

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Haridusteaduste instituut
Põhikooli mitme aine õpetaja õppekava

Eele Avalo
MATEMAATIKAÕPETAJATE VALMISOLEK ÜLEMINEKUKS E-EKSAMILE
Magistritöö
Juhendaja: matemaatika didaktika nooremlektor Maarja Sõrmus

Tartu 2025

Kokkuvõte

Matemaatikaõpetajate valmisolek üleminekuks e-eksamile

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on uurida, kuidas III kooliastme matemaatikaõpetajad valmistavad ette õpilasi üleminekuks e-eksamile ning kaardistada matemaatikaõpetajaid toetavad ja takistavad tegurid üleminekul e-eksamile. Uurimus viidi läbi sügisel 2024.

Andmeid koguti ankeetküsitlusega. Uurimuses osales 160 matemaatikaõpetajat. Andmeid analüüsiti segameetodiga. Uurimistulemustest selgus, et matemaatikaõpetajad hindavad oma digitehnilisi oskusi ja teadmisi heaks, digivahenditega varustus klassides on üldiselt hea, kuid digivahendite kasutamine ainetunnis pigem vähene. Riiklikult soovitatud programmide kasutatakse kõige enam GeoGebra. Õpetajaid toetab vahendite olemasolu, piisav internetiühendus ja julgus kasutada uusi vahendeid. Suurimad takistused on ajapuudus ja mahukas ainekava. Vastanud õpetajad hindavad oma oskusi õpilasi ette valmistada rahuldavaks ja pigem heaks, kuid ei ole ise valmis e-eksamiks.

Võtmesõnad: e-eksam, matemaatika, matemaatikaõpetajad, III kooliaste

Abstract

The readiness of the teachers of mathematics to transition to e-exam

The aim of this research is to investigate how the teachers of mathematics in grades 7–9 prepare students for the transition to e-exam and to map the factors supporting and hindering mathematics teachers in the transition to the e-exam. The study was conducted in autumn 2024. Data was collected through a questionnaire survey with 160 teachers teaching mathematics in grades 7–9. The data was analysed using a mixed-method approach. The results of the survey showed that the teachers of mathematics rate their digital skills as good, that the digital equipment in classrooms is generally good, but that the use of digital tools in lessons is rather low. GeoGebra is the most widely used of the nationally recommended programmes. Teachers are most supported by the availability of tools, sufficient internet access and the courage to use new tools. The main obstacles are the lack of time and extensive syllabus. The responses show that teachers rate their skills in preparing students as satisfactory to rather good, but are not ready for the e-exam themselves.

Keywords: e-examination, eExam, mathematics, mathematics teachers, 3th school level

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1. Teoreetiline ülevaade.....	5
1.1. Õpetajate digipädevus.....	5
1.2. Digivahendite kasutamine matemaatikatunnis.....	7
1.3. Pabereksamilt e-eksamile.....	9
1.4 Töö uurimisprobleem, eesmärk ja uurimisküsimused.....	11
2. Metoodika.....	12
2.1. Valim.....	12
2.2. Uurimisinstrument ja andmete kogumine.....	13
2.3. Andmeanalüüs.....	15
3. Tulemused.....	15
3.1 Tehnoloogilised võimalused matemaatikatunni läbiviimisel.....	16
3.2 Digikeskkondade ja tarkvara kasutamine matemaatikatundides.....	17
3.3 Matemaatikaõpetajaid toetavad ja takistavad tegurid üleminekul e-eksamile.....	19
3.4 Matemaatikaõpetajate hinnang enda valmisolekule e-eksamiks.....	21
4. Arutelu.....	23
4.1 Töö piirangud ja mõtteid edaspidiseks uurimiseks.....	26
Tänuõnad.....	26
Autorsuse kinnitus.....	26
Kasutatud kirjandus.....	27
Lisa 1. Haridusuuenduste toetavad ja takistavad tegurid	
Lisa 2. Valimi jaotus kooli suuruse järgi	
Lisa 3. Ankeetküsimustik õpetajatele	
Lisa 4. Õpetajate hinnangud enda valmisolekule üleminekuks e-eksamile ning hinnang oma digitehnilistele oskustele õpilaste ettevalmistamisel vanusevahemiku võrdluses	

Sissejuhatus

Ühtsed põhikooli lõpueksamid toimuvad Eestis kõigis üldhariduskoolides samaaegselt ning samadel tingimustel. Nende eesmärk on vastavalt põhikooli riiklikule õppekavale (2011) hinnata õpilase põhikooli lõpuks omandatud teadmisi ja pädevusi kolmes õppeaines: eesti keel, matemaatika ja valikaine. Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus ÕKVA (“Õppe kvaliteedi parendamise õppeastutuste sise- ja õpitulemuste välishindamissüsteemi arendamise kaudu”) programmiga alustas eksamite infosüsteemi (EIS) arendamisega 2010. aastal (Sulbi, 2010) ja 2013 loodi vabariigi valitsuse poolt kinnitatud määrusega eksami infosüsteem EIS (Lõpueksamite andmekogu asutamine ja põhimäärus, 2013).

2023. aastal viidi läbi EIS keskkonnas esimene põhikooli e-katseksam eesti keeles, kus osales 896 õpilast 43 koolist (Susi *et al.*, 2024). Analüüsi kohaselt oli koolide üldine tagasiside hea nii õpetajatelt kui õpilastelt, mistõttu otsustati 2024. aastal viia läbi esmakordselt põhikooli e-katseksamid suurema valimiga eesti keeles, inglise keeles ja matemaatikas. Matemaatika uus e-katseksam on planeeritud aprillis 2025. aastal.

E-eksamite sooritamiseks peavad nii õpilased kui ka õpetajad olema valmis lahendama ülesandeid EIS-keskkonnas. Selleks, et keskkonnast tulenevad tegurid ei oleks takistuseks, peab õpilane saama keskkonnas enne piisavalt kohaneda, lahendada ülesandeid, et põhifookus oleks eksami sisulisel lahendamisel. E-eksami läbimiseks peab olema põhikooli lõpetajal saavutatud õppekava üldpädevustes olevad digipädevused ja spetsiifilised matemaatika ainele omased digilahenduste kasutusoskus (Põhikooli riiklik õppekava [PRÕK], 2011). Informaatika on põhikoolis valikaine (Põhikooli- ja gümnaasiumiseadus, 2010) ja kool ei ole kohustatud seda eraldi ainaena võimaldama, mistõttu iga õpetaja peab panustama oma aine raames õpilaste digipädevuste arengusse.

Matemaatikaõpetajate valmisolek e-eksamiteks sõltub õpetajate pedagoogilistest oskustest, digipädevusest ning võimalustest kasutada digivahendeid igapäevases õppetöös, et valmistada õpilasi töötama e-keskkonnas. Põhjalikult on uurinud digitaalseid õppevahendeid ja nende kasutust Tallinna Ülikoolis professor Mart Laanpere ja Linda Helene Sillat ning Tartu Ülikoolis professor Margus Pedaste oma meeskonnaga. E-õppevahendite ja keskkondade kasutamist on uuritud Eesti matemaatikaõpetajate hulgas palju (näiteks Haasma, 2024; Maal, 2020; Paas, 2021; Rauman, 2022). Küll aga ei ole magistritöö autorile teadaolevalt uuritud matemaatikaõpetajate valmisolekut e-eksami kontekstis. Käesoleva magistritööga uuritakse, kuidas III kooliastme matemaatikaõpetajad valmistavad ette õpilasi üleminekuks e-eksamile ning kaardistakse matemaatikaõpetajaid toetavad ja takistavad tegurid üleminekul e-eksamile.

1. Teoreetiline ülevaade

1.1. Õpetajate digipädevus

Kiire digitehnoloogia areng ja igapäevaste toimetuste teostamine digilahenduste abil paneb olukorda, kus on vaja olla digipädevamad. Kirjanduses võib leida sünonüümidena kasutatavana kolme terminit: digitaalne kirjaoskus, digioskus ja digipädevus. Digitaalset kirjaoskust ja digioskust on peetud pigem seadmete ja rakenduste kasutusoskuseks, mis välistavad hinnangu digitehnoloogia usaldusväärsusele, teadlikkuse digikeskkonna ohtudest, eetilise ja digivahendite mõtestatud kasutamise (Janssen *et al.*, 2013). Rohkem kasutatakse digipädevust, mis muutub koos ühiskonna ja tehnoloogia arenguga (Ilomäki *et al.*, 2011).

Põhikooli riikliku õppekava (2011) üldpädevustesse lisati 2014. aastal digipädevus ja sõnastati, kui “suutlikkus kasutada uuenevat digitehnoloogiat toimetulekuks kiiresti muutuv ühiskonnas, leida ja säilitada digivahendite abil infot ning hinnata selle asjakohasust ja usaldusväärsust, osaleda digitaalses sisuloomes, kasutada probleemilahenduseks sobivaid digivahendeid ja võtteid, suhelda ja teha koostööd erinevates digikeskkondades, olla teadlik digikeskkonna ohtudest ning osata kaitsta oma privaatsust, järgida digikeskkonnas samu moraal- ja väärtuspõhimõtteid nagu igapäevaelus”. Digipädevuse mõiste jäi õppekava muutmise käigus samaks. Digipädevusel on neli komponenti: 1) tehnilised digioskused, 2) digivahendi mõtestatud kasutamine, 3) oskus kriitiliselt hinnata digitehnoloogia usaldusväärsust, 4) motivatsioon digitehnoloogiat kasutada (Ilomäki *et al.*, 2011).

Digiühiskonna arengukava 2030 (2021) ja Haridusvaldkonna arengukava 2021 - 2035 (2021) panevad rõhku digioskuste olulisele tõusule elanikkonna hulgas, mille aluseks on formaal- ja täiendõpe ning eeldavad pidevalt uuenevatest tehnoloogiatest teadlikke õpetajaid. Haridus- ja Noorteameti [Harno] poolt välja töötatud üldhariduskooli õpetaja kompetentsimudel (2020a) näeb ette, et õpetaja õpikeskkonna kujundaja ja haridusuuenduste rakendajana kasutab õppeprotsessis eesmärgipäraselt digilahendusi (vahendeid ja keskkondi). Kutsestandardi (2020) järgi peab õpetaja igapäevases töös digitehnoloogiat kasutama õpilaste kaasamiseks, õpitee personaliseerimiseks, mõtestatud individuaalseks ja koostöiseks õppimiseks, tagasisidestamiseks. See on õpetajal eesmärgipärane terviklik ja mõtestatud digitehnoloogia rakendamine õppeprotsessis osaoskuste kaudu õpiväljundite saavutamiseks õpilastel (Skantz-Åberg *et al.*, 2022).

Õpetaja enda digipädevuse hindamine ja arendamine on õpetaja üldise töö osa. Kutsestandardi (2020) kohaselt hindab ja arendab õpetaja oma digikompetentsust vastavalt haridusvaldkonnas tunnustatud digipädevusmudelile. Euroopa Komisjoni DigiCompEdu (2019) õpetajate eneserefleksiooni raamistikust lähtuvalt on Harno ekspertgrupp välja

töötanud Eesti õpetajatele kohandatud eraldiseisva sooritustasemetega digipädevusmudeli (Harno, 2020b). See hõlmab kuut õpetaja töövaldkonda: kutsealane areng ja kaasatus, digiõppevara, õpetamine ja õppimine, hindamine, õppijate võimestamine ja õppijate digipädevuse arendamine.

Digivahendite mõtestatud ning eesmärgipärane kasutamine ainetunnis parandavad õpilaste erinevaid õpitulemusi (Pedaste *et al.*, 2023). Õpilaste digipädevuse arendamise aluseks on õpetajate enda digipädevus. Õpetaja digipädevuste arendamise eest vastutab iga õpetaja ise, kuid kooli tervikliku ja järjepideva arengu tagamiseks on oluline roll juhtkonnal (Skantz-Åberg *et al.*, 2022). Juhtkonnal on strateegiline roll muudatuste juhtimisel (Kuikka *et al.*, 2014), sest digivahendite kasutamisele võtmine tunnis ja üleminek e-eksamitele vajavad koolipoolseid finantsvahendeid ning õpetaja ajalist ressursi. Digipädevuste arendamine on pidev protsess, sest õpetaja peab kohanema pidevate uuendustega digitehnoloogias, mis eeldab lisaks täiendkoolitusi (Skakun, 2021).

Haridusvaldkonna arengukavas 2021 - 2035 (2021) tuuakse välja, et õpetajate digipädevuse tase on ebaühtlane. Kui Praxise (Leppik *et al.*, 2017) uuringus 30% õpetajatest hindas oma digipädevust madalaks, et rakendada olemasolevaid vahendeid sihipäraselt ja süsteemselt, siis TALISE (*The Teaching and Learning International Survey*) uuringus (Taimalu *et al.*, 2019) oli see 70,3%. Uuringus järeldati, et õpetajad kasutavad digivahendeid pigem tundide ettevalmistamisel, kui õppetöö tõhustamiseks ja mitmekesistamiseks. Õpetaja digivahendite kasutamist mõjutavad tegurid on hoiakud, enesetõhusus, tööstaaž, sugu, vahendite olemasolu, tehnilise toe olemasolu ning kvaliteet, kogemuste puudumine, üldine koolikultuuri hoiak (Skantz-Åberg *et al.*, 2022). Maal (2020) uuris Eesti matemaatikaõpetajaid ning selgus, et eakamad ja pikema tööstaažiga õpetajad tunnevad, et vajavad digivahendite kasutamisel tunnis täiendkoolitusi. Vanuseline korrelatsioon on välja tulnud ka Praxise (Leppik *et al.*, 2017) uuringus, kus nooremad õpetajad hindavad oma digioskusi kõrgemalt, sealjuures on leitud, et alustavad õpetajad hindavad oma digipädevusi kõrgemalt (Taimalu *et al.*, 2019). Digipädevuse parandamiseks vajavad õpetajad täiendkoolitusi, kuid need peavad olema õppeainespetsiifilised ja pedagoogika-alased koolitused (Sillat, 2022; Skantz-Åberg *et al.*, 2022). Õpetajate täiendkoolitustel käimine ei pruugi alati suurendada õpetaja digivahendite teadlikumat rakendamist ainetunnis (Leppik *et al.*, 2017; Taimalu *et al.*, 2019). DigiEfekti (Pedaste *et al.*, 2023) meeskond tegi ettepaneku ülikoolidele õpetajate täiendõppeks, et tõsta õpetajate teadlikkust ja oskusi digivahendite lõimimiseks õppetöö tõhustamise eesmärgil, et suurendada digivahendite mõju õpitulemustele.

1.2. Digivahendite kasutamine matemaatikatunnis

Põhikooli riiklikus õppekavas (2011) soovitakse, et õpetaja kasutab õppetöös digitaalsete vahendeid ja keskkondi. “Digivahendite all on mõeldud seadmeid (arvuti, tahvelarvuti jne), veebikeskkondi (Moodle, E-koolikott, EIS jne), tarkvara (rakendused, programmid, AI jne) ja digitaalset õppevara (õppematerjalid)” (Leppik *et al.*, 2017). Matemaatika õpetamiseks peab kool tagama õpetajale internetiühendusega arvutid, kus on võimalik kasutada tabelarvutus- ja geomeetria programme ning erinevaid tagasiside ja testi keskkondi (PRÕK, 2024).

Vahendite kättesaadavus ning kvaliteet on põhiline takistus õpilaste digipädevuse arendamisel ainetunnis (Leppik *et al.*, 2017). Uuringu kohaselt pooltel juhtudel ei olnud koolis piisavalt digivahendeid. Sama palju õpetajaid tõid välja, et digivahendite piisavus ja haridustehnoloogi olemasolu on toetavaks teguriteks digivahendite kasutamiseks. E-eksami eelselt uuriti, kui paljudel koolidel on piisavalt arvuteid ning selgus, et 338 vastanud koolidest oli arvuteid piisavalt 195 koolil (57,7%) (Harno, 2024a). Paas uuris oma magistr tööses (2021) matemaatikaõpetajate digivahendite kasutamist. Selgus, et 1,9% vastanutelt on mõned arvutid klassis õpilastele kasutamiseks, 33,3% on klassis nutitahvel, 88,6% projektor, 69,5% on vahel võimalik tunde läbi viia arvutiklassis, 67,6% on võimalik tuua õpilastele klassi arvuteid ja 68,6% tahvelarvuteid. Koolide digivahenditega varustamine, arendamine peab olema järjepidev, süsteemne ning kuuluma juhtkonna kompetentsi (Skantz-Åberg *et al.*, 2022).

PISA 2022 (Lorenz, 2023) kohaselt 94% Eesti koolijuhtidest vastas, et õpetajad on piisavalt digipädevad, et rakendada digivahendeid õppetöös. 53,2% on veendunud, et õpetajatel on piisavalt aega valmistada ette tunde, kus kasutada digivahendeid. Vastanutest 75% on olemas kvalifitseeritud tehniline töötaja digiseadmete, -keskkondade ja -sisu kasutamise toetamiseks ja 50,5% koolijuhtidest motiveerib õpetajaid neid kasutama. PISA 2022 uuringu kohaselt 64% uuringus osalenud Eesti koolidest toimuvad õpiringid või koolitused, kus koos luuakse digiõppematerjale. Paasi (2021) töös tõid õpetajad välja, et suurimad takistused digivahendite kasutamiseks on ajapuudus, mahukas õppekava, digivahendite puudus, tehnilised probleemid, oskuste ning teadmiste puudus, õpetaja ei ole digiuskus, õpilaste erinev tase ja ei aita täita tunni eesmärke. Samas uuringus osalenud õpetajad tõid välja mitmeid tegureid, mis toetaksid õpetajaid digivahendite kasutamisel: kui digivahendid oleks juba õpiku osana (75%), väiksem töökoormus (64,8%), metoodilisi koolitusi (44,8%), paremad tehnilised võimalused (40%). DigiEfekti uuring (Pedaste, 2022), kus osalejatest üle poole olid matemaatikaõpetajad, leidis, et digivahendite kasutuselevõttu ei takista digiseadmete ega digikeskkondade puudus ega halb kvaliteet. Üle keskmiselt hinnati

ka kvalifitseeritud toetava töötaja olemasolu, alla keskmise juhtkonna poolset tuge digivahendite rakendamisele ainetunnis.

Paljud Eesti õpetajad kasutavad digivahendeid tunnitöös vähe (Ilosaar *et al.*, 2024; Leppik *et al.*, 2017). Õpetajate hoiak digivahendite suhtes on valdavalt positiivne. DigiEfekti (Pedaste *et al.*, 2023) uuringus leiti, et võimalusel õpetajad ei eelista digivahendeid. Üldine suhtumine digitehnoloogiasse on oluline osa iga inimese digipädevusest (Janssen *et al.*, 2013).

Digipöörde programmi Euroopa Sotsiaalfondi tegevuse „Kaasaegse ja uuendusliku õppevara arendamine ja kasutuselevõtt“ (2017) raames on välja töötatud ja tööjärgus mitmeid digivahendeid, mida õpetajad saavad kasutada ainetunnis õpilaste. Riiklikult rahastatud keskkonna E-koolikotti õppematerjalide kasutajaskond on volatiilne (Haasma, 2024; Leppik *et al.*, 2017; Paas, 2021; Raumann, 2022). 2022. aastal uuriti E-koolikoti kasutajaskonda mõjutavaid tegureid (Hint, 2022). Töös toodi välja põhiliste probleemidena materjalide kvaliteet ja kasutusmugavus. Uuringus leiti, et õpetajad vajavad enam digivahendite tundi lõimimise koolitusi ning E-koolikotti peab enam õpetajatele reklaamima.

PISA 2022 Eesti õpilaste arvates on matemaatikatundides digivahendite kasutamine vähene (57%) (Lorenz, 2023). Õpilased peavad olema eelnevalt hästi kursis digivahenditega, mida on võimalik e-eksamil kasutada, eriti nende piirangute ja eripäradega (Drijvers, 2018), et e-eksam hindaks õpilase matemaatikapädevust, mitte digipädevust. Matemaatika e-eksam tähendab kõrgemaid tehnilisi nõudmisi õpilaste digipädevusele, sest õpilane peab oskama pakutavaid kasutajaliideseid (Drijvers, 2018). Matemaatika ainekavas (2023) on välja toodud, et III kooliastme lõpuks õpilane iseseisvalt „kasutab õppeprotsessis otstarbekalt info- ja kommunikatsioonitehnoloogia vahendeid, sh sisestab matemaatilisi sümboleid ja tehteid,“. Teemade juures on arvutiprogrammide kasutus ette nähtud tasapinnaliste geomeetriliste kujundite ning funktsioonide konstrueerimisel.

Matemaatika e-eksami eristuskirjas (2024b) on välja toodud arvutiprogrammid GeoGebra, Desmos, tabelarvutusprogramm, matemaatilise teksti sisestamine vastavate töökäskudega, teksti kirjutamise redaktori kasutamisoskus. Eesti matemaatikaõpetajate hulgas on GeoGebra kõige enam kasutatav programm tundides (Leppik *et al.*, 2017; Paas, 2021; Rauman, 2022). III kooliastmes on GeoGebra õpilastele hea abivahend funktsioonide ja geomeetriliste kujundite konstrueerimisel ning uurimisel. Desmose kasutusala on laiem võrreldes GeoGebraga, kuid matemaatikaõpetajad kasutavad seda oluliselt vähem. Erinevate uuringute andmetel kasutab Desmost 16,2-37% vastanutest (Haasma, 2024; Paas, 2021; Rauman, 2022). Funktsioonigraafikute koostamist GeoGebras või Desmoses on kasutanud sageli 17%, harva 72% ja mitte kunagi 10% (Ilosaar *et al.*, 2024). Tabelarvutusprogramme

õppevahendina on toonud välja üksikud kasutajad (Ilosaar *et al.*, 2024; Paas, 2021; Rauman, 2022). Programmide, kus saab sisestada matemaatilist teksti, põhiliselt Wolfram Alpha, kasutamine Eestis on vähene (Ilosaar *et al.*, 2024; Paas, 2021; Rauman, 2022).

1.3. Pabereksamilt e-eksamile

E-eksamit võib defineerida kui ajaliselt piiritletud elektroonilist kokkuvõtvat hindamist (Kuikka *et al.*, 2014), mille käigus kasutatakse digivahendeid ja see toimub kokkulepitud eksamikeskonnas järevalve all. Kokkuvõttev hindamine ei pea koosnema ainult elektroonsesest eksami osast, vaid võib olla kombineeritud traditsioonilise pabereksamiga. Hindamine võib olla täies ulatuses või osaliselt arvutihinnatav.

E-eksami üleminekuks peab olema kõigile üheselt arusaadav plaan (Crisp, 2011). E-eksam on haridusuuendus ning selleks valmisolekuks on vaja töötada kolmes mõtmes: uuendust toetavad materjalid (õppekava, ainekava, digivahendid, õppematerjalid jne), uuendatud õppemeetodid (teaduspõhiselt välja töötada, õpetajate koolitus), uskumuste ja hoiakute muutmine (üheselt arusaadav, mõtestatud, et õpetaja näeb realselt kasu õpilastele) (Fullan, 2015). Eelnevates uuringutes on õpetajad üleminekuks välja toonud olulisi tegureid: toetuse olemasolu, lisaaja vajadus, eksami keskkonna töökindlus, täiendkoolitus, juhtkonna toetus, lihtne ja loogiline eksamikeskond (Kuikka *et al.*, 2014). Õpetajad vajavad pedagoogilist tuge digivahendite mõtestatud lõimiseks ainetundi. Selleks, et eksami keskkonnaga oleks võimalik õpilastel harjuda on oluline, et keskkonnas on piisavalt harjutusmaterjale. Seni on põhikooli matemaatika lõpueksami ettevalmistamisel võimalik kasutada varasemaid eksamite töid, eristuskirju ning analüüse ja igal aastal ilmuvaid kahte erinevat põhikoolile mõeldud tööraamatut (Allar Veelmaa „Valmistu põhikooli matemaatika lõpueksamiks. Tööraamat“, Helgi Uudelepp „Põhikooli lõpetajale matemaatika lõpueksamist“). Enne kevadist e-katseeksamit oli õpilastele koostatud üks näidistest proovimiseks EISis. Peale e-katseeksamit ei olnud võimalik tutvuda e-eksami sisuga.

Holland on uuendamas oma põhikooli lõpueksameid ja õppekavainstituut SLO korraldas kevadel 2024 seminari, kus koondas kokku 50 hariduseksperti erinevatest maadest. Ekspertirühm koostas raporti erinevatest eksami tüüpidest ning eeskujuna soovitati kasutusele võtta Soome küpsuseksami variant (Laanpere, 2024). Drijevers (2018) on esile toonud Soome gümnaasiumi küpsuseksami, kus esimene osa on kirjalik paberil ilma abivahenditeta ja teine osa on e-eksam, kus õpilane saab valida ülesande lahendamisel erinevate digivahendite vahel. Õpetajale annab see autonoomsuse valida vahendeid, mille kasutamist õpilastele õpetavad.

Soomes toimusid esimesed digitaalsed testid 2016. aasta sügisel ja gümnaasiumi eksam muutus digitaalseks 2019. aasta kevadel (The Matriculation Examination Board, *s.a*). Eksamid sisaldavad digitaalseid ja visuaalseid vahendeid, mis võimaldavad õpilastel täita arvutamise-, redigeerimis- ja graafilisi esitlusülesandeid. Soome haridusuuringud on osutanud, et suur vajadus on õppekavade ajakohastamiseks, et need toetaksid enam digivahendite lõimimist ainetundi, sest praegused tulemused on saavutatud haridusteenuste ja juhtimise kaudu (Kosenchuk *et al.*, 2023). Soomes on sarnaselt Eesti õpetajatele suur autonoomia ja vastutus enda õppevara valimisel ja digipädevuse arendamisel. Õpetajatel on väljakujunenud harjumused ja haridusuuenduslike muutuste läbiviimiseks on oluline mõtestada muutuste eesmärk. Soome haridusteadlased uurisid, mida õpetajad tajuvad toetavate ja takistavate teguritena haridusuuenduste läbiviimisel (vt lisa 1).

E-hindamiseks on loodud palju erinevaid keskkondasid. E-hindamisvahendid on matemaatiliste lahenduskäikude jaoks piiratud ning eeldavad suunatud lahenduskäike (Drijvers, 2018). Eesti haridussüsteemis on kasutusel EIS keskkond (Harno, *n.d.*), mille arendamist alustas Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus 2010. aastal (Sulbi, 2010). Algselt ei olnud EIS mõeldud suurele kasutajaskonnale. Lendsaare (2016) uurimusest selgub, et juba 400 kasutajat koormab serveri üle ning süsteem ummistub. Keskkonna töös toimus 2024 e-katseksamite ja tasemetööde ajal tehnilisi tõrkeid: õpilased ei saanud sisse logida, programm hangus ja jooksis kokku.

2023. aastal viidi läbi EIS keskkonnas esimene põhikooli e-katseksam eesti keeles (Susi *et al.*, 2024). 2024 kevadel osales matemaatika e-katseksamil 1358 õpilast (Iloaar *et al.*, 2024). E-katseksamitele andsid tagasiside kõik osapooled. Õpilaste tagasisidest selgus, et nendest 77% eelistab pabereksamit. Õpilastest 59% arvasid, et probleemid arvutiga võivad mõjutada nende eksamitulemust ja 20%, et oli keeruline matemaatiliste valemite ja sümbolite sisestamine. Viimast oli mitu korda teinud 49% ja ühe korra 32%. Kõige raskemaks ülesandeks osutus töö tabelarvutusprogrammiga, mille hindas keeruliseks 71%. Jooniste tegemine oli keeruline 21% vastanutest. Selleks eelnevalt olid kasutanud GeoGebra, Desmost või muud sarnast keskkonda 27% mitu korda ja mitte kunagi 34%. Tagasisides toodi välja, et koolide tehniline valmisolek on halb ning e-katseksami aeg on pikk (Iloaar *et al.*, 2024).

Eesti Matemaatika Seltsi Koolimatemaatika Ühenduse esimees Hele Kiisel tõi 2024. aasta 50. matemaatikaõpetajate päeval välja kaks põhilist takistust e-eksamile üleminekul: tehnilise baasi puudus, mis tagaks kvaliteetse õppetöö läbi õppeaasta ning e-eksamil ja kvalifitseeritud matemaatikaõpetajate puudus, mis järjest süveneb. Riigikontrolli (2024)

aruanne kinnitab kitsaskohta ainepädevate matemaatikaõpetajate puudusest. Aruandes on välja toodud, et igal neljandal loodus- ja täppisteaduse õpetajal ei ole erialast ettevalmistust. Tallinna Ülikooli matemaatika didaktika lektori Jüri Kurvitsa sõnul tuleb didaktikutel ümber mõtestada koolimatemaatika ainekava, et paremini lõimida digivahendeid ainetundidesse ja seejuures on oluline matemaatikaõpetajate toetamine kogu protsessi vältel (Kaasik, 2024).

1.4 Töö uurimisprobleem, eesmärk ja uurimisküsimused

Digipädevust on määratletud kolmel tasandil: 1) üld- ehk baaspädevus, 2) aine spetsiifiline pädevus, 3) loov, innovaatiline digipädevus (Eesti Digiühiskond 2030, 2021; Skakun, 2021). E-eksamitele üleminekul peavad eksamiainete õpetajad lisaks oma aine spetsiifiliste digiprogrammide õpetamisele rohkem tähelepanu pöörama õpilaste üldise digipädevuse arendamisele. Spetsiifilisi matemaatika arvutiprogramme kasutavad 80% III kooliastme matemaatikaõpetajatest (Leppik *et al.*, 2017). Õpilaste digipädevus on tugevasti seotud õpetajate digipädevusega ning võib saada oluliseks takistuseks digivahendite tõhusal rakendamisel õppetöös (Delgado, *et al.*, 2015). Riikliku õppekava läbiv õpilane peab saavutama üldise digipädevuse taseme ning aine spetsiifilise digipädevuse. Informaatika on põhikooli riiklikus õppekavas valikaine (PRÕK, 2011), mistõttu koolid ei ole kohustatud seda pakkuma eraldi õppeainena. Praxise (Leppik *et al.*, 2017) üle-Eestilises uuringus analüüsiti koolide õppe- ja ainekavasid ning selgus, et umbes pooltes koolides õpetatakse informaatikat eraldi aina II ja III kooliastmes. Digipädevuste arendamine koolides on süsteemitu ja ebaühtlane (Leppik *et al.*, 2017; Taimalu *et al.*, 2019).

E-eksam peab olema tehniliselt kooskõlas eelneva õpetamispraktikaga. E-eksami sooritamiseks peavad õpilased olema eelnevalt töötanud ning harjutanud selles või sellega samaväärses testimiskeskkonnas (Drijvers, 2018), et nad saaksid väljendada oma saavutatud matemaatikapädevust. Matemaatikaõpetaja peab olema piisavate digipädevustega, et EIS keskkonnas õpilasi juhendada ja toetada. Eesti riigis on tehtud otsus põhikooli eksamid üle viia digitaalseks, seega oluliseks on muutunud õpetajate baasoskused ja ainealane digipädevus, kuna need mõjutavad otseselt õpilaste lõpueksamite tulemusi.

Infotehnoloogiliste vahendite ja keskkondade kasutamist on uuritud Eesti matemaatikaõpetajate hulgas palju (näiteks Haasma, 2024; Maal, 2020; Paas, 2021; Rauman, 2022) ja on jõutud sarnastele tulemustele: õpetajad peavad oluliseks digivahendite kasutamist õppetöös, hoiak on positiivne, kuid oma digipädevusi hindavad heaks või rahuldavaks kolmandik õpetajatest (Leppik *et al.*, 2017).

Eelnevale tuginedes võib välja tuua, et III kooliastme matemaatikaõpetajate

digipädevus ja reaalne vahendite, -programmide kasutamine on õpetajate enda hinnangul madal selleks, et õppeprotsessi käigus anda edasi digipädevusi nii, et õpilane tuleks toime e-eksami keskkonnas oma matemaatikateadmiste väljendamisega.

Magistritöö eesmärk on välja selgitada, kuidas III kooliastme matemaatikaõpetajad valmistavad ette õpilasi üleminekuks e-eksamile ning kaardistada matemaatikaõpetajaid toetavad ja takistavad tegurid üleminekul e-eksamile. Töö eesmärgi täitmiseks otsitakse vastuseid järgmistele uurimisküsimustele:

1. Milliseid digiõppevahendeid ja testimiskeskondi kasutavad õpilased õpetaja juhendamisel III kooliastmes matemaatikatundides?
2. Millised tegurid toetavad matemaatikaõpetajaid üleminekul e-eksamile õpetajate enda hinnangul?
3. Millised tegurid takistavad matemaatikaõpetajaid üleminekul e-eksamile õpetajate enda hinnangul?

2. Metoodika

Metoodika peatükis on ülevaate uurimistöö valimist, uurimisinstrumentid, andmete kogumisest ning analüüsist. Magistritöö eesmärgist ja uurimisküsimustest lähtuvalt kasutati uurimuse läbiviimisel segameetodit (*mixed-method*), kombineerides kvantitatiivseid ja kvalitatiivseid meetodeid (Creswell & Plano Clark, 2007). Andmeid koguti ankeetküsitlusega veebikeskkonnas *Google Forms*.

2.1. Valim

Magistritöö läbiviimisel kasutati mittetõenäosuslikku eesmärgipärast valimit (Õunapuu, 2014). Magistritöö valimi moodustasid õpetajad, kes õpetavad Eesti üldhariduskoolide III kooliastmes matemaatikat. Eesti haridusandmete portaali Haridussilm andmetel töötas üldhariduskoolides 2023/2024 õppeaastal III kooliastmes 1429 matemaatikaõpetajat. Küsimustikule vastas 160 õpetajat. Sooliselt jagunesid vastajad (tabel 1): 151 naisõpetajat (94,4%) ja 9 meesõpetajat (5,6%).

Tabel 1. Valimi jaotus soo ja vanuse järgi

		Vanusevahemik								
		18-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-70	70+	Kokku	%
Sugu	Naine	5	15	34	42	34	20	1	151	94,4
	Mees			3	2	1	3		9	5,6
Kokku		5	15	37	44	35	23	1	160	100
%		3,1	9,4	23,1	27,5	21,9	14,4	0,6	100	

Kõigist III kooliastme matemaatikaõpetajatest on Haridussilma andmetel meesõpetajaid 12,2%. Vastanud meesõpetajate vähesuse tõttu ei saa tulemustes soolisi erinevusi välja tuua. Enamus vastajatest (68,8%) on 31-60-aastased naised.

Vastanutest 140 (87,5%) on omandanud magistrikraadi või sellega võrdsustatud hariduse, 12 omandavad praegu magistrikraadi, kolmel on bakalaureusekraad ja üks omandab bakalaureusekraadi, kahel õpetajal on kutsekõrgharidus, diplomiõpe või rakenduskõrgharidus, kahel keskharidus ning ühel vastanutest on doktorikraad. 141 (88,1%) on omandatud matemaatikaõpetaja kvalifikatsiooni s.h. õpetajad, kes on omandanud kraadi loodus- ja reaalainetes. Vastanutest 14 (8,8%) puudub õpetaja kvalifikatsioon ja kaks ei osanud või ei soovinud küsimusele vastata. Lisaks reaal- ja matemaatikaõpetajatele ning kvalifikatsioonita õpetajatele on vastajate hulgas ajaloo- ja ühiskonnaõpetuse õpetaja, eripedagoog-nõustaja ning informaatikaõpetaja, kes andmekogumise hetkel õpetasid matemaatikat III kooliastmes. Vastanutest 95 (59,4%) on töötanud koolis matemaatikaõpetajana enam kui 11 aastat (tabel 2).

Tabel 2. Valimi jaotus tööstaazi ja vanuse järgi

		Vanusevahemik							Kokku	%
		18-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-70	70+		
Tööstaaz	Alla 1 aasta		1	1					2	1,3
	1-5 aastat	5	12	11	7	2			37	23,1
	6-10 aastat		2	12	8	1	3		26	16,3
	11-20 aastat			12	14	8	1		35	21,9
	21+ aastat			1	15	24	19	1	60	37,5
Kokku		5	15	37	44	35	23	1	160	100

Kõige suurema rühma moodustavad 60 õpetajat (37,5%), kes on koolis töötanud matemaatikaõpetajana 21 ja enam aastat. Teise suurema rühma moodustavad 37 õpetajat (23,1%), kes on õpetanud matemaatikat III kooliastmes 1-5 aastat. Vastajaid on kõikidest maakondadest. Kõige enam vastajaid on Harjumaalt 45 (28,1%) ja Tartumaalt 40 (25%). Kooli suuruse järgi jaotusid vastajad kõige väiksemast kuni 100 õpilasega ja kõige suuremast 1000+ õpilasega koolist võrdselt 19 (11,9%) vastajat (vt lisa 2). Kõige enam 41 (25,6%) vastajat on 101-300 õpilasega koolist.

2.2. Uurimisinstrument ja andmete kogumine

Uurimisinstrumentina kasutati poolstruktureeritud ankeetküsitlust (vt lisa 3). Suure valimi korral on veebiteel tehtav ankeetküsitlus hea vahend jõuda võimalikult paljude vastajateni. Ankeetküsitluse koostamisel töötati läbi mitmed magistritööd, mis on uurinud

matemaatikaõpetajate e-keskkondade kasutamist (Haasma, 2024; Paas, 2021), kevadise matemaatika e-katseeksami eristus kiri ja Tartu Ülikooli uuringu DigiEfekt: õpetajate taust, digihoiakud, digivalmidus, enesetõhusus materjalid (Pedaste, 2022). Eelnevatele töödele tuginedes koostati nelja teemaplokiga küsimustik:

- 1) taustaküsimused,
- 2) digivahendite, -keskkondade kasutamine III kooliastme matemaatikaõppes õpetaja juhendamisel,
- 3) õpetajaid toetavad tegurid üleminekul e-eksamile,
- 4) õpetajaid takistavad tegurid üleminekul e-eksamile.

Magistritööde küsimustikke analüüsiti ja kasutati 1. ja 2. plokki küsimuste koostamisel. Teises plokis digivahendite, keskkondade loetelu aluseks võeti matemaatika e-katseeksami eristus kiri ja lisati riiklik digiõppevara portaali E-koolikott, kui riiklikult toetatud e-õppekeskkond, mis on kõigile õpetajatele kättesaadav ja tasuta.

Kolmanda ja neljanda plokki moodustasid väited, mida on välja töötanud uuringu DigiEfekt uurimismeeskond, kes uuris kuidas kasutatakse Eesti koolides digitehnoloogiaid ja milline on selle mõju õpitulemustele (Pedaste, 2022), ja autori enda töökogemusest matemaatikaõpetajana. Toetavate ja takistavate tegurite hindamiseks kasutati Likerti 5 palli skaalat, kus “1 - ei nõustu üldse väitega” ja “5 - nõustub täielikult”. Skaalal 3 andis võimaluse jääda neutraalseks väite osas (Õunapuu, 2014). Viimase plokki lõpetas õpetaja enesekohane hindamine, kuivõrd on ta valmis üleminekuks e-eksamile ning kui heaks õpetaja enda digitehnilisi oskusi ja teadmisi hindab. Küsimustiku viimane küsimus on avatud küsimus, kui vastaja soovib veel midagi lisada.

Esmase hinnangu andis ankeedile juhendaja ning parandused viidi sisse. Valiidsuse tagamiseks testisid ankeeti neli matemaatikaõpetajat, kes andsid tagasisidet kirjalikult ja ühel juhul arutelu käigus. Õpetajatel paluti hinnata küsimustest arusaamist, sõnastust, kulunud aega ja kas on vaja midagi lisada. Parandusettepanekud olid peamiselt sõnastuses ning olulise täiendusena sai lisatud programmide juurde “Olen tutvustanud õpilastele ning julgustanud kasutama.” Lause lisamise põhjenduseks toodi asjaolu, et sageli ei ole võimalik tehnilistel põhjustel tunnis iga kord kasutada, kuid õpetaja on õpilastele programmi tutvustanud ja suunanud kasutama.

Andmeid koguti ankeetküsitlusega veebikeskkonnas *Google Forms*, mis edastati maakondlike omavalitsusliitude listide kaudu matemaatikaõpetajatele. Suurema valimi saamiseks jagati ankeeti sotsiaalmeedia platvormi *Facebook* kaudu matemaatikaõpetajate gruppi. Andmeid koguti septembris 2024. Valimisse kuuluvatele õpetajatele kinnitati, et

ankeetküsimustik on Hea teadustava (2017) kohaselt anonüümne ning tulemused avaldatakse vaid üldistatud kujul. Juurde oli lisatud kuupäev, mis ajaks vastuseid oodatakse ning kui kaua ankeedi täitmine keskmiselt aega võtab.

Magistritöö raames kogutud andmebaasi hoitakse *Google Drives* ja andmetöötluse käigus loodud *Microsoft Exceli* tabelit autori isiklikus arvutis. Andmebaasiga töötab ainult töö autor, et tagada vastajate isikuandmete kaitse ja anonüümsus (*Hea Teadustava, 2017*). Magistritöö raames loodud andmebaas ja andmetöötlustabel kustutatakse kolm kuud peale töö kaitsmist.

2.3. Andmeanalüüs

Kogutud andmed laeti alla programmi *Microsoft Exceli* tabelisse, kus toimus andmete analüüs. Kõigi vastanud õpetajate vastuseid kasutati andmeanalüüsis.

I, II ploki ning õpetajate valmisoleku kvantitatiivsete andmete analüüsis kasutati kirjeldava statistika näitajat protsent ja toetavate ning takistavate tegurite analüüsis keskväärtust (M), moodi (Mo), mediaani (Me), standardhälvet (SD). Kvalitatiivseid andmeid analüüsiti sisuanalüüsiga, andmed induktiivselt kodeeriti ja kategoriseeriti sarnasuste alusel.

Andmeanalüüsi käigus eemaldati teemad, mis ei olnud seotud III kooliastme teemadega nt *GeoGebra kasutamine vektorite ja kõvertrapetsi uurimiseks ning joonestamiseks* ja vastused, milles ei olnud vastatud küsimusele nt “Mõni muu toetav tegur, mida nimekirjast ei leidnud” vastus: *Õpilased peaksid kuni 15. eluaastani kasutama võimalikult vähe digiseadmeid ja rohkem käeliselt arendavaid vahendeid*. Tehnoloogiliste võimaluste juures tunni läbiviimisel eemaldati *Projektorid klassiruumis* neilt vastajatelt, kes olid vastanud, et neil on *Nutitahvel klassiruumis (Smartboard)*, sest projektor on nutitahvli osa. Toetavate ja takistavate tegurites õpetajate enda kirja pandust eemaldati tegurid, mida oli matemaatikaõpetajana

3. Tulemused

Käesolevas peatükis antakse ülevaade, millised tehnoloogilised võimalused on matemaatikaõpetajatel tunni läbiviimisel, milliseid digikeskkondi ja -vahendeid kasutatakse õpilastega õppetöös, millised on toetavad ja takistavad tegurid üleminekul e-eksamile ja milliseks hindavad matemaatikaõpetajad oma valmisolekut üleminekul e-eksamile.

3.1 Tehnoloogilised võimalused matemaatikatunni läbiviimisel

Üle pooltel (55%) õpetajatel on klassiruumis olemas kõigile või mitme õpilase kohta süle- või lauaarvutid (tabel 3). Sama paljudel on võimalik õpilastel kasutada tahvelarvuteid.

Tabel 3. Tehnoloogilised võimalused tunni läbiviimisel

Vahend	N	%
Süle- või lauaarvutid õpilastele kasutamiseks klassiruumis (kõigile	88	55,0
Süle- või lauaarvutid õpilastele kasutamiseks klassiruumis (mitme	21	13,1
Arvutiklassi kasutamise võimalus	125	78,1
Tahvelarvuti õpetajal kasutamiseks	47	29,4
Tahvelarvutid õpilastele kasutamiseks	88	55,0
Nutitahvel klassiruumis	73	45,6
Projektor klassiruumis	75	46,9
Muu	9	5,6

Märkused. N – vastajate arv; % – protsent kogu valimist; õpetajad said märkida kõik tehnoloogilised võimalused, mis neil on tunni läbiviimiseks võimalik kasutada

Üle kolmveerandi vastanud matemaatikaõpetajatest (78,1%) on toonud välja, et neil on võimalik kasutada kooli arvutiklassi. Õpetajatel, kes ei maininud arvutiklassi kasutust, on enamikel klassis olemas õpilastele süle- või lauaarvutid või tahvelarvutid.

Esitlusvahendina on peamiselt matemaatikaklassides projektor (46,9%) või nutitahvel (45,6%). 12 juhul (7,5%) puudus õpetajal klassiruumis esitlusvahend. Välja on ka toodud, et vaatamata tehnika rohkusele, ei ole võimalik suures koolis neid alati kasutada, sest need on kasutada kõigile õpetajatele. Lisaks pakutud vahenditele mainiti dokumendikaamerat, digitaalset joonistustahvlit, õpilaste ja õpetaja telefone.

Õpetajad said anda hinnangu oma digivahendite kasutamisele tunnitöö läbiviimisel. Vastanutest 71 (44,4%) tõid välja, et kui minnakse üle e-eksamile, siis planeeritakse rohkem tunnitöösse digivahendite kasutamist. Enda hinnangul kasutavad piisavalt 47 (29,4%), 34 (21,3%) leidsid, et ei ole võimalik rohkem kasutada. Selle juures mainiti põhjuseks aega ja suurt ainemahtu. Õpetajatest kaks ei kasuta üldse digivahendeid tunnitöö läbiviimisel. Mõlemad õpetavad koolides suurusega 701-1000 õpilast.

Õpetajatel paluti hinnata, kui sageli kasutavad III kooliastme õpilased digivahendeid nende ainetunnis õppimiseks. Vastajatest peaaegu pooled, 75 õpetajat (46,9%), kasutavad harva üksikute teemade juures. 45 (28,1%), kasutavad vahendeid õpilastega ainetunnis paar korda kuus. Sagedamini kasutavad 32 (20%), neist iga päev 5 õpetajat (3,1%). Õpetajatest 8 (5%) ei kasuta õpilastega digivahendeid tunnitöös.

3.2 Digikeskkondade ja tarkvara kasutamine matemaatikatundides

Kolmveerand õpetajatest (75%) leidis, et saavad ise valida, millist õppevara, -vahendeid tunnitöös kasutavad, 34 (21,3%) osaliselt ning 6 (3,8%) leiavad, et ei saa ise valida. Nende õpetajate puhul, kes ei saa valida õppevara ja -vahendeid, ei olnud üle pooltel klassiruumis õpilastel süle- või lauaarvuti kasutamise võimalust, projektor klassiruumis ning võimalik kasutada arvutiklassi v.a. ühel õpetajal.

Ankeetküstitluses uuriti õpetajate matemaatikaalaste tarkvarade kasutust (tabel 4).

Tabel 4. Tarkvarad, mida matemaatikatunnis kasutatakse

	GeoGebra		Desmos		Tabelarvutuse		Wolfram Alpha	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Kasutan	102	63,8	17	10,6	54	33,8	5	3,1
Ei kasuta	22	13,8	129	80,6	66	41,3	138	86,3
Olen tutvustanud õpilastele ning julgustanud neid	36	22,5	14	8,8	40	25	17	10,6

Märkused. N – vastajate arv; % – protsent kogu valimist; * või mõni muu keskkond, milles saab harjutada matemaatilise teksti sisestamist; protsendid ei anna igas reas summaks 100% ümardamise tõttu

Ette antud loetelust kasutavad üle poole, 102 (63,8%) õpetajat, GeoGebrat koos õpilastega ning 36 (22,5%) on õpilastele programmi tutvustanud ning julgustanud ise kasutama.

Tarkvara kasutatakse peamiselt funktsioonide uurimisel ja konstrueerimisel k.a.

võrrandisüsteemi graafiline lahendamine (91,2% tunnitöös kasutajatest), järgnes geomeetrias tasapinnaliste kujundite joonestamine, pindala ja ümbermõõdu arvutamine (50% tunnitöös kasutajatest) ja stereomeetrias toodi välja kujundite uurimine (10,8% tunnitöös kasutajatest).

Vastajatest 22 (13,8%) ei kasuta GeoGebra.

Desmos on teine tarkvara, mis on mainitud e-eksami eristuskirjas (2024), kuid õpetajate seas kasutab seda vastanutest 17 (10,6%) ning õpilastele on tutvustanud ja julgustanud kasutama 14 (8,8%). Võrreldes GeoGebraga, siis Desmose kasutajatel on teemade valik mitmekesisem. Kasutajatest 9 (52,9%) töid välja funktsioonid, 5 (29,4%) geomeetria. Veel mainiti hulkliikmeid, üksliikmeid, tekstülesandeid ning võrrandeid, murde, protsenti.

Tabelarvutusprogramme on erinevaid ning kasutatakse vastavalt sellele, millist kontoritarkvara kool kasutab. Vastajatest 54 (33,8%) kasutab ja 40 (25%) on õpilastele mõnda tabelarvutusprogrammi tutvustanud ning julgustanud kasutama. Enamus kasutajatest (92,6%) viib programmis läbi õpilastega statistika ja andmeanalüüsi. Välja on teemadena toodud veel tõenäosus, protsent, intress ning eelarve koostamine.

Matemaatilise teksti sisestamise näitena tõi autor välja Wolfram Alpha ja Symbolabi. Üks õpetaja lisas juurde MathType'i. Õpetajatest 5 (3,1%) kasutab õpilastega tunnis matemaatilise teksti sisestamiseks mõnda tarkvara. Teemadena toodi välja võrrandid, murrud ja algebraliste avaldiste lihtsustamine. Õpilastele on tutvustanud ning julgustanud iseseisvalt kasutama 17 (10,6%) vastanutest. Ülejäänud ei kasuta.

Õpetajad said ise lisada milliseid digivahendeid, - keskkondi veel õppetöös kasutavad. Kõige enam mainiti Opikut (24), Nutisporti (12), ThatQuizit (11). Lisaks mainiti keskkondi Taskutark, Stemy, Foxacademy ja Eduten, mängulisi keskkondi Learningapps, Kahoot, Quizziz, töölehtede keskkonda LiveWorksheet ja õppevideosid YouTube-st.

Riikliku vabavaraalise digitaalse õppematerjalide keskkonnana uuriti õpetajate käest E-koolikoti kasutust tundides. Vastanutest 36 (22,5%) kasutab E-koolikotti tundides ning 23 (14,4%) on õpilastele tutvustanud ning julgustanud kasutama. Üle poolte vastanutest (63,1%) ei kasuta E-koolikotti. Kasutajad said lisada, mida nad kasutavad ning vastused jagunesid kaheks: ühed kasutavad harva üksikute teemade juures ning teised kasutavad kõike, mida leidub. E-koolikotti kasutatakse, et muuta tundi mitmekesisemaks, teema kordamiseks, õpilastel iseseisvaks uurimiseks ja puudujatele koduseks õppimiseks. Vahenditest toodi välja õppevideod, testid, töölehed, esitlused. Teemadest mainiti geomeetriat, stereomeetria materjale, võrrandite abil lahenduvaid tekstülesandeid, tõenäosust, hulkliikmeid ja algebralisi murde. Kuigi ei küsitud, siis toodi välja ka põhjuseid, miks ei kasutata: paljud materjalid ei avane, liiga rasked ülesanded ning otsingumootor ei anna kõiki teemaga seotud materjale.

Üle kolmandiku õpetajatest (33,8%) kasutab õpilastega EIS keskkonda õppetöös. Ligi pool (46,3%) ei kasuta ning õpilastele on tutvustanud ning julgustanud kasutama viiendik (20%) vastanutest. Õpetajad said vastates valida, milleks nad EIS keskkonda kasutavad ning kõik kasutajad vastasid, et tasemetöökäsitamiseks. Üle kolmandiku kasutajatest (35,2%) täiendasid, et kasutavad õpilastega üksikute teemade kordamiseks ja kinnistamiseks.

Tulenevat sellest, et e-eksam toimub EIS keskkonnas, uuriti õpetajatelt, mis neid toetaks keskkonna kasutusele võtmisel. Vastused jagunesid kolme põhikategooriasse: parem kasutusmugavus, paremad arvuti hinnatavad materjalid ja aeg. Kasutusmugavuse juures toodi välja, et ligipääs on keeruline, otsingumootoriga on raske materjale leida, sageli jookseb kokku ning klassis kasutamiseks igapäevaselt vahendid puuduvad.

EIS keskkond on väga keeruline nii õpetajatele kui ka õpilastele. Tihti kulub palju aega mõne esimest korda esilekerkiva segaduse likvideerimiseks. Seetõttu eelistan teisi keskkondi. (Õpetaja tööstažiga 1-5 a)

Kõige enam mainiti sobivate arvuti hinnatavate materjalide puudust ning nende piiratust. Üksikuid teemakohaseid ülesandeid on, kuid puuduvad harjutustestid tasemetöök. Samuti toodi välja, et ülesannete tagasiside õpilastele ei ole piisav ning efektiivne.

EIS'i keskkonnas ei saa õpilased korrektset ja põhjalikku tagasisidet. Osaliselt õiged vastused loetakse valeks (nt kui õpilane sisestab sinna 6/8 ja soovib edasi taandada, siis selleks ruumi ei ole) ja kui õpilane on harjunud tegema pikemalt ülesande lahendusi, siis seal on suunatud lahenduskäik, mis ei arenda õpilase mõtlemisvõimet. Valikvastustega testid ei anna tagasisidet õpilaste teadmiste kohta. (tööstaaž 21+ a)

Välja toodi suur ajakulu, mis kulub õpetajal sobivate ülesannete otsimiseks, nende testimiseks ja lahenduskäikude sisestamise õpetamiseks. Õpetajatel puudub teadmine, kui põhjaliku lahenduskäiku arvutis õpilane lahendamisel peab välja tooma ning millist arvuti loeb õigeks. Selle käigus läheb kaduma õpilasel ise ülesande lahendamine, sest sarnaseid ülesandeid on vähe. Viis õpetajat avaldasid soovi, et vajavad EIS keskkonna kasutamiseks põhjalikumat õppeaine spetsiifilist koolitust.

3.3 Matemaatikaõpetajaid toetavad ja takistavad tegurid üleminekul e-eksamile

Esmalt hindasid õpetajad neid toetavaid tegureid (tabel 5) üleminekul e-eksamile Likerti 5 palli skaalal. Nende hinnangud jaotati kvartiilideks, ülemine kvartiil on 3,75, mis tähistab kõrget nõusoleku taset antud teguri osas ja alumine kvartiil 1,25 näitab madalat nõusoleku taset.

Tabel 5. Õpetajaid toetavad tegurid üleminekul e-eksamile

	M	Me	Mo	SD
Kooli internetiühendus on piisav	3,819	4	5	1,121
Õpetamiseks vajalike digiseadmete arv on piisav	3,369	4	5	1,390
Sobiv tarkvara on piisavalt kättesaadav	3,388	3	3	1,218
Teiste õpetajate või õpilaste poolt tehtud digisisu kasutamine on Teie jaoks lihtne	3,438	3	3	1,068
Piisavalt on aega valmistada ette tunde, kus kasutada digiseadmeid	2,275	2	1	1,264
Koolis pakutakse stiimuleid, et kasutaksite õppetöös digiseadmeid, juhtkond on toetav	3,075	3	3	1,200
Teie koolis on kvalifitseeritud tehnilisi töötajaid, kes toetavad õpetajat digiseadmete, -keskkondade ja -sisu kasutamisel	3,656	4	5	1,294
Teil on olemas digiseadmete õppetöösse rakendamiseks vajalikud tehnilised teadmised	3,688	4	4	1,088
Teil on olemas digiseadmete õppetöösse rakendamiseks vajalikud pedagoogilised oskused	3,650	4	4	1,071
Teil on võimalik osaleda vajadusel koolitustel	4,006	4	4	0,942
Kooli õppekorraldus toetab digipööret	3,438	3	3	1,153
Julgete kasutada uusi digivahendeid	3,869	4	5	1,111

Märkused. M - keskmine, Me - mediaan, Mo - mood, SD - standardhälve

Pakutud toetavatest teguritest hinnati kõrgelt võimalust osaleda vajadusel koolitustel ($M = 4,006$, $SD = 0,942$), kooli internetiühendust ($M = 3,819$, $SD = 1,121$) ja õpetaja enda julgust kasutada uusi digivahendeid ($M = 3,869$, $SD = 1,111$). Vastanutest 21 (13,1%) tõid välja, et internetiühendus ei ole koolis piisav (hinded 2 või 1). Koolitustel ei ole võimalik osaleda 9 vastanul (hinded 2 või 1). Õpetajatest 108 (hinded 4 või 5) julgevad kasutada uusi digivahendeid, kuid kaheksandik hindas oma julgust madalaks (hinded 2 või 1). Üldiselt leiavad õpetajad, et neil on olemas digiseadmete õppetöösse rakendamiseks vajalikud tehnilised teadmised ($M = 3,688$, $SD = 1,088$) ja pedagoogilised oskused ($M = 3,650$, $SD = 1,071$). Kõige madalama hinde sai tegur, et õpetajal on piisavalt aega valmistada ette tunde, kus kasutada digiseadmeid ($M = 2,275$, $SD = 1,264$). Vastukaaluks ligi viiendik õpetajatest (18,1%) hindas, et on aega (hinded 4 või 5).

Õpetajad said lisada nende jaoks toetavaid tegureid ja sellele küsimusele vastasid 12 õpetajat. Kõige sagedamini mainiti aega, väiksemat normkoormust, õpilaste eelnevat ettevalmistust keskkonnas töötada.

Takistavatest teguritest eristusid oluliselt kaks (tabel 6): ajapuudus ($M = 4,150$, $SD = 1,094$) ja mahukas ainekava ($M = 4,238$, $SD = 1,067$). Kõrgemalt hinnati ka hea digisisu puudust ($M = 3,563$, $SD = 1,164$). Kõige madalamaks takistuseks peeti juhtkonna hoiakut.

Tabel 6. Õpetajaid takistavad tegurid üleminekul e-eksamile

	M	Me	Mo	SD
Digiseadmete sobimatus või halb kvaliteet	2,844	3	3	1,286
Hea digisisu puudus	3,563	4	4	1,164
Teid ajab segadusse, kui peate õpetamisel kasutama erinevaid digikeskkondi	2,663	3	1	1,307
Digikeskkondades on keerulisem õpetada kui muul viisil	3,281	3	4	1,204
Ajapuudus	4,150	5	5	1,094
Mahukas ainekava	4,238	5	5	1,067
Teie tehnilised teadmised ja oskused on madalad õpilaste juhendamiseks	2,250	2	2	1,144
Sobivat koolitust ei pakuta või koolitustel ei ole võimalik osaleda	2,775	3	3	1,121
Teie koolis ei ole piisavalt kvalifitseeritud tehnilisi töötajaid digiseadmete, -keskkondade ja -sisu kasutamise toetamiseks	2,419	2	1	1,261
Kooli juhtkond ei pea digipööret oluliseks	1,981	2	1	1,019
Kooli õppekorraldus ei toeta digipööret	2,438	3	3	1,158
Teie motivatsiooni puudus kasutada digivahendeid	2,931	3	4	1,250

Märkused. M - keskmine, Me - mediaan, Mo - mood, SD - standardhälve

Õpetajatest 31 soovis lisada takistavaid tegureid. Takistavad tegurid jagunesid kahte kategooriasse: pedagoogilised ja struktuursed tegurid. Pedagoogilised tegurid on vähene

õpetajate ettevalmistus digivahendite kasutamiseks, sest õpetajad ei tea, mis mahus peab õpilane oskama neid kasutada. Vastajate arvates peab esmalt õpilane suutma ise mõelda, lahendada, joonestada ja seejärel seda digivahendeid kasutades tegema. Kümme õpetajat tõid välja, et matemaatikas on olulisem mõtlemine ja seostamine ning ühel ülesandel võib olla mitu lahenduskäiku.

Matemaatilise sisu korrektne kirjapanek digikeskkonda võtab oluliselt rohkem aega kui paberile kirjutamine. Õpilase oskusi ja mõttekäiku ülesande lahendamisel on digivahentides oluliselt keerulisem ja tihti võimatu jälgida ja hinnata. Digivahendid tihti ei toeta teemast sügavamalt arusaamist ja keskendumist. (tööstaaž 11-20 a)

Struktuursetes tegurites toodi välja arvutiklassi suur hõivatus, tasuta õpitarkvara vähesus ja digivahendite töökindlus.

3.4 Matemaatikaõpetajate hinnang enda valmisolekule e-eksamiks

Uuringule vastanud õpetajatest osales õpilastega 2024 kevadel toimunud matemaatika e-katseeksamil 32 (20%) ja ei osalenud 128 õpetajat (80%). Kõigil õpetajatel paluti hinnata enda valmisolekut e-eksamile üleminekuks Likerti 5 palli skaalal (tabel 7).

Tabel 7. Matemaatikaõpetajate hinnang enda valmisolekule üleminekuks e-eksamile tööstaaži järgi

Hinnang	1	2	3	4	5	Kokku
Alla 1 aasta		1	1 (1)			2
Tööstaaž 1-5 aastat	14 (4)	13 (1)	7 (1)	3		37
6-10 aastat	8 (1)	8	6 (2)	4 (1)		26
11-20 aastat	11 (3)	13 (3)	7 (3)	3 (1)	1	35
21+ aastat	21 (2)	21 (4)	10 (3)	5	3 (2)	60
Kokku	54 (10)	56 (8)	31 (10)	15 (2)	4 (2)	160
%	33,8	35,0	19,4	9,4	2,5	100,1

Märkused. 1 - ei ole üldse valmis, 2 - pigem ei ole valmis, 3 - ei oska öelda, 4 - pigem olen valmis, 5 - olen täiesti valmis. Protsendid ei anna kokku summaks 100 ümardamise tõttu. Sulgudes e-katseeksamil osalenute vastused

Enam kui pooled (68,8%) õpetajatest hindasid oma valmisolekut hindega 2 ja 1. Pigem valmis ja täiesti valmis hindasid end 19 (11,9%) õpetajat. Keskmiseks hindeks panid õpetajad oma valmisolekule 2,12. Õpetajad, kes osalesid e-katseeksamil panid endale keskmiseks hindeks 2,28. Olulisi erinevusi tööstaaži, vanuse ja osalemisel e-katseeksami vahel autor ei tähendanud (vt lisa 4).

Matemaatikaõpetajad andsid hinnangu oma digitehnilistele oskustele ja teadmistele õpilaste ettevalmistamiseks matemaatika e-eksamiks (tabel 8).

Tabel 8. Matemaatikaõpetajate hinnang oma digitehnilistele oskustele ja teadmistele õpilaste ettevalmistamiseks matemaatika e-eksamiks tööstaaži järgi

Hinnang	1	2	3	4	5	Kokku
Tööstaaž Alla 1 aasta			2 (1)			2
1-5 aastat	2 (1)	5 (1)	16 (2)	9 (1)	5 (1)	37
6-10 aastat	1	6 (2)	10 (1)	8 (1)	1	26
11-20 aastat	4 (2)	3 (1)	16 (3)	10 (4)	2	35
21+ aastat	6 (2)	6	22 (3)	20 (3)	6 (3)	60
Kokku	13 (5)	20 (4)	66 (10)	47 (9)	14 (4)	160
%	8,1	12,5	41,3	29,4	8,8	100,1

Märkused. 1 - ei oska üldse, 2 - vajan kõvasti tuge, 3 - rahuldav, 4 - hea, 5 - suurepärase. Protsendid ei anna kokku summaks 100 ümardamise tõttu. Sulgudes e-katseeksamil osalenute vastused

Enamus õpetajatest (41,3%) hindas oma oskusi ja teadmisi rahuldavaks. Enam kui kolmandik (38,2%) heaks ja suurepäraseks ning viiendik õpetajatest (20,6%) hindas oma oskusi ja teadmisi hindegaga 2 ja 1. Kõigi õpetajate keskmine antud hinne on 3,17. Õpetajad, kes osalesid e-katseeksamil hindasid oma oskusi ja teadmisi keskmisega 3,09. Olulisi erinevusi tööstaaži, vanuse ja osalemisel e-katseeksami vahel autor ei tähendanud (vt lisa 4).

Uuringus osalenud õpetajatele anti võimalus vabas vormis lisada, kui on soovi. Seda võimalust kasutas 41 õpetajat. Õpetajad on mures, sest paljudes koolides puuduvad vastavad digivahendid igapäevase tunni läbiviimiseks, puuduvad tasuta digiõppematerjalid, mis toetavad kehtivat õppekava, mahuka ainekava tõttu on aega vähe. Tunti muret, et kaob matemaatika sisu ja loov lähenemine ülesannete lahendamisel, mõtlemisoskus taandub lünga täitmiseks ja lohistamiseks, matemaatiline loogika taandub testideks harjutamiseks. Mitu õpetajat tõi välja digihindamisvahendi piiratuse, mis hindab vastust ja mitte lahenduskäiku. Õpilastel peab olema võimalus eksamikeskonnas sarnaseid ülesandeid eelnevalt läbi teha, kuid puuduvad materjalid. Mitu õpetajat tõi välja III kooliastmes toimuva matemaatika e-tasemetöö tagasiside, mis õpetajale ja õpilasele ei anna edasiviivat tagasisidet, vaid tekitab rohkem segadust. Erisustega õpilaste puhul on uus formaat oma pikkuse tõttu eriti raske. Avaldati ka arvamust, et ainult digitaalne e-eksami ei ole mõistlik. Pakuti välja, et teemades, kus arvuti toetab õppetööd, on mõistlik kasutada arvutiprogramme, nt statistika ja selle graafikud ehk osa eksamist oleks arvutihinnatav.

4. Arutelu

Magistritöös uuriti matemaatikaõpetajate poolt kasutatavad digiõppevahendeid ja -keskkondasid ning kaardistati matemaatikaõpetajate digipädevust toetavad ja takistavad tegurid üleminekul e-eksamile.

Esimese uurimisküsimusega uuriti, milliseid digiõppevahendeid ja testimiskeskondi kasutavad õpilased õpetaja juhendamisel III kooliastmes matemaatikatundides. Selle raames kaardistati tehnoloogilised vahendid, mis õpetajatel on võimalik tunni andmisel kasutada, õpetajahinnangud digivahendite kasutamisele ning keskkonnad, mida riiklikult eeldatakse, et matemaatikaõpetaja kasutab ning nende reaalne kasutus. Selgus, et võrreldes eelnevate uuringutega (Leppik *et al.*, 2017; Paas, 2021) on käesolevas uuringus osalenud matemaatikaõpetajatel paremad tehnoloogilised võimalused tundide läbiviimiseks ning paljudel õpetajatel on klassiruumis olemas digivahendid. Esitlustehnika osas on oluliselt suurenenud nutitahvlitega varustatud matematikaklasside arv ja arvutiklassi kasutamise võimalus. Tahvelarvutite kasutamine on saadud tulemuste kohaselt vähenenud, kuid autori hinnangul võib see tuleneda sellest, et suurenenud on arvutite arv klassiruumis.

Matemaatikatundides on digivahendite kasutamine vähene (Ilo Saar *et al.*, 2024; Lorenz, 2023). Sarnasele tulemusele jõuti ka käesolevas uuringus. Kolmandik vastanud õpetajatest kasutab sageli digivahendeid, seejuures peaaegu pool (46,9%) vaid üksikute teemade juures. Samas leiti, et kui minnakse üle e-eksamile, siis planeeritakse rohkem digivahendite kasutamist tunnitöösse.

Kevadel 2024 toimunud e-eksami eristuskirjas (2024) välja toodud arvutiprogrammidest on GeoGebra jätkuvalt kõige enam kasutusel olev programm. Desmose kasutajaskond on võrreldes eelnevate uuringutega vähenenud. E-katseeksamil osutus kõige keerulisemaks ülesandeks tabelarvutusprogrammi kasutus (Ilo Saar *et al.*, 2024). Kui varasemate uuringute (Paas, 2021; Rauman, 2022) kohaselt kasutasid õpetajatest üksikud tabelarvutusprogramme, siis magistritöö raames tehtud uuringus selgus, et kasutajaskond on suurenenud (33,8%). Programmide kasutus, kus saab sisestada matemaatilist teksti, on käesolevas uuringus jõutud samadele tulemustele, mis eelnevates uuringutes - viiendik õpetajatest kasutab või on tutvustanud õpilastele selle võimalusi. Mitmed tõid välja, et neid programme kasutavad õpilased pigem ülesannete lahenduste kontrollimiseks ehk eesmärk ei ole programmi kasutamisel õppida matemaatilise teksti sisestamist.

Lisaks eristuskirja programmidele uuriti riikliku õppekeskkonna E-koolikott kasutust. E-koolikotti kasutab III kooliastmes vastanutest viiendik. Eelnevast uuringutest selgus, et E-koolikoti kasutajaskond on volatiilne (Haasma, 2024; Leppik *et al.*, 2017; Paas, 2021;

Rauman, 2022). Õpetajad tõid välja samad probleemid, mis kaks aastat varasemas uuringus (Hint, 2022) ehk keskkond ei ole muutunud õpetajate jaoks kasutajasõbralikumaks ja leidub mitte kvaliteetseid materjale ning materjale, mis ei avane. Töö autor on kasutanud matemaatikaõpetajana E-koolikotti õpilastega ning kogunud samu probleeme, samas keskkonnas leidub III kooliastmele väga häid materjale.

Eestis arendatakse eksami infosüsteemi, milles läbi viia riiklike tasemetöid ja eksameid. Kui varasemates uuringutes (Haasma, 2024; Paas, 2021; Rauman, 2022) ei ole üldse või üksikutel kordadel EIS keskkonda õppevahendina mainitud, siis antud uuringus osalenutest kasutavad üle kolmandik õpetajatest seda õppetöös. Autori hinnangul võib tuleneda erinevus antud uuringu fookusest. E-koolikotiga sarnaseid probleeme toodi välja ka seoses EIS keskkonnaga: kasutusmugavus on halb, keeruline otsingumootor, materjale on vähe ning läbi töötamisele kulub palju aega. EIS keskkond vajab kaasajastamist, materjalid uuendamist ja õpetajad põhjalikku ainealast kasutajakoolitust.

Töö teise uurimisküsimusega sooviti teada saada, millised tegurid toetavad matemaatikaõpetajaid üleminekul e-eksamile õpetajate enda hinnangul. Vastanud õpetajate hinnangul on enamikel digiseadmete arv ja kooli internetiühendus väga head. E-katseeksami (Harno, 2024a) eelsest küsitlusest selgub, et piisavalt arvuteid on 57,7% vastanud koolidest. Matemaatikaõpetajate tehnoloogilised võimalused tundide läbiviimiseks on kooliti varieeruvad. Paljudel õpetajatel on klassis kõik vahendid olemas. Vaatamata tehnoloogiliste vahendite rohkusele, kasutatakse tundides neid vähe. Õpetajatel on võimalus osaleda vajadusel täiendkoolitustel ja koolis on olemas tehniline töötaja. Samadele tulemustele jõudis PISA 2022 (Lorenz, 2023) uuring, kus tõid koolijuhid välja, et kolmveerand juhtudel on olemas võimalus täiendkoolitusteks ning koolis on tehniline töötaja. Üle keskmiselt kõrgelt hindasid enamus õpetajatest oma tehnilisi teadmisi ja pedagoogilise teadmisi digivahendite õppetöösse rakendamiseks ning julgust kasutada uusi vahendeid. Ka oma digitehnilisi oskusi ja teadmisi õpilasi ette valmistada e-eksamiks hindasid enamus õpetajad rahuldavaks või kõrgemaks. Võrreldes TALISE (Taimalu *et al.*, 2019) ja Praxise (Leppik *et al.*, 2017) uuringutega, siis matemaatikaõpetajad hindavad oma digioskuseid pigem kõrgemaks. Autori hinnangul võib siin muutuse põhjuseks olla Covid-19 ajal toimunud distantsõpe, mille ühe tulemina on õpetajate digioskused oluliselt paranenud. Olulist rolli digivahendite kasutamisel, tööstaažil ja õpetaja vanusel autor ei tähendanud. Selleks, et e-eksamile üle minna toetaks matemaatikaõpetajaid suurem ajaressurs ning väiksem normkoormus tundide andmisel, et õpetajad saaksid ette valmistada end ja õpilasi riiklikult soovitatud vahenditega töötama. Samad tulemused tõi välja ka Paas (2021).

Kolmanda uurimisküsimusega uuriti, millised tegurid takistavad matemaatikaõpetajaid üleminekul e-eksamile õpetajate enda hinnangul. Peamiselt tajutud takistavaks teguriks on ajapuudus ja mahukas ainekava. Samadele tulemustele jõudis ka Paas (2021). Samas pooled koolijuhid (Lorenz, 2023) leiavad, et õpetajatel on piisavalt aega tunde ette valmistada, kus kasutada digivahendeid. Autori hinnangul ei pruugi osad koolijuhid tajuda, kui palju tegelikult kulub õpetajal ühe uue tunni ettevalmistamisele, selle läbi mõtestamisele, materjalide leidmisele, testimisele, et kõik töötaks.

Uus ainekava (2023) on valminud teadmisega, et minnakse üle e-eksamitele, kuid matemaatika ainekava on sisult pigem mahukam ja ainetundide arv on jäänud samaks. Väga paljud hindasid kõrgelt ka hea digisisu puudust. Õppekeskkond E-koolikott ei ole õpetajate seas populaarne ning kahe aasta tagune tagasiside arendajatele (Hint, 2022) ei ole toonud sellesse keskkonda muudatusi. Õpetajad on ausad, kui hindavad oma motivatsiooni digivahendeid kasutada üheks takistavaks teguriks, sest kõigi takistavate tegurite juures on risk, mitte läbida õppekava, suur. Kõnekas on DigiEfekti (Pedaste, 2022) leid, et digivahendite ja ressursside olemasolul, siiski võimalusel õpetaja ei eelista neid kasutada. Võimalik, et siin on seos Fullani (2015) kolmanda mõõtmega, mille kohaselt õpetaja uskumused, et digivahendid parandavad õpitulemusi, ei ole muutunud. Eesti õpetajate toetavate ja takistavate tegurid on sarnased Soome haridusteadlaste tööga (Sarkio *et al.*, 2024).

Uuringus osalenud matemaatikaõpetajad pigem ei ole valmis üleminekuks e-eksamile. Oma digitehnilisi oskusi ja teadmisi õpilasi ette valmistada hinnati üldiselt rahuldavaks ja kõrgeks, kuid valmisolekut e-eksamiks madalaks. Matemaatika e-katseeksamil osalenud õpetajad hindasid veidi kõrgemalt enda valmisolekut e-eksamiks, kuid madalamalt enda digitehnilisi oskusi ja teadmisi õpilaste ettevalmistamiseks. Hinnang enda valmisolekule ei sõltunud õpetajate vanusest, tööstaažist ja digioskustest. Võib välja tuua, et e-eksam matemaatikas on matemaatikaõpetajate jaoks oluline arutelukoht, mille väitmisele annab alust matemaatikaõpetajate vabatahtlik vastamine käesoleva magistr töö küsimustikule ning rohkete täiendavate kommentaaride lisamine. Segadust ning ärevust loob ka selge teadmise puudumine edasiste tegevuste ja kriteeriumite osas. Mitmetes koolides puuduvad ressursid igapäevaselt digivahendeid tunnitöösse lõimida, muretsetakse matemaatika sisu kadumise pärast ja taandumisele testi täitmiseks. Autoril ei õnnestunud leida ühtegi uuringut või strateegilist dokumenti e-eksamile ülemineku kohta Haridus- ja Teadusministeeriumi ning Harno kodulehekülgedelt.

Käesoleva magistr töö tulemustest saab järeldada, et matemaatikaõpetajad hindavad oma digioskuseid heaks ja tehnoloogilised võimalused on oluliselt paranenud, kuid

digivahendite kasutamine õppetöös on vähene ning leidub koole, kus tehnoloogilised võimalused ei võimalda e-eksamite läbiviimist. E-eksam peab olema tehniliselt kooskõlas eelneva õpetamispraktikaga. Õpilaste ettevalmistamine EIS keskkonnas eeldab digivahendite sagedat kasutamist ainetunnis. Matemaatikas e-eksamile ülemineku osa on vajalik teaduspõhine lähenemine tulenevalt selle haridusuuenduslikest aspektidest.

4.1 Töö piirangud ja mõtteid edaspidiseks uurimiseks

Õpetajatest, kes õpetavad III kooliastmes matemaatikat, moodustasid vastajad ca 10%, mistõttu ei ole tegemist esindusvalimiga ning saadud tulemusi ei saa laiendada kõigile Eesti matemaatikaõpetajatele. Andmeid koguti veebipõhise küsimustikuga, mistõttu vastasid inimesed, keda kõnetas teema ning kes on nõus vastama veebis.

Õpetajate valmisolekut peab põhjalikumalt kaardistama, et õpetajad tunneksid end turvaliselt õpilaste ettevalmistamisel. Enne e-eksamile üleminekut on vaja pakkuda õpetajatele koolitusi seoses EISiga ning programmidega, mida sisuliselt on vaja osata matemaatika e-eksamil (näiteks GeoGebra). Õpilaste ettevalmistamine lõpueksamiteks on suur vastutus, uute digiõppematerjalide väljatöötamine ja uudsete õppemeetodite juurutamine võtab aega. Käesolevast magistrیتööst võib olla abi poliitikakujundajatele mõistmaks, millises olukorras on matemaatikaõpetajad ning kuidas edasi liikuda üleminekul e-eksamile.

Tänuõnad

Töö autor tänab kõiki matemaatikaõpetajaid, kes vastasid ning andsid oma panuse minu magistrیتöö valmimisse, oma juhendajat, Maarja Sõrmust, järjepidevuse ja edasiviiva tagasiside eest. Tänan oma kolleege, kes osalesid küsitluse testimisel, õpingukaaslasid ja perekonda toetuse ning mõistva suhtumise eest.

Autorsuse kinnitus

Kinnitan, et olen koostanud käesoleva lõputöö ise 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.

Eele Avalo

/allkirjastatud digitaalselt/

09.01.2025

Kasutatud kirjandus

- Ainevaldkond „Matemaatika”. Põhikooli riiklik õppekava. Lisa 5. (2023). *Riigi Teataja I*, 08.03.2023, 1.
https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1080/3202/3005/18m_pohi_lisa5.pdf#
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. SAGE Publications.
- Crisp, G. (2011). *Teacher's Handbook on e-Assessment*.
https://transformingassessment.com/sites/default/files/files/Handbook_for_teachers.pdf
- Delgado, A. J., Wardlow, L., McKnight, K., & O'Malley, K. (2015). Educational Technology: A Review of the Integration, Resources, and Effectiveness of Technology in K-12 Classrooms. *Journal of Information Technology Education: Research*, (14), 397-416.
<https://www.jite.org/documents/Vol14/JITEv14ResearchP397-416Delgado1829.pdf>
- Digipädevuse raamistik haridustöötajatele DigCompEdu*. (2019). Euroopa Komisjoni Teadusuuringute Ühiskeskus.
https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en?prefLang=et&etrans=et
- Drijvers, P. (2018). Digital assessment of mathematics: Opportunities, issues and criteria. *Mesure et évaluation en éducation*, 41(1), 41-66.
<https://www.erudit.org/en/journals/mee/2018-v41-n1-mee04281/1055896ar.pdf>
- Fullan, M. (2015). *The new meaning of educational change*. Teachers college press.
- Haasma, A. (2024). *Tarkvaraga rikastatud matemaatikaõpetus I–II kooliastmes* [Publitseerimata magistritöö]. Tartu Ülikool. <https://hdl.handle.net/10062/102059>
- Haridus- ja Noorteamet. (2024a, 25. jaanuar). *E-eksami infotund*.
https://www.hm.ee/sites/default/files/documents/2024-01/E-eksamid_KOVidele_25.01.2024.pdf
- Haridus- ja Noorteamet. (s.a.). EIS - Eksamite infosüsteem. <https://eis.ekk.edu.ee/eis/>
- Haridus- ja Noorteamet. (2020a). *Kooliõpetaja – Kompetentsimudel*.
<https://kompetentsimudel.edu.ee/kooliõpetaja/>
- Haridus- ja Noorteamet. (2024b). *Matemaatika põhikooli e-eksami (katseksam) eristus kiri*.
https://projektid.edu.ee/display/THO/Matemaatika+9.+klassi+e-katseksam+7.+--+10.+mail+2024?preview=%2F202651518%2F221024614%2FMatemaatika%20e-katseksam+20eristus+eri.pdf&fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAR1krZr8v_DGcucS4iIzyEvOUFFS4dfjOih4DjhQk8yCZhL_zGr_mPAx7vI

- Haridus- ja Noorteamet. (2020b). *Õpetaja digipädevusmudel*.
<https://digipadevus.ee/opetaja-digipadevusmudel/>
- Haridus- ja Teadusministeerium. (2021). *Haridusvaldkonna arengukava 2021-2035*.
<https://valitsus.ee/sites/default/files/documents/2021-11/Haridusvaldkonna%20arengukava%202021-2035.pdf>
- Haridussilm*. (2024). Üldhariduskoolide õpetajad 2016-2024.
<https://www.haridussilm.ee/ee/tasemeharidus/haridustootajad/opetajad>
- Hea teadustava*. (2017). Tartu Ülikooli eetikakeskus.
<https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2017/02/HEA-TEADUSTAVA.pdf>
- Hint, M. (2022). *E-koolikoti kasutajaskonna kasvu mõjutavad tegurid* [Publitseerimata magistritöö]. Tallinna Ülikool.
- Ilomäki, L., Kantosalo, A., & Lakkala, M. (2011). *What is digital competence?*
https://digitalcompetenceforum.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/05/digital_competence_definition1.pdf
- Ilo Saar, A., Ojasalu, T., & Volt, A. (2024, 15. november). *Matemaatika e-katseeksamitest* [Ettekanne Eesti matemaatikaõpetajate päevadel]. Tartu.
- Janssen, J., Stoyanov, S., Ferrari, A., Punie, Y., Pannekeet, K., & Sloep, P. (2013, oktoober). Experts' views on digital competence: Commonalities and differences. *Computers & Education*, 68, 473-481. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.06.008>
- “Kaasaegse ja uuendusliku õppevara ühiskasutuskorralduse toetamine“ elluviimiseks struktuuritoetuse andmise tingimused ja kord. (2017). *Riigi Teataja I 12.05.2017*, 7.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/13332410?leiaKehtiv>
- Kaasik, R. (2024, 21. mai). Üleminek e-eksamitele – kui valmis me selleks oleme? *Õpetajate Leht*. <https://opleht.ee/2024/05/uleminek-e-eksamitele-kui-valmis-me-selleks-oleme/>
- Kosenchuk, Y., Androshchuk, I., Bakhmat, N., & Kosenchuk, O. (2023). Current trends in school reform in the Republic of Finland. *Amazonia Investiga*, 12(61), 61-68.
<https://doi.org/10.34069/AI/2023.61.01.7>
- Kuikka, M., Kitola, M., & Laakso, M.-J. (2014). *Challenges when introducing electronic exam*. (Issue 22). Research in Learning Technology.
<https://doi.org/10.3402/rlt.v22.22817>
- Kutsestandard. Õpetaja, tase 7*. (2020). SA Kutsekoda.
<https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/vaata/10824233>
- Laanpere, M. (2024). *Matemaatika e-eksamid teistes Euroopa riikides*. Koolimatemaatika L. (lk 134-141). Eest Matemaatika Selts.

- Leikop, M. (2010, 28. juuni). *Eksamite infosüsteemi arenduse esimene etapp on lõpusirgele jõudnud*. Haridusportaal: Koolielu.
<https://koolielu.ee/info/readnews/42783/eksamite-infosusteemi-arenduse-esimene-etapp-on-lopusergele-joudnud>
- Lendsaar, M. (2016). *Infosüsteemi teenindusvõimekuse tõstmine eksamite infosüsteemi näitel* [Publitseerimata magistr töö]. Tallinna Tehnikaülikool.
- Leppik, C., Haaristo, H.-S., & Mägi, E. (2017). *IKT-haridus: digioskuste õpetamine, hoiakud ja võimalused üldhariduskoolis ja lasteaias*. Poliitika Uuringute Keskus Praxis.
- Lorenz, B. (2023). Eesti laste digivahendite kasutus õitseb vabal ajal, mitte koolis. *PISA 2022. Eesti tulemused*. (pp. 122-132). Haridus- ja Noorteamet.
- Lõpueksamite andmekogu asutamine ja põhimäärus. (2013). *Riigi Teataja I, 1*.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/119022013001>
- Maal, E. (2020). *Eesti matemaatikaõpetajate ettevalmistus, oskused ja valmisolek koolis töötamiseks*. [Publitseerimata magistr töö]. Tartu Ülikool.
<http://hdl.handle.net/10062/68619>
- Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium. (2021). *Eesti digiühiskond 2030*.
https://www.mkm.ee/sites/default/files/documents/2022-04/Digi%C3%BCChiskonna%20ARENGUKAVA_13.12.2021.pdf
- Paas, K. (2021). *Õpetajate hinnangud IKT vahendite kasutamisele matemaatikaõppes* [Publitseerimata magistr töö]. Tartu Ülikool. <http://hdl.handle.net/10062/73125>
- Pedaste, M. (2022). *DigiEfekti põhiuuringu tulemuste raport – õpetaja digihoiakud, digivalmidus ja enesetõhusus*. Tartu Ülikool. <https://datadoi.ee/handle/33/547>
- Pedaste, M., Raave, D. K., & Baucal, A. (2023). *Digitaalsete õppematerjalide kasutamise efekt õpilaste õpitulemustele*. Tartu Ülikool. <https://datadoi.ee/handle/33/552>
- Põhikooli- ja gümnaasiumiseadus. (2010). *Riigi Teataja I 26.04.2024, 12*.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/13332410?leiaKehtiv>
- Põhikooli riiklik õppekava. (2011). *Riigi Teataja I 10.08.2024, 2*.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/110082024002?leiaKehtiv>
- Rauman, M. (2022). *Matemaatikaõpetajate kogemused erinevate e-õppevarade kasutamisel* [Publitseerimata magistr töö]. Tartu Ülikool. <http://hdl.handle.net/10062/83243>
- Riigikontroll. (2024, 19. jaanuar). *Õpetajate vastavus kvalifikatsiooninõuetele ja ainepädevus*.
<https://aruanded.riigikontroll.ee/80110/>
- Sarkio, K., Korhonen, T., & Hakkarainen. (2024). Multidisciplinary perspective on a Finnish general upper-secondary school's educational change: strengthening and hindering

- factors. *Scandinavian journal of educational research*, 1–16.
<https://doi.org/10.1080/00313831.2024.2360897>
- Sillat, L. H. (2022). *Õpetaja digipädevuse hindamine vajab isiklikumat lähenemist*. Novaator.
<https://novaator.err.ee/1608494159/opetaja-digipadevuse-hindamine-vajab-isiklikumat-lahenemist>
- Skakun, I. (2021). Digital Competencies of the Teacher of the Future. *Futurity Education*, (1(2)), 45-56. <https://doi.org/10.57125/FED/2022.10.11.18>
- Skantz-Åberg, E., Lantz-Andersson, A., Lundin, M., & Williams, P. (2022). Teachers' professional digital competence: an overview of conceptualisations in the literature. *Cogent Education*, (9:1, 2063224). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2063224>
- Sulbi, R. (2010, 28. juuni). Eksamikeskus asub juurutama e-eksamisüsteemi. *Postimees*.
<https://www.postimees.ee/281207/eksamikeskus-asub-juurutama-e-eksamisusteemi>
- Susi, M., Toime, N., Beek, K., Binsol, K., & Kärbla, T. (2024, 13. mai). Põhikooli eesti keele e-eksamist. *Oma Keel*, (48), 78-87.
<https://www.emakeeleselts.ee/wp-content/uploads/2024/05/Pohikooli-eesti-keele-e-eksamist.pdf>
- Taimalu, M., Uibu, K., Luik, P., & Leijen, Ü. (2019) *Õpetajad ja koolijuhid elukestvate õppijatena. 1.osa. OECD rahvusvahelise õpetamise ja õppimise uuringu TALIS 2018 tulemused*.
- The Matriculation Examination Board (s.a)*. <https://www.ylioppilastutkinto.fi/en>
- Õunapuu, L. & Kärner, E. (Toim). (2014). *Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimisviis sotsiaalteadustes*. Tartu Ülikool.

Lisa 1. Haridusuuenduste toetavad ja takistavad tegurid

(autori kohandatud Sarkio *et al.*, 2024)

Toetavad tegurid			
	Koolipidaja tasand	Kooli tasand	Õpetaja tasand
Struktuursed	Pedagoogilised vajaduspõhised suunised ruumikujunduseks	Digivahenditega ruumiline toetus	Soovide küsimine
	Juhised ühiste ülesannete jaoks	Aja võimaldamine	Tagasiside kogumine
	Vastastikuse koostöö ja sidusrühmade tegevus	Meeskonnastruktuur	
		Kohalikud tavad	
Pedagoogilised	Ühine nägemus	Toetav direktor/juhtkond	Tajutud kasulikkus
	Toetus muudatuste juhtimisel	Arengut toetav kultuur	Vabatahtlikkus
	Ainealane koolitus	Ühised pedagoogilised eesmärgid ja vastutus	Positiivne suhtumine
	Õpilaste personaalsed õpirajad	Lihtsalt rakendatavad teemade ja ülesannete näited	Julgus uuendusi katsetada
	Digitaalne mitmekesisus		Tugev ajajuhtimine Meeskonnatöö Jagatud ekspertiis
Takistavad tegurid			
	Koolipidaja tasand	Kooli tasand	Õpetaja tasand
Struktuursed	Ressursside puudus	Digivahendite ja ruumi puudus	Puudused õpetajakoolituses
	Suured õpilaste rühmad	Ajapuudus	Tähtajalised töösuhted
	Jäik õppetundide struktuur		Piiratud võimalused mõjutada
	Pidev uuendamine		
Pedagoogilised	Tasakaalustamata organisatoorsed kohusutused	Õpetajakesksed ja ainekesksed traditsioonid	Sõltuvus õpetajast
	Puuduv arusaam praktikast	Paindlike õpitsenaariumite puudumine	Puudulik digipädevus
	Eksamikeskus	Heterogeensed hindamiskriteeriumid ühe aine piires	Õpetajate ülekoormus
	Digivahendite kvaliteet	Inimestevahelised suhted	Õpetajate negatiivne suhtumine Õpilaste puudulik motivatsioon ja õpioskused

Lisa 2. Valimi jaotus kooli suuruse järgi

Tabel 3. Valimi jaotus kooli suuruse järgi

Kooli suurus	N	%
Kuni 100 õpilast	19	11,9
101-300 õpilast	41	25,6
301-500 õpilast	21	13,1
501-700 õpilast	25	15,6
701-1000 õpilast	35	21,9
1000+ õpilast	19	11,9
Kokku	160	100

Märkused. N – vastajate arv; % – protsent kogu valimist

Lisa 3. Ankeetküsimustik õpetajatele

Lugupeetud õpetaja, kes sa õpetad matemaatikat III kooliastmes!

Olen Tartu Ülikooli mitme aine õpetaja eriala magistrant ja kirjutan magistritööd teemal “Matemaatikaõpetajate valmisolek üleminekuks e-eksamile”.

Uurimuse käigus soovin välja selgitada, milliseid digiõppevahendeid ja testimiskeskondi kasutavad õpilased õpetaja juhendamisel III kooliastmes matemaatikatundides ning mis toetab ja takistab õpetajat üleminekul e-eksamile.

Sellega seoses palun teie abi ning kutsun kõiki III kooliastme matemaatikaõpetajaid osalema antud uuringus. Küsimustikule vastamine on vabatahtlik ja anonüümne. Saadud andmeid ei seostata vastaja isiku ega kooliga ning kasutatakse ainult uurimistöö eesmärgil üldistatud kujul. Küsimustikule vastamine võtab aega 20-30 minutit.

Palun täita küsimustik hiljemalt 30. septembriks.

Küsimustiku link: <https://forms.gle/SXoBmyArqeFUEGhh7>

Täiendavate küsimuste korral palun pöörduda eele.avalo@gmail.com

Täna koostöö eest!

Eele Avalo

Tartu Ülikooli üliõpilane

Põhikooli mitme aine õpetaja

I Taustaküsimused

Märkused:

- - kohustuslik küsimus, - valikvastusega küsimus

Palun märkige oma sugu

- mees
- naine
- ei soovi vastata

Palun märkige vahemik, millesse jääb teie vanus

- – 25
- 26 - 30
- 31 - 40
- 41 - 50
- 51–60
- 61–70
- 71+

Haridus

- Põhiharidus või kutseharidus ilma keskhariduseta
- Keskharidus
- Keskharidus kutsehariduse baasil

- Bakalaurusekraad
- Bakalaurusekraad omandamisel
- Kutsekõrgharidus, diplomiõpe, rakenduskõrgharidus
- Magistrikraad või sellega võrdsustatud haridus
- Magistrikraad omandamisel
- Doktorikraad, sh kandidaadikraad

Kvalifikatsioon (omandatud)

- Matemaatikaõpetaja põhikoolis
- Matemaatika- ja informaatikaõpetaja
- Matemaatikaõpetaja
- Põhikooli mitme aine õpetaja
- Matemaatikaõpetaja lisaeriala
- Muu
- Õpetaja kvalifikatsioon puudub

Tööstaaž matemaatikaõpetajana

- alla 1 aasta
- 1 - 5 aastat
- 6 - 10 aastat
- 11 - 20 aastat
- 21 +

Praeguse töökoha asukoht (maakond)

- Harjumaa
- Hiiumaa
- Ida-Virumaa
- Jõgevamaa
- Järvamaa
- Läänemaa
- Lääne-Virumaa
- Pärnumaa
- Põlvamaa
- Raplamaa
- Saaremaa
- Tartumaa
- Valgamaa
- Viljandimaa
- Võrumaa

Kooli suurus

- Kuni 100 õpilast
- 101 - 300 õpilast
- 301 - 500 õpilast

- 501 - 700 õpilast
- 701 - 1000 õpilast
- 1000 + õpilast

Õpilastega osalesite matemaatika e-katseeksamil 2024 kevadel?

- Jah
- Ei

II Digivahendite, -keskkondade kasutamine III kooliastme matemaatikaõppes õpetaja juhendamisel

Palun märkige, millised tehnoloogilised võimalused on Teil tunni läbiviimiseks?

- Süle- või lauaarvutid õpilastele kasutamiseks klassiruumis (kõigile õpilastele)
- Süle- või lauaarvutid õpilastele kasutamiseks klassiruumis (mitme õpilase kohta)
- Arvutiklassi kasutamise võimalus
- Tahvelarvuti õpetajal kasutamiseks
- Tahvelarvutid õpilastele kasutamiseks
- Nutitahvel klassiruumis (Smartboard)
- Projektor klassiruumis
- Muu:

Palun märkige, kui sageli kasutavad õpilased (III kooliaste) digivahendeid teie ainetunnis õppimiseks

- Iga päev
- Kord nädalas
- Paar korda kuus
- Umbes kord kuus
- Harva üksikute teemade juures
- Ei kasuta üldse
- Muu

Palun valige sobiv vastusevariant hinnates oma digivahendite kasutamist tunnitöö läbiviimisel

- Kasutate piisavalt
- Ei ole võimalust rohkem kasutada
- Kui minnakse üle e-eksamile, siis planeerite rohkem tunnitöösse digivahendite kasutamist
- Muu

Kas saate valida ise, millist õppevara, - vahendeid tunnitöös kasutate?

- Jah
- Ei
- Osaliselt

Kasutate õpilastega eksamite infosüsteemi (EIS)

- Kasutan
- Ei kasuta
- Olen tutvustanud õpilastele ning julgustanud kasutama

(kui vastab jah, siis on lisaküsimus)

Kui vastasite eelmisele küsimusele "kasutan", siis kui sageli ja milleks kasutate EIS keskkonda?

- Kord või paar korda aastas tasemetööks ettevalmistamiseks
- Üksikute teemade kordamisel ja kinnistamisel
- Aasta algul klassi taseme kaardistamiseks
- Muu

Kui vastasite EIS keskkonna küsimusele "ei", siis mis teid toetaks keskkonna kasutamisele võtmiseks

Pikk vabas vormis vastus

Palun märkige tarkvarad, mida tunnis koos õpilastega kasutate

(Ankeetküsitluses olevate tarkvarade valiku aluseks on matemaatika e-katseeksami 2024 eristus kiri)

GeoGebra

- Kasutan
- Ei kasuta
- Olen tutvustanud õpilastele ning julgustanud kasutama

Kui vastasite eelmisele küsimusele "kasutan", siis milliseid teemasid GeoGebra abil õpetate III kooliastmes? (võite lisada lingi materjalile)

Lühike vabas vormis vastus

Desmos

- Kasutan
- Ei kasuta
- Olen tutvustanud õpilastele ning julgustanud kasutama

Kui vastasite eelmisele küsimusele "kasutan", siis milliseid teemasid Desmose abil õpetate III kooliastmes? (võite lisada lingi materjalile)

Lühike vabas vormis vastus

Tabelarvutusprogramm (Google Sheets, MS Excel või muu)

- Kasutan
- Ei kasuta
- Olen tutvustanud õpilastele ning julgustanud kasutama

Kui vastasite eelmisele küsimusele "kasutan", siis milliseid teemasid tabelarvutusprogrammide abil õpetate III kooliastmes?

Lühike vabas vormis vastus

Wolfram Alpha (<https://www.wolframalpha.com/>) või Symbolab (<https://www.symbolab.com/>) või mõnda muud keskkonda matemaatilise teksti sisestamise harjutamiseks

- Kasutan
- Ei kasuta
- Olen tutvustanud õpilastele ning julgustanud kasutama

Kui vastasite eelmisele küsimusele "kasutan", siis milliste teemade juures õpilastega kasutate III kooliastmes?

Lühike vabas vormis vastus

E-koolikott

- Kasutan
- Ei kasuta
- Olen tutvustanud õpilastele ning julgustanud kasutama

Kui vastasite eelmisele küsimusele "kasutan", siis milliseid vahendeid E-koolikotist olete kasutanud III kooliastmes? (võite lisada lingi materjalile)

Pikk vabas vormis vastus

Milliseid digivahendeid veel kasutate ja mis teemade õpetamisel III kooliastmel? (võite lisada lingi materjalile)

Lühike vabas vormis vastus.

III Õpetajaid toetavad tegurid üleminekul e-eksamile (Likerti skaalal: 1 - ei nõustu üldse, 2 - pigem ei nõustu, 3 - ei oska öelda, 4 - pigem nõus, 5 - täiesti nõus)

Palun märkige kuivõrd antud väide toetab Teid üleminekul e-eksamile praegusel töökohal

- Kooli internetiühendus on piisav
- Õpetamiseks vajalike digiseadmete arv on piisav
- Sobiv tarkvara on piisavalt kättesaadav
- Teiste õpetajate või õpilaste poolt tehtud digisisu kasutamine on Teie jaoks lihtne
- Piisavalt on aega valmistada ette tunde, kus kasutada digiseadmeid
- Koolis pakutakse stiimuleid, et kasutaksite õppetöös digiseadmeid, juhtkond on toetav
- Teie koolis on kvalifitseeritud tehnilisi töötajaid, kes toetavad õpetajat digiseadmete, -keskkondade ja -sisu kasutamisel
- Teil on olemas digiseadmete õppetöösse rakendamiseks vajalikud tehnilised teadmised

- Teil on olemas digiseadmete õppetöösse rakendamiseks vajalikud pedagoogilised oskused
- Teil on võimalik osaleda vajadusel koolitustel
- Kooli õppekorraldus toetab digipööret
- Julgete kasutada uusi digivahendeid
- Mõni muu toetav tegur

Lühike vabas vormis vastus

IV Õpetajaid takistavad tegurid üleminekul e-eksamile (Likerti skaalal: 1 - ei nõustu üldse, 2 - pigem ei nõustu, 3 - ei oska öelda, 4 - pigem nõus, 5 - täiesti nõus)

Palun märkige kuivõrd antud väide takistab Teid üleminekul e-eksamile praegusel töökohal

- Digiseadmete sobimatus või halb kvaliteet
- Hea digisisu puudus
- Teid ajab segadusse, kui peab õpetamisel kasutama erinevaid digikeskkondi
- Digikeskkondades on keerulisem õpetada kui muul viisil
- Ajapuudus
- Mahukas ainekava
- Teie tehnilised teadmised ja oskused on madalad õpilaste juhendamiseks
- Sobivat koolitust ei pakuta või koolitustel ei ole võimalik osaleda
- Teie koolis ei ole piisavalt kvalifitseeritud tehnilisi töötajaid digiseadmete, -keskkondade ja -sisu kasutamise toetamiseks
- Kooli juhtkond ei pea digipööret oluliseks
- Kooli õppekorraldus ei toeta digipööret
- Teie motivatsiooni puudus kasutada digivahendeid
- Mõni muu takistav tegur, mida nimekirjast ei leidnud

Lühike vabas vormis vastus

Hinnake enda valmisolekut e-eksamile üleminekuks

(Likerti skaalal: 1 - ei ole üldse valmis, 2 - pigem ei ole valmis, 3 - ei oska öelda, 4 - pigem olen valmis, 5 - olen täiesti valmis)

Hinnake oma digitehnilisi oskusi ja teadmisi õpilaste ettevalmistamiseks matemaatika e-eksamiks

(Likerti skaalal: 1 - ei oska üldse, 2 - vajan kõvasti tuge, 3 - rahuldav, 4 - hea, 5 - suurepärane)

Soovite veel lisada

Pikk vastus

Täna Teid, et leidsite aega ankeedile vastamiseks!

Eele Avalo

Põhikooli mitme aine õpetaja eriala üliõpilane

eele.aval@gmail.com

Lisa 4. Õpetajate hinnangud enda valmisolekule üleminekuks e-eksamile ning hinnang oma digitehnilistele oskustele õpilaste ettevalmistamisel vanusevahemiku võrdluses

Matemaatikaõpetajate hinnang enda valmisolekule üleminekuks e-eksamile vanusevahemiku järgi

	Hinnang	1	2	3	4	5	Kokku
Vanusevahemik	18-25	2	2		1		5
	26-30	4	6	5			15
	31-40	11	14	6	6		37
	41-50	18	14	8	3	1	44
	51-60	11	13	8	2	1	35
	61-70	8	7	4	2	2	23
	70+				1		1
Kokku		54	56	31	15	4	160
%		33,8	35,0	19,4	9,4	2,5	100,1

Märkused. 1 - ei ole üldse valmis, 2 - pigem ei ole valmis, 3 - ei oska öelda, 4 - pigem olen valmis, 5 - olen täiesti valmis. Protsendid ei anna kokku summaks 100 ümardamise tõttu.

Matemaatikaõpetajate hinnang oma digitehnilistele oskustele ja teadmistele õpilaste ettevalmistamiseks matemaatika e-eksamiks vanusevahemiku järgi

	Hinnang	1	2	3	4	5	Kokku
Vanusevahemik	18-25	1	1	2	1		5
	26-30	1		10	2	2	15
	31-40	3	5	16	10	3	37
	41-50	4	6	12	18	4	44
	51-60	1	4	17	11	2	35
	61-70	3	4	9	4	3	23
	70+				1		1
Kokku		13	20	66	47	14	160
%		8,1	12,5	41,3	29,4	8,8	100,1

Märkused. 1 - ei oska üldse, 2 - vajan kõvasti tuge, 3 - rahuldav, 4 - hea, 5 - suurepärane. Protsendid ei anna kokku summaks 100 ümardamise tõttu.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Eele Avalo,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Matemaatikaõpetajate valmisolek üleminekuks e-eksamile”, 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.

Eele Avalo

/allkirjastatud digitaalselt/

09.01.2025