

TARTU ÜLIKOOLI VILJANDI KULTUURIAKADEEMIA
kunstide ja tehnoloogia õpetaja MA

Joosep Pilliroog

**ÕPPEVIDEOD MODELLEERIMISE ÕPPIMISEKS PROGRAMMIGA
FUSION 360**
Magistritöö

Juhendaja: Marvi Remmik Phd

Viljandi 2023

Sisukord

SISSEJUHATUS	4
1. TEHNOLOOGIA JA MODELLEERIMINE.....	5
1.1 Modelleerimine	5
1.2 Modelleerimine tehnoloogiaõpetuses	6
1.3 Modelleerimise väljundid tehnoloogiaõpetuse tunnis	7
2. ÕPPEVIDEOTE LOOMINE	9
2.1 Videoõpe Eesti hariduses.....	9
2.2 Vajadus õppevideote järele.....	10
2.3 Õppevideod kui õppevahend	10
2.4 Õppevideote koostamine	12
2.4.1 Analüüs.....	12
2.4.2 Kavandamine	13
2.4.3 Väljatöötamine.....	14
2.4.3 Küsitluse läbiviimine	15
2.4.5 Hindamine	15
2.5 Õppevideote salvestamine	16
2.5.1 Tarkvara valiku põhjendus	17
3. METOODIKA.....	18
4. EKSPERTIDE TAGASISIDE ANALÜÜS.....	20
4.1 Tulemused	20
4.2 Tagasiside analüüs	22
ARUTELU	24
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU.....	25

RESÜMEE

Magistritöö eesmärgiks oli koostada õppevideod modelleerimise õppimiseks programmiga Autodesk Fusion 360. Eesmärk seati tulenevalt uurimisprobleemist mille kohaselt puudub tehnoloogiaõpetuses modelleerimise teemaline kaasaegne eesti keelne õppeavara õppevideote kujul, mis annavad modelleerimis funktsioonide õppimiseks nii õpetajatele kui ka õpilastele algteadmised ja õppeülesande. Õppevideod loodi kasutamiseks põhikooli III kooliastmes tehnoloogiaõpetuse tunnis. Magistritöö uurimusliku osana viidi läbi ekspertuuring, kus eksperdid hindasid ja tagasisidestasid loodud õppevideosid. Tagasiside põhjal parandati ja täiustati olemasolevaid õppevideoid.

Võtmesõnad: modelleerimine, Autodesk Fusion 360, õppevideo, eksperthinnang

SUMMARY

The aim of the master thesis was to create instructional videos for learning modelling with Autodesk Fusion 360. The goal was set due to the research problem, according to which there is no modern Estonian-language teaching material on the topic of modelling in technology education in the form of instructional videos, which provide both teachers and students with basic knowledge and a learning task for learning modelling functions. The teaching videos were created for use in primary school technology class level III. As an exploratory part of the master thesis, an expert survey was conducted, where experts evaluated and provided feedback on the instructional videos created. Based on the feedback, the existing learning videos were improved and refined.

Key words: modelling, Autodesk Fusion 360, learning video, expert assesment

SISSEJUHATUS

OSKA (2021) töötlevatööstuse uuringust selgub, et Eestit on lähiajal tabamas tõsine probleem aina kasvava inseneride ja spetsialistide puuduse näol (OSKA 2021). Olulisel kohal selle probleemi lahendamisel on just tehnoloogiaõpetus, kus on Põhikooli Riikliku Õppekava järgi lõimingu võimalused teiste ainetega nagu matemaatika, loodus- ja reaalsained, tehnoloogia ja kunstained (PRÕK, lisa 7). Samuti on probleemide lahendamine üheks läbivaks teemaks nii õppesisus kui ka õpitulemustes (*ibid*). PRÕK lisa 7 Tehnoloogiaõpetuse eesmärkide hulka kuulub ka tehnoloogiline kirjaoskus, mille alla kuuluvad ka sellised oskused nagu kriitiline mõtlemine, arvutikasutamise oskus ning probleemide lahendamine, mis on aluseks kõrgema tehnikaalase haridusega spetsialistide tekkeks.

Poliitikauuringute keskuse Praxis (2017) uuringust selgub, et digitaalsete õppevahendite kättesaadavus ja digitaalse õppevara kvaliteet on üheks keskseks takistuseks digioskuste õpetamisel. Tehnoloogiaõpetuse õpetajate seas on ka suurim osakaal (63% 2017 aasta seisuga) neid õpetajaid, kes ei ole ennast viimaste aastate jooksul digioskuste valdkonnas täiendanud, mis lõi ka aluse käesoleva magistritöö eesmärgi püstitamiseks.

Magistritöö eesmärgiks on koostada kvaliteetsed õppevideod modelleerimise õppimiseks programmiga Autodesk Fusion 360. Eesmärk tuleneb magistritöö uurimisprobleemist, mille kohaselt puudub tehnoloogiaõpetuses modelleerimise teemaline kaasaegne eesti keelne õppevara õppevideote kujul, mis annavad modelleerimis funktsioonide õppimiseks nii õpetajatele kui ka õpilastele algteadmised ja õppeülesanded. Õppevideote kvaliteedi tõstmiseks viiakse ekspertide seas läbi ankeet küsimustik, millega selgitatakse välja olemasolevate videote kvaliteet ning parandussoovitused. Ekspertide hinnangut analüüsitakse ning selle põhjal täiustatakse vajadusel olemasolevaid videoid või koostatakse uued videod.

Uuringu eesmärgi täitmiseks sõnastati järgmised küsimused:

- Kuidas hindavad valdkonna eksperdid ehk tegevõpetajad loodud õppevideoid?
- Milliseid parandusi ja täiendusi tuleks õppevideotes teha, et need vastaksid vajadustele?

1. TEHNOLOOGIA JA MODELLEERIMINE

Järgmises peatükis tutvustatakse modellerimist ning tuuakse välja seos põhikooli riikliku õppekava ja modelleerimise vahel. Samuti antakse ülevaade juba olemasolevast modelleerimise õppevarast.

1.1 Modelleerimine

Eesti Entsüklopeedia (EE 1992 sub modelleerimine 1992) järgi on modelleerimine esemete ja nähtuste tunnetamise meetod, mis seisneb mudelite konstrueerimises ja uurimises. Modelleerimisel kantakse mudelile tehtud mõõtmiste, eksperimentide või mudelist lähtuvate mõttekäikude ning arvutuste abil saadud andmed üle uuritavale objektile nende sarnasuste põhjal. Käesoleva magistritöö raames loodud modelleerimise õppevideotes kasutatakse mudelite loomiseks arvutiprogrammi, ning sellist tüüpi programme nimetatakse CAD (Computer Aided Design) tarkvaraks, kus lühend CAD tuleb inglise keelest ja tähendab, et virtuaalsete mudelite ja jooniste loomisel kasutatakse spetsiaalse tarkvara abi (HUBS 2023). 1957. aastal töötas Dr. Patrick J. Hanratty välja PRONTO, mis oli esimene numbriliselt programmeeritav masina juhtimise tööriist. Päris modelleerimise ehk CAD (Computer Aided Design) tarkvara isaks peetakse aga Ivan Sutherlandi, kes 1963. aastal lõi osana oma magistritööst arvutiprogrammi Sketchpad, milles kasutaja suhtles tarkvaraga läbi ekraani ja valguspliiatsi. See oli oma aja kohta väga innovaatiline, sest varasemalt töötasid arvutid ainult partiitöötlus režiimis, kasutades selleks perfokaarte ja magnetlinte. (Tornincasa, Di Monaco 2010) Peavoolu tootjateni jõudis CAD modelleerimine kaheksakümnendate aastate alguses tänu John Walkeri 1982. aastal loodud firmale Autodesk, mis samal aastal lasi välja modelleerimis programmi AutoCAD, mida 2007. aastaks oli müüdud kaheksa miljonit koopiat, muutes selle oma valdkonna kõige populaarsemaks (Geddes, 2020).

Juba 2000. aastate keskpaigast on CAD modelleerimisest saanud iga inseneri peamine tööriist (Ye, Peng, Chen, Cai 2004), ning tänaseks on see tänu 3D printerite laiale levikule jõudnud ka hariduse erinevatesse astmetesse (Trust, Maloy 2017).

CAD modelleerimine on tänaseks asendanud käsitsi joonestamise, ning seda kasutavad insenerid, arhitektid ja ehitusjuhid (Bernstein, 2020), ning samuti leiab CAD tarkvara aina enam kasutust tootmissektoris, kus CAD tarkvara kasutamine kiirendab ja lihtsustab tootmisprotsessi (Kyratsis, Kakoulis, Markopoulus, 2020). Just nendel põhjustel saab pidada CAD modelleerimist oluliseks 21. sajandi oskuseks, mida juba põhikoolis õpetada.

1.2 Modelleerimine tehnoloogiaõpetuses

21. sajandi kiiresti muutuv maailmas on muutumas ka vajatavad oskused ühiskonnas ja tööturul hakkama saamiseks. Eriti oluline rõhk on sellistel pädevustel nagu probleemide lahendamine, kriitiline mõtlemine, digivahendite kasutamine ja koostöö, mistõttu peaksid nendele pädevustele keskendumas ka üldhariduskoolid. Üle Euroopa koostatud uuringuaruannetest on toodud välja mitmeid praktikaid, millest ümberpööratud klassiruum on üks võimalus digivahendite rakendamiseks õppetöös. See tähendab, et õpilased tutvuvad uute materjalidega kodus ja rakendavad teadmisi ja oskusi ühiselt praktikas koolis klassiruumis. Just eelsalvestatud õppevideod on üheks võimaluseks sellisel õppimisel. (Praxis mõttekoda) Siinjuures on ka modelleerimine üks oskus, kus saab probleeme lahendada ja peab kasutama kriitilist mõtlemist.

Eestis sätestab põhikooli ja gümnaasiumi õppekorralduse alused põhikooli ja gümnaasiumi seadus. Täpsema põhihariduse õppekorralduskorralduse standardi kehtestab põhikooli riiklik õppekava, mis on kasutusel kõigis Eesti põhihariduskoolides. (Põhikooli- ja gümnaasiumiseadus [PGS], 2010) Põhikooli riiklikus õppekavas (edaspidi PRÕK) on põhikool jagatud kolmeks kooliastmeks, mis jagunevad järgmiselt: I kooliaste- 1.-3. klass; II kooliaste- 4.-6. klass ja III koolaste- 7.-9. klass (Põhikooli riiklik õppekava [PRÕK], 2011).

PRÕKis eristatakse üldpädevusi, valdkonnapädevusi ja kooliastmetes taotletavaid pädevusi, kus õpilastes kujundatavad üldpädevused jagunevad kaheksaks. Neist kaheksas on digipädevus, kus on teiste hulgas välja toodud uueneva digitehnoloogiaga toimetulek kiiresti muutuv ühiskonnas ja probleemilahenduseks sobivate digivahendite ja võtete kasutamine, mis on kooskõlas käesoleva töö temaatikaga. Õppimise käsitluses on õppe kavandamise ja elluviimise kuuendas punktis ära toodud nüüdisaegsed ja mitmekesised õppemetoodikad, -viisid ja -vahendid, mille alla samuti käesoleva töö temaatika kategoriseerub. (PRÕK, 2011)

Ainevaldkonniti jaguneb PRÕK kaheksaks, kus tehnoloogia aine valdkond on seitsmes. Tehnoloogia ainevaldkond jaguneb veel eraldi kolme õppeaine vahel, milleks on tööõpetus, käsitöö ja kodundus ning tehnoloogiaõpetus. Neist tööõpetus on I kooliastmes ning käsitöö ja kodundus ning tehnoloogiaõpetus ära jaotatud II ja III kooliastmes. Tehnoloogiapädevuste eesmärgina on teiste seas ära toodud suutlikkus toime tulla tehnoloogiamaailmas, mõista tehnoloogia arengu suundumusi. Samuti on tehnoloogiapädevuste eesmärkidena kirjas tehnoloogilise kirjaoskuse omandamine tehnoloogiavahendite kasutamiseks, mis mõlemad on seotud selle magistritöö teemaga. Ainevaldkonna tehnoloogia õppeaines tehnoloogiaõpetus jaguneb õppesisu neljaks, milleks on tehnoloogia igapäevaelus, disain ja joonestamine, materjalid ja nende töötlemine ning projektitöö. Põhikooli III kooliastmes on PRÕK, lisa 7 disain ja joonestamine õppesisus kirjas ka eseme modelleerimine arvuti abil. Samas kooliastmes on ka materjalid ja nende töötlemine õppesisus IT vahendid, arvuti ja materjalide töötlemise ühildamise võimalused välja toodud. (PRÕK, lisa 7, 2011)

1.3 Modelleerimise väljundid tehnoloogiaõpetuse tunnis

Traditsioonilised meetodid ruumiliste jooniste tegemiseks on tavaliselt seotud kolmvaate õpetamisega, et kujundada õpilastes ruumilist tunnetust, kuid selliste meetodite puuduseks on õppijate võimetus luua seoseid tegelike ruumiliste kujundite ja kolmest suunast vaatega. (Tien-Chi Huang ja Chun-Yu Lin, 2017). 2017. aasta uuringust selgus, et 3D prinditud mudelite kasutamine annab paremad õpitulemused ruumilise tunnetuse õppimiseks kui traditsioonilised meetodid, sest õpilane saab füüsilist kujundit pöörata vastavalt oma tahtele ja vaadata seda erinevatest suundadest. (Huang, Lin, 2017, lk 610) Teisalt leidsid Torrey Trust & Robert W. Maloy 2017. aasta uuringus, et erinevate kooliastmete õpetajad, kes kasutavad oma tundides 3D printimist on veendumusel, et selle kasutamine edendab õpilastes huvi 21. sajandi oskuste vastu. Lisaks osalemisele 3D printimise protsessis arendab 3D modelleerimine ka loovust, tehnoloogilist kirjaoskust, püsivust ja kriitilist mõtlemist. 3D printerite kasutamine väiksemates klassides toetab meeskonnatööd, omavahelist suhtlust, otsuste tegemist, matemaatilist mõtlemist ja kohanemisvõimet. (Trust, Maloy, 2017, lk 265)

Digipädevuse ja tehnoloogilise kirjaoskuse arendamiseks Eestis lõi Haridus- ja teadusministeerium 2012. aastal programmi „ProgeTiiger“, mis kaasrahastab haridusasutustele õppetöök vajalike seadmete hankimist. Seadmete hulgas on ka 3D-printerid, CNC pingid ja laserlõike ja -graveerimispingid. Aastate jooksul on erinevaid seadmeid saanud väga suur hulk Eesti koole ja lasteaedu. (HARNO, 2023) Selliste seadmete eesmärgipäraseks kasutamiseks on vaja teadmisi ja oskusi modelleerimistarkvara kasutamisel.

2. ÕPPEVIDEOTE LOOMINE

Peatükk annab ülevaate digitaalseõppevara ja õppevideote hetkeseisust Eesti hariduses. Analüüsitakse ka videopõhist õppimist ja vajadust uute õppevideote järele. Peatüki teises pooles antakse põhjalik ülevaade õppevideote loomise protsessist.

2.1 Videoõpe Eesti hariduses

Hariduse ja Infotehnoloogia Sihtasutus (HITSA, 2015) on seadnud hariduses eesmärgiks tänapäevaste digipädevuste tagamise ja info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) targa kasutamise õppe kvaliteedi tõstmiseks õppetöös. Samuti on Haridus- ja Noorteameti (HARNO, 2021) digiõppevara koduleheküljel toodud välja, et lisaks aine omandamisele on digitaalsel kujul avaldatud õppematerjal lisaks õpilastele ja õpetajatele abiks ka kodu- või distantsõppel olevatele õpilastele, lapsevanematele, eestikeelsetele välismaal õppijatele ning elukestvas õppes osalejatele. Väga oluline on digitaalse õppevara olemasolu ka Haridus- ja teadusministeeriumi (Haridus- ja Teadusministeerium, 2022) 2021-2035 arengukava digipöörde ja digitaliseerimise kontekstis, kus digipädevused on olulisel kohal täitmaks tänapäeva ja tuleviku tööturu vajadusi. Lisaks tööturuvajadustele loob digitaalne õppevara võimalusi õppimise mitmekesistamiseks ja huvitavamaks muutmiseks, arendades sealjuures nii õpilase kui õpetaja digipädevusi (HTM 2019). Digitaalse õppevara keskkondade hulka kuuluvad näiteks E-koolikott ja E-kogud, kus on teiste seas leitavad ka erinevad õppevideod. Tehnoloogiaõpetuse õppevideoid nendes keskkondades ei leidu ning samuti puuduvad õppevideod modelleerimise kohta. E- koolikotis (2023) on olemas küll kirjalikud juhendmaterjalid ja õpikud selliste programmide nagu Blender, Sketchup ja Solid Edge kohta. Kikas ja Toomela on siinjuures täheldanud, et selliselt esitatud tekstid võivad olla sageli väga keerulised, mis näitab, et õpetajatel on vaja leida või koostada õppematerjal, mis on paremini kohandatud õpilaste eelnevatele teadmistele ja keelelistele oskustele (Kikas, Toomela, 2015). See on aga õpetajatele aeganõudev ja keeruline protsess. Paremaks võimaluseks modelleerimis funktsioonide tutvustamiseks IKT vahendeid kasutades on eestikeelsed õppevideod, kus näitlikustamise teel luuakse mudeleid ja õpitakse tundma modelleerimise loogikat ja funktsioone.

2.2 Vajadus õppevideote järele

Magistritöö autor on tegev tehnoloogiaõpetuseõpetaja ja leiab, et kvaliteetsset kaasaegset õppevara on tehnoloogiaõpetuse õppeaines vähe. Olemas on värskelt uuendatud õpik Puidutööd (Rihvk, Soobik 2022) ja õpik Metallitööd (Rihvk 2022), mis keskenduvad just puidu ja metalli töötlemisele. Riiklikule õppekavale vastav on ka M. Soobiku (2011) Tehnoloogia ja loovuse õpik, mis avab õpilastele tehnoloogia maailma ja sisaldab ka tööjooniseid ja juhendeid. Veel on tehnoloogiaõpetuse õppevara keskkonnas E-koolikott, kuid sealne õppevara on väga ebaühtlase kvaliteedi ja tihti mõne teise õppeaine sisuga (E-koolikott, 2022). Modelleerimisalane õppevara on veel leitav HARNÓ ProgeTiigri programmi koduleheküljel, kuid sealsed materjalid on kas liiga pealiskaudsed, keerulised või inglisekeelsed (Progetiiger, 2023). Just 21. sajandi oskustele nagu seda on modelleerimine, avalikku eestikeelset õppevara video kujul ei leia.

Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus (HITSA) ProgeTiigri programmi kaudu on väga paljudesse Eesti üldhariduskoolidesse jõudnud erinevaid seadmeid nende hulgas 3D-printerid, CNC- pinke ja laserlõikureid (HARNÓ, 2023). Nende masinate kasutamine eeldab CAD tüüpi modelleerimis programmide kasutamise oskust, mistõttu on sellealase videopõhise õppevara loomine väga vajalik nii õpilastele kui ka õpetajatele.

2.3 Õppevideod kui õppevahend

Tehnoloogiaõpetuses on modelleerimise õppevideod toetav abivahend distantsil õppimiseks, mis loob võimaluse tunnis õpitu üle kordamiseks ja meelde tuletamiseks. Samuti loovad õppevideod pagasi teema õpetamiseks õpetajale endale.

Hartsell ja Yuen (2006) on oma uurimuses jõudnud järeldusele, et video ja audio võivad pakkuda põnevaid võimalusi internetis õpetamiseks ja õppimiseks ning veebipõhine õppimine muutub üha tavalisemaks. Üldhariduses mängivad voogedastusvideo ja audio järjest suuremat rolli õppematerjalide edastamisel veebipõhistele õppijatele. See tehnoloogiavorm muudab kursused elavaks, võimaldades veebipõhistel õppijatel kasutada

oma visuaalset mälu ja kuulmismeeli uute mõistete õppimiseks. (Hartsell, Yuen, 2006) Stuart Dinmore (2019) toob oma uurimuses videoõppe hüvedest välja järgmised:

- 1) suurem paindlikkus - aeg, koht, kiirus, kuulmisvõime
- 2) õppija jaoks personaalsuse ja sotsiaalse kohaloleku tunne
- 3) video võimaldab piiramatut kordamist
- 4) tajutav suurem õpilaste kaasatus
- 5) aktiivse õppepedagoogika edendamine
- 6) täiendav keele omandamine
- 7) täielikult veebipõhiste kursuste puhul (kus "kursus" viitab üksikule kursusele, ainele või õppeüksusele) on digitaalne video oluline kontaktpunkt õpetaja ja õpilase vahel, kuna need asendavad kursusel traditsioonilist loengut. (Dinmore 2019) Hansch, Hillers, McConachie, Newman, Schildhauer, Schmidt (2015) on oma uurimuses välja toonud erinevaid õppevideote loomise tüüpe, millest modelleerimise õppevideote loomiseks on sobivaim ekraanipilt, mis on ekraanil juhendaja tegevuse salvestamine hääle peale lugemisega. Just seda tüüpi kasutatakse tavaliselt tehniliste koolituste, tarkvara õppimisel ja samm-sammult videoõpetuste jaoks. (Hansch, Hillers, McConachie, Newman, Schildhauer, Schmidt, 2015)

2.4 Õppevideote koostamine

Järgmine alapeatükk loob ülevaate õppevideote loomisest ja koostamisest.

Õppevideote kasutamine hariduses ei ole midagi uut, kuid suuresti on muutunud nende võimalused. Videokassetid ja DVDd on jäänud minevikku ning need on asendunud veebiplatvormidega nagu Youtube, Vimeo ja paljud teised, mis on juba täis erinevaid dokumentaalfilme ja õppevideoid. Internetis olevate videote eeliseks on nende kättesaadavus mobiilsetes seadmetes kogu aeg ja igal pool, ka väljaspool klassiruumi. Samuti on muutunud võimalused õppevideote loomiseks, sest on olemas ekraanisalvestamise programmid, millele on võimalik heli peale lugeda - need on ainult mõned näited võimalustest. Õpilaste jaoks on veebis kõige olulisem platvorm Youtube, mida lisaks meelelahutusele saab kasutada ka õppimiseks, mis on ka peamiseks põhjuseks, miks magistritöö praktilise osa videod on just sinna üles laetud. (Buchner, 2018)

ADDIE õpetamise mudel on üldine juhendmudel mis pakub organiseeritud protsessi õppematerjalide väljatöötamist. See süsteemne mudel on viie sammuline tsükliline protsess, mida saab kasutada nii traditsioonilise kui ka veebipõhise õppetöö puhul. Sammud on järgmised: analüüs, kavandamine, arendamine, rakendamine ja hindamine. (Shelton & Saltsman, 2007)

ADDIE mudelit soovitab digiõppevara loomisel kasutada Tallina Ülikooli haridustehnoloogia magistriõppe kursus (Põldoja, 2016).

2.4.1 Analüüs

EPALE (2015) digitaalse õppematerjali loomise soovitusel on ära toodud, et digivahendite kiire arenguga kasvab ka võimalus rakendada uusi õppemeetodeid, motiveerida õppijaid ning muuta õppimist huvitavamaks ja tõhusamaks. Suurimaks takistuseks on materjalide vähesus ja kvaliteedi ebahühtlus. Kaasaegse digitehnoloogia otstarbekas rakendamine õpetamisel aitab tõsta elanikkonna digioskuseid ja luua juurde töömaailma vajadustele vastavaid inimesi, mis on digipöörde üheks eesmärgiks elukestvas õppes. Selle õnnestumiseks on vaja digitaalse

õppevara olemasolu ja selle paljusust, mis tõstaks õppevara kvaliteeti. Digitaalse õppevara plussiks on ka see, et seda saab kasutada igal ajal ja igal pool ning õpilane saab õppida enda jaoks sobivas tempos. (Villems, 2015)

Digitaalne õppevara põhikooli tehnoloogiaõpetuse aines on leitav näiteks keskkonnast E-koolikott, kus vasteid tehnoloogiaõpetuse ainele tuleb 78, millest väike osa on seotud ka modelleerimisega sellistes programmides nagu Solid Edge ja Sketchup. Videoõpetustele aga otsingu tulemusi ei leidu, ning samuti puudub tulemus programmile Fusion 360. (E-koolikott, 2023)

Keskkonnas youtube.com on väga palju materjali erinevate modelleerimis tarkvarde kohta, ning leidub ka üksikuid õppevideoid eesti keeles. Näiteks on keskkonnas Tinkercad loodud mõned õppevideod ja samuti on programmiga Solid Edge loodud õppevideod, kuid see on suunatud ülikoolis õppijale ning nõuab eelnevaid teadmisi. (Youtube, 2023)

Selleks, et tõsta digitaalse õppevara kvaliteeti, keskendubki magistritöö eestikeelsete modelleerimise õppevideote loomisele. Loodud õppematerjalid on abiks tehnoloogiaõpetuse õpetajatele ja põhikooli III kooliastme tehnoloogiaõpetuse õpilastele iseseisvaks õppimiseks tunnis või distantsõppel.

2.4.2 Kavandamine

Magistritöö raames loodud modelleerimise õppevideote õpieesmärkideks on arendada õpilaste matemaatilisi - ruumilisi mõtlemisi, digipädevust, loovust ja suutlikkust seostada digimaailma füüsilise elukeskkonnaga.

Selleks, et õppevideod oleks kõigile kergesti kättesaadavad, valiti üleslaadimiseks populaarne sotsiaalmeedia platvorm Youtube.

Õppevideotes kasutatakse tarkvara ettevõtte Autodesk Inc. loodud programmi Fusion 360, mis on professionaalne projekteerimise ja tootmise tarkvara, mis võimaldab õppida modelleerimist mitmel tasemel. Õpetajatele ja õpilastele pakub Autodesk juurdepääsu erinevatele tarkvaradele eesmärgiga näidata oma pühendust ja toetust haridusse (Autodesk, 2023).

Õppevideod loovad õpetajatele ja õpilastele arusaama peamistest programmis leiduvatest modelleerimise funktsioonidest ja programmi loogikast. Funktsioonide õppimisel valmivad programmis ka praktilised mudelid, mida on võimalik hilisemalt erinevate arvjuhitavate seadmetega toota. Mudelid ja funktsioonid on põhikooli III kooliastmes ühtlaselt ära jaotatud ning iga mudeliga tuleb uusi funktsioone juurde.

Selleks, et inglisekeelne modelleerimis programm oleks põhikooli õpetajatele ja õpilastele paremini mõistetav loeb töö autor õppevideotes eestikeelse teksti peale ning kasutab eestikeelset terminoloogiat.

2.4.3 Väljatöötamine

Videote väljatöötamisel koostati tabel (vt Lisa 2) planeeritavatest töödest ja nende juures õpitavatest funktsioonidest. Funktsioonide valimisel lähtuti magistr töö autori praktilisest kogemusest, kasutades funktsioone, mida kõige tihedamini vaja läheb, ning mis aitaks programmi võimalikult vabalt kasutada. Samuti jaotati tabelis videotes loodavad mudelid ja tööd keerukuse järgi kolme erineva klassi vahel III kooliastmes.

Esimesed 3 õppevideot loodi 7. klassis kasutamiseks, millest kahes esimeses tutvustatakse 2D funktsioone, mis loovad aluse 3D modelleerimiseks. Praktiline töö kahes esimeses videos on vähendatud omaloomingulise auto külgvaate loomine. Auto mudeli valiti mitmel põhjusel:

- 1) Omaloominguline auto kõnetab tehnoloogiaõpetuse õpilasi,
- 2) Auto disainimisel saab kasutada enamusi 2D funktsioone.

2D modelleerimise oskust saab hiljem praktiliselt ära kasutada töödes, kus on vaja kasutada CNC freesi või lasergraveerijat. Samuti on 2D funktsioonide tundmine eelduseks 3D mudelite loomisel.

Kolmandas 7. klassile mõeldud õppevideos luuakse võtmehoidja, mille eesmärgiks on tutvustada lihtsamaid 3D funktsioone nagu *extrude* (väljutama), *plane* (töötasapind), *fillet* (kumerdama) ja *text* (tekst). Lisaks uutele funktsioonidele kasutatakse varem õpituid 2D

funktsioone ning õpitakse mudeli pööramist ja liigutamist. Loodud 3D mudel on sobilik eelkõige 3D printimiseks.

Neljas video on 8. klassile ning tutvustab juba keerulisemaid 3D funktsioone. Valmivaks mudeliks on kruus, kus õpitakse selliseid funktsioone nagu *loft* (tasapinnaliste kujundite vahele paksuse loomine), *chamfer* (kalle), *tangent plane* (silindriline puute tasapind) ja *sweep* (valitud profiili loomine mööda valitud teekonda). Korratakse üle ka varasemalt õpitud 2D funktsioone.

9. klassile on õppevideosid 3, millest kahes esimeses luuakse 3D printimiseks mõeldud tempel, mis koosneb kahest erinevast detailist: templi tahvel ja käepide. Uued funktsioonid millega tutvutakse on *insert SVG* (SVG vektorfailide disaini sisestamine), *project* (projekteerimine), *new body* (uus detail) ja *revolve* (ümber telje pöördega täitmine). Kolmandas 9. klassi õppevideos õpitakse looma tehnilist joonist mõõtudega olemasolevast mudelist.

2.4.3 Küsitluse läbiviimine

Loodud õppevideote hindamiseks kasutatakse kogunud ekspertide hinnangut, kes vaatavad õppevideod läbi ning täidavad õppematerjali põhjal loodud ankeetküsimustiku. Eksperte on valimis seitse ning nendega võeti ühendust meili teel, kuhu saadeti õppevideod ja ankeetküsimustik. Hinnangute andmiseks oli aega kaks nädalat ning samuti helistati ekspertidele nädal enne tähtaega veendumaks, et nad on materjali kätte saanud ja nõus need läbi töötama.

2.4.5 Hindamine

Hindamiseks loodi küsimustik, mis saadeti koos õppevideote prototüüpidega spetsialistidele hindamiseks laiali. Tagavaraks on ka mõned alternatiivsed mudelid, mida samade funktsioonide tutvustamiseks luua nagu malendid ja telefoni alus. Ekspertide tagasiside põhjal tehakse õppevideotes parandused ja täiendatakse vastavalt soovitudele. Samuti hinnatakse tagasiside põhjal loodud õppevideote sobivust õppematerjalina.

Lingid esialgsetele õppevideotele:

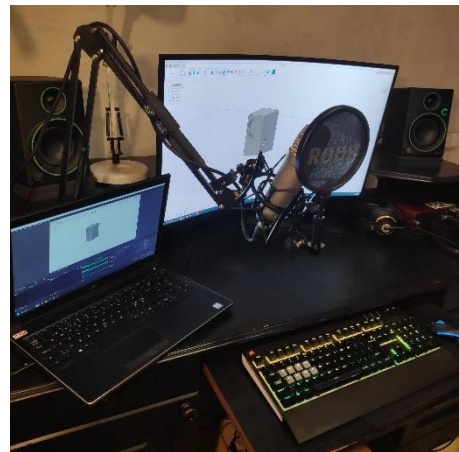
1. 2D funktsioonid 1: <https://youtu.be/zXcIv3U-ZA4>
2. 2D funktsioonid 2: <https://youtu.be/dtudRrhGk7s>
3. Võtmehoidja: <https://youtu.be/YQSKIGM2g9g>
4. Kruus: <https://youtu.be/jlqkyiCHHtk>
5. Tempel: <https://youtu.be/9wrsbOmoDjw>
6. Joonised: <https://youtu.be/nMRC0ewZ7HI>

Parandustega õppevideote esitusloend:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLwMPDe9anyk6Gfg4EDvSHaGYNCLJHQMMy2>

2.5 Õppevideote salvestamine

Õppevideote salvestamine toimus magistritöö autori kodustuudios *joonis 1*. ning salvestamise tarkvarana kasutati OBS Studiot, mis on ekraanisalvestiste loomisel laialt levinud vabavaraline tarkvara. Videote töötlemiseks kasutati tarkvara DaVinci Resolve, mida tutvustati magistriõpingute aine Videomontaaž ja režii praktikumis. Salvestamiseks kasutati helikaarti Focusrite Scarlett 18i8, ning katsetati erinevaid mikrofone. Mikrofonidest katsetati sülearvuti sisseehitatud mikrofoni, kuid selle heli oli rääkimisel katkuv ja taustal kuulda palju müra. Teisena katsetati dünaamilist kõne ja vokaali mikrofoni Shure SM58,



Joonis 1. Kodustuudio. Autori foto

millega salvestati neli esimest õppevideot. Shure SM58 plussideks õppevideote salvestamise kontekstis oli vähene taustamüra ja selge heli, kuid miinuseks keskmisest madalam heli valjus. Valjema heli salvestamiseks katsetati kahes viimases õppevideos professionaalset kondensaator mikrofoni Rode NT1-A, mis jättis selge ja valju heli, kuid korjas sisse ka palju taustamüra, millest peamiseks müra allikaks oli sülearvuti ventilaator. Erinevate heli ja video seadistustega katsetati palju ning kogu salvestatud materjali kogunes umbes nelja tunni jagu,

seal hulgas ka eksimustest tekkinud videod. Toetudes ekspertide tagasisidele loodi programmiga Da Vinci Reslove õppevideotele ka sissejuhatavad kaadrid ning lõppkaadrid autori nime ja aastaga. Sama programmiga tõsteti ka helivaljusust. Kõige keerulisemaks ja aeganõudvamaks muudatuseks õppevideotes oli kahe viimase õppevideo heliraja mürast puhastamine, kus magistritöö autor kasutas programmi NVIDIA RTX Voicei, mis on mõeldud spetsiaalselt taustamüra eemaldamiseks kõnest. Oluliselt lihtsam ja kiirem oleks olnud luua uued videod, kuid tänud video ja audio töötlusele õpiti süvitsi tundma ka video ja audiotöötluste programme.

2.5.1 Tarkvara valiku põhjendus

Tänaseks on olemas väga palju erinevaid modelleerimise ehk CAD tarkvarasid, mis erinevad üksteisest võimaluste, hinna ning kasutajamugavuse poolest. Neist kõige lihtsam ja modelleerimisega alustamiseks sobivaim on brauseripõhine ning vabavaraline Autodesk Tinkercad (Carlota 2023). Tehnoloogiaõpetuse õppeaine algab põhikooli II kooliastmes, ehk 4. klassis, mis tõttu on Autodesk Tinkercad just II kooliastmes õppetöös kasutamiseks sobiv. III kooliastmes on Tinkercadi baasil juba võimalik õppida professionaalseid CAD programme. Nende valik on aga väga lai, millest levinumad CAD programmid on SolidWorks, AutoCAD, Solid Edge, Sketchup, Fusion 360 jne. Magistritöös on programmiks valitud just Fusion 360, sest see on sama platvormi ehk Autodeski programm nagu eelpool mainitud Tinkercad. Cameron Coward (2019) on oma raamatus *Beginners Guide to 3D Modeling* välja toonud ka selle, et Fusion 360 on tavakasutajale kõige võimalusterohkem tasuta programm. Autodesk Fusion 360 kasuks räägib ka pilveteenuse olemasolu, mis tähendab, et pooleli olevat disaini saab teistes arvutites jätkata, õpilaste puhul tähendab see, seda, et nad saavad pooleli olevad tööd kodus lõpetada. Magistritöö autor on õppinud ja katsetanud põhikooli tehnoloogiakursuse õppimiseks mitmeid erinevaid CAD programme (Solid Edge, Sketchup ja FreeCAD), ning selle kogemuse põhjal saab öelda, et Fusion 360 on proovitud programmidest kõige lihtsama kasutajaliidesega ja õpilastele kõige paremini mõistetav.

3. METOODIKA

Magistritöö metoodika peatükk annab ülevaate töös tehtava uuringu metoodikast ja andmeanalüüsist. Analüüsi eesmärgiks on saada vastused magistritöö uurimisküsimustele:

1. Kuidas hindavad valdkonna eksperdid ehk tegevõpetajad loodud õppevideosid?
2. Milliseid parandusi ja täiendusi tuleks õppevideotes teha, et need vastaksid vajadustele?

Magistritöös kasutatakse metoodikana arendusuuringut ehk rakenduslik uurimust, mis koosneb olemasoleva teabe analüüsist ja uue teadmise loomisest või olemasoleva teooria/mudeli edasiarendamisest (Niglas, 2011).

Käesolevas töös kasutatakse uurimismeetodina empiirilist uurimust, eesmärgiga saada tagasisidet loodud õppevideote kvaliteedi ja sisu kohta. Tagasiside loob võimaluse videote kvaliteedi tõstmiseks ning paranduste sisseviimiseks. Andmete kogumiseks kasutatakse ankeetküsimustikku, mis on loodud Google Forms keskkonnas. Küsimustik saadetakse meili teel koos linkidega videotele laiali seitsmele eksperdile. David Charles Berliner (2004) on uurimuses välja toonud, et viie kuni seitsme aastaga omandab motiveeritud õpetaja oma töös vajalikud teadmised ja oskused, millest lähtuvalt moodustavad valimi vähemalt viie aastase staažiga tehnoloogiaõpetuse õpetajad, kes kasutavad oma töös modelleerimistarkvara Fusion 360. Küsimustele vastamiseks on ekspertidel aega kaks nädalat 17.04.2023-30.04.2023. Küsimustikule vastuste kindlustamiseks võetakse ekspertidega nädal enne tähtaega ühendust ka telefonitsi, veendumaks, et ekspert on info kätte saanud ja nõus küsimustikku täitma.

Ankeetküsimustiku moodustamisel kasutati kolmeteistkümnes küsimuses Likerti 5-pallist skaalat, kus „1“ näitab väitega täielikku mittenõustumist ja hinnang „5“ väitega absoluutset nõustumist (Osula, 2008). Sealjuures tähendab hinnang „4“- pigem väitega nõus olemist, hinnang „3“-ei oska öelda ja hinnang „2“ - väitega pigem mitte nõustumist (Väljataga, 2019). Samuti on lisatud neli avatud küsimust, kus eksperdid saavad lisada soovitusi täienduste tegemiseks. Sama eriala lõpetanud tegevõpetaja, kes küsimustiku üle vaatas soovitas lisada ka täpsustavad seletused numbrite taha, mis enne vastuste laekumist küsimustikku ka lisati.

Ekspertidelt küsitakse vastuseid järgmistele küsimustele:

1. Kas õppevideod loovad ühtse terviku?

2. Kas videotes õpetatavad funktsioonid on asjakohased?
3. Kas loodavad mudelid on praktilised ning aitavad õppida tundma programmi loogikat ja funktsioone?
4. Kas õppevideote tempo on paras?
5. Kas videote ülesehitus on loogiline?
6. Kas peale loetud tekst on arusaadav?
7. Kas peale loetud terminoloogia on korrektne?
8. Kas helikvaliteet on hea?
9. Kas õppevideod toetavad õpilase programmi tundma õppimist?
10. Kas õppevideod toetavad õpetaja programmi tundma õppimist?
11. Kas õppevideoid on III kooliastme jaoks piisavalt?
12. Kas õppevideoid on III kooliastme jaoks liiga vähe?
13. Kas õppevideod jagunevad III kooliastme vahel võrdselt?
14. Mis on õppevideote tugevused?
15. Mis on õppevideote nõrkused?
16. Kuidas saaks õppevideoid veel täiendada?
17. Milliseid tähelepanekuid on veel?

Eksperdid leiti läbi Tehnoloogiakasvatuse Liidu, mille liige ka magistritöö autor on.

4. EKSPERTIDE TAGASISIDE ANALÜÜS

Järgmises peatükis antakse ülevaade magistritöö raames läbi viidud uurimuse tulemustest ning analüüsitakse ekspertide hinnangut ja soovitusi loodud õppevideotele.

4.1 Tulemused

Esimesed 13 küsimust olid kinnised küsimused, kus eksperdid said hinnangut anda väidetele Likerti viie palli skaalal, kus „1“ tähendab, et ei ole üldse nõus ja „5“ tähendab täielikku nõustumist. Hinnang „4“- pigem väitega nõus olemist, hinnang „3“-ei oska öelda ja hinnang „2“ - väitega pigem mitte nõustumist (Väljataga, 2019). Väidetega anti hinnanguid videote sisu, asjakohasuse, ülesehituse, tehnilise poole ja terviklikkuse kohta.

Esimest väidet: „Õppevideod loovad ühtse terviku“ oli seitsmest eksperdist viis väitega täiesti nõus ehk andsid viie palli skaalal hindeks „5“. Kaks eksperti andsid hinnanguks samale väitele „4“ ehk olid nõus. Teise väitega „Videotes õpetatavad funktsioonid on asjakohased“ olid kuus eksperdid täiesti nõus andes hinnangu „5“. Üks ekspert andis hinnangu „4“ ehk oli nõus. Samuti oli kolmanda väitega: „Loodavad mudelid on praktilised ning aitavad õppida tundma programmi loogikat ja funktsioone“, kus kuus eksperti andsid hinnangu „5“ olles väitega täiesti nõus ja üks ekspert andis hinnangu „4“ olles väitega nõus. Neljanda väitega: „Õppevideote tempo on paras“ olid seitse eksperti ühtemoodi täielikult nõus andes hinnangu „5“. Viienda väitega „Videote ülesehitus on loogiline“ nõustusid samuti kõik eksperdid täielikult. Kuuenda väitega: „Peale loetud tekst on arusaadav“ oli neli eksperti täiesti nõus andes hinnangu „5“ ning kolm eksperti olid nõus andes hinnangu „4“. Seitsmenda väitega „Peale loetud terminoloogia on korrektne“ andis kolm eksperti hinnangu „5“ ehk täiesti nõus. Samale väitele andis hinnangu „4“ ehk nõus kaks eksperti. Kaks eksperti andis hinnangu „3“ ehk ei oska öelda. Kaheksanda väitega: „Helikvaliteet on hea“ oli seitsmest eksperdist nõus kolm andes hinnangu „5“. Samale väitele andis hinnangu „4“ kolm eksperti olles väitega nõus. Üks ekspert andis hinnangu „3“ ehk ei oska öelda. Üheksanda väitega „Õppevideod toetavad õpilase programmi tundma õppimist“ oli täielikult nõus viis eksperti (hinnang „5“) ning nõus kaks eksperti (hinnang „4“). Väitega „Õppevideod toetavad õpetaja programmi tundma õppimist“ olid täielikult nõus viis eksperti (hinnang „5“). Üks ekspert ei ole väitega nõus andes hindeks „2“ ja üks ekspert on väitega nõus andes hinde „4“.

Üheteistkümne väitega: „Õppevideoid on III kooliastme jaoks piisavalt“ oli täielikult nõus neli eksperti (hinnang „5“). Üks ekspert ei ole väitega nõus andes hindeks „2“. Samale väitele vastas üks ekspert ei oska öelda hinnanguga „3“ ja üks ekspert oli väitega nõus hinnanguga „4“. Kaheteistkümne väitega: „Õppevideoid on III kooliastme jaoks liiga vähe“ nõustus täielikult üks ekspert (hinnang „5“). Kolm eksperti ei ole väitega üldse nõus andes hinnangu „1“. Kolm eksperti andis hinnangu „2“ ehk ei ole väitega nõus. Kolmeteistkümne väitega: „Õppevideod jagunevad III kooliastme vahel võrdselt“ oli seitsmest eksperdist nõus neli (hinnang „5“) ja täiesti nõus kolm (hinnang „4“).

Neljas avatud küsimuses/väites uuritakse loodud õppevideote tugevusi, nõrkuseid, täiendus ettepanekuid ja muid soovitusi, et vajadusel õppevideosid täiendada ja parandada.

Neljateistkümnes väide ehk esimene avatud küsimus on: „Õppevideote tugevused“? Esimene ekspert on välja toonud, et õppevideod on selged ja arusaadavad ning sobivad hästi algajatele. Teine ekspert on välja toonud, et õppevideod on lihtsalt lahti sõnastatud ning õppimiseks on valitud huvitavad tooted. Kolmas ekspert on välja toonud, et konkreetsed käsud on näidete abil lahti seletatud. Neljas ekspert on õppevideote tugevustena välja toonud tempo ja lihtsuse ja usub, et õpilastele meeldiks teha selliseid töid. Viies ekspert peab tugevuseks õppevideote loogilist ülesehitust ning arvab, et loodud õppevideod annavad esmase baasi ja ülevaate ise edasi õppimiseks. Kuues ekspert toob tugevusena välja, et näitlikustamisele eelnevad rahuliku tempoga hääselgitused, kus õppijal tekib usaldus, et selgitaja tunneb kasutatavat tarkvara. Seitsmes ekspert toob tugevustena välja väga hea tempo ning lihtsuse ja arusaadavuse. Veel lisab, et videote järgi on ka ise programmiga lihtne algust teha.

Viieteistkümnes väide on: „Millised on õppevideote nõrkused?“ Esimene eksperdi hinnangul on õppevideosid vähe. Teine ekspert nõrkuseid ei avastanud. Kolmas ekspert on nõrkusena välja toonud, et heli võiks olla valjem, sest tehnoloogiatunnis võib esineda olukordi, kus videote vaatamise ajal teised õpilased taustal näiteks saevad midagi. Neljas ekspert on nõrkusena välja toonud kahes viimases videos esineva taustamüra. Viies ekspert on nõrkusena välja toonud, et ekraanivaade võiks suurem olla, sest programmi teksti on kehv lugeda. Samuti lisab ta, et videotelt tundub, et videote tegija ise veel õpib programmi tundma. Kuues ekspert toob nõrkusena väheste värvide kasutamise võimaluse. Seitsmes ekspert õppevideotel puudusi ei märganud, kuid heli võiks valjem olla.

Kuueteistkümnnes küsimus on: „Kuidas saaks õppevideoid veel täiendada?“ Esimene ekspert toob vastuses välja, et interaktiivsust võiks veel rohkem olla, lisades soovitusliku inglise keelse õppevideo. Samuti soovitab ta algse seadistamise ära näidata ja lisada subtiitrid. Videod võiks tükeldada ka blokkideks. Teine ekspert arvab, et videote sissejuhatus võiks olla paremini vormistatud. Ka kolmas ekspert juhib tähelepanu, et videotel võiks olla alguse ja lõpu kaadrid, kus ilmneks kirjena autor, teema nimetus ja aasta. Neljas ekspert toob samuti välja, et alguses võiks välja tuua videotes õpitavate käskude ja tööriistade nimistu. Viies ekspert soovitab mõnele huvilisele luua ka keerukamaid ülesandeid. Kuues ekspert soovitab suurele video ekraanile lisada väiksem videoaken, mis dubleerib videoklippi aga on lähemalt näidatud. Seitsmes ekspert soovitab esimesest 2D joonisest edasi arendada 3D mudel, mis on küll keeruline ja aeganõudev, kuid põnev.

Seitsmeteistkümnnes avatud küsimus: „Veel tähelepanekuid?“ Esimene ekspert on eelnevalt juba kõik lisanud. Teise eksperdi tähelepanek on, et juba loodud õppevideotele sobiks järjena teha samas stiilis 3D printimise ja CNC freesimise õppevideod. Kolmas ekspert toob tähelepanekuna välja, et tulevikus loodavates videotes võiks keelelist osa rohkem ametlikuks muuta, kuigi ka praeguste videote keelekasutusega saavad õpilased hakkama. Neljas ekspert on tähelepanekuna välja toonud, et mudelite valmistamiseks on mitmeid võimalusi ja erinevaid lahenduskäike, mida oleks võinud samuti alternatiividena välja tuua. Viies ekspert toob tähelepanekutena välja, et palju on käskluste kordusi, pigem peaks iga asja uue käsuga tegema. Samuti peaks kõik joonised olema mustad, mitte sinised. Vältida omadussõnu ilusam ja parem, sest need on tähtsusetud. Kuues ekspert toob tähelepanekute all välja, et Google vormide abil küsimuste koostamisel võiks lisada pikema vastuse ootuse lõigu. Ekspert kiidab vajaliku õppematerjali koostamise eest, sest seda koolid vajavad. Seitsmes ekspert tähelepanekuid ei lisanud.

4.2 Tagasiside analüüs

Magistritööna valminud õppevideod saavad täiendust ekspertide tagasiside põhjal. Tagasiside põhjal saab öelda, et videote sisu ja ülesanded on sobivad programmi tundma õppimiseks ning moodustavad ühtse terviku modelleerimise õppimiseks III kooliastmes. Õppevideote esituse tempo on paras ning jälgitav. Peamiseks parendamist vajavaks aspektiks, mida mitu eksperti välja tõid oli õppevideote helikvaliteet nii heli valjususe kui ka taustamüra osas. Need parandused viidi ka õppevideotesse sisse. Mitu eksperti olid ühel nõul, et õppevideoid võiks

rohkem olla, kuid magistritöö mahtu arvestades autor neid juurde ei loonud. Ekspertide tagasisidest ja hinnangutest lähtuvalt viidi õppevideotesse sisse järgmised muudatused: Õppevideotele loodi sissejuhatavad kaadrid, mis tutvustavad, mida videotes õpetama hakatakse ja mis on õppevideo eesmärgid. Samuti muudeti kõigis õppevideotes heli valjemaks ja viimases kahes puhastati helirada taustamürast. Mitmed soovitused ja tähelepanekud on väga põnevad, kuid mahukad ja nende läbiviimiseks puuduvad magistritöö tegijal võimalused või oskused, näiteks subtiitrite lisamine või väiksema akna lisamine videotele. Ekspertide tagasiside ja sisse viidud paranduste põhjal leiab magistritöö autor, et loodud õppevideod on õppematerjalina sobivad ja toetavad modelleerimise õppimist tehnoloogiaõpetuse tunnis nii õpilastel kui ka õpetajatel.

ARUTELU

Magistritöö eesmärgiks oli luua õppevideod modelleerimise õppimiseks programmiga Autodesk Fusion 360. Eesmärgini jõudmiseks püstitati järgmised uurimisküsimused:

Kuidas hindavad valdkonna eksperdid ehk tegevõpetajad loodud õppevideoid?

Milliseid parandusi ja täiendusi tuleks õppevideotes teha, et need vastaksid vajadustele?

Eesmärk tulenes probleemist, et põhikooli tehnoloogiaõpetuse aines puudub videopõhine modelleerimise õppevara, mis tuleb välja ka töö teoreetilisest osast. Samuti toodi magistritöö teoreetilisest osas välja üldine vajadus digiõppevara järele ja seos modelleerimise ja tehnoloogia vahel.

Õppevideote loomiseks koostati Addie mudeli põhjal tabel, kuhu pandi kirja õpitavad funktsioonid ja nende abil loodavad mudelid. Videod filmiti kodustuudios ning katsetati erinevaid tehnilisi lahendusi. Õppevideote kvaliteedi hindamiseks koostati ankeetküsimustik, milles uuriti seitsmelt eksperdilt videote tugevuste ja nõrkuste kohta, ning samuti paluti lisada soovitusel ja tähelepanekud, et viia videotesse sisse parandusi. Ekspertide tagasiside põhjal parendati loodud videote heli ja loodi sisse- ning väljajuhatavad kaadrid. Ekspertide tagasisidest tuli välja, et õppevideod loovad terviku ning kasutatavad mudelid ja joonised sobivad õppimiseks põhikooli III kooliastmes. Samuti hindasid eksperdid kõrgelt õppevideote ettekandmise tempot ja sisu asjakohasust. Suuremad ekspertide poolt välja toodud kitsaskohad parandati, kuid kindlasti saab õppematerjali luua veel kvaliteetsemalt ja paremini. Tulevikus on plaanis loodud õppevideoid õppematerjalina jagada Eesti Tehnoloogiakasvatuse liidus ning keskkonnas E-koolikott, hetkel on õppevideod kõigile kättesaadavad esitusloendina keskkonnas youtube.com. Õppevideoid hakkab oma töös kasutama ka magistritöö autor ise. Seega sai magistritöö eesmärk täidetud: loodud on kvaliteetsed õppevideod modelleerimiseks Autodesk Fusion 360 programmis.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

Autodesk (2023) Autodesk Education Community

<https://www.autodesk.com/education/home> (09.04.2023)

Berliner, D. C. (2004) Expert Teachers: Their Characteristics, Development and Accomplishments. *Arizona State University*. lk. 15

https://www.researchgate.net/publication/255666969_Expert_Teachers_Their_Characteristics_Development_and_Accomplishments (29.03.2023)

Bernstein L. 2020. What is Computer-Aided Design (CAD) and Why It's Important

<https://www.procore.com/jobsite/what-is-computer-aided-design-cad-and-why-its-important/> (12.02.2023)

Buncher J. 2018. How to create Educational Videos: From watching passively to learning actively. *Open Online Journal for Research and Education*.

https://www.researchgate.net/publication/327423659_How_to_create_Educational_Videos_From_watching_passively_to_learning_actively (09.04.2023)

Carlota V. 2023. Tinkercad: The Online Software to start 3D Modeling. *3Dnatives*.

<https://www.3dnatives.com/en/tinkercad-all-you-need-to-know-120320204/#!> (09.04.2023)

Coward C. 2019 A Beginners guide to 3D modeling. A guide to autodesk fusion 360.

https://books.google.ee/books?hl=en&lr=&id=PVv6DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR15&dq=why+fusion+360&ots=iKELQhZXRrS&sig=QQH5Dbfnx6FQEeTQRURT5m9ycUQ&redir_esc=y#v=onepage&q=why%20fusion%20360&f=false (09.04.2023)

Digitaaalse õppevara kontseptsioon. (2015).

https://digioppevara.files.wordpress.com/2018/02/digitoppevara_kontseptsioon2015.pdf (27.03.2023)

Dinmore S. 2019. Beyond lecture capture: Creating digital video content for online learning – a case study. *Journal of University Teaching and Learning Practice*.

<https://ro.uow.edu.au/jutlp/vol16/iss1/7/> (27.03.2023)

e- Koolikott. (2023). Tehnoloogiaõpetus. [https://e-](https://e-koolikott.ee/et/search?lang=est&minAdded=2009&maxAdded=2023&taxon=1023&minGrade=1&maxGrade=9)

[koolikott.ee/et/search?lang=est&minAdded=2009&maxAdded=2023&taxon=1023&minGrade=1&maxGrade=9](https://e-koolikott.ee/et/search?lang=est&minAdded=2009&maxAdded=2023&taxon=1023&minGrade=1&maxGrade=9) (27.03.2023)

- Eesti entsüklopeedia. (1992) 6., Lõuna – nõud. (lk 366) Tallinn: Valgus
- Geddes D, 2020. The history of computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) <https://technicalfoamservices.co.uk/blog/blog-history-of-cad-cam/> (09.04.2023)
- Hansch A., Hillers L., McConachie, K., Newman, C., Schildhauer T., Schmidt J. P., 2015 Video and Online Learning: Critical Reflections and Findings from the Field. HIIG Discussion Paper Series <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2577882> (27.03.2023)
- Haridus- ja Noorteamet. Digiõppevara. (2021). <https://harno.ee/digioppevara> (27.03.2023)
- Haridus- ja Noorteamet. ProgeTiigri programm. (2023). <https://harno.ee/progetiigri-programm#progetiigri-progra> (27.03.2023)
- Haridus- ja Teadusministeerium. Elukestva õppe strateegia 2020 vahehindamine. Digipööre hariduses ja uuenduslik õppevara (2019) https://www.hm.ee/sites/default/files/documents/2022-10/4.3.eos_temaleht_digipoore_0.pdf (27.03.2023)
- Haridus- ja Teadusministeeriumi koduleht. Digipööre ja digitaliseerimine (2022). <https://www.hm.ee/ministeerium-uudised-ja-kontakt/tehnoloogilise-arengu-juhtimine/digipoore-ja-digitaliseerimine> (27.03.2023)
- Hartsell, T., Yuen, S. (2006). Video streaming in online learning. *AACE Journal*, 14(1), 31-43. https://www.researchgate.net/publication/228667691_Video_streaming_in_online_learning (27.03.2023)
- HUBS. 2023. What is CAD modeling? Comparing design software for 3D printing <https://www.hubs.com/knowledge-base/3d-modeling-cad-software/> (09.04.2023)
- Huang T-C., Lin C-Y. 2017. From 3D modeling to 3D printing: Development of a differentiated spatial ability teaching model. *Telematics and Informatics Volume 34* https://www.researchgate.net/publication/309280993_From_3D_modeling_to_3D_printing_Development_of_a_differentiated_spatial_ability_teaching_model (09.04.2023)
- Kikas E., Toomela A. (2015). Õppimine ja õpetamine kolmandas kooliastmes. Üldpädevused ja nende arendamine. Tallinn: Eesti haridus- ja teadusministeerium. (lk 172)

Kyratsis P, Kakoulis K, Markopoulus A.P. 2020. Advances in CAD/CAM/CAE Technologies. Machines.

[file:///C:/Users/Dell/Downloads/Advances in CAD/CAM/CAE Technologies.pdf](file:///C:/Users/Dell/Downloads/Advances_in_CADCAMCAE_Technologies.pdf)
(15.05.2023)

Niglas K. 2011. Kombineeritud ning alternatiivsed uuringudisainid sotsiaalteaduslikus uurimistöös. <http://www.tlu.ee/~katrin/generalia/Generalia.pdf> (30.03.2023)

Oska kutsekoda. (2021). OSKA: Inseneride puudus ähvardab töötleva tööstuse arengut. <https://oska.kutsekoda.ee/oska-inseneride-puudus-ahvardab-tootleva-toostuse-arengut/>
(32.03.2023)

Osula, K. (2008) Likerti skaala <http://www.tlu.ee/~kairio/failid/kysimused.pdf> (20.03.2023)

Poliitikauuringute Keskus Praxis. (2017) IKT-haridus: digioskuste õpetamine, hoiakud ja võimalused üldhariduskoolis ja lasteaias. https://www.praxis.ee/wp-content/uploads/2016/08/IKT-hariduse-uuring_aruanne_mai2017.pdf (31.03.2023)

Progetiiger. (2021). <https://www.progetiiger.ee/book#sissejuhatus> (27.03.2023)

Põldoja H. 2016. Digitaalsete õppematerjalide koostamine. Tallinna Ülikooli haridustehnoloogia magistriõppe kursus. <https://oppematerjalid.wordpress.com/oppematerjalid/oppematerjalide-koostamise-protsess-ja-kvaliteet/> (09.04.2023)

Riigi Teataja. Põhikooli riiklik õppekava. Lisa 7. (Ainevaldkond „Tehnoloogia“) 2011. <https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1290/8201/4020/1m%20lisa7.pdf#> (31.03.2023)

Rihvk, E. (2022). Metallitööd. Tehnoloogiaõpetus V-IX klassile. Koolibri

Saltsman G., Shelton K. 2007. Using the ADDIE Model for Teaching Online. *Idea Group Publishing*.

https://www.researchgate.net/publication/220202796_Using_the_Addie_Model_for_Teaching_Online (09.04.2023)

Soobik, M. (2011). Tehnoloogia ja loovus. MTÜ Eesti Tehnoloogiakasvatuse liit.

Soobik, M, Rihvk, E. (2022). Puidutööd. Tehnoloogiaõpetus V-IX klassile. Koolibri

Tornicasa S., Di Monaco F. 2010. The Future and the evolution of CAD. *14th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated*

Technology.

<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=977f5f1b7053d84e6829c149b966f01643adcbf3> (09.04.2023)

Trust T., Maloy R. W. (2017) Why 3D Print? The 21st-Century Skills Students. Develop While Engaging in 3D Printing Projects. *Interdisciplinary Journal of Practice, Theory, and Applied Research*.

https://www.researchgate.net/publication/320660928_Why_3D_Print_The_21_st_-_Century_Skills_Students_Develop_While_Engaging_in_3D_Printing_Projects (09.04.2023)

Villems A. 2020. Digitaalse õppematerjali loomise soovitusel. Juhend digitaalse õppematerjali autorile. EPAL Keskus Eestis. <https://epale.ec.europa.eu/et/resource-centre/content/digitaalse-oppematerjali-loomise-soovitusel-juhend-digitaalse-oppematerjali> (23.03.2023)

Väljataga T. 2019. Andmete kogumine ja analüüs. Uurimis meetodid. Haridusteaduste instituut. <https://lyitmagister.files.wordpress.com/2019/06/5-kontaktpacc88ev-andmete-kogumine-ja-analucc88ucc88s.pdf> (05.05.2023)

Ye X., Peng W., Chen Z, Cai Y-Y. 2004. Today's students, tomorrow's engineers: an industrial perspective on CAD education. *Computer-Aided Design Volume 36, Issue 14* https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010448504000508?casa_token=Nojz8aH_QiQAAAAA:KYZa970Cj9agzd_iYREY1U3xMMcZhfZHVPIbP3AeWlvB-NohB7ELBkM5L6V1gtitxlzBIUYrPw (09.04.2023)

Youtube (2023) Modelleerimine

https://www.youtube.com/results?search_query=modelleerimine (09.04.2023)

Lisa 1. Ekspertide tagasiside küsimustik õppevideotele

Küsimustik on leitav: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSffuH-m-aWC0IImULVO_d3tmzt_nG7rExMygpFUguu583LXA/viewform?usp=sf_link

Tere!

Olen Tartu Ülikooli Viljandi kultuuriakadeemia 2. aasta kunstide ja tehnoloogiaõpetuse magistriõppe üliõpilane Joosep Pilliroog ja koostan magistritööd teemal „Modelleerimise õppevideod programmis Fusion 360“. Küsimustiku eesmärk on välja selgitada ekspertide hinnang ja parandusettepanekud magistritöö raames valminud õppevideotele.

Täna Teid nõusoleku eest tutvuda koostatud õppevideotega. Palun Teil analüüsida koostatud õppevideoid etteantud punktide põhjal. Õppevideote analüüsi kasutatakse ainult käesoleva uurimuse raames ning küsimustik on anonüümne.

Vastamine koos videote läbi vaatamisega võtab aega 2 tundi. Olen Teie vastuste eest väga tänulik!

Lugupidamisega

Joosep Pilliroog

* Indicates required question

1. Õppevideod loovad ühtse terviku. 1- Ei nõustu üldse, 2 - Pigem ei nõustu 3 - ei oska öelda 4- pigem nõustun 5- nõustun täielikult.*

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

2. Videotes õpetatavad funktsioonid on asjakohased. 1- Ei nõustu üldse, 2 - Pigem ei nõustu 3 - ei oska öelda 4- pigem nõustun 5- nõustun täielikult. *

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

3. Loodavad mudelid on praktilised ning aitavad õppida tundma programmi loogikat ja funktsioone. 1- Ei nõustu üldse, 2 - Pigem ei nõustu 3 - ei oska öelda 4- pigem nõustun 5- nõustun täielikult. *

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

4. Õppevideote tempo on paras. 1- Ei nõustu üldse, 2 - Pigem ei nõustu 3 - ei oska öelda 4- pigem nõustun 5- nõustun täielikult. *

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

5. Videote ülesehitus on loogiline. 1- Ei nõustu üldse, 2 - Pigem ei nõustu 3 - ei oska öelda 4- pigem nõustun 5- nõustun täielikult. *

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

6. Peale loetud tekst on arusaadav. 1- Ei nõustu üldse, 2 - Pigem ei nõustu 3 - ei oska öelda 4- pigem nõustun 5- nõustun täielikult. *

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

7. Peale loetud terminoloogia on korrektne. 1- Ei nõustu üldse, 2 - Pigem ei nõustu 3 - ei oska öelda 4- pigem nõustun 5- nõustun täielikult. *

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

8. Helikvaliteet on hea. 1- Ei nõustu üldse, 2 - Pigem ei nõustu 3 - ei oska öelda 4- pigem nõustun 5- nõustun täielikult. *

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

9. Õppevideod toetavad õpilase programmi tundma õppimist. 1- Ei nõustu üldse, 2 - Pigem ei nõustu 3 - ei oska öelda 4- pigem nõustun 5- nõustun täielikult. *

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

10. Õppevideod toetavad õpetaja programmi tundma õppimist 1- Ei nõustu üldse, 2 - Pigem ei nõustu 3 - ei oska öelda 4- pigem nõustun 5- nõustun täielikult. *

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

11. Õppevideoid on III kooliastme jaoks piisavalt. 1- Ei nõustu üldse, 2 - Pigem ei nõustu 3 - ei oska öelda 4- pigem nõustun 5- nõustun täielikult. *

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

12. Õppevideoid on III kooliastme jaoks liiga vähe. 1- Ei nõustu üldse, 2 - Pigem ei nõustu 3 - ei oska öelda 4- pigem nõustun 5- nõustun täielikult. *

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

13. Õppevideod jagunevad III kooliastme vahel võrdselt. 1- Ei nõustu üldse, 2 - Pigem ei nõustu 3 - ei oska öelda 4- pigem nõustun 5- nõustun täielikult. *

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

14. Õppevideote tugevused*

15. Õppevideote nõrkused*

16. Kuidas saaks õppevideoid veel täiendada? *

17. Veel tähelepanekuid

Aitäh vastamast

Lisa 2. Õppevideote koostamise tabel

Video	Teema	Eesmärk	Sisu	Õpiülesanne	Klass	kestvus
Õppevideo 1	2D auto	Tutvustada 2D Loomis „Create“ funktsioone ja programmi loogikat kahe dimensionaalsel tasapinnal	Kahel teljel (X,Y) luuakse kahemõõtmeline omaloominguline sõiduauto vähendatud külgvaade kasutades erinevaid funktsioone loomis sektsioonis	Õpilane püüab saadud teadmistega ise luua omanäolise sõiduauto külgvaate disaini	7. klass	1x45. min
Õppevideo 2	2D auto viimistlemine	Tutvustada 2D modifitseerimis kärke.	Varasemalt valminud disainis kasutatakse modifitseerimis kärke, et muuta disaini paremaks	Õpilane arendab edasi eelmist disaini uute funktsioonidega	7. klass	1x45. min
Õppevideo 3	Võtmehoidja	Tutvustada lihtsamaid ja peamisi 3D modelleerimise „Loomise“ funktsioone.	Funktsioonid mida õpitakse: Extrude (väljuta), Fillet (kumerdamine), Text (tekst), Plane (tasapind)	Õpilane valmistab 3D prinditava võtmehoidja hoidja disaini	7. klass	1x45. min
Õppevideo 4	Kruus	Tutvustada erinevaid modifitseerimise funktsioone 3D mudelite loomisel.	Funktsioonid mida õpitakse: „Plane“ , „loft“ , „tangent plane,“ „Sweep“ õppimine	Õpilane tuletab meelde eelnevad teadmised ja õpib juurde uued funktsioonid, et luua omaloomingulise disainiga kruus.	8. klass	1x45. min
Õppevideo 5	Tempel Tahvel	Tutvustada erinevaid modifitseerimise funktsioone 3D	Funktsioonid mida õpitakse: Chamfer (kalle) Insert SVG (SVG faili sisestamine ja modifitseerimine (mirror))	Õpilane valmistab templi tahvli	9. klass	1x45. min

	Templi käepide	mudelite loomisel. Tutvustada erinevaid modifitseerimise funktsioone 3D mudelite loomisel.	Õpilane õpib kasutama funktsioone: „new body“, „project“, „revolve“;	Õpilane valmistab templi tahvlile käepideme		
Õppevideo 6	Joonis „Drawing“	Tutvustada tehnilise joonise loomise funktsiooni valmis tootele.	Õpitakse peamisi tehnilise joonise vormistamise funktsioone	Õpilane valmistab mõõtudega tehnilise joonise kolmvaate mõnest tööst, ning vormistab selle korrektselt	9. klass	1x45. min

Videote loomise tabel programmis Fusion 360

Alternatiiv ideed videode loomiseks sarnaste käskude õppimiseks: Malendid, nutitelefonihoidik

LIHTLITSENTS

Mina, Joosep Pilliroog, annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose **ÕPPEVIDEOD MODELLEERIMISE ÕPPIMISEKS PROGRAMMIGA FUSION 360**, (lõputöö pealkiri) mille juhendaja on Marvi Remmik, (juhendaja nimi) 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.

Joosep Pilliroog 16.05.2023