

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Haridusteaduste instituut
Loodus- ja reaalainete õpetamine põhikoolis õppekava

Lilian Papagoi
ÕPPETARKVARA KASUTAMINE MATEMAATIKA ÕPPIMISEKS III KOOLIASTMES
Bakalaureusetöö

Juhendaja: matemaatika didaktika nooremlektor Maarja Sõrmus

Tartu 2025

Kokkuvõte

Õppetarkvara kasutamine matemaatika õppimiseks III kooliastmes

Õpilastel on võimalus kasutada matemaatika õppimiseks mitmesugust õppetarkvara. Uuringu eesmärk oli välja selgitada, millist õppetarkvara ja mis eesmärgil kasutavad III kooliastme õpilased matemaatika õppimiseks. Uuring viidi läbi kvantitatiivselt ning andmete kogumiseks kasutati ankeetküsimustikku, millele saadi 157 III kooliastme õpilase vastused. Andmete analüüsimiseks kasutati kirjeldavat statistikat. Uuringu tulemustest selgus, et õpilaste seas on kõige populaarsemaks matemaatikaõppes kasutatavaks õppetarkvaraks ChatGPT. Õpilaste poolt sagedamini märgitud tarkvarad matemaatika õppimiseks olid veel Kahoot!, YouTube, GeoGebra ja Photomath, kusjuures õpilased märkisid, et nad on neid tarkvarasid kasutanud ka õpetaja juhendamisel. Kasutamise eesmärkide seast töid õpilased enim esile õppetarkvara kasutamise lahenduskäigu teadasaamiseks. Kõige vähem toodi välja õppetarkvara kasutamist tööde ajal spikerdamiseks.

Võtmesõnad: õppetarkvara, matemaatikaõpe, III kooliaste, ChatGPT

Abstract

Educational software for learning mathematics in the III school level

There are various software available that students can use to learn mathematics. The aim of this study was to find out what educational software and for what purpose students in third school level use for learning mathematics. The study was conducted quantitatively using descriptive data analysis. Data from 157 students was gathered using a questionnaire. The results revealed that the most popular educational software used by students for learning mathematics is ChatGPT. Other frequently mentioned software by students were Kahoot!, YouTube, GeoGebra and Photomath. Students also noted that they have used these software under the guidance of a teacher. The main use of educational software was to understand the problem solving process. The software was least used to get hints.

Keywords: educational software, mathematics education, III school level, ChatGPT

Sisukord

Sissejuhatus	4
Teoreetiline ülevaade	5
Õppetarkvara mõiste ja kasutamise olulisus hariduses	5
Matemaatika õppimiseks kasutatav õppetarkvara	6
Töö uurimisprobleem, eesmärk ja uurimisküsimused	7
Metoodika	9
Valim	9
Hindamisvahend ja andmekogumine	10
Andmeanalüüs	12
Tulemused	12
Õpilaste poolt kasutatav õppetarkvara matemaatika õppimiseks	12
Õppetarkvara kasutamise eesmärgid matemaatika õppimiseks	14
Arutelu	15
Tänuõnad	18
Autorsuse kinnitus	19
Kasutatud kirjandus	20
Lisad	24
Lisa 1. Hindamisvahend	
Lisa 2. Õpilaste poolt kasutatav õppetarkvara matemaatika õppimiseks koos kasutatava versiooniga	
Lisa 3. Matemaatika õppimiseks kasutatav õppetarkvara klasside lõikes	
Lisa 4. Õpilaste poolt kasutatava õppetarkvara kasutuseesmärgid	
Lisa 5. Õpilaste poolt kasutatava õppetarkvara kasutuseesmärgid 7. klassis	
Lisa 6. Õpilaste poolt kasutatava õppetarkvara kasutuseesmärgid 8. klassis	
Lisa 7. Õpilaste poolt kasutatava õppetarkvara kasutuseesmärgid 9. klassis	

Sissejuhatus

Põhikooli riiklikus õppekavas (2011) on välja toodud, et õpilaste digipädevust tuleb arendada. Ühe osana hõlmab digipädevuse arendamine endas info- ja kommunikatsioonitehnoloogiate (edaspidi IKT) kasutamist õppetöös (Õppekava läbivad teemad, 2023). III kooliastme matemaatikaõppes on põhikooli riikliku õppekava (2011) kohaselt õpetaja ülesandeks suunata õpilasi kasutama IKT vahendeid iseseisvalt matemaatiliste andmete illustreerimiseks, graafiliseks kujutamiseks, vastuste kontrollimiseks ning kodutööde lahendamiseks (Ainevaldkond “Matemaatika”, 2023).

Matemaatika õppimise toetamiseks saavad õpetajad õpilastele õppetöö käigus tutvustada mitmesugust õppetarkvara. Õppetarkvaraks nimetatakse serveri-, arvuti- ja mobiilirakendusi, mida kasutatakse õppimis- ja õpetamisprotsessi toetamiseks (Laanpere, 2015). Matemaatika õppetarkvara all mõistetakse spetsiaalset rakendustarkvara, mida kasutatakse matemaatika ülesannete lahendamiseks ja matemaatika õppimis- ja õpetamisprotsessi toetamiseks (Brown *et al.*, 2005). IKT vahendite kasutamine õppetöoga seotud küsimustele vastuste otsimiseks ja ülesannete lahendamiseks aitab kaasa õpilaste matemaatikaoskuste arengule ja rakendamisele (Das, 2019).

Mitmed uuringud (nt Abidin *et al.*, 2018; Leppik *et al.*, 2017) on näidanud, et nii õpilased kui ka õpetajad suhtuvad IKT vahendite kasutamisesse õppetöös pigem positiivselt ja IKT vahendite kasutamine aitab muuta õppetöö mitmekesisemaks ja kergemini mõistetavamaks. Vaatamata õpetajate ja õpilaste positiivsetele hoiakutele IKT vahendite kasutamise osas, ei ole leitud, et sellel oleks õpilaste õpitulemustele suurt mõju. Rahvusvahelise noorte teadmiste ja oskuste uuringu (PISA) 2000–2012 tulemuste analüüsimisest ilmses, et liigsel IKT vahendite kasutamisel võib õpilaste tulemustele olla hoopis negatiivne mõju (OECD, 2015). Samale järeldusele jõuti ka PISA 2018 tulemuste analüüsimisel (Gorjón & Osés, 2022).

Varasemad uuringud on enamasti keskendunud õpetajate seisukohtade ning valmisoleku uurimisele IKT vahendite kasutamisel (nt Aslan & Zhu, 2016; Pärn, 2014; Taimalu *et al.*, 2019). Matemaatika õppimiseks kasutatava õppetarkvara uurimisel on peamine rõhk olnud konkreetsete programmide kasutamise efektiivsuse uurimisel (nt Hartono, 2019; Uwurukundo *et al.*, 2022) või sellel, millist õppetarkvara kasutavad õpetajad matemaatikaõppes (nt Haasma, 2024; Paas, 2021). Vähem on keskendutud sellele, millist õppetarkvara õpilased matemaatika õppimiseks kasutavad.

Töö autorile teadaolevalt puudub ülevaade Eesti III kooliastme õpilaste poolt kasutatavast õppetarkvarast ja selle kasutusviisidest matemaatika õppimisel. Õpilaste poolt kasutatava õppetarkvara ja selle kasutamise eesmärkide uurimine võimaldab õppetööd tõhusamalt korraldada, tuvastada võimalikke kitsaskohti õpilaste õppetarkvara kasutuses ja võimaldab õpetajatel õpilastele teadlikumalt õppetarkvara tõhusaks kasutamiseks vajalikke oskusi õpetada.

Teoreetiline ülevaade

Õppetarkvara mõiste ja kasutamise olulisus hariduses

Õppetarkvara ehk õpitarkvara (ingl *educational software*) all mõeldakse rakendustarkvara, mida kasutatakse õppimis- ja õpetamisprotsessi toetamiseks. Rakendustarkvara alla kuuluvad serveri-, arvuti- ja mobiilirakendused (Laanpere, 2015). Niederhauser ja Stoddart (2001) on õppetarkvara liigitanud oskustel põhinevaks tarkvaraks (ingl *skill-based transmission software*) ja konstruktiivseks tarkvaraks (ingl *open-ended constructivist software*). Oskustel põhinev tarkvara hõlmab endas tarkvara, mis on mõeldud kindlate oskuste kordamiseks ja omandamiseks. Konstruktiivne tarkvara on tarkvara, mille kasutamisel õpib õpilane iseseisvalt infoga töötades läbi avastusõppe, interaktiivsete ülesannete lahendamise ja hariduslike mängude mängimise.

Põhikooli riiklik õppekava (2011) rõhutab pidevalt uuenevate digivahendite kasutamise olulisust õppetöoga seotud probleemide lahendamiseks igas õppeaines. Põhikooli riikliku õppekava lisa 5 (2023) näeb ette, et III kooliastme lõpetaja kasutab iseseisvalt matemaatika õppimiseks IKT vahendeid. Digivahenditeks (ka IKT vahenditeks) nimetatakse erinevaid nutiseadmeid, veebikeskkondi, digitaalset õppevara ning tarkvara (Leppik *et al.*, 2017). Seejuures on Das (2019) täpsustanud, et IKT on kombinatsioon riist- ja tarkvarast, multimeediast ja nende edastussüsteemidest. Käesolevas bakalaureusetöös loetakse matemaatika õppetarkvara alla serveri-, arvuti- ja mobiilirakendused, mida matemaatika õppimiseks ja õpetamiseks kasutatakse.

Digivahendite kasutamine hariduses aitab arendada õpilaste kriitilist mõtlemist, muuta õppimisprotsessi paindlikumaks ja täiendada õpitavat materjali (Das, 2019). Digivahendite, sealhulgas õppetarkvara kasutamisel omandatavate digioskuste tõttu, mida on õpilastel oma tulevastel töökohtadel vaja, hindavad nii õpetajad kui ka õpilased tähtsaks nende kasutamist õppetöös. Ühtlasi leiavad õpetajad ja õpilased, et digivahendite kasutamine aitab kaasa õpilaste õpioskuste arenemisele ja õpitavate teemade mõistmisele (Leppik *et al.*, 2017).

Lisaks eelnevale avaldab digivahendite kasutamine mõju õpilaste hoiakutele ja õpitulemustele. Mitmed uuringud on leidnud, et digivahendite kasutamisel on õpilaste hoiakutele ja õpitulemustele positiivne mõju (nt Kurvinen *et al.*, 2020; Sung *et al.*, 2016), samas Hillmayr jt (2020) poolt läbi viidud metaanalüüsi tulemustest ilmnes, et digivahendite (sh õppetarkvara) kasutamisel õppetöös võib olla ka negatiivne mõju õpilaste hoiakutele ja õpitulemustele. Vaatluse all olnud 92-st uuringust tuvastati positiivseid mõjusid õpitulemustele ja hoiakutele 87% protsendil uuringutest ning 13% uuringutest näitasid negatiivset mõju (Hillmayr *et al.*, 2020). Negatiivset mõju on täheldatud ka PISA 2000.–2012. aastate ja 2018. aasta tulemuste analüüsimisel, kus leiti, et liigne digivahendite kasutamine võib omada negatiivset mõju (Gorjón & Osés, 2022; OECD, 2015). Comi jt (2017) on välja toonud, et digivahendite, kaasa arvatud õppetarkvara, kasutamise tulemuslikkus sõltub eelkõige nende kasutusviisist õppetöös ning et kõige paremaid tulemusi annab see, kui neid kasutatakse õpilaste vajadustele keskendudes. Seejuures on oluline, et õpilastele õpetataks IKT vahendite tulemuslikuks kasutamiseks vajalikke tehnilisi oskusi (Das, 2019).

Matemaatika õppimiseks kasutatav õppetarkvara

Õppetarkvara abil on võimalik visualiseerida abstraktseid matemaatilisi kontseptsioone, mida on raske tahvil või paberil kujutada, muutes need seeläbi õpilastele kergemini mõistetavamaks (Joshi, 2016). Vastavalt konkreetse õppetarkvara funktsioonidele on õppetarkvara abil võimalik teha tehteid, jooniseid või graafikuid, mis aitavad lihtsustada ülesannete mõistmist ning lahendamist (Das, 2019). Käesolevas töös kasutatakse õppetarkvara liigitamiseks Laanpere (2015) jaotust, mille kohaselt kuuluvad õppetarkvara alla serveri-, arvuti- ja mobiilirakendused (sealhulgas õpihaldussüsteemid ning õpimängud). Järgnevalt selgitatakse selle jaotuse põhjal õppetarkvara liigiti.

Serverirakenduste ehk veebirakenduste all mõeldakse serveritarkvara, mida saab kasutada vaid veebibrauseri kaudu ning mille kasutamiseks on oluline internetiühenduse olemasolu (Sõnastik, *s.a.*). Serverirakenduste alla kuuluvad näiteks E-koolikott ja LearningApps.org. E-koolikott on veebikeskkond, millesse on koondatud riiklikule õppekavale vastavad õppematerjalid nagu näiteks digitaalsed õpikud, ülesanded, mängud ja videod (Haridus- ja Noorteamet, *s.a.*). LearningApps.org on keskkond, milles on moodulid erinevate valdkondade teemade kohta ning milles saab luua ja mängida mängu, mis aitavad õpitud kinnistada (Leppik *et al.*, 2017). Mõlemas keskkonnas olevaid matemaatika õppekavale vastavaid õppematerjale, saab kasutada matemaatikaõppe rikastamiseks.

Arvutirakendused ehk tööluarakendused on rakendused, mille kasutamiseks tuleb rakendus arvutisse alla laadida, seejuures pole üldjuhul internetiühenduse olemasolu rakenduse kasutamisel oluline (Sõnastik, *s.a.*). Arvutirakenduste alla kuuluvad näiteks GeoGebra ja Microsoft Excel (edaspidi MS Excel). GeoGebra on dünaamiline matemaatikatarkvara, mille abil saab erinevaid matemaatilisi ülesandeid visualiseerida ja lahendada. Lisaks arvutirakendusele on GeoGebra tarkvara saadaval veebipõhisena ning mobiiliäppidena (About GeoGebra, *s.a.*). MS Excel on andmetöötlusprogramm, mille abil saab andmeid analüüsida ja visualiseerida kasutades MS Excelisse sisseehitatud matemaatilisi funktsioone (Barreto, 2015). Sarnaselt GeoGebra-le on MS Excel saadaval lisaks arvutirakendusele ka veebirakenduse ja mobiilirakendusena (Tasuta arvutustabeli..., *s.a.*).

Mobiilirakenduste ehk mobiiliäppide all mõeldakse tarkvara, mis on loodud kasutamiseks nutitelefones ja tahvelarvutites (Sõnastik, *s.a.*). Mobiilirakenduste alla kuuluvad näiteks Photomath ja Mathway. Neid äppe saab kasutada matemaatikaülesannete lahenduskäigu teada saamiseks ja vastuste kontrollimiseks (Photomath 101..., *s.a.*; About Mathway, *s.a.*). Photomath-i ja Mathway äppides saab ülesandeid sisestada käsitsi või ülesandest pilti tehes. Mathway rakendus on kasutatav ka veebirakendusena, kuid Photomath on kättesaadav vaid mobiilirakendusena.

Üks tarkvara võib olla kasutatav mitme versioonina, see tähendab, et sel on olemas nii serveri-, arvuti kui ka mobiilirakendus või mõni nende kombinatsioon. Lisaks varem välja toodud rakendustele, mis on kasutatavad mitmes versioonis, on selliseid rakendusi teisigi. Selle näitena võib välja tuua nii veebi- kui mobiilirakendusena saadaval oleva Kahoot!-i ja 99math-i. Kahoot! on õppeplatvorm, milles saab koostada mängu ja viktoriine, mida saab kasutada õpitu kinnistamiseks (What Is Kahoot!?, *s.a.*). 99math on samuti mänguline keskkond, mis on loodud erinevate matemaatika teemade harjutamiseks ja kinnistamiseks (99math - Free Multiplayer..., *s.a.*). Samuti on mitme versioonina saadaval vestlusrobot ChatGPT, mis võimaldab õpilastel saada abi keeruliste ülesannete ja teemade mõistmisel, sealhulgas olukordades, kus õpilane ei julge õpitava teema kohta abi saamiseks pöörduda õpetaja või lapsevanema poole (Tamme, 2024).

Töö uurimisprobleem, eesmärk ja uurimisküsimused

Matemaatika õppimiseks kasutatava õppetarkvara kohta on läbi viidud mitmeid uuringuid nii Eestis kui ka välismaal (nt Abidin *et al.*, 2018; Haasma, 2024). Uuritud on matemaatika õppimiseks kasutatavat õppetarkvara üldisemalt (nt Hillmayr *et al.*, 2020; Tamur *et al.*, 2021) ning ka konkreetseid ainespetsiifilisi rakendusi (Hartono, 2019; Kurvinen *et al.*, 2020). Tamur

jt (2021) leidsid metauuringuga, et tarkvara kasutamine matemaatika õppimiseks mõjutab õpilaste tulemusi positiivselt. Sarnasele tulemusele jõudsid ka Hillmayr jt (2020), kes leidsid, et üldiselt omab digivahendite, sealhulgas õppetarkvara, kasutamine matemaatika õppimiseks õpilaste tulemustele keskmist positiivset efekti. On leitud (nt Comi *et al.*, 2017, Paniagua & Istance, 2018), et digivahendite kasutamine on õpilastele kasulik, kui õpilased on nende kasutamise protsessi kaasatud. Eestis kasutavad õpetajad digivahendeid koos õpilastega pigem vähe, kuna õpetajatel puudub vastav ettevalmistus juhendada õpilasi tehnoloogia kasutamisel ja samal ajal ainetunni teadmisi edasi anda (Puksand *et al.*, 2023).

McCulloch jt (2018) leidsid Ameerika õpetajate seas läbi viidud uuringus, et Kahoot! on matemaatikaõppes õpetajate seas levinud drillprogramm, mis pakub õpilastele mängulist võimalust teemade kinnistamiseks ja tagasiside saamiseks. Uuringust selgus, et õpetajad kasutavad õpilastega matemaatika õppimiseks ka näiteks Socrative, Quizlet-it, Desmos-t (õpilaste vahelise koostöö soodustamiseks) ning GeoGebra-t. Leppik jt (2017) leidsid, et õpilastele ja õpetajatele meeldivad eelkõige mängulisemad tarkvarad nagu Kahoot! ja Socrative. Lisaks mainisid nii õpetajad kui ka õpilased, et õppetöös kasutatakse veel näiteks LearningApps.org-i, Quizlet-it, Scratch-i, Photomath-i ja GeoGebra-t, millest kaks viimast on loodud spetsiaalselt matemaatika õppimiseks. Samas uuringus tõid õpilased välja, et nad kasutavad digivahendeid sh erinevat õppetarkvara sageli infootsinguks ja matemaatika valdkonnas ka andmeanalüüsi ja -töötluste (nt Excel-i abil) ning graafikute ja tabelite tegemisega (Leppik *et al.*, 2017).

Eestis on läbiviidud mitmeid matemaatika õppimiseks kasutatava õppetarkvaraga seotud uuringuid I ja II kooliastme õpetajate seas (nt Haasma, 2024; Kukk 2015; Uusimaa, 2022). Õpetajate poolt kasutatavat õppetarkvara on oma töödes välja toonud ka Paas (2021), Pärn (2014) ja Rauman (2022), kes viisid oma uuringud läbi matemaatikaõpetajate seas, sõltumata sellest, millises kooliastmes nad matemaatikat õpetavad. Haasma (2024) leidis, et õpetajad kasutavad matemaatika õpetamiseks enim erinevaid tekstitöötlusvahendeid, YouTube-i, Kahooti!-i, Opiq-t, erinevaid Google tooteid ja 99math-i. Uusimaa (2022) töös tõid õpetajad välja, et õpilastele uute teemade õpetamiseks kasutatakse näiteks YouTube-i ja Opiq-t, teadmiste kinnistamiseks 99math-i, Kahoot!-i ja LearningApps.org-i ning teadmiste kontrollimiseks näiteks Quizizz-t, Kahoot!-i, Opiq-t. Kuke (2015) uurimuses tõid õpetajad esile GeoGebra, interaktiivsete töölehtede ja äppide kasutamise.

Paas (2021) leidis, et matemaatikaõpetajate seas on kõige enam kasutusel GeoGebra, samuti olid õpetajate seas levinud õppetarkvarad nagu Kahoot!, Nutisport, 99math ja Quizizz. Sarnaselt Paasi (2021) tööle, oli GeoGebra ka Pärna (2014) ja Raumani (2022) töödes enim

esindatud õppetarkvara. Lisaks tõi suur osa õpetajad Raumani (2022) töös välja Opiq, YouTube-i, Kahoot!-i, E-koolikoti, LearningApps.org-i ja Nutispordi kasutamist matemaatika õpetamiseks. Õpetajad kasutasid GeoGebra-t eelkõige funktsioonide, geomeetria ja võrrandisüsteemide õpetamiseks, andes õpilastele võimaluse GeoGebra-t ka iseseisvalt kasutada. Opiq keskkonna kohta tõi õpetajad välja, et Opiq-s olevad õppevideod ja ülesanded võimaldavad õpilastel erinevaid teemasid omandada ka iseseisvalt (Rauman, 2022).

Vaatamata sellele, et Eestis läbiviidud uuringutes on käsitletud õppetarkvara kasutamist I ja II kooliastme õpetajate seas ning matemaatikaõpetajate seas üldiselt, puudub töö autorile teadaolevalt ülevaade III kooliastme õpilaste poolt matemaatika õppimiseks kasutatavast õppetarkvarast. Kui õpetaja teab, millist õppetarkvara õpilased kasutavad, saab ta seda teadmist õppetöö teadlikumaks kavandamiseks ära kasutada ning juhendada õpilasi nii, et nende õppetarkvara kasutamine nii tunnis kui iseseisval õppimisel on tulemuslik. Sellest tulenevalt on töö eesmärk välja selgitada, millist õppetarkvara ja mis eesmärgil kasutavad III kooliastme õpilased matemaatika õppimiseks. Töö eesmärgi saavutamiseks on sõnastatud järgmised uurimisküsimused:

1. Millist õppetarkvara kasutavad III kooliastme õpilased matemaatika õppimiseks?
2. Mis eesmärgil kasutavad III kooliastme õpilased õppetarkvara matemaatika õppimiseks?

Metoodika

Valim

Valimi moodustamiseks kasutati mittetõenäosuslikku eesmärgipärast- ja mugavusvalimit. Eesmärgipärase valimi moodustamisel valitakse uuritavad valimisse kindlate kriteeriumite alusel ning mugavusvalimi moodustamisel kaasatakse valimisse uuritavad, kes on uurijale kergesti kättesaadavad (Õunapuu, 2014). Valimisse kuulumise kriteeriumiks oli see, et uuritav õpiks uuringu läbiviimise ajal III kooliastmes. Uuritavate leidmiseks pöördui erinevate koolide poole üle Eesti eesmärgiga saada vähemalt 150 III kooliastme õpilase vastused. Esmalt pöördus töö autor kirja teel koolide poole, kus töötavad talle tuttavad õpetajad või muu koolipersonal ja seejärel veel koolide poole üle Eesti, milles on III kooliaste. Valimi suurendamiseks küsis autor lisaks tuttavatelt III kooliastme õpetajate kontakte ja kirjutas veel ise erinevate koolide III kooliastme õpetajatele meili teel. Kokku saatis töö autor 104 kirja uuringus osalemise kutsega 25 erinevasse kooli, sealhulgas 87-le õpetajale ja 17-le õppejuhile. Koolidesse, millest nädala jooksul vastust ei saadud, saadeti korduskiri.

Peale kooli või õpetaja poolse nõusoleku saamist uuringus osalemise kohta, teavitati lapsevanemaid uuringust koostöös kooli ja õpetajatega kooli infokanali kaudu ning küsiti neilt nõusolekut oma lapse uuringus osalemise kohta. Koolidesse, õpetajatele ja lapsevanematele saadetud kirjade ja teavituste koostamisel lähtuti Tartu Ülikooli eetikakeskuse suunistest (2023). Kirja saanud koolidele, õpetajatele ning teavituse saanud lapsevanematele kirjeldati uuringu läbiviimise protseduuri ja andmete turvalise säilitamise ja töötlemise põhimõtteid. Samuti toodi välja, et uuringus osalemine on anonüümne, vabatahtlik ja et uuringus osalemisest võib igal hetkel loobuda. Teavituse saanud lapsevanemad, kes polnud nõus oma lapse uuringus osalemisega, andsid sellest teada oma lapse klassijuhatajale või aineõpetajale.

Kokku osales uuringus 157 III kooliastme õpilast seitsmest erinevast koolist. Küsimustikule vastamine oli anonüümne, seega ühtegi õpilast vastustega seostada ei saa. Küll aga koguti vastanutelt taustaandmeid. Tabelis 1 on välja toodud uuringus osalevate õpilaste jagunemine soo ja klassi järgi.

Tabel 1. Valimi jagunemine soo ja klassi järgi

Sugu	7. klass	A%	8. klass	B%	9. klass	C%
Mees	37	23,6	25	15,9	8	5,1
Naine	35	22,3	36	22,9	13	8,3
Ei soovinud avaldada	0	0	2	1,3	1	0,6
Kokku	72	45,9	63	40,1	22	14,0

Märkused. A% – C% – kirjeldab vastanute protsentuaalset jaotumist (n = 157).

Kõige vähem vastanuid oli 9. klassi õpilaste seas ning kõige rohkem oli vastanute seas 7. klassi õpilasi. Vastanutest 44,6% olid poisid ja 53,5% tüdrukud.

Hindamisvahend ja andmekogumine

Lähtuvalt töö eesmärgist ja uurimisprobleemist valiti töö uurimismeetodiks kvantitatiivne uurimismeetod. Kvantitatiivset uurimismeetodit kasutatakse selliste andmete kogumiseks, mida saab väljendada arvulisel kujul ja statistiliselt analüüsida. (Õunapuu, 2014). Andmeid koguti Google Vormides koostatud ankeetküsimustiku abil, millele vastamine oli vabatahtlik ja anonüümne. Andmete kogumiseks otsustati kasutada ankeetküsimustikku, mis võimaldab vastuseid koguda korraga rohkematelt inimestelt ja saada numbrilisele kujule teisendatavaid andmeid (Beilmann, 2020).

Ankeetküsimustiku alguses oli lühike tutvustus uuringus osalemise ja küsimustikule vastamise kohta. Sellele järgnesid küsimused taustaandmete ja uurimisküsimustega seotud andmete kogumiseks. Küsimuste koostamisel võeti arvesse töö eesmärki ja uurimisküsimusi,

samuti tutvuti nii Eestis kui ka välismaal läbiviidud uuringutega, milles uuriti õppetarkvara kasutamist matemaatikaõppes. Töös kasutatud õppetarkvara nimekirja koostamisel kasutati muuhulgas Haasma (2024), Paasi (2021), Uusimaa (2022) töödes välja toodud õppetarkvara.

Küsimused olid jaotatud kahte teemaplokki – esiteks taustaandmetega seotud küsimusteks ja teiseks matemaatika õppimiseks kasutatava õppetarkvaraga seotud küsimusteks ehk põhiküsimusteks. Esimeses plokis olid valikvastustega küsimused, milles paluti vastajatel märkida oma klass, sugu ja see kas nad kasutavad õppetarkvara iseseisvalt või kellegi juhendamisel. Enne õppetarkvara kasutamise seotud küsimust toodi termini õige mõistmise tagamiseks välja õppetarkvara mõiste.

Teine teemaplokk algas teemaploki tutvustusega. Sellele järgnesid 43 peaküsimust (vt lisa 1 küsimus 5), milles vastajale anti ette õppetarkvara nimetus. Vastajal tuli iga tarkvara korral märkida, kas ta on seda tarkvara kasutanud või mitte. Eitava vastuse korral liiguti järgmise õppetarkvara juurde. Jaatava vastuse korral avanes valikvastustega lisaküsimus selle kohta, mis eesmärgil ja kui mitu korda nädalas seda õppetarkvara kasutatakse (vt lisa 1 küsimus 6).

Õppetarkvara korral, millel on mitu versiooni (veebirakendus, äpp, arvutisse alla laetud rakendus), avanes jaatava vastuse korral veel üks lisaküsimus (vt lisa 1 küsimus 7), milles tuli vastajal ära märkida, milliseid versioone sellest õppetarkvarast ta kasutanud on. Selleks, et küsimustikus kasutatud mõisted erinevat versiooni omavate tarkvara kohta oleksid õpilaste jaoks lihtsamal kujul esitatud, kasutati mõiste serverirakendus asemel samatähenduslikku mõistet veebirakendus, mobiilirakenduse asemel mõistet äpp ning arvutirakenduse asemel väljendit arvutisse alla laetud rakendus. Küsimustiku lõpetas avatud küsimus, milles vastajad said välja tuua nende poolt kasutatavat õppetarkvara, mida välja pakutud variantide seas polnud.

Hindamisvahendi valiidsuse suurendamiseks vaatas küsimustiku üle bakalaureusetöö juhendaja, kelle tagasiside põhjal küsimustikku täiustati. Lisaks viidi läbi prooviküsitlus III kooliastme õpilasega, kellel paluti hinnata küsimustest arusaamist, nende sõnastust, järjekorda ja vastamisele kulunud aega. Töö autor küsis eelnevalt õpilaselt ja tema lapsevanemalt nõusolekut küsimustiku katsetamise kohta ja teavitas neid sellest, et õpilase tulemusi uurimistöös ei kasutata.

Peale küsimustiku katsetamist, küsis töö autor õpilaselt tagasisidet küsimustiku ülesehituse ning mõistetavuse kohta ning võttis seda arvesse küsimustiku korrigeerimisel. Sarnaselt soovib küsimustiku valiidsuse suurendamiseks toimida Beilmann (2020). Küsimustiku katsetamisest saadud tagasiside põhjal viidi sisse kolm muudatust, mis aitasid

muuta küsimustikule vastamist selgemaks. Esimese muudatusena paigutati esimeses teemaplokis oleva õppetarkvara mõiste eraldi jaotisesse, et õpilased seda paremini märkaksid. Nii toimiti kuna küsimustikku katsetanud õpilane ütles, et ta ei märganud õppetarkvara selgitavat mõistet ja hakkas kohe samas jaotises olevale küsimusele vastama. Teise muudatusena muudeti esialgses küsimustikus olnud vastusevariant “Koduste ülesannete lahenduskäigu või vastuste maha kirjutamiseks” vastusevariandiks “Ülesannete lahenduskäigu või vastuste maha kirjutamiseks” ja kolmanda muudatusena vastusevariant “Hindelise töö ajal spikerdamiseks” vastusevariandiks “Töö ajal spikerdamiseks.” Lõplik hindamisvahend on esitatud lisas 1.

Uuring viidi läbi 03.–21.02.2025. Küsimustik edastati koostöös kooli ja õpetajatega uuritavatele läbi kooli infokanali, kusjuures uuringus osalemise nõusoleku andnud koolid ja õpetajad said ise otsustada, kas õpilased vastavad küsimustikule ühiselt tundide ajal või väljaspool õppetööd. Kogutud andmeid säilitati parooliga kaitstult uuringu läbiviija Google Drive-s, kust need kustutatakse üks päev pärast bakalaureusetöö kaitsmist.

Andmeanalüüs

Andmete analüüsimiseks kasutati kirjeldavat statistikat, mille koostamiseks kasutati Google Arvutustabeleid. Andmed eksporditi Google Arvutustabelitesse Google Vormidest. Ankeediga kogutud taustaandmeid kasutati andmete tõlgendamisel. Põhiküsimustega uuriti õpilastelt, millist tarkvara on nad matemaatika õppimiseks kasutanud ja mis eesmärgil on nad seda kasutanud.

Enne andmete analüüsimist korrastati andmeid. Küsimustiku viimase küsimuse “Kui kasutad lisaks välja toodud tarkvarale veel mõnda tarkvara matemaatika õppimiseks, siis märgi siia nende nimi, kui sageli ja milleks Sa neid kasutad,” vastuste alt eemaldati tarkvara, mille kohta oli juba küsimustiku teises osas küsimus olemas, et neid tulemustes mitte doubleerida. Lisaks eemaldati selle küsimuse alt vastused, milles oli öeldud, et lisaks välja toodud tarkvarale ei kasutata muud tarkvara.

Tulemused

Õpilaste poolt kasutatav õppetarkvara matemaatika õppimiseks

Esimese uurimisküsimusega sooviti teada saada, millist õppetarkvara kasutavad III kooliastme õpilased matemaatika õppimiseks. Sellele küsimusele vastuse saamiseks oli õpilastele etteantud tarkvara nimistu 43 kirjega. Selliste tarkvarade puhul, mis on saadaval

mitme versioonina, tuli õpilastel lisaks märkida, millist versiooni tarkvarast nad kasutavad. Tabelis 2 on välja toodud tarkvara, mille puhul üle 25% küsimustikule vastanud õpilastest märkisid, et nad kasutavad konkreetset tarkvara. Iga tarkvara korral on välja toodud ka see, millist versiooni tarkvara kasutamist märkinud õpilased sellest tarkvarast kasutavad.

Ülejäänud 38 tarkvara, mille kasutamist märkisid alla 25% õpilastest, kohta saadud tulemused välja toodud lisas 2. Nagu näha tabelist 2 on küsimustikule vastanud õpilaste seas enim kasutatav tarkvara matemaatika õppimiseks ChatGPT (68,2%), millele järgnevad Kahoot! (45,9%), YouTube (41,4%), GeoGebra (29,9%) ja Photomath (27,4%). Tarkvara puhul enim kasutatav versioon sõltub konkreetsest tarkvarast.

Tabel 2. Õpilaste poolt enim kasutatav õppetarkvara matemaatika õppimiseks koos kasutatava versiooniga

Tarkvara	N	%	Server	Mobiil	Arvuti
ChatGPT	107	68,2	39	76	-
Kahoot!	72	45,9	57	21	-
YouTube	65	41,4	31	56	-
GeoGebra	47	29,9	37	4	11
Photomath	43	27,4	-	43	-

Märkused. N – tarkvara kasutavate õpilaste arv. % – tarkvara kasutavate õpilaste protsent vastanute koguarvust (n = 157). Server – serverirakendus. Arvuti – arvutirakendus. Mobiil – mobiilirakendus. - – tarkvaral puudub antud versioon. Ühe tarkvara puhul võisid õpilased valida mitu tarkvara versiooni. Tabelist on välja jäetud tarkvara, mille kasutamine vastanute seas on alla 25%. Kogu tarkvara nimekiri koos õpilaste vastustega on lisas 2.

Klasside võrdluses oli populaarseim tarkvara ChatGPT, mis oli enim kasutatav iga klassi õpilaste seas, kuid esines mõningaid erinevusi ChatGPT-le populaarsuselt järgnevate tarkvarade seas. Küsimustikule vastanud seitsmenda klassi õpilaste (n = 72) seas oli enim kasutatav tarkvara ChatGPT (69,4%), millele järgnesid YouTube (48,6%), Kahoot! (41,7%), GeoGebra (36,1%) ning Opiq (19,4%). Kaheksanda klassi õpilaste seas (n = 63) olid populaarsemad tarkvarad ChatGPT (60,3%), Kahoot! (46,0%), Photomath (31,7%), YouTube (28,6%) ning Moodle (27%). Küsimustikule vastanud üheksanda klassi õpilased (n = 22) märkisid kõige rohkem ChatGPT kasutamist (86,4%), seejärel Kahoot!-i (59,1%), YouTube-i (54,5%), GeoGebra (50%) ja Photomath-i kasutamist (45,5%). Täpsemalt saab klasside lõikes kasutatava tarkvaraga tutvuda lisas 3.

Õpilastel oli küsimustiku viimasele küsimusele vastates võimalus lisaks ette antud tarkvarale välja tuua veel tarkvara, mida nad matemaatika õppimiseks kasutavad. Sellele küsimusele vastasid kuus õpilast. Kaks vastanut kirjutasid, et nad kasutasid varasemalt matemaatika õppimiseks Miksikest, kuid ei saa seda enam teha kuna Miksikese lehekülg

suleti. Kahel korral mainisid vastanud, et nad kasutavad Calculator äppi. Üks nendest selgitas lisaks, et ta kasutab Calculator äppi, sest see aitab tal kiiremini arvutada. Üks vastanud õpilane mainis, et ta kasutab matemaatika õppimiseks Google-t ning üks õpilane tõi välja, et ta kasutab peaaegu iga päev matemaatikaülesannete lahenduskäigu ja vastuste teada saamiseks SnapChat AI-d.

Õppetarkvara kasutamise eesmärgid matemaatika õppimiseks

Teise uurimisküsimusega sooviti teada, mis eesmärgil kasutavad III kooliastme õpilased õppetarkvara matemaatika õppimiseks. Mõistmaks valiku tegemise kaalutlust, uuriti õpilastelt esmalt, kas õppetarkvara kasutatakse iseseisvalt õppimiseks või tehakse seda kellegi juhendamisel. Kõige rohkem märkisid õpilased ($n = 75$), et nad kasutavad õppetarkvara nii iseseisvalt kui ka õpetaja juhendamisel. Vastanutest 58 märkisid, et nad kasutavad õppetarkvara ainult iseseisvalt õppimiseks ning 22 õpilast kasutavad õppetarkvara ainult õpetaja juhendamisel. Üks vastanud õpilane ei kasuta enda sõnul õppetarkvara üldse ning üks vastanud õpilane on õppetarkvara kasutanud vaid ühel korral.

Seejärel said õpilased tarkvara kasutamise korral kaheksa väite põhjal märkida oma tarkvara kasutamise eesmäärke. Tabelis 3 on toodud õpilaste õppetarkvara kasutamise eesmärgid klasside lõikes.

Tabel 3. Õppetarkvara kasutamise eesmärgid matemaatika õppimiseks

Eesmärk	7. klass	8. klass	9. klass	Kokku
Lahenduskäigu teadasaamiseks	145	127	66	338
Lahenduskäigu kontrollimiseks	126	119	61	306
Tunni teema omandamiseks õpetaja juhendamisel	108	120	62	290
Koostöö tegemiseks	71	96	52	219
Ülesannete lahenduskäigu või vastuste mahakirjutamiseks	66	78	32	176
Jooniste tegemiseks	77	61	38	176
Õpetaja loata tunni ülesannete lahendamisel abi saamiseks	26	46	20	92
Töö ajal spikerdamiseks	17	36	15	68

Märkused. Tabelis on välja toodud õpilaste õppetarkvara kasutamise eesmärgid kõigi etteantud tarkvarade peale kokku.

Kõigi kasutatavate tarkvarade peale kokku märkisid õpilased, et nad kasutavad õppetarkvara kõige rohkem lahenduskäigu teadasaamiseks. Sel eesmärgil märkisid vastanud õppetarkvara kasutamist kõigi kasutatavate tarkvarade peale kokku 338 korda. Kõige vähem (68 korda) märkisid õpilased õppetarkvara kasutamist töö ajal spikerdamiseks. Klasside lõikes olid

õppetarkvara kasutamise eesmärgid sageduse järjekorras sarnased, kuid esines mõningaid erinevusi (nt 7. klassi õpilaste seas oli tarkvara kasutamine jooniste tegemise eesmärgil sageduselt neljas, kuid 8. klassi õpilaste seas kuues ning 9. klassi õpilaste seas sageduselt viies).

Peaaegu iga väite korral on enim kasutatavad õppetarkvarad sarnased. Nagu näha tabelist 4, on ChatGPT kõige levinum tarkvara nii lahenduskäigu kontrollimiseks, lahenduskäigu teadasaamiseks, ülesannete lahenduskäigu ja vastuste maha kirjutamiseks, spikerdamiseks kui ka õpetaja loata tunni ülesannete lahendamiseks.

Tabel 4. Õppetarkvarade kasutamise eesmärgid matemaatika õppimiseks protsentuaalselt

Tarkvara	LK	LT	MK	JT	KT	SP	ÕJ	ÕL
ChatGPT	55,4	57,3	40,1	18,5	24,2	14,0	22,9	15,3
Kahoot!	12,7	14,0	5,1	4,5	28,7	0,6	29,9	2,5
YouTube	23,6	30,6	9,6	21,7	10,2	3,2	17,2	5,1
GeoGebra	10,2	9,6	5,1	20,4	6,4	2,5	17,8	3,8
Photomath	24,8	24,2	15,9	5,7	10,2	7,6	8,9	8,9
Opiq	12,7	14,7	7,0	6,4	9,6	0,6	14,0	3,2
Quizizz	7,6	9,6	4,5	4,5	11,5	1,3	15,9	3,2
Nutisport	5,1	8,9	2,5	2,5	3,8	0,6	14,6	1,9
Moodle	5,1	5,7	4,5	3,8	6,4	3,2	7,6	1,9

Märkused. LK – Lahenduskäigu kontrollimiseks. LT – Lahenduskäigu teadasaamiseks. MK – Ülesannete lahenduskäigu või vastuste maha kirjutamiseks. JT – Jooniste tegemiseks. KT – Koostöö tegemiseks. SP – Töö ajal spikerdamiseks. ÕJ – Tunni teema omandamiseks õpetaja juhendamisel. ÕL – Õpetaja loata tunni ülesannete lahendamisel abi saamiseks. Tabelis on välja toodud, mitu protsenti küsimustikule vastanud õpilastest (n = 157) konkreetset tarkvara antud eesmärgil kasutab.

Koostöö tegemiseks ja tunni teema omandamiseks õpetaja juhendamisel kasutavad uuringus osalenud õpilased kõige sagedamini Kahoot!-i (kõigist küsimustikule vastanud õpilastest kasutavad Kahoot!-i neil eesmärkidel koostöö tegemiseks 28,7% õpilastest ja tunni teema omandamiseks õpetaja juhendamisel 29,9% õpilastest). Jooniste tegemisel abi saamiseks kasutatakse kõige rohkem aga YouTube-i. Kõigi tarkvarade kasutamine erinevate eesmärkide korral on toodud lisas 4. Eraldi saab iga klassi õpilaste tarkvara kasutamise eesmärkidega tutvuda lisas 5, lisas 6 ja lisas 7.

Arutelu

Esimese uurimisküsimusega sooviti teada saada, millist õppetarkvara kasutavad III kooliastme õpilased matemaatika õppimiseks. Tulemustest selgus, et III kooliastme õpilaste poolt enim kasutatav õppetarkvara matemaatika õppimiseks on ChatGPT. Sarnaselt Tamme (2024) uurimusele võib teha ka käesoleva töö tulemuste põhjal järelduse, et õpilased

rakendavad ChatGPT-d õppetöös mitmel viisil, mistõttu on selle kasutamine õpilaste seas levinud. ChatGPT kerge kättesaadavus ja selle mitmekülgsed kasutamisevõimalused õppetöös võivad olla põhjuseks, miks tarkvara on õpilaste seas nii levinud. Tamme (2024) leidis, et II kooliastme õpilaste seas on õppimiseks kasutusel ka My AI, millest võib oletada, et sama tarkvara on kasutusel ka III kooliastme õpilaste seas, kuid käesolevas töös tõi vabavastusena My AI kasutamise välja vaid üks õpilane. Samas polnud My AI etteantud tarkvara nimekirjas ja võibolla õpilased liikusid küsimustiku lõpetanud vabatahtlikust avatud küsimusest (vt lisa 1 küsimus 8) vastamata edasi. Tulenevalt sellest, et käesolevas uuringus koguti andmeid kvantitatiivselt, ei ole võimalik välistada seda, et õpilased koondasid erinevad kasutatavad AI-d mõne küsimustikus etteantud AI (nt ChatGPT või Copilot) alla, eristamata reaalselt kasutatavaid erinevaid tehisarusid.

Lisaks ChatGPT-le olid käesolevas uuringus osalenud õpilaste seas levinumad tarkvarad matemaatika õppimiseks Kahoot!, YouTube, GeoGebra ja Photomath. Sarnaselt õpilastele on need tarkvarad levinud ka õpetajate seas. Haasma (2024), Uusimaa (2022), Rauman (2022), tõid oma töödes välja, et õpetajad kasutavad õppetöös sageli tarkvara Kahoot! ja YouTube. Samuti tõid Haasma (2024), Kukk (2015), Paas (2021), Rauman (2022) oma töödes välja, et õpetajad kasutavad õppetöös GeoGebra-t. Võib oletada, et õpilased kasutavad sagedamini just neid tarkvarasid, mida nad on koos õpetajatega kasutanud, kuna need tarkvarad on neile tuttavad ja neil on oskus neid kasutada. Samas Photomath-i kasutamist õpetajate poolt toodi välja vaid Haasma (2024) ja Paasi (2021) töödes (mõlemas ühel korral). Kuna Photomath on tarkvara, mille kasutamise üks peamisi eesmärke on teada saada ülesannete lahenduskäik, mis on eelkõige abiks õpilastele, kes alles omandavad ülesannete lahendamiseks vajalikke teadmisi, võib see olla ka põhjuseks, miks Photomath on rohkem kasutusel just õpilaste seas. Sarnaselt käesolevale uuringule olid ka McCullochi jt (2018) ning Leppiku jt (2017) uuringutes õpilaste poolt ühtede enim kasutatavate tarkvaradena välja toodud Kahoot!, GeoGebra, kuid erinevalt nendest uuringutest, ei märkinud käesolevas uuringus ükski õpilane Socrative kasutamist matemaatika õppimiseks.

Vaatamata sellele, et erinevates klassides olid enim kasutatavad õppetarkvarad sarnased, esines klasside vahel nende populaarsuses mõningaid erinevusi. Näiteks küsimustikule vastanud seitsmenda ja üheksanda klassi õpilaste seas märgiti GeoGebra kasutamist populaarsuselt neljandaks, kuid kaheksanda klassi õpilaste seas oli GeoGebra populaarsuselt seitsmes. Kaheksanda ja üheksanda klassi õpilaste seas viie enim kasutatava õppetarkvara hulka kuulunud Photomath (vastavalt populaarsuselt kolmas ja populaarsuselt viies) oli seitsmenda klassi õpilaste seas populaarsuselt seitsmes. Sellised erinevused klasside

vahel võivad olla tingitud kindlas klassis õpitavatest teemadest, õppetarkvara kasutusvõimalustest konkreetsete teemade omandamisel ja põhikooli riikliku õppekava (2011) lisas 5 (Ainevaldkond “Matemaatika”, 2023) toodud õpitulemustest, mis tuleb saavutada erinevate teemade omandamisel.

Teise uurimisküsimusega sooviti teada saada, mis eesmärgil kasutavad III kooliastme õpilased õppetarkvara matemaatika õppimiseks. Tulemustest selgus, et õpilased kasutavad õppetarkvara enim nii iseseisvaks õppimiseks kui ka õppimiseks õpetaja juhendamisel. Paniagua ja Istance (2018) sõnul on õppetarkvara kasutamine õpilastele kõige kasulikum siis, kui õpilastel on võimalus õppetarkvara kasutamise protsessis osaleda. Seega on oluline, et õpilased poleks õppetarkvara kasutamise protsessis passiivsed. Üllatav oli, et üks vastanud õpilane enda sõnul õppetarkvara ei kasutagi ning et üks õpilane on õppetarkvara kasutanud vaid ühel korral (selle vastuse põhjal olla kindel, kas ta kasutas õppetarkvara iseseisvalt või koos õpetajaga). Põhikooli riikliku õppekava (2011) lisas 5 on ühe III kooliastme lõpuks taotletava oskusena välja toodud, et III kooliastme lõpetaja kasutab matemaatikat õppides otstarbekaid info- ja kommunikatsioonitehnoloogia vahendeid. Seejuures on õpetaja ülesandeks suunata õpilasi IKT vahendeid õppimiseks kasutama (Ainevaldkond “Matemaatika”, 2023). Seega on üllatav, et leidub õpilasi, kes pole enda hinnangul õppetarkvara kasutanud või on seda teinud vaid ühel korral.

Kaheksa etteantud väite hulgast osutus levinumaks õppetarkvara kasutamise eesmärgiks õppetarkvara kasutamine lahenduskäigu teada saamiseks. Kõige vähem märkisid õpilased õppetarkvara kasutamist spikerdamiseks. Kuigi sõltuvalt konkreetse õppetarkvara funktsioonidest võib õppetarkvara olla suuteline pakkuma mitmekülgset abi ülesannete lahendamisel, on positiivne, et õpilased kasutavad õppetarkvara eelkõige enda õppimisprotsessi toetamiseks nagu näeb ette ka põhikooli riiklik õppekava (2011), mitte ebaausa võttena tööde ajal. Sarnaselt käesoleva töö tulemustele väljendasid õpilased ka Tamme (2024) uurimuses, et nad kasutavad õppetarkvara pigem õppimisprotsessis abi saamiseks ning teevad seda vähem spikerdamise eesmärgil. Ka Leppik jt (2017) leidsid, et õpilased kasutavad erinevaid digivahendeid sh õppetarkvara kõige sagedamini oma õppeprotsessi toetamiseks, kasutades digivahendeid õppetööga seotud info otsimiseks.

Õpetaja juhendamisel tunni teema omandamise eesmärgil olid esimese uurimisküsimuse tulemuste põhjal enim kasutatavate õppetarkvarade seast (ChatGPT, Kahoot!, YouTube, GeoGebra, Photomath) esindatud kõik tarkvarad peale Photomath-i, mida kasutavad koos õpetajaga tunni teema omandamiseks 14 vastanut. Kuna vastanud õpilased on neid tarkvarasid (ChatGPT, Kahoot!, YouTube, GeoGerba) õppetöö käigus koos õpetajaga

kasutanud, on need tarkvarad neile tuttavad. Samuti on tõenäoline, et õpilased on õpetaja juhendamisel omandanud tarkvara kasutamiseks vajalikud tehnilised oskused, mis on Das-i (2019) sõnul olulised selleks, et õpilased oskaksid õppetarkvara kasutada nii, et selle kasutamine on tulemuslik. See võib olla ka põhjuseks, miks just nende tarkvarade kasutamine on õpilaste seas rohkem levinud.

Töö ühe piiranguna võib välja tuua, et valimi hulgas polnud erinevate klasside õpilaste jaotus ühtlane. Valimi moodustamisel saadeti kirju erinevatesse põhikoolidesse ning ka otse õpetajatele, sealhulgas üheksandate klasside õpetajatele, kuid valimis on siiski üheksanda klassi õpilasi vähem kui seitsmenda või kaheksanda klassi õpilasi. Töö teiseks piiranguks võib pidada seda, et küsimustikuga sai küsitud ka õppetarkvara kasutamise sagedust, kuid saadud vastused ei andnud käesoleva töö kontekstis uurimisküsimuste täitmisele täiendväärtust ning jäid seetõttu analüüsist välja. Küll aga kasutati neid tulemusi taustainformatsioonina, selgitamaks välja, millistel eesmärkidel õpilased õppetarkvara kõige sagedamini kasutavad.

Kuna Eestis pole varasemalt III kooliastme õpilaste poolt kasutatavat õppetarkvara uuritud, saab käesoleva uuringu tulemusi võtta edaspidi aluseks III kooliastme õpilaste poolt kasutatava õppetarkvara uurimisel. Samuti pakuvad töö tulemused ülevaadet sellest, millist tarkvara ja mis eesmärkidel III kooliastme õpilased matemaatikaõppes kasutavad. See võimaldab III kooliastme õpetajatel õppetööd õpilaste vajadustest lähtuvalt kohandada ning tutvustada neile uusi õppetarkvarasid või pakkuda neile juba tuttavale õppetarkvarale alternatiive.

Töö autor soovib edasistes uuringutes lisaks õpilaste poolt kasutatavale õppetarkvarale ja selle kasutamise eesmärkidele uurida ka seda, milliseid funktsioone õpilased tarkvara juures väärtustavad, nende hinnanguid õppetarkvara kasutamisele matemaatika õppimisel ning millised tegurid mõjutavad õpilaste valikuid konkreetse õppetarkvara kasuks. Selline lähenemine võimaldab selgemini mõista, millist õppetarkvara ning mil viisil tasub õpilastele tutvustada nii, et õppetarkvara kasutamine suurendaks õpilaste huvi matemaatika õppimise vastu ja oleks õpilasele kasulik.

Tänu sõnad

Täna oma bakalaureusetöö juhendajat Maarja Sõrmust, Anni Haasmat ning kõiki teisi, kes on mind bakalaureusetöö valmimisel aidanud.

Autorsuse kinnitus

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

Lilian Papagoi

/allkirjastatud digitaalselt/

18.05.2025

Kasutatud kirjandus

- Abidin, Z., Mathrani, A., & Hunter, R. (2018). Gender-related differences in the use of technology in mathematics classrooms: Student participation, learning strategies and attitudes. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 35(4), 266–284. <https://doi.org/10.1108/IJILT-11-2017-0109>
- About GeoGebra. (s.a.). <https://www.geogebra.org/about>
- About Mathway. (s.a.). <https://www.mathway.com/about>
- Ainevaldkond "Matemaatika". Põhikooli riiklik õppekava. Lisa 5 (2023). *Riigi Teataja I*, 08.03.2023, 1. https://www.riigiteataja.ee/aktiivisa/1080/3202/3005/18m_pohi_lisa5.pdf#
- Aslan, A., & Zhu, C. (2016). Influencing factors and integration of ICT into teaching practices of pre-service and starting teachers. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 2(2), 359–370. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1105123.pdf>
- Barreto, H. (2015). Why Excel? *The Journal of Economic Education*, 46(3), 300–309. <https://doi.org/10.1080/00220485.2015.1029177>
- Beilmann, M. (2020). *Küsitlusuuringud*. <https://samm.ut.ee/kusitlusuuringud/>
- Brown, G., Cadman, K., Cain, D., Clark-Jeavons, A., Fentem, R., Foster, A., Jones, K., Oldknow, A., Taylor, R., & Wright, D. (2005). *ICT and Mathematics: a guide to learning and teaching mathematics 11-19*. Mathematical Association.
- Comi, S. L., Argentin, G., Gui, M., Origo, F., & Pagani, L. (2017). Is it the way they use it? Teachers, ICT and student achievement. *Economics of Education Review*, 56, 24–39. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2016.11.007>
- Das, K. (2019). Role of ICT for Better Mathematics Teaching. *Shanlax International Journal of Education*, 7(4), 19–28. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1245150>
- Gorjón, L., & Osés, A. (2022). *The negative impact of ICT overuse on student performance: evidence from OECD countries*. Iseak. <https://iseak.eu/wp-content/uploads/2022/08/the-negative-impact-of-ict-overuse-on-student-performance-evidence-from-oecd-countries-2022-09-28-the-negative-impact-of-ict-overuse-on-student-performance-evidence-from-oecd-countries.pdf>
- Haasma, A. (2024). *Tarkvaraga rikastatud matemaatikaõpetus I–II kooliastmes* [magistritöö, Tartu Ülikool]. DSpace. <https://hdl.handle.net/10062/102059>
- Haridus- ja Noorteamet. (s.a.). *Digiõppevara*. <https://harno.ee/digioppevara>

- Hartono, S. (2019). *Using Photomath Learning to Teach 21st Century Mathematics Skills: a Case Study in Two-Variable Linear Equation Problem*. International Conference on Education and Regional Development IV. (pp. 296–301).
https://www.researchgate.net/profile/Nur-Azizah-2/publication/351462290_Analysis_of_Student_Answer_on_Guessing_SQL_Query/links/6099c67392851c490fcea83d/Analysis-of-Student-Answer-on-Guessing-SQL-Query.pdf#page=296
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Joshi, D. R. (2016). Useful applications/software for mathematics teaching in school education. *IMPACT: Journal of Computational Sciences and Information Technology*, 1(1), 29–34.
https://www.researchgate.net/profile/Dirgha-Joshi-2/publication/335207156_USEFUL_APPLICATIONSSOFTWARE_FOR_MATHEMATICS_TEACHING_IN_SCHOOL_EDUCATION/links/5d56afcb92851cb74c700555/USEFUL-APPLICATIONS-SOFTWARE-FOR-MATHEMATICS-TEACHING-IN-SCHOOL-EDUCATION.pdf
- Kukk, H. (2015). *Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia vahendite kasutamine ning kasutamist mõjutavad tegurid I ja II kooliastme matemaatikatundides tartu linna ja maakonna klassiõpetajate näitel* [magistritöö, Tartu Ülikool]. DSpace.
<http://hdl.handle.net/10062/48488>
- Kurvinen, E., Kaila, E., Laakso, M.-J., & Salakoski, T. (2020). Long Term Effects on Technology Enhanced Learning: The Use of Weekly Digital Lessons in Mathematics. *Informatics in Education*, 19(1), 51–75. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.04>
- Laanpere, M. (2015). *Digitaalse õppevara kontseptsioon*.
https://digioppevara.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/02/digitoppevara_kontseptsioon2015.pdf
- Leppik, C., Haaristo, H.-S., & Mägi, E. (2017). *IKT-haridus: digioskuste õpetamine, hoiakud ja võimalused üldhariduskoolis ja lasteaias*. Poliitikauuringute Keskus Praxis.
https://www.praxis.ee/uploads/2016/08/IKT-hariduse-uuring_aruanne_mai2017.pdf
- McCulloch, A. W., Hollebrands, K., Lee, H., Harrison, T., & Mutlu, A. (2018). Factors that influence secondary mathematics teachers' integration of technology in mathematics lessons. *Computers & Education*, 123, 26–40.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.008>

- Niederhauser, D. S., & Stoddart, T. (2001). Teachers' instructional perspectives and use of educational software. *Teaching and Teacher Education* 17(1), 15–31.
[https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(00\)00036-6](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(00)00036-6)
- OECD. (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*. PISA, OECD Publishing. <https://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-en>
- Paas, K. (2021). *Õpetajate hinnangud IKT vahendite kasutamisele matemaatikaõppes* [magistritöö, Tartu Ülikool]. DSpace. <http://hdl.handle.net/10062/73125>
- Paniagua, A., & Istance, D. (2018). *Teachers as Designers of Learning Environments: The Importance of Innovative Pedagogies*. Educational Research and Innovation. OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264085374-en>
- Photomath 101: Get Math with Photomath. (s.a.)*
<https://photomath.com/articles/photomath-101-get-math-with-photomath/>
- Puksand, H., Kraav, T., Jukk, H., Henno, I., Lindemann, K., Täht, K., Konstabel, K., Lorenz, B., & Kitsing, M. (2023) *PISA 2022 EESTI TULEMUSED Eesti 15-aastaste õpilaste teadmised ja oskused matemaatikas, funktsionaalses lugemises ja loodusteadustes*.
https://harno.ee/sites/default/files/documents/2023-12/Pisa_tulemused_2022_veebi.pdf
- Põhikooli riiklik õppekava. (2011). *Riigi Teataja I*, 14.01.2011, 1.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/108032023005?>
- Pärn, P. (2014). *Matemaatikaõpetajate ja koolide valmisolekust IKT vahendite kasutamiseks matemaatikaõppes* [magistritöö, Tartu Ülikool]. DSpace.
<http://hdl.handle.net/10062/42008>
- Rauman, M. (2022). *Matemaatikaõpetajate kogemused erinevate e-õppevarade kasutamisel* [magistritöö, Tartu Ülikool]. DSpace. <http://hdl.handle.net/10062/83243>
- Sung, Y.-T., Chang, K.-E., & Liu, T.-C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252–275.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.008>
- Sõnastik. (s.a.)* <https://digipadevus.ee/sonastik/#sonastik>
- Taimalu, M., Uibu, K., Luik, P., & Leijen, Ä. (2019). *Õpetajad ja koolijuhid elukestvate õppijatena. OECD rahvusvahelise õpetamise ja õppimise uuringu TALIS 2018 Tulemused 1. osa*. SA Innove.
https://www.hm.ee/sites/default/files/documents/2022-10/talis_eesti_raporti_i_osa_0.pdf

- Tamme, H. (2024). *II kooliastme õpilaste hinnangud ja kogemused ChatGPT ja My AI kasutamise kohta õppeprotsessis* [magistritöö, Tartu Ülikool]. DSpace. <https://hdl.handle.net/10062/100400>
- Tamur, M., Kusumah, Y. S., Juandi, D., Wijaya, T. T., Nurjaman, A., & Samura, A. O. (2021). Hawthorne effect and mathematical software based learning: a meta-analysis study. *Journal of Physics: Conference Series* 1806(1), 012072. IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1806/1/012072/meta>
- Tartu Ülikooli eetikakeskus. (2023). *Hea teadustava*. https://eetika.ee/sites/default/files/2023-06/HEA%20TEADUSTAVA_2023.pdf
- Tasuta arvutustabeli veebitarkvara: Excel. (s.a.)*. <https://www.microsoft.com/et-ee/microsoft-365/excel>
- Uusimaa, A.-V. (2022). *Õpetajate suhtumine veebipõhiste õppekeskkondade kasutamisse 1. ja 2. kooliastmes ühe kooli näitel* [magistritöö, Tartu Ülikool]. DSpace. <http://hdl.handle.net/10062/83561>
- Uwurukundo, M. S., Maniraho, J. F., & Tusiime, M. (2022). Enhancing Students' Attitudes in Learning 3-Dimension Geometry using GeoGebra. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(6), 286–303. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.6.17>
- What is Kahoot!?* (s.a.). <https://kahoot.com/what-is-kahoot/>
- Õppekava läbivad teemad. Põhikooli riiklik õppekava. Lisa 14. (2023). *Riigi Teataja I*, 08.03.2023, 1. https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1100/8202/4002/18m_pohi_lisa14.pdf#
- Õunapuu, L. (2014). *Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimisviis sotsiaalteadustes*. Tartu Ülikool. <http://hdl.handle.net/10062/36419>
- 99math - Free Multiplayer Math Game. (s.a.)*. <https://99math.com/>

Lisad

Lisa 1. Hindamisvahend

Õppetarkvara kasutamine matemaatika õppimiseks III kooliastmes

Uuringu kirjeldus

Hea vastaja, olen Tartu Ülikooli loodus- ja reaalainete õpetamine põhikoolis 3. kursuse tudeng ning uurin oma bakalaureusetöös, õppetarkvara kasutamist III kooliastme õpilaste seas.

Küsimustikule vastamine on anonüümne ja võtab aega umbes 5-10 minutit. Kogutud andmeid kasutatakse ainult uurimistöö eesmärgil. Sinu vastus on minu uurimistöö jaoks väga oluline.

Suur aitäh uuringus osalemise eest!

I osa. Taustaandmetega seotud küsimused

1. Palun märgi, mitmendas klassis Sa õpid.
 - 7. klass
 - 8. klass
 - 9. klass
2. Palun märgi oma sugu.
 - Mees
 - Naine
 - Ei taha öelda

Õppetarkvara mõiste

Õppetarkvaraks nimetatakse serveri-, arvuti- ja mobiilirakendusi, mida kasutatakse õppimis- ja õpetamisprotsessi toetamiseks. Matemaatika õppetarkvara all mõeldakse rakendustarkvara (näiteks arvutiprogramme, mobiiliäppe jne), millest saab abi ülesannete lahendamisel, selgitamisel ja visualiseerimisel (nt jooniste tegemisel).

3. Lugesin õppetarkvara mõiste läbi.
 - Jah
4. Kuidas Sa tavaliselt õppetarkvara kasutad?
 - Iseseisvalt
 - Õpetaja juhendamisel
 - Nii iseseisvalt kui õpetaja juhendamisel
 - Muu

II osa. Põhiküsimused

Palun märgi, kas Sa kasutad välja toodud tarkvara matemaatika õppimiseks. Õppimine võib toimuda nii iseseisvalt kui ka koolitunnis. Juhul kui Sa kasutad välja toodud tarkvara avaneb lisaküsimus. Palun märgi lisaküsimuses, kuidas ja kui sageli Sa seda tarkvara matemaatika õppimiseks kasutad. Mõne tarkvara kasutamisel tuleb lisaks märkida kasutatava tarkvara versioon (veebiversioon, äpp, arvutisse alla laetud rakendus).

Kõigepealt tuli õpilasel märkida, kas ta kasutab etteantud tarkvara või mitte.

5. Õppetarkvara nimi

- Kasutan
- Ei kasuta

Kui õpilane märkis, valiku "Ei kasuta" avanes sama küsimus järgmise tarkvara kohta.

Kui õpilane märkis valiku "Kasutan" avanes lisaküsimus 8 etteantud väitega:

6. Õppetarkvara nimi - Palun märgi, mitu korda nädalas ja mis eesmärgil Sa seda matemaatika õppimiseks kasutad.

	0	1-2	3-4	5-6	7-8	8+
1. Lahenduskäigu kontrollimiseks						
2. Lahenduskäigu teadasaamiseks						
3. Ülesannete lahenduskäigu või vastuste maha kirjutamiseks						
4. Jooniste tegemiseks						
5. Koostöö tegemiseks						
6. Töö ajal spikerdamiseks						
7. Tunni teema omandamiseks õpetaja juhendamisel						
8. Õpetaja loata tunni ülesannete lahendamisel abi saamiseks						

Kui etteantud õppetarkvara on saadaval mitme versioonina, avanes lisaküsimus ka selle kohta, milliseid versioone õpilane kasutanud on (vt küsimus 6.). Kusjuures selliste tarkvarade korral olid valikutena välja toodud vaid need versioonid, milles tarkvaral konkreetne versioon olemas on. Õppetarkvarad koos saadaolevate versioonidega on välja toodud peale küsimust 7. (NB! küsimustikus kasutati mõiste "serverirakendus" asemel mõistet "veebiversioon", mõiste "mobiilirakendus" asemel mõistet "äpp" ja mõiste "arvutirakendus" asemel väljendit

“arvutisse alla laetud rakendus.”) Vastasel juhul liiguti edasi järgmise tarkvara juurde. (vt küsimus 5.).

7. Palun märgi, millist versiooni sellest tarkvarast Sa kasutad. Märgi kõik sobivad valikud.
- Veebiversioon
 - Äpp
 - Arvutisse alla laetud rakendus

Etteantud õppetarkvara nimekiri koos tarkvara versioonidega:

- 1) 99math (99math.com) – veebiversioon, äpp
- 2) Amplify.Polypad (polypad.amplify.com) – veebiversioon
- 3) Brilliant (brilliant.org) – veebiversioon, äpp
- 4) CalcMe WIRIS (calcme.com) – veebiversioon
- 5) Canvas (instructure.com/canvas) – veebiversioon, äpp, arvutisse alla laetud rakendus
- 6) ChatGPT (chatgpt.com) – veebiversioon, äpp
- 7) Copilot (copilot.microsoft.com) – veebiversioon, äpp
- 8) Desmos (desmos.com) – veebiversioon, äpp
- 9) Digiõppevaramu (vara.e-koolikott.ee) – veebiversioon
- 10) E-koolikott (e-koolikott.ee) – veebiversioon
- 11) Foxcademy (foxcademy.com) – veebiversioon
- 12) GeoGebra (geogebra.org) – veebiversioon, äpp, arvutisse alla laetud rakendus
- 13) Graspable Math (graspablemath.com) – veebiversioon
- 14) Kae kool (kae.edu.ee) – veebiversioon
- 15) Kahoot! (kahoot.com) – veebiversioon, äpp
- 16) Khan Academy (khanacademy.org) – veebiversioon, äpp
- 17) kool.ee (kool.ee) – veebiversioon
- 18) Learning Lemur (beta) (learninglemur.com) – veebiversioon
- 19) LearningApps.org (learningapps.org) – veebiversioon
- 20) Maple (maplesoft.com) – veebiversioon, äpp, arvutisse alla laetud rakendus
- 21) Math Games (mathgames.com) – veebiversioon
- 22) Mathway (mathway.com) – veebiversioon, äpp
- 23) Matific (matific.com) – veebiversioon, äpp
- 24) Maxima arvutialgebra süsteem (maxima.sourceforge.io) – arvutisse alla laetud rakendus

- 25) Microsoft Math Solver (math.microsoft.com) – veebiversioon
- 26) Moodle (moodle.edu.ee) – veebiversioon, äpp
- 27) MS Excel (microsoft.com) – veebiversioon, äpp, arvutisse alla laetud rakendus
- 28) MS OneNote (onenote.com) – veebiversioon, äpp, arvutisse alla laetud rakendus
- 29) Nutisport (nutisport.eu) – veebiversioon
- 30) Opiq (opiq.ee) – veebiversioon, äpp
- 31) Photomath (photomath.com) – äpp
- 32) Quizizz (quizizz.com) – veebiversioon, äpp
- 33) Quizlet (quizlet.com) – veebiversioon, äpp
- 34) Scratchwork (scratchwork.io) – veebiversioon
- 35) Socrative (socrative.com) – veebiversioon, äpp
- 36) Symbolab (symbolab.com) – veebiversioon, äpp
- 37) TaskuTark (taskutark.ee) – veebiversioon, äpp
- 38) ThatQuiz (thatquiz.com) – veebiversioon, äpp
- 39) Valem.ee (valem.ee) – veebiversioon
- 40) Virtual Nerd (virtualnerd.com) – veebiversioon
- 41) Wizer (app.wizer.me) – veebiversioon
- 42) Wolfram Alpha (wolframalpha.com) – veebiversioon, äpp
- 43) YouTube (youtube.com) – veebiversioon, äpp

Kui õpilane oli etteantud tarkvara kohta käivatele küsimustele vastanud, avanes avatud küsimus, milles õpilane sai soovi korral välja tuua kasutatavat tarkvara, mida küsimustikus etteantud polnud.

8. Kui kasutad lisaks välja toodud tarkvarale veel mõnda tarkvara matemaatika õppimiseks, siis märgi siia nende nimi, kui sageli ja milleks Sa neid kasutad.

Lisa 2. Õpilaste poolt kasutatav õppetarkvara matemaatika õppimiseks koos kasutatava versiooniga

Tarkvara	N	%	Veeb	Äpp	Arvuti
ChatGPT	107	68,2	39	76	-
Kahoot!	72	45,9	57	21	-
Youtube	65	41,4	31	56	-
GeoGebra	47	29,9	37	4	11
Photomath	43	27,4	-	43	-
Opiq	35	22,3	32	5	-
Quizizz	28	17,8	24	5	0
Nutisport	27	17,2	27	-	-
Moodle	21	13,4	18	3	-
Quizlet	19	12,1	16	5	-
TaskuTark	16	10,2	16	1	-
Canvas	11	7,0	7	2	3
E-koolikott	10	6,4	10	-	-
Digiõppevaramu	9	5,7	9	-	-
99math	6	3,8	3	4	-
LearningApps.org	6	3,8	6	-	-
Copilot	5	3,2	4	2	-
Math Games	4	2,5	4	-	-
MS Excel	3	1,9	2	0	1
Brilliant	2	1,3	1	2	-
Khan Academy	2	1,3	1	1	-
MS Math Solver	2	1,3	2	-	-
Amplify.Polypad	1	0,6	-	-	-
CalcMe WIRIS	1	0,6	0	-	-
Desmos	1	0,6	1	0	-
Graspable Math	1	0,6	1	-	-
MS OneNote	1	0,6	0	0	1
Valem.ee	1	0,6	1	-	-
Foxcademy	0	0,0	0	-	-
Kae kool	0	0,0	0	-	-
kool.ee	0	0,0	0	-	-
Learning Lemur	0	0,0	0	-	-
Maple	0	0,0	0	0	0
Mathway	0	0,0	0	0	-
Matific	0	0,0	0	0	-
Maxima	0	0,0	-	-	0
Scratchwork	0	0,0	0	-	-
Socrative	0	0,0	0	0	-
Symbolab	0	0,0	0	0	-
ThatQuiz	0	0,0	0	0	-
Virtual nerd	0	0,0	0	-	-
Wizer	0	0,0	0	-	-
Wolfram Alpha	0	0,0	0	0	-

Märkused. N – nende õpilaste arv, kes märkisid, et nad kasutavad vastavat tarkvara. % – õpilaste protsent, kes märkisid, et nad kasutavad vastavat tarkvara. Mobiil – mobiilirakendus. - – tarkvaral puudub antud versioon. Ühe tarkvara puhul võisid õpilased valida mitu tarkvara versiooni. (MS – Microsoft)

Lisa 3. Matemaatika õppimiseks kasutatav õppetarkvara klasside lõikes

Tarkvara	Kokku	7. klass	A%	8.klass	B%	9. klass	C%
ChatGPT	107	50	69,4	38	60,3	19	86,4
Kahoot!	72	30	41,7	29	46,0	13	59,1
Youtube	65	35	48,6	18	28,6	12	54,5
GeoGebra	47	26	36,1	10	15,9	11	50,0
Photomath	43	13	18,1	20	31,7	10	45,5
Opiq	35	14	19,4	16	25,4	5	22,7
Quizizz	28	10	13,9	10	15,9	8	36,4
Nutisport	27	12	16,7	7	11,1	8	36,4
Moodle	21	3	4,2	17	27,0	1	4,5
Quizlet	19	6	8,3	7	11,1	6	27,3
TaskuTark	16	6	8,3	7	11,1	3	13,6
Canvas	11	2	2,8	5	7,9	4	18,2
E-koolikott	10	0	0	9	14,3	1	4,5
Digiõppevaramu	9	1	1,4	7	11,1	1	4,5
99math	6	5	6,9	0	0	1	4,5
LearningApps.org	6	5	6,9	1	1,6	0	0
Copilot	5	1	1,4	3	4,8	1	4,5
Math Games	4	3	4,2	1	1,6	0	0
MS Excel	3	0	0	2	3,2	1	4,5
Brilliant	2	0	0	1	1,6	1	4,5
Khan Academy	2	1	1,4	0	0	1	4,5
MS Math Solver	2	1	1,4	0	0	1	4,5
Amplify.Polypad	1	1	1,4	0	0	0	0
CalcMe WIRIS	1	1	1,4	0	0	0	0
Desmos	1	0	0	0	0	1	4,5
Graspable Math	1	0	0	1	1,6	0	0
MS OneNote	1	0	0	1	1,6	0	0
Valem.ee	1	0	0	1	1,6	0	0
Foxcademy	0	0	0	0	0	0	0
Kae kool	0	0	0	0	0	0	0
kool.ee	0	0	0	0	0	0	0
Learning Lemur	0	0	0	0	0	0	0
Maple	0	0	0	0	0	0	0
Mathway	0	0	0	0	0	0	0
Matific	0	0	0	0	0	0	0
Maxima	0	0	0	0	0	0	0
Scratchwork	0	0	0	0	0	0	0
Socrative	0	0	0	0	0	0	0
Symbolab	0	0	0	0	0	0	0
ThatQuiz	0	0	0	0	0	0	0
Virtual nerd	0	0	0	0	0	0	0
Wizer	0	0	0	0	0	0	0
Wolfram Alpha	0	0	0	0	0	0	0

Märkused. A% – näitab, kui suur osa 7. klassi õpilastest konkreetset tarkvara kasutab. B% – näitab, kui suur osa 8. klassi õpilastest konkreetset tarkvara kasutab. C% – näitab, kui suur osa 9. klassi õpilastest konkreetset tarkvara kasutab.

Lisa 4. Õpilaste poolt kasutatava õppetarkvara kasutuseesmärgid

Tarkvara	LK			LT			MK			JT			KT			SP			ÕJ			ÕL		
	Ei	Jah	A%	Ei	Jah	B%	Ei	Jah	C%	Ei	Jah	D%	Ei	Jah	E%	Ei	Jah	F%	Ei	Jah	G%	Ei	Jah	H%
ChatGPT	20	87	55,4	17	90	57,3	44	63	40,1	78	29	18,5	69	38	24,2	85	22	14,0	71	36	22,9	83	24	15,3
Kahoot!	52	20	12,7	50	22	14,0	64	8	5,1	65	7	4,5	27	45	28,7	71	1	0,6	25	47	29,9	68	3	1,9
YouTube	28	37	23,6	17	48	30,6	50	15	9,6	31	34	21,7	49	16	10,2	60	5	3,2	38	27	17,2	57	8	5,1
GeoGebra	31	16	10,2	32	15	9,6	39	8	5,1	15	32	20,4	37	10	6,4	43	4	2,5	19	28	17,8	41	6	3,8
Photomath	4	39	24,8	5	38	24,2	18	25	15,9	34	9	5,7	27	16	10,2	31	12	7,6	29	14	8,9	29	14	8,9
Opiq	15	20	12,7	12	23	14,7	24	11	7,0	25	10	6,4	20	15	9,6	34	1	0,6	13	22	14,0	30	5	3,2
Quizizz	16	12	7,6	13	15	9,6	21	7	4,5	21	7	4,5	10	18	11,5	26	2	1,3	3	25	15,9	23	5	3,2
Nutisport	19	8	5,1	13	14	8,9	23	4	2,5	23	4	2,5	21	6	3,8	26	1	0,6	4	23	14,6	24	3	1,9
Moodle	13	8	5,1	12	9	5,7	14	7	4,5	15	6	3,8	11	10	6,4	16	5	3,2	9	12	7,6	18	3	1,9
Quizlet	10	9	5,7	7	12	7,6	13	6	3,8	14	5	3,2	9	10	6,4	17	2	1,3	6	13	8,3	15	4	2,5
Taskutark	6	10	6,4	4	12	7,6	14	2	1,3	13	3	1,9	14	2	1,3	15	1	0,6	10	6	3,8	14	2	1,3
Canvas	7	4	2,5	6	5	3,2	8	3	1,9	2	9	5,7	5	6	3,8	10	1	0,6	7	4	2,5	9	2	1,3
E-koolikott	3	7	4,5	5	5	3,2	9	1	0,6	7	3	1,9	7	3	1,9	9	1	0,6	4	6	3,8	9	1	0,6
Digiõppevaramu	3	5	3,2	6	3	1,9	8	1	0,6	5	4	2,5	4	5	3,2	8	1	0,6	3	6	3,8	8	1	0,6
99math	3	3	1,9	1	5	3,2	3	3	1,9	3	3	1,9	3	3	1,9	4	2	1,3	1	5	3,2	3	3	1,9
LearningApps.org	4	2	1,3	3	3	1,9	5	1	0,6	5	1	0,6	4	2	1,3	6	0	0,0	3	3	1,9	6	0	0,0
Copilot	0	5	3,2	0	5	3,2	2	3	1,9	2	3	1,9	1	4	2,5	3	2	1,3	2	3	1,9	3	2	1,3

Tarkvara	LK			LT			MK			JT			KT			SP			ÕJ			ÕL		
	Ei	Jah	A%	Ei	Jah	B%	Ei	Jah	C%	Ei	Jah	D%	Ei	Jah	E%	Ei	Jah	F%	Ei	Jah	G%	Ei	Jah	H%
Math Games	0	4	2,5	1	3	1,9	3	1	0,6	3	1	0,6	2	2	1,3	4	0	0,0	2	2	1,3	3	1	0,6
MS Excel	2	1	0,6	2	1	0,6	2	1	0,6	2	1	0,6	2	1	0,6	2	1	0,6	1	2	1,3	2	1	0,6
Brilliant	0	2	1,3	0	2	1,3	1	1	0,6	1	1	0,6	0	2	1,3	2	0	0,0	1	1	0,6	1	1	0,6
Khan Academy	0	2	1,3	0	2	1,3	1	1	0,6	2	0	0,0	2	0	0,0	2	0	0,0	2	0	0,0	2	0	0,0
MS Math Solver	0	2	1,3	0	2	1,3	0	2	1,3	1	1	0,6	1	1	0,6	0	2	1,3	1	1	0,6	1	1	0,6
Amplify.Polypad	0	1	0,6	1	1	0,6	0	1	0,6	0	1	0,6	0	1	0,6	0	1	0,6	0	1	0,6	0	1	0,6
CalcMe WIRIS	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0
Desmos	0	1	0,6	0	1	0,6	1	0	0,0	0	1	0,6	0	1	0,6	1	0	0,0	0	1	0,6	1	0	0,0
Graspable Math	0	1	0,6	0	1	0,6	0	1	0,6	0	1	0,6	0	1	0,6	0	1	0,6	0	1	0,6	0	1	0,6
MS OneNote	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	0	1	0,6	1	0	0,0	0	1	0,6	1	0	0,0
Valem.ee	1	0	0,0	0	1	0,6	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0
Kokku	239	306		208	338		370	176		370	176		327	219		478	68		256	290		453	92	

Märkused. LK – Lahenduskäigu kontrollimiseks. LT – Lahenduskäigu teadasaamiseks. MK – Ülesannete lahenduskäigu või vastuste maha kirjutamiseks. JT – Jooniste tegemiseks. KT – Koostöö tegemiseks. SP – Töö ajal spikerdamiseks. ÕJ – Tunni teema omandamiseks õpetaja juhendamisel. ÕL – Õpetaja loata tunni ülesannete lahendamisel abi saamiseks. EI – Ei kasuta antud eesmärgil konkreetset tarkvara. Jah – Kasutab antud eesmärgil konkreetset tarkvara. A% – H% – näitab, mitu protsenti küsimustikule vastanud õpilastest (n = 157) konkreetset tarkvara antud eesmärgil kasutab.

Tarkvara	LK			LT			MK			JT			KT			SP			ÕJ			ÕL		
	Ei	Jah	A%	Ei	Jah	B%	Ei	Jah	C%	Ei	Jah	D%	Ei	Jah	E%	Ei	Jah	F%	Ei	Jah	G%	Ei	Jah	H%
Math Games	0	3	4,2	1	2	2,8	2	1	1,4	2	1	1,4	2	1	1,4	3	0	0,0	2	1	1,4	2	1	1,4
Khan Academy	0	1	1,4	0	1	1,4	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0
MS Math Solver	0	1	1,4	0	1	1,4	0	1	1,4	1	0	0,0	1	0	0,0	0	1	1,4	1	0	0,0	1	0	0,0
Amplify.Polypad	0	1	1,4	0	1	1,4	0	1	1,4	0	1	1,4	0	1	1,4	0	1	1,4	0	1	1,4	0	1	1,4
CalcMe WIRIS	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0
Kokku	100	126		81	145		160	66		149	77		155	71		209	17		118	108		200	26	

Märkused. LK – Lahenduskäigu kontrollimiseks. LT – Lahenduskäigu teadasaamiseks. MK – Ülesannete lahenduskäigu või vastuste maha kirjutamiseks. JT – Jooniste tegemiseks. KT – Koostöö tegemiseks. SP – Töö ajal spikerdamiseks. ÕJ – Tunni teema omandamiseks õpetaja juhendamisel. ÕL – Õpetaja loata tunni ülesannete lahendamisel abi saamiseks. EI – Ei kasuta antud eesmärgil konkreetset tarkvara. Jah – Kasutab antud eesmärgil konkreetset tarkvara. A% – H% – näitab, mitu protsenti küsimustikule vastanud 7. klassi õpilastest (n = 72) konkreetset tarkvara antud eesmärgil kasutab.

Lisa 6. Õpilaste poolt kasutatava õppetarkvara kasutuseesmärgid 8. klassis

Tarkvara	LK			LT			MK			JT			KT			SP			ÕJ			ÕL		
	Ei	Jah	A%	Ei	Jah	B%	Ei	Jah	C%	Ei	Jah	D%	Ei	Jah	E%	Ei	Jah	F%	Ei	Jah	G%	Ei	Jah	H%
ChatGPT	9	29	46,0	6	32	50,8	11	27	42,9	28	10	15,9	20	18	28,6	27	11	17,5	22	16	25,4	26	12	19,0
Kahoot!	23	6	9,5	23	6	9,5	26	3	4,8	26	3	4,8	14	15	23,8	28	1	1,6	11	18	28,6	28	1	1,6
YouTube	7	11	17,5	3	15	23,8	15	3	4,8	10	8	12,7	13	5	7,9	16	2	3,2	10	8	12,7	14	4	6,3
GeoGebra	6	4	6,3	7	3	4,8	7	3	4,8	6	4	6,3	6	4	6,3	8	2	3,2	3	7	11,1	9	1	1,6
Photomath	1	19	30,2	3	17	27,0	8	12	19,0	16	4	6,3	11	9	14,3	15	5	7,9	12	8	12,7	14	6	9,5
Opiq	8	8	12,7	9	7	11,1	12	4	6,3	12	4	6,3	9	7	11,1	16	0	0,0	5	11	17,5	13	3	4,8
Quizizz	4	6	9,5	3	7	11,1	6	4	6,3	6	4	6,3	3	7	11,1	9	1	1,6	1	9	14,3	7	3	4,8
Nutisport	2	5	7,9	1	6	9,5	5	2	3,2	5	2	3,2	4	3	4,8	6	1	1,6	1	6	9,5	6	1	1,6
Moodle	11	6	9,5	10	7	11,1	11	6	9,5	12	5	7,9	8	9	14,3	12	5	7,9	7	10	15,9	14	3	4,8
Quizlet	3	4	6,3	3	4	6,3	4	3	4,8	5	2	3,2	4	3	4,8	6	1	1,6	2	5	7,9	5	2	3,2
Taskutark	4	3	4,8	1	6	9,5	5	2	3,2	5	2	3,2	6	1	1,6	6	1	1,6	4	3	4,8	5	2	3,2
Canvas	3	2	3,2	3	2	3,2	3	2	3,2	2	3	4,8	4	1	1,6	5	0	0,0	4	1	1,6	4	1	1,6
E-koolikott	3	6	9,5	5	4	6,3	8	1	1,6	7	2	3,2	7	2	3,2	8	1	1,6	4	5	7,9	8	1	1,6
Digiõppevaramu	3	3	4,8	4	3	4,8	6	1	1,6	5	2	3,2	3	4	6,3	6	1	1,6	3	4	6,3	6	1	1,6
LearningApps.org	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0
Copilot	0	3	4,8	0	3	4,8	1	2	3,2	0	3	4,8	0	3	4,8	1	2	3,2	0	3	4,8	1	2	3,2

Tarkvara	LK			LT			MK			JT			KT			SP			ÕJ			ÕL		
	Ei	Jah	A%	Ei	Jah	B%	Ei	Jah	C%	Ei	Jah	D%	Ei	Jah	E%	Ei	Jah	F%	Ei	Jah	G%	Ei	Jah	H%
Math Games	0	1	1,6	0	1	1,6	1	0	0,0	1	0	0,0	0	1	1,6	1	0	0,0	0	1	1,6	1	0	0,0
MS Excel	1	1	1,6	1	1	1,6	1	1	1,6	1	1	1,6	1	1	1,6	1	1	1,6	0	2	3,2	1	1	1,6
Brilliant	0	1	1,6	0	1	1,6	0	1	1,6	0	1	1,6	0	1	1,6	1	0	0,0	0	1	1,6	0	1	1,6
Graspable Math	0	1	1,6	0	1	1,6	0	1	1,6	0	1	1,6	0	1	1,6	0	1	1,6	0	1	1,6	0	1	1,6
MS OneNote	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	0	1	1,6	1	0	0,0	0	1	1,6	1	0	0,0
Valem.ee	1	0	0,0	0	1	1,6	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0
Kokku	91	119		84	127		133	78		150	61		115	96		175	36		91	120		165	46	

Märkused. LK – Lahenduskäigu kontrollimiseks. LT – Lahenduskäigu teadasaamiseks. MK – Ülesannete lahenduskäigu või vastuste maha kirjutamiseks. JT – Jooniste tegemiseks. KT – Koostöö tegemiseks. SP – Töö ajal spikerdamiseks. ÕJ – Tunni teema omandamiseks õpetaja juhendamisel. ÕL – Õpetaja loata tunni ülesannete lahendamisel abi saamiseks. EI – Ei kasuta antud eesmärgil konkreetset tarkvara. Jah – Kasutab antud eesmärgil konkreetset tarkvara. A% – H% – näitab, mitu protsenti küsimustikule vastanud 8. klassi õpilastest (n = 63) konkreetset tarkvara antud eesmärgil kasutab.

Lisa 7. Õpilaste poolt kasutatava õppetarkvara kasutuseesmärgid 9. klassis

Tarkvara	LK			LT			MK			JT			KT			SP			ÕJ			ÕL		
	Ei	Jah	A%	Ei	Jah	B%	Ei	Jah	C%	Ei	Jah	D%	Ei	Jah	E%	Ei	Jah	F%	Ei	Jah	G%	Ei	Jah	H%
ChatGPT	4	15	68,2	2	17	77,3	8	11	50,0	13	6	27,3	11	8	36,4	12	7	31,8	13	6	27,3	14	5	22,7
Kahoot!	8	5	22,7	9	4	18,2	11	2	9,1	13	0	0,0	2	11	50,0	13	0	0,0	3	10	45,5	11	2	9,1
YouTube	3	9	40,9	4	8	36,4	8	4	18,2	6	6	27,3	9	3	13,6	10	2	9,1	6	6	27,3	10	2	9,1
GeoGebra	10	1	4,5	10	1	4,5	11	0	0,0	2	9	40,9	9	2	9,1	11	0	0,0	4	7	31,8	10	1	4,5
Photomath	2	8	36,4	1	9	40,9	5	5	22,7	7	3	13,6	5	5	22,7	7	3	13,6	5	5	22,7	6	4	18,2
Opiq	2	3	13,6	1	4	18,2	2	3	13,6	4	1	4,5	3	2	9,1	4	1	4,5	2	3	13,6	4	1	4,5
Quizizz	5	3	13,6	4	4	18,2	7	1	4,5	8	0	0,0	3	5	22,7	8	0	0,0	2	6	27,3	7	1	4,5
Nutisport	7	1	4,5	5	3	13,6	7	1	4,5	7	1	4,5	7	1	4,5	8	0	0,0	2	6	27,3	7	1	4,5
Moodle	0	1	4,5	0	1	4,5	1	0	0,0	0	1	4,5	0	1	4,5	1	0	0,0	0	1	4,5	1	0	0,0
Quizlet	3	3	13,6	2	4	18,2	5	1	4,5	5	1	4,5	3	3	13,6	6	0	0,0	2	4	18,2	5	1	4,5
Taskutark	0	3	13,6	0	3	13,6	3	0	0,0	2	1	4,5	2	1	4,5	3	0	0,0	1	2	9,1	3	0	0,0
Canvas	3	1	4,5	3	1	4,5	4	0	0,0	0	4	18,2	1	3	13,6	4	0	0,0	3	1	4,5	4	0	0,0
E-koolikott	0	1	4,5	0	1	4,5	1	0	0,0	0	1	4,5	0	1	4,5	1	0	0,0	0	1	4,5	1	0	0,0
Digiõppevaramu	0	1	4,5	1	0	0,0	1	0	0,0	0	1	4,5	0	1	4,5	1	0	0,0	0	1	4,5	1	0	0,0
99math	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5
Copilot	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5	1	0	0,0	0	1	4,5	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0

Tarkvara	LK			LT			MK			JT			KT			SP			ÕJ			ÕL		
	Ei	Jah	A%	Ei	Jah	B%	Ei	Jah	C%	Ei	Jah	D%	Ei	Jah	E%	Ei	Jah	F%	Ei	Jah	G%	Ei	Jah	H%
MS Excel	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0
Brilliant	0	1	4,5	0	1	4,5	1	0	0,0	1	0	0,0	0	1	4,5	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0
Khan Academy	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0	1	0	0,0
MS Math Solver	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5	0	1	4,5
Desmos	0	1	4,5	0	1	4,5	1	0	0,0	0	1	4,5	0	1	4,5	1	0	0,0	0	1	4,5	1	0	0,0
Kokku	48	61		43	66		77	32		71	38		57	52		94	15		47	62		89	20	

Märkused. LK – Lahenduskäigu kontrollimiseks. LT – Lahenduskäigu teadasaamiseks. MK – Ülesannete lahenduskäigu või vastuste maha kirjutamiseks. JT – Jooniste tegemiseks. KT – Koostöö tegemiseks. SP – Töö ajal spikerdamiseks. ÕJ – Tunni teema omandamiseks õpetaja juhendamisel. ÕL – Õpetaja loata tunni ülesannete lahendamisel abi saamiseks. EI – Ei kasuta antud eesmärgil konkreetset tarkvara. Jah – Kasutab antud eesmärgil konkreetset tarkvara. A% – H% – näitab, mitu protsenti küsimustikule vastanud 9. õpilastest (n = 22) konkreetset tarkvara antud eesmärgil kasutab.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Lilian Papagoi,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose “Õppetarkvara kasutamine matemaatika õppimiseks III kooliastmes”, mille juhendaja on Maarja Sõrmus, 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.

Lilian Papagoi

/allkirjastatud digitaalselt/

18.05.2025