

Tallinna Ülikool  
Digitehnoloogiaste Instituut

# VEEBIPÕHISED 3D MODELLEERIMISPROGRAMMID

Seminaritöö

Autor: Jaanika-Jane Tõnurist

Juhendaja: Andrus Rinde

Autor: ..... " ..... "2016  
Juhendaja: ..... " ..... "2016  
Instituudi direktor: ..... " ..... "2016

Tallinn 2016

# Sisukord

Sissejuhatus .....	3
1. 3D modelleerimine .....	5
1.1. 3D modelleerimise olulised tööriistad .....	5
1.2. 3D modelleerimise põhivõtted .....	5
1.3. 3D modelleerimisprogrammid.....	9
2. Veebipõhiste 3D modelleerimisprogrammide võrdlus .....	10
2.1. 3DTin.....	12
2.1.1 Kasutajaliides .....	12
2.1.2 Kasutusmugavus.....	13
2.1.3 Eripärad .....	14
2.1.4 Hinnang .....	15
2.2. Tinkercad .....	16
2.2.1 Kasutajaliides .....	16
2.2.2 Kasutusmugavus.....	17
2.2.3 Eripärad .....	17
2.2.4 Hinnang .....	18
3. Võrdlus ja hinnang .....	19
Kokkuvõte .....	22
Kasutatud kirjandus .....	23

## Sissejuhatus

3D populaarsus on järjest tõusnud ja inimesi, kes 3D modelleerimisest huvitatud on, tuleb järjest juurde. Pikka aega oli takistuseks arvutite jõudlus, aga praeguseks on juba enamused lauarvutid piisavalt võimsad, et luua kvaliteetseid 3D pilte ja animatsioone. Paljud 3D modelleerimise tarkvarad on tasulised, kuid nüüdseks on rohkem saadaval ka tasuta tarkvara. Olemas on isegi veebipõhised rakendused 3D modelleerimiseks.

Veebipõhistel 3D modelleerimisprogrammidel on mitmeid eeliseid võrreldes töölauapõhiste programmidega:

- veebipõhised programmid ei vaja arvutisse paigaldamist, hoides kokku kõvaketta ruumi;
- veebipõhiste programmide kasutamine ei ole piiratud ainult ühe seadmega, vaid neid saab kasutada erinevates seadmetes, kus on internetiühendus;
- veebis on alati saadav rakenduse uusim versioon;
- võimalus jagada oma tehtud töid kiirelt erinevates veebikeskkondades.

Seminaritöö teema valiku ajendiks on autori huvi 3D modelleerimise vastu ja samuti asjalolu, et puudub täpne informatsioon, kas veebipõhised modelleerimisprogrammid sisaldavad piisavalt tööriistu, et luua töölauapõhiste modelleerimisprogrammidega võrdväärseid tulemusi.

Antud seminaritöö eesmärgiks on välja selgitada, kas veebipõhised 3D modelleerimisprogrammid pakuvad olulisi tööriistu vähemalt algtasemel 3D modelleerimiseks ning võrrelda neid 3D modelleerimisprogramme omavahel.

Selle eesmärgi saavutamiseks koostab töö autor loendi tööriistadest, mis peavad ühes 3D programmis kindlasti olema olemas. Autor valib foorumite ja blogide põhjal välja kaks populaarsemat veebipõhist 3D modelleerimisprogrammi, annab nendest ülevaate, toob välja nende programmide tugevused ja nõrkused ning uurib, kas programmide pakutavad võimalused on oluliste tööriistade loendiga vastavuses ja kui mugav on neid kasutada. Võrdlemaks veebipõhiseid programme töölauapõhistega, loob autor etaloniks ühe 3D objekti tuntud töölauarakendusega Solid Edge ning seejärel püüab iga võrreldava programmiga samasugust mudelit luua.

Antud töö on suunatud eelkõige algajatele ning ka kõigile teistele, kes on 3D modelleerimisest huvitatud. Töö tulemustest võiks kasu olla üldhariduskoolidel, kes oleks huvitatud 3D modelleerimise toomisest õppekavasse ning töölauapõhiste rakenduste asendamisest veebipõhistega. Erinevalt töölauarakendustest, ei vaja veebipõhised rakendused võimsaid lauarvuteid kindla operatsioonisüsteemiga.

# 1. 3D modelleerimine

3D arvutigraafika loomise protsessi saab jagada kolme põhilisse etappi: 3D modelleerimine, animatsioon ja 3D visualiseerimine (Hegenbart, 2014). Arvuti disaini maailmas 3D modelleerimine on kolmemõõtmelise pildi ja graafika arendamise protsess (Ghosh, 2015). Mudelite kujutamiseks on kasutusel kolm põhilist meetodit – NURBS, hulknurkne ja kast modelleerimine (Gray, kuupäev puudub). Lisaks saab mudeleid luua primitiive kombineerides, mis on mugav ja lihtne just algajatele.

3D modelleerimine leiab rakendust erinevates valdkondades, mis on või ei ole otseselt seotud infotehnoloogia valdkonnaga. See on populaarne arvutimängude ja filmide loomises ning muudes meelelahutus valdkondades, 3D modelleerimist saab rakendada ka meditsiinis ja tehnikas. (Steve's DIGICAMS, kuupäev puudub) Seetõttu aastatega 3D modelleerimise vajalikkus ning olulisus aina kasvab. Autor arvab, et 3D modelleerimist võiks juba algkoolides õpetada erinevates õppeainetes, nagu arvutiõpetus, kunstiõpetus või isegi matemaatikas. See aitaks kaasa geomeetria õppimisel ning arendaks loomingulist mõtlemist.

## 1.1. 3D modelleerimise olulised tööriistad

Selleks, et võrrelda veebipõhiseid 3D modelleerimisprogramme töölauapõhistega ja ka omavahel, selgitab töö autor välja tööriistad, mida peaks üks 3D modelleerimisprogramm kindlasti pakkuma. Need tööriistad on vajalikud selleks, et teostada põhilisemaid 3D modelleerimise võtteid nagu töövälja suurendamine, skaleerimine, kumerdamine ning faasi loomine. Lisaks on olulisteks vahenditeks veel jooned, kaared ja primitiivid. Seega lähtub autor oluliste tööriistade loendi koostamisel tüüpilisest tööprotsessist 3D mudelite loomisel, jättes seekord kõrvale harvemini kasutatavad töövahendid.

## 1.2. 3D modelleerimise põhivõtted

Kuna 3D modelleerimise oluliste tööriistade loendit kusagilt leida pole, siis lähtus autor tööriistade valikul õpilase raamatust "3D Modelleerimine". (Kivi, et al., 2011)

1) Töövälja suurendamine-vähendamine ja liigutamine – vajalik loodava objekti nägemiseks soovitud nurga alt ja suuruses.

Suumimispiirkond (*Zoom Area*) – suurendab joonist soovitud piirkonnast.

Täida (*Fit*) – toob kogu aktiivse joonise sisu tervikuna ekraanile.

Suumimine (*Zoom*) – suurendab või vähendab töövälja, soovitatavalt hiire rullikuga.

Sobita (*Pan*) – võimaldab vaatevälja liigutada vasakule ja paremale.

2) Vaated – vajalik loodava objekti vaatlemiseks soovitud nurga alt ja suurus.

Tavavaade (*Common View*) – võimaldab detaili vaadata standardsetes vaadetes: eest, tagant, pealt, alt, vasakult ja paremalt ning ka pöörata vastavalt soovile.

Vaatenurk (*View Orientation*) – võimaldab valida sobiva vaate põhivaadete hulgast: vaade eest, vaade pealt, vaade vasakult jne.

Vaatamise viisid (*View Styles*) – vaate laad. Vastavalt vajadusele võib muuta detaili kujutamist ekraanil. Näiteks juhul, kui on vaja näha servajooni, mis jääks detaili varjatud külge. Olulisemad vaate laadid on – traatsõrestik (*wireframe*), kontseptuaalne (*conceptual*), peidetud (*hidden*), realistlik (*realistic*).

3) Märgistamine – vajalik objektide nihutamiseks.

Valimise tööriist (*Select Tool*) – lubab märgistada ühe või mitu elementi, vajadusel saab neid ka nihutada.

4) Pööramine – vajalik vaate või objekti pööramiseks.

Vaate ja objekti pööramine (*Rotate*) – Vaate pööramiseks tuleb tavaliselt all hoida kerimisrulli või hiire parempoolset nuppu ning samal ajal hiirt liigutada. Objekti pööramiseks tuleb peale töövahendi valimist näidata pöördtelg või detaili serv, mille suhtes soovitakse objekti pöörata.

5) Jooned – vajalikud objektide loomiseks.

Joon (*Line*) – loob sirglõigu kahe otspunkti vahele.

Punkt (*Point*) – loob punkti etteantud kohta.

Kõrverjoon (*Curve*) – loob sisestatud punktide järgi avatud või kinnise kõvera.

Vabakäe eskiis (*FreeSketch*) – loob vabakäejoone ning korrigeerib kujundid korrapärasteks joonteks, kaarteks või ringideks.

6) Kaared – vajalikud objektide loomiseks.

Puutuja kaar (*Tangent Arc*) – loob kaare olemasolevale joonele puutujaks või ristujaks.

Kolme punkti kaar (*Arc by Three Points*) – loob kaare läbi kolme määratava punkti.

Keskpunkti kaar (*Arc by Centre*) – loob kaare alustades keskpunktist, võimalik määrata raadiust ja nurka.

7) Primitiivid – vajalikud keerukamate objektide loomiseks (näiteks risttahukas, kera, silinder ja koonus).

8) Transformatsioonid – vajalikud loodava objekti kuju muutmiseks.

Liikumine (*Move*) – võimaldab liigutada elemente. Elemente saab liigutada ka lohistamise teel ilma, et kuju muutuks.

Pööramine (*Rotate*) – võimaldab objekte keerata.

Peegeldamine (*Mirror*) – peegeldab objekte osutatava telje suhtes.

Skaleerimine (*Scale*) – muudab objektide suurust.

Venitamine (*Stretch*) – võimaldab kujundit venitada.

9) Modifikaatorid – vajalikud objektide kuju muutmiseks.

Kumerdamine (*Fillet*) – kumerdab kahe lõikuva joone lõikepunkti etteantud raadiusega (Joonis 1).

Faasi loomine (*Chamfer*) – loob kahe lõikuva sirge lõikepunkti faasi, lubab määrata kummagi joone otsast lõigatavat pikkust (Joonis 2).

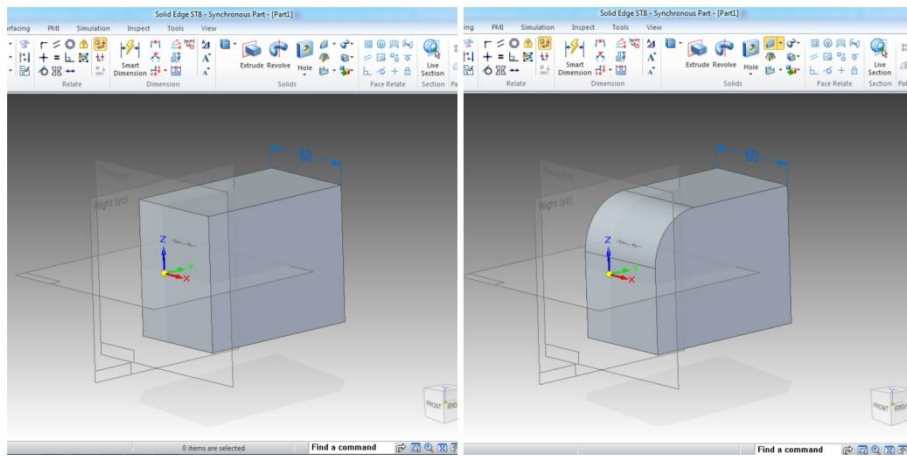
10) Detaili redigeerimine – vajalik detaili mõõtude muutmiseks.

Redigeeri määratlust (*Edit Definition*) – tööväljal avatakse redigeeritava käsuga seotud mõõdud. Märkides soovitud mõõdu, on seda võimalik muuta.

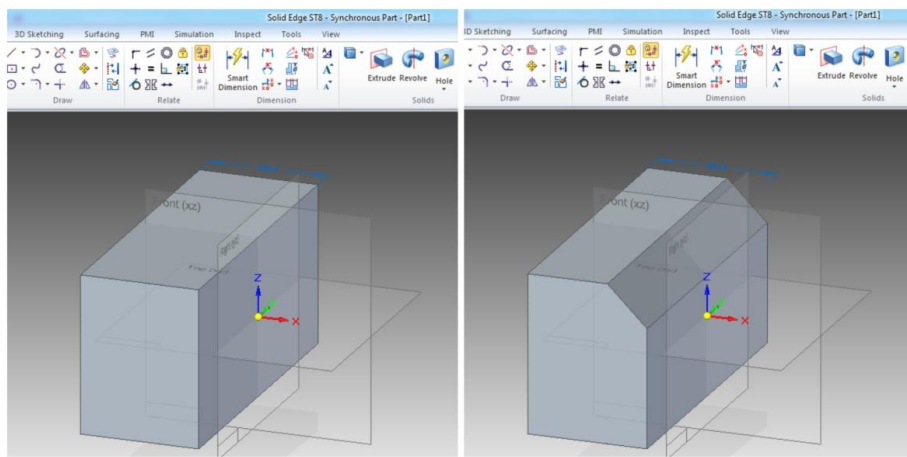
11) Mustri loomine – vajalik mustri loomiseks.

Ristkülikukujuline muster (*Rectangular pattern*) – kopeerib elementi etteantud arv korda ja asetab koopiad maatriksina.

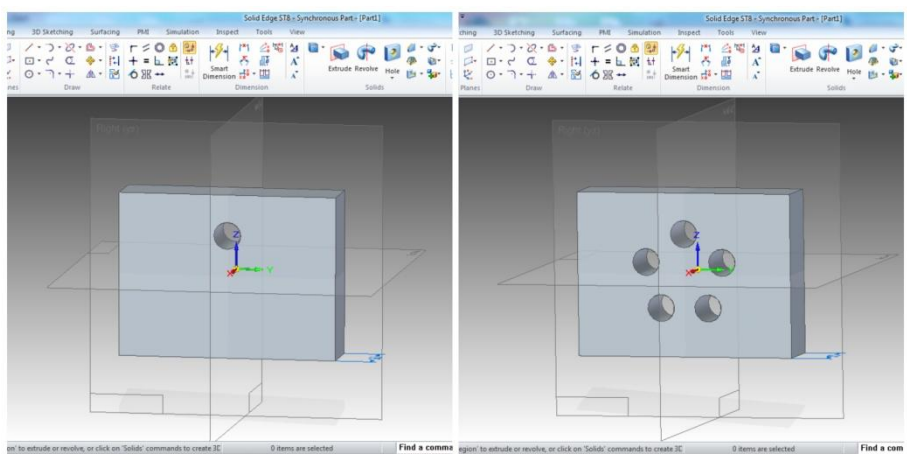
Ringikujuline muster (*Circular pattern*) – kopeerib elementi etteantud arv korda ja asetab koopiad ringjoonele (Joonis 3).



**Joonis 1** Solid Edge'ga loodud risttahukas, millel on kasutatud kumerdamise (*Fillet*) tööriista.



**Joonis 2** Solid Edge'ga loodud risttahukas, millel on kasutatud faasi loomise (*Chamfer*) tööriista.



**Joonis 3** Solid Edge'ga loodud risttahukas, millel on kasutatud ringikujulise mustri (*Circular pattern*) tööriista.



### 1.3. 3D modelleerimisprogrammid

On olemas nii tasulisi kui tasuta 3D modelleerimisprogramme. Ühed tuntumad joonestamisele suunatud programmid on tasuline AutoCAD ja ainult õpilastele tasuta Solid Edge (Beyond Mech, kuupäev puudub). Animeerimisele ja mängudele suunatud programmidest on populaarsed Autodesk Maya ja Blender. Blenderi eeliseks on tasuta kasutamise võimalus. (FilmmakerSpot, 2015) Tasulised programmid on suuremate võimalustega ja töö tulemused on tavaliselt vabavaralistest programmidest kvaliteetsemad.

Lisaks töölauapõhiste programmidele on olemas mõningad tasulised ja tasuta ning algajatele ja professionaalidele mõeldud veebipõhised 3D modelleerimise rakendused. Näiteks Onshape on sobilik kooliealistele, kes on varasemalt 3D modelleerimisega kokku puutunud. Rakendus on küll kõikidele õpilastele tasuta, aga tegemist on keskmiselt keerukama programmiga, mis ei sobi päris algajatele.

Algselt oli töö autoril plaanis võrrelda kolme veebipõhist 3D modelleerimisprogrammi, nende seas ka 123D Designi, kuid kahjuks pole see enam veebipõhiselt saadaval. Siiski on võimalik tarkvara allalaadida PC'iga, Maciga ja iPadiga. See rakendus kuulub Autodeski tootekoosseisu ning konkureerib sama tootepere liikmega Tinkercad. 123D Designil olid olemas mõningad tööriistad, mis teistel mitteprofessionaalsetel programmidel puuduvad. Näiteks oli tööriistadest olemas kaldkantimine (*chamfer*), fileerimine (*fillet*), koorimine (*shell*), ühildamine (*combine*), vajutamine/tõmbamine (*press/pull*) ja tekstuuri kasutamine (*texturing*). Materjalide valikus oli olemas plastik, keraamika, vaik, klaas, metall ja puit. (Autodesk 123D, kuupäev puudub)

Oma töös võrdleb autor veebipõhiseid programme just Solid Edge'ga, sest autor on antud programmiga läbinud lühikursuse ja seega on tarkvara autorile tuttav. Solid Edge loodi juba 1996. aastal ning aastast 2007 kuulub Siemens PLM Software'le (Evans, 2014). Seetõttu võib ka järeldada, et tegemist on 3D valdkonnas tuntud programmiga. Seda programmi etaloniks võttes püüab autor välja selgitada, kas veebipõhised 3D modelleerimisprogrammid pakuvad olulisi tööriistu 3D mudelite loomise jaoks.

## 2. Veebipõhiste 3D modelleerimisprogrammide võrdlus

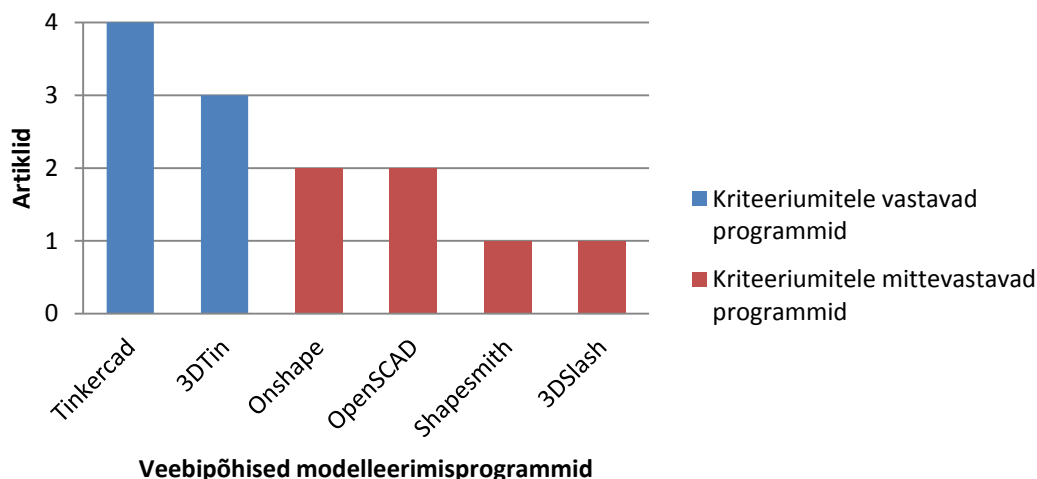
Selles peatükis paneb töö autor paika kindlad kriteeriumid, millest ta võrdlusesse võetavate programmide valikul lähtub. Lisaks annab ülevaate võrreldavatest 3D modelleerimisprogrammidest.

Võrreldavate programmide valikul lähtus autor järgmistest kriteeriumitest.

- 1) Tasuta kasutamise võimalus – on oluline, et igal huvilisel oleks võimalus programmi kasutada.
- 2) Lihtsus – selles lähtub autor oma isiklikust arvamusest. Rakendus peab olema algaja sõbralik, et iga kasutaja saaks kiiresti programmiga kohaneda. Lisaks programmi kasutamine ilma juhendita, ei tohiks olla keeruline.
- 3) Populaarsus – suure kasutajaskonna olemasolul saab eeldada, et programm on kasutajasõbralik ja mugav.
- 4) Funktsionaalsus – programmis peavad olema suurem osa 3D modelleerimise olulisematest tööriistadest.

Infot veebipõhiste 3D modelleerimisprogrammide kohta sai autor järgmistest artiklitest: List of 3D Software (3ders, kuupäev puudub), 3D Modeling Tools (3D Printing for Beginners, kuupäev puudub), Learn 3D Modeling In Your Browser (AI, 2015), Finding The Right 3D Modeling Software For You (MatterHackers, 2015). Populaarsuse määras autor nende samade artiklite alusel vastavalt sellele, kui mitmes artiklis programmi mainiti (vt Joonis 4). Seatud kriteeriumite põhjal valis autor välja kaks programmi – Tinkercadi ja 3DTini.

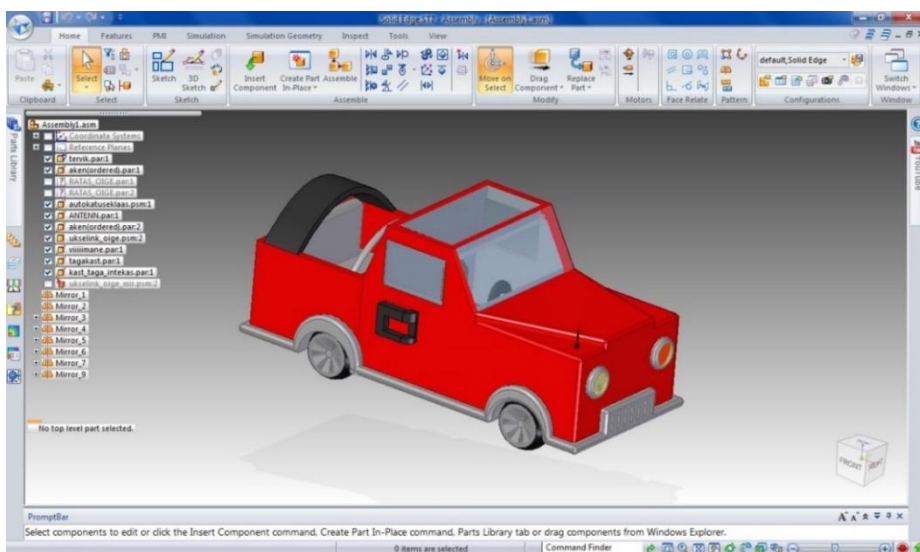
### 3D modelleerimisprogrammide mainitavus artiklites



#### Joonis 4 Populaarseimad veebipõhised 3D modelleerimisprogrammid artiklite alusel

Nende programmidega viib töö autor läbi võrdluse, mille käigus kontrollib, kas neil on olulisemad tööriistad olemas. Peale selle kontrollib autor valitud rakenduste toimimist populaarsemate veebilehitsejatega: Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, Safari ja Opera. Lisaks testib autor valitud rakenduste toimimist kolmel erineval platvormil: Windows 10 (Home), Mac OS X 10.11.3 ja Ubuntu 15.10 (Wily Werewolf).

Testimaks võrreldavate rakenduste funktsionaalsust ja kasutusmugavust, lõi autor etaloniks valitud programmiga Solid Edge ST6 3D automodeli ning seejärel kordas sama tegevust Tinkercadi ja 3DTiniga (Joonis 5).



Joonis 5 Solid Edge'i kasutajaliides ja võrdlemiseks loodud mudel

## 2.1. 3DTin

**Koduleht:** <http://www.3dtin.com/>

3DTini hakati arendama Indias 2010. aastal. Aastast 2013 kuulub see Lagoale. Programm laseb loodud mudelit salvestada STL, DAE, OBJ ja PNG failivormingus. Avada saab ainult 3DTini keskkonnas loodud faile, teistes failivormingutes mudeleid importida ei saa. Kasutajal on võimalus mudeleid üles laadida i.materialise'i ja Sculpteo'sse, mille kaudu on võimalik tellida enda loodud 3D mudeleid printitud kujul. Lisaks on võimalus tehtud töid üles laadida Thingiverse'i, mis on mõeldud oma tööde jagamiseks teistega ning teiste tööde allalaadmiseks.

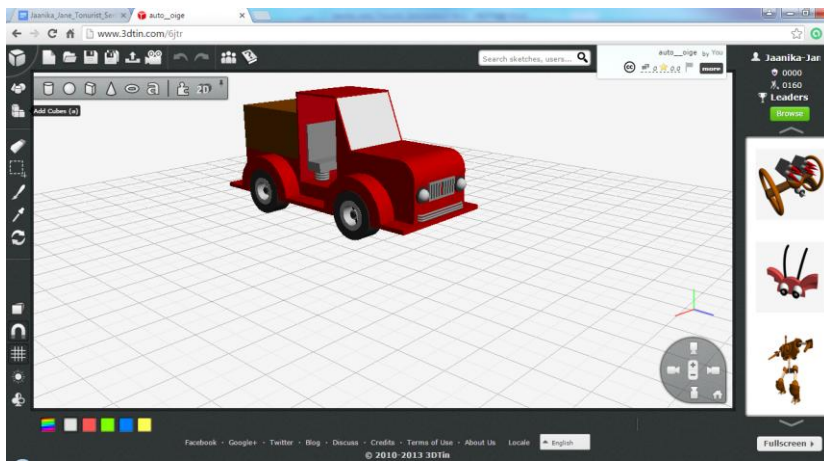
3DTinil on foorum, kuhu kasutajad saavad kirjutada küsimusi või vastata teistele küsimustele. Foorumi veebiaadress on <https://groups.google.com/forum/#!forum/3dtin>. Lisaks on olemas ka mõningad inglisekeelsed õppevideod, mis on üleslaetud Youtube'i, kuid on kättesaadavad ka 3DTini kodulehel. Uudiseid ja tehtuid töid saab veel lisaks jälgida 3DTini blogis, Facebookis, Google Plusis ja Twitteris.

3DTini saab kasutada ka ilma registreerimata, kuid sel juhul pole võimalik oma tehtud töid pilve salvestada ja neid hiljem jätkata. Küll aga on ilma registreerimata võimalik salvestada STL, DAE, OBJ ja PNG failivorminguna arvutisse. Sisselogida saab Google'i, Twitteri ja Facebooki kaudu. Võimalik on osta ka Premium konto. Tasuta kontoga on kõik loodud mudelid avalikud, aga Premium konto võimaldab oma avalikud mudelid privaatseteks muuta. (3DTin, kuupäev puudub)

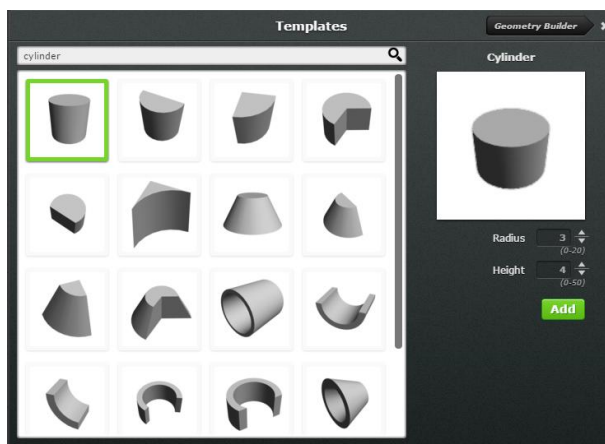
### 2.1.1 Kasutajaliides

3DTini töölaua vasakul pool asuvad tööriistad ja üleval menüüriba (Joonis 6). Tööriistaribal on esimeseks valikuks geomeetriliste kujundite lisamine (*add geometries*) (Joonis 7). Valida saab erinevate kujundite vahel, mida töölauale panna: silinder, kera, risttahukas, koonus, rõngas (*toroid*) ja kirjamärgi šabloonid.

Tööriibal on veel eraldi kuubiku lisamise võimalus (*add cube*), kustutamise võimalus (*erase*), objekti valimine (*select*), värvi muutmise võimalus (*change color*), värvi valimine (*pick color*) ning vaate pööramine (*view rotate*).



**Joonis 6 3DTini tööväli ja kasutajaliides**



**Joonis 7 3DTini geomeetriliste kujundite valik**

### 2.1.2 Kasutusmugavus

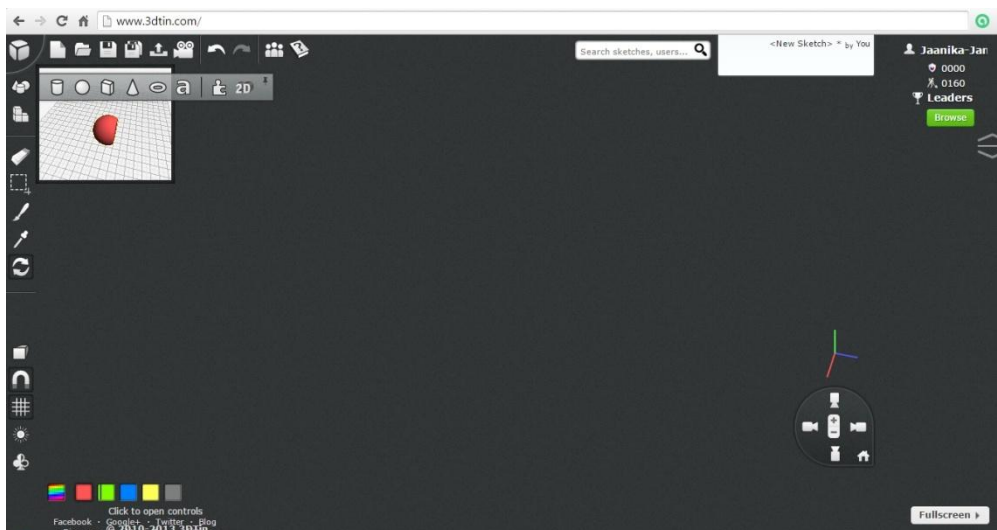
Rakendus on sobilik algajale, sest tööriistu on vähe, kuid samas mõni töövahend kahjuks ei tööta või on üleliigne. Peale selle puudub programmil ajaloo aken, aga on võimalus siiski tehtud sammu tagasi võtta (*undo*) ja uuesti teha (*redo*). Sammude tagasi võtmine on piiratud. Korruga saab tagasi võtta 50 sammu, mis on tülikas. Kui oleks olemas ajaloo vaade, saaks teha seda ühe nupuvajutusega.

Veebileht kasutab küpsiseid ning sisseloginud kui ka registreerimata kasutajalt ei küsita lehelt lahkudes programmi sulgemise kinnitust, kuid lehele tagasi minnes avatakse töö pooleliolevast kohast. Programm on hetkel saadaval kolmeteistkümnes erinevas keeles, mille hulka kahjuks eesti keel ei kuulu. Töö autor lõi 3DTiniga automodeli, mille loomisprotsessi põhjal ei pea programmi kasutajasõbralikuks, sest töövahendite asetus töölaual on kohati ebaloogiline ning mõni tööriist on üleliigne või ei tööta (Joonis 8).

### 2.1.3 Eripärad

Programmis on olemas valgusallikate valik (*light options*). On võimalus joonistada 2D joonis, kasutades välja tõukamise (*extrusion*) ja pöörlemistelje (*revolution*) meetodeid, mille põhjal luuakse 3D objekt. Kasutajal on võimalus valida kahe 3D-vaate projektsioonitüübi vahel, milleks on kas paralleelne (*orthographic*) või perspektiivis (*perspective*) vaade.

Peale selle on rakendusel olemas ümber pööramise (*flip*) ja viltu pööramise (*shear*) tööriistad, mis ei kuulu küll oluliste tööriistade loendisse, kuid siiski lihtsustavad 3D mudelite loomist. Erinevalt Solid Edge'st puudub 3DTinil kokku panemise (*assemble*) tööriist, kuid mudelite kombineerimist lihtsustab joondamise (*align*) tööriist. Lisaks esines 3DTini puhul väike viga, kui veebilehe avamise ajal pole aken äärmuseni suurendatud (*maximize*), siis akna suuruse muutmisel, ei toimi töövälja suuruse muutumine (*resize*) (Joonis 8).

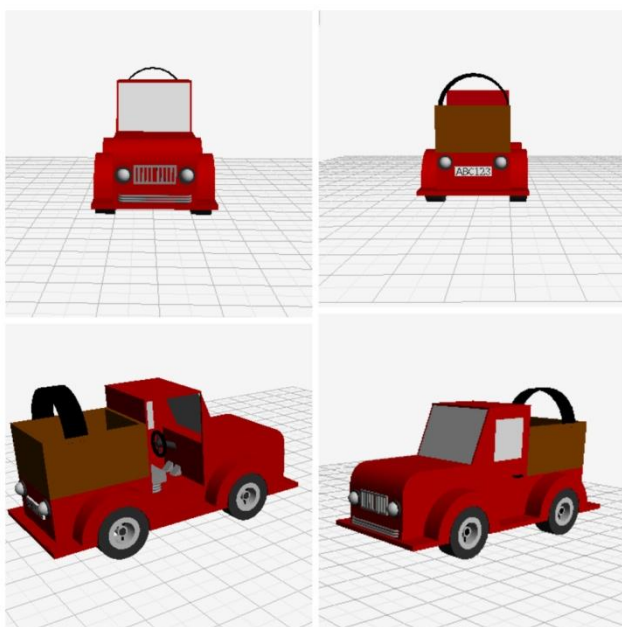


**Joonis 8 3DTini töövälja muutumatu suurus, akna äärmuseni suurendamisel**

## 2.1.4 Hinnang

Töö autor lõi 3DTiniga automudeli, mille loomisprotsessi põhjal ei pea programmi kasutajasõbralikuks, sest töövahendite asetused töölaual on kohati ebaloogiline ning mõni tööriist on üleliigne või ei tööta (Joonis 9). Programm ei täida oluliste tööriistade loendi kõiki nõudmisi.

Kõige rohkem tundis autor puudust täitmise (*fit*) tööriistast, sest ilma selleta oli modelleerimine vahepeal üsnagi tülikas. Kõige vähem tundis autor puudust vaatamise viisidest (*view styles*) ja suumimispiirkonnast (*zoom area*), mis samuti antud rakendusel puuduvad.



**Joonis 9 3DTiniga loodud automudel**

## 2.2. Tinkercad

**Koduleht:** <http://www.tinkercad.com/>

Tinkercad asutati 2011. aastal Kai Backmani ja Mikko Mononeni poolt. Aastast 2013 sai see üheks Autodeski osaks, ühinedes 123D tooteperega. See on kindlasti üks tegur, mis tõstab programmi populaarsust ja kasutajate hulka, sest Autodesk on üks maailma juhtivaim 3D tarkvara arendav ettevõtte. Tinkercadiga on loodud üle 4 miljoni 3D mudeli. Tinkercadi kasutatakse enamasti mänguasjade, prototüüpide, kodukaunistuste, Minecrafti mudelite ja ehete valmistamiseks.

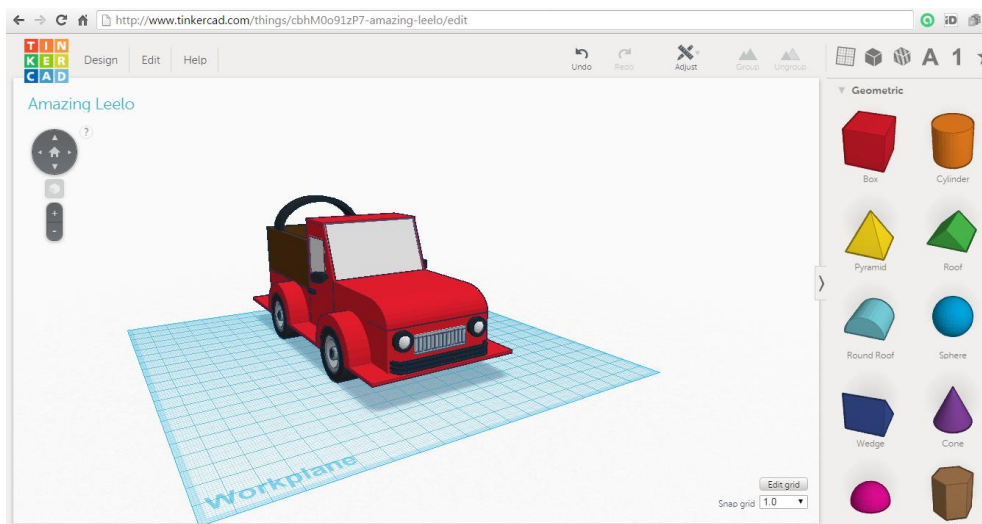
Programm laseb salvestada loodud mudelit STL, OBJ, X3D, VRML ja SVG failivormingus. Neid on võimalik eksportida Tinkercadist Minecrafti keskkonda, tänu millele on programm saavutanud veelgi rohkem tuntust 3D kasutajate hulgas. Importida saab 2D SVG ja 3D STL failivorminguid. Tinkercadiga tehtud töid saab üles laadida i.materialise'i, Sculpteo'sse, Ponoko'i, Shapewaysi ja 3D Hubs'i, mille kaudu on võimalik tellida enda loodud 3D mudeleid prinditud kujul. Lisaks on võimalus tehtud töid üles laadida Thingiverse'i, mis on mõeldud oma tööde jagamiseks teistega ning teiste tööde allalaadmiseks.

Tarkvaral on olemas blogi, mis on tehtud Wordpressi keskkonda. Blogis saab Tinkercadi poolt tehtud postitusi kommenteerida logides sisse oma Wordpressi kontoga. Ise postitusi luua ei saa. Lisaks on olemas ka mõningad inglise keelsed õppevideod, mis on kättesaadavad nii Tinkercadi kodulehelt kui ka YouTube'ist. Tinkercadi kasutamiseks tuleb luua konto või sisse logida Facebooki, Google'i, Yahoo või Microsofti kontoga. Programm pakub kasutamiseks omalt poolt Tinkerplay 3D mudelite osakesi – ühendusklemme (*connectors*), ühendatud kehasid (*unibodies*) ja skelette (*skeletons*), mille abil saab valmistada tegelaskujusid. (Tinkercad, kuupäev puudub)

### 2.2.1 Kasutajaliides

Töökeskkonna üleval ja paremal ribal asuvad enamik tööriistu. Töövälja vasakul pool asuvad funktsioonid, mis võimaldavad töövälja suurendada, vähendada ja liigutada (Joonis 10).





**Joonis 10 Tinkercadi tööväli ja kasutajaliides**

### 2.2.2 Kasutusmugavus

Programmi on mugav kasutada, kuna töövahendid asuvad nähtavatel kohtadel. Rakendusega saab töötada nii väikeses kui ka suures aknas. Veebilehitseja akna sulgemisel säilitatakse poolelijäänud töö, mida saab hiljem jätkata. Kasutajamugavust pärsib ajaloo (*history*) vaate puudumine. Seetõttu on toimingute tühistamine raskendatud ning aeganõudev, kui on vaja tagasi võtta näiteks 10 sammu. Kui oleks olemas ajaloo vaade, saaks teha seda ühe nupuvajutusega. Kasutajal on võimalus tehtud sammu tagasi võtta (*undo*) ja uuesti teha (*redo*).

### 2.2.3 Eripärad

Programmi eripäraks on töövälja suuruse muutmise võimalus. Rakenduses on üheksa sümbolit 3D mudelitena valmis, mida kasutaja kasutada saab – küsimärk, hüüumärk, kommertsmärk, ja-märk, täring, teemant, täht, süda ja Tinkercadi logo.

Peale selle on programmil olemas veel objekti täisvaate (*object fit view*) võimalus, millega kuvatakse aktiivne objekt tervikuna ekraanile. Lisaks on kasutajal võimalus objektile rakendada augu (*hole*) tegemise meetodit. Erinevalt Solid Edge'st puudub ka Tinkercadil kokku panemise (*assemble*) tööriist, kuid mudelite kombineerimist lihtsustab joendamise (*align*) tööriist. Mugavamaks teeb rakenduse kasutamise ka joonlaua (*ruler*) tööriista olemasolu, mille abil on näha töölaual oleva mudeli kõik mõõdud.

## 2.2.4 Hinnang

Töö autor lõi Tinkercadiga automudeli, mille loomisprotsessi ja rakenduse lihtsuse põhjal peab programmi kasutajasõbralikuks (Joonis 11). Programm ei täida oluliste tööriistade loendi kõiki nõudmisi.

Kõige rohkem tundis autor puudust kumerdamise (*fillet*) tööriistast, sest ilma selleta on natuke tülikam primitiivide abil sama tulemuseni jõuda. Kõige vähem tundis autor puudust vaatamise viisidest (*view styles*) ja suumimispiirkonnast (*zoom area*), mis samuti antud rakendusel puuduvad.



**Joonis 11 Tinkercadiga loodud automudel**

### 3. Võrdlus ja hinnang

Selles peatükis võrdleb autor eelkirjeldatud programme omavahel ning annab hinnangu, kas võrreldavad programmid sobivad kasutamiseks 3D modelleerimise algteadmiste omandamisel. Lisaks pakub vaadeldud programmide kasutamise kohta soovitusi lähtudes enda isiklikest kogemustest ja võrdluste tulemustest.

Selleks, et lihtsustada antud programmide võrdlemist töös esitatud tööriistade loendi alusel, koostas autor tabeli (Tabel 1). See tabel annab lihtsa ülevaate nendest programmidest ning nende vastavusest töös esitatud oluliste 3D modelleerimise tööriistade loendile.

**Tabel 1 Tööriistade võrdlus**

Funktsioon/Programm	3DTin	Tinkercad
Töövälja suurendamine-vähendamine ja liigutamine		
<i>Zoom Area</i>	-	-
<i>Fit</i>	-	+
<i>Zoom</i>	+	+
<i>Pan</i>	+	+
Vaated		
<i>Common View</i>	+	+
<i>View Orientation</i>	+	+
<i>View Styles</i>	-	-
Märgistamine		
<i>Select Tool</i>	+	+
Pööramine		
<i>Rotate</i>	+	+
Jooned		
<i>Line</i>	-	-
<i>Point</i>	-	-
<i>Curve</i>	-	-
<i>FreeSketch</i>	-	-
Kaared		
<i>Tangent Arc</i>	-	-
<i>Arc by Three Points</i>	-	-
<i>Arc by Centre Point</i>	-	-
Primitiivid		
<i>Cuboid, Cone, Sphere, Cylinder</i>	+	+
Transformatsioonid		
<i>Move</i>	+	+
<i>Rotate</i>	+	+

Funktsioon/Programm	3DTin	Tinkercad
Transformatsioonid		
<i>Mirror</i>	+	+
<i>Scale</i>	+	+
<i>Stretch</i>	-	-
Modifikaatorid		
<i>Fillet</i>	-	-
<i>Chamfer</i>	-	-
Detaili redigeerimine		
<i>Edit Definition</i>	+	+
Mustri loomine		
<i>Rectangular pattern</i>	-	-
<i>Circular pattern</i>	-	-

Peale programmide võrdlemise ning oluliste tööriistade loendi kontrolli katsetas autor erinevate veebilehitsejate ja platvormide tuge. Vastavate versioonide ülevaade on nähtav tabelis (Tabel 2).

**Tabel 2 Veebilehitsejate ja platvormide versioonid**

Veebilehitsejad	Versioon
Operatsioonisüsteem: Windows 10 (Home)	
Mozilla Firefox	44.0
Microsoft Edge	25.10586
Chrome	48.0
Opera	35.0
Operatsioonisüsteem: Mac OS X, 10.11.3	
Mozilla Firefox	44.0
Chrome	49.0
Safari	9.0.3
Opera	35.0
Operatsioonisüsteem: Ubuntu 15.10 (Wily Werewolf)	
Mozilla Firefox	44.0
Chromium	50.0
Opera	35.0

Töö autor leidis, et nii 3DTin kui ka Tinkercad töötavad kõikidel platvormidel kõikide veebilehitsejatega.

Võrreldud programmidest peab autor kasutajasõbralikumaks Tinkercadi. Programmi on lihtne kasutada, sest tööriistad asuvad loogilistes kohtades. Rakendus ei sisalda küll kõiki olulisi tööriistu, aga pooled neist on olemas.

Samuti peab autor 3DTini Tinkercadist mõne võrra kehvemaks, kuna rakendus pakub vähem olulisi tööriistu ning programmi pole nii mugav kasutada. Töövahendite asetus töölaual on kohati ebaloogiline ning mõni tööriist on üleliigne või ei tööta. Näiteks tööribal on eraldi kuubiku lisamise (*add cube*) võimalus, kuigi selle asemel võiks olla see leitav geomeetriliste kujundite valikust. Värvide valimise (*pick color*) töövahendil pole mingit mõtet, sest sama asja teeb värvi muutmise (*change color*) tööriist. Lisaks objekti sidumine võrega (*snap to grid*) ei tööta.

Mõlema võrreldava programmi kasutajamugavust pärsib ajaloo (*history*) vaate puudumine. Peale selle mõlemal rakendustel puuduvad joonte ja kaarte loomise võimalused ning objekte saab luua ainult primitiivide abil. Kummalgi programmil pole olemas mitte ühtegi modifitkaatorit ega mustri loomise võimalust.

Lisaks sellele on veebipõhistel programmidel veel mõningaid puudusi. Programme on võimalik kasutada vaid internetiühenduse olemasolul ning funktsionaalsus on samuti piiratud. Sellele vaatamata leiab autor, et mõlemad töös võrreldavad veebipõhised 3D modelleerimise rakendused on sobivad lihtsamate 3D mudelite loomiseks, kuid eelkõige soovib autor võrreldavatest rakendustest kasutada Tinkercadi, eriti Minecrafti kasutajatel, sest rakendus võimaldab mudeleid eksportida Minecrafti keskkonda. Lisaks arvab autor, et algajad ja algkooli õpilased võiks seda eelistada ka töölaupõhistele rakendustele.

## Kokkuvõte

Antud seminaritöö eesmärgiks oli võrrelda veebipõhiseid 3D modelleerimisprogramme ja välja selgitada, kas 3D modelleerimiseks piisab veebipõhistest töövahenditest ning kas algaja võiks töölaarakenduste asemel kaaluda veebipõhiste programmide kasutamist.

Töö alguses seletati lahti 3D modelleerimise mõiste ning anti ülevaade 3D modelleerimise kasutusala-dest. Töö käigus toodi välja loend 3D modelleerimise olulisimatest tööriistadest. Rakenduste valikul seadis autor kriteeriumiks tasuta kasutamise võimaluse, lihtsuse, populaarsuse ja funktsionaalsuse. Autor valis kaks populaarset 3D modelleerimisprogrammi, võrdles neid omavahel ja kontrollis, kas nad pakuvad kõiki olulisi töövahendeid. Rakenduste testimiseks loodi kõikide võrreldavate programmidega 3D automudel.

Võrreldud programmidest peab autor paremaks ja kasutajasõbralikumaks Tinkercadi. Rakendusel pole küll kõiki olulisi töövahendeid, kuid pooled neist on siiski olemas, mille abil saab lihtsamaid 3D mudeleid luua ja sobib seega algajale ja kõikidele 3D modelleerimise huvilistele kasutamiseks. 3DTinil on küll veidike vähem tööriistu kui Tinkercadil, kuid sellegipoolest on võimalik lihtsamaid 3D mudeleid luua.

Lähtudes tulemusest võiks Tinkercadi rakendust soovitada algkoolidele arvutiõpetuse või ka kunstiõpetuse raames 3D temaatika käsitlemiseks. Eeliseks on tasuta kasutamise võimalus ning koolidel puuduks kohustus eraldi tarkvara soetamiseks. Antud seminaritöö jätkuks võiks käsitleda tööriistu, mida kasutavad 3D modelleerimiseks professionaalid ning uurida, millised veebipõhised rakendused ka neid pakuvad.

## Kasutatud kirjandus

- 3D Printing for Beginners. (kuupäev puudub). *3D Modeling Tools*. Kasutamise kuupäev: 22. veebruar 2015. a., allikas <http://3dprintingforbeginners.com/software-tools/>
- 3ders. (kuupäev puudub). *List of 3D Software*. Kasutamise kuupäev: 22. Veebruar 2015. a., allikas <http://www.3ders.org/3d-software/3d-software-list.html>
- 3DTin. (kuupäev puudub). *About 3DTin*. Kasutamise kuupäev: 23. veebruar 2015. a., allikas [http://www.3dtin.com/\\_static/aboutus.html](http://www.3dtin.com/_static/aboutus.html)
- Al, W. (3. september 2015. a.). *LEARN 3D MODELING IN YOUR BROWSER*. Kasutamise kuupäev: 22. Veebruar 2015. a., allikas <http://hackaday.com/2015/09/03/learn-3d-modeling-in-your-browser/>
- Autodesk 123D. (kuupäev puudub). *Autodesk 123D - Free 3D Modeling Software, 3D Models, DIY Projects, Personal Fabrication Tools*. Kasutamise kuupäev: 23. veebruar 2015. a., allikas <http://www.123dapp.com/>
- Beyond Mech. (kuupäev puudub). *List of mechanical CAD softwares*. Allikas: <http://www.beyondmech.com/pro-e/cad-topic-33.html>
- Evans, J. (27. Mai 2014. a.). *Siemens Solid Edge and the ST7 Release*. Kasutamise kuupäev: 21. veebruar 2015. a., allikas <https://designandmotion.net/siemens-plm/siemens-solid-edge/siemens-solid-edge-and-the-st7-release/>
- FilmmakerSpot. (12. jaanuar 2015. a.). *Best 3D Modeling Software (Complete List)*. Kasutamise kuupäev: 20. veebruar 2015. a., allikas <http://www.filmmakerspot.com/forums/resources/best-3d-modeling-software-complete-list.33/>
- Ghosh, A. (6. Veebruar 2015. a.). <http://www.wisegeek.com/what-is-3d-modeling.htm>. Kasutamise kuupäev: 22. Veebruar 2015. a., allikas <http://www.wisegeek.com/what-is-3d-modeling.htm>
- Gray, A. (kuupäev puudub). *Introduction to 3D Modeling*. Allikas: <http://www.animationarena.com/introduction-to-3d-modeling.html>

Hegenbart, J. (22. jaanuar 2014. a.). *3D computer graphics (in contrast to 2D computer graphics)* . Kasutamise kuupäev: 22. veebruar 2015. a., allikas <https://prezi.com/bmrhb59tkbb-/3d-computer-graphics-in-contrast-to-2d-computer-graphics-a/>

Kivi, K., Lüiste, A., Lips, A., Hunt, T., Annuka, H., & Letunovitš, S. (2011). *3D modelleerimine. CNC pink. Joonestamine*. Tallinn: Tiigrihüppe Sihtasutus.

MatterHackers. (26. August 2015. a.). *FINDING THE RIGHT 3D MODELING SOFTWARE FOR YOU*. Allikas: <https://www.matterhackers.com/articles/finding-the-right-3d-modeling-software-for-you>

Steve's DIGICAMS. (kuupäev puudub). *6 INDUSTRIES THAT USE 3D MODELING SOFTWARE*. Kasutamise kuupäev: 22. Veebruar 2015. a., allikas <http://www.steves-digicams.com/knowledge-center/how-tos/video-software/6-industries-that-use-3d-modeling-software.html#b>

Tinkercad. (kuupäev puudub). *Company Info / Tinkercad*. Kasutamise kuupäev: 23. veebruar 2015. a., allikas <https://www.tinkercad.com/about/>