

Tartu Ülikool

Kuidas kasutatakse Eesti koolides digitehnoloogiaid, mis on nende kasutamise efekt õpilaste õpitulemustele ja millised on soovitusel erinevatele sihtrühmadele?

DigiEfekti projekti põhitulemuste kokkuvõte

Margus Pedaste

2023

Projektimeeskond

Vastutav täitja: Margus Pedaste

Põhitäitjad: Äli Leijen, Evelyn Kiive, Krista Uibu

Täitjad: Ilona Võik, Triinu Kärbla, Katrin Saks, Gerli Silm, Aleksandar Baucal, Piret Einpaul, Meeli Rannastu-Avalos, Marje Johanson, Maarja Sõrmus, Tea Ausin, Kenn Konstabel, Doris Kristina Raave, Kristi Palk, Meriliis Kasemets, Marit Puusepp, Külli Kallas, Leo Siiman, Yaroslav Opanasenko, Gady Pähklemäe, Triinu Pääsik, Kõue Heintalu

Koolide tagasiside andmisel kaasati Aleksandre Bregadze

Andmete kogumisel kaasati Alge Illossaar, Laivi Laanemets, Mailen Remmelg, Kersti Veskus, Maarja Pertel, Maarika Pähklemäe, Roman Sten Tõnissoo, Triin Kivisikk, Anette Siinvert, Lili Jürisoo

Projekti finantseeris Haridus- ja Teadusministeerium, projekti tunnuscode DIGIVARA5 „DigiEfekt: Digitaalse õppevara kasutamise mõju õppimisele ja õpetamisele Eesti põhihariduse näitel (01.05.2020–30.04.2023)“.

Kokkuvõtte soovituslik viide:

Pedaste, M. (2023). *Kuidas kasutatakse Eesti koolides digitehnoloogiad, mis on nende kasutamise efekt õpilaste õpitulemustele ja millised on soovitusel erinevatele sihtrühmadele? DigiEfekti projekti põhitulemuste kokkuvõte*. Tartu, Tartu Ülikool.

Sissejuhatus

DigiEfekt on Tartu Ülikooli poolt Haridus- ja Teadusministeeriumi toetusel 1. maist 2020 kuni 30. aprillini 2023 läbi viidud teadusprojekt, mille eesmärgiks oli mõista, kuidas digitehnoloogiate kasutamine avaldab efekti õpilaste õpitulemustele. Digitehnoloogiatena vaadeldi seejuures digiseadmeid (arvuteid, tahvelarvuteid ja nutitelefone), digitaalset õppekeskkonda (nii spetsiifiliselt õppimiseks disainitud kui ka muid õppimiseks kasutatavaid keskkondi) ning digitaalset õppesisu (õpikeskkondades olevaid erinevaid materjale). Kitsamalt võib vaadelda õppekeskkonda ja õppesisu koos digitaalsete õppematerjalidena, mida kasutatakse digiseadmete abil. Varasemad uuringud ei ole ei Eestis ega rahvusvaheliselt teadaolevalt käsitlenud digitehnoloogiate õppimisel ja õpetamisel kasutamise viiside efekti õpitulemustele ning seda lünka püüdsime ka täita DigiEfekti projektiga. Seejuures selgitasime täiendavalt välja, kui suur roll õpitulemuste prognoosimisel on õpilasi ja klasse või nende õpetajaid iseloomustavatel tunnustel. See teadmine on oluline, et teha tulevikus põhjendatud valikuid nii digitaalsete õppematerjalide koostamisel, kasutuselevõtul kui ka kasutamise viisides. Samuti võimaldab läbi viidud uuring teha ettepanekuid poliitikakujundajatele ja uurijatele erinevateks jätkutegevusteks.

Õpitulemustena vaadeldi uuringus matemaatikapädevust, loodusteaduslikku pädevust, kommunikatsioonipädevust, õpipädevust, digipädevust ja sotsiaal-emotsionaalseid oskusi. Neist igaüht kirjeldati täpsemalt erinevate alamdimensioonide kaudu. Neid mõjutavate tunnustena vaadeldi kõige olulisemana digitaalsete õppematerjalide kasutamise viise. Selleks uuriti esiteks erinevaid tunnuseid, mis kirjeldavad õpilaste matemaatika-, loodusainete ja eesti keele tunde 3., 6. ja 9. klassides. Nende tunnuste põhjal kirjeldati tundide profiilid ja edasi uuriti, kuidas õpitulemused on prognoositavad erinevate profiilide esinemissageduse põhjal – kas ühe või teise profiili sagedasem esinemine viib paremate õpitulemusteni. Teiseks uuriti õppematerjalide kasutamise viise individuaalsel tasandil õpilaste poolt Opiqu e-õpikute kasutamise põhjal. Siinkohal kirjeldati õpilaste profiilid ja edasi uuriti, kuidas on õpitulemused prognoositavad nende põhjal.

Lisaks klasse ja õpilasi kirjeldavatele digitehnoloogiate kasutamise profiilidele võeti õpitulemuste prognoosimisel vaatluse alla ka mitmed muud tunnused, mis võivad varasemate uuringute põhjal avaldada õpitulemustele mõju: õpilase digiseadmete kasutamine, digipädevus, õpipädevus, sotsiaal-emotsionaalsed oskused, kognitiivne võimekus, isiksuseomadused, õpiärevus, koolirahulolu, õpetaja-õpilase suhtluse tajumine, pere sotsiaalmajanduslik olukord, tegevusvõimekus digitaalsete õppematerjalide kasutamisel matemaatika õppimisel ja erivajaduste esinemine. Arvesse võeti ka mitmed õpetajaid iseloomustavad tunnused: digihoiakud, tegevusvõimekus õpi- ja õpetamistegevuste kavandamisel ning digitaalsete õppematerjalide kasutamisel, enesetõhusus õppijate kaasamisel ja õpetamisstrateegiate rakendamisel, digivalmisolek ja hinnang digimaterjalide kasutamise võimalustele.

Metoodika

DigiEfekti uuring koosnes piloot- ja põhiuuringust (vt joonis 1). Esmalt värvati uuringusse 14 kooli, millest omakorda kaasati kõik 3., 6. ja 9. klassid koos kõigi õpilaste ning matemaatika-, loodusainete ja eesti keele õpetajatega. Uuringus nõustusid osalema 62 klassi 959 õpilast ja nende 93 õpetajat. Oluline on märkida, et uuringu valim oli eesmärgipärane ja seetõttu ei ole järeldused üldistatavad kogu Eestile. Valimi koostamisel seati eesmärgiks uuritavate mitmekesisus ja nii kaasati uuringusse koole selle põhjal, millised on nende akadeemilised

tulemused, digivalmidus ja koolirahulolu. Mitmekesisuse huvides kaasati valimisse nii koole, kus need kolm tunnust on suhteliselt head või vastupidi suhteliselt halvad.

Pilootuuringuga hinnati projektis välja töötatud hindamisvahendite ja metoodikate kvaliteeti ning uuringu läbiviimise protseduuri sobivust. Suurem osa valminud hindamisvahenditest on tehtud õpetajatele ja uurijatele taaskasutamise eesmärgil kättesaadavaks Tartu Ülikooli andmepositooriumis aadressil <http://datadoi.ee/handle/33/536> (Pedaste jt, 2023b).

Uuringu järelduste tegemiseks koguti andmed põhiuuringus 2021/2022 õppeaasta jooksul. Andmeid koguti vaatluste, intervjuude, testide ja küsimustike abil ning lisaks kasutati Opiq keskkonnas salvestatud tegevuste digijälgi ning Eesti Hariduse Infosüsteemis olevat infot õpilaste erivajadustega seondult.

Joonis 1. DigiEfekti uuringu disain (Pedaste, Raave, & Baucal, 2023a).



Vaatlused viidi läbi kõigi õpetajatega, kes andsid nõusoleku uuringus osalemiseks ja oma tundide vaatlemiseks. Kokkuvõttes võeti analüüsisse 93 õpetaja 171 tunni vaatlused. Vaatlused viidi läbi juhendatud vaatlejate poolt, kes kasutasid ühtset vaatlusjuhendit. Tundides keskenduti sellele, et selgitada välja, millisel viisil kasutatakse digitehnoloogiaid. Seejuures võeti aluseks Chi & Wylie (2014) õpitegevuste kaasatuse raamistik ning Puentedura (2006) digitehnoloogiatega kasutamise viiside SAMR raamistik. Esimese järgi eristatakse interaktiivseid, konstruktiivseid, aktiivseid ja passiivseid õpiülesandeid, millest esimesed on kõige enam kaasamist soodustavad ja järgnevad järjest vähem kaasavad ja on seeläbi ka järjest vähem tulemuslikud õpitulemuste saavutamiseks. SAMR raamistik eristatakse nelja digitehnoloogiatega kasutamise viisi: asendamine, täiustamine, modifitseerimine ja ümbermõtestamine. Täpsemalt on ülevaade nende raamistike kasutamisest avatud vastavates DigiEfekti projekti vaheraportites (vt Raave jt, 2022a ja 2022b). Lisaks selgitati tundide järel õpetajaid intervjuuerides välja tunnis läbi viidud õpitegevuste eesmärgid. Seejuures eristati operatsioonide tõhustamist ning õppimise kvantitatiivset ja kvalitatiivset tõhustamist. ICAP, SAMR ja eesmärkide raamistikust lähtuvalt kodeeritud andmete põhjal viidi läbi klasteranalüüs, kasutades latentsete profiilide analüüsi meetodit. Edasiselt kasutati leitud

profiile analüüsid, mille eesmärgiks oli mõista, kuidas õppemeetodeid ja digitaalsete õppematerjalide kasutamise viisid prognoosivad õpitulemusi ehk digiefekti.

Õpiprotsessi digijäljed koguti 2021/2022 õppeaasta jooksul Opiku e-õpikute kasutamisest. Need olid kasutusel valimisse kuulunud 12 koolis. Seejuures salvestati info sellest, milliseid tegevusi õpilased tegid (nt õppetükkide avamine, meedia kasutamine, kohustuslike või harjutustestide täitmine) ning kui kaua nad sellele aega kulutasid. Kogutud andmete põhjal kirjeldati protsessikaeve ja järjestusanalüüsi meetodeid kasutades õpilaste strateegiad Opiku matemaatika, loodusaainete ja eesti keele e-õpikute kasutamisel. Seejuures peab lisama, et õpilase strateegiad peegeldavad osaliselt ka seda, milliseid ülesandeid on andnud nende õpetajad ja millised võimalused on olemas erinevates e-õpikutes. Täpsemalt on digijälgede analüüsi metoodika ja tulemused avatud vastavas temaatilises raportis (vt Opanasenko, Pedaste, & Siiman, 2023).

Testidega hinnati õpilaste erinevaid pädevusi: loodusteaduslik, suhtlus-, matemaatika-, digipädevus ja vaimne (kognitiivne) võimekus. Seejuures suhtlus-, matemaatika- ja digipädevuse testid arendati välja DigiEfekti projekti käigus ning need testid on vaba juurdepääsuga taaskasutuseks kättesaadavad (vt Pedaste jt, 2023b). Küsimustikega koguti andmeid nii õpilastelt, nende vanematelt, õpetajatelt kui ka üldiselt koolide kohta. Õpilastel hinnati õpipädevust, sotsiaal-emotsionaalseid oskusi, matemaatika tegevusvõimekust, õpiärevust, koolirahulolu, isiksuseomadusi ning õpilase ja õpetaja suhtluse tajumist. DigiEfekti projekti käigus valmis neist sotsiaal-emotsionaalsete oskuste, õpiärevuse, koolirahulolu ning isiksuseomaduste hindamisvahendid, mis on samuti taaskasutuseks kättesaadavad (vt Pedaste jt, 2023b). Lapsevanemad kirjeldasid oma laste taustatunnuseid, näiteks erivajaduste esinemist. Lisaks lapsevanematelt kogutule, küsiti osa õpilaste taustaandmetest ka otse õpilastelt ning osa lisati Eesti Hariduse Infosüsteemist. Õpetajate küsimustikega hinnati nende digihoiakuid ja digivalmidust, tegevusvõimekust, enesetõhusust ning samuti koguti taustainfot nende kohta. Koolide tausta kirjeldamiseks kasutati koolidele esitatud küsimustikust ning koolide valimi koostamiseks Haridus- ja Teadusministeeriumilt saadud andmeid.

Digiefekti ehk õppemeetodite ja digitaalsete õppematerjalide kasutamise viiside efekti selgitamiseks kasutati struktuurivõrrandite analüüsi ja mitmetasandilist (hierarhilist) analüüsi. Nendest meetoditest ja saadud tulemustest on antud põhjalikum ülevaade DigiEfekti projekti lõppraportis (vt Pedaste jt, 2023a).

Tulemused ja põhijäreldused

DigiEfekti uuringu põhitulemused võib jagada kolme gruppi: 1) digitehnoloogiate kasutamine tundides, 2) strateegiad e-õpikute kasutamisel, 3) tundide profiilide ja õpilaste e-õpikute kasutamise strateegiate efekt õpitulemustele, arvestades teisi õpitulemusi mõjutavaid tegureid – digiefekt.

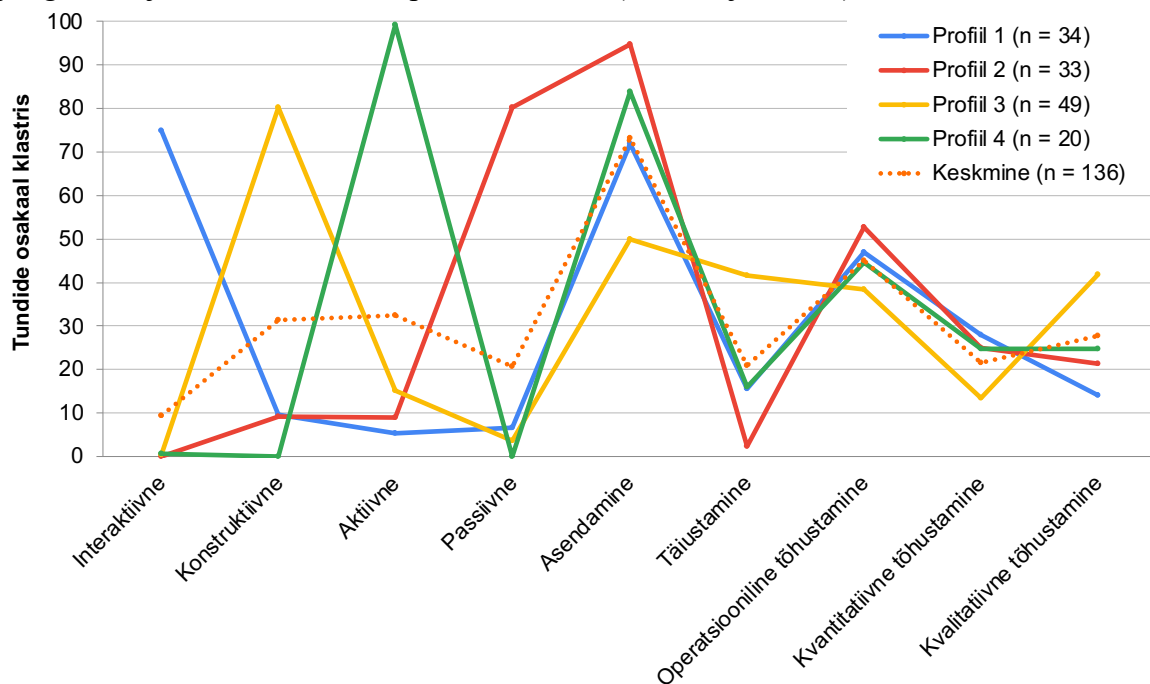
Digitehnoloogiate kasutamine tundides

DigiEfekti projektis analüüsiti 171 vaadeldud 3., 6. ja 9. klassi matemaatika, loodusaainete, ja eesti keele tundi. Nendest kasutati digitehnoloogiaid 136 tunnis. Nendes kogutud andmete põhjal kirjeldati digitehnoloogiate kasutamise profiilid, mis on avatud joonisel 2.

Kõige tavalisem oli tunniprofiil 3, mida esines 49 juhul (36% tundidest, kus digitehnoloogiaid kasutati). Seda iseloomustas kõige selgemini digitehnoloogiate konstruktiivne kasutamine – enda eelteadmised ja uued õpitavad teadmised tuli iseseisvalt erinevates ülesannetes tervikuks siduda. Lisaks sellele oli selle profiili puhul suhteliselt enam levinud digitehnoloogiate

kasutamine õpiprotsessi täiustamiseks (nt vastuste automaatkontroll, ühine digisisu loomine), mitte üksnes muul viisil toimunud tegevuste asendamiseks (nt paberraamatu asemel internetist info otsimine, sisu kuvamine projektori abil suurele ekraanile). Erinevalt teistest profiilidest oli selle puhul kõige tavalisem digitehnoloogiate kasutamise eesmärk õppimise kvalitatiivne tõhustamine (sügavam õppimine, õpitavast parem arusaamine). Sageduselt väga sarnased olid profiilid 1 ja 2. Neist esimest kirjeldavad õpilasi kõige enam kaasavad interaktiivsed ülesanded. Samas iseloomustas seda profiili ka digitehnoloogiate kasutamine peamiselt asendamiseks ja operatsiooniliseks tõhustamiseks (midagi on lihtsam teha digitehnoloogiate abil). Seega kokkuvõttes ei ole see eeldatavasti kõige tõhusam digitehnoloogiate kasutamise viis. Profiili 2 iseloomustas õpilaste suhteline passiivsus digitehnoloogiate kasutamisel. Kuna selle profiili puhul oli peamiseks digitehnoloogiate kasutusviisiks asendamine ja eesmärgiks operatsiooniline tõhustamine, siis võib pidada seda kõige vähemtõhusaks. Suhteliselt vähetõhusaks võib pidada ka profiili 4, milles õpilased olid aktiivsed, kuid digitehnoloogiate kasutus samuti pigem asendamisel ja operatsioonilisele tõhustamisele suunatud. Lisada tuleb veel seda, et digitehnoloogiate tundides kasutamise profiilide kirjeldamisel jäeti analüüsist välja SAMR raamistiku kaks dimensiooni, modifitseerimine ja übermõtestamine, sest neid esines vaatluste põhjal väga harva ja need ei eristanud ühtegi profiili teistest.

Joonis 2. DigiEfekti projekti tundides vaadeldud digitehnoloogiate kasutamisega seonduvate õpitegevuste jaotumine erinevate profiilide vahel (Pedaste jt, 2023a).



Järeldus 1: Digitehnoloogiate kasutus on uuritud koolide 3., 6., 9. klasside matemaatika-, loodusainete ja eesti keele tundides kõige sagedamini suunatud konstruktiivsete ülesannete täitmisele, digitehnoloogiate kasutamisele muul viisil tehtu asendamiseks ning operatsiooniliseks tõhustamiseks. Liialt vähe on tundides interaktiivseid tegevusi, õpiprotsessi täiustamist, modifitseerimist või übermõtestamist ja õppimise kvalitatiivset tõhustamist ning liialt palju on tegevusi, milles õpilane on digitehnoloogiate kasutamisel pigem passiivses rollis.

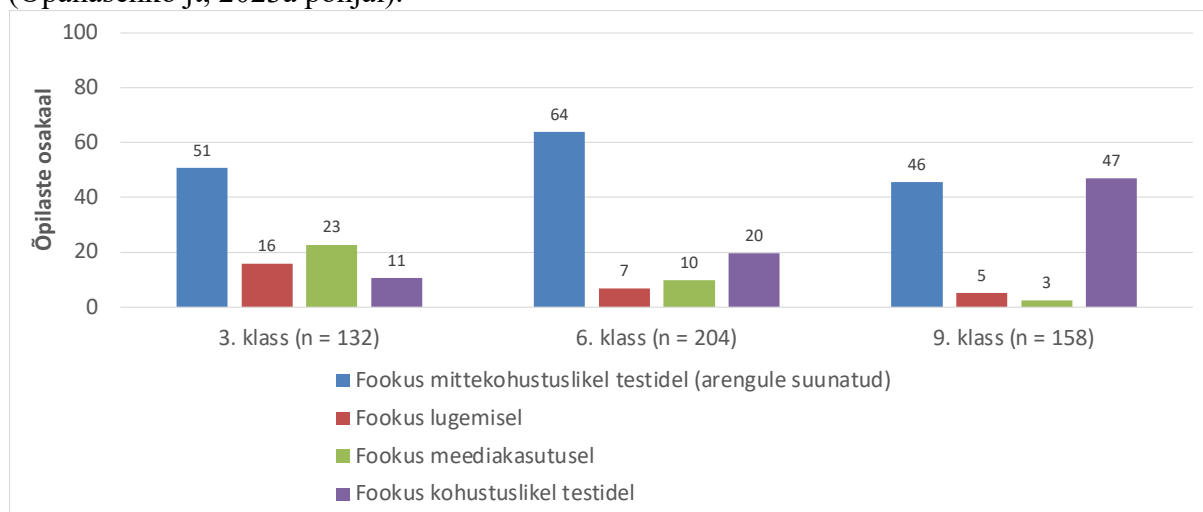
Strateegiad e-õpikute kasutamisel

Kõige laialdasemalt kasutatud e-õpikud Eesti koolides on Opiqu komplekti kuuluvad õpikud. Seetõttu uuriti koostöös Opiquit arendava osaühinguga Star Cloud just Opiqu logifaile, et kirjeldada õpilaste strateegiaid e-õpikute kasutamisel. Vaatluse alla võeti matemaatika-,

loodusainete ja eesti keele õpikud, mida uuringus osalevad 3., 6. ja 9. klassi õpilased olid kasutanud. Ilmnes, et osa õpilasi on kasutanud Opiqu keskkonnas olevaid materjale väga lühikest aega ja nii otsustati analüüsi kaasata üksnes need õpilased, kelle poolt kasutati materjale kokkuvõttes vähemalt tund aega. Kokkuvõttes oli DigiEfekti valimis selliseid õpilasi 495 (vt täpsemalt Opanasenko jt, 2023). Nende õpilaste analüüsi põhjal võis eristada neli Opiqu kasutamise strateegiat: 1) lugemisele suunatud strateegia (e-õpikutes ei pühendata meedia vaatamisele või testide täitmisele), 2) arengule suunatud strateegia (keskendutakse korduvtäidetavatele testidele, mis võimaldavad läbi vigade õppimist), 3) meediakasutusele suunatud strateegia (keskendutakse keskkonnas olevate fotode, videote jm kasutamisele), 4) kohustuslike testide täitmisele suunatud strateegia (sooritatakse eelkõige just kohustuslikke teste).

Erinevate Opiqu kasutamise strateegiate sagedusest annab ülevaate joonis 3. Sellelt on näha, et 3. ja 6. klassis on kõige enam levinud arengule suunatud strateegia, mis seisneb mittekohustuslike testide korduvas tegemises järjest parema tulemuse saavutamiseks. See strateegia on väga tavaline ka 9. klassis, kuid seal on isegi ühe protsendi võrra enam levinud kohustuslike testide tegemisele keskenduv strateegia. Üksnes lugemisele või ka meediakasutusele suunatud strateegiaid esines märgatavalt harvem.

Joonis 3. DigiEfekti projektis osalenud õpilaste strateegiad Opiqu e-õpikute kasutamisel (Opanasenko jt, 2023a põhjal).



Järeldus 2: Opiqu e-õpikute kasutamisel keskenduvad õpilased peamiselt testide tegemisele ning vähem lugemisele ja meediakasutusele. Kuna kõige tõhusamaks võib hinnata e-õpikute mitmekülgset kasutamist, kus lugemismaterjalidel ja meedial on oluline roll paremate õpitulemuste (sh e-õpikus olevate testide tulemuste) saavutamisel, siis ei saa peamiselt testidele keskenduval ja muid seniseid spetsiifilisi õpilaste strateegiaid pidada kuigi tõhusaks.

Digitehnoloogiate kasutamine efekt õpitulemustele

Eelnevalt tutvustatud tundide profiilide ja Opiqu e-õpikute kasutamise strateegiate efekti õpitulemustele uuriti mitmes etapis. Esmalt selgitati välja, milline on efekt ühetasandilistes ja seejärel mitmetasandilistes mudelites. Viimaste puhul uuriti kolme erineva kompleksusega mudeleid: 1) milles tulemusi prognoosivad ainult digitehnoloogiate kasutamise viisid (tunniprofiilid ja Opiqu kasutamise strateegiad), 2) milles on vaatluse all lisaks nii õpilase kui ka klassi tasandil tunnused, mis kirjeldavad digitehnoloogiate kasutamisega seonduvat, 3), milles uuritakse ka muid õpilase ja klassi tasandil asjakohaseid tunnuseid. Siinkohal teeme

olulisematest tulemustest lühikokkuvõtte. Seejuures selgus, et praktiliselt kõigi uuritud tunnuste puhul on olulise tähtsusega see, millises klassis õpilane käib või millised õpetajad teda õpetavad, kuigi enamasti sõltus tulemuste varieerumine rohkem siiski õpilast ennast kirjeldavatest tunnustest. Täpsemalt on vastavad tulemused avatud projekti lõppraportis (Pedaste jt, 2023a).

Kokkuvõttes võib öelda, et õpilaste õpitulemused olenevad digitehnoloogiate kasutamise viisidest (vt tabel 1). Profiilide 2 ja 4 ehk siis tundide puhul, kus digitehnoloogiaid kasutatakse peamiselt passiivselt või aktiivselt, ei ole üheselt selge, kas tulemused on paremad kui tundides, kus digitehnoloogiaid ei kasutata – mõne õpitulemuse prognoosimisel olid need paremad ja mõne puhul kehvemad. Samas profiilide 1 ja 3 ehk siis tundide puhul, kus digitehnoloogiaid kasutatakse eelkõige interaktiivsetes või konstruktiivsetes ülesannetes, on õpitulemused kõigi uuritud tunnuste osas kas paremad või samaväärsed võrreldes digitehnoloogia mittekasutamisega. Oluline on lisada, et profiili 3 (mis oli ka kõige sagedasem profiil) iseloomustas veel digitehnoloogiate abil õppimise täiustamine ja õppimise kvalitatiivne tõhustamine õpitulemuste saavutamiseks.

Õpilaste poolt kasutatud strateegiatel Opiqu e-õpikutega töötamisel ei olnud ühest efekti õpitulemustele. Siinkohal võeti võrdlusaluselt kõige lihtsam lugemisele suunatud strateegia ja ei leitud, et meedikasutusele või testide täitmisele suunatud strateegiad oleksid sellega võrreldes alati tõhusamad või vähemtõhusad. Seega vajavad e-õpikute kasutamise strateegiad tulevikus enam suunamist ja kontrollitud sekkumisuuringut võimalike efektide väljaselgitamiseks.

Järeldus 3: Tundides on mõistlik digitehnoloogiate kasutamiseks kavandada senisest enam interaktiivseid ja konstruktiivseid õpitegevusi, mille eesmärgiks on õppimise kvalitatiivne tõhustamine ja mille kavandamisel otsitakse võimalusi, kuidas digitehnoloogiate abil täiustada õpiprotsessi. Õpilaste iseseisev õppimine digitehnoloogiate abil, nt e-õpikute kasutamine, vajab õpetaja poolt teadlikku suunamist ja õpilastega ühist mõtestamist.

Tabel 1. Kokkuvõtlik ülevaade DigiEfekti uuringus käsitletud erinevate tunnuste efektist õpitulemustele mitmetasandiliste mudelite analüüsi põhjal* (Pedaste jt, 2023a põhjal).

Tunnus, mille efekti õpitulemustele uuritakse	Matemaatika- pädevus (6)**	Loodusteaduslik pädevus (5)	Kommunikat- sioonipädevus (2)	Õpipädevus (2)	Digipädevus (7)	Sotsiaal- emotsionaalsed oskused (9)
Digitehnoloogiate kasutamise viisid						
Tunni profiil 1 – interaktiivsed ülesanded digitehnoloogiate kasutamisel	+		++			++
Tunni profiil 2 – passiivsed ülesanded digitehnoloogiate kasutamisel	-	+++	++			+
Tunni profiil 3 – konstruktiivsed ülesanded digitehnoloogiate kasutamisel	+++++	+				+
Tunni profiil 4 – aktiivsed ülesanded digitehnoloogiate kasutamisel	+-	++	+			
Arengule suunatud strateegia Opiqu kasutamisel		++				---+
Meediakasutusele suunatud strateegia Opiqu kasutamisel	+	+-				
Kohustuslike testide täitmisele suunatud strateegia						--+

Tunnus, mille efekti õpitulemustele uuritakse						
	Matemaatika- pädevus (6)**	Loodusteaduslik pädevus (5)	Kommunikat- sioonipädevus (2)	Õpipädevus (2)	Digipädevus (7)	Sotsiaal- emotsionaalsed oskused (9)
Muud digitehnoloogiate kasutamise seonduvad tunnused						
Õpilase päevane arvuti kasutus õppimiseks		+			++	
Õpilase päevane tahvelarvuti kasutus õppimiseks		+				-
Õpilase päevane nutitelefoni kasutus õppimiseks		-			---	+
Õpilase päevane arvuti kasutus	++	-			-	-
Õpilase päevane tahvelarvuti kasutus					-	
Õpilase päevane nutitelefoni kasutus		--				---
Õpilase pädevus digimaterjalide loomisel		++				
Õpilase pädevus digisisu programmeerimisel	++	+				++++
Õpilase pädevus digimaailmas suhtlemisel	+					++
Õpilase pädevus digivahenditega operatsioonide tegemisel						
Õpilase pädevus digimaailmas enese ja teiste kaitsmisel	+	++				+++++
Õpilase pädevus sigimaailmas seaduslikul toimetamisel	+	+				
Õpilase käitumisega seonduvad hoiakud digitehnoloogiate kasutamisel						
Õpilase tajutud kontroll digitehnoloogiate kasutamisel						+++++++
Õpilase käitumise soov digitehnoloogiate kasutamisel (digitehnoloogiate eelistamine muule)	-					----
Õpetaja hoiak digitehnoloogiate õppimisel kasutamise suhtes		+-			+	
Õpetaja digivalmisolek ja hinnang võimalustele digitehnoloogiate kasutamiseks	-	+			+++	---
Õpetaja tegevusvõimekus digivahendite, -keskkondade ja -sisu kasutamisel (3)		+-			+-	--
Muud õpilase ja klassi tasandi tunnused						
Õpilase kognitiivne võimekus						
Õpilase isiksuseomadused (5)		+-				
Õpilase õppimisega seotud ärevus						
Õpilase koolirahulolu		+				
Õpilase pere sotsiaal-majanduslik olukord						
Õpilasel erivajaduse esinemine lapsevanema hinnangul		--				
Õpilase erivajaduste arv EHISe põhjal						
Õpilase tegevusvõimekus matemaatika õppimisel						
Õpilase sugu		0				
Õpilase vanus						
Õpetaja tegevusvõimekus õpi- ja õpetamisetegevuse kavandamisel (3)		++--				
Õpetaja enesetõhusus õppijate kaasamisel ja õpetamisstrateegiate rakendamisel		+				
Õpetaja formaalhariduse tase						
Õpetaja töökogemus üldiselt kokku		+				
Õpetaja töökogemus oma praeguses koolis		+				
Õpetaja soov jätkata õpetajana		+				
Õpetaja vanus						

* + tähistab positiivset ja – negatiivset statistiliselt olulist efekti, tunniprofiilide puhul on efekt võrdlevalt tundidega, kus digitehnoloogiaid ei kasutatud ning Opiqu kasutamise strateegiate puhul võrdlevalt strateegiaga, kus keskenduti eelkõige e-õpiku materjalide lugemisele, plusside ja miinuste arv näitab, kui paljudes mudelites

statistiliselt oluline regressioon ilmnes, 0 tähistab statistiliselt olulist regressiooni, mille puhul ei saa rääkida positiivsest ja negatiivsest efektist

** tunnuse järel sulgudes olev arv näitab, mitut erinevate tunnuse dimensiooni eraldi mudelites uuriti (see on ühtlasi maksimaalne võimalik plusside ja miinuste koguarv vastava õpitulemuse puhul)

Muid digitehnoloogiate kasutamisega seonduvaid õpilase ja ka klassi tasandi tunnuseid uurides selgus, et õpitulemustele on oluline efekt nii arvuti, tahvelarvuti kui ka nutitelefoniga kasutamise sagedusel (mitu tundi päevas seda tehakse) ja seda nii üldisel kasutuse määral kui ka spetsiifiliselt õppimiseks kulutatud ajal. See efekt on aga varieeruv sõltuvalt seadmest, kasutamise eesmärgist ja prognoositavast õpitulemusest (vt tabel 1). Üldiselt võib välja tuua, et arvuti kasutamisel õppimiseks on ainult positiivne ja nutitelefoniga üldisel kasutusel ainult negatiivne efekt, kuid need efektid ei ole kõigile uuritud õpitulemustele. Oluline efekt õpitulemustele on ka õpilase digipädevusel, sh teadmistel, oskustel ja käitumisel, aga ka hoiakutel. Parematel teadmistel, oskustel ja käitumisel on efekti esinemisel see alati positiivne, kuid hoiakutest on tajutud kontrollil positiivne ja digitehnoloogiate eelistamisel muudele õpiviisidele mõnel juhul negatiivne efekt, eriti just sotsiaal-emotsionaalsetele oskustele. Õpetajate hoiakutel, digivalmidusel ja tegevusvõimekusel digitehnoloogiate kasutamisel võib efekt olla sõltuvalt õpitulemusest kas positiivne või negatiivne.

Järeldus 4: Õpilaste digiseadmete kasutus ja digipädevus omavad olulist efekti erinevatele õpitulemustele ja seetõttu on mõistlik pöörata tähelepanu digiseadmete eesmärgipärasele mõtestatud kasutamisele ja digipädevuse süsteemsele arendamisele.

Muid õpilase ja klassi tasandi tunnuseid uuriti mitmetasandilise analüüsiga üksnes komplekssetes mudelites, mille keerukuse tõttu ei ilmnunud neis enamasti efekti õpitulemustele. Erinevad statistiliselt olulised efektid olid üksnes loodusteaduslikule pädevusele, mille puhul oli positiivse efektiga õpilaste koolirahulolu ning õpetajate enesetõhusus, töökogemus ja soov jätkata õpetajana. Tulemused olid madalamad, kui õpilastel esines erivajadusi. Lihtsamate ühetasandiliste mudelite analüüs näitas siiski, et efekt on suurel osal neist tunnustest: õpilase õpipädevusel, sotsiaal-emotsionaalsetel oskustel, isiksuseomadustel, õpiärevusel, koolirahulolul, õpilase-õpetaja suhtlusel, õpilase pere sotsiaalmajanduslikul taustal, õpilase erivajadusel ja tegevusvõimekusel ning õpetaja tegevusvõimekusel, enesetõhususel, digivalmidusel ja erinevatel õpetaja või kooliga seotud taustateguritel (vt Pedaste jt, 2023a). Samas olid need efektid sõltuvalt uuritud aladimensioonist ja prognoositavast õpitulemusest mõnikord positiivsed ja mõnikord negatiivsed. Seega ei saa seniste analüüsides põhjal tehakse üheseid järeldusi ja neile tuginevaid soovitusi nende muude uuritud tunnuste efektist õpitulemustele. Oluline on siiski lisada, et oli üks tunnus, millel ei olnud statistiliselt olulist efekti üheski uuritud analüüsis – vaimne (kognitiivne) võimekus. See näitab, et õpetajad on uuritud koolides saavutanud sõltumata õpilaste võimetest ühtlaselt häid õpitulemusi.

Soovitused

DigiEfekti uuringu põhjal võib teha soovitusi õpetajatele, õppematerjalide koostajatele, poliitikakujundajatele ja uurijatele. Järgnevalt on need esitatud sihtrühmade kaupa, kuigi erinevatele sihtrühmadele suunatud soovitusel on omavahel ka seotud ning seetõttu osaliselt relevantseks neile kõigile.

Soovitused õpetajatele

Digiefekti uuringu põhjal soovitage:

- 1) Kavandada digitehnoloogiate kasutamisel enam interaktiivseid ja konstruktiivseid ülesandeid, milles on õpilastel vaja üksteisega koos töötada ja luua uut teadmist, tuginedes kaasõpilaste poolt ja õppematerjalides esitatud ideede integreerimisele oma eelteadmistega. Sellistel ülesannetel on kõige selgemalt positiivne efekt õpitulemustele.
- 2) Mõtestada senisest enam digitehnoloogiate kasutamise eesmäärke, püüdes sõnastada just selliseid, mille puhul on sihiks õppimise kvalitatiivne tõhustamine. See tähendab, et tuleb kaaluda, millised õpitulemused saavad just sisulises mõttes paremini (nt sügavam teadmine ja mõistmine) saavutatud digitehnoloogiate abil. Seejärel soovitame võtta digimaterjalid süsteemsemalt kasutusele just sügava õppimise toetamisel ning teha digimaterjalide kasutamise eesmärgid ka õpilastele nähtavaks näiteks koos õpilastega nende üle reflekteerides. Sellistel tundidel on positiivne efekt õpitulemustele.
- 3) Mitte piirduda üksnes digitehnoloogiate kasutamisega varasemalt harjumuspärasel õppeprotsessis millegi asendamiseks (nt tavaraamatu asemel e-õpiku lugemine või sisu kuvamine ekraanile), vaid leida võimalusi, kuidas digitehnoloogiate abil õppimist täiustada (nt ühine sisuloo, tehisintellekti võimaluste kasutamine). Sellistel tundidel on positiivne efekt õpitulemustele.
- 4) Arutada õpilastega läbi, kuidas ja miks kasutada digitaalseid õppematerjale, näiteks Opiqu e-õpikuid. Uuring näitas, et praegune õpilaste poolne Opiqu e-õpikute kasutus on sageli ebasüsteemne ja nii ei ole Opiqu kasutamise strateegiatel ka läbivalt positiivset või negatiivset efekti õpitulemustele.
- 5) Suunata õpilasi enam jälgima, kui palju ja milleks nad digitehnoloogiaid kasutavad. Uuringu tulemuste põhjal on arvuti sagedasemal kasutamisel õppimiseks õpitulemustele üksnes positiivne efekt ja nutitelefoni või tahvelarvuti kasutamisel muudeks tegevusteks üksnes negatiivne efekt õpitulemustele. Samas nutitelefoni ja tahvelarvuti õpiotstarbelise või arvuti muul otstarbel kasutamise efekt ei ole ühene – mõnele õpitulemusele on see positiivne ja mõnele negatiivne. Süsteemne senisest teadlikum ja mõtestatum digiseadmete kasutamine võiks olla õpitulemustele positiivse efektiga.
- 6) Suunata õpilasi kasutama õppimisel enam arvutit ja mitte niivõrd nutitelefoni või tahvelarvutit, sest just arvuti kasutamisel õppimisel on selgelt positiivne efekt õpitulemustele.
- 7) Digitehnoloogiate kasutamise õpitulemustele avalduva efekti suurendamisel on väga oluline õpilaste digipädevus. Kõige selgemalt annavad efekti kaks digipädevuse dimensiooni: oskused digimaailmas ennast ja teisi kaitsta ning programmeerimisoskus, mida siinkohal võib kirjeldada kui algoritmilise mõtlemise oskust, mis on vajalik süsteemseks samm-sammuliseks ülesannete lahendamiseks ja lahenduste kontrollimiseks. Lisaks on vaja arendada oskust digimaterjalide loomiseks ja teiste loodud materjalide hindamiseks, et valida õppimiseks kõige väärtuslikumad materjalid. Samuti on positiivne efekt õpitulemustele digimaailmas suhtlemise oskusel ja seaduslikul toimetamisel.
- 8) Õpilaste sotsiaal-emotsionaalsete oskuste arengu toetamiseks on väga oluline, et õpilastel oleks digitehnoloogiate kasutamisel tajutud kontroll – et nad saavad ise valida, millal, mille jaoks ja kellega koos nad digitehnoloogiate abil õpivad. Seega soovitame õpetajatel ülesandeid kavandades jätta õpilastele piisavalt valikuvõimalusi. Samas on märkimisväärne, et õpilaste väiksem soov digitehnoloogiaid õppimisel kasutada prognoosib kehvemaid sotsiaal-emotsionaalseid oskusi. Seega õpilaste sotsiaal-emotsionaalsete oskuste arengu seisukohast on oluline õppeülesannete diferentseerimine nii, et neid oleks võimalik täita nii digitehnoloogiate abil kui ka ilma selleta (jättes valikuvõimaluse õpilastele).

- 9) Mõtestada enda jaoks läbi, mis on eesmärgid digitehnoloogiate kasutamisel ja milliseid digitehnoloogiaid on nende saavutamiseks vaja, et seeläbi kujundada hea digivalmisolek ja adekvaatne hinnang digivõimalustele. Need on aluseks parematele õpitulemustele digitehnoloogiate kasutamisel õppimiseks.

Soovitused õppematerjalide koostajatele

Digiefekti uuringu põhjal soovitame:

- 1) Koostada digitaalsetes õppematerjalides enam interaktiivseid ja konstruktiivseid ülesandeid (või suunata oma autoreid seda tegema), milles on õpilastel vaja üksteisega koos töötada ja luua uut teadmist, tuginedes kaasõpilaste poolt ja õppematerjalides esitatud ideede integreerimisele oma eelteadmistega. Sellistel ülesannetel on kõige selgemalt positiivne efekt õpitulemustele.
- 2) Mõtestada senisest enam digitaalsete õppematerjalide kasutamise eesmäärke (või suunata oma autoreid seda tegema), püüdes sõnastada just selliseid, mille puhul on sihiks õppimise kvalitatiivne tõhustamine. See tähendab, et tuleb kaaluda, millised õpitulemused saavad just sisulises mõttes paremini (nt sügavam teadmine ja mõistmine) saavutatud digitaalsete õppematerjalide abil ning sellest lähtuvalt luua ka digisisu.
- 3) Suunata digitaalsete õppematerjalide kasutajaid senisest enam mõtestatud kasutusstrateegiate juurde. Näiteks võiks käia iga materjaliga kaasas kasutussoovituste juhised õpilastele ja õpetajatele ning need võiks suunata kasutust viisidel, mis eeldavad interaktiivset ja konstruktiivset õppimist õpiprotsessi kvalitatiivse tõhustamise eesmärgil. Iga õppetüki juures võiks olla „analüüsikaart“, mis näitab, millist õppimisviisi ja kuidas erinevad ülesanded toetavad.

Soovitused ülikoolidele

Digiefekti uuringu põhjal soovitame:

- 1) Ülikoolide õpetajakoolituse ja laiemalt haridusteaduste õppekavade lõputööde juhendite ülevaatamist, et need suunaks uurimistöodes keskenduma senisest enam uurimisprobleemi sõnastamisele ja seejärel lahendamisele olemasolevate andmestike põhjal. Ühena sellistest andmestikest on vaba juurdepääsuga DigiEfekti andmestik, mis sobib väga paljude uurimisprobleemide vastamiseks ise andmekogumisvahendeid välja töötamata ja andmeid kogumata. See võimaldab viia fookuse lõputööde sügavamale teaduslikule mõtlemisele ning samas vähendab andmekogumise koormust koolides.
- 2) Ülikoolide õpetajakoolituse ja laiemalt haridusteaduste õppekavade lõputööde juhendite ülevaatamist, et need suunaks uurimistöodes kasutama senisest enam olemasolevaid psühhomeetriliselt valideeritud andmekogumisvahendeid. See võimaldab suurendada lõputöodes kogutavate andmete kvaliteeti ja pühendada rohkem aega uurimisprobleemi sõnastamisele ja tulemuste arutelule.
- 3) Ülikoolide õpetajakoolituse esma- ja täiendusõppe sisu arendamisel soovitame pöörata tähelepanu õpetajate süsteemsele ettevalmistamisele vastavalt siinses uuringus välja toodud õpetajatele suunatud soovitusele.

Soovitused poliitikakujundajatele

Digiefekti uuringu põhjal soovitame:

- 1) Riiklike hindamiste korraldamisel kaaluda võimalusi võtta kasutusele DigiEfekti projektis välja töötatud hindamisvahendid või kasutada nende arendamisel saadud kogemusi oma hindamisvahendite edasiarendamisel ja valideerimisel.

- 2) Suunata õpetajate professionaalset arengut läbi erinevate regulatsioonide (nt õpetajakoolituse raamnõuded, kutsestandardid) muutmise nii, et õpetajad pööraks enam tähelepanu digitehnoloogiate tõhusale kasutamisele vastavalt eelnevalt õpetajatele tehtud soovitudele.
- 3) Suunata riiklikult rahastatavate või tunnustatavate digitaalsete õppematerjalide arendust nii, et need vastaks enam soovitudele, mida on eelnevalt tehtud õppematerjalide koostajatele.
- 4) Arvestada riiklikult toetatavates digimaterjalide ja laiemalt digitehnoloogiate arendamisele suunatud projektides sellega, et nendes kogutavad andmed oleks võimalik siduda DigiEfekti uuringu andmetega.
- 5) Leida eelarvelised vahendid, et tellida DigiEfekti projekti jätku-uuringuid, mis võimaldaks kogutud andmete põhjal vastata erinevatele uurimisküsimustele või testida kontrollitud eksperimentaalses või osaliselt kontrollitud klassisituatsioonis konkreetsete DigiEfekti projektis tõhusaks osutunud õpistrateegiate süsteemse kasutamise pikaajalist efekti (nt interaktiivsete õpistrateegiate süsteemne kasutamine digitehnoloogiate kasutamisel võrreldes konstruktiivsete õpistrateegiate kasutamisega).
- 6) Leida võimalusi, et muuta õpetajate seas ja ühiskonnas laiemalt nähtavaks digitehnoloogiate tähendusliku kasutamise praktikad, mis on keskendunud interaktiivse õppimise toetamisele, digitehnoloogiate kasutamisele spetsiifiliselt täiustatud või modifitseeritud ja ümbermõtestatud õpiprotsessis õppimise kvalitatiivseks tõhustamiseks. Näiteks võiksid selleks sobida eripreemia Aasta õpetaja galal, üliõpilaste teadustööde konkursil (arvestades, et suur osa õpetajaks õppivatest üliõpilastest on samal ajal ka õpetajad) või ka eraldi videoklipid Eesti Rahvusringhäälinguga koostöös nende kanalites, temaatiline rubriik Õpetajate Lehes vms.

Soovitused uurijatele

Digiefekti uuringu põhjal soovitage:

- 1) Luua erinevaid vähemkompleksseid teoreetilisi mudeleid digiefekti ja ka muude õpiprotsessi efektide selgitamiseks ning analüüsida nende mudelite kehtivust DigiEfekti vaba juurdepääsuga andmestiku põhjal. Näiteks luua ja analüüsida mudeleid, milles kujutatakse DigiEfekti uuringus hinnatud taustatunnuste (need, mis ei kirjelda otseselt digitehnoloogiate kasutamist, nt kognitiivne võimekus, isiksuseomadused, õppimisega seotud ärevus, koolirahulolu, pere sotsiaal-majanduslik olukord, erivajaduste esinemine, tegevusvõimekus) efekti erinevatele õpitulemustele või mudeleid, milles vaadeldakse teatud sõltuvaid tunnuseid vahendavate tunnustena.
- 2) Kasutada DigiEfekti projekti tulemusi või andmeid oma uuringutes võrdluseks või oma tulemuste tõlgendamisel. Samuti sobivad DigiEfekti projekti tulemused ülevaate andmiseks digitehnoloogiate kasutamisest ja kasutuse efektist õpitulemustele Eesti kontekstis – viimane võib olla vajalik nii teadusprojektide taotlemisel, täitmisel kui ka rahvusvahelises kontekstis ettekandeid tehes.
- 3) Kasutada DigiEfekti projektis valminud ja psühhomeetriliselt valideeritud hindamisvahendeid enda uurimistöös ning ka uutel valimitel, näiteks gümnaasiumiõpilastega või tõlkides ja kohandades ka muus keele- ja kultuuriruumis.
- 4) Keskenduda DigiEfekti kui kvantitatiivse uuringu tulemuste põhjal ilmnenu trendide põhjal nende sügavuti uurimisele oluliselt kitsama fookusega kvantitatiivsetes või kvalitatiivsetes uuringutes.
- 5) Kavandada sekkumisuuringuid, milles rakendatakse konkreetset hüpoteetiliselt tõhusaid strateegiaid süsteemsete digitehnoloogiate abil õppimiseks ja uuritakse nende strateegiate efekti õpitulemustele kontrollitud tingimustes. Näiteks e-õpikute

kasutamisel võib pidada kõige tõhusamaks teadlikku erinevate DigiEfekti uuringus eristatud strateegiate kombineerimist, kuid sellist strateegiat ei ilmnenu analüüsides ja nii ei olnud võimalik ka hinnata selle tõhusust.

Uuringu piirangud

DigiEfekti uuring kavandati ülevaateuuringuna, mille eesmärgiks oli selgitada välja digitehnoloogiate kasutamise viisid koolides, aga mitte testida ühe või teise tehnoloogia kasutamise efekti. Seetõttu ei võimalda uuring teha järeldusi konkreetsete materjalide efekti kohta, vaid üldisema digitehnoloogiate kasutamise viisi efekti kohta, arvestades erinevaid õpilasi ja õpetajaid kirjeldavaid tunnuseid. Digitehnoloogiate kasutamise viiside ja võimalike efektide mitmekesisuse suurendamiseks kasutati uuringus eesmärgipärast valimit. Seetõttu peab arvestama, et tulemused ei ole üldistatavad. Samuti peab tulemuste tõlgendamisel arvestama, et uuring viidi läbi olukorras, kus koolid olid aeg-ajalt distantsõppel tulenevalt koroonalevikuga seonduvatest piirangutest.

Kasutatud kirjandus

- Chi, M. T., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219-243.
- Opanasenko, Y., Pedaste, M., & Siiman, L. (2023). *Report on the results of DigiEfekt study: Opiq interaction*. Tartu, Tartu Ülikool.
- Pedaste, M., Raave, D. K., & Baucal, A. (2023a). *Digitaalsete õppematerjalide kasutamise efekt õpilaste õpitulemustele. DigiEfekti projekti lõppraport*. Tartu, Tartu Ülikool.
- Pedaste, M., Leijen, Ä., Uibu, K., Baucal, A., Saks, K., Raave, D. K., ... & Siiman, L. (2023b). *Digiefekti koondfail [Digiefkt merged data]*. <http://datadoi.ee/handle/33/536>
- Puente dura, R. (2006). *Transformation, technology, and Education*. http://hippasus.com/resources/tte/puente_dura_tte.pdf
- Raave, D. K., Saks, K., Pedaste, M., Heintalu, K., Laanemets, L., Remmelg, M., Ilosaar, A., & Veskus, K. (2022a). *DigiEfekti põhiuuringu tulemuste raport – digivahendite, -õppevara ja -sisu kasutamine*. Tartu, Tartu Ülikool. https://docs.google.com/document/d/1En1iRvraTttM-1Uhu8X_tuwMRKR5x_m1cw0K8rCIYs/edit?usp=sharing
- Raave, D. K., Saks, K., Pedaste, M., Heintalu, K., Laanemets, L., Remmelg, M., Ilosaar, A., & Veskus, K. (2022b). *DigiEfekti põhiuuringu tulemuste raport – õpitegevused*. Tartu, Tartu Ülikool. <https://docs.google.com/document/d/1n3oTgBYe3HerYg6clxoD0wiBM5kGJP47v4YyFVCg9lk/edit?usp=sharing>