

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Haridusteaduste instituut
Klassiõpetaja õppekava

Anni Haasma

TARKVARAGA RIKASTATUD MATEMAATIKAÕPETUS I–II KOOLIASTMES

Magistritöö

Juhendaja: matemaatika didaktika nooremlektor Maarja Sõrmus

Tartu 2024

Kokkuvõte

Tarkvaraga rikastatud matemaatikaõpetus I–II kooliastmes

Mõtestatud digivahendite kasutamine õppetöös aitab mitmekesistada õppemeetodeid, arendada õpilaste digipädevust ja valmistada neid ette tulevikuametiteks. Õpetajatel on valikus suur hulk tarkvara matemaatika õpetamiseks ning sobiva tarkvara leidmine on keeruline. Uurimistöö eesmärk on koostada õpetajatele struktureeritud ülevaade tarkvarast, mida 1.–6. klassides matemaatikaõpetuse tehnoloogiaga rikastamiseks kasutada ning kaardistada tarkvara valiku põhimõtted. Uuringu läbiviimiseks kasutati ankeetküsitlust, millele vastas 110 üle Eesti 1.–6. klassides matemaatikatunde andvat õpetajat.

Andmeanalüüsil on kasutusel kvalitatiiv-kvantitatiivne ehk *mixed*-meetod, kus valdavalt rakendati kvantitatiivset lähenemist ning avatud küsimusi analüüsiti kvalitatiivselt. Käesoleva magistr töö tulemustest selgus, et kõige populaarsemad tarkvarast on Microsoft Office tooted, YouTube ja Kahoot!. Tarkvara kasutatakse enim täiustamiseks ehk tarkvara kasutatakse lisaks muudele õppematerjalidele. Kõige olulisemateks teguriteks tarkvara valikul nimetati eakohasust, tasuta kättesaadavust ja turvalisust.

Võtmesõnad: Tehnoloogiaga rikastatud õpe, tarkvara, SAMR raamistik, matemaatika, I ja II kooliaste.

Abstract

Technology enhanced mathematics education in the I and II school level

Purposeful use of digital tools in teaching helps to diversify teaching methods, develop students' digital competencies, and prepare them for future professions. Teachers have a wide range of software options for teaching mathematics, making it difficult to find suitable ones. The aim of this research is to compile a structured overview of the software used by teachers in mathematics education and map how teachers pick software. A survey was conducted using a questionnaire, with 110 teachers teaching mathematics in grades 1–6 across Estonia participating. Data analysis used a qualitative-quantitative or mixed-methods approach, predominantly employing a quantitative approach and with open-ended questions analysed qualitatively. The results of this master's thesis revealed that the most popular software includes Microsoft Office products, YouTube, and Kahoot!. The software is primarily used for augmentation, serving as supplementary material. The most important factors in software selection were found to be age appropriateness, free availability, and security.

Keywords: Technology Enhanced Learning, SAMR framework, mathematics, 1st and 2nd school level.

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1. Teoreetiline ülevaade.....	5
1.1. Tehnoloogiaga rikastatud õpe.....	5
1.2. Tehnoloogiaga rikastatud õppe tähtsus matemaatikatundides.....	5
1.3. Tehnoloogiaga rikastatud õppevahendite kasutamise valikud.....	7
1.4. Tarkvara mõtestatud kasutamine SAMR mudeli alusel.....	9
1.5. Töö uurimisprobleem, eesmärk ja uurimisküsimused.....	10
2. Metoodika.....	11
2.1 Valim.....	11
2.2. Mõõtevahend.....	12
2.3. Andmekogumine.....	14
2.4. Andmeanalüüs.....	15
3. Tulemused.....	16
3.1. Matemaatika õpetamiseks kasutatav tarkvara.....	16
3.2. Tarkvara kasutamise eesmärgid matemaatika õpetamiseks.....	17
3.3. Matemaatika õpetamisel tarkvara valiku otsustavad faktorid.....	19
3.3.1. Eakohasus.....	20
3.3.2. Turvaline ja tasuta.....	20
3.3.3. Vahendid.....	20
3.3.4. Lihtsus.....	21
3.3.5. Aeg.....	21
4. Arutelu.....	21
4.1. Töö piirangud, praktilised väärtused ning soovitud edasisteks uuringuteks.....	24
Tänuõnad.....	25
Autorsuse kinnitus.....	25
Kasutatud kirjandus.....	26
Lisa 1. Taustaandmed	
Lisa 2. Uurimisinstrument	
Lisa 3. Töö autori poolt koostatud lisanimekiri	
Lisa 4. Töös välja toodud tarkvara koos kasutussagedustega	
Lisa 5. Õpetajate poolt lisaks mainitud tarkvara	
Lisa 6. Tarkvara kasutuse jaotus vastavalt taustaandmetele	
Lisa 7. Tarkvara valimise põhimõtted	
Lisa 8. Õpetajate poolt märgitud olulisus iga põhjuse juures	
Lisa 9. Kasutuses olevad tehnoloogilised vahendid	
Lisa 10. Tarkvarad varasematest töödest	

Sissejuhatus

Haridusvaldkonna arengukavas aastateks 2021–2035 (2021) on rõhutatud aina kasvavat nõudlust tehnoloogiaga seotud oskuste järgi ja eeldatakse laialdasemat tehnoloogia kasutamist üldhariduskoolides. Digitaalse õppekeskkonna loomine ja kasutamine on vajalik, et valmistada õpilasi ette tulevaseks eluks ja tööturuks (Leppik *et al.*, 2017; Mooij *et al.*, 2014; Põhikooli riiklik ..., 2011). Matemaatikaõppe kavandamisel ja korraldamisel tuleb rakendada informatsiooni- ja kommunikatsioonitehnoloogial (edaspidi IKT) põhinevaid õpikeskkondi, õppematerjale ja -vahendeid, s.h virtuaalset õppekeskkonda, mille jaoks peab kool tagama esitlustehnika ja internetiühendusega arvutite olemasolu (Ainevaldkond „Matemaatika” ..., 2023). Seega tehnoloogia ja digivahendite kasutamine igapäevases õppetöös on oluline.

Nii õpetajate kui ka õpilaste hinnangul on seni digivahendite kasutamine õppetöös pigem juhuslik (Leppik *et al.*, 2017). Siiani on tehnoloogiaga rikastatud õppe püsikasutajaid ja edasise innovatsiooni loojaid õpetajate seas vähe, sest tegemist on ajamahuka ning keerulise ettevõtmisega, mis vajab kolleegide ja juhtkonna tuge (Hillmayr *et al.*, 2020; Leoste, 2021). Regulaarne tehnoloogiapõhine õpe parandab õpilaste õpivõimet (Kurvinen *et al.*, 2020). IKT kasutamise arvatav lihtsus ja kasulikkus mõjutavad otseselt nii õpilaste kui õpetajate nägemust sellest, kui kasulik oleks digivara kasutamine õppes (Luik & Taimalu, 2021). On leitud, et õpilaste digiseadmete kasutus omab mõju erinevatele õpitulemustele, mistõttu on eriliselt oluline, et digivahendite kasutamine oleks mõtestatud (Kurvinen *et al.*, 2020; Pedaste, 2023). Täendusrikas on see, et tarkvara kasutatakse eesmärgipäraselt, mingi kasuteguriga, mitte lihtsalt kasutamise enda pärast.

Suurim väärtus digivahendite kasutamises peitub selles, kui neid kasutada just tegevustes ja ülesannetes, mis on aktiivsed ja interaktiivsed ning muudavad täielikult õppeülesandeid, sisu ja väljundit (Neokleous, 2019). Puentedura loodud SAMR mudel annab raamistiku, mis koosneb asendamisest, täiustamisest, modifitseerimisest ja ümbermõtestamisest. Järgides tegevuste ja õppevara valimisel seda mudelit, saab märkimisväärselt tõsta õpitegevuste efektiivsust ja õpilaste kaasatust (Chi & Wylie, 2014; Puentedura, 2006).

Käesoleva magistritööga luuakse ülevaade digivara, õpitarkvara, digitaalsetest IKT vahenditest, kokkuvõtvalt tarkvarast, mida õpetajad saavad kasutada 1.–6. klassides matemaatikaõpetuse tehnoloogiaga rikastamiseks ning kaardistatakse tarkvara valiku põhimõtteid.

1. Teoreetiline ülevaade

1.1. Tehnoloogiaga rikastatud õpe

Tehnoloogiaga rikastatud õpe (*Technology Enhanced Learning*, edaspidi TRÕ) on termin, mis hõlmab tehnoloogiat ja õppimist, millega koondatakse arvutis, tahvelarvutis ja nutitelefonis õppetöö läbiviimiseks kasutatavad tarkvara, rakendused ja mängud (Kurvinen *et al.*, 2020). Digivahendid on seadmed, veebikeskkonnad, tarkvara ja digitaalne õppevara (õppe-eesmärgil loodud digitaalsed õppematerjalid, näiteks e-õpikud, töölehed, õppevideod, õpimängud jne.) (Leppik *et al.*, 2017). Käesolevas töös käsitletakse tarkvara kui veebis või digitaalsetel andmekandjatel olevaid rakendusi, programme, veebilehekülgi, mobiilirakendusi, kontoritarkvara ja muud rakendustarkvara.

DigiEfekti projekti põhitulemuste kokkuvõttes on rõhutatud, et tundides on peamiselt kasutusel digitehnoloogia, mida õpilane tarbib passiivselt ja väga vähe kasutatakse digivahendeid interaktiivselt, mis viiks õppeprotsessi täiustamise, modifitseerimise või ümbermõtestamiseni (Pedaste, 2023). Tamsalu kooli põhjal tehtud uurimuses selgus, et õpetajad kasutasid kõige rohkem arvutit just matemaatikatundides (Laidre, 2022). DigiEfekti projektis vaadeldud 171-st tunnist 136-s kasutati digitehnoloogiat ja seda enim konstruktiivselt ehk eelteadmiste ja uute teadmiste sidumise läbi, et õppimist kvalitatiivselt tõhustada (Pedaste, 2023). Üha rohkem tuleks tähelepanu pöörata digivahendite interaktiivsele kasutamisele, et edendada õppeprotsessi modifitseerimist või ümbermõtestamist.

1.2. Tehnoloogiaga rikastatud õppe tähtsus matemaatikatundides

Maht, mille ulatuses õpetajad digivahendeid kasutavad, sõltub suuresti õpetaja enesetõhususest ja usust, kuivõrd õpitarkvara lisaväärtust annab (Adov, 2022). Sellegipoolest pole õpetajatel võimalik täielikult välistada IKT vahendite kasutamist õppetöös. Põhikooli riiklikus õppekava õppe- ja kasvatusesmärkide pädevustes on välja toodud õpilastes digi- ning tehnoloogiaalase pädevuse kujundamine (Põhikooli riiklik ..., 2011). Üheks viisideks selle saavutamisel on õpetajate poolt erinevate digivahendite kasutamine tundide läbiviimisel. Füüsilise keskkonna loomisel põhikoolis on oluline meeles pidada eakohase õppevara, sealhulgas IKT vahendite eesmärgipärasest kasutamist, mis aitavad õpilastel edasises elus ja uuenevas keskkonnas toime tulla (Põhikooli riiklik ..., 2011). Ka õpetajad ise on välja toonud digivahendite õppetöös kasutamise aktuaalsust, et valmistada õpilasi ette tulevaseks eluks ja tööturuks (Leppik *et al.*, 2017; Haridusvaldkonna arengukava..., 2021).

Matemaatikatunni õppe kavandamisel ja korraldamisel tuleb rakendada IKT-l põhinevaid õpikeskkondi, õppematerjale ja -vahendeid, sh virtuaalset õppekeskkonda (Ainevaldkond „Matemaatika”..., 2023). Ühelt poolt peab õpilane omandama oskused, et IKT vahendeid rakendada, teisalt peab ta seeläbi omandama teadmisi neid vahendeid kasutades. Matemaatika ainevaldkonna põhikooli riiklikus õppekavas II kooliastme lõpuks saavutatud eeldavate õpitulemuste all on välja toodud, et õpilane peab suutma IKT-vahendite abil illustreerida andmeid, joonestada geomeetrisi kujundeid ning tuua näiteid geomeetrisete kujundite ja sümmeetria kohta kunstist ning arhitektuurist (Ainevaldkond „Matemaatika”..., 2023).

Riiklikul tasemel on Haridus- ja Noorteamet (edaspidi Harno) eestvedamisel loodud E-koolikott ning E-kogud digivahenditega, mida õpetajad saavad kasutada tunni läbiviimiseks (Haridus- ja Noorteamet, *s.a.*). OECD (2015) raportis on rõhutatud, et õpetaja peaks olema ka tehnoloogilise innovatsiooni looja, mida toetab E-koolikoti platvorm, kus õpetajad saavad selliseid materjale omavahel jagada. Õpetajad peaksid rakendama digitaalset pedagoogikat, mis tähendab teadlikku tehnoloogia kasutamist õpilaste ainealaste teadmiste ja oskuste parandamist ning digitaalset kirjaoskust (Mäeots *et al.*, 2022). Kutsestandardis on õpetaja töö osana välja toodud digitehnoloogia mõtestatud kasutamine läbi materjalide loomise, sisekoolituste korraldamise, kolleegide aitamise ning nõustamise digivahendite leidmise, kasutusse võtmise ja turvalise kasutamise ning digivahenditega õppetöö tõhustamisel (Kutsestandard. Õpetaja..., 2020).

Kurvinen jt (2020) poolt läbi viidud uurimuse tulemustest selgub, et regulaarselt tehnoloogiaga rikastatud õpe parandab õpilaste õpivõimet. Digivahendite kasutamisel on suurim positiivne mõju õpitulemustele, kui nende kasutamise eesmärk on kvalitatiivne tõhustamine ja täiustamine selleks, et õpitust sisuliselt paremat arusaama saavutada (Pedaste, 2023). Ka teistes uurimustes on jõutud järeldusele, et digivahendite kasutamisel õppetöös on pigem positiivne mõju nii õpitulemustele- kui ka õpimotivatsioonile (Haridus- ja Noorteamet, *s.a.*; Hillmayr *et al.*, 2020; Leppik *et al.*, 2017; Mäeots *et al.*, 2022). OECD (2015) raportist saab välja tuua, et IKT-l on õppimisele positiivne mõju siis, kui õpetaja kasutab seda õpilase-keskselt.

IKT kasutamine õppetöös aitab luua parimat õppekeskkonda erinevat tüüpi õpetajatele ja õpilastele (Mooij *et al.*, 2014). Õppetegevuste raames peab õpetaja suutma õpet läbi digitehnoloogia kasutamise õpilase jaoks personaliseerida, suunata õpilasi kasutama digitehnoloogiat erinevatel eesmärkidel ja õppevormides ning rakendada digitehnoloogiaid tagasidestamiseks ja hindamiseks (Kutsestandard. Õpetaja..., 2020). IKT kasutamine lisab

õppetundi paindlikkust, mis parandab nii individuaalseid kui ka organisatsioonilist tasemel tulemusi (Mooij *et al.*, 2014). 2019. aasta TALIS raportist selgus, et vaid 29,7% õpetajatest tunnevad, et on hea ettevalmistusega IKT kasutamiseks õpetamisel (Taimalu *et al.*, 2019).

Kuigi teatud tegevused, näiteks sisu loomine ja info otsimine, jäävad matemaatika tundides tagaplaanile, siis võrreldes teiste ainetega on matemaatikaõpetajad kõige rohkem toonud välja IKT lõimimist aine õpetamises (Leppik *et al.*, 2017). Matemaatikatundides mõjutab rohkem positiivselt dünaamilise matemaatika tarkvara ja keerukamate õppevahendite kasutamine kui drillimisel põhinev tarkvara (Hillmayr *et al.*, 2020). Õpetajad peavad matemaatikatundideks ettevalmistamisel hoolega valima, millist tarkvara ning mis eesmärgil valida, et sellel oleks positiivne mõju õpilaste õpitulemustele.

1.3. Tehnoloogiaga rikastatud õppevahendite kasutamise valikud

Õpilase arengut matemaatikateadmistes mõjutab lisaks individuaalsetele teguritele ka õpetaja hoiakud (võimekususkumused ja tulemusootused), mis on määrav just algklassides, sest seal loodud teadmised määravad õpilase edasise edu matemaatikaga seotud õppeainetes (Adov, 2022; Jõgi *et al.*, 2014). Sellest tulenevalt peaks õpetaja valima õppemeetodid ja -vahendid, mis soodustavad võimalikult efektiivset teadmiste omandamist ja õpimotivatsiooni individuaalsel tasemel. Kuigi õpetajad lasevad õpilastel digivahendeid kasutada üha enam, ei asenda tehnoloogia ei õppimist ega õpetamist, vaid peab olema selle toetamiseks. Väidet toetab TALISe raport, kus selgus, et aastast 2013 aastani 2018 kasvas kasutus 16,4% (Taimalu *et al.*, 2019). Kuigi pole uuritud põhikooli I ja II kooliastme õpetajate õppevara otsustusõigust (Taimalu *et al.*, 2020b), siis põhinedes TALIS 2018 tulemustele, kus uuriti III kooliastme õpetajaid ja leiti, et otsustusvõime õpetamismeetodite valiku on kõrge (Taimalu *et al.*, 2020a), on põhjust arvata, et ka I ja II kooliastmes on klassiõpetajatel võimalus neid otsuseid ise teha.

Tarkvara kasutamise eelisteks on õpimotivatsiooni suurenemine (Kukk, 2015; Sahin & Ozenc, 2021), õpetaja töö korraldamise lihtsustumine ning õpilaste vaheliste erinevuste vähendamine (Sahin & Ozenc, 2021). OECD (2015) raportist on välja toodud tehnoloogia kasutamise vajalikkust ning sellega seonduvate oskuste õpetamist, kuid kitsaskohana leiti, et õpilaste, kes veedavad tehnoloogiat kasutades liiga palju aega, õpitulemused on hoopis kehvemad. DigiEfekti projekti uurimusest leiti, et suur üleüldine digitehnoloogia kasutamine mõjus positiivselt vaid matemaatikapädevusele, õpilaste suurem päevane reeglitepärane arvuti kasutamine oli positiivse mõjuga ning üldine nutitelefoni või tahvelarvuti kasutamine

olid negatiivse efektiga (Pedaste *et al.*, 2023). Seega tuleb tarkvara kasutada tunnis ja kodutöödeks väga läbimõeldult, et see poleks liiga mahukas ega sisutu.

Varasemates uurimustes on välja toodud, et tarkvaraga läbi viidud tegevused tõmbasid rohkem õpilaste tähelepanu, mistõttu olid õpilased rohkem aktiivselt kaasatud (Sahin & Ozenc, 2021). Õpilaste jaoks peaks tehnoloogia kasutama täitma kaht eesmärki: olema kaasavaks ja interaktiivseks alternatiiviks traditsioonilisele õppele ning mitmekesistama õppesüsteemi (Neokleous, 2019). Tarkvara kasutamine tõstab õpilaste digioskuseid ja elavdab nii õpetamist kui ka õppeprotsessi (Haridus- ja Noorteamet, *s.a.*). Tarkvara aitab õpetajat õpilase kaasamiseks õppetegevusse ning lisab tundi mitmekesisust ja atraktiivsust.

TALIS uuringust selgus, et Eesti koolides on digitehnoloogiaga varustatus pigem hea ning direktorid ei näe sellekohaseid puudusi õpet takistavate teguritena (Taimalu *et al.*, 2020a). Eesti koolide digitaristu on heal tasemel ning toetab digilahenduste ja digipädevuste taseme kasvu, kuid siiani ei kasutata maksimaalselt digilahenduste potentsiaali (Haridusvaldkonna arengukava..., 2021). Ka Haridusvaldkonna arengukavas 2021–2035 (2021) on välja toodud, et puudub süsteemsus õppevara loomisel ja rakendamisel ning organisatsioonide juhtkonna valmisolek haridusuuendusteks on ebaühtlane. 2020. aasta uurimuses on välja toodud, et vaid 14,9% III kooliaastme matemaatikaõpetajates saavad ise täielikult ning 76,6% mingil määral õppevara valiku üle otsustada (Taimalu *et al.*, 2020b). Riistvara on koolides valdavalt olemas, aga tarkvara valivad õpetajad suuremal või vähemal määral ise.

Nii õpetajatel kui ka õpilastel on pigem positiivne hoiak digivahendite kasutamise suhtes, sest näevad selles kasu õpitulemuste, -oskuste ja teemast aru saamiseks (Leoste, 2021; Leppik *et al.*, 2017). Õpetajate osakaal, kes tunnevad, et saavad digitehnoloogia abil toetada õpilaste õpet, on veel madal (53,1%) (Taimalu *et al.*, 2019). Õpetajad kinnitavad, et kasutavad erinevat digiõppevara õpilaste digipädevuse ning õpimotivatsiooni tõstmiseks ja ainetunni huvitavamaks muutmiseks (Laidre, 2022). Õpetajatel on motivatsioon õppetöös tarkvara kasutamiseks olemas, kuid vastavad oskused on madalad. Puudub näiteid selle kohta, et Eestis laialdaselt ja tõendus põhised haridusinnovatsiooni oleks ja uuendused tuginevad vaid õpetajate enda innul, kuid organisatoorsest süsteemsust pole (Leoste *et al.*, 2020). Digitaalsete õppevahendite valiku tegemiseks peab olema paigas konkreetne eesmärk, miks seda kasutada ning see peaks suutma tõsta õpilaste õpimotivatsiooni (Neokleous, 2019).

Kuna õppetegevuse uuendustegevus nõuab õpetajatelt palju aega ja on raskesti paigutatav igapäevaste kohustuste vahele, siis toetatakse peamiselt kolleegidele ja juhtkonnale (Leoste, 2021). Õpetajate algses väljaõppes on puudunud IKT-alased koolitused

ja hoolimata täiendõppest võtab ümber harjumine aega (Taimalu *et al.*, 2019). Õpetajate omavaheline tugi ja koostöö soosib tehnoloogiaga toetatud innovatsiooni õppetöös (Leoste, 2021). Siiski on töö autori arvates arenguruumi õpetajate hoiakutes IKT suhtes.

Kuigi vanemate õpetajate motivatsioon veebipõhiste õpikeskkondade kasutamiseks on kõrge, siis tunnevad nad end oma teadmiste ja oskuste juures siiski pigem ebakindlalt (Uusimaa, 2022). Samas on leitud, et Eesti õpetajad, eriti võrdlemisi suure osakaaluga staažikamad õpetajad, hindavad oma kolleegide avatust haridusuuendustele kõrgelt (Taimalu *et al.*, 2020a). Kui kolleegidelt oodatakse rohkem emotsionaalset tuge ning tegevuse olulisuse mõistmist, siis juhtkonnalt oodatakse pigem materiaalselt tuge lisaks kulunud aja tasustamise näol (Leoste, 2021). Õpetaja kutsestandardis on välja toodud õpetaja tegevusnäitajana, et ta suudab analüüsida organisatsiooni digitaristut ning selle täiustamise ja kasutamise kohta tagasisidet anda (Kutsestandard. Õpetaja..., 2020). Õpetaja ja juhtkonna dialoog õppevahendite võimaluste, olemasolu ning kasutuse kohta on kriitiline.

1.4. Tarkvara mõtestatud kasutamine SAMR mudeli alusel

Õpetajad on huvitatud haridusuuendusest juhul, kui nad näevad, kuidas seeläbi uusi pedagoogilisi tulemusi saavutada (Leoste *et al.*, 2020). Varasemates uurimustöodes on kasutatud erinevaid raamistikke kasutusel oleva tarkvara kaardistamiseks (Leoste *et al.*, 2020; Paas, 2021). Käesolevas töös on kasutatud Puentedura (2006) SAMR mudelit, mida esimest korda kasutati Eesti koolides õppe uurimiseks 2022. aastal (Laidre, 2022; Raave *et al.*, 2022). SAMR mudel sarnaneb ICAP (lühend *interactive, constructive, active, passive*) mudelile, mis jaotab õpilase kognitiivse kaasatuse tegevused neljaks: interaktiivne, konstruktiivne, aktiivne ja passiivne (Chi & Wylie, 2014). Nii ICAP kui ka SAMR mudeli puhul on passiivsetest tegevustest interaktiivseteni märgatav kasv õppetegevuste efektiivsusel ja õpilaste kaasatusel, sest kognitiivsel tasemel on erinevus teadmiste omandamisest liikumine teadmiste kasutamiseni (Chi & Wylie, 2014; Puentedura, 2006). Töö autor näeb SAMR mudeli tugevust selles, et see annab õpetajatele konkreetseid õpieesmärgid ja -tegevused, mida tehnoloogiat kasutades saavutada.

Käesolevas töös kasutusel olev Puentedura (2006) loodud SAMR raamistik jaguneb digitehnoloogia kasutamise viisidelt järgnevalt:

1) asendamine (*Substitution*) – õppematerjali asendamine digitehnoloogiaga. Õppematerjali sisu ei muutu, ainult selle edastamise vahend. Näiteks paberõpiku asemel digiõpik või paberil testi asemel küsimustik digidokumendis;

- 2) täiustamine (*Augmentation*) – tarkvara või muu meedia kasutamine lisaks õppematerjalidele. Õpilase produktiivsus suureneb või on täiustatud. Näiteks lugemise asemel video vaatamine;
- 3) modifitseerimine (*Modification*) – tarkvara lisab dünaamilisust ja interaktiivsust. Tunni ülesehitus ja väljund on täiesti erinevad võrreldes mitte digitaalsete vahendite kasutamisega. Näiteks pilveplatvormil koostöö õpilaste vahel;
- 4) ümbermõtestamine (*Redefinition*) – tegevused, mida ei saaks ilma tehnoloogiata teha. Keskmes on tarkvara ja interneti kasutamine. Näiteks suhtlemine õpilastega teises riigis või blogi pidamine.

Teadlikum lähenemine IKT kasutamisele õppetöös on aktuaalne, sest OECD (2015) raportis on välja toodud, et IKT-l on väike või kohati isegi negatiivne mõju õpitulemustele. Õpetajad pole veel kindlad, kuidas IKT-d kasutada ning liialt rakendati arvuteid lihtsalt asenduseks, mitte täiustatud ülesannete läbiviimiseks (OECD, 2015). Digitehnoloogiat peaks kasutama interaktiivseid ja konstruktiivseid ülesandeid lahendades, mitte ainult muude vahendite asendamiseks (Pedaste *et al.*, 2023). See toetab SAMR mudeli kasutamist, sest annab konkreetsema ülevaate, millised tegevused tarkvara kasutades on suurema kasuteguriga ning annab õpetajale sihi tarkvara kasutamiseks.

1.5. Töö uurimisprobleem, eesmärk ja uurimisküsimused

Varasemates uurimustes on välja toodud, et õpetajad kasutavad digivahendeid enamasti asendamiseks ja täiustamiseks (Pedaste *et al.*, 2023). Töö autor näeb, et arenguruumi on selles, et kasutada digivahendeid rohkem ka modifitseerimiseks ja ümbersõnastamiseks. Tänu SAMR mudeli (Puentedura, 2006) tutvustamisele ja kasutamisele annab käesolev uurimistöö õpetajatele suunise, millist tarkvara nende eesmärkide täitmiseks kasutada. Lisaks saavad õpetajad kasutatava nimekirja tarkvarast, mida edaspidi teatud õppetegevusega siduda.

Õpetajad vajavad uute tehnoloogiate kasutusele võtmisel tuge, sest nad pole kindlad, kuidas mõtestatult seda ainetundi siduda või mis on IKT kasutamise eesmärk (Leoste *et al.*, 2020; Raave *et al.*, 2022). Seepärast on magistritöö eesmärk koostada õpetajatele struktureeritud ülevaade tarkvarast, mida 1.–6. klassides matemaatikaõpetuse tehnoloogiaga rikastamiseks kasutada ning kaardistada tarkvara valiku põhimõtted.

Lähtuvalt töö eesmärgist on püstitatud kolm uurimisküsimust:

1. Mis tarkvara kasutavad I ja II kooliastme õpetajad matemaatikaõppes?
2. Mille jaoks kasutavad I ja II kooliastme õpetajad matemaatikaõppes tarkvara?
3. Mille järgi I ja II kooliastme õpetajad tarkvara valikuid teevad?

2. Metoodika

Lähtuvalt töö eesmärgist ja püstitatud uurimisküsimustest, valiti töö uurimismeetodiks kvalitatiiv-kvantitatiivne uurimus ehk *mixed*-meetod (Creswell, 2009). Andmete kogumine toimus veebi vahendusel ankeetküsitlusega, mis sisaldas valikvastustega ja avatud küsimusi. Vastuseid koguti anonüümselt, mistõttu ei ole võimalik vastuste põhjal ühtegi isikut tuvastada. Küsimustikuga kogutud vastused on salvestatud töö autori Google Drive-i, kust need kustutatakse pärast kaitsmist, kuid mitte hiljem kui 3 kuu pärast. Valikvastustega küsimuste vastuseid analüüsiti kvantitatiivselt ning avatud küsimuste vastuseid analüüsiti kvalitatiivselt. Töö autori arvates andis kasutatud lähenemine parima võimaluse püstitatud uurimisküsimustele vastuseid saada ja järeldusi teha. Küsitlus saadeti klassiõpetajatele ja matemaatikaõpetajatele üle Eesti eesmärgiga saada vähemalt 100 õpetaja vastused.

2.1 Valim

Valimi moodustamisel lähtus töö autor sellest, et küsitlus jõuaks nii klassiõpetajate kui ka matemaatika aineõpetajateni, kes annavad matemaatikatunde 1.–6. klassides üle Eesti. Kasutati lumepalli- ja mugavusvalimit (Õunapuu, 2014) – küsitlus saadeti Eesti koolides töötavatele õpetajatele erinevaid kanaleid kaudu. Ankeet saadeti otse õpetajatele töö autori kodukoha koolides, klassiõpetajatele liidu listi kaudu, töö autori tutvusringkonnas olevate inimeste kaudu nende laste koolidesse ning töö autori õpetajatena tegutsevate kursusekaaslaste koolidesse. Vastama oli oodatud igas vanuses ja tööstaažiga õpetajad. Kokku vastas 110 õpetajat, neist 109 (99,1%) olid naised ja 1 (0,9%) mees. Meessoost vastajate piisava valimi puudumise tõttu ei ole võimalik sooliste erinevuste kohta järeldusi teha.

Küsitluse täitnud õpetajatel paluti vastata oma taustandmete kohta. Infot selle kohta, mis klassides nad õpetavad, leiab esimesest tabelist (vt tabel 1). Vastanud õpetajatest 103 andsid matemaatikatunde ainult 1. ja 2. kooliastmes ning 9 õpetajat andsid tunde lisaks ka 3. kooliastmes. Enim vastanud õpetajaid olid 50–59 aastased ($N = 20$) ja mitte keegi vastanutest ei olnud üle 70-aastane (vt lisa 1). Vastanutest üle poolte ($N = 56$) märkisid oma tööstaažiks üle 21 aasta (vt tabel 2). Tööstaaži põhjal saab võrrelda, kas on erinevusi tarkvara kasutuses, sest IKT-alased koolitused on olnud osa õpetajate algsest väljaõppest vähe aega ja kasutus sõltub rohkem täiendkoolitustest. Kooli asukoha täpsustamise jaoks oli õpetajatel kolm valikut: Tallinn, Tartu või Narva; muu linn ja väike asula. Neist enim ($N = 41$) õpetajaid

märkisid, et töötavad “muus linnas”, kuid võib teha üldistuse, et vastanud õpetajad jagunesid üpris võrdselt 30,9–37,3% erinevate asukohtade vahel (vt lisa 1).

Tabel 1. Õpetajate jaotus tulenevalt õpetatavatest klassidest.

Klass	N	%
1	44	40,0
2	54	49,1
3	56	50,9
4	40	36,4
5	21	19,1
6	23	20,9
7+	9	8,2

Märkused. N – antud klassis matemaatikatundi andvate õpetajate arv; % – protsent, mitu õpetajat valisid vastuseks igat klassi. Kuna õpetaja sai märkida mitu klassi, ei ole vastajate arv ega protsent summarselt 110 ega 100%.

Tabel 2. Valimi jaotus tööstaaži järgi.

Tööstaaž	N	%
1–5 aastat	22	20,0
6–10 aastat	14	12,7
11–15 aastat	9	8,2
16–20 aastat	9	8,2
21+ aastat	56	50,9
Kokku	110	100

Märkused. N – vastajate arv; % – protsent vastajatest

2.2. Mõõtevahend

Uurimistöö käigus koguti 1.–6. klassi õpetajate käest infot selle kohta, millist tarkvara nad matemaatika õpetamisel kasutavad ning kuidas valikuid teevad. Kuna uurimuses on tegemist suuremahulise andmete kogumisega, peab töö autor ankeetküsimustiku kõige sobivamaks meetodiks. Uurimisinstrument on esitatud lisa 2. Ankeedi esimene osa keskendus õpetaja taustandmetele ning töövahenditele. Taustandmetest on kogutud õpetaja vanusevahemik, õpetatavad klassid, tööstaaž ning nimekiri IKT vahenditest, mida neil võimalik kasutada.

Teises osas tuli õpetajatel märkida, millist tarkvara nad etteantud nimekirjast kasutavad ning mis eesmärgil. Tarkvara nimekirja sai valitud tuntud kontoritarkvara, populaarne matemaatikatarkvara, ja muu tarkvara. Tarkvara kasutamise eesmärgid jagunevad kahte suuremasse kategooriasse: tunni ettevalmistamine ja tunni läbiviimine. Lisaks on veel järgnevad valikuid: õppematerjalide jagamine, tagasiside andmine ning kodutööde tegemine.

Tunni läbiviimisega seotud küsimustes keskenduti SAMR raamistikule digitehnoloogia kasutamise viiside kohta, mis jaguneb järgnevalt: asendamine, täiustamine, modifitseerimine ja ümbermõtestamine (Puentedura, 2006).

Teadlikum lähenemine IKT kasutamisele õppetöös on tähtis, sest liialt kasutavad õpetajad digivahendeid lihtsalt asenduseks, mitte täiustatud ülesannete läbiviimiseks (OECD, 2015; Pedaste *et al.*, 2023). Käesolevas töös on kasutatud SAMR mudelit (Puentedura, 2006) ning uuritud just konkreetse tarkvara kasutamist, mitte IKT-d üldiselt. SAMR mudel annab raamistiku, mis toob tähelepanu sellele, millise eesmärgiga tarkvara kasutatakse, ning aitab edaspidi pöörata suuremat tähelepanu sellele, et tarkvara kasutegur õppetöös oleks suurem.

Iga välja toodud tarkvara juures sai vastaja valida, kas ta ei kasuta seda üldse või kasutab mistahes mitmel järgneval juhul:

- a) tarkvara tunni ettevalmistamiseks;
- b) asendamine (õppematerjali asendamine digitehnoloogiaga);
- c) täiustamine (tarkvara kasutamine lisaks õppematerjalidele);
- d) modifitseerimine (tarkvara lisab dünaamilisust ja interaktiivsust);
- e) ümbermõtestamine (tegevused, mida ei saaks ilma tehnoloogiata teha);
- f) õppematerjalide jagamine;
- g) tagasiside andmine;
- h) kodutööde tegemine.

Lisaks oli õpetajal võimalik valida vastus “muu”, mille valiku korral paluti neil täpsustada, mis eesmärgil veel kasutavad.

Kolmandas osas küsiti veel lisaks tunni ettevalmistamiseks kasutatava tarkvara kohta. Selles osas said õpetajad vabas vormis tuua välja tarkvara loetelu ja kasutamise eesmärgid. Neljandas osas küsiti vabas vormis juurde tunni läbiviimiseks kasutatava tarkvara kohta. Viiendas osas said õpetajad tuua näiteid üleüldiselt muust kasutusel olevast tarkvarast.

Kuuendas osas said õpetajad märkida, kui suure kaaluga on erinevad põhjendused tarkvara valikul. Tarkvara valiku põhjenduse variandid tuletas töö autor enda tööalasest kogemusest tarkvara halduse juhina. Vastajad said 5-pallisel Likerti skaalal märkida, kuivõrd suure kaaluga on nende jaoks iga valiku tegemise põhjendus. Skaalal märkis “1”, et põhjendus pole mitte üldse oluline valikul ja “5” märkis, et on väga oluline valikul. Seitsmendasse osasse said õpetajad juurde kirjutada vabas vormis, mille järgi nad tarkvara valikuid teevad. Kaheksas osa oli vabas vormis kommentaaride ja täpsustuste jaoks juhul, kui õpetajad soovisid lisada kirjeldusi kasutatava tarkvara ja nende valikute kohta.

2.3. Andmekogumine

Andmete kogumine toimus Google Forms-i kasutades anonüümse ankeetküsitlusega, kus oli valikvastustega ja avatud küsimusi. Ankeedi alguses oli kirjeldus, milles selgitati, milleks andmeid kasutatakse ning täpsustus selle kohta, et andmed on anonüümsed. Küsimustikule vastamine oli vabatahtlik. Kuna kõik vastanud olid täiskasvanud, siis ei olnud andmete kogumiseks lisaluba vaja.

Instrumendi valiidsuse suurendamiseks viidi autori erineva taustaga inimestest koosnevas tutvusringkonnas läbi juhuvalimi alusel pilootuuring töö, millele vastas viis inimest. Eesmärk oli testida küsitlusele kuluvat aega, märgata sisse jäänud kirja- ja muid vigu ning saada tagasisidet küsimustiku ülesehituse kohta. Pilootuuringu tulemusel sai eemaldatud topelt küsimusi, tehtud parandusi sõnastuses ning vormistuses. Piloot- ja põhiuuringu vahel korregeeris töö autor küsitlust nii, et seda oleks võimalikult mugav täita. Pilootuuringuga kogutud tulemusi lõpptulemustes ei kajastata.

Suurim muutus oli ettevalmistatud tarkvara loetus ning nendega seotud küsimuste vormistuses. Tarkvara arv vähenes 100-lt 30 peale (välja jäänud tarkvara nimekiri on lisas 3). Korregeeritud sai alajaotuste kujundus ning välja jäid dubleerivad lahtised küsimused. Töö autor lihtsustas SAMR mudeli definitsioone ja lisas nendega seotud näiteid.

Pärast pilootuuringu läbiviimist lisas töö autor ankeeti rohkem küsimusi taustandmete kohta – näiteks sugu ja asukoht. Pärast ankeedi väljasaatmist muudeti vähesest vastamisaktiivsusest tulenevalt ankeedi pealkirja ja ankeedi kirjelduses valimi kirjeldust – klassiõpetajast üldisemalt õpetajale, kes õpetab 1.–6. klassides matemaatikat.

Põhiuuring viidi läbi november 2023 – veebruar 2024. Uurimuse osalejateni jõudis küsimustik erinevate allikate kaudu. Küsitlusele vastamise palve said autori kursusekaaslastest gruppide liikmed, kes seda omakorda koolides, kus nad töötavad, edasi saatsid. Küsimustik saadeti palvega edasi saata klassiõpetajate liidu üldmeilile. Lisaks otsis töö autor viimastel aastatel kõrgeid matemaatika eksami tulemusi saavutanud õppeasutuste nimekirjadest koole, kus töötavatele õpetajatele küsimustik e-kirjaga saata. Laiapõhjalise valimi saavutamiseks saatis töö autor küsimustiku edasi veel erinevate koolide õpetajatele üle Eesti (suurematesse, väiksematesse, maakoolidesse ja linnakoolidesse erinevates maakondades). Töö autor saatis isiklikult kirja üle 360 õpetajale. Õpetajatele saadeti kirju kolmes jaos ning esimeses kahes jaos saanud õpetajad said ka meeldetuletuskirja.

2.4. Andmeanalüüs

Andmeanalüüs toimus Google Spreadsheet arvutustabelis, kuhu andmed eksporditi otse küsimustikust. Kõigile uurimisküsimustele leiti vastused tuginedes õpetajate vastustele ning tulemuste analüüsis tehtud tõlgendustele. Ankeedi esimeses osas kogutud taustandmeid kasutati selleks, et võrrelda, mis tarkvara kasutatakse kõige enam lähtuvalt kooliastmest, õpetaja vanusest ja tööstaažist. Õpetajate poolt märgitud kasutusel olevat IKT-d sai võrrelda ja seostada vastustega, mida õpetajad andsid ankeedi kuuendas osas selle kohta, mida nad hindasid kõrgelt tarkvara valikul.

Ankeedi teises osas küsiti õpetajatelt konkreetse tarkvara kasutuse kohta. Andmeanalüüsi lihtsustamiseks asendati “kasutan” 1-ga ning “ei kasuta” 0-ga. Tänu sellele oli võimalik leida tarkvara kasutamise protsenti kõigi vastanud õpetajate seast. Täpsema kasutuseesmärgi kohta käivad vastused sai ümberkodeeritud, et neid oleks lihtsam visualiseerida ja analüüsida. Seejärel leiti iga tarkvara kohta, kui palju mingitel eesmärkidel õpetajad märkisid seda kasutavat. Ankeedi kuuendas osas küsiti õpetajatelt, kui suure kaaluga on erinevad faktorid tarkvara valikul. Kuna vastused järgisid viiepallilist skaalat, oli andmete põhjal võimalik arvutada keskmine.

Kolmandas kuni viiendas ankeedi osas said õpetajad vabas vormis juurde kirjutada, mis tarkvara nad veel kasutavad ning mis eesmärgil. Nende küsimustele vastuseid jätsid osad õpetajad ka ankeedi kaheksandas osas olevasse kommentaaride lahtrisse. Töö autor koostas tabeli kolmanda kuni viienda ja kaheksanda ankeedi osa vastustes kirjutatud tarkvarast ning nende kasutamiseesmärkidest, et koostada statistiline ülevaade õpetajate poolt lisaks mainitud tarkvara kohta. Kolmandas kuni viiendas, kaheksandas ning ka seitsmendas osas olevatele vabas vormis kirjutatud vastustes mainitud tarkvara kasutuse eesmärkide analüüsimiseks kasutas töö autor juhtumiülest analüüsi, mille käigus kategoriseeriti tarkvara valiku põhjendused. Neid põhjendusi kasutati täpsustamiseks ja illustreerimiseks õpetajate tarkvaravalikute juures.

Ühegi õpetaja vastuseid täielikult andmeanalüüsist välja ei jäetud. Tulemuste analüüsist eemaldati korrektsemate tulemuste saavutamiseks tarkvara, mille kasutamist õpetajad mainisid vabas vormis vastustest, kuid mis olid juba eelnevalt ankeedi teises osas olemas. Samuti jäeti välja vastustes riistvara ja muud õppevahendid, mis ei ole tarkvara, näiteks robotika-vahendid Bee-Bot ja Sphero Bolt ning x-breik. Lisaks mainis viis õpetajat, et kasutavad täiustamiseks videosid, kuid ei toonud välja, mis tarkvara selleks kasutavad, seega jäid need vastused analüüsist välja. Mitmel korral mainiti ka Allar Veelmaa materjale,

kuid tegemist pole konkreetse tarkvara vaid tema loodud materjalidega ning seetõttu jäid need vastused edasisest andmetöötlusest välja.

3. Tulemused

3.1. Matemaatika õpetamiseks kasutatav tarkvara

Õpetajatel oli küsimustikus võimalik valida 30 tarkvara puhul, kas ja mis eesmärgil nad seda kasutavad. Microsoft Office, Open Office, Apple tarkvara ning Google tarkvara olid grupeeritud, et õpetajatel oleks lihtsam nendes orienteeruda ning ei oleks üleliigseid küsimusi. Kuna peamiselt toodi Microsoft Office ja Open office puhul välja, et neist kasutatakse enim pigem tekstitöötlus- ning esitlustarkvara (Microsoft Office/Open office puhul vastavalt 69,1% ja 60% vastanud õpetajatest), siis edaspidi on kasutusel lühend TET. Nagu näha tabelis 3, siis enim märkisid õpetajad, et kasutavad TET (75,5%), YouTube (70%), Kahoot! (69,1%), Opiq (67,3%), Google tooteid (60,9%), ning 99math (51,8%). Ülejäänud 24 tarkvara puhul märkisid alla 50% õpetajatest seda kasutavat (vt lisa 4). Kuna Google üksikute toodete kasutust ei märgitud kõrgelt, enim Google Drive ja Google Docs (mõlemat 37,3%), siis neid eraldi statistikana välja ei tooda.

Tabel 3. Protsentuaalselt enim kasutatav tarkvara koos kasutuseesmärgiga.

Kasutuseesmärk	TET	YouTube	Opiq	Kahoot!	Google tooted
Kasutavad üleüldiselt	75,5	70,0	67,3	69,1	60,9
Ettevalmistamine	60,0		52,7		50,0
Täiustamine	64,0	60,9	58,2	50,9	

Märkused. Tabelist on välja jäetud tarkvara, mille kasutus on alla 50% iga eesmärgi puhul. Samal põhjusel jäid tabelist välja ka kasutamise eesmärgid: asendamine, modifitseerimine, ümbermõtestamine, õppematerjalide jagamine, tagasiside andmine ja kodutööde tegemine. Kogu tarkvara loetelu koos kasutuseesmärkidega on lisa 4.

Lisaks ette antud tarkvarale, said õpetajad ankeedis juurde märkida, millist tarkvara nad veel kasutavad (Tabel 4). Enim tõid õpetajad välja Stuudiumi (52,7%) ning eKooli (35,5%). Uurimuse tulemustest selgus, et õpetajate seas on veel populaarsed lehed LearningApps.org ja LiveWorksheets, mille kasutust mainisid õpetajatest vastavalt 27,3% ja 25,5%. Kogu nimekiri tarkvarast, mida õpetajad lisaks mainisid on välja toodud lisa 5.

Tabel 4. Enim õpetajate poolt mainitud tarkvara.

Tarkvara	N	%
Studium	58	52,7
eKool	39	35,5
LearningApps.org	30	27,3
LiveWorksheets	28	25,5
TaskuTark	22	20,0
Desmos	18	16,4
GeoGebra	18	16,4
ThatQuiz	10	9,1

Märkused. N – mainimise kordade arv. % – mainimise protsent. Tabelis on tarkvara, mida mainiti vähemalt 10 korda. Välja jäetud tarkvara, mida õpetajad vabas vormis küsimustes mainisid, kuid mis olid juba eraldi küsimustena ankeedi teises osas.

3.2. Tarkvara kasutamise eesmärgid matemaatika õpetamiseks

Üleüldiselt kasutati keskmiselt kõige enam valikus olnud tarkvarast täiustamiseks (14,8%, vt tabel 5). Sellele järgnesid modifitseerimine (10,9%) ja asendamine (9,4%). SAMR mudeli neljandat osa, ümbermõtestamise jaoks kasutati antud tarkvarast kõige vähem (5,1%).

Tabel 5. Tarkvara kasutamise eesmärk.

Tarkvara	A%	B%
Kasutavad üldse	21,3	16,7
Täiustamine	14,8	12,4
Modifitseerimine	10,9	9,0
Asendamine	9,4	8,0
Ettevalmistamine	8,8	2,8
Tagasiside andmine	6,7	4,7
Õppematerjalide jagamine	6,4	2,7
Kodutööde tegemine	6,2	5,5
Ümbermõtestamine	5,1	3,6

Märkused. A% – näitab, kui suur osa õpetajatest on välja toodud tarkvara puhul sinna vastavat kasutuseesmärki maininud. B% – näitab, kui suur osa õpetajatest on välja toonud vastavaid kasutuseesmärke just matemaatikatarkvarade puhul.

Ettevalmistamiseks kasutas kõige enam (60%) õpetajatest TET; enim välja toodud olid Word/Text document (50%) ja PowerPoint/Presentation (45,5%). Sellele järgnesid Opiq (52,7%) ja Google tooted (50%). Õpetajate poolt sai nimetatud enim kordi (11) LearningApps.org, millele järgnes TaskuTark (8 korda). Detailselt tarkvara kasutussagedus on välja toodud lisades 4 ja 5.

Asendamiseks kasutati välja toodud tarkvarast väheseid. Ükski neist ei ületanud 50% lävendit, kõige enam mainiti YouTube (35,5%). Siin tõid ise õpetajad lisana välja TaskuTark (6 korda) ning liveworksheets.com (6 korda). Täiustamiseks kasutati taaskord enim YouTube (60,9%). Sellele järgnesid TET (59,1%, millest PowerPoint/Presentation 45% ja Word/Text Document 43%), Opiq (58,2%) ning Kahoot! (50,9%). Ka siin mainisid õpetajad Taskutarka (6 korda) ning LearningApps.org-i (6 korda). Modifitseerimiseks kasutati pigem vähem tarkvara. Enim toodi välja Kahoot! (48,2%) ning Opiq (44,5%). Õpetajate poolt lisatud tarkvarast saab välja tuua LearningApps.org (mainiti 4 korda) ning GeoGebra (4 korda). Ümbermõtestamiseks ei kasutatud ühtegi tarkvara rohkem kui 23,6% vastanud õpetajate poolt (Kahoot!). Siin tõid õpetajad veel välja blogide pidamist (4 korda).

Õppematerjalide jagamiseks oli kasutusel märkimisväärselt vaid Google tarkvara (40,9%) ja TET (39,1%). Vähe märkisid õpetajad kasutatavat tarkvara tagasiside andmiseks, kõige enam märgiti Kahoot! (41,8%). Kohene tagasiside oli põhjus, mida mõned õpetajad mainisid digivahendite kasutamise eelisena. Kodutööde tegemise jaoks ei toodud ühtegi tarkvara välja rohkem kui 26,4% (TET) õpetajate poolt. Siin oli esimest korda populaarsuselt kõrgel 99math, mida kasutab 25,5% õpetajatest. Nii õppematerjalide jagamise, tagasiside andmise kui ka kodutööde tegemise juures tõid õpetajad enim välja Stuudiumit (vastavalt 22, 21 ja 13 korda) ja eKooli (6, 18 ja 12 korda).

Eranditult matemaatikaõppeks loodud tarkvarast tõid õpetajad välja järgnevaid: Fun4theBrain, GeoGebra (enim mainiti ettevalmistamiseks kasutamiseks), Math-Aids.Com, MathIsFun, mathplayground.com, Multiplication Table ja Photomath rakendused ning Timestables.com (Lisa 5). Kõige rohkem kasutatakse ainult matemaatika õpetamiseks mõeldud tarkvara täiustamiseks (Lisas 3 tärniga märgitud tarkvara). Märkimisväärselt väitsid õpetajad kasutatavat sellist tarkvara ka modifitseerimiseks. Kõige populaarsemateks antud valikutest osutusid 99math ja 10Monkeys tarkvara, mida kasutavad vastavalt 51,8% ja 44,5% õpetajatest.

Õpetajaid, kes kasutavad tarkvara tunni mitmekesistamiseks ja rikastamiseks tõid murekohana välja liigselt suure valiku. Lisaks toodi välja, et eesmärgiks sobivate vahendite leidmine on keeruline ja ajakulukas, mistõttu mõne õpetaja puhul on tarkvara kasutus madalam. Harno poolt loodud keskkond E-koolikott sai mainimist kolmel korral. Vähe on kasutuses teisedki riiklikud või üle-euroopalised keskkonnad: EISi testid, eTwinning ja TaskuTark (EASi rahastusega).

Üks õpetaja kirjutas, et kasutab tarkvara (antud juhul Matatalab roboteid ja selle tarkvara) matemaatilise mõtlemise ja programmeerimisoskuse arendamiseks. Üks õpetaja tõi

välja, et kasutab tunni ettevalmistamisel Curipodi, mis on tehisintellekt tarkvaraga. Veel on tehisintellekti kasutatavast tarkvarast mainitud Quizizz ja Quizlet. Mõned õpetajad tõid välja, et ei kasuta tarkvara, sest õpetavad erivajadustega lapsi. Sealjuures tõi üks erivajadustega laste õpetaja välja, et kasutab spetsiaalselt erivajadustega õpilaste õpetamiseks mõeldud tarkvara – SEN Teacher.

Vastanute seas oli õpetajaid, kes väga minimaalselt kasutavad tarkvara ja pooldavad pigem õpiku ning vihikuga tööd ja käsitsi ülesannete lahendamist. Üks õpetaja mainis, et kasutab tarkvara vaid selleks, et lisada mitmekesisust, sest usub, et traditsioonilised töömeetodid töötavad kinnistamiseks paremini. Tekstist arusaamist nägi üks õpetaja suurima murekohana ning seepärast väldib lisaks digivahenditele ka töövihiku kasutamist. Ka need õpetajad, kes mainisid, et eelistavad kasutada mitte-digitaalseid õppevahendeid, märkisid siiski Opiqu ja Microsoft Office/Open Office tarkvara kasutamist. Kolmanda enim mainitud tarkvarana olid vastused üldistamiseks liigselt erinevad. Õpetaja, kes ütles, et hoidub nutiseadmete kasutamisest õpilaste nutisõltuvuse tõttu, tõi siiski välja 3 tarkvara, mida matemaatika õpetamisel kasutab.

Ainult esimese kooliastme õpetajate seas on kõige populaarsemad Microsoft Office/Open Office ning Opiq, mida kasutati vastavalt 77,1% ja 75%. Tulemus ei muutunud, kui filtrisse lisati neljandas klassis tunde andvad õpetajad. Vastanud õpetajatest, kes annavad matemaatikatunde ainult II kooliastmes, oli enim märgitud Microsoft Office/Open Office (81%). Populaarsuselt järgmisteks olid Kahoot! ja YouTube, mõlemat kasutab 71,4% neist õpetajatest. Sama tarkvara kasutamissagedus tõusis veelgi, kui vaadelda õpetajaid, kes õpetavad lisaks ka III kooliastmes (vastavalt 85,7%, 78,6% ja 78,6%). Vanus ega kooli asukoht ei mõjutanud olulisel määral seda, millist tarkvara õpetajad kasutavad. Populaarsemad olid viis peamist tarkvara: Microsoft Office/Open Office, Google tarkvara, Opiq, YouTube ja Kahoot!. Taustaandmete ja tarkvara kasutuse võrdleva tabeli leiab lisast 6.

3.3. Matemaatika õpetamisel tarkvara valiku otsustavad faktorid

End nii öelda vana kooli õpetajateks nimetanud õpetajaid, kes töötavad pigem õpiku ja töövihikuga, tõdesid, et ilmselt kasutaksid edaspidi käesolevas töös välja toodud tarkvara. Kasutamise piiranguna toodi välja teadmatust häid keskkondi leida ning valikute rohkust. Kasutatav tarkvara peaks lisama tundi mingit lisaväärtust. Kaks õpetajat rõhutasid, et tunnis peab olema tasakaal erinevate õppemeetodite ja -vahendite, sealhulgas tarkvara kasutamise juures.

3.3.1. Eakohasus

Õpetajad said ankeedis märkida 5-palli Likerti skaalal, kui olulised on erinevate valikute tegemise põhjused (Tulemused lisades 7 ja 8). Õpetajad pidasid tarkvara valikul kõige tähtsamaks eakohasust (keskmine tulemus 4,8). Õpetajate jaoks on tähtsal kohal tarkvara valikul kohandatavus ja asjakohasus – peab sobima käsitletava teema, kasutamise eesmärgi ning õpilase ea ja võimetega.

3.3.2. Turvaline ja tasuta

Kuigi eakohasusele teisena järgnes tarkvara valiku tegemisel turvalisus (4,76), siis vabas vormis vastustest ei maininud seda lisaks ükski õpetaja. Kolmandana hinnati kõrgelt seda, et tarkvara oleks tasuta kättesaadav (4,75). Tasuta kättesaadavust mainisid mitmed õpetajad kui otsustavat faktorit. Lisaks kooli poolt võimaldatud riistvarale mainisid õpetajad, et kasutavad vaid keskkondi, mis on kooli poolt kasutamiseks ostetud (nt Nutisport, Eduten jne).

3.3.3. Vahendid

Kokkuvõttev tabel kasutuses olevate seadmete olemasolu kohta on lisas 9. Kuigi 43,6%-l õpetajatest on klassiruumis kasutada nutitahvel, siis sellele sobiva tarkvara olemasolu ei omanud suurt kaalu tarkvara valiku tegemisel (keskmine tulemus 3,32). Madala tulemuse poolest järgnes nutitelefoniga jaoks sobivus, mille keskmine tulemus oli 3,43 viiest. Neid seadmeid omab 72,7% õpetajatest. Vastanud õpetajatest 44,5% märkisid, et osadel nende õpilastel on nutitelefoni ning 24,5%, et kõigil õpilastel on nutitelefoniga kasutamise võimalus.

4,27 oli keskmine tulemus selle valiku põhjenduse juures, et tarkvara oleks sobiv süle- või lauaarvuti jaoks, mistõttu on see kõikidest teguritest keskmise olulisusega. Nende seadmete olemasolu õpetajatel oli kõrge (98,2%). Õpilastel aga vastavalt 61,8% ning 15,5% süle- või lauaarvuti individuaalseks või mitme peale kasutamiseks. Lisaks tõid õpetajad välja, et neil on kasutada järgnevad vahendid: dokumendikaamera, televiisor, lauakaamera, kaamera, Chrome Bookid ning sülearvutid, mida tuleb IT-juhi kabinetist tuua.

Mõned õpetajad tõid digivahendite puudumist koolis või pidasid eraldi arvutiklassi minemise vajadust põhjusteks, miks kasutavad tarkvara vähe. Sarnaselt tõi üks õpetaja valiku tegemisel välja seda, et see peaks sobituma koolis olemasoleva riistvaraga. Mitmed õpetajad pidasid oluliseks tarkvara valikul kasutusmugavust. Kohati nähti takistusena töökindla internetiühenduse olemasolu. Veel tähtsustasid õpetajad, et õpilased ei peaks eraldi tarkvara alla laadima oma isiklikesse või kodus olevatesse seadmetesse. Lisaks hindasid õpetajad seda, et lastel ei oleks vaja uusi kasutajakontosid luua.

3.3.4. Lihtsus

Õpetajad tõid välja, et nad kasutavad enamasti pigem tarkvara, mida nad juba ise tunnevad ja kasutada ning tundi intregeerida oskavad. Peamiselt just aja kokkuhoiu mõttes hindasid õpetajad kõrgelt kasutamisihtsust nii õpetajale kui ka õpilasele. Õpetajad hindasid kõrgelt tarkvara valiku tegemise aluseks olnud põhjuseks õpilastele hõlpsasti kättesaadavust, mille keskmine tulemus oli 4,72. Sellele järgnes kohe kasutamisihtsus (4,71). Mõlemad variandid “õpilased saavad iseseisvalt kasutada” ja “lihtsus õpilaste tehtud tööd näha ja vajadusel tagasisidestada” said keskmiselt 4,51. Lisaks eelistavad õpetajad, et tarkvara oleks keeles, millest õpilased aru saavad. Õpetajatele meeldib, kui tarkvara oleks ka visuaalselt haarav ning mida meeldib kasutada nii õpetajatele kui ka õpilastele ning on huvitav ja üldist silmaringi avardav.

3.3.5. Aeg

Väga olulise asjana mainiti aega – nii seda, mis kulub tarkvara otsimisele ja tunniks ettevalmistamisele kui ka tunnis üles seadmisele, juhendite jagamisele ning tarkvaraga tehtava ülesande kestvusele. Oli õpetajaid, kes nägid tarkvara kasutamist pigem lisategevusena põhi-õppetöele, mitte selle asendusena. Seega kasutasid nad tarkvara vaid siis, kui selleks tunnis aega üle oli. Tarkvara valikute põhjenduste juures sai variant “võimalus planeerida, kui kaua konkreetse tarkvara kasutamine tunnist võtab” keskmiselt 4,12.

4. Arutelu

Tundides tarkvara kasutamine on relevantne, sest see muudab tunnid mitmekesisemaks (Haridusvaldkonna arengukava..., 2021; Laidre, 2022; Neokleous, 2019), võimaldab kohandatust õpilaste erinevate õpistiilidega (Kutsestandard, 2020), tõstab õpitulemusi (Adov, 2022; Pedaste, 2023) ja motivatsiooni (Adov, 2022; Laidre, 2022; Sahin & Ozenc, 2021) ning aitab arendada õpilaste digipädevust (Laidre, 2022), mis valmistab neid paremini tulevikuks ette (Leppik *et al.*, 2017). Käesolevast magistritööst selgus, et õpetajad kasutavad tarkvara enim muude materjalidega töö täiustamiseks ning õppetöö modifitseerimiseks. Enim kasutavad õpetajad Microsoft Office/Open Office tooteid, YouTube ja Kahoot! tarkvara ning peavad tarkvara valikul tähtsaks eakohasust, tasuta kättesaadavust ning turvalisust.

Kuna materjali, mida ühe õppeaastaga läbi käia on palju, siis pole õpetajatel aega tarkvara kasutada ainult ühel eesmärgil, näiteks tunni huvitavamaks muutmiseks. Selleks, et tarkvara oleks suurima kasuteguriga, peaks selle kasutamine täitma mitut eesmärki, alustades

sellest, et on näiteks lisa õpikule teema tutvustamisel või kinnistamisel. Õpetajad on küll avatud uue tarkvara kasutusele võtmisele, kuid osaliselt pelgavad uute asjade tundi integreerimist, sest pole kindlad oma võimes seda efektiivselt kasutada. Lisaks kaasneb uue tarkvara otsimise ning tundi planeerimisega suur ajakulu, mistõttu ei eelista mitmed õpetajad juba kasutuses olevale tarkvarale lisa juurde otsida. Mitmed õpetajad tundsid, et vajavad rohkem väljaõpet selle kohta, mis tarkvara sobiks neil kasutada.

Esimese uurimusküsimusega sooviti teada saada, millist tarkvara õpetajad kasutavad 1.–6. klassides matemaatikaõpetuses. Enim kasutasid õpetajad etteantud tarkvara nimekirjast Microsoft Office/Open Office tooteid (peamiselt Word/Text document ja PowerPoint/Presentation), YouTube ja Kahoot!. Lisaks tõid õpetajad välja Stuudiumi ning eKooli. Ankeedis välja toodud 30st tarkvarast vaid ühe puhul (Virtual Nerd) ei märkinud üskki õpetaja, et seda seni kasutanud on. Samas tõid nad juurde veel 50 tarkvara, mida nad kasutavad. Võrreldes eelmiste uuringutega oli vaatluse all suurem arv tarkvara ning õpetajate poolt lisati rohkem uut tarkvara kui varasemalt.

Varasemalt on uurimistöodes uuritud IKT kasutamist matemaatikatundides Eesti näitel kolmel korral (Kukk, 2015; Paas, 2021; Uusimaa, 2022). See annab võimaluse näha trende tarkvara kasutuses (täielikud nimekirjad lisas 10). Suurimateks erinevusteks võrreldes kolme aasta taguse tööga (Paas, 2021) on see, et GeoGebra kasutus on vähenenud (praeguses töös 16,4%, toona 87,6% õpetajatest), aga oluliselt on kasvanud YouTube kasutamine. Käesolevas töös kasutab seda 70% õpetajatest, toonases töös märkis 105st õpetajast vaid üks, et seda kasutab (Paas, 2021). Kuigi õpetajad märkisid turvalisust teisena olulisusest tarkvara valikul, siis pole teada, kas õpetajad teadvustavad endale YouTube-ga kaasnevaid riske õpilastele ning seda, et selle platvormi kasutamine on lubatud alates 13 eluaastast. Ehkki varasemalt on leitud, et spetsiaalselt ainevaldkonna jaoks loodud programmide ja rakenduste kasutamine on kõrgeim matemaatikas (52%) (Leppik *et al.*, 2017), siis käesolevas töös ei olnud spetsiaalselt matemaatika õpetamiseks loodud tarkvara kasutus kõrge. Keskmiselt kasutas antud matemaatikatarkvara 14,7% õpetajatest.

Teise uurimisküsimusega sooviti teada saada, mis eesmärgil õpetajad tarkvara kasutavad seoses 1.–6. klasside matemaatikatundidega. Valikus olnud tarkvarast kasutati kõige enam täiustamiseks ehk tarkvara kasutati lisaks muudele õppevahenditele. Sellele järgnesid modifitseerimine ehk tarkvaraga dünaamilisuse ja interaktiivsuse lisamine ning asendamine ehk õppematerjali asendamine tarkvaraga. Kui DigiEfekti projekti uurimustest jäeti välja SAMR raamistiku modifitseerimise ja ümbermõtestamise dimensioonid, sest nende kasutust esines vähe (Pedaste, 2023), siis käesoleva töö käigus uuritud õpetajad tõid siiski

välja tarkvara, mida nad tunnis ka neil eesmärkidel kasutasid. Samas vaadeldi DigiEfekti projektis vaid Opiqu kasutamist tunnis, mida käesolevas töös ankeedile vastanud õpetajad kõige rohkem kasutavad täiendamiseks ja asendamiseks.

Sarnaselt käesolevale tööle, on varemgi leitud, et õpetajad kasutavad matemaatika õpetamiseks tarkvara enim muude õppematerjalide täiustamiseks kuid ka ettevalmistamiseks (Leppik *et al.*, 2017; Paas, 2021). Töö autori jaoks oli ootamatu, et õppematerjalide jagamisel on kõige populaarsem Microsoft Office/Open Office tarkvara (53%), mitte näiteks Google tooted (41%), mida on lihtne virtuaalselt jagada. Õpetajate jäetud kommentaaridest võib järeldada põhjuseks seda, et õpetajad kasutavad tekstitöötlustarkvara töölehtede ettevalmistamiseks, mida nad prindivad ja laiali jagavad.

Kolmanda uurimusküsimusega taheti mõista, mille järgi teevad õpetajaid valikuid tarkvara osas, mida tunnis või selle ettevalmistuseks kasutada. Uurimistöös selgus, et kõige kõrgemalt hindavad õpetajad tarkvara puhul seda, et see oleks eakohane klassile ja õpilastele, kellega seda kasutada. Eakohasusele järgnes, et tarkvara oleks õpilaste jaoks turvaline kasutada ning see, et tarkvara oleks tasuta kättesaadav. Turvalisuse koha pealt ei lisanud õpetajad mitte ühtegi kommentaari. Tarkvara tasu kohta mainiti, et see võiks olla kas tasuta või kooli poolt kasutamiseks ostetud (nt Eduten). Etteantud valikutest kõige vähemtähtsaks peeti seda, et tarkvara oleks võimalik kasutada nutitahvlis. Vastustest ei selgunud, kas põhjuseks on nutitahvli olemasolev tarkvara ja sellele ei soovita tarkvara juurde otsida või on vastuste taga muud põhjused.

Varasemas uurimuses on klassiõpetajad enim toonud välja õppevara valiku puhul eakohasust (21,3%), mitmekesisust ja erinevate ülesannete valikut (21,3%) ning tänapäevasust (19,2%) (Taimalu *et al.*, 2020b). Eakohasus ja laste eripära arvesse võtmine on ka teistes dokumentides rõhutatud (Kutsestandard, 2020; Põhikooli riiklik ..., 2011). Tunnis käsitletav teema ning klass, kus õpetatakse määravad, kas tarkvara on lisaks mõistlik ja kasulik kasutada (Paas, 2021). Kui käesolevas töös tõid vaid kaks õpetajat välja, seda et tarkvara peaks olema eesti keeles, siis varasemalt on seda on kõrgemalt hinnatud (Kukk, 2015).

4.1. Töö piirangud, praktilised väärtused ning soovitus edasisteks uuringuteks

Uuringu ühe piiranguna võib välja tuua seda, et SAMR mudel on õpetajatele pigem teadmatu. Õpetajad pidid ise hindama, mis tarkvara nad mingil eesmärgil kasutavad. Kui õpetajate jaoks polnud selge, mida miski SAMR mudeli osa endast kujutab, siis sellest tulenevalt võis tekkida vigu vastamaks vastavalt tegelikule olukorrale. Töö piiranguks on see, et tegemist ei

ole tervikliku nimekirjaga, kuna sisaldab tasulisi ja tasuta tarkvara, mis on tuntud ja vähemtuntud. Ei ole eelnevalt testitud ega saadud kinnitust selle kohta, kas mõnes Eesti koolidest õpetajad midagi ankeedis olnud tarkvarast kasutab.

Osad vastanud õpetajatest annavad tunde ka kolmandas kooliastmes ning vastamisel võisid nad lähtuda sellest, mida nad kasutavad nii I ja II kui ka III kooliastmes. Kui vastaja oli klassiõpetaja, siis ei pruukinud vastuses eristada, kas kasutab tarkvara just matemaatika kontekstis või hoopis muudes ainetundides. Alles tulemuste analüüsi käigus märkas töö autor, et ankeedis puudus võimalus vastata, et tööstaaži on alla aasta, kuna üks vastanu juhtis sellele tähelepanu.

Ankeedi lõpus olnud kommentaarilahtrisse jätsid mitmed õpetajad tagasisidet, et tänu käesolevale tööle said nad palju uusi allikaid, mida lähemalt uurida ja kasutama hakata ning hindasid seeläbi lõputööd õpetajatele väga kasulikuks. Sellist tagasisidet andsid nii õpetajad, kes kasutavad juba praegu suures mahus tarkvara kui ka need õpetajad, kes praegu alles väga vähe kasutavad ja seni eelistanud õpiku-töövihiku kasutamist. Käesoleva töö juhendaja on matemaatika didaktika õppejõud, kes saab käesoleva töö tulemusi kasutada oma ainete läbiviimisel ning tutvustada tudengitele nii erinevat tarkvara kui selle kasutamise eesmäärke.

Enamus juhtudel, kui õpetajad tahavad õppetöös mõnda tarkvara kasutada, otsivad nad selleks sobivat internetist, kuid see on ajamahukas. Käesolevast uurimistööst saavad õpetajad nii nimekirja tarkvarast, kui ka suuniseid, mille jaoks seda kasutada. Uurimistöö praktiline väärtus on õpetajate üldise tähelepanu juhtimine SAMR mudelile ning sealsele jaotusele, et tulevikus oleks tarkvara kasutamisel lisandväärtus mitte ainult tunni mitmekesistamine ja õpilaste motivatsiooni tõstmine vaid ka õpitulemuste märgatav paranemine.

Töö autor soovib uurida antud teemat kvalitatiivset, et tagada vastused matemaatika kontekstis ja just uuritavate kooliastmete kohta. Kuna õpetajad ei kommenteerinud tarkvara turvalisuse olulisust, kuid hindasid seda kõrgelt, siis võiks läbi edaspidiste uurimuste mõista, mida peab õpetaja turvaliseks tarkvaraks ning kuivõrd on ta teadlik nendega kaasnevatest ohtudest ja riskidest. On leitud, et õpetajad vajavad rohkem infot ja koolitusi just selle kohta, kuidas toetada digivahenditega õpilase õppimist, mitte ainult digipädevuste arendamise kohta (Taimalu *et al.*, 2019). Seega on käesolevas ja varasemates uurimustes välja toodud vajadus konkreetsema õpetajakoolituse järgi.

Harno poolt loodud keskkonna E-koolikoti kasutamist mainisid väga vähesed õpetajad, kuigi selles olevad õppematerjalid on seotud riikliku õppekavaga, mis võiks teha nende kasutamise atraktiivseks. Sarnaselt madal tulemus oli varasemas uurimuses, kus 89%

uuritud õpetajatest pole seda üldse kasutanud või kasutab harvem kui kord kuus (Leppik *et al.*, 2017). Tuleviku uurimustes soovib töö autor selgeks teha, mis põhjustab E-koolikoti vähest kasutust, sest tegemist on riikliku algatusega, et soodustada IKT kasutamist õppetöös ning peaks olema osa paljudest IKT-alastest koolitustest õpetajatele.

Tänuõnad

Suur tänu kõigile õpetajatele, kes leidsid aega minu küsimustikule vastata, sealhulgas kaasa mõelda, olulisi kommentaare jätta ning edu soovisid. Siiras tänu minu juhendajale Maarja Sõrmusele, kes hoolimata oma tihedast ajagraafikust ja rohketest kohustustest oli alati vajadusel olemas ning pakkus just sellist tuge nagu minul selle töö kirjutamiseks vaja oli. Tänan oma pereliikmeid ja sõpru, kes mind tööd kirjutama motiveerisid ning palju tuge, innustust ja tagasisidet pakkusid.

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.

Anni Haasma

/allkirjastatud digitaalselt/

14.05.2024

Kasutatud kirjandus

- Adov, L. (2022). *Predicting teachers' and students' reported mobile device use in STEM education: The role of behavioural intention and attitudes*
<http://hdl.handle.net/10062/76359>
- 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#
- Chi, M. T., & Wylie, R. (2014). *The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes*. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (3rd ed.)*. Sage Publications, Inc.
- Haridus- ja Noorteamet (s.a.). *Digiõppevara*. <https://harno.ee/digioppevara>
- Haridusvaldkonna arengukava 2021–2035. (2021). Tallinn. Haridus- ja Teadusministeerium.
https://www.hm.ee/sites/default/files/documents/2022-09/1._haridusvaldkonna_arengukava_2035_kinnitatud_11.11.21.pdf
- 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>
- Jõgi, A., Aus, K., & Kikas, E. (2014). *Esimese klassi õpilaste matemaatikateadmiste arengu seosed klassiõpetajate võimekususkumuste ja tulemusootuste profiiliga*. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri*, 2(1), 50–66. <https://doi.org/10.12697/eha.2014.2.1.03>
- 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. & 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>
- Kutsestandard. Õpetaja, tase 7*. (2020).
<https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/exportPdf/10748091/>
- Laidre, A. (2022). *I kooliastme õpetajate kirjeldused digivahendite*

- kasutamisest õppetöös ning õpetajate arvamused digivahendite mõjust õpilaste digipädevusele Tamsalu Gümnaasiumi näitel.* [Magistritöö, Tartu Ülikool]. DSpace. <http://hdl.handle.net/10062/83566>
- Leoste, J., Tammets, K. & Ley, T. (2020). *Tehnoloogiliste uuenduste tee klassiruumi: kooli ja ülikooli koostöömudelid.* Mati Heidmets (Toim.). Haridusmõte. 484–506. TLÜ Kirjastus.
- Leoste, J. (2021). *Adopting and sustaining technological innovations in teachers' classroom practices – the case of integrating educational robots into math classes.* Tallinn University. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35746.56000>
- Leppik, C., Haaristo, H.-S., & Mägi, E. (2017). *IKT-haridus: digioskuste õpetamine, hoiakud ja võimalused üldhariduskoolis ja lasteaias.* Praxis. <https://www.digar.ee/arhiiv/nlib-digar:321802>
- Luik, P. & Taimalu, M. (2021). *Predicting the Intention to Use Technology in Education among Student Teachers: A Path Analysis.* Educ. Sci. 2021, 11(9), 564; <https://doi.org/10.3390/educsci11090564>
- Mooij, T., Steffens, K., & Andrade, M. S. (2014). *Self-Regulated and Technology-Enhanced Learning: A European Perspective.* European Educational Research Journal, 13(5), 519–528. <https://doi.org/10.2304/eeerj.2014.13.5.519>
- Mäeots, M., Halpin, L., Kollom-Vahtra, K., Loss, P. & Snorrason, H. (2022). *Meaningful use of technology through digital pedagogy: teachers' reflections.* EDULEARN22 Proceedings, 9966–9970. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.2405>
- Neokleous, G. (2019). Interpreting technologically fluent classrooms: digital natives' attitudes towards the use of technology in primary schools in Norway. In C. N. Giannikas, E. Kakoulli Constantinou & S. Papadima-Sophocleous (Eds.), *Professional development in CALL: a selection of papers.* (pp. 117–129). Research-publishing.net. <https://doi.org/10.14705/rpnet.2019.28.874>
- OECD (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection.* PISA, OECD Publishing. <http://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>
- Pedaste, M. (2023). *Kuidas kasutatakse Eesti koolides digitehnoloogiaid, mis on nende kasutamise efekt õpilaste õpitulemustele ja millised on soovitusel erinevatele sihtrühmadele? DigiEfekti projekti põhitulemuste kokkuvõte.* Tartu Ülikool. <https://www.etis.ee/portal/publications/display/873b1ba8-2a00-4b5b-9086-5d856f0f9>

6ca

- Pedaste, M., Raave, D. K. & Baucal, A. (2023). *Digitaalsete õppematerjalide kasutamise efekt õpilaste õpitulemustele. DigiEfekti projekti lõppraport*. Tartu.
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/bf574417-e42c-4670-a68c-95d5e7c981b7>
- Puentedura, R. (2006). *Transformation, technology, and Education*.
http://hippasus.com/resources/tte/puentedura_tte.pdf
- Põhikooli riiklik õppekava (2011). *Riigi Teataja I, 08.03.2023, 5*.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/108032023005>
- Raave, D. K., Roa, E. R., Pedaste, M. & Katrin Saks (2022). *Teachers' classroom digital technology integration practices*. In: Sridhar IYER, Ju-Ling SHIH, Weiqin CHEN, Mas Nida MD KHAMBARI (toim). 30th International Conference on Computers in Education Conference Proceedings. 730–735. Asia-Pacific Society for Computers in Education. <https://icce2022.apsce.net/proceedings/volume1/>
- Sahin, A. & Ozenc, E.G. (2021). *The Use of Educational Software in Teaching Initial Reading and Writing*. International Journal of Progressive Education, 17(4), 373–389.
<http://doi.org/10.29329/ijpe.2021.366.23>
- Taimalu, M., Uibu, K., Luik, P., & Leijen, Ä. (2019). *OECD rahvusvahelise õpetamise ja õppimise uuringu TALIS 2018 tulemused. Õpetajad ja koolijuhid elukestvate õppijatena. 1. osa*. SA Innove. https://www.hm.ee/sites/default/files/documents/2022-10/talis_eesti_raporti_i_osa_0.pdf
- Taimalu, M., Uibu, K., Luik, P., Leijen, Ä., & Pedaste, M. (2020a). *Õpetajad ja koolijuhid väärtustatud professionaalidena. OECD rahvusvahelise õpetamise ja õppimise uuringu TALIS 2018 uuringu tulemused. 2.*, 1–114.
https://harno.ee/sites/default/files/documents/2021-02/TALIS2_kujundatud.pdf
- Taimalu, M., Uibu, K., & Leola, H. (2020b). *Eesti keele ja matemaatika õppevara valiku põhimõtted ja eesmärgid lasteaia- ja klassiõpetajate hinnangul*. Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education, 8(2), 164–191.
<https://doi.org/10.12697/eha.2020.8.2.07>
- 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>
- Õunapuu, L. (2014). *Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimisviis sotsiaalteadustes*. Tartu Ülikool.

Lisa 1. Taustaandmed

Valimi jaotus vanuse järgi

Vanusevahemik	N	%
18–29	6	5,5
30–39	22	20
40–49	28	25,5
50–59	42	38,2
60–69	12	10,9
70+	0	0
Kokku	110	100

Märkused. N – vastajate arv; % – protsent vastajatest

Valim kooli asukoha järgi

Asukoht	N	%
Tallinn, Tartu või Narva	35	31,8
Muu linn	41	37,3
Väike asula	34	30,9
Kokku	57	100

Märkused. N – vastajate arv; % – protsent vastajatest

Lisa 2. Uurimisinstrument

Õpetajate poolt kasutatav tarkvara matemaatika õpetamisel I ja II kooliastmes.

Uuringu kirjeldus

Seoses Tartu Ülikooli klassiõpetaja eriala magistritööga viin läbi küsitlust, mille eesmärk on koostada õpetajatele nimekiri digivarast, õpitarkvarast, IKT vahenditest, kokkuvõtvalt tarkvarast, mida kasutatakse matemaatikatundide ettevalmistamiseks ja läbiviimiseks. Lisaks kogutakse uuringu käigus infot selle kohta, mille järgi õpetajaid tarkvara valikuid teevad.

Õpetajatel on võimalik oma töös kasutada suurt hulka tarkvara, kuid raske on nende seas orienteeruda ning leida tarkvara, mis on kasulik ja lihtsasti kasutatav. Käesoleva uurimuse nimekiri saab olema jaotatud vastavalt tarkvara kasutamise eesmärgile. Kasutusel on Puentedura (2006) loodud SAMR raamistik digitehnoloogia kasutamise viiside kohta. See jaguneb järgnevalt:

- 1) **asendamine** (Substitution) – õppematerjali asendamine digitehnoloogiaga. Õppematerjali sisu ei muutu, ainult selle edastamise vahend. Näiteks, paberõpiku asemel digiõpik või paberil testi asemel küsimustik digidokumendis;
- 2) **täiustamine** (Augmentation) – tarkvara või muu meedia kasutamine lisaks õppematerjalidele. Õpilase produktiivsus suureneb või on täiustatud. Näiteks, lugemise asemel video vaatamine;
- 3) **modifitseerimine** (Modification) – tarkvara lisab dünaamilisust ja interaktiivsust. Tunni ülesehitus ja väljund on täiesti erinevad võrreldes mitte-digitaalsete vahendite kasutamisega. Näiteks, pilveplatvormil koostöö õpilaste vahel;
- 4) **ümbermõtestamine** (Redenition) – tegevused, mida ei saaks ilma tehnoloogiata teha. Keskmis on tarkvara ja interneti kasutamine. Näiteks, suhtlemine õpilastega teises riigis, blogi pidamine.

Palun vastata allolevatele küsimustele, et koguda kokku loetelu tarkvarast, mida õpetajad praegu kasutavad. Uuringule oodatakse vastama kõiki õpetajad, kes õpetavad matemaatikat 1.–6. klassides. Vastuseid kogutakse anonüümselt. Vastused on nähtavad ainult uuringu läbiviijale ja juhendajale ning kasutatakse uurimistöös üldistatud kujul. Küsimustik on jaotatud kaheksasse osasse. Ankeedi vastamine võtab aega ligikaudu 15 minutit. Palun vasta küsimustikule hiljemalt 2. veebruariks.

Viide: Puentedura, R. (2006). Transformation, technology, and Education.

http://hippasus.com/resources/tte/puentedura_tte.pdf

I osa. Taustandmed

Märgi vastused, mis käivad Sinu kohta. Sobiva valiku puudumisel vasta küsimusele vabas vormis.

1. Mis klassides Sa matemaatikat õpetad? (Vali kõik sobivad)?

1 2 3 4 5 6 Muu:

2. Millisesse vahemikku jääb Sinu vanus?

18–29 30–39 40–49 50–59 60–69 70+

3. Kui kaua oled õpetajana töötanud?

1–5 aastat 6–10 aastat 11–15 aastat 16–20 aastat 21+ aastat

4. Palun märgi oma sugu

Naine Mees Ei soovi vastata

5. Kus asub kool, kus õpetad?

Tallinn, Tartu või Narva Muu linn Väike asula

6. Millised tehnoloogilised võimalused Sul tunni ettevalmistamiseks ja läbiviimiseks on?

Süle- või lauaarvuti õpetajale kasutamiseks

Süle- või lauaarvuti õpilastele kasutamiseks (mitme peale)

Süle- või lauaarvuti õpilastele kasutamiseks (individuaalsed)

Tahvelarvuti õpetajatel kasutamiseks

Tahvelarvuti õpilastele kasutamiseks (mitme peale)

Tahvelarvuti õpilastele kasutamiseks (individuaalsed)

Nutitahvel klassiruumis (Smartboard)

Projektor klassiruumis

Nutitelefoni õpetajal

Nutitelefoni õpilastel (kõigil)

Nutitelefoni õpilastel (osadel)

Muu:

II osa. Kasutuses oleva tarkvara loetelu

Palun märgi järgnevalt välja toodud tarkvara nimekirjast (30) iga tarkvara juures, kas sa kasutad seda matemaatika õpetamisel. Juhul, kui kasutad, siis palun märgi, mis otstarbel (märgi kõik sobivad eesmärgid).

Kõigepealt tuli õpetajal märkida, kas kasutab nimetatud tarkvara või mitte.

Kasutan Ei kasuta

Kui õpetaja märkis “ei kasuta” läks ta edasi järgmise tarkvara juurde. Kui õpetaja märkis “Kasutan” avanes talle lisaküsimus:

Palun märgi, mis otstarbel seda kasutad (märgi kõik sobivad eesmärgid)? *

Tarkvara tunni ettevalmistamiseks

Asendamine (õppematerjali asendamine digitehnoloogiaga)

Täiustamine (tarkvara kasutamine lisaks õppematerjalidele)

Moditseerimine (tarkvara lisab dünaamilisust ja interaktiivsust)

Übermõtestamine (tegevused, mida ei saaks ilma tehnoloogiata teha)

Õppematerjalide jagamine

Tagasiside andmine

Kodutööde tegemine

Muu:

Valikus olnud tarkvara nimekiri:

Opiq (opiq.ee)

Forms

Moodle (moodle.com)

Classroom

Matemaatika põhivara 5. ja 6. klassile

Meet

(matemaatika.edu.ee)

Drive

Nutisport (nutisport.eu)

Apple / Mac tarkvara

Matemaatika minileksikon

Numbers

(<https://github.com/bavuwe/matemaatika>)

Pages

Kae Kool (kae.edu.ee)

Keynote

Statistika andmebaas

Notes

(andmed.stat.ee/et/stat)

Evernote (evernote.com)

Valem.ee (valem.ee)

eCheiron (echeiron.com)

Matetalgud (www.matetalgud.ee)

Eduten (eduten.com)

Microsoft Office 365 või Open Office

99math (99math.com)

tooted

10Monkeys (10monkeys.com)

Excel/Spreadsheet

Matific (matific.com)

Word/Text document

eFormular (eformular.com)

PowerPoint/Presentation

Wolfram Mathematica

OneDrive

(wolfram.com/mathematica/)

Teams

Foxcademy (foxcademy.com)

Google tooted

Khan Academy

Sheets

(<https://www.khanacademy.org/math/k-8-grades>)

Docs

Math Duel (mobiiliapp)	Virtual Nerd (virtualnerd.com)
Math Trainer (mathtrainer.org)	Prezi (prezi.com)
Mathgames (mathgames.com)	YouTube (youtube.com)
MathsPad (mathspad.co.uk/i2/construct.php)	Kahoot! (kahoot.com)
Microsoft Math Solver (math.microsoft.com)	

III osa. Tarkvara tunni ettevalmistamiseks *Küsimus vabas vormis vastamiseks.*

Palun lisa siia omalt poolt tarkvara, mida veel kasutad matemaatikatunni ettevalmistamisel.

IV osa. Tarkvara tunni läbiviimiseks *Küsimused vabas vormis vastamiseks.*

- Lisaks eelmainitud tarkvarale, palun märgi muud tarkvarad, mida veel kasutad alltoodud eesmärkidel matemaatikatundides. Näiteks konkreetset mängud või appid.
- Asendamine (õppematerjali asendamine digitehnoloogiaga)

(Substitution) – õppematerjali asendamine digitehnoloogiaga. Õppematerjali sisu ei muutu, ainult selle edastamise vahend. Näiteks, paberõpiku asemel digiõpik või paberil testi asemel küsimustik digidokumendis.

- Täiustamine (tarkvara kasutamine lisaks õppematerjalidele)

(Augmentation) – tarkvara või muu meedia kasutamine lisaks õppematerjalidele. Õpilase produktiivsus suureneb või on täiustatud. Näiteks, lugemise asemel video vaatamine

- Modifitseerimine (tarkvara lisab dünaamilisust ja interaktiivsust)

(Modification) – tarkvara lisab dünaamilisust ja interaktiivsust. Tunni ülesehitus ja väljund on täiesti erinevad võrreldes mitte-digitaalsete vahendite kasutamisega. Näiteks, pilveplatvormil koostöö õpilaste vahel.

- Übermõtestamine (tegevused, mida ei saaks ilma tehnoloogiata teha. Keskmes on tarkvara ja interneti kasutamine)

(Redefinition) – tegevused, mida ei saaks ilma tehnoloogiata teha. Keskmes on tarkvara ja interneti kasutamine. Näiteks, suhtlemine õpilastega teises riigis, blogi pidamine.

V osa. Muu kasutus

Lisaks eeltoodud eesmärkidele, palun too siin välja muu tarkvara, mida veel kasutad alltoodud puhkudel matemaatika õpetamiseks ja õppetöö korraldamiseks.

- Õppematerjalide jagamine
- Tagasiside andmine
- Kodutööde tegemine

- Lisaks kõigele eeltoodule, kas on midagi jäänud mainimata? Palun too siin välja muu tarkvara, mida veel kasutad matemaatika õpetamiseks ning mis eesmärgil.

VI osa. Kasutatava tarkvara valiku põhjendus

Mille järgi teed valikuid tarkvara osas?

Palun hinda 5-palli skaalal, kui oluline on iga valiku tegemise põhjendus. 1- mitte üldse oluline valikul, 5 - väga oluline valikul

- Tasuta saadaval olev tarkvara
- Tean, et on turvaline tarkvara
- Tean, et teised õpetajad kasutavad
- Kolleeg on soovitanud
- Õpilastele lihtsasti kättesaadav tarkvara
- Õpilastele kasutamise lihtsus
- Nutitefonis kasutamiseks sobiv tarkvara
- Laua- või sülearvutis kasutamiseks sobiv tarkvara
- Tahvelarvutis kasutamiseks sobiv tarkvara
- Nutitahvlil kasutamiseks sobiv tarkvara
- Eakohasus sellele klassile, kus kasutan
- Võimalus planeerida, kui kaua konkreetse tarkvara kasutamine tunnist võtab
- Õpilased saavad iseseisvalt kasutada
- Õpilased saavad mitmekesi kasutada
- Lihtsus õpilaste tehtud tööd näha ja vajadusel tagasisidestada

VII osa. Vabas vormis vastused valikute tegemise kohta

Palun lisa siia veel infot selle kohta, mille põhjal teed tarkvara valikuid.

VIII osa. Kui eelnevalt jäi midagi mainimata või ei sobinud konkreetseesse valikusse, siis siia võid jätta enda täiendavad kommentaarid või mõtted.

Lisa 3. Töö autori poolt koostatud lisanimekiri

Nimekiri tarkvarast, mida töö autor koostas ankeedi kokku panemisel. Selleks, et ankeet ei oleks liiga pikk jäi suurem osa tarkvarast tööst välja, kuid selleks, et antud uurimistöö veel suuremat väärtust lisaks õpetajatele, on kõik leitud tarkvara siia välja toodud.

1. Adobe tarkvara (adobe.com)
2. Albus (<https://albus.org>)
3. Arithmetic Game (arithmetic.zetamac.com)
4. Blackboard Learn (blackboard.com)
5. Bouncyballs (bouncyballs.org)
6. Brainscape (brainscape.com)
7. Canvas (canvas.com)
8. Class123 (class123.ac)
9. Classcraft (classcraft.com)
10. ClassDojo (ClassDojo.com)
11. Code Breaker Byte
(codebreakeredu.com/chat)
12. Creative 365
(creativestore.kdanmobile.com)
13. Crowdmark (crowdmark.com)
14. Curiscope (curiscope.com)
15. Didax (didax.com/math/virtual-manipulatives.html)
16. DropBox (dropbox.com)
17. Box (box.com)
18. Edmodo (edmodo.com)
19. eFormular (eformular.com)
20. EquatIO
(texthelp.com/en-us/products/equatio/)
21. ExamSoft (examsoft.com)
22. FreeConference (freeconference.com)
23. GoReact (goreact.com)
24. Graspable Math (graspablemath.com)
25. HP Classroom Manager
(hp.com/us-en/classmanager/overview.html)
26. iDroo (app.idroo.com)
27. Inspod (inspod.io)
28. IPEVO Annotator
(ipevo.com/software/annotator)
29. iSpring Suite (go.marketsplash.com/ispring)
30. Jotform (jotform.com)
31. Learning Lemur (learning-lemur.com/)
32. LearnWorlds
(<https://go.marketsplash.com/learnworlds>)
33. Lessonspace (lessonspace.com)
34. LiveBoard (liveboard.online)
35. Mathigon (mathigon.org)
36. Nearpod (nearpod.com)
37. Parlay (parlayideas.com)
38. PlanbookEdu (PlanbookEdu.com)
39. PowerSchool (powerschool.com)
40. ProProfs Quiz Maker (proprofs.com)
41. Robocompass (robocompass.com/app)
42. Schoology (pp.schoology.com)
43. Scratchwork (app.scratchwork.io)
44. Seesaw (web.seesaw.me)
45. SmartSurvey (smartsurvey.co.uk)
46. Socrative (socrative.com)
47. SolveMe Mobiles
(solveme.edc.org/mobiles/)
48. Solvemoji (www.solvemoji.com)
49. StoryboardThat (storyboardthat.com)
50. ZipGrade (zipgrade.com)
51. Zoom (zoom.com)
52. Teacheroo (teacheroo.io)
53. The Exploding Dots Experience
(explodingdots.org)
54. ThingLink (thinglink.com)
55. Visme (visme.co)
56. Wiris (wiris.com)
57. Wordpress (wordpress.org)
58. Yummy Math (yummymath.com)

Lisa 4. Töös välja toodud tarkvara koos kasutussagedustega

Nr	Tarkvara	Kokku	Ettev.	Ase	Täi	Mod	Ümb	Õ.m.j.	Tag	Kodu
1	TET	75,5	60,0	34,5	59,1	35,5	17,3	39,1	20,0	26,4
2	Microsoft Office 365 või Open Office	80,0	66,4	40,0	63,6	42,7	24,5	52,7	30,9	30,0
3	YouTube	70,0	33,6	35,5	60,9	34,5	16,4	19,1	1,8	6,4
4	Kahoot!	69,1	12,7	32,7	50,9	48,2	23,6	8,2	41,8	11,8
5	Opiq	67,3	52,7	34,5	58,2	44,5	16,4	25,5	16,4	23,6
6	Google tooted	60,9	50	30,9	39,1	27,3	19,1	40,9	31,8	24,5
7	99math*	51,8	6,4	28,2	37,3	28,2	8,2	9,1	20,0	25,5
8	10Monkeys*	44,5	8,2	22,7	37,3	23,6	10,9	7,3	13,6	14,5
9	Matetalgud*	34,5	3,6	16,4	27,3	14,5	5,5	3,6	8,2	10,0
10	Nutisport*	32,7	6,4	18,2	25,5	20,9	6,4	9,1	14,5	12,7
11	Matific*	22,7	3,6	10,0	14,5	14,5	6,4	0,9	3,6	8,2
12	Mathgames*	17,3	0,9	8,2	13,6	10,0	2,7	2,7	2,7	2,7
13	Matemaatika põhivara 5. ja 6. klassile*	14,5	5,5	2,7	10,0	6,4	6,4	5,5	4,5	2,7
14	Eduten*	12,7	2,7	6,4	8,2	6,4	3,6	2,7	2,7	5,5
15	Math Duel*	10,0	0,9	4,5	7,3	7,3	2,7	0,0	0,9	0,0
16	Prezi	12,7	6,4	2,7	7,3	4,5	1,8	4,5	0,0	0,0
17	Statistika andmebaas	12,7	6,4	0,9	7,3	4,5	3,6	1,8	0,9	0,9
18	Valem.ee	12,7	7,3	1,8	6,4	0,0	0,0	2,7	0,9	0,9
19	Kae Kool	10,0	4,5	3,6	5,5	4,5	1,8	3,6	0,0	1,8
20	Moodle	9,1	4,5	3,6	3,6	3,6	1,8	1,8	1,8	0,9
21	Math Trainer*	1,8	0,0	0,9	1,8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
22	Wolfram Mathematica*	4,5	1,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,0	0,0	0,9
23	Matemaatika minileksikon*	1,8	1,8	0,9	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
24	Khan Academy	0,9	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Nr	Tarkvara	Kokku	Ettev.	Ase	Täi	Mod	Ümb	Õ.m.j.	Tag	Kodu
25	MathsPad*	0,9	0,0	0,0	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
26	Foxcademy	0,9	0,9	0,9	0,0	0,9	0,0	0,9	0,0	0,9
27	Apple / Mac tarkvara	1,8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	eCheiron	0,9	0,9	0,0	0,0	0,9	0,0	0,9	0,0	0,9
29	Microsoft Math Solver*	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	Evernote	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0
31	Virtual Nerd*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Märkused: *Matemaatika jaoks mõeldud tarkvara. Kõik arvud on välja toodud protsentidena, kui suur osa õpetajatest märkisid seda kasutavat.

TET – tekstitöötlus- ja esitlustarkvara

Tabeli päises kasutatud lühendid:

Nr – Järjekorranumber

Ettev. – Ettevalmistamiseks

Ase – Asendamiseks

Täi – Täiustamiseks

Mod – Modifitseerimiseks

Ümb – Ümbermõtestamiseks

Õ.m.j. – Õppematerjalide jagamiseks

Tag – Tagasiside andmiseks

Kodu – Kodutööde tegemiseks

Nr	Tarkvara	Ettev.	Ase	Täi	Mod	Ümb	Õ.m.j.	Tag	Kodu	Muu
45	Topmarks	1	1	1	1					
46	Toy Theater	1	1	1	1					
47	TÜ Teaduskooli E-õppekeskus									1
48	Weebly			1						
49	Wizer		1	1			1		1	
50	Wordwall	3					1			

Märkused: ¹ <https://www.sluha.pri.ee/stuff/?dir=/matemaatika>

*Matemaatika jaoks mõeldud tarkvara.

Tabeli päises kasutatud lühendid:

Nr – Järjekorranumber

Ettev. – Ettevalmistamiseks

Ase – Asendamiseks

Täi – Täiustamiseks

Mod – Modifitseerimiseks

Ümb – Übermõtestamiseks

Õ.m.j. – Õppematerjalide

jagamiseks

Tag – Tagasiside andmiseks

Kodu – Kodutööde tegemiseks

Muu – Muu kasutus

Lisa 6. Tarkvara kasutuse jaotus vastavalt taustaandmetele

Enim kasutatud tarkvara õpetajate vanuseklassi tööstaaži põhjal ning kooli asukoha järgi.

Vanus	TET	Google tarkvara	Opiq	YouTube	Kahoot!
18–29	83,3	83,3	83,3	66,7	66,7
30–39	86,4	72,7	50	81,8	77,3
40–49	67,9	57,1	64,3	42,9	50
50–59	85,7	47,6	73,8	76,2	73,8
60–69	75	83,3	75	91,7	83,3
Tööstaaž					
1–5 aastat	81,8	63,6	72,7	54,5	54,5
6–10 aastat	78,6	78,6	50	92,9	71,4
11–15 aastat	88,9	66,7	66,7	55,6	77,8
16–20 aastat	55,6	44,4	77,8	66,7	66,7
21+ aastat	82,1	57,1	67,9	73,2	73,2
Kooli asukoht					
Tallinn, Tartu,					
Narva	80	62,9	65,7	68,6	74,3
Muu linn	82,9	63,4	65,9	63,4	63,4
Väikeasula	79,4	55,9	70,6	76,5	70,6

Märkused: TET tarkvara all on silmas peetud Microsoft Office või Open Office tarkvara. Tabelis on välja toodud numbriga kui suur protsent vastavast grupist kasutas igat toodud tarkvara.

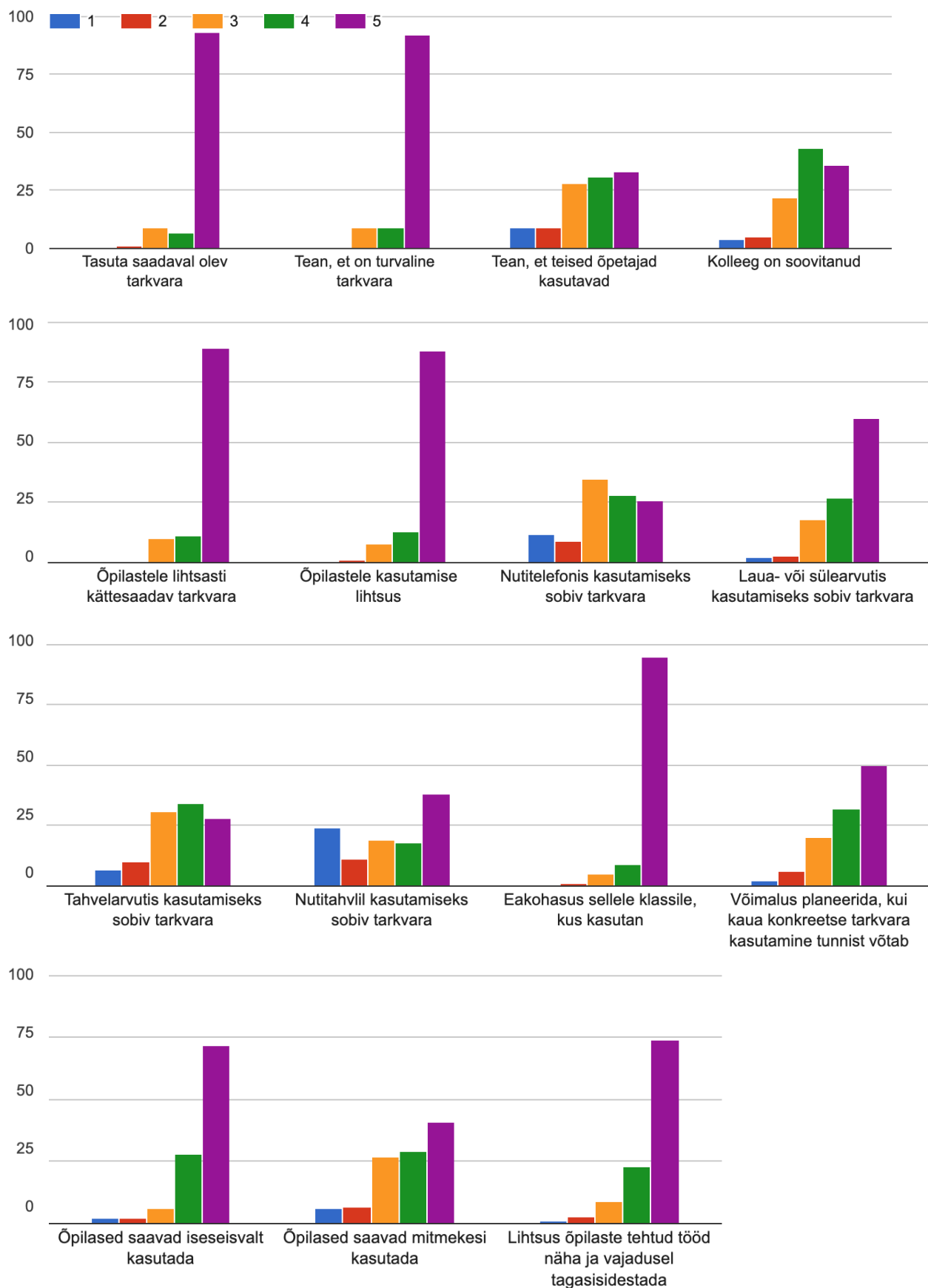
Lisa 7. Tarkvara valimise põhimõtted

Õpetajatel paluti hinnata 5-palli skaalal, kui oluline on iga valiku tegemise põhjendus. 1 – mitte üldse oluline valikul, 5 – väga oluline valikul.

Valiku põhimõte	Olulisus
Tasuta saadaval olev tarkvara	4,75
Tean, et on turvaline tarkvara	4,75
Tean, et teised õpetajad kasutavad	3,64
Kolleeg on soovitanud	3,93
Õpilastele lihtsasti kättesaadav tarkvara	4,72
Õpilastele kasutamise lihtsus	4,71
Nutitelefonis kasutamiseks sobiv tarkvara	3,43
Laua- või sülearvutis kasutamiseks sobiv tarkvara	4,27
Tahvelarvutis kasutamiseks sobiv tarkvara	3,60
Nutitahvlil kasutamiseks sobiv tarkvara	3,32
Eakohasus sellele klassile, kus kasutan	4,80
Võimalus planeerida, kui kaua konkreetse tarkvara kasutamine tunnist võtab	4,11
Õpilased saavad iseseisvalt kasutada	4,51
Õpilased saavad mitmekesi kasutada	3,84
Lihtsus õpilaste tehtud tööd näha ja vajadusel tagasisidestada	4,51

Märkused: Olulisus – keskmine tulemus 5-palli skaalal.

Lisa 8. Õpetajate poolt märgitud olulisus iga põhjuse juures



Märkused: Tulbad näitavad sagedust kui palju igat väärtust iga erineva põhjuse juures märgiti.

Lisa 9. Kasutuses olevad tehnoloogilised vahendid

Tehnoloogiavahend	N	%
Süle- või lauaarvuti õpetajale kasutamiseks	108	98,2
Süle- või lauaarvuti õpilastele kasutamiseks (mitme peale)	17	15,5
Süle- või lauaarvuti õpilastele kasutamiseks (individuaalsed)	68	61,8
Tahvelarvuti õpetajatel kasutamiseks	41	37,3
Tahvelarvuti õpilastele kasutamiseks (mitme peale)	20	18,2
Tahvelarvuti õpilastele kasutamiseks (individuaalsed)	54	49,1
Nutitahvel klassiruumis (<i>Smartboard</i>)	48	43,6
Projektor klassiruumis	74	67,3
Nutitelefon õpetajal	81	73,6
Nutitelefon õpilastel (kõigil)	27	24,5
Nutitelefon õpilastel (osadel)	49	44,5
Muu	9	8,2

Märkused. N – õpetajate arv, kes seda vahendit kasutavad; % – protsent, mitu õpetajat valisid vastuseks iga klassi. Kuna õpetaja sai märkida kõik vahendid, mida nad kasutavad, ei ole vastajate arv ega protsent summarselt 110 ega 100%.

Lisa 10. Tarkvarad varasematest töödest

Kukk, 2015

- 10Monkeys
- GeoGebra
- Matetalguid
- Miksikese testid
- Pranglimine
- Wiris
- T-algebra
- Rohenäppude matemaatika

Paas, 2021

- 10Monkeys
- 99math
- Allar Veelmaa õppevideod
- Classtime
- Desmos
- Desmos Teacher
- Digiõppevaramu
- E-koolikott
- Foxcademy
- Function
- GeoGebra
- GeoGebra Classroom
- GeoGebra Groups
- Geometricks
- Google Drive
- Inkscape
- Kahoot
- Khan Academy
- LiveWorksheets
- Mangahigh
- Math-Aids.Com
- MathType
- Matific
- Moodle
- Mymaths
- Nearpod
- Nutisport
- Office
- Openboard
- Opiq
- Photomath
- Plickers
- Pranglimine
- Quizizz
- Zoom
- T-algebra
- TeacherTools
- Testmoz
- ThatQuiz
- Vint.ee
- Wolfram Alpha
- YouTube

Uusimaa, 2022

- 99math
- British Council
- E-koolikott
- Facebook
- Gmail
- Google Classroom
- Google Drive
- Google Meet
- Graasp
- Kahoot
- Krokotak
- Learningapps.org
- LiveWorksheets
- LoQuiz
- Matetalgud
- Miksike
- Opiq
- Padlet
- Pinterest
- PosterMyWall
- Quizizz
- Quizlet
- Scratch
- Studium
- Zoom
- Taskutark
- Teams
- Youtube

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Anni Haasma,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose “Tarkvaraga rikastatud matemaatikaõpetus I–II 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.

Anni Haasma

/allkirjastatud digitaalselt/

14.05.2024