



# 3D PRINTIMINE JA CAD MODELLEERIMINE

TTÜ Eesti Inseneripedagoogika Keskus  
ITT Group – Robolabor.ee  
Toetab: EDUKO programm

Raivo Sell, Kaupo Raid

© Robolabor (ITT Group OÜ) Tallinn 2015



[www.robolabor.ee](http://www.robolabor.ee)



27.08.2015

3

# 1. Päev (SOC 408 arvutiklass)



10:00 Päevakava ja koolituse sisu tutvustus  
 10:15 3D modelleerimine  
 10:45 SketchUp  
 11:30 Kohvipaus  
 11:45 Mudeli koostamine - praktilise töö alustamine

13:15 Lõuna

14:00 Praktiline töö  
 15:30 Kohvipaus  
 15:45 Praktiline töö jätkub  
 17:00 Mudeli esitatakse päeva lõpul juhendajale  
 Orienteeruv lõpp 17:15

27.08.2015

4

# 2. Päev (Mektory 111, oma arvuti)



9:00 Eelmise päeva meeldetuletamine  
 9:30 3D printimise ülevaade  
 10:45 Kohvipaus  
 11:00 Mudeli ettevalmistamine trükkimiseks

12:00 Lõuna

13:00 Objekti printimine 3DprinterOS kaudu  
 14:30 Kohvipaus  
 14:45 Printerid ja printimise protsess  
 16:00 Arutelud ja tunnistused  
 Orienteeruv lõpp 16:30



# 3D MODELLEERIMINE

---

## Mõisted

- CAD, CADD, CAE, CAM
- 2D disain
- 3D disain
- Mahtmudel
- Pindmudel
- Renderdamine



## Mõisted

- CAQ
- CAP
- CIM
- PDM
- CAiD
- CAAD
- CADD
- EDA
- API
- BIM
- FEM



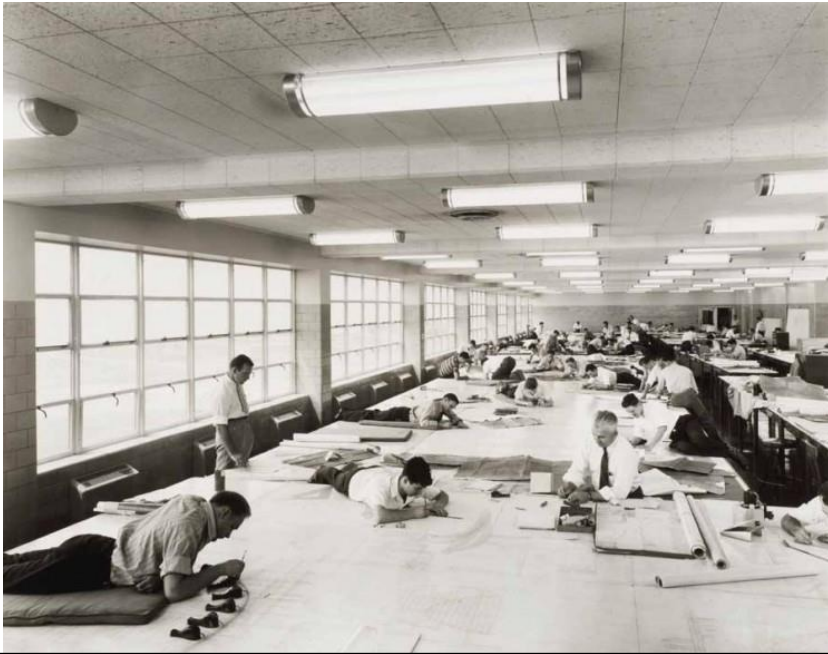
## Ajalugu

- Paberil tehnilised joonised (hea/halb?)
- Suur nõudlus: auto-, lennu-, kosmose- ja elektroonikatööstuses.
- DAC-1 (Design Augmented Computer)
- Founding of MCS
- ADAM design package
- Patrick J. Hanratty



27.08.2015

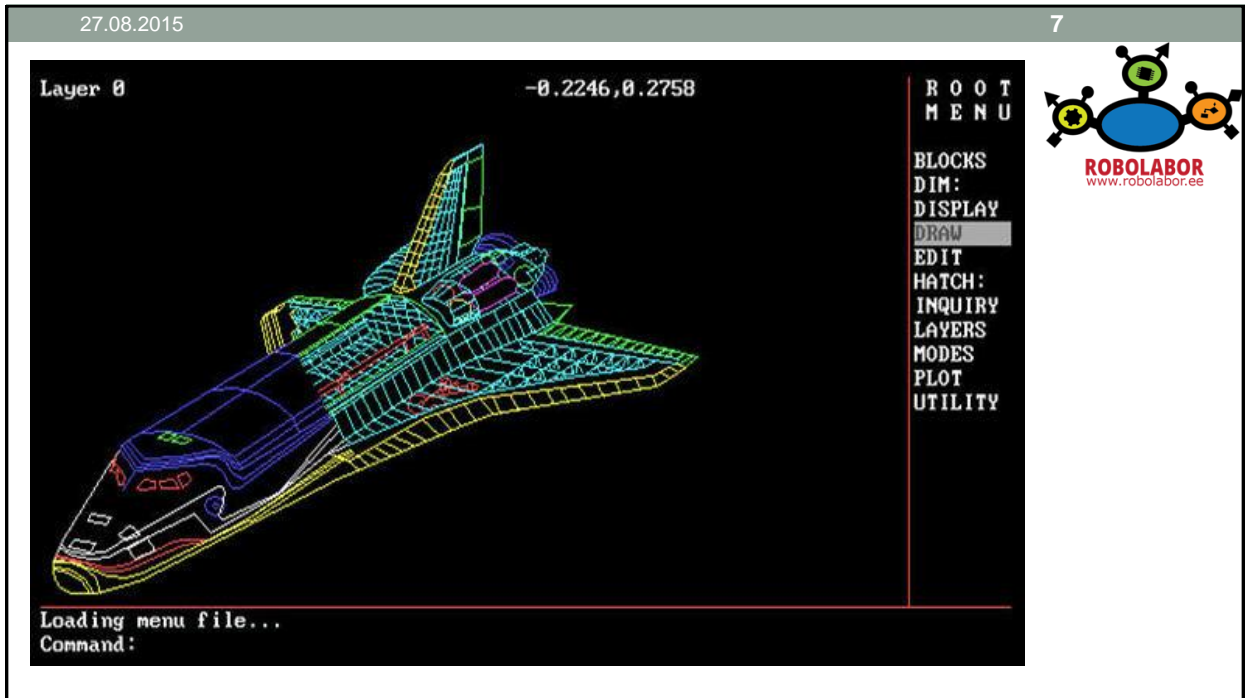
5



27.08.2015

6





27.08.2015 8

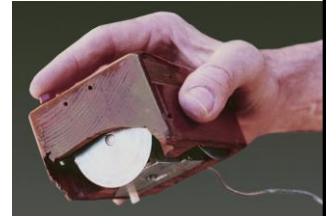
## 2D ja 3D disaini väljundid

- Rapid prototyping/production
  - Plotter
  - CNC frees
  - Laser lõikur
  - 3D printer
- Mängud ja filmid (CGI)
  - Mängude tegelaskujud ja 3D maailmad
  - Filmide vürsitamine efektidega
- 3D laser skanneerimine
  - Reaalsete objektide digitaliseerimine
  - Prototüüpimine

ROBOLABOR  
www.robolabor.ee

## Arvutihiire areng

- Valguspliats (Stylus eelkäija)
- Esimene leiutaja Douglas Engelbart – 1963
- Koostas Bill English 1968
- Esimene optiline hiir 1982
- Esimene laser hiir 2004
- 3D hiir
  - Parem objekti tunnetus
  - Suurem produktiivsus disainimisel
  - Lisanupud/lühiteed



## Küsimused

- Mitu vabadusastet on 3D hiirel “Spacepilot Pro” ?
- Milliseid 3D programme teab/oskab?



27.08.2015

11

# CAD programmid

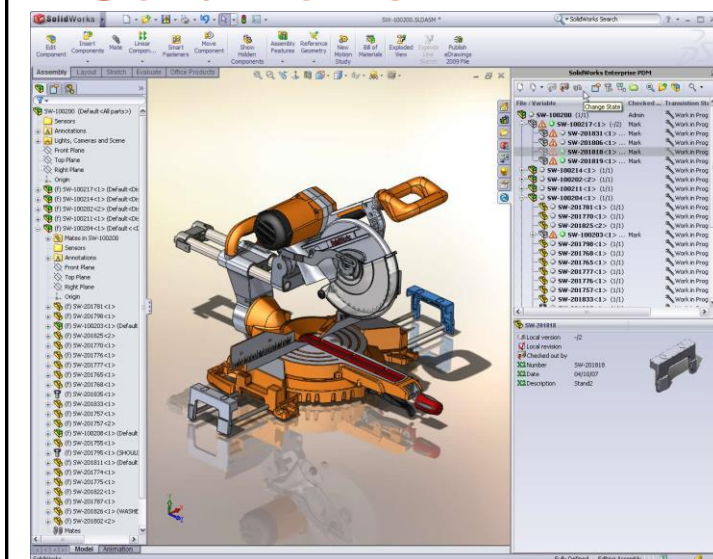


- Tasulised
  - SolidWorks
  - Solid Edge
  - Autodesk (Inventor, 3ds Max, Maya, AutoCAD)
- Tasuta ja pool tasulised
  - SketchUp
  - Autodesk 123D
  - TinkerCad
  - Blender
  - OpenSCAD
  - FreeCAD

27.08.2015

12

# SolidWorks

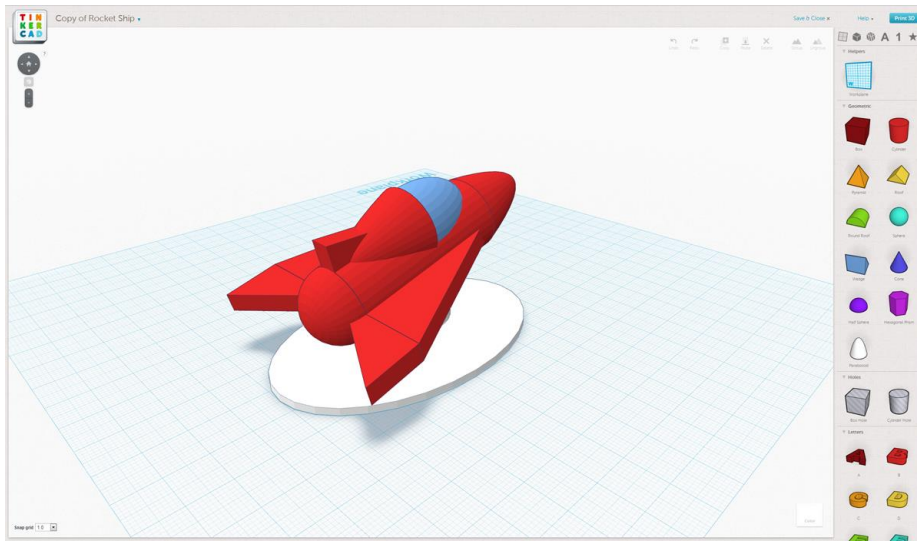




27.08.2015

13

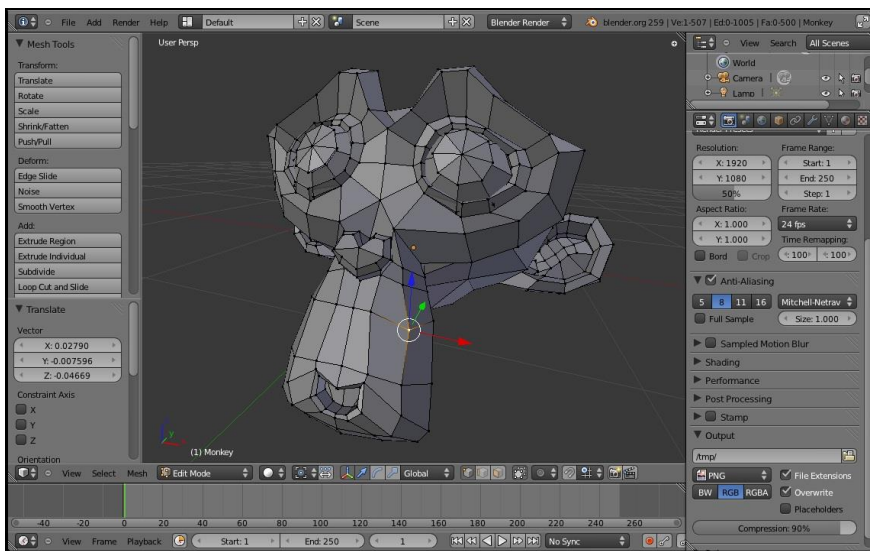
# TinkerCad & 123D



27.08.2015

14

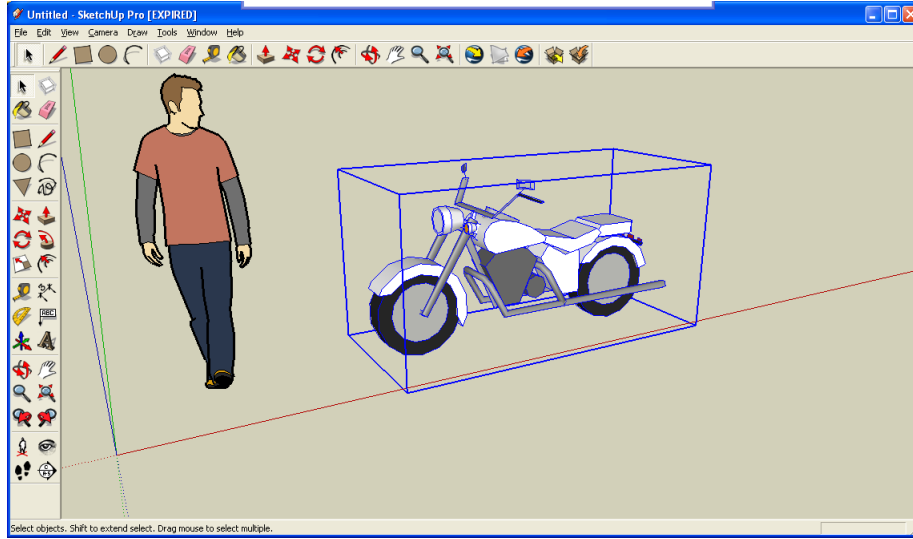
# Blender



27.08.2015

15

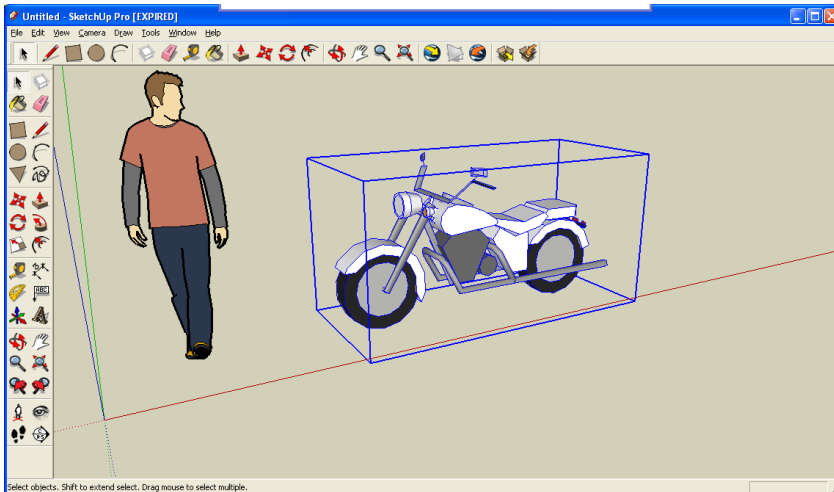
# SketchUp



27.08.2015

1

# SketchUp Make



27.08.2015

2

## Programmi olemus



- Pindade põhine 3D modelleerimistarkvara
- Toetab suur kasutajate kommuun
- Suur olemasolevate 3D mudelite kogu
- Palju laiendusi ehk pistikprogramme (Sketchup Extension Warehouse)
- Olemas kahe versioonina: Make & Pro

# Kasutajaliides

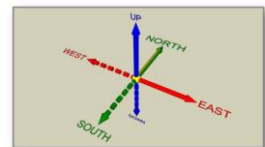


- Graafilise liidese kohandamine
  - Esmane käivitus -> Vali template 3D printing (mm)
  - View -> Toolbars -> Large Tool Set, Views, Section, Styles, Solid Tools\*\*
  - Muuta printitava ruumi mõõtmed -> Parem klikk kastil-> Dynamic components-> Component options
- Navigeerimine
  - Orbit, Pan, Zoom (Pan -> Shift + Keskmise klikk)
  - Objekti peitmiseks-> Parem klikk-> Hide
  - Objekti tagasi nähtavaks saab-> View ->Hidden Geometry-> Parem klikk objektile-> Unhide

# Tööriistade kasutamine



- 2D joonestamine (Sketch)
  - Line, Freehand, Rectangle, Rotated Rectangle, Circle, Polygon, Arc, 2-Point Arc, 3-Point Arc, Pie, Offset
  - Teljed: Punane (X), Roheline (Y), Sinine (Z)
  - Mõõtmestamine
    - Tiri ja tõmba (Vajadusel lisa "dimension")
    - Joonte tegemisel tipi sisse number ja vajuta enter
    - Ristküliku tegemisel tipi vormis [mõõde 1; mõõde 2]
- 2D tirimine 3D-ks
  - Push/Pull, Follow me
  - Move, Rotate
  - Scale



# Tööriistade kasutamine



- Täpsete mõõtmete lisamine
  - Protractor, Tape Measure, Dimensions
  - Kasuta võimalusel juba 2D joonestamisel õigeid mõõtmeid ja nurki.
- Abivahendid
  - Eraser
  - Make Component/Group
  - Paint Bucket

# KÜSIMUSED?

---



## Harjutused



1. Koostada karp koos kaanega. Peab koosnema kahest eraldi komponendist.
2. Kasutades erinevaid tööriistu disainida 2D joonise järgi mudel (Joonise link...)
3. Etteantud objekti koopia disainida arvutisse (Kasutada supplerit mõõtmete võtmisel!)

## Isikliku mudeli disain



- Mudeli temaatika: Praktiline asi õpetaja laual.
- Mõõtmetelt jääma 100x100x100mm kasti sisse
- Vältida väga õhukesi seinu (>1mm)
- Vältida kõrgeid peenikesi torne
- Mudel peab olema max 25g. Vajadusel saab skaleerida
- Mudelite ühine ülevaatamine kell xx.xx

# Mudel STL formaati

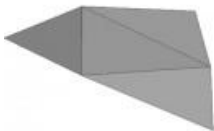


- Mudel on esialgselt “.skp” formaadis
- 3D Printerite tarkvarad kasutavad “.stl” formaati
- Sketchup puhul on vaja pistikprogrammi
- File -> Export STL
- STL ehk stereolitograafia fail kujutab 3D mudelit kolmnurkadest koosneva pinnana

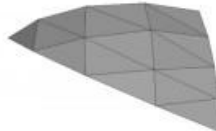
# Mudel STL formaati



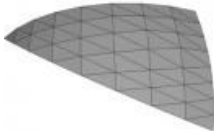
Iteration 1: 4 triangles



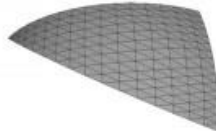
Iteration 2: 16 triangles



Iteration 3: 64 triangles



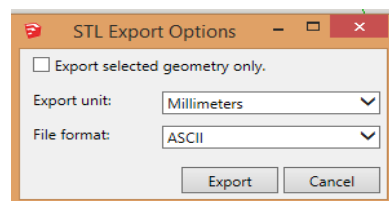
Iteration 4: 256 triangles



Iteration 5: 1024 triangles



Iteration 6: 4096 triangles





# 3D MODELLEERIMISE NIPID

---



## Üldine meespea

- Lühiteede kasutamine ("Ctrl + z" on sõber)
- Kasutada juba vara gruppe ja komponente
- Kasutada olemasolevaid pindu, ääri ja punkte abistavate elementidena.
- Salvesta töö perioodiliselt
- Telgesid saab lukustada nooleklahvidega
- Üks klikk, Topelt klikk ja kolmekordne klikk



## 2D jooniste koostamine



- Kasutada võimalikult palju abijooni (tap measure & protractor)
- Täpse mudeli jaoks peavad kõik mõõtmed olema defineeritud
- Kustukumm aitab tihti liigseid jooni ohjeldada

## 3D



- SketchUp lubab ka 3D-s joonestada (Jälgima peab telgede suundi)
- Ebamääraselt asetseva mudeli jaoks saab teljed ümber sättida
- Lahtisi külgesi ei tohi jääda!
- Omavahel lõikuvate komponentide pinnad tekitavad printimisel probleeme