

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

Neti Klemm
DIGITAALSE VÕRRANDEID KORDAVA ÕPPEMATERJALI LOOMINE JA
ÕPPETUNNIS KATSETAMINE
Bakalaureusetöö

Juhendaja: matemaatika didaktika nooremlektor Maarja Sõrmus

Tartu 2024

Kokkuvõte

Digitaalse võrrandeid kordava õppematerjali loomine ja õppetunnis katsetamine

Põhikooli matemaatika kandub suurel osal edasi ka gümnaasiumisse ning põhikooli teadmiste osalisel või täielikul puudumisel võib tekkida raskusi gümnaasiumis hakkamasaamisega.

Bakalaureusetöö käigus viidi läbi arendusuuring, mille eesmärgiks oli koostada võrrandeid kordav digitaalne õppematerjal, katsetada seda tunnis õpetamisel ning kaardistada õpilaste arvamused materjali kohta. Uuringus osalenud gümnaasiumi õpilased tõid välja, et võrrandite teema on neile varasemalt põhikoolis keeruliseks osutunud. Osalejate arvamuste põhjal toetab loodud õppematerjal teemade kordamist, meelde tuletamist ning omandamist.

Võtmesõnad: matemaatika, võrrandid, digitaalne õppematerjal, III kooliaste, gümnaasium

Abstract

Creating and Testing Digital Learning and Revising Materials on Equations

Primary school mathematics is largely transferred to high school, and partial or complete lack of primary school knowledge may cause difficulties in coping in high school. For this Bachelor's thesis, a development study was conducted with the aim of creating different digital learning and revising materials on equations, using them in teaching and mapping out students opinions about the digital material. The high school students who took part in the study pointed out that the subject of equations has proven difficult for them in primary school. According to the participants, the created educational material supports revising, recalling and mastering of equation topics.

Keyword: mathematics, equations, digital learning material, primary school, high school

Sisukord

Sissejuhatus	4
Teoreetiline ülevaade	5
Digitaalsete õppematerjalide kasutamine ainetundides.....	5
Digitaalse õppematerjali loomine keskkonnas Desmos	6
Uurimisprobleem, töö eesmärk ja uurimisküsimused	7
Metoodika.....	7
Valim.....	8
Hindamisvahendid.....	9
Arendusuuringu läbiviimine.....	9
Andmekogumine	11
Andmeanalüüs.....	12
Tulemused	12
Digiõppematerjali ülesehitus.....	12
Digiõppematerjali iseseisev lahendamine	13
Digiõppematerjali ainetunnis lahendamine	13
Digiõppematerjali tugevused ja nõrkused	13
Soovitused digiõppematerjali parendamiseks	14
Arutelu.....	14
Tänu sõnad	16
Autorsuse kinnitus.....	16
Kasutatud kirjandus.....	17
Lisad	
Lisa 1. Valminud digitaalne õppematerjal	
Lisa 2. Intervjuu kava.....	

Sissejuhatus

Õpilaste põhikooli matemaatikateadmiste järjepidev hoidmine ja parandamine on kriitiline nende mõtlemisoskuste arendamisel, edasiste õpingute toetamisel ja matemaatiliste ülesannetega päriselus hakkamasaamisel (Susanti, 2019). Täpsemalt aitab matemaatika arendada õpilastel loogilist ja analüütilist mõtlemist ning probleemide lahendamise oskusi (Devlin, 2021). Samuti on matemaatika oluline osa loodusainetes ja informaatikas, aga mängib rolli ka teistes õppeainetes (Johanson *et al.*, 2021). Matemaatikat kasutatakse igapäevaelus, kus see aitab lahendada probleeme, teha otsuseid ja mõista ümbritsevat maailma (Puran *et al.*, 2017). See tähendab, et puudulikud teadmised matemaatikas võivad negatiivselt mõjuda nii mõtlemise üldisele arengule, teiste õppeainete omandamisele kui ka tavaolukordades hakkamasaamisele. Seega tõstatub probleem, kuidas põhikooli teadmistes tekkinud lünki vähendada.

Põhikooli ja gümnaasiumi riiklikes õppekavades on kirjas, et õppetöös peaks kasutama info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) vahendeid (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2011; Põhikooli riiklik õppekava, 2011). Lisaks sellele peab õpilane gümnaasiumi lõpuks oskama sooritada elementaarseid lahendus- ja teisenduskäike, kasutades selleks muu hulgas ka digitaalseid abivahendeid (Ainevaldkond „Matemaatika“, 2023a). Põhikooli riiklikus õppekavas on kirjas, et III kooliastme lõpetaja lahendab lineaarvõrrandeid nii graafiliselt kui ka arvutiprogrammide abil. Lisaks lahendab täielikke ja mittetäielikke ruutvõrrandeid ning tekstülesandeid, mis lahenduvad võrrandi abil (Ainevaldkond „Matemaatika“, 2023b). Gümnaasiumi riiklikus õppekavas on kitsa matemaatika I kursuse õpitulemuste all kirjeldatud, et õpilane lahendab ühe tundmatuga lineaar- ja ruutvõrrandeid. Samuti on nende õpitulemuste all kirjas, et õpilane lahendab lihtsamaid reaalelulise taustaga probleeme võrrandite abil (Ainevaldkond „Matemaatika“, 2023a).

Põhikooli ja gümnaasiumi ainekavasid kõrvutades tuleb esile, et põhikooli matemaatika kandub suurel osal edasi ka gümnaasiumisse. Seda eriti seetõttu, et võetakse läbi juba õpitut ning lisatakse juurde uut informatsiooni. Sellest tulenevalt võib järeldada, et põhikooli teadmiste osalisel või täielikul puudumisel võib tekkida raskusi gümnaasiumis hakkamasaamisega.

Käesolevas töös on keskendutud III ja IV kooliastme õpilastele digitaalse materjali loomisele. Täpsemalt on valminud võrrandeid käsitlev õppematerjal mõeldud 9.klassi lõpetajatele ning 10.klassis alustajatele teemat kordavaks abivahendiks. Uuring viidi läbi

viieteistkümne 10.klassi õpilasega, mille käigus katsetati läbi loodud digimaterjal ning koguti uuritavate arvamused valminud õppematerjali kohta rühmaintervjuus.

Teoreetiline ülevaade

Peatükis antakse teoreetiline ülevaade digitaalsete õppematerjalide kasutamisest ainetundides ning digitaalse õppevara loomisest keskkonnas Desmos. Teoreetilise ülevaate lõpus on eraldi alapeatükina esitatud uurimisprobleem, töö eesmärk ning uurimisküsimused.

Digitaalsete õppematerjalide kasutamine ainetundides

Digitaalsed õppematerjalid on elektroonilises vormis saadaval olevad õppevahendid, mida kasutatakse peamiselt õppimise mitmekülgsemaks ning tõhusamaks muutmisel (Innowise, *s.a.*). Sellised materjalid on tänapäeva haridusmaastikul üha olulisemaks muutunud, pakkudes õpetajatele ja õpilastele mitmeid eeliseid traditsiooniliste õppematerjalidega võrreldes.

Digitaalsed materjalid võimaldavad lisaks tekstidele ja piltidele kasutada vajaliku teabe edasiandmiseks ning tähelepanu püüdmiseks ka heli, videot ja interaktiivseid harjutusi. See mitmekesisus annab õpilastele võimaluse õppida erinevate meetodite kaudu, mis võib aidata kaasa paremale arusaamisele ja teadmiste omandamisele (Harno, 2023). Uuringus, mis viidi läbi Gabao koolis kõrvutati omavahel digitaalsete materjalide ning tavalise kriiditahvliga ja töölehtede abil õpetamist. Selles uuringus toodi välja, et digitaalsete õppematerjalide kasutamine muutis õppetunnid interaktiivsemaks ning visuaalselt atraktiivsemaks. Samas tuli välja, et kriiditahvli või töölehtedega õpetamine ei võimalda õpilastele pakkuda sellist visuaalset stimulatsiooni või kaasahaaratavust kui digimaterjalid (Dayson & Benavides, 2023). Lisaks on läbi viidud uuring digitaalsete materjalide kasutamisel ka matemaatika õppeaines, kus mainiti, et mitmekesised teooria ja ülesannete esitusviisid toetavad õpilaste matemaatilise mõtlemise arengut ning probleemide lahendamist (Cevikbas *et al.*, 2023).

Digitaalsete õppematerjalide kasutamine õppetunnis loob mitmekülgsema ning huvitavama tunni, mis võib suurendada õpilaste motivatsiooni ja huvi õppimise vastu (Salumägi, 2021). Uuringud on näidanud, et digitaalsete mängude ja interaktiivsete keskkondade kasutamine matemaatika õpetamisel suurendab õpilaste motivatsiooni, huvi ja osalemist õppetöös, mis omakorda parandab nende kognitiivset arengut (Hui & Mahmud, 2023). Samuti võimaldab see õpilastel õppida igal ajal ja igal pool, tingimusel, et neil on juurdepääs internetile või sobivale seadmele. See annab õpilastele suurema paindlikkuse oma õppeaja ja õppekoha osas ning võimaldab neil õppida omas tempos (Pedaste, 2023). Ka UNICEF-i aruandes on välja toodud, et digitaalsetel õppematerjalidel on palju positiivseid

külgi õpilaste haridustulemuste parendamisel. Eelnevalt mainitud plussidele võib lisaks välja tuua ka võimalikkuse saada kohest automaatset tagasisidet, mis muudab õpetaja töö lihtsamaks ning võimaldab õpilasel kiiremini oma vigu näha ning nendega tegelema hakata (UNICEF, 2021). Uuringus, mis viidi läbi Rice-i ja Ortize (2021) poolt kirjeldati, et digitaalsete vahendite kohandatavus ja juurdepääsetavus aitab tagada mitmekesise õpikogemuse.

Sellegipoolest on oluline meeles pidada, et digitaalsete õppematerjalide tõhusaks kasutamiseks on vaja nii õpetajate kui ka õpilaste digitaalse kirjaoskuse arendamist ning tehnoloogilist tuge (Villems *et al.*, 2015). Gabao koolis läbi viidud uuringus toodi välja, et digitaalsete õppematerjalide kasutamise puhul võib ette tulla tehnilisi tõrkeid või leidub kasutatavas seadmes õpilasele muid segavaid faktoreid, mis ei lase õppetöle keskenduda. Samuti mainiti, et õpilased ja õpetajad ei pruugi olla piisavalt pädevad digivahendite kasutamiseks (Dayson & Benavides, 2023). Ka Ansayami ja Tani (2021) tehtud uuringus selgus, et peamiseks kitsaskohtadeks digitaalsete õppematerjalidega töötamisel olid ebäühtlane internetiühendus, probleemid suurte failide edastamisel, seadmed ei ühildunud omavahel ning finantsilised probleemid, mille tõttu ei saanud näiteks soovitud keskkondi kasutada. Samuti mainiti selles uuringus, et õpetajatel ning õpilastel võis puududa piisav väljaõpe digitaalsete seadmete kasutamiseks (Ansayam & Tan, 2021). Lisaks tuleb arvestada ka digitaalse õppevahendi valiku ja kasutamise juures eetiliste aspektide ja privaatsusküsimustega (Harno, 2023).

Digitaalse õppematerjali loomine keskkonnas Desmos

Desmos on populaarne veebipõhine matemaatikaõppe platvorm, mis pakub õpetajatele ja õpilastele palju võimalusi (About Desmos Studio, *s.a.*). Näiteks on seal võimalik luua graafikuid matemaatiliste funktsioonide ja võrrandite abil. Seal saab sisestada funktsioonid otse tekstina või kasutada graafilist liidest, et joonistada graafikuid hiirega. Graafikute loomisel on võimalik kasutada erinevaid värve, joonestiile ja muid stiilimuutmise võimalusi. Gümnaasiumi õpilastega tehtud uuring näitas, et Desmose kasutamine parandas keskkooliõpilaste funktsioonidest arusaamist ja õppimises rakendamist (Chechan *et al.*, 2023). Desmos võimaldab lisada graafikutele mitmesuguseid interaktiivseid elemente, mis võimaldavad õpilastel muuta graafikute parameetreid reaajas ning uurida seoseid erinevate muutujate vahel (Guiding Principles, *s.a.*).

Desmos võimaldab luua ka interaktiivseid matemaatikaülesandeid ja harjutusi, mida õpilased saavad lahendada otse antud keskkonnas. Selliseid võimalusi kasutava õppevahendi

lõi Toomemägi (2023) Desmose digitaalse materjali geomeetriliste kujundite õppimiseks. Samuti saab antud keskkonnas lisada harjutustele mitmeid erinevaid küsimuse tüüpe, sealhulgas valikvastuste ja avatud vastuste küsimusi (Amplify, *s.a.*). Pärast õppematerjalide loomist saab õpetaja neid jagada otse Desmose keskkonnas või saates õpilastele jagamislingi. Lisaks saab õpilasi kutsuda liituma õppematerjalidega seotud klassiruumiga (k20Center, *s.a.*). Loodud õppematerjalides on õpetajal lihtne jälgida õpilaste edenemist ja antud vastuseid. Samuti saab anda õpilastele tagasisidet (Lochel, 2020).

Uurimisprobleem, töö eesmärk ja uurimisküsimused

Matemaatikal on oluline roll reaalarinetes, kuid see leiab rakendust ka teistes õppeainetes (Johanson *et al.*, 2021). Igapäevaelus aitab matemaatika kasutamine lahendada erinevaid probleeme ning teha kaalutletud otsuseid (Puran *et al.*, 2017). Sellest tulenevalt võib järeldada, et puudulikud teadmised matemaatikas võivad mõjutada nii tavaelus hakkamasaamist kui ka haridusalaselt edukat edasijõudmist. Siit tõstatub probleem, kuidas oleks võimalik ennetada või vähendada õpilastel teadmistes lünkade tekkimist.

Varasemalt on Eestis uuritud erinevate digitaalsete materjalide kasutamist õppetöös (Leppik *et al.*, 2017). Seda nii matemaatika õppeaines kui ka teistes õppeainetes (Nirk, 2016). Samas on need materjalid tihti suunatud pigem esimesele ja teisele kooliastmele (Laidre, 2022). Sarnaselt käesolevale bakalaureusetööle on keskkonnas Desmos varasemalt loonud matemaatilist digitaalset materjali ka Toomemägi (2023), kes koostas geomeetriaemalised õppematerjalid I kooliastmele. Võrranditeemaliste digitaalsete materjalide kasutamist õppetöös ei ole töö autorile teadaolevalt varasemalt Eestis uuritud.

Bakalaureusetöö eesmärgiks on koostada võrrandeid kordav digitaalne õppematerjal, katsetada seda tunnis õpetamisel ning kaardistada õpilaste arvamused materjali kohta.

Eesmärgist lähtuvalt sõnastati kaks uurimisküsimust:

1. Millised on valimisse kuuluvate õpilaste arvamused loodud digitaalsest õpivahendist pärast selle kasutamist õppimisel?
2. Millised muudatusi on valimisse kuuluvate õpilaste arvates vaja loodud digitaalsesse õppematerjali sisse viia?

Metoodika

Käesolevas bakalaureusetöö raames viidi läbi arendusuuring, mis on haridusvaldkonnas uurimisprotsess, mille käigus luuakse praktilisele probleemile praktiline lahendus (Tinn, 2019). Arendusuuringu läbiviimisel tuginetakse ADDIE mudelil (Kurt, 2018). Uurimistöö

käigus pidas töö autor uurijapäevikut, et märkida üles kogemusi ja tähelepanekuid ning panna kirja eneserefleksioon (Taimalu, *s.a.*).

Bakalaureusetöö käigus toetuti võrranditeemaliste digitaalsete materjalide loomisel teooriale ja eelnevatele uuringutele (Villems *et al.*, 2015). Ülesannete koostamisel on arvesse võetud põhikooli matemaatika ainekava lisa 5 (Ainevaldkond „Matemaatika“, 2023b) eeldatavaid võrranditeemalisi õpitulemusi. Samuti pöörati ülesandeid koostades tähelepanu sellele, et need oleksid eakohased ning üheselt mõistetavad. Ülesannete koostamiseks kaardistati enne materjalide loomist õpilaste algteadmised võrranditest.

Valim

Käesoleva arendusuuringu valim moodustati mugavusvalimina (Õunapuu, 2012), kuhu kuulusid töö autor, kellel on nelja-aastane õpetajatöö kogemus ning tema 10.klassi 15 õpilast, kes õpivad gümnaasiumis kitsast matemaatikat. Valimisse kuuluvad õpilased õpivad täiskasvanute gümnaasiumis, kuhu võetakse lisaks täiskasvanud õpilastele ka äsja põhikooli lõpetanud alaealisi õpilasi. Seetõttu teavitati täisealisi õpilasi ning alaealiste õpilaste vanemaid läbi Stuudiumi, et neid või nende lapsi uuritakse bakalaureusetöö kontekstis. Kõigile õpilastele oli uuringus osalemine vabatahtlik. Õpilased täitsid digitaalseid materjale isikustatult, et õpetaja saaks hinnata nende arengut, kuid kõik osalejate andmed kanti lõputösse isikustamata kujul ehk kasutati pseudonüüme (Tabel 1).

Tabel 1. Uuritavate andmed

Pseudonüüm	Sugu	Vanus
ÕP1	M	16
ÕP2	M	18
ÕP3	M	18
ÕP4	N	17
ÕP5	N	17
ÕP6	N	17
ÕP7	M	17
ÕP8	N	29
ÕP9	M	17
ÕP10	N	18
ÕP11	M	16
ÕP12	N	32
ÕP13	N	18
ÕP14	M	21
ÕP15	M	18

Valimis osalenud õpilasest kaheksa olid meessoost ning seitse naissoost. Osalejate vanus jäi vahemikku 16–32 aastat. Käesolevas arendusuuringus on läbivalt kasutatud määratud pseudonüüme vastavatele isikutele viitamiseks, mis tähendab, et kogu uuringu raames vastab ühele pseudonüümile üks kindel isik.

Hindamisvahendid

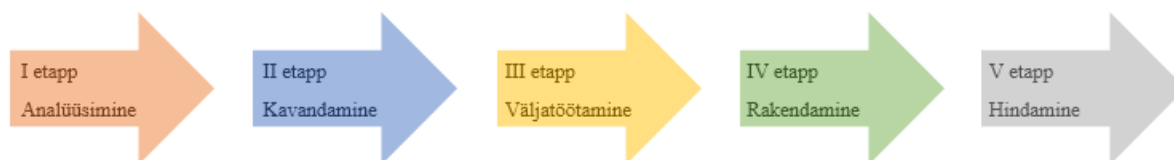
Bakalaureusetöö raames teostati uuring, kus analüüsiti loodud digitaalse materjali (Lisa 1) sobivust kasutamaks seda materjali võrrandite kordamisel. Selleks pidid uuritavad õpilased algul täitma võrrandite teemalise töölehe, et töö autor saaks kaardistada uuritavate hetketeadmised võrrandite kohta. Tööleht oli koostatud töö autori poolt. See sisaldas viite ülesannet, mille hulgas oli nii valikvastustega teooriaküsimusi kui ka võrranditega arvutusülesandeid.

Pärast digitaalse materjali koostamist ning selle katsetamist viidi läbi poolstruktureeritud rühmaintervjuu, kus toetuti varem koostatud intervjuu kavale (Lisa 2). Selle aluseks võeti Uibu jt (2019) koostatud ankeet. Intervjuu käigus oli intervjuueerijal lubatud küsimuste järjekorda muuta ning küsida vajadusel lisaküsimusi (Lepik *et al.*, 2014). Küsimustik koosnes kahest osast. Esimeses osas uuriti õpilaste arvamust loodud digitaalse õppematerjali kasutamise ja rakendamise kohta. Teises osas küsiti õpilastelt loodud digitaalse materjali kohta tagasisidet ning parandusettepanekuid. Samuti said intervjuu lõpus uuritavad õpilased avaldada omi tähelepanekuid seoses digitaalsete õppematerjalidega.

Arendusuuringu läbiviimine

Käesoleva bakalaureusetöö raames läbi viidud arendusuuring põhines ADDIE mudeli (Kurt, 2018) viie etapi läbimisest (Joonis 1).

Joonis 1. Arendusuuringul kasutatud ADDIE mudeli etapid



Arendusuuringut alustati 2023. aasta septembris nii põhikooli kui ka gümnaasiumi riikliku õppekava matemaatika ainekava läbitöötamisega. Pärast seda tutvuti digitaalse õppematerjali loomiseks välja valitud keskkonnaga Desmos ning tehti kindlaks, mis võimalusi valitud keskkond bakalaureusetöö praktilise osa rakendamiseks pakub. Seejärel alustati töö

teoreetilise osa kirjutamisega ning moodustati valim. Samal ajal alustati ka uurijapäevikusse sissekannete tegemisega.

Järgmise etapina võeti 2023. aasta oktoobris ühendust täisealiste õpilaste ning alaealiste õpilaste ning nende vanematega, et küsida nõusolekut uuringus osalemiseks. Sealhulgas tutvustati potentsiaalsetele osalejatele töö eesmärki ning teatati, et uuringu jooksul toimub rühmaintervjuu, mida salvestatakse ja säilitatakse. Pärast nõusolekute saamist viis töö autor, kes oli samal ajal ka uuritavate matemaatikaõpetaja, läbi võrrandite teemalise töölehe täitmise, mille abil kaardistas uuritavate hetketeadmised võrrandite kohta. See oli oluline samm, et näha, millele peaks digitaalseid materjale koostades rõhku pöörama.

Väljatöötamise etappi alustati samuti 2023. aasta oktoobris, kus hakati läbi vaatama erinevate kirjastuste matemaatika õppematerjale, mis hõlmasid endas võrrandi teemasid. Õppematerjale kaasati nii põhikooli kui ka gümnaasiumi osast. Tulenevalt sellest, et uuritavad õppisid kitsast matemaatikat, siis ei kaasatud uuritavatesse materjalidesse laia matemaatika õppematerjale. Samuti kitsendati põhikooli materjalide valikut 9.klassi õpikute ja töövihikuteni, kuna selles klassis ei korrata ainult eelnevalt võetud võrrandi teemasid, vaid õpitakse ka võrrandi teemasid juurde.

Koostades ülesandeid, võeti arvesse, et õpilane saaks alguses vajaliku teooriaga tutvuda, näha näiteülesannet ning seejärel ise proovida sarnaseid ülesandeid lahendada. Samuti arvestati sellega, et loodud digiõppematerjale saaks kasutada lisaks digiõppele ka klassiruumis. Loodud õppematerjal (Lisa 1) koostati põhikooli lõpetajatele või gümnaasiumis alustajale võrrandi teemade kordamiseks. Õppematerjal jaotati kaheks eraldi osaks ehk lineaarvõrrandite ja ruutvõrrandite osaks ning mõlemas osas jälgiti ühtset kujunduslikku stiili.

Viimase sammuna vaadati loodud digimaterjal kriitilise pilguga üle ning tehti järgnevad muudatused: muudeti sõnastust, muudeti jooniseid, jaotati teksti, et seda oleks lihtsam lugeda. Loodud digitaalse materjali vaatasid üle nii autor ise kui ka tema kaks matemaatikust kolleegi, et tõsta sellega töö kvaliteeti. Loodud digiõppematerjalis kasutatavad joonised on tehtud töö autori poolt või on kasutatud pilte keskkonnast Pixabay.com. Vastavalt nimetatud keskkonna reeglitele ei ole nendele pilditele viitamine kohustuslik.

Rakendamise etapis anti uuritavatele õpilastele 2023. aasta novembris kodutööks läbida iseseisvalt enne vastavat tundi loodud digimaterjali osa. See tähendas, et enne lineaarvõrrandeid kordavat tundi pidid uuritavad kodus läbi töötama lineaarvõrrandite kohta koostatud digiõppematerjali ja analoogselt läheneti ka ruutvõrrandite puhul. Töö autor sai keskkonnas Desmos jälgida, kas kõik uuritavad olid materjali läbi töötanud ning vajadusel läbi e-päeviku Stuudium meeldetuletusi saata, et kõik õigeks ajaks ehk enne vastavat tundi

materjali läbinud oleks. Seejärel võeti loodud digiõppematerjal läbi ka koolitunnis, et õpilased näeksid, mis osa läbitud materjalist neil läks hästi ning kus nad vigu tegid.

Viimases ehk hindamise etapis viidi läbi rühmaintervjuu. Selle tarvis koostati 2023. aasta novembris intervjuu kava, kus toetuti Uibu jt (2019) küsimustikule ning võeti arvesse antud bakalaureusetöö eesmärki ja uurimusküsimusi. Kõik õpilased olid varasemalt andnud nõusoleku uuringus osalemiseks. Seda teades viidi intervjuu läbi järgmise matemaatikatunni alguses pärast viimase ettenähtud teema ehk ruutvõrrandite kordamise läbimist. Intervjuus andsid uuritavad õpilased tagasisidet loodud digitaalsele õppematerjalile ning intervjuu salvestati, et seda hiljem analüüsida.

Intervjuu järgselt alustati selle analüüsimisega. Selleks kasutati kvalitatiivset sisuanalüüsi ning uuritavatele õpilastele viidati pseudonüümidega ÕP1–ÕP15, et tagada uuritavate anonüümsus.

Andmekogumine

Täisealistele õpilastele ning alaealistele õpilastele ja nende vanematele saadeti 2023. aasta oktoobris kiri, milles tutvustati töö eesmärki ning paluti kinnitust, kas ollakse nõus uuringust osa võtma ning sellega seoses rühmaintervjuu salvestamise ja säilitamisega. Kinnituse andsid kõik täisealised õpilased või alaealiste õpilaste vanemad. Pärast kinnituste saamist määras õpetaja tundide ajakavas kindlaks uuringu läbiviimise aja ning teatas sellest uuritavaid. Õpilastel oli kohustuslik enne tundi läbida keskkonnas Desmos vastav loodud digitaalne materjal. Selle tarvis lahendasid uuritavad iseseisvalt esimese digitaalse materjali osa ehk lineaarvõrrandite teema. Seejärel toimus ainetund, kus võeti sama materjal koos uuesti läbi. Analoogselt tehti ka digitaalse materjali teise osa ehk ruutvõrrandite teema puhul. Seejärel viidi järgmises tunnis pärast teemade kordamist läbi üks rühmaintervjuu, mis toimus neli päeva pärast viimase materjali läbivõtmist õppetunnis 2023. aasta novembris.

Rühmaintervjuu pikkus oli 13 minutit. Töö autor tutvustas intervjuu alguses uuringus osalevatele õpilastele töö eesmärki ning kordas, et tegemist on vabatahtliku ja konfidentsiaalse intervjuuga. Lisaks informeeriti intervjuueeritavaid, et neil on õigus intervjuus mitte osaleda, küsimustele mitte vastata ning intervjuu igal hetkel katkestada (Lepik *et al.*, 2014). Enne intervjuu algust tuletati intervjuueeritavatele meelde, et intervjuu salvestatakse ning säilitatakse kuni autori töö kaitsmiseni autori arvutis nii, et sellele on ligipääs ainult töö autoril.

Andmeanalüüs

Läbiviidud rühmaintervjuu transkribeeriti TTÜ Küberneetika Instituudi foneetika- ja kõnetehnoloogia laboris välja töötatud veebipõhises kõnetuvastuse süsteemis (Olev & Alumäe, 2022). Tegemist on veebipõhise kõnetuvastussüsteemiga, kuhu saab laadida üles oma helifaili, mis seejärel masina poolt tekstiks transkribeeritakse. See tähendab, et transkribeerimisel ei kuule ega näe transkribeerimist üksi inimene. Intervjuu transkriptsioon saadeti töö autori e-mailile. Masintranskribeerimise puhul on tegemist täisautomaatse transkribeerimisega, mistõttu tuli pärast selle kätte saamist transkriptsioon põhjalikult üle vaadata ning vajadusel sisse viia parandused kohtadesse, mida masin valesti tõlgendas (Veebipõhine kõnetuvastus, s.a.). Kõik uuritavate õpilaste nimed asendati pseudonüümidega, et tagada nende konfidentsiaalsus. Edasi hakati tegelema transkriptsiooni analüüsimisega.

Tulemused

Bakalaureusetöö eesmärgiks oli koostada võrrandeid kordav digitaalne õppematerjal, katsetada seda tunnis õpetamisel ning kaardistada õpilaste arvamused materjali kohta. Tulemuste väljatoomiseks on koondatud uuritavate õpilaste vastused ning muudetud sõnastust selleks, et antud vastustest oleks parem aru saada. Sõnastuse muutmisel on jälgitud, et uuritavate õpilaste mõtted kanduks edasi. Uuritavate õpilaste nimed on asendatud pseudonüümidega ÕP1–ÕP15. Loodud digiõppematerjal koostati vastavalt uuritavate õpilaste kaardistatud eelteadmiste ning läbitöötatud 9. ja 10.klassi õppematerjalide põhjal. Samad uuritavad õpilased katsetasid loodud digiõppematerjali iseseisvalt, ainetunnis ning avaldasid selle materjali kohta rühmaintervjuus arvamust.

Digiõppematerjali ülesehitus

Kõik uuritavad õpilased olid ühtsel arvamusel, et loodud digiõppematerjal oli loogiliselt üles ehitatud. Mõned õpilased (ÕP8, ÕP12) tõid välja, et neile meeldis teemat tutvustav esileht, kus oli kirjas, mida digitunnis õppima hakatakse ning mis võiks tunni lõpuks saavutatud olla.

Mulle meeldis, et esimesel lehel oli kohe kirjas, mida tunnis me tegema peame hakkama. (ÕP8)

Jah ja seal oli ka kirjas, mida me lõpuks oskama peaksime, et seda oli hea näha.

Tavaliselt üheski tunnis seda küll ei öelda. (ÕP12)

Samuti ütlesid nad (ÕP8, ÕP12), et teooria juurde lisatud pildid ning teksti eesmärgipärane värviliseks muutmine aitas neil teooriast paremini aru saada. Õpilased ÕP2, ÕP10 ja ÕP14

mainisid, et teooria ja näidete vahetu sidumine aitas neil teemast paremini aru saada, kuna nad ei pidanud eraldi otsima või arvama, mis näide ja teooriaosa omavahel kokku käivad.

Digiõppematerjali iseseisev lahendamine

Kõik õpilased nõustusid, et digiõppematerjalil olev võimalus liikuda teemalehtede vahel edasi-tagasi oli väga meeldiv. See aitas neil vajadusel ülesannete juurest tagasi teooria juurde liikuda, et üle vaadata, mis kuidas täpselt käis. Mõned õpilased (ÕP5, ÕP9) tõid välja, et õpilasel võiks olla võimalus ka kohe näha, kas leitud vastus on õige.

Ma oleks tahtnud, et oleks saanud kohe teada, kas vastused on õiged. Muidu arvan, et kõik on õigesti tehtud ja teen kõik teised ülesanded äkki ka samamoodi valesti. (ÕP9)

Sel juhul saaks kohe hakata viga otsima ning panustatakse rohkem aega teema läbitöötamiseks. Sellega nõustusid ka kõik teised õpilased.

Digiõppematerjali ainetunnis lahendamine

Osad õpilased (ÕP1, ÕP4, ÕP7, ÕP8, ÕP11, ÕP12) mainisid, et pärast kodust lahendamist tunnis sama asja läbi lahendada oli neile väga kasulik, kuna sai vihikust kontrollida kodus tehtud lahendusi ning kõrvutada neid õigete lahendusviisidega.

Tunnis oli hullult hea vaadata, mis kodus vihikusse olid teinud. Et sai kohe kontrollida ja siis parandusi teha. (ÕP7)

Te ütlesite ka selliseid asju, mida oli hea juurde kirjutada nendele ülesannetele lahenduste juurde. (ÕP11)

Samad õpilased (ÕP1, ÕP4, ÕP7, ÕP8, ÕP11, ÕP12) lisasid, et kuna kodus oldi juba tutvunud teooria ning ülesannetega, siis andis see tunnis rohkem aega keskenduda õigete lahendusviisile ning sai kiirelt vihikusse lisamärkmeid juba olemasolevale juurde kirjutada.

Digiõppematerjali tugevused ja nõrkused

Õpilased ÕP8, ÕP12 ja ÕP14 arvasid, et digiõppematerjali tugevuseks on kindlasti see, et materjali saab lahendada omas tempos. Õpilased ÕP13 ja ÕP15 tõid uuesti välja varem mainitu, et erinevate lehekülgede vahel sai edasi-tagasi liikuda ning lisasid, et neile meeldis ka, et vastus ei läinud lukku, vaid ka seda sai jooksvalt muuta. Samuti ütles ÕP15, et talle meeldis, kuidas materjali sai läbida nõnda, et tegi osa tööst ära, pani lehe kinni ning hiljem, kasvõi järgmisel päeval, avas töö uuesti ning ei pidanud kõiki vastuseid uuesti kirjutama, vaid töö oli automaatselt salvestunud.

Ma panin vahepeal töö kinni, sest läksin arvutimänge mängima. Arvasin, et vastused kustuvad ära, aga mul õnneks oli ainult nagunii mõni vastus pandud. Pärast nägin, et kõik mu vastused olid samasuguselt alles nagu enne. (ÕP15)

Selle tähelepanekuga nõustusid ka õpilased ÕP3, ÕP6, ÕP7 ja ÕP11, kuna avastasid samuti juhuslikult, et selline võimalus on olemas.

Nõrkuste juures tõid õpilased ÕP5 ja ÕP9 uuesti välja, et ülesannete juures oleks võinud olemas olla automaatkontroll, mis näitaks neile, kas leitud vastus on õige. Õpilased ÕP1, ÕP4, ÕP11 ja ÕP15 ütlesid, et nende arvates oli lahendatavaid ülesandeid liiga palju, kuid sellega osad õpilased (ÕP3, ÕP5, ÕP8, ÕP12, ÕP13) ei nõustunud.

Soovitused digiõppematerjali parendamiseks

Õpilased ÕP1 ja ÕP11 soovitasid vähendada ülesannete hulka ühe ülesandeploki sees ning teha selle asemel hoopis teistsuguseid ülesandeid juurde, et materjali ülesanded oleksid mitmekülgsemad ning ei peaks ühesuguseid ülesandeid nii palju korruga lahendama.

Ma ütleks, et ülesandeid oli liiga palju. No nagu järjest sarnaseid. Et oleks võinud tegelikult vähem olla neid või siis rohkem erinevaid. (ÕP1)

Õpilased ÕP5 ja ÕP6 tõid välja, et digitaalseid õppematerjale võiks rohkem kasutada, kuna nendes õppimine ja ülesannete lahendamine on paindlikum kui tavalistes pabermaterjalides. Seda nii matemaatikas kui ka teistes ainetes. Nendega (ÕP5, ÕP6) nõustus suurem osa õpilasi.

Arutelu

Bakalaureusetöö eesmärgiks oli koostada võrrandeid kordav digitaalne õppematerjal, katsetada seda tunnis õpetamisel ning kaardistada õpilaste arvamused materjali kohta. Saamaks aru, millele võrranditeemalise digiõppematerjali loomisel rõhku pöörata, viidi läbi uuritavate õpilaste hetketeadmiste kaardistamine võrrandite teemal. Arvestades õpilaste hetketeadmiste ning põhikooli riikliku õppekava matemaatika ainekava nõudmistega võrrandi teemade õpetamisel loodi digitaalne õppematerjal, mis aitaks korrata lineaar- ja ruutvõrrandite teemasid 9.klassi lõpus ja/või 10.klassi alguses. Viidi läbi rühmaintervjuu, mille põhjal hinnati loodud materjali sobivust võrrandi teemade kordamiseks.

Esimese uurimisküsimusega sooviti uuritavatelt õpilastelt teada saada, missugused on nende arvamused loodud digitaalsest õppevahendist pärast selle kasutamist õppimisel. Uuritavad õpilased tõid välja, et materjal oli hästi ning loogiliselt üles ehitatud ja kasutajasõbralik. Digitaalse õppematerjali loomise juhendis on välja toodud digitaalse materjali loomise põhimõtted, mis ühtivad uuritavate poolt väljatooduga (Villems *et al.*,

2015). Lisaks mainisid õpilased, et algul iseseisev materjali läbitöötamine ning seejärel tunnis sama materjali läbivõtmine oli nende arvates tõhus meetod materjali kordamiseks. Samale järeldusele on jõutud ka varasemates uuringutes, kus leiti, et õppeprotsessi tõhustamiseks oleks vaja õpetaja poolset läbimõtestatud suunamist ning õpilasega koos materjali läbimõtestamist (Pedaste, 2023). Õpilastele meeldis kasutatav keskkond Desmos, kus sai teooria ja ülesannete vahel edasi-tagasi liikuda, töö pooleli jätta ning pärast samast kohast jätkata. Digitaalse õppematerjali loomise juhendis on samuti kirjas, et need on olulised aspektid õppimist toetava digimaterjali loomisel (Villems *et al.*, 2015).

Teise uurimisküsimuse puhul sooviti uuritavatel õpilastelt teada saada, missuguseid muudatusi oleks vaja loodud digitaalsesse õppematerjali sisse viia. Sel puhul arvasid mõned uuritavad, et ülesanded võiks olla lühemad, kuna kaua ei taha ühesuguseid ülesandeid lahendada. Sellega ühtib Rice-i ja Ortize (2021) poolt läbiviidud uuring, kus toodi samuti välja, et loodud digitaalsed materjalid peaksid arvestama erinevate õpilaste vajadustega nii stiililt, sisupaigutuselt kui ka pikkuselt. Uuritavate poolt pakuti välja, et ülesanded võiksid olla lühemad ning rohkem erinevat tüüpi, et lahendamisel tekiks vaheldus. Digitaalse õppematerjali loomise juhend toob välja, et õpiülesannete koostamisel tuleks arvestada erinevate õpistiilidega õppijatega, mis läheb kokku uuritavate õpilaste arvamusega (Villems *et al.*, 2015).

Bakalaureusetöö kitsenduseks võib pidada väikest valimit, mistõttu ei saa saadud tulemusi üldistada kogu Eestile. Samuti võib kitsenduseks lugeda viimase digitaalset materjali käsitleva tunni ja intervjuu vahele jäävat aega, kuna uuritavad õpilased ei pruugi kõiki tekkinud mõtteid enam mäletada. Samas on tegevuste refleksiooniks vajalik võtta aega, et saadud teadmised või kogemus läbi mõtestada (Taimalu, *s.a.*). Rühmaintervjuu puhul oli töö autori jaoks tegemist esmase kogemusega. Tulevikus uusi rühmaintervjuusid läbiviies on uurimuse läbiviijal parem ettekujutus sellest, mida ja mis järjekorras täpsemalt teha ning kuidas õpilasi edukamalt avada. Saadud andmeid saab edasi uurida, et näha, kas esineb soolisi või vanuselisi erinevusi. Täiendades uurimust ning laiendades valimit, saab kindlamalt hinnata valminud digitaalse materjali tõhusust võrrandite kordamisel.

Loodud digitaalset õppevara saavad kasutada nii õpilased kui ka õpetajad töös käsitletud teemade õppimisel või kordamisel. Materjal on ennekõike mõeldud 9.klassi lõpetajatele ning 10.klassis alustajatele lineaar- ja ruutvõrrandi teemade kordamiseks. Kuivõrd lineaarvõrrandite õppimist alustatakse 7. klassis, siis on võimalik vastavat materjali osa kasutada terve III kooliastme jooksul lineaarvõrrandeid õppides.

Tänu sõnad

Täna enda juhendajat Maarja Sõrmust, kelle soovitude abil bakalaureusetöö valmis. Valminud digitaalse õppematerjali läbiproovimise ja tagasisidestamise eest täna kõiki uuringus osalenud õpilasi.

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.

Neti Klemm

/digitaalselt allkirjastatud/

19.05.2024

Kasutatud kirjandus

- About Desmos Studio*. (s.a.). <https://www.desmos.com/about?lang=en>
- Ainevaldkond „Matemaatika”. Gümnaasiumi riiklik õppekava. Lisa 5 (2023). Riigi Teataja 2011, 1. https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1080/3202/3006/18m_gym_lisa5.pdf
- Ainevaldkond „Matemaatika”. Põhikooli riiklik õppekava. Lisa 5 (2023). Riigi Teataja 2011, 1. https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1080/3202/3005/18m_pohi_lisa5.pdf
- Amplify. (s.a.). *Getting started: Desmos Classroom activities*. <https://my.amplify.com/help/en/articles/6684337-getting-started-desmos-classroom-activities>
- Ansaryam, M. P. & Tan, D. (2021). Investigating The Utilization Of Digital Instructional Materials And Digital Tools For Online Learning In Teacher Education Courses. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 10, 125-137. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16703566>.
- Cevikbas, M., Greefrath, G. & Siller, H.-S. (2023). Advantages and challenges of using digital technologies in mathematical modelling education – A descriptive systematic literature review. *Frontiers in Education*, 8, 1142556. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1142556>
- Chechan, B., Ampadu, E., & Pears, A. (2023). Effect of using Desmos on high school students' understanding and learning of functions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(10), 2331. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13540>
- Dayson, C. J. P. & Noel G. Benavides, N. G. (2023). Utilization and Integration of Digital and Non-Digital Instructional Materials in Teaching. *United International Journal for Research & Technology*, 4(5), 7-17.
- Devlin, K. (2021). Matemaatikat tuleks õpetada kui mõtteviisi, mitte kui arvutamist. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri*, 9(1), 1–5. <https://doi.org/10.12697/eha.2021.9.1.01>
- Guiding Principles*. (s.a.). <https://www.desmos.com/guiding-principles?lang=en>
- Gümnaasiumi riiklik õppekava. (2011). Riigi Teataja I, 14.01.2011, 2. <https://www.riigiteataja.ee/akt/114012011002>
- Harno. (2023). *Digiõppevara*. <https://harno.ee/digioppevara#e-kogude-kasutamine>
- Hui, H. B. & Mahmud, M. S. (2023). Effect of using Desmos on high school students' understanding and learning of functions. *Frontiers in Psychology*, 11(105806). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1105806>

- Innowise. (s.a.). *Kuidas luua õppimist toetav õppematerjal?*. <https://innowise.ee/blogi/kuidas-luua-oppimist-toetav-oppematerjal>
- Johanson, M., Pedaste, M., Pastak, M., Täht, K., Sõrmus, M., & Jukk, H. (2021). Matemaatikapädevuse hindamine Eesti e-tasemetöödega. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri*, 9(2), 100–126. <https://doi.org/10.12697/eha.2021.9.2.05>
- Kurt, S. (2018) *ADDIE MODEL: Instructional Design*. *Educational Technology*. <https://educationaltechnology.net/the-addie-model-instructional-design>
- k20Center. (s.a.). *Desmos Classroom: Using Activities*. <https://k20center.ou.edu/externalapps/using-activities/>
- Laidre, A. (2022). *I kooliastme õpetajate kirjeldused digivahendite kasutamisest õppetöös ning õpetajate arvamused digivahendite mõjust õpilaste digipädevusele Tamsalu gümnaasiumi näitel*. [magistritöö, Tartu Ülikool]. DSpace. <http://hdl.handle.net/10062/83566>
- Lepik, K., Harro-Loit, H., Kello, K., Linno, M., Selg, M., & Strömpl, J. (2014). *Intervjuu*. <https://samm.ut.ee/intervjuu>
- Leppik, C., Haaristo, H.-S. & Mägi, E. (2017). *IKT-haridus: digioskuste õpetamine, hoiakud ja võimalused üldhariduskoolis ja lasteaias*. Poliitikauuringute Keskus Praxis.
- Lochel, B. (2020). *Stats Medic. Using Desmos for Remote Student Feedback*. <https://www.statsmedic.com/post/using-desmos-for-remote-student-feedback>
- Nirk, A. (2016). *Digitaalsete õppematerjalide kasutamine Tartu maakonna füüsikaõpetajate näitel*. [magistritöö, Tartu Ülikool]. DSpace. <http://hdl.handle.net/10062/53210>
- Olev, A. & Alumäe, T. (2022) Estonian Speech Recognition and Transcription Editing Service. *Baltic Journal of Modern Computing*, 10(3), 409–421. <https://doi.org/10.22364/bjmc.2022.10.3.14>
- Pedaste, M. (2023). *Kuidas kasutatakse Eesti koolides digitehnoloogiaid, mis on nende kasutamise efekt õpilaste õpitulemustele ja millised on soovitud erinevatele sihtrühmadele? DigiEfekti projekti põhitulemuste kokkuvõte*. Tartu, Tartu Ülikool.
- Puran, R., Behzadi, M. H., Shahvarani, A., & Lotfi, F. H. (2017). The Effects of Training and Other Factors on Problem Solving in Students. *European Journal of Contemporary Education*, 6(3), 448–460.
- Põhikooli riiklik õppekava. (2011). Riigi Teataja I, 14.01.2011, 1. <https://www.riigiteataja.ee/akt/106052020054>
- Rice, M.F., Ortiz, K.R. Evaluating Digital Instructional Materials for K-12 Online and Blended Learning. *TechTrends*, 65, 977–992 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11528-021-00671-z>
- Salumägi, T. (2021). *Digitaalse õppematerjali väljatöötamine arvuti osade õpetamiseks informaatika tundides II kooliastmes* [magistritöö, Tartu Ülikool]. DSpace. <http://hdl.handle.net/10062/73127>
- Susanti, E., & Hartono (2019). Mathematical Critical Thinking and Creative Thinking Skills: How Does Their Relationship Influence Mathematical Achievement? *Proceedings of the 2019 International Conference on Mathematics, Science and Technology Teaching*

- and Learning - ICMSTTL 2019*, 63–66. <https://doi-org.ezproxy.utlib.ut.ee/10.1145/3348400.3348408>
- Taimalu, M. (s.a.). *Refleksioon õpetaja professionaalses arengus*.
<https://tulevikuopetaja.edu.ee/moodul-v/refleksioon-opetaja-professionaalses-arengus/>
- Tinn, M. (2019). *Kvalitatiivsed meetodid uurimistöös*. <https://etag.ee/wp-content/uploads/2022/08/Kvalitatiivsed-meetodid-uurimistoos.pdf>
- Toomemägi, M.-L. (2023). *Klassiõpetajate arvamused I kooliastme digitaalsete geomeetriaemaliste õppematerjalide kohta*. [magistritöö, Tartu Ülikool]. DSpace. <https://hdl.handle.net/10062/90300>
- Uibu, M., Mikk, J., Kärbla, T., Taimalu, M., & Leola, H. (2019, September 11-13). *Pre-school and primary school teachers' assessment of the importance of quality criteria of learning materia [Conference presentation]*. 15th IARTEM conference on textbooks and educational media UCL, Odense, Denmark.
- UNICEF. (2021). *Effectiveness of Digital Learning Solutions to Improve Educational Outcomes: A Review of The Evidence*.
<https://www.unicef.org/media/103246/file/Effectiveness%20of%20digital%20learning%20solutions%20to%20improve%20educational%20outcomes%20-%20A%20review%20of%20the%20evidence.pdf>
- Veebipõhine kõnetuvastus*. (s.a.). <https://bark.phon.ioc.ee/webtrans/>
- Villems, A., Aluoja, L., Pilt, L., Naulainen, M.-M., Kusmin, M., Rogalevitš, V., Tokko, U. (2014-2015). *Digitaalse õppematerjali loomise soovitusel: juhend digitaalse õppematerjali autorile*. <http://oppevara.edu.ee/kvaliteet/>
- Õunapuu, L. (2012). *Valimid kvantitatiivsetes ja kvalitatiivsetes uurimustes*.
<https://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/27764/index.ht>

Lisad

Lisa 1. Valminud digitaalne õppematerjal

Link: <https://lingid.ee/võrrandid>

Võrrandid ja võrrandisüsteemid

Loodud Neti Klemm poolt | 2 tegevust

Ühendades kaks avaldist võrdusmärgiga, saadakse võrdus.
Võrrand on võrdus, milles on üks või mitu tundmatut.

- Lineaarvõrrand
Loodud Neti Klemm poolt
- Ruutvõrrand
Loodud Neti Klemm poolt

Lineaarvõrrand

$ax + b = 0$

Loodud Neti Klemm poolt

⚠️ Mobiiltelefon ✅ Tahvelarvuti ✅ Sülearvuti

Tegevuse seansid

[Looge konto](#) või [logige sisse](#), et määrata see tegevus oma klassidele.

Slaidid

- 1 Tere tulemast matemaatikat...
Selles tunnis tuletad sa meelde, mis on lineaarvõrrand ja kuidas seda lahendada.
- 2 LINEAARVÕRRAND
Lineaarvõrrandi puuduvad lahendid, kui $a = 0$ ja $b \neq 0$.
- 3 HARJUTAME!
Vali allolevas ülesandes kõik lineaarvõrrandid. Enne otsustamist lihtsusta võrrand.
- 4 Ühenda omavahel õige võrra...
- 5 Lahenda võrrandid ning kirju...
Näide:
 $2(5x - 9) = 12$
 $10x - 18 = 12$
 $f(x)$
- 6 Tubli! Läbisid lineaarvõrrand...

Ruutvõrrand

$ax^2 + bx + c = 0$

Loodud Neti Klemm poolt

⚠️ Mobiiltelefon ✅ Tahvelarvuti ✅ Sülearvuti

Tegevuse seansid

[Looge konto](#) või [logige sisse](#), et määrata see tegevus oma klassidele.

Slaidid

- 1 Tere tulemast matemaatikat...
Selles tunnis tuletad sa meelde, mis on ruutvõrrand ja kuidas seda lahendada.
- 2 RUUTVÕRRAND
Ruutvõrrandit esitatakse kujul $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$
- 3 HARJUTAME!
Vali allolevas ülesandes kõik ruutvõrrandid. Enne otsustamist
- 4 Ühenda omavahel õige võrra...
- 5 Lahenda võrrandid ning kirju...
Näide:
 $x^2 - 10x - 24 = 0$
 $f(x)$

Lisa 2. Intervjuu kava

Intervjuu sissejuhatus

Aitäh, et aitate kaasa minu bakalaureusetöö valmimisele. Antud töö eesmärgiks on koostada võrrandeid kordav digitaalne õppematerjal, katsetada seda tunnis õpetamisel ning kaardistada õpilaste arvamused materjali kohta.

Tegemist on vabatahtliku ja konfidentsiaalse intervjuuga. Teil on õigus intervjuus mitte osaleda, küsimustele mitte vastata ning intervjuu igal hetkel katkestada. Tuletan meelde, et olete andnud lisaks nõusoleku intervjuu salvestamiseks ning teile on teada antud, et salvestus säilitatakse kuni autori töö kaitsmiseni nii, et sellele on ligipääs ainult töö autoril.

Intervjuu sissejuhatavad küsimused

1. Missuguseid digiõppematerjale või keskkondasid olete varasemalt kasutanud?
2. Kas teile meeldib neid õppetunnis kasutada? Aga kodus?
3. Kas olite varem Desmose keskkonda kasutanud?

Intervjuu põhiküsimused

Uurimusküsimuste „Millised on valimisse kuuluvate õpilaste arvamused loodud digitaalse õpivahendiga õppimisel?“ ja „Millised muudatusi on valimisse kuuluvate õpilaste arvates vaja loodud digitaalsesse õppematerjali sisse viia?“ põhjal:

1. Kuidas suhtute valminud digiõppematerjali ülesehitusse? Lehtede kujundus, teemade järjestus, teooria ja ülesannete esitus, arusaadavus jms.
2. Mis meeldis iseseisvalt digitaalse materjali lahendamise juures? Mis oleks võinud teistmoodi olla?
3. Mis meeldis õppetunnis digitaalse materjali läbivõtmise juures? Mis oleks võinud teistmoodi olla?
4. Mis on teie arvates loodud digiõppematerjali tugevused? Aga nõrkused?
5. Missuguseid soovitusi on teil jagada digitaalse materjali parendamiseks?
6. Kas kellelgi on muid tähelepanekuid seoses digitaalsete digiõppematerjalidega?

Intervjuu kokkuvõte

Aitäh, et olite nõus minu bakalaureusetöö raames uuringus ja intervjuus osalema.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Neti Klemm,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Digitaalse võrrandeid kordava õppematerjali loomine ja õppetunnis katsetamine“, mille juhendaja on Maarja Sõrmus, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Tartus, 19.05.2024