

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Haridusteaduste instituut
Haridusinnovatsiooni õppekava

Kristofer Kotsar
STACK HARJUTUSTE VÄLJATÖÖTAMINE LAIA MATEMAATIKA KURSUSE
NÄITEL
Magistritöö

Juhendaja: kaasprofessor Mario Mäeots

Tartu 2023

Kokkuvõte

STACK harjutuste väljatöötamine laia matemaatika kursuse näitel

Elukestva õppe strateegia 2020 põhjal nähakse selgelt vajadust digitaalsete võimaluste eesmärgipäraseks kasutamiseks õppetöös, et toetada muutunud õpikäsituse rakendamist. Ilmneb, et vajadus digitaalsete õppematerjalide järele on pidev ja vajalik õppija efektiivseks kaasamiseks õppeprotsessi. Samas napib matemaatika e-õppes kasutamiseks sobilikku õppevara, mis võimaldaks anda õppijale, lähtuvalt tema vastusest, interaktiivset ja personaalset tagasisidet. Siinse lõputöö eesmärk oli välja töötada STACK tüüpi ülesanded ühe matemaatika kursuse teemadele ning saada nendele tagasisidet. Andmekogumismeetodina kasutati poolstruktureeritud intervjuud ning ankeeti. Tulemustest selgus, et valminud õppevara puhul anti kõrgeim hinnang kohesele tagasisidele ja sellest tulenevalt näha teadmistes reaalajas võimalikke lünki. Edaspidi tuleb pöörata tähelepanu matemaatiliste sümbolite sisestamise lihtsustamisele ning rohkem ja erineva valikuga ülesannete loomisele. Töö lõpus on välja toodud soovitusel edasisteks uurimissuundadeks.

Võtmesõnad: STACK, kujundav hindamine, ADDIE, õppevara loomine matemaatikas, kombineeritud õpe

Abstract

Developing STACK exercises for a mathematics course

Based on the Lifelong Learning Strategy 2020, there is a clear need to use digital opportunities in learning in a targeted way to support the implementation of a changed approach to learning. The need for digital learning materials is apparent and will be ongoing in order to effectively engage the learner in the learning process. At the same time, there is a shortage of e-learning resources in mathematics that would provide interactive and personalised feedback to learners based on their responses. The aim of the research was to develop STACK type exercises for mathematics course topics and to obtain feedback on the learning tools developed. To this end, a semi-structured interview with experts was conducted and feedback was collected from the pilot group by a questionnaire. The results showed that the highest rating was given to the immediate feedback on the completed learning tool and, consequently, the ability to see possible gaps in knowledge in real time. In the future, attention should be paid to simplifying the insertion of mathematical symbols and to creating

more and different tasks. As the aim of this work was a developmental study, recommendations for further research are outlined.

Keywords: STACK, formative assessment, ADDIE, learning resources in mathematics, blended learning

Sisukord

Abstract	2
Sissejuhatus	5
Teoreetiline ülevaade	6
E-õppe teoreetilised lähtekohad	6
Õppija toetamine kombineeritud õppes.....	7
Tagasiside olulisusest õppijale	9
Digitaalne tugi STACK matemaatika õppimisel.....	10
Probleemipüstitus ja eesmärk.....	12
Metoodika.....	12
Ülevaade arendusuuringust ja ADDIE mudelist	12
Õppevara kvaliteedihindamine LORI mudeli põhjal	14
Loodava õppevara vajadus (analüüs)	14
Õppevara planeerimine ja kavandamine (disain)	15
Õppevara väljatöötamine (arendamine)	16
Andmekogumine- ja analüüs, õppevara katsetamine (rakendamine).....	17
Valim.....	17
Andmekogumine	18
Andmeanalüüs	19
Tulemused	19
Ekspertide tagasiside	19
Pilootrühma hinnang õppevarale.....	21
Arutelu.....	24
Tänu sõnad	26
Autorsuse kinnitus	26
Kasutatud kirjandus.....	27
Lisad	34

Sissejuhatus

Elukestva õppe strateegiast 2020 tuleneb selge vajadus digivõimaluste eesmärgipäraseks kasutamiseks õppeprotsessis, et toetada süsteemselt muutunud õpikäsituse rakendamist. Selgub, et ebapiisavat teadlikkust digitaalsete võimaluste kasuteguritest ja kasutusalaadest peetakse peamiseks kitsaskohaks ning rõhutatakse, et kvaliteetse õppevara loomine vajab suuremat tähelepanu (Elukestva õppe strateegia 2020 vahehindamine, s.a.). Vajadus digitaalsete õppematerjalide järele on Eesti haridusvaldkonna arengukava (2021) järgi pidev, et tõsta õppetöö tulemuslikkust ja toetada õppija arengut. Senini on sellega tegeletud minimaalselt (Haridusvaldkonna arengukava 2021-2035, 2021), seetõttu on vajalik tulevikus rohkem tähelepanu pöörata tehnoloogia abil õppimise disainimisele eesmärgiga aktiveerida ning kaasata õppijat tõhusamalt õppeprotsessi (Chiu, 2021).

Digivahendite kasutamine tunnis sõltub õpetajast ja tema hoiakutest digivahendi mõjust teemast arusaamisele, mistõttu loobutakse tihtipeale digivahendi kasutamisest (Adov & Mäeots, 2021). Mil viisil õpetaja digitehnoloogiat õppetöös kasutab avaldab mõju õppijate õpikogemustele (Tammets *et al.*, 2022). Uuringutes on leitud, et õpetajad vajavad tuge ja koolitust, et luua mõtestatud õpimudeleid tehnoloogia potentsiaali paremaks rakendamiseks (Tammets *et al.*, 2022). Soomes läbi viidud uuring näitas, et üldiselt suudeti küllaltki hästi kohaneda õppe digitaliseerimisega seotud väljakutsetega, kuid mõnede õpetajate jaoks osutus see keeruliseks, kuna olukord hariduses nõudis digitaalsete vahendite tõhusat ja tulemuslikku õppetöösse integreerimise oskust (Iivari *et al.*, 2020). Sellest lähtuvalt võib öelda, et tehnoloogia kasutamisest loobumine või selle mittekasutamine on tingitud vähesest valmisolekust ja negatiivsest suhtumisest (Adov & Mäeots, 2021).

Digivahendite kasutamisel on mitmeid positiivseid aspekte, näiteks mõjutab see matemaatilist arusaamist (Hillmayr *et al.*, 2020), aitab tuvastada probleemkohti ning tõstab motivatsiooni (Speer & Eichler, 2022). Tagasisidet, teadmiste aktiveerimist, õppesisu kohandamist varasemate teadmistega võimaldavad õpisüsteemid mõjutavad positiivselt õppimist ning veebipõhiste õppemeetodite kasutamine õppetöös mõjub positiivselt õppetulemustele (Darma *et al.*, 2021). Autori hinnangul napib eestikeelseid matemaatikaalaseid õppematerjale, mis annaks õppijale, lähtuvalt tema vastusest, kohest ja interaktiivset ning personaalset tagasisidet. Üheks võimaluseks on välja töötada ja viia sisse üldharidusesse STACK tüüpi harjutused.

Käesolev mõte aktualiseerus 2020. aasta alguses, mil algas laialdane haridusasutuste üleminek distantsõppele, mis tingis suuremas mahus digitehnoloogia rakendamise. Kuigi

antud lahendust on kasutatud 2005. aastast valdavalt kõrgkoolides ei ole autorile teadaolevalt alustatud lahenduse kasutuselevõttu üldharidussüsteemis. Käesoleva magistritöö eesmärk on aidata seda lünka täita ning töötada välja arendusuuringu raames STACK harjutuste komplekt laia matemaatika ühe kursuse teemadele.

Teoreetiline ülevaade

E-õppe teoreetilised lähtekohad

E-õpet kui ühte õppetöö alavormi on teatud ja rakendatud juba aastaid, kuid laiemalt tõusis see ühiskonnas päevakorda COVID-19 pandeemia valguses. E-õppele on antud erinevad tähendusi, mistõttu üheselt mõistetava definitsiooni leidmine osutub keeruliseks (Arkorful & Abaidoo, 2014). Stecula ja Wolniak (2022) on käsitlenud e-õpet ühe õppetöö vormina, mis on toetatud digivahenditega, kus õpikogemuste ning -tulemuste saavutamiseks ja õppetööga seotud osapooltega suhtlemiseks kasutatakse digitehnoloogia võimalusi. Samas võib e-õppe alla liigitada näiteks täielikult veebipõhised kursused – MOOC (*Massive Open Online Course*), mille abil muutub õppimine ja õpetamine lihtsamaks ning efektiivsemaks (Akhter *et al.*, 2021). Samas võib e-õppe all mõista ka info- ja kommunikatsioonitehnoloogiatega kasutamist võimaldamaks õppijale ligipääsu veebipõhistele õppematerjalidele ja -vahenditele (Arkorful & Abaidoo, 2014).

Mitmetes teoreetilistes allikates on käsitletud e-õppe rakendamisega seotud eeliseid ja puudusi. Eelisenähtena võib veebipõhise õppe puhul pidada paindlikkust õppija jaoks (Arkorful & Abaidoo, 2014; Behera, 2013). Õppetöös osalemine ei ole piiratud aja ja kohaga (Hosseindoost *et al.*, 2022), füüsiline kohalolu auditooriumis ei ole üldiselt vajalik ning õppematerjalid on õppija jaoks sõltumata ajast kättesaadavad, seega toetab veebipõhine õppevorm aktiivset ja iseseisvat õppimist (Akhter *et al.*, 2021). Lisaks on antud õppetöö variandi puhul võimalik arvestada õppija vajaduste ning õpistiilide ja -huvidega (Arkorful & Abaidoo, 2014; Behera, 2013).

Samas ei peeta haridussüsteemis e-õpet kui õppetöö läbiviimise vormi eriti sobilikuks (Arkorful & Abaidoo, 2014). Põhjuseks võib tuua distsipliini puudumise (Akhter *et al.*, 2021), mille tulemusel väheneb õppija motivatsioon. Vahetu interaktsiooni puudumine õppija ja õppejõu vahel muudab keeruliseks esilekerkivate probleemide lahendamise ning suurendab isoleeritust (Hosseindoost *et al.*, 2022). Lisaks võib e-õppe puhul olla puuduseks

akadeemiliselt ebaausate võtete kasutamise suurenemine (Arkorful & Abaidoo, 2014; Bocanet *et al.*, 2021; Hosseindoost *et al.*, 2022) ning e-õpe võib avaldada negatiivset mõju akadeemilisele edukusele ja õppija arengule (Talebian *et al.*, 2014). Rodrigues jt (2022) on käsitlenud probleemkohti e-õppe läbiviimisel ka õpetajate seisukohalt. Ühe probleemina on välja toodud ebapiisava toetuse puudumine tehnoloogiliste vahendite rakendamisel õppeprotsessis. Teiseks võib nimetada õpetajate vähest teadlikkust ja kogemust digitaalsete võimaluste potentsiaalid. Assareh ja Bidokht (2011) on viidanud sarnastele probleemidele, kuid lisavad juurde, et õppijate puhul mõjutab e-õppes õppimist näiteks motivatsiooniprobleemid, vahetu kommunikatsiooni puudumine ning ebapiisavad oskused e-õppes toimetulekul.

Õppija toetamine kombineeritud õppes

Õppetöö läbiviimise viise on erinevaid, kuid üheks variandiks on õppetöö üles ehitada kombineeritud õppe (*blended learning*) meetodil, mis hõlmab tehnoloogia ja erinevate veebipõhiste õppematerjalide integreerimist auditoorsete tegevustega (Chiu, 2021).

Kombineeritud õppe puhul toimub osa õppetööst traditsioonilisest, n-ö „näost-näkku“, ja osa viiakse läbi veebipõhiselt (Tong *et al.*, 2022). Tõhus kombineeritud õpe hõlmab õppemeetodit, mis toetab klassiruumis õppimist, kuid seejuures on selgunud, et õppijad vajavad veebipõhises õppes järjepidevat toetust (Keržič *et al.*, 2019). Kombineeritud õppe kavandamise ja läbiviimisega on seotud peamiselt neli väljakutset:

- paindlikkus õppimise loomisel – võtmeküsimus on, kuidas võimaldada õppijatele paindlikkust ja mil määral seda õppetöösse lisada;
- interaktsiooni võimaldamine – paindlikkuse võimaldamine kombineeritud õppes ilma, et kannataks sotsiaalne interaktsioon õppija ja õppejõu vahel;
- õppimise toetamine – suurem paindlikkus ja õppija kontroll õppetöös edenemise osas on sobilik näiteks kõrge eneseregulatsiooniga õppijate jaoks, seevastu õppijatel, kellel puudub piisaval tasemel eneseregulatsioon osutub keeruliseks iseseisvaks tööks vajalikke oskuste omandamine;
- õppijat toetava sobiva õpikeskkonna kavandamine – uuringud on tõstnud esile, et õppijat toetav õpikeskkond hõlbustab õppeprotsessi ning tõstab õpitulemusi (Boelens *et al.*, 2017).

Väheste interaktiivsete õppematerjalide põhjuseks võib lugeda puudulikku digitaalset kirjaoskust, mis võimaldaks luua õppijat toetavaid ja mitmekülgseid õppematerjale. See võib omakorda viia õpilaste väheste pühendumiseni juhul, kui neil on vähene ettevalmistus ja motivatsioon iseseisvaks tööks. Samuti leitakse, et õpetajad vajavad koolitust ja abi digitaalsete vahendite kasutamisel nii kvaliteetsete materjalide loomiseks kui ka kursuste läbiviimiseks ja kaasahaaraval viisil (Tong *et al.*, 2022).

Tong jt (2022) on välja toonud oma uuringus, et õpetamine kombineeritud õppe meetodil tõstab õpetaja töökoormust. Lepp jt (2021) uuringust selgus, et õpetajate hinnangul tingis väheste juhendamise ja tagasiside andmise kaugõppe läbiviimisest tulenenud suurenenud töökoormus, mistõttu hakati eelistama üldist tagasisidet individuaalsele ning seetõttu jäi individuaalne tagasiside tagaplaanile. Probleemi lahendamiseks pakuvad välja õpetajate toetamise ja teadlikkuse tõstmine olemasolevate digitehnoloogiliste vahendite kasutusest tagasiside andmisel (Lepp *et al.*, 2021). Jukk jt (2021) uuringust toodi välja, et õpilased tajusid puudulikku või vähest individuaalset juhendamist ja minimaalset vahetu tagasiside saamise võimalust. Ka Iivari jt (2020) on oma uuringus jõudnud sarnasele seisukohale, mis hõlmas individuaalse juhendamise pakkumist. Digitaalsete võimaluste piiratud kasutamine oli tingitud ebapiisavast teadmisest digitaalsete ressursside kasutusvõimalustest (Jukk *et al.*, 2021), mis ühtib Lepp jt (2021) uuringust tooduga.

Madala õppeedukusega õppijal võib olla raske rakendada uusi õpetamis- ja õppimisstrateegiaid, kui ta ei ole sisemiselt eriti motiveeritud (Tong *et al.*, 2022). Õppe läbiviimisel on oluline pöörata tähelepanu õppetöö sellisele ülesehitusele, mis võimaldaks õppijal kasutada võimeid ja teadmisi, et töötada tõhusalt veebipõhiste õppevahenditega (Tong *et al.*, 2022). Selgub, et õpetades matemaatikat veebipõhises õpisüsteemis osutub ebamugavaks matemaatiliste vastuste sisestamine (Lowe & Mestel, 2020; Tong *et al.*, 2022). Aastate jooksul on veebipõhist hindamissüsteemi täiendatud, mille abil on võimalik keerulisemaid matemaatilisi küsimusi ja vastuseid sisestada arvutialgebrasüsteemi abil. Varasemalt võimaldasid automaatsed hindamissüsteemid hinnata vaid lõpptulemust, mistõttu ei olnud võimalik kontrollida, kas õpilane saab aru teema sisulisest osast. Chiu (2021) hinnangul on vajalik digitaalse toe olemasolu kombineeritud õppes, et toetada efektiivselt õppija kaasamist õppeprotsessi.

Tagasiside olulisusest õppijale

Tagasisidel on õppeprotsessis täita oluline eesmärk (Zakariya *et al.*, 2022). Õppija jaoks on tagasiside kasulik, kui see on spetsiifiline, individualiseeritud ning piisavalt detailne õppeprotsessi kaasamiseks. Matemaatika õppimise kontekstis peetakse efektiivseks interaktiivsel kujul kuvatavat tagasisidet (Barana *et al.*, 2021). Interaktiivse tagasiside idee seisneb selles, et see annab õppijale samm-sammulist tagasisidet probleemilahendamise käigus (Zakariya *et al.*, 2022). Kohene või viivitusega tagasiside võimaldamine suurendab õppija kaasatust ning tõstab õpimotivatsiooni (Zakariya *et al.*, 2022).

Peamiselt eristatakse nelja tagasiside andmise tüüpi:

- diagnostiline tagasiside (*diagnostic feedback*) – selle hindamistüübi eesmärk on informeerida õppijat varasematest õppetulemustest ning pakkuda välja mudel edasise õppetöö planeerimiseks;
- kujundav hindamine (*formative feedback*) – seda tüüpi hindamise eesmärk on anda õppijale infot võimalikest lünkadest ja puudustest ainealastes teadmistes;
- kokkuvõttev hindamine (*summative assessment*) – võimaldab hinnata õpiväljundite saavutamist. Lõpptulemus on valdavalt hindeline;
- hinnangu andmine (*evaluative assessment*) – seda tüüpi hindamine võimaldab õpetajal hinnata näiteks õpetamise tulemuslikkust ja tõhusust (Bocanet *et al.*, 2021).

Lähtudes Bocanet'i (2021) väljatoodust, siis üheks tagasiside andmise viisiks on kujundav hindamine. Kujundava hindamise eesmärgiks on anda õpetajale informatsiooni õppija edenemise kohta, et suunata õpetajat edasisel õppetöö kavandamisel ning anda õppijale informatsiooni õppeprotsessis edenemise kohta, samuti juhtida tähelepanu lünkadele hetkesoorituse ja lõppeesmärkide vahel (Andrade, 2009). Viimane ühtib ka Hattie ja Timperley (2007) uuringus tooduga, mille kohaselt peaks tagasiside peamine fookus olema õppijale info andmises hetkeseisu ja soovitud õpieesmärkide vahel. Tagasiside võimaldab aidata õppijal ennetada väärarusaamu, arendada probleemilahendamise oskust ning suurendada eneseregulatsiooni (Hattie & Timperley, 2007).

Veebipõhistes tagasiside keskkondades on kasutusel peamiselt kolme tüüpi tagasisidet:

- teadlikkus tulemusest (*knowledge of results*);
- teadmine õigest vastusest (*knowledge of correct response*);
- laiendatud tagasiside (*elaborated feedback*).

Esimese variandi puhul antakse õppijale teada vastuse õigsusest, kuid ei näidata õiget vastust või muud vajalikku lisainformatsiooni. Teine variant on sarnane esimesele, mille eesmärk on vaadata üle õppija valed vastused ning kuvades talle seejärel korrektne vastus. Shute (2008) järgi võib laiendatud tagasiside esineda erinevates vormides. Õpilased, kes pidasid tagasisidet kasulikuks, hakkasid rohkem huvi tundma testi temaatika vastu. Tagasiside võib aidata hinnata teema uusi aspekte ning seeläbi tekitada õppijas suuremat huvi. Kohene tagasiside on õppimiseks mõeldud küsimuste puhul võtmetähtsusega, sest see võimaldab õpilastel mõista, kas nad said õppeprotsessi käigus sisust aru ja omandasid selle (Shute, 2008). Mitmete uuringute kohaselt on tagasiside tõhus, kui see annab kiiresti teavet vastuse õigsuse kohta ning kui see suunab õppijat aktiivse protsessi kaudu lahenduse leidmiseni (Shute, 2008).

Digitaalne tugi STACK matemaatika õppimisel

E-hindamine (ka *veebipõhine hindamine*, *arvutipõhine hindamine*) võimaldab esitada matemaatilisi küsimusi arvutialgebrasüsteemi abil (Bocanet *et al.*, 2021). Digitaalse õpikeskkonna eeliseks võib pidada õppija vastusest lähtuvalt tagasiside andmist (Attali & van der Kleij, 2017). Sellest tingituna on üheks võimaluseks kasutada matemaatika õppimisel ja õpetamisel veebipõhist vahendit STACK.

STACK, mille lühend tuleneb inglise keelse sõna esitähtedest *System for Teaching and Assessment using Computer algebra Kernel* on vabavaraline arvutialgebrasüsteemil põhinev hindamissüsteem, mis võimaldab koostada erinevaid matemaatilise sisuga ülesandeid. STACK'is on võimalik õppijal vastus ise konstrueerida sisestades selleks matemaatilisi avaldise, funktsioone, võrrandeid või muud matemaatilist teksti otse klaviatuurilt. Sisestatud teksti teisendab süsteem matemaatilisele esitusviisile. Ülesannete loomisel, matemaatiliste muutujate tuvastamisel ning keerukama tagasiside andmisel kasutatakse arvutialgebrasüsteemi Maxima (Sangwin, 2023).

Vahendi kasutamise eelistena saab välja tuua järgneva:

- igale õppijale personaliseeritud variandi küsimusest või ülesandest loomine;
- unikaalne disain võimaldab sisendina luua erinevaid tüüpe (algebraalne sisend, samaväärsuse põhjendus);
- pidev süntaksikontroll aitab vältida sümbolite väärkasutamist;
- samavääruse hindamine õpetaja poolt antud mudelvastusega;

- hindamisel ja tagasisidestamine sisaldab kujundava hindamise elemente ning logiandmeid õppija soorituse kohta, mida saab kasutada hilisemas analüüsis (Sangwin, 2023).

Kirjandusest on selgunud, et STACK'i on rakendatud valdavalt kõrghariduses suurema osalejate arvuga kursustel eesmärgiga vähendada õppejõudude töökoormust, seejuures asendades osaliselt auditoorsed tööd STACK interaktiivsete testidega (Ionita *et al.*, 2021). Lisaks on STACK süsteemi varasemalt kasutatud kujundava hindamise abiliseks (Juma *et al.*, 2022), mis tuleneb tööde tagasisidestamisele kuluvast ajaressursist või e-toe pakkumiseks mitmetasandiliste algoritmiliste probleemide lahendamiseks. Uuringus, milles uuriti STACK testide sooritamise mõju eksamitulemustele ilmnes, et need õppijad, kes lahendasid katsete arvu poolest rohkem teste, said eksamil parema tulemuse. Sarnase tulemuseni jõudsid ka Lowe ja Mestel (2020), kelle uuringust selgus, et testide lahendamine avaldas positiivset mõju õpitava kinnistamisel.

STACK eeliseks tuuakse vahetu tagasiside saamise võimaluse, esilekerkivate vigade tuvastamine, õppija juhendamine lahendus- ja õppimisprotsessis ning matemaatiliste oskuste praktiseerimise (Juma *et al.*, 2022). Van der Kleij jt (2015) toovad veebipõhistes keskkondade kasutamise eeliseks välja suurema katsetamise tõhususe. Juhuslikkuse alusel loodud küsimusi võib korduvalt korrata – säilib küsimuse struktuur, kuid muutujate väärtused muutuvad igal katsel. Kui õppija ebaõnnestub esimesel katsel, võib ta pärast kordamist proovida küsimust uuesti lahendada, kuid on sunnitud kordama seda erinevate arvudega. Vastuste sisestamise režiim peaks olema küsimuste tekstis selgelt kirjeldatud, et õppijad harjuksid juhiseid lugema ja järgima (van der Kleij *et al.*, 2011).

Van der Kleij jt (2015) järgi eristatakse üldiselt madalama ja kõrgema astme õppimist. Kõrgema taseme õppimine, võrreldes madala astme õppimisega, nõuab analüüsioskust ja teadmiste edasikandmist uude konteksti. Matemaatika puhul tähendab see, et õppijale antakse sarnase formaadiga ülesanne, kuid erinevate arvude või muutujatega. Sellisel juhul seostab õppija uut ülesannet harjutusülesandega, mis aitab leida ülesande lahendamiseks sobiva strateegia (Van der Kleij *et al.*, 2015).

Kuna STACK süsteemi võib nimetada ka dialoogiks õppijaga, siis ühtib see Hattie ja Timperley (2007) öelduga, mille kohaselt võib arvutipõhist hindamissüsteemi võrrelda üks-ühele tuutorlusega, mille eesmärk on anda õppijale tagasisidet tema hetkeseisu ja kavandatud õpitulemuste vahel. Sellisel kujul tuutorlus on efektiivne, sest see annab õpetajale võimaluse anda kohest tagasisidet, kui õpilasel ilmneb arusaamatus (van der Kleij *et al.*, 2011). Hattie ja Timperley (2007) sõnul võib, sarnaselt individuaalsele juhendamisele, tagasiside

arvutipõhises süsteemis aidata näha õppija olukorda praeguste teadmiste ja saavutatavate õpitulemuste vahel.

Ligikaudu 90% veebipõhistes õpikeskkondades kasutatavatest küsimuste tüüpidest on valikvastused, mille kasutamisel võib tekkida olukord, kus õpilane kasutab arvamise taktikat küsimuse või ülesande sisulisse poolde süvenemata (Bigbee *et al.*, 2016). Valikvastustel põhinevad küsimused ei ole õppija jaoks kuigi motiveerivad (Tammets *et al.*, 2022). Orthaber ja Antretter (2022) on öelnud, et seoses piirangutega valikvastustega testi kasutamisel eelistavad õpetajad õpiväljundite kontrollimist paberikandjal, kuid sellise lähenemise piiranguks loetakse subjektiivsust tööde kontrollimisel ning ajalise ressursi kulu tööde hindamisele ning tagasisidestamisele.

Probleemipüstitus ja eesmärk

Töö teoreetilises osas toodud mõttekohtadele tuginedes selgus, et vajadus digitaalsete õppematerjalidele on pidev ja individuaalse tagasisidega matemaatika õppimiseks e-õppe materjale napib. Sellest lähtuvalt on siinse magistritöö eesmärk välja töötada gümnaasiumi laia matemaatika ühe kursuse jaoks STACK ülesanded, mis võimaldaks õppijale lahendamise jooksul interaktiivset ja personaalset tagasisidet. Eesmärgi täitmiseks püstitati töös järgmised uurimisküsimused:

1. Milliseid ettepanekuid teevad ainevaldkonna eksperdid STACK testide parendamiseks?
2. Millise kasutajapõhise tagasiside materjalile annavad pilootkatsetuses osalejad?

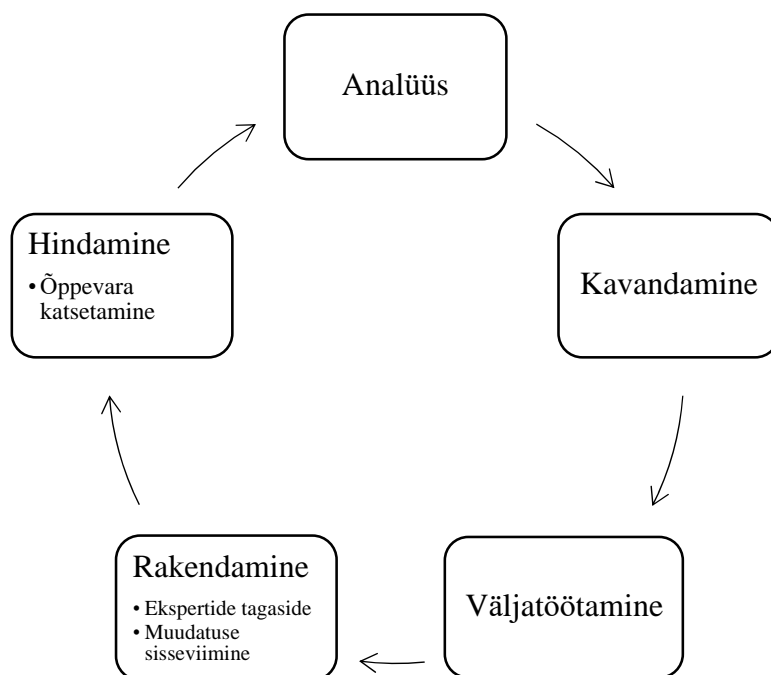
Metoodika

Metoodika peatükis antakse ülevaade arendustöö protsessist, sealhulgas ADDIE õpidisaini mudeli etappidest, valimi moodustamisest, andmekogumisest ja -analüüsist ja arendusuuringu läbiviimisest.

Ülevaade arendusuuringust ja ADDIE mudelist

Lähtuvalt töö teoreetilises osas püstitatud eesmärgist ning magistritöö praktilisest suunitlusest valiti uurimismeetodiks arendusuuring. Arendusuuring on tegevusuuringu alavorm (Bakker, 2018), mida on varasemalt rakendatud toodete ja teenuste kavandamise protsessis, kuid hiljem

on lisandunud sellele juurde hindamise aspekt (Heikkinen, 2019). Arendusuuringu kavandamisel tugineti ADDIE õpidisaini mudelile, mille etappe on visualiseeritud joonisel 1.



Joonis 1. Arendusuuringu ülesehitus ADDIE mudeli alusel.

Õppetevuse väljatöötamisel ja planeerimisel on oluline järgida õpidisaini (*instructional design*) reegleid ja etappe (Pilt *et al.*, 2021). Õpidisaini eesmärgiks on õppimise parendamine ja õpilaste motivatsiooni ning hoiakute mõjutamine ainete paremini mõistmisel (Seel *et al.*, 2017). ADDIE mudel leiab rakendust mitte ainult e-kursuste ja -õppematerjalide väljatöötamisel, vaid näiteks ka õppekavaarenduse ja -loomise protsessis (Prank-Vijard & Unt, 2022). Viimase puhul, tuginedes ADDIE'le, töötati välja kaks lennundushariduse mikrokraadi. Käesolevas magistritöös loodud õppevara loomisel võeti aluseks ADDIE mudel, mis koosneb alljärgnevatest sammudest:

- probleemi tuvastamise faasis selgitatakse välja probleem ja püstitatakse hüpoteesid olukorra kohta;
- planeerimisetapp on vajalik probleemi paremaks mõistmiseks, kuid ka õppija jaoks parimate lahenduste leidmiseks. Selles etapis määratakse kindlaks sekkumistegevused ja selgitatakse välja nende elluviimiseks vajalikud ressursid, samuti mõeldakse läbi, kuidas hinnata plaanitavate tegevuste mõju ehk mis andmekogumisviise kasutada;
- rakendamisetapis viiakse planeeritud tegevused ellu ning kogutakse nende kohta vajalikke andmeid. Eri andmekogumise meetodite kombineerimine suurendab

võimalust saada mitmekülgsemat teavet ja vaadelda uuritavat fenomeni eri vaatenurgast;

- viimases ehk hindamisetapis hinnatakse kogutud ja analüüsitud andmetele tuginedes sekkumistegevuste mõju ja tulemusi, mis on aluseks uuele tsüklile ehk järgmistele tegevustele ja edasisele andmekogumisele (Karm & Poom-Valickis, 2019).

Õppevara kvaliteedihindamine LORI mudeli põhjal

ADDIE mudeli viimane samm näeb ette loodud õppevara hindamise ja tagasiside kogumise. Kuigi kirjanduses leidub mitmeid mudeleid digitaalse õppematerjali kvaliteedi hindamiseks, siis antud töös otsustati õppevara hindamiseks kasutada LORI (*Learning Object Review Model*) mudelit. Hinnang õppevarale antakse LORI mudelis üheksa kategooria põhjal ja need on esitatud järgnevalt:

- sisu kvaliteet – õppematerjal moodustab sisulise terviku ning on sisuliselt ja keeleliselt korrektne;
- õppimist toetav – õppematerjal vastab sihtrühma vajadustele ning on sõnastatud õpitulemused, mida suunatakse õppijaid tõhusalt omandama;
- interaktiivne – õppematerjal võimaldab saada õppimisele tagasisidet;
- motiveeriv – loodud õppematerjal on kaasav ning arvestab õppija eelteadmisi ja toetab õpioskuste arendamist;
- kasutajasõbralik – õppematerjal on struktureeritud, visuaalselt köitev;
- kohandatav – materjal sobib kasutamiseks erinevates õpiolukordades;
- ligipääsetav – õppematerjal on avalikustatud;
- autoriõiguse jälgiv – õppematerjal koostamisel on järgitud autoriõiguse seadust;
- tehniliselt korrektne ja ühilduv – tehniliselt universaalne, mis võimaldab seda kasutada levinumate operatsioonisüsteemide, tarkvarade ja seadmetega (Aluoja *et al.*, 2016).

Järgnevates alapeatükkides kirjeldatakse täpsemalt õppevara loomise protsessi lähtuvalt ADDIE mudeli sammudest.

Loodava õppevara vajadus (analüüs)

Lähtuvalt töö teoreetilises raamistikus toodud probleemist ilmneb, et õppevara, mis annaks õppijale õppeprotsessi jooksul personaalset tagasisidet ning oleks õppijale abiks iseseisvalt matemaatika õppimisel, napib. Lähtuvalt haridusvaldkonna arengukava (2021) strateegilisest eesmärgist, mille kohaselt on eesmärk arendada pidevalt õppevara ja kaasajastada

olemasolevat, on vajalik antud lahendus üldhariduses kasutamiseks välja töötada. Tagasiside on õppijale õppeprotsessis edenemise kohta olulise tähtsusega. Probleemkohtadena nähakse uue õppevara kasutuselevõttuga ebapiisavat süsteemset tegelemist ja olemasoleva õppevara ajakohastamist. Distantõppe olukorrast tingituna tundsid õpilased puudust matemaatikat õppides kohesest tagasisidest enda lahendusele ning ka õpetajad töid murekohana välja kirjalikele töödele kuluva ajaressursi suurenemise. Sellest lähtuvalt tekkis töö autoril idee aidata seda lünka täita ning töötada välja STACK vahendil põhinevate ülesannete komplekt kasutamiseks gümnaasiumi matemaatika kursusel.

Õppevara planeerimine ja kavandamine (disain)

Järgnevalt esitatakse arendusuuringu raames STACK ülesannete loomise protsessi kirjeldus. Õppevara väljatöötamisel lähtus autor laia matemaatika ainekava kirjeldusest, mis on välja toodud joonisel 2.

X kursus „Tuletise rakendused“

Õpitulemused

Kursuse lõpus õpilane:

- 1) koostab funktsiooni graafiku puutuja võrrandi;
- 2) selgitab funktsiooni kasvamise ja kahanemise seost funktsiooni tuletise märgiga, funktsiooni ekstreemumi mõistet ning ekstreemumi leidmist;
- 3) leiab funktsiooni kasvamis- ja kahanemisvahemikud, ekstreemumid, funktsiooni graafiku kumerus- ja nõgususvahemikud ning käänupunkti;
- 4) uurib ainekavas etteantud funktsioone täielikult ja skitseerib funktsiooni omaduste põhjal graafiku;
- 5) leiab funktsiooni suurima ja vähima väärtuse etteantud lõigul;
- 6) lahendab rakenduslikke ekstreemumülesandeid.

Joonis 2. Väljavõte riiklikust gümnaasiumi laia matemaatika ainekavast

Selleks, et loodav õppevara põhineks riiklikus õppekavas väljatoodule tuli esmalt teha kindlaks, millised on konkreetse kursuse õpiväljundid ja -sisu ning mõelda harjutuse peale, et need toetaks õpiväljundite saavutamist. Üheks oluliseks komponendiks ülesannete komplekti kavandamisel oli STACK dokumentatsiooni läbitöötamine, mille tulemusena saadi ülevaade, kuidas ülesannet kavandada ning millistest vajalikest osadest koosneb STACK ülesande kokkupanek.

Õppevara väljatöötamine (arendamine)

ADDIE mudeli kolmandas etapis töötatakse välja ja kirjeldatakse planeeritud tegevust (Branch, 2009). Oluliseks osaks oli õpiahaldussüsteemi ehk digitaalse õpikeskkonna valik, kuhu loodav õppevara luua. Õppevara loomiseks valis töö autor haridusasutustele vabavaralise Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) õpiahaldussüsteemi, kuhu on sisse ehitatud e-õppe läbiviimiseks sobivaid e-õppe vahendeid ja tegevusi.

Õpitudemuste saavutamiseks koostati õppematerjalid, mis lähtusid riiklikust õppekavast. Kursuse „Tuletise rakendused“ näeb ette, et õppija oskab kasutada tuletist probleemülesannete lahendamisel ning oskab uurida etteantud funktsiooni. Lisaks sellele lahendada lihtsamaid reaalsest elust tulenevaid ekstreemumülesandeid. Õpitudemuste saavutamiseks koostati õppevara, mis vastas ainekavas esitatud nõuetele ning lähtus digitaalse õppematerjali loomise põhimõtetest. Lähtudes ainekavas välja toodud õpitudemustest töötati välja ülesanded (joonis 3 ja joonis 4), mis aitaksid neid õpitudemusi saavutada. Ülesannete loomisel võeti aluseks STACK dokumentatsioon.

The screenshot shows a STACK question interface with the following elements and annotations:

- Lähteülesanne**: Points to the original question text: "On antud funktsioon $y = x^3 - 3 \cdot x^2 - 9 \cdot x$. Leidke suurim ja vähim väärtus lõigul $[-2, 4]$." and the instruction "Leian funktsiooni tuletise."
- Õppija sisend**: Points to the student's input: $y' = 3 \cdot x^2 - 6 \cdot x - 9$.
- Jooksev tagasiside**: Points to the system's feedback: "Teie viimast vastust tõlgendati järgnevalt: $3 \cdot x^2 - 6 \cdot x - 9$. Teie vastusest leiti järgmised muutujad: $[x]$." and the next step: "Nullkohtade leidmiseks lahendan võrrandi $f'(x) = 0$. Kui võrrand kehtib, siis näidatakse rea kõrval raheliselt samaväärse kehtivust, kui midagi on valesti, siis näidatakse punaselt." followed by the equation $3 \cdot x^2 - 6 \cdot x - 9 = 0 \Leftrightarrow (3 \cdot x + 3) \cdot (x - 3)$.
- Erinevad sisendi variandid (nt algebraline)**: Points to the input fields for y_{max} , y_{min} , $y(-2)$, and $y(4)$.

Joonis 3. Näide selgitustega õppijale kuvatavast ülesandest.

Ülesanne

On antud funktsioon $y = x^3 - 3 \cdot x^2 - 9 \cdot x$. Leidke suurim ja vähim väärtus lõigul $[-2;4]$.

Leian funktsiooni tuletise.

$y' =$

Teie viimast vastust tõlgendati järgnevalt: $3 \cdot x^2 - 6 \cdot x - 9$

Teie vastusest leiti järgmised muutujad: $[x]$

Õige vastus!

Tagasiside ülesande alajaotise kohta.

Joonis 4. Õppijale kuvatav personaalne tagasiside.

Andmekogumine- ja analüüs, õppevara katsetamine (rakendamine)

ADDIE mudeli viies ehk viimane etapp keskendub loodud õppevara hindamisele (Branch, 2009). Siinses arendusuuringus toimus selles etapis õppevara hindamine ehk tagasiside kogumine ekspertidelt ning pilootrühmalt. Järgnevalt kirjeldatakse pilootrühma kaasamise ehk valimi põhimõtteid ning andmekogumis- ja analüüsimisprotsessi.

Valim

Enne pilootrühmale õppevara kättesaadavaks tegemist soovis töö autor lasta õppematerjali hinnata ekspertidel. Nende valikul lähtuti, et nad oleksid ainevaldkonna didaktikud ja neil oleks piisav pädevus gümnaasiumi matemaatika tasemel materjali kvaliteedihindamiseks ning lisaväärtusena kogemus matemaatika õpetamisel e-õppes.

Tagasiside kogumiseks ning parendusettepanekute elluviimiseks soovis autor katsetada loodud õppevara pilootrühma peal, et saada kasutajapõhist tagasisidet õppija vaatepunktist. Ka Pilt jt (2021) toovad välja õppematerjali katsetamise olulisuse, et testida materjali sihtrühma seisukohalt ning anda õppematerjali koostajale igakülgset tagasisidet. Pilootrühma valikul kasutas töö autor mugavusvalimit (Rämmer, 2014), mille eeliseks loetakse uuritavate lihtsat kättesaadavust ja koostöövalmidust. Tihtipeale kasutatakse mugavusvalimit prooviuuringutes esialgsete tulemuste välja selgitamiseks (Õunapuu, 2014). Arendusuuringu seisukohalt oli oluline, et pilootrühm oleks läbimas ainekursust paralleelselt õppevara katsetamisega, seega oli eesmärk jõuda nende õppijateni, kes vastavat kursust olid sel hetkel läbimas. Töö autor soovis piloteerimisse kaasata esialgu rohkem aineõpetajaid ja

nende õpetavaid klasse, kuid saades positiivne vastukaja vaid ühelt aineõpetajalt, mistõttu jäi lõplikult valimisse üks aineõpetaja ja tema õpetav klass. Kokku osales õppevara katsetamises ja sellele tagasiside andmises 18 11. klassi õpilast, kellest 11 olid meessoost ja 6 naissoost.

Andmekogumine

Õppevarale koguti esmalt tagasisidet ja parendusettepanekuid ekspertidelt. Selleks võeti ühendust e-kirja teel kahe ainevaldkonna eksperdiga, kellele tutvustati arendusuuringu eesmärki, paluti osalema õppevara testimises ja sellele esmase tagasiside andmisel ning küsiti luba intervjuude läbiviimiseks.

Uurimismeetodina kasutati poolstruktureeritud intervjuud, mille kaudu oli võimalik saada põhjalikumalt tagasisidet loodud õppevara kohta, kui seda oleks võimaldanud ankeetküsimustik. Sealjuures on võimalik töö autoril võimalik küsida juurde täiendavaid ja täpsustavaid küsimusi (Lepik *et al.*, 2014). Intervjuude kasuks otsustas autor seetõttu, sest sellisel viisil oli ekspertidel aega materjali läbivaatamiseks ning sobiva tagasiside kokkupanekuks. Ekspertidelt saadi tagasiside õppevara kohta nii kirjaliku (e-kirja vahendusel) kui ka suulise vestluse käigus. Intervjuu kestuseks oli 30-35 minutit.

Pilootrühma kaasamiseks saadeti väljavalitud õppeasutusse arendusuuringut tutvustav e-kiri õppejuhile ja aineõpetajale. Hea teadustava (2017) silmas pidades kirjeldati lühidalt arendusuuringu ideed ja selle eesmärki, piloteerimisprotsessi ning küsiti nõusolekut õppematerjali katsetamises osalemiseks. Õppevara katsetamine toimus 5 nädala jooksul alates märtsi algusest.

Uurimisinstrumentina kasutati ankeeti, mille koostas töö autor lähtuvalt LORI mudeli kriteeriumitest. Ankeedi eesmärk oli koguda andmeid STACK ülesannete lahendamise ja õppijate soovitude kohta edaspidisteks täiendusteks. Ankeedis tuli hinnata etteantud väiteid viie palli Likert skaalal, kus: 1 – „ei nõustu üldse“, 2 – „pigem ei nõustu“, 3 – „nii ja naa“, 4 – „pigem nõustun“ ja 5 – „nõustun täielikult“. Likerti skaala on suhtumisi ja arvamusi uuriva küsimustiku skaala, mis määrab ära teatud väitega nõustumise astme (Haridussõnastik, s.a). Kõiki LORI mudeli hindamiskriteeriume ankeedi koostamisel ei kasutatud, vaid võeti välja vaid arendusuuringu seisukohalt olulisemad. Ankeet koosnes kahest osast. Esimene neist STACK testide lahendamine koosnes üheksast väitest: *STACK testide lahendamine toetas õpitava materjali kinnistamist; testid aitasid kaasa õpisisu paremale mõistmisele; STACK testid aitasid kaasa õpitulemuste saavutamisele; STACK testid oli raskusastmelt sobivad ning arvestasid õppija eelteadmistega; STACK testide lahendamise juhend oli arusaadav ning*

toetas õppijat ülesande lahendamise jooksul; STACK testid motiveerisid mind õpitava kordamisel ja kinnistamisel ning suurendasid ainealast huvi; Kohene tagasiside aitas mul mõista võimalikke probleemkohti ja lünki ainealastes teadmistes ning suunas mind mõtlema sellele, millega pean veel tööd tegema; ülesannete lahendamise struktuur oli selge ja arusaadav; testide lahendamisel ei esinenud tehnilisi probleeme.

Teine osa oli avatud küsimused, mille eesmärk oli täpsemalt saada teada, mida edasises arenduses fookusesse võtta õppijate väljatoodud ettepanekute põhjal. Andmekogumine viidi läbi 2023. a. märtsi lõpus, pärast seda, kui pilootrühm oli õppevara katsetanud. Kogu ankeet oli kättesaadav elektrooniliselt, mille link edastati aineõpetajale e-kirjaga. Isikulisi andmeid ankeediga ei kogutud ning pilootkatsetuses osalenud õppijaid teavitati uurimuse anonüümsusest.

Andmeanalüüs

Poolstruktureeritud intervjuude analüüsimiseks kasutati induktiivset lähenemist, kus ekspertide vastuse alusel moodustati kategooriad ning lisati nende alla ekspertide soovitatud muudatused. Kategooriate jaotust on kujutatud joonisel 5.

Kvantitatiivse andmeanalüüsi jaoks kasutati kirjeldavat analüüsi, mille tulemused on esitatud järgmises peatükis, ning analüüsimiseks kasutati andmetöötlusprogrammi JASP, mille versioon on 0.17.1 (JASP Team, 2023). Kirjeldava andmeanalüüsi juures leiti iga väite puhul vastanute arv, väidete keskmine, standardhälve ning maksimaalne ja minimaalne väärtus.

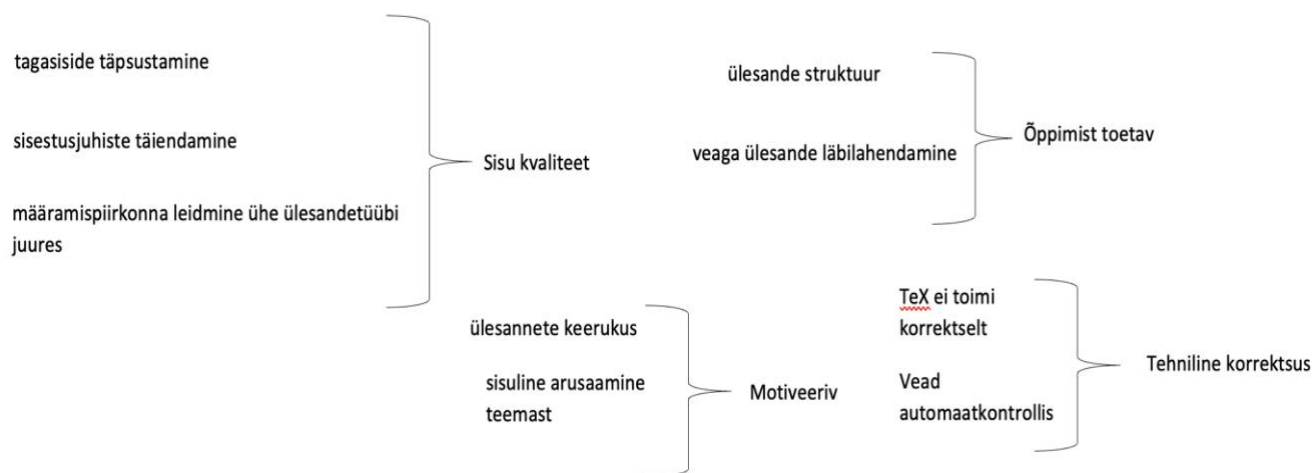
Tulemused

Käesoleva magistritöö eesmärk oli välja töötada gümnaasiumi laia matemaatika kursuse jaoks arvutihinnatavad STACK tüüpi ülesanded. Valminud õppevarale tagasiside saamiseks lasti esmalt katsetada loodud ülesandeid ekspertidel, kellelt saadi esmane hinnang õppevara kvaliteedile ning sisend vajalike muudatuste sisse viimiseks. Tulemuste osas annab autor ülevaate ekspertide tagasisidest ning pilootrühma hinnangutest valminud õppevarale.

Ekspertide tagasiside

Ekspertidega toimus poolstruktureeritud intervjuu vahetult pärast väljatöötamise etappi, et saada tagasisidet loodud õppevara kohta ning sisse viia muudatused enne pilootrühma

kaasamist materjali katsetamise. Selles alapeatükis antakse ülevaade, milliseid muudatusi soovitasid eksperdid testide sisse viia enne pilootrühmale katsetamist andmist.



Joonis 5. Ekspertide tagasiside.

Esimese uurimisküsimusega soovis autor teada saada, milliseid ettepanekuid toovad välja eksperdid õppevara parendamiseks. Ekspertidega läbi viidud intervjuude tulemustest selgus, et mõlema eksperdi hinnangul oli loodud õppevara sobiv kasutamiseks ning vastas üldjoontes ainekavas esitatud nõuetele, kuid toodi välja mitmeid parendusettepanekud, millele tähelepanu pöörata.

Õppevara motiveerituse osas toodi tähelepanekuna välja, et kohati esines õppetestides ülesandeid, mis on testi lahendamisele õppijale liiga keeruline. Liiga keeruliste ülesannete lisamine võib vähendada edasi lahendamise motivatsiooni.

„Äkki alustaks lihtsamatest ülesannetest, et, kas õpilane on aru saanud tuletise rakendustest.

Mõne ülesande puhul ehmatab ära avaldis - see juurtega ja siis tööraskus läheb sinna.

Näiteks minul kadus lahendamise isu ära.” (ekspert 1)

Sellest lähtuvalt soovitati lisada testi algusesse ülesanded, mis kontrollivad teemast sisulist arusaamist saamaks üldse aru, kas õppija on teema põhiideest aru saanud. Lisaks tehti ettepanek enne ülesande õpilastele avalikuks tegemist ülesande koostajal see ise läbi lahendada ja soovituslikult mõne tahtliku veaga, et näha, millist tagasiside õppijale kuvatakse ning kas see on korrektne. On selge, et kõiki erinevate vigade variante ei ole võimalik läbi proovida, kuid mõne üldlevinud veaga on võimalik ennetada mõningaid võimalikke probleemkohti.

“Et kui sa paberil ülesannet lahendades mõtled, et näiteks siin kohas tegi õpilane vea ja arvutab edasi õigesti (veaga), siis loed ju selle ikkagi õigeks. Kui nii saaks teha STACK’is, siis oleks super.” (ekspert 2)

Lisaks soovitati muuta ülesannet selliselt, et süsteem annaks punkte ja loeks lahenduse osaliselt õigeks ka sellisel juhul, kui õpilane on teinud vea, kuid lahendas ülesande veaga õigesti. Sisulise poole pealt toodi välja, et ülesannetes tuleb õppijal täpselt öelda, mida sisendina oodatakse. Vahemärkusena mainiti, et sisestusjuhised olid küll olemas, kuid siiski puudusid sealt mõningad aspektid. Tehnilise poole pealt toodi välja, et ühe ülesande puhul ei toiminud matemaatiline kirja pilt TeX ning osaliselt luges mingil põhjusel õiged tulemused valeks.

Pilootrühma hinnang õppevarale

Teise uurimisküsimusega soovis autor teada saada, mille hinnangu annavad õppevarale piloteerimises osalenud pilootrühm. Järgnevalt antakse tulemustest ülevaade, mis kirjeldavad õpilaste hinnanguid STACK testide kohta. Tulemused on esitatud tabelis 1.

Tabel 1. Pilootrühma hinnangud väidetele

Väide	1	2	3	4	5	M	SD	Min	Max
STACK testide lahendamine toetas õpitava materjali kinnistamist.	0	2	5	9	1	3,5	0,8	2	5
Testid aitasid kaasa õpisisu (sh käsitletavate teemade) paremale mõistmisele	0	2	8	7	1	3,3	0,7	2	4
STACK testid aitasid kaasa õpitulemuste saavutamisele	0	3	9	4	1	3,2	0,8	2	5
STACK testid olid raskusastmelt sobivad ning arvestasid õppija eelteadmistega	0	2	5	7	3	3,6	0,9	2	5
STACK testide lahendamise juhend oli arusaadav ning	0	0	6	9	2	3,8	0,7	3	5

toetas mind ülesande lahendamise jooksul									
STACK testid motiveerisid mind õpitava kordamisel ja kinnistamisel ning suurendasid ainealast huvi.	1	2	8	6	1	3,1	0,9	1	4
Kohene tagasiside aitas mul mõista võimalikke probleemkohti ja lünki ainealastes teadmistes ning suunas mind mõtlema sellele, millega pean veel tööd tegema.	0	1	2	9	5	4,1	0,8	2	5
STACK ülesannete struktuur oli selge ja arusaadav.	0	0	6	9	2	3,8	0,7	3	5
STACK testide lahendamisel ei esinenud tehnilisi probleeme.	1	2	4	5	5	3,7	1,2	1	5
Kokku	2	14	53	65	21	3,6			

Märkused. 5 – täiesti nõus; 4 – pigem olen nõus; 3 – nii ja naa; 2 – pigem ei ole nõus; 1 – ei ole üldse nõus; M – keskmine, SD – standardhälve, Min – miinimum, Max – maksimum

Õppevara katsetas kokku 18 õpilast. Tagasiside küsimustikust selgus, et õppevarale anti kokkuvõttes keskmiseks hindeks 3,6. Üheksa väite seast tõusis esile väide, mis sai ka kokkuvõttes kõrgeima hinde, „Kohene tagasiside aitas mul mõista võimalikke probleemkohti ja lünki ainealastes teadmistes ning suunas, mind mõtlema sellele, millega pean veel tööd tegema.” (M = 4,1; SD = 0,8). Võib öelda, et selle väitega nõustus enamik vastajatest, mis on mõistetav, kuna pärast ekspertide soovitatud muudatuste sisse viimist täiendas autor arvutipõhist tagasisidesüsteemi. Väitega, mille sisu oli järgmine: „STACK testid motiveerisid mind õpitava kordamisel ja kinnistamisel ning suurendasid ainealast huvi.“ (M = 3,1; SD = 0,9) ei nõustunud vaid üks õppija, mis on autori hinnangul selgitatav sellega, et kõikidele STACK testid struktuur ja vorm ei sobi. Sarnaselt hinnati väiteid, mille sisuks oli, et STACK

testid toetasid õpitava materjali omandamist ($M = 3,5$; $SD = 0,8$) ning aitasid kaasa õpitavate teemade paremale mõistmisele ($M = 3,3$; $SD = 0,7$).

Lisaks väidete hindamisele küsis autor tagasisidet õppijatelt avatud küsimuste näol. Õppijate avatud küsimuste vastustest moodustas autor kategooriad ning kategoriseeris pilootrühma vastused, mille kohta on esitatud ülevaade tabelis 2.

Tabel 2. Pilootrühma ettepanekute koondvaade

Kategooria	Pilootrühma ettepanekud
Ülesannete struktuuri selgus ja arusaadavus	<ul style="list-style-type: none"> ● Rohkem ja erineva valikuga ülesandeid ● Ülesannete lahendamine arvutis keeruline ● Harjumine paberil oleva struktuuriga ● Erinevate sümbolite sisestamise keerukus (sh õige järjekord) ● Sisestusjuhised arusaadavamalt kirja
Tugi iseseisvaks õppimiseks	<ul style="list-style-type: none"> ● Kuna materjal oli just läbitud, siis oli hea korrata ja uuesti lahendada ● Matemaatiliste sümbolite/tähiste sisestamine ● Lahenduskäik pärast ülesande/testi lõpetamist ● Vastuste sisestamine lihtsamaks ● Väga hea võimalus õpitud korrata ja teadmisi kontrollida
Tagasisidesüsteem	<ul style="list-style-type: none"> ● Süsteem luges minu vastuse valeks, kuigi see pidanuks olema õige ● Probleemsete kohtade nägemine ● Vastuste andmine oli keeruline

Tuginevalt sellele, milliseid ettepanekuid töid pilootrühmas osalejad välja, saab öelda, et enim toodi ettepanekuna lihtsustada matemaatiliste sümbolite ja tähistuste sisestamist. Teise

ettepanekuna toodi välja, et õppevara juures võiks olla eraldi leht, kus oleks võimalik kopeerida matemaatilisi sümboloid. Kolmanda ettepanekuna soovitati üle vaadata ja arusaadavamaks teha vastuste sisestamist ning tagasisidesüsteemi täiendavat kontrollimist. Toodi välja, et päris täpselt ei saadud aru, millisel kujul vastust oodati, seetõttu tuleks edaspidi ennetada olukordi, kus süsteem loeb õppija vastuse põhjendamatult valeks. Positiivsete aspektidena toodi välja, et antud õppevara katsetamine oli hea võimalus õpitut korrata ning näha selgelt probleemseid kohti.

Arutelu

Magistritöö eesmärk oli välja töötada gümnaasiumi matemaatika kursuse „Tuletise rakendused“ jaoks õpiahaldussüsteemi Moodle põhised STACK tüüpi ülesanded ning selgitada välja ekspertide ja pilootgrupi hinnangud loodud õppevarale. Arutelu osas arutletakse magistritöö tulemuste üle uurimisküsimuste kaupa. Magistritöö eesmärgi täitmiseks püstitati kaks uurimisküsimust:

1. Milliseid ettepanekuid teevad ainevaldkonna eksperdid STACK testide parendamiseks?
2. Millise kasutajapõhise tagasiside materjalile annavad pilootkatsetuses osalejad?

Käesoleva arendusuuringu loomisel võeti aluseks Eesti haridusvaldkonna arengukavas 2021-2035 toodu, mille kohaselt on uue õppevara loomine praeguses haridussüsteemis olulise tähtsusega, mis jõudis fookusesse üleminekul distantsõppele 2021. aasta kevadel. Sarnase seisukoha toob välja oma uuringus ka Chiu jt (2021), millest selgus, et digitaalse õppevara loomisele ja kasutamisele tuleb rohkem tähelepanu pöörata. Hetkel puudub õppevara, mis võimaldab õppijale individualiseeritud ja interaktiivset tagasisidet matemaatika ülesande lahendamise jooksul. Jukk jt (2021) on uuringus välja toonud, et õpetades distantsõppel puudus õppijatel vahetu tagasiside saamise võimalus enda lahendusele ning tunti puudust individualiseeritud juhendamisest. Praktiline rakendatavus sobis antud tööga seetõttu, kuna see aitas kaasa probleemile (Chiu, 2021; Eesti haridusvaldkonna..., 2021; Elukestva õppe strateegia 2020 vahehindamine, s.a.) sobiva lahenduse väljatöötamisel.

Õppevara väljatöötamisel lähtus autor õpidisaini ADDIE mudelist, mille raames viidi läbi, lisaks väljatöötamisele, ka hindamine. Just hinnangu andmine loodud õppevarale on Pilt jt (2021) sõnul oluline saamaks tagasisidet õppija vaatepunktist ning muuta edaspidi õppevara paremaks. Ekspertidega läbi viidud intervjuudest selgus, et mõlema eksperdi hinnangul on loodud õppevara kasutamiseks sobiv ning vastab ainekavas esitatud nõuetele.

Parendusettepanekuna toodi välja näiteks sisestusjuhiste täiendamine ning õppijalt oodatava sisendi täpsustamine. Ekspertide hinnangul tekitas kohati arusaamatusi, mida või millisel kujul õppijalt testis sisendina oodatakse. Veebipõhiste testide loomisel on oluline, et vastuste sisestamise juhised oleks küsimuste tekstis selgelt kirjas, sest nii harjuvad õppijad testi lahendamise jooksul juhiseid lugema ja järgima (van der Kleij, 2011). Lisaks ilmnes intervjuudest, et edaspidi tuleks sarnaste testide loomisel mõelda raskusastmele. Seda kinnitab ka Tong jt (2022) uuringus toodu, et õppetöö läbiviimisel on oluline pöörata tähelepanu ülesehitusele, et see võimaldaks õppijal kasutada sobivalt teadmisi ja oskusi.

Pilootrühm tõi mitmel korral välja selle, et keeruline oli sisestada otse klaviatuurilt matemaatilist teksti. Sellele on tähelepanu juhtinud oma uuringus ka Tong jt (2022), et matemaatikas ebamugav sisestada vastuseid veebipõhistes õpisüsteemides. Konkreetne probleemkohta töid välja ka mitmel korral pilootrühma vaba vastuseid analüüsid. Sarnase murekohta on esile tõstnud ka Lowe ja Mestel (2020), kelle hinnangul on klaviatuurilt matemaatiliste avaldiste sisestamine mõnevõrra keeruline. Autori hinnangul on see üks edasine mõtlemiskohti sarnaste ülesannete loomisel.

Tulemustest selgus veel, et väide „STACK testid motiveerisid mind õpitava kordamisel ja kinnistamisel ning suurendasid ainealast huvi“ sai võrreldes ülejäänud väidetega madalama hinnangu. Tong jt (2022) sõnul aitab personaliseeritud õpe edendada õpilaste motivatsiooni ja suurendada matemaatika õppimise tõhusust. Madalat hinnangut võib põhjendada konkreetse õppija õpimotivatsiooniga. Tong jt (2022) lisab, et madala õppeedukusega õpilastel võib olla raske kasutada uusi õpetamis- ja õppimisstrateegiaid, kui nad ei ole sisemiselt väga motiveeritud. Kõrgeima hinnangu sai väide „Kohene tagasiside aitab mul mõista võimalikke probleemkohti ja lünki ainealastes teadmistes ning suunas mind mõtlema sellele, millega pean veel tööd tegema“. Ka Hattie ja Timperley (2007) hinnangul on eesmärk anda õppijale tagasisidet tema hetkeseisu ja kavandatud õpitulemuste vahel. Sellisel kujul tuutorlus on efektiivne, sest see annab õpetajale võimaluse anda tagasisidet koheselt, kui õpilasel ilmneb arusaamatus (van der Kleij, 2011). Hattie ja Timperley (2007) sõnul võib, sarnaselt individuaalsele juhendamisele, tagasiside arvutipõhises süsteemis aidata võimaluse näha õpilase praeguste teadmiste ja saavutatavate õpitulemuste vahel.

Töö praktiline väärtus ja piirangud. Magistritöö praktilise väärtusena võib nimetada loodud õppevara, mida saaks mõneti kasutada edaspidi vastaval ainekursusel. Kuna õppevara on pidevas muutumises, siis tuleb edaspidi komplekti täiendada ja parendada. Töö piiranguna võib välja tuua üha kindla rühmapõhised tulemused ning seetõttu kajastavadki tulemused vaid konkreetse rühma õppijate hinnanguid ja arvamusi.

Edasised uurimissuunad. Käesolevas arendusuuringus keskendus töö autor STACK ülesannete väljatöötamisele, mitte niivõrd selle kasutamise tulemuslikkuse hindamisele. Sellest lähtuvalt pakub välja autor edasise uurimissuunana tegevusuuringu, mis võimaldaks antud kursusel, loodud õppevara kasutades, hinnata, mil määral STACK tüüpi testide lahendamine suurendab õppimise tulemuslikkust.

Tänuõnad

Magistritöö valmimisel lähevad tänuõnad juhendajale igakülgse toetuse ja abistamise eest. Tänan perekonda, kes motiveerisid mind magistritööga edasi tegelema ning innustasid raskematel hetkedel.

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.

25.05.2023

Kristofer Kotsar

/allkirjastatud digitaalselt/

Kasutatud kirjandus

- Adov, L., & Mäeots, M. (2021). What Can We Learn about Science Teachers' Technology Use during the COVID-19 Pandemic? *Education Sciences*, 11(6), Article 6.
<https://doi.org/10.3390/educsci11060255>
- Akhter, S., Javed, M. K., Shah, S. Q., & Javaid, D. A. (2021). Highlighting the Advantages and Disadvantages of E Learning. *Psychology and Education Journal*, 58(5), Article 5.
- Aluoja, L., Kusmin, M., VILLEMS, A., Pilt, L., Naulainen, M.-M., Rogalevitš, V., & Tokko, U. (2016). *Digitaalse õppematerjali loomise soovitused. Juhend digitaalse õppematerjali autorile.*
- Andrade, H. L. (2009). Summing up and Moving Forward: Key Challenges and Future Directions for Research and Development in Formative Assessment. *Handbook of Formative Assessment*. Routledge.
- Arkorful, V., & Abaidoo, N. (2014). *The role of e-learning, the advantages and disadvantages of its adoption in Higher Education*. 2(12).
- Assareh, A., & Hosseini Bidokht, M. (2011). Barriers to e-teaching and e-learning. *Procedia Computer Science*, 3, 791–795. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2010.12.129>
- Attali, Y., & van der Kleij, F. (2017). Effects of feedback elaboration and feedback timing during computer-based practice in mathematics problem solving. *Computers & Education*, 110, 154–169. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.012>
- Bakker, A. (2018). *Design Research in Education: A Practical Guide for Early Career Researchers*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203701010>
- Barana, A., Marchisio, M., & Sacchet, M. (2021). Interactive Feedback for Learning Mathematics in a Digital Learning Environment. *Education Sciences*, 11(6), 279.
<https://doi.org/10.3390/educsci11060279>

- Behera, S. K. (2013). E- and M-learning: A comparative study. *4, 3*, 65–78.
- Bigbee, J. L., Rainwater, J., & Butani, L. (2016). Use of a Needs Assessment in the Development of an Interprofessional Faculty Development Program. *Nurse Educator, 41*(6), 324. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000000270>
- Bocanet, V. I., Brown, K., Uukkivi, A., Soares, F., Lopes, A. P., Cellmer, A., Serrat, C., Feniser, C., Serdean, F. M., Safiulina, E., Kelly, G., Cymerman, J., Kierkosz, I., Sushch, V., Latõnina, M., Labanova, O., Bruguera, M. M., Pantazi, C., & Estela, M. R. (2021). Change in Gap Perception within Current Practices in Assessing Students Learning Mathematics. *Sustainability, 13*(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/su13084495>
- Boelens, R., De Wever, B., & Voet, M. (2017). Four key challenges to the design of blended learning: A systematic literature review. *Educational Research Review, 22*, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.06.001>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Chiu, T. K. F. (2021). Digital support for student engagement in blended learning based on self-determination theory. *Computers in Human Behavior, 124*, 106909. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106909>
- Darma, I. K., Karma, I. G. M., & Santiana, I. M. A. (2021). Schoology based applied mathematics blended learning model to improve the students' problem-solving ability. *Journal of Physics: Conference Series, 1810*(1), 012040. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1810/1/012040>
- Elukestva õppe strateegia 2020 vahehindamine.* (s.a.). Praxis. Salvestatud 29. aprill 2023, <https://www.praxis.ee/tood/elukestva-oppe-strateegia-2020-vahehindamine/>

- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hea teadustava. (2017). <https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2017/02/HEA-TEADUSTAVA.pdf>
- Heikkinen, H. L. T. (2019). Developing pedagogical practices under umbrellas of different colours. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.12697/eha.2019.7.2.02a>
- 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>
- Hosseindoost, S., Hussain Khan, Z., & Majedi, H. (2022). A Shift from Traditional Learning to E-Learning: Advantages and Disadvantages. *Archives of Neuroscience*, 9(2). <https://doi.org/10.5812/ans-128031>
- Iivari, N., Sharma, S., & Ventä-Olkkonen, L. (2020). Digital transformation of everyday life – How COVID-19 pandemic transformed the basic education of the young generation and why information management research should care? *International Journal of Information Management*, 55, 102183. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102183>
- Ionita, G.-I., Kutzschebauch, F., & Sipos, K. (2021, juuni). One Year of STACK at the University of Bern. Ionita, George-Ionut; Kutzschebauch, Frank; Sipos, Kinga (June 2021). *One Year of STACK at the University of Bern. In: International Meeting of the STACK Community 2021. Tallinn and Tartu, Estonia. 26 to 30 April 2021. 10.5281/Zenodo.5035976* <<http://Dx.Doi.Org/10.5281/Zenodo.5035976>>.

International Meeting of the STACK community 2021, Tallinn and Tartu, Estonia.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5035976>

JASP Team. (2023). *JASP (Version 0.17.1)*.

Jukk, H., Kraav, T., Oras, K., Orav-Puurand, K., & Pihlap, S. (2021). TWELFTH GRADE STUDENTS' VIEWS ON DISTANCE MATHEMATICS EDUCATION DURING THE PANDEMIC: THE CASE OF ESTONIA. *ICERI2021 Proceedings*, 7681–7687.

<https://doi.org/10.21125/iceri.2021.1716>

Juma, Z. O., Ayere, M. A., Oyengo, M. O., & Osang, G. (2022). Evaluating Engagement and Learning Based on a Student Categorization using STACK, Exam Data, Key Informant Interviews, and Focus Group Discussions. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 17(23), Article 23.

<https://doi.org/10.3991/ijet.v17i23.36619>

Karm, M., & Poom-Valickis, K. (2019). Preface. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.12697/eha.2019.7.2.01>

Keržič, D., Tomažević, N., Aristovnik, A., & Umek, L. (2019). Exploring critical factors of the perceived usefulness of blended learning for higher education students. *PLOS ONE*, 14(11), e0223767. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223767>

Lepik, K., Harro-Loit, H., Kello, K., Linno, M., Selg, M., & Strömpl, J. (2014). *Intervjuu*.

<https://samm.ut.ee/intervjuu>

Lepp, L., Aaviku, T., Leijen, Ä., Pedaste, M., & Saks, K. (2021). Teaching during COVID-19: The Decisions Made in Teaching. *Education Sciences*, 11(2), Article 2.

<https://doi.org/10.3390/educsci11020047>

Lowe, T. W., & Mestel, B. D. (2020). Using STACK to support student learning at masters level: A case study. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, 39(2), 61–70. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrz001>

- Orthaber, M., & Antretter, T. (2022). A Technology-Enhanced ‘Assessment System for Teaching and Assessment using a Computer Algebra Kernel’ (STACK): The Best Contributions of 2022’s STACK Community Meeting at the Montanuniversitaet Leoben, Austria. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 17(23), Article 23. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i23.35913>
- Pilt, L., Villems, A., Joitla, E., Kusnets, K., Kusmin, M., Telk-Dremljuga, M., Varendi, M., & Plank, T. (2021). *Juhend kvaliteetse e-kursuse loomiseks*.
- Prank-Vijard, V., & Unt, H. (2022). *Mikrokraadide väljatöötamine kõrghariduses Eesti Lennuakadeemia näitel* [Magistritöö, Tartu Ülikool].
<https://dspace.ut.ee/handle/10062/83507>
- Rodrigues, A. L. (2020). Digital technologies integration in teacher education: The active teacher training model. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 16(3), 24–33.
<https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135273>
- Rämmer, A. (2014). *Valimi moodustamine*. <https://samm.ut.ee/valimid>
- Sangwin, C. (2023). Running an Online Mathematics Examination with STACK. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 18(03), Article 03. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i03.35789>
- Seel, N. M., Lehmann, T., Blumschein, P., & Podolskiy, O. A. (2017). What is Instructional Design? N. M. Seel, T. Lehmann, P. Blumschein, & O. A. Podolskiy (Toim), *Instructional Design for Learning: Theoretical Foundations* (lk 1–17). SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-941-6_1
- Shute, V. J. (2008). Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153–189. <https://doi.org/10.3102/0034654307313795>
- Speer, A., & Eichler, A. (2022). *Digital tasks with feedback as core of a mathematical learning concept for prospective teachers*.

- Stecula, K., & Wolniak, R. (2022). Advantages and Disadvantages of E-Learning Innovations during COVID-19 Pandemic in Higher Education in Poland. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(3), 159.
<https://doi.org/10.3390/joitmc8030159>
- Zakariya, Y. F., Midttun, Ø., Nyberg, S. O. G., & Gjesteland, T. (2022). Reforming the Teaching and Learning of Foundational Mathematics Courses: An Investigation into the Status Quo of Teaching, Feedback Delivery, and Assessment in a First-Year Calculus Course. *Mathematics*, 10(13), Article 13.
<https://doi.org/10.3390/math10132164>
- Talebian, S., Mohammadi, H. M., & Rezvanfar, A. (2014). Information and Communication Technology (ICT) in Higher Education: Advantages, Disadvantages, Conveniences and Limitations of Applying E-learning to Agricultural Students in Iran. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 152, 300–305.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.199>
- Tammets, K., Sarmiento-Márquez, E. M., Khulbe, M., Laanpere, M., & Ley, T. (2022). Integrating Digital Learning Resources in Classroom Teaching: Effects on Teaching Practices and Student Perceptions. I. Hilliger, P. J. Muñoz-Merino, T. De Laet, A. Ortega-Arranz, & T. Farrell (Toim), *Educating for a New Future: Making Sense of Technology-Enhanced Learning Adoption* (lk 379–392). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16290-9_28
- Tong, D. H., Uyen, B. P., & Ngan, L. K. (2022). The effectiveness of blended learning on students' academic achievement, self-study skills and learning attitudes: A quasi-experiment study in teaching the conventions for coordinates in the plane. *Heliyon*, 8(12), e12657. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12657>

Van der Kleij, F. M., Feskens, R. C. W., & Eggen, T. J. H. M. (2015). Effects of Feedback in a Computer-Based Learning Environment on Students' Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 85(4), 475–511.

<https://doi.org/10.3102/0034654314564881>

van der Kleij, F., Timmers, C., & Eggen, T. (2011). The effectiveness of methods for providing written feedback through a computer-based assessment for learning: A systematic review. *Cadmo*, 19. <https://doi.org/10.3280/CAD2011-001004>

Õunapuu, L. (2014). *Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimisviis sotsiaalteadustes*. Tartu Ülikool.

Lisad

Lisa 1. Poolstruktureeritud intervjuu küsimused

Lisa 2. Ankeetküsimustik pilootrühmalt tagasiside kogumiseks

Lisa 1. Poolstruktureeritud intervjuu kava

Intervjuu kestus max 30 minutit.

Aitäh, et nõustused loodud õppematerjali katsetama ning tänase intervjuu käigus andma tagasisidet edasiarendusteks. Ütlen veel, et soovin meie intervjuu salvestada (küsin nõusoleku!), et hiljem meie tänane intervjuud transkribeerida ning analüüsida. Lisan teen meie vestluse ajal märkmeid.

Nüüd siis küsimused (need küsimused tuleb kindlasti ära küsida, kuid järjekord ei pea olema nii nagu siin kirjas!)

1. Millise hinnangu annate loodud õppematerjalile?
2. Mil määral on loodud õppematerjal Teie hinnangul õpilase jaoks motiveeriv? Milliseid soovitusi annate tagasiside süsteemi arendamiseks/täiendamiseks?
3. Kuidas hindate õppematerjali (STACK harjutuse) ülesehitust ja struktuuri? Kas see pigem toetab ainealast õpilase arengut või pigem mitte? Millised on Teie soovitusel, kuidas ülesannet paremini struktureerida, et see toetaks paremini mingi konkreetse õpiväljundi omandamist? Milliseid soovitusi annate ülesande paremaks mõistmiseks? Kas katsetamise käigus oli arusaadav, mida ja kuhu oodatakse? Millise hinnangu annate ülesannete raskusastmele?
4. Kuidas hindate ülesande interaktiivsust? Millised muudatused tuleks sisse viia?
5. Kuidas hindate õppematerjali ainealast korrektsust ja tehnilist korrektsust? Kui esines katsetamise ajal probleeme, siis palun tooge konkreetset välja millised.
6. Millised aspektid vajavad Teie hinnangul käesolevates testides arendamist ning millele pöörata tähelepanu edasise arendustöö käigus?

Lõpetus

Aitäh Sulle intervjuu eest! Andsid väärtuslikku ja vajalikku tagasisidet materjali edasiarendamiseks ning täiendamiseks.

Lisa 2. Ankeetküsimustik pilootrühmalt tagasiside kogumiseks

Esitatud on näited küsimustikust.

* Mõeldes õppematerjali katsetamise peale hinnake alljärgnevat väidet.

	Ei nõustu üldse	Pigem ei nõustu	Nii ja naa	Pigem nõustun	Nõustun täielikult
STACK testide lahendamine toetas õpitava materjali kinnistamist.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Testid aitasid kaasa õpisisu (sh käsitletavate teemade) paremale mõistmisele.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STACK testid aitasid kaasa õpitulemuste saavutamisele.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STACK testid olid raskusastmelt sobivad ning arvestasid õppija eelteadmistega.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STACK testide lahendamise juhend oli arusaadav ning toetas mind ülesande lahendamise jooksul.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* Palun põhjendage enda hinnangut. Kuidas STACK testides tagasiside süsteemi veelgi paremaks muuta Teie kui õppija vaatepunktist?

* Palun põhjendage enda hinnangut. Milliseid konkreetseid muudatusi Teie kui õppija vaatepunktist tuleks sisse viia STACK testidesse, et see toetaks veelgi efektiivsemalt õpitava materjali omandamist?

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Kristofer Kotsar,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „STACK harjutuste väljatöötamine laia matemaatika kursuse näitel“, mille juhendaja on Mario Mäeots, 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.

Kristofer Kotsar 25.05.2023