

RoboDK juhend

UR10 robotkäega saviprintimise jaoks

RoboDK kasutajaliides	2
Ettevalmistavad tegevused RoboDK-s (saab teha ilma robotiga ühendamata)	3
Uue ekstruuderi lisamine	3
Robotkäe liikumise limiidid	5
STL faili printimine (sisseehitatud Slic3r)	6
G-koodi import	16
Collision check	17
Tegevused robotkäega	19
RoboDK robotiga ühendamine	19
Enne pumba ja ekstruuderi ühendamist robotiga	22
Programmi käivitamine robotil	24

RoboDK kasutajaliides

Parema hiireklahviga lohistamine muudab vaatenurka.

Keskmise hiireklahviga lohistamine muudab vaadatavat ala.

Rullik zoomib vaadet.

ALT-klahvi all hoides saab hiirega liigutada objekte (liigeseid, tööriista) ruumis kasutades nende *origin* punktis olevaid nooli.

Ettevalmistavad tegevused RoboDK-s (saab teha ilma robotiga ühendamata)

Uue ekstruuderli lisamine

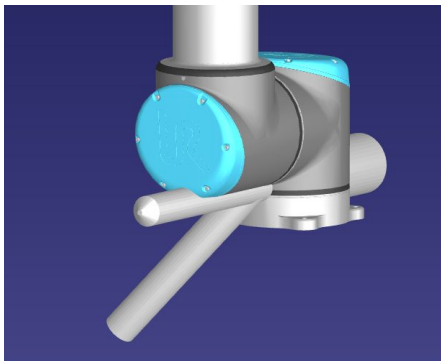
Kui kasutad ekstruuderit, millest veel pole RoboDK-s tööriista loodud, siis peaksid selle ise looma. Selleks joonesta tööriista mudel CADis. Robotkäe külge kinnitamise plaadi keskpunkt peaks olema koordinaadistiku keskpunktis, nii, et kinnitusplaat on XY tasapinnal ja tööriist Z pluss poolel. Siis tuleb roboti kinnitus õige. Tööriista "töötav" punkt määratakse hiljem RoboDK-s, joonestamise ajal on oluline ainult kinnituspunkt. Salvesta tööriista mudel STL failiks.

Tee koopia RoboDK "station" failist. Ava uus koopia. Leia objektide puus UR10 all olemasolev ekstruuder, tee selle nimel paremkliki ja Delete.



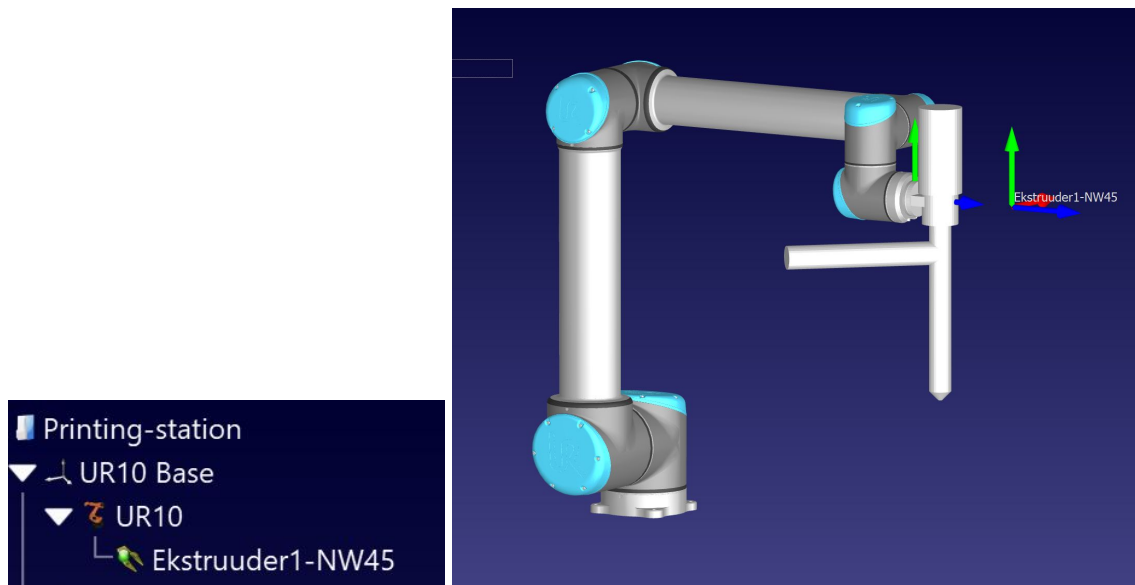
Ava "Load file (local)" nupuga

uue tööriista STL.

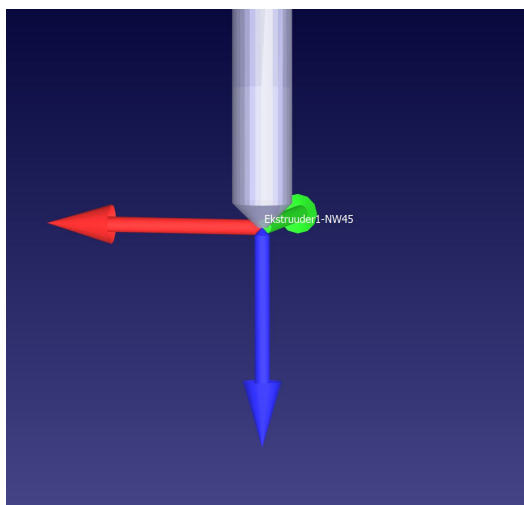


Tööriist tekib suvalisse kohta.

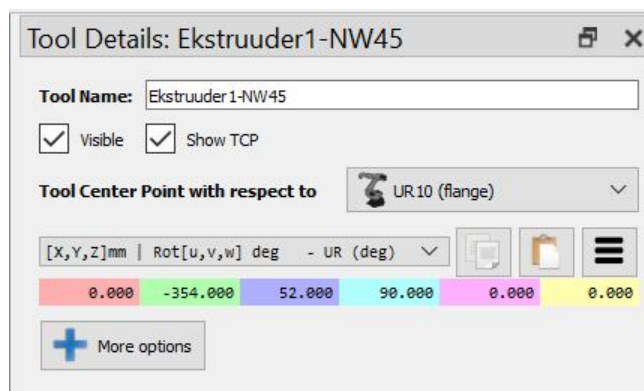
Lohista tekkinud objekt puus UR10 roboti peale. Sellega tehakse temast automaatselt tööriist. Tööriist muudab nüüd ise asukohta. Kinnitus peaks tulema õige, kui järgisid joonestamise kohta käinud juhiseid.



Tee topletkliik tööriistaga koos tekkinud XYZ nooltel. Paremas servas avaneb paneel, kus saad arvusid muuta, et "*Tool center point with respect to UR10 (flange)*" saaks õigeks.



Nooltekomplekt peab saama printimisotsiku juurde nii, et Z (sinine) nool näitab otsikust välja.

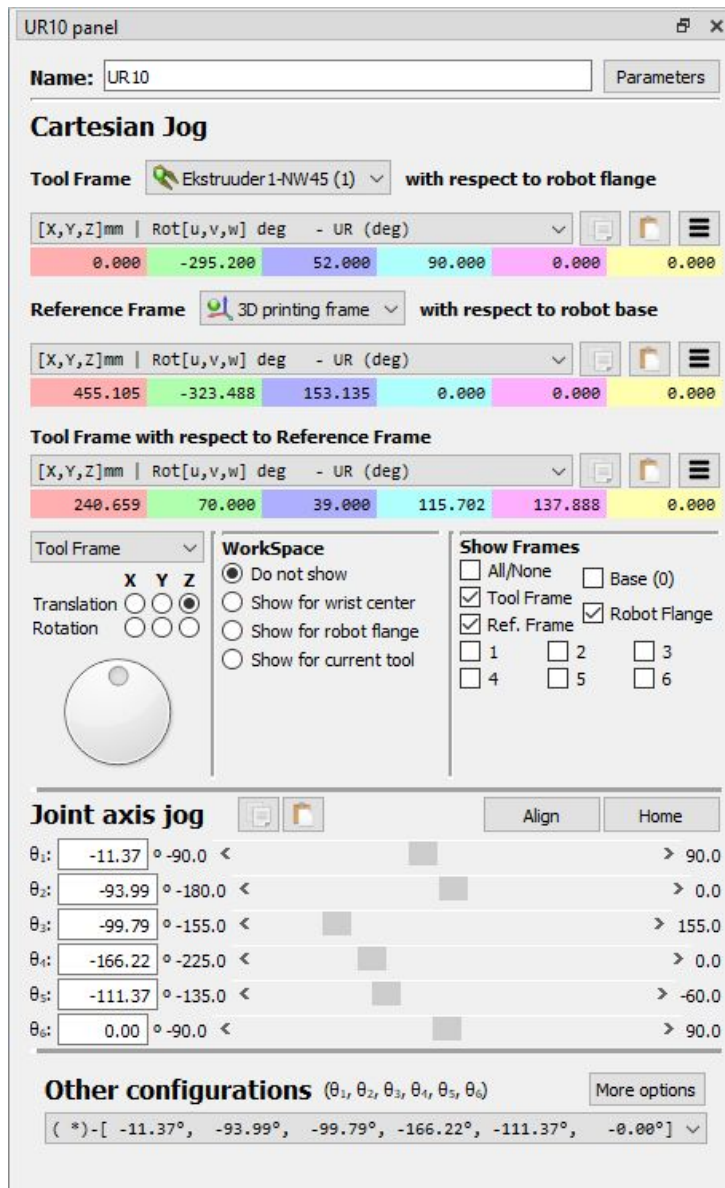


Salvesta *station* fail edaspidi kasutamiseks.

Robotkæe liikumise limiidid

Topeltklikk robotil avab tema paneeli paremal.

"**Joint axis jog**" *sliderite* otstes on liikumisulatuse limiidid. Need tuleb seada nii, et robot ei keeraks voolikut ümber enda, aga printimine oleks võimalik.



Minu katses sobisid järgmise väärtused, neid võib olla vaja mõne suurema printitöö jaoks korrigeerida:

- 1: -90 90
- 2: -180 0
- 3: -155 155
- 4: -225 0
- 5: -135 -60
- 6: -90 90

Simulatsioonis saad *slideride* liigutada ja näha, kus liimit ette tuleb.

Miimume ja maksimume saab muuta, kui teha topeltklikk ühel neist tulpadest *sliderite* otstes, avaneb aken kas kõigi miinum või kõigi maksimumväärtustega.

Nende liimitega sobiv Home positsioon:

0 | -90 | -45 | -225 | -100 | 0
(salvestatud olemasolevas Workstationis).

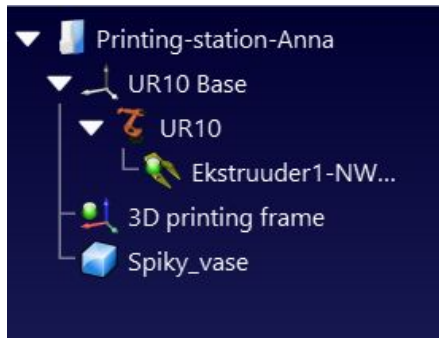
STL faili printimine (sisseehitatud Slic3r)

1. Ava RoboDK UR10-printing-station-[sobiv ekstruuder] *station* fail - seal on ette valmistatud robot ja ekstruuder mudel.



2. Vajuta "*Load file (local)*" nuppu.

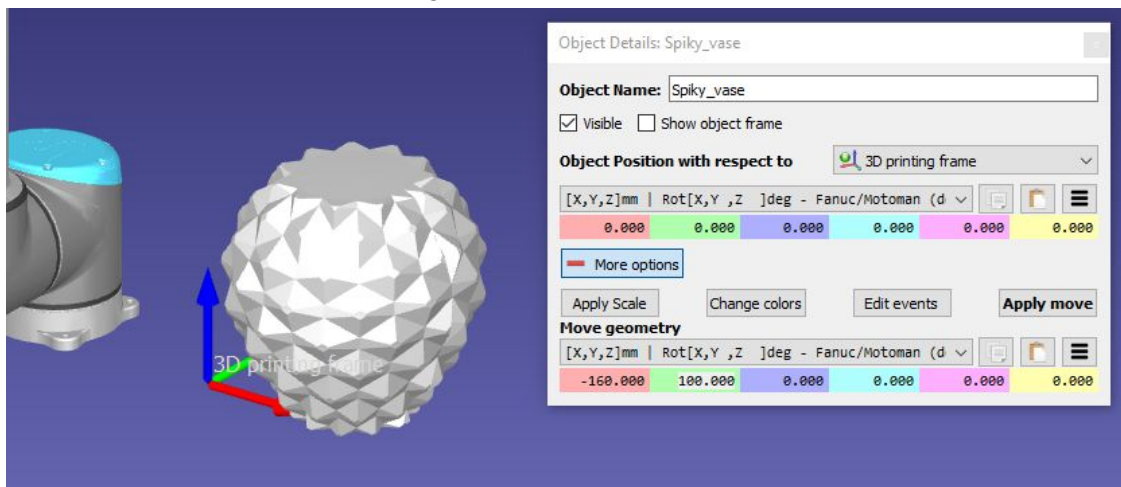
3. Ava oma printitava objekti STL fail. Objekt tekib vasakul asuvasse puusse.



4. Lohista puus oma objekt "3D printing frame" peale, nii, et ta muutuks selle alla kuuluvaks.

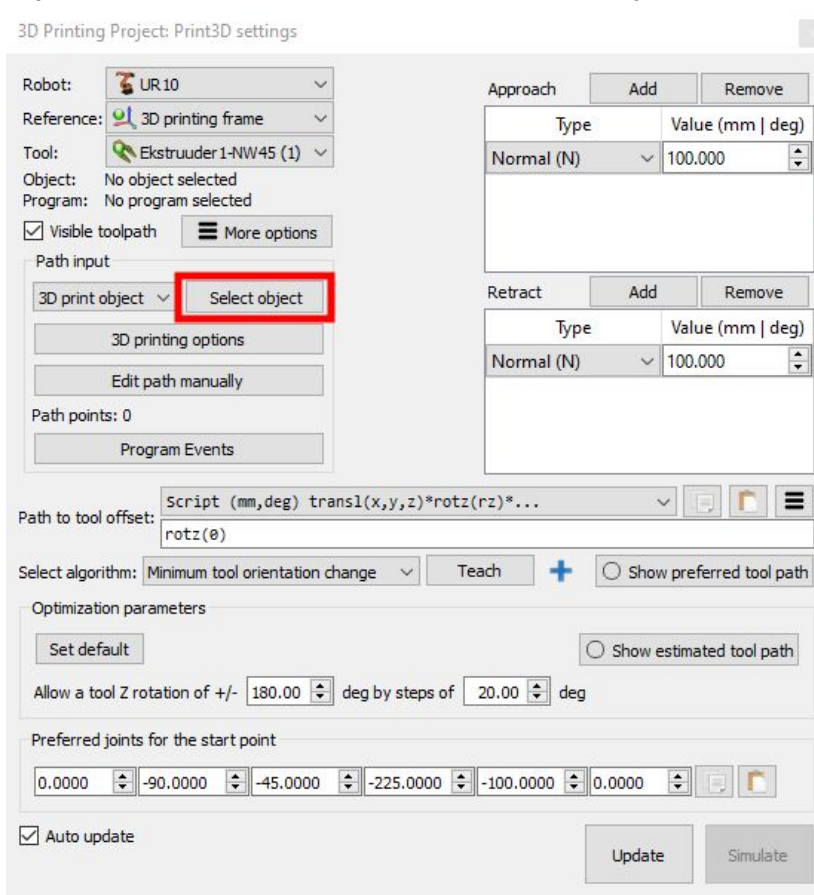


- Kui soovid tee STL objektile topeltklakk, saad selle asukohta muuta ja "More options" alt ka näiteks "Apply scale" nupuga suurust muuta.



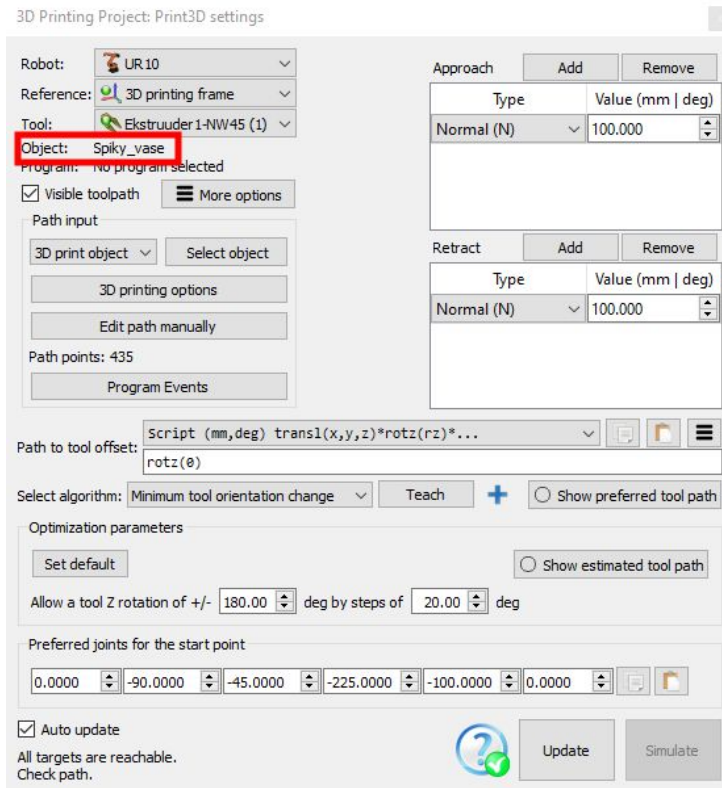
- Ava menüüst **Utilities** -> **3D print project**.

- Vajuta avanenud modaalaknas nuppu "Select object". Aken peaks eest ära kaduma.

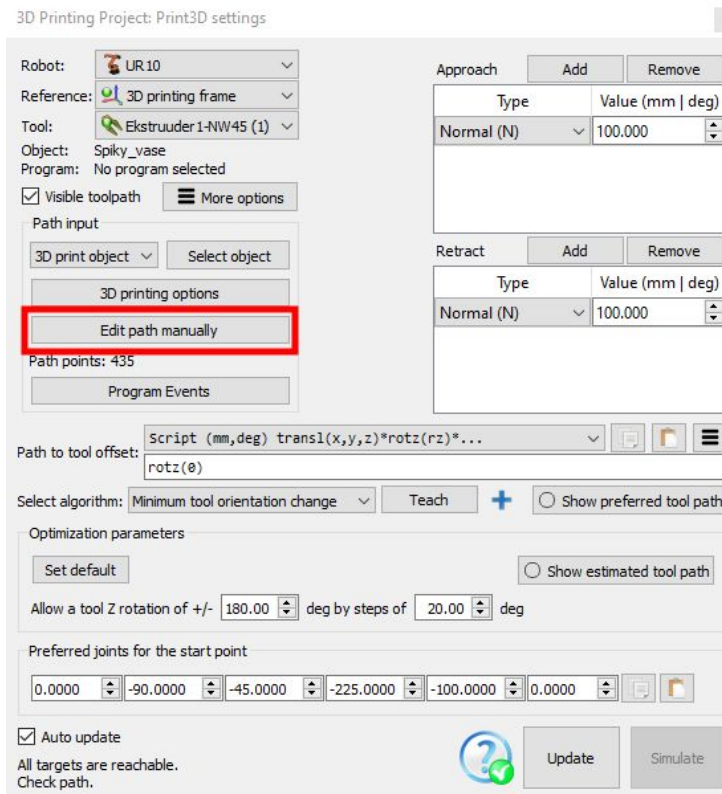


- Nüüd tee **topeltklakk oma objektile** (mudelil, mitte nimel). Natukese mõtlemise järel peaks tagasi ette tulema eelnevalt nähtud modaalaken.

9. Nüüd vajuta modaalaknas nuppu "**Update**". Peale mõningast mõtlemist peaks tekkima aknas reale "**Object:**" sinu objekti nimi.

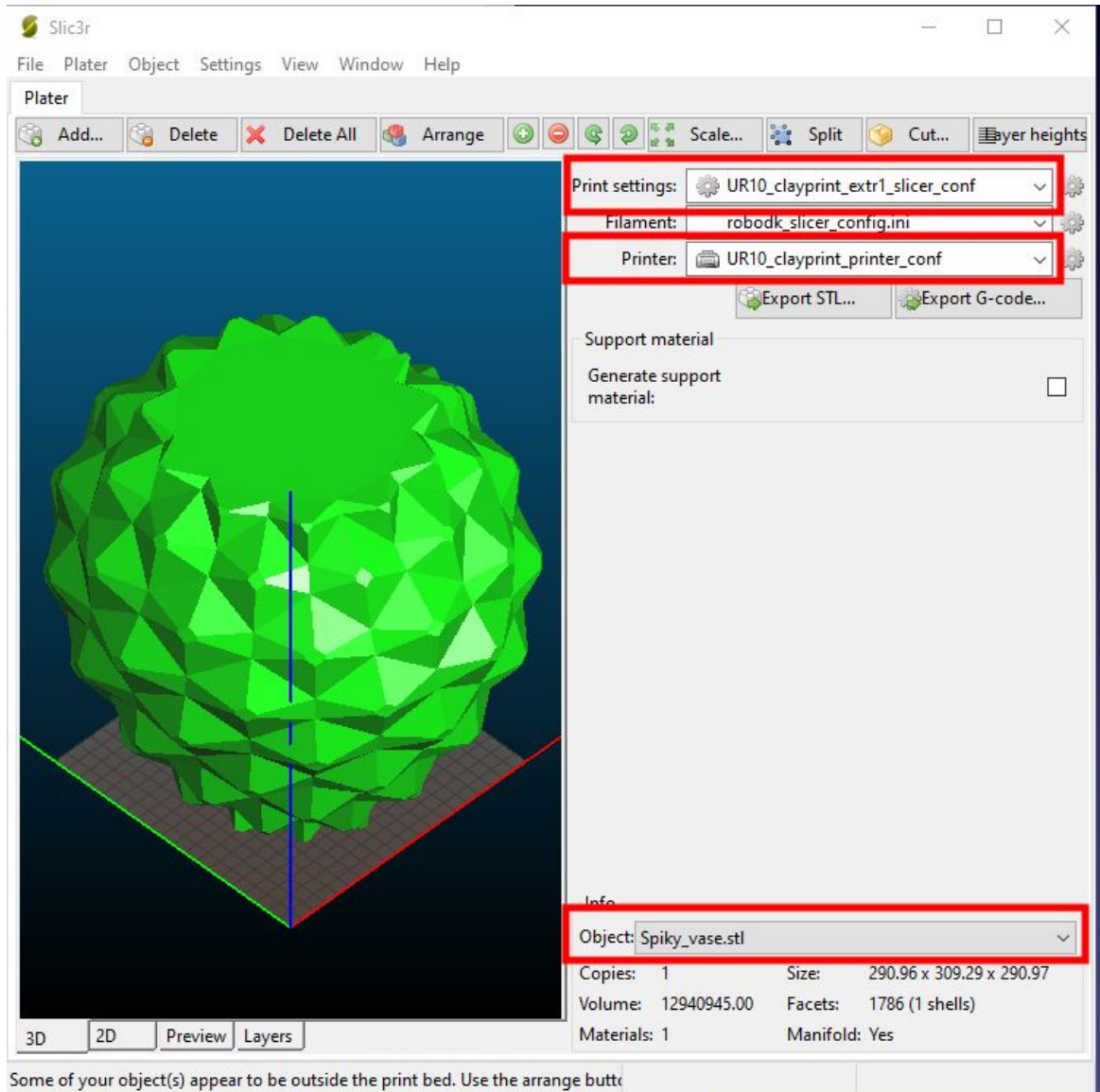


10. Vajuta nuppu "**Edit path manually**".



11. Avaneb Slic3r tarkvara.

"**Print settings**" ja "**Printer**" saab valida varem salvestatud konfiguratsiooni.
"**Object**" rippmenüüs vali oma STL.



Tegin konfiguratsioonid prinditööle *UR10_clayprint_extr1_slicer_conf* ja printerile *UR10_clayprint_printer_conf*, mis võiksid olla aluseks robotkäe ja esimese ekstruuderiga printimiseks.

Tõenäoliselt on kasulik enda vajaduste järgi muudetud konfiguratsioonid salvestada oma nimega.

RoboDK konfiguratsioonid, mis neis lahtrites vaikimisi näidatakse ei säilita miskipärast muudatusi peale arvuti restarti.

12. Slic3r-i Settings menüü kaudu saad seadistusi muuta.

Olulised kohad "Print settings" osas:

UR10_clayprint_extr1_sli

Layers and perimeters
Infill
Skirt and brim
Support material
Speed
Multiple extruders
Advanced
Output options
Notes
Shortcuts

Layer height
Layer height: 4 mm
First layer height: 4 mm or %
Use adaptive slicing:
Adaptive quality: 100 %
Match horizontal surfaces:

Vertical shells
Perimeters: 1 (minimum)
Spiral vase:

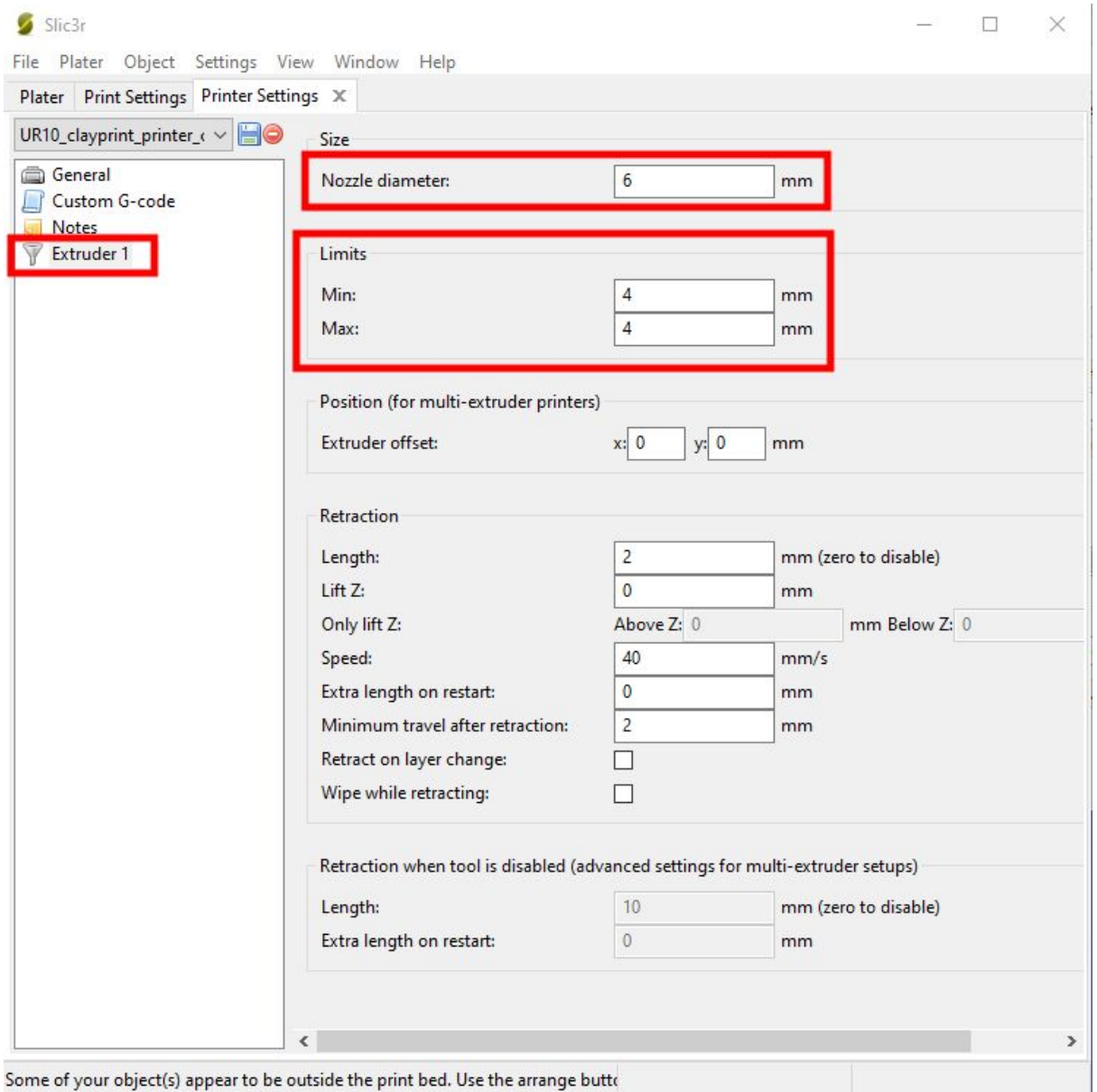
Horizontal shells
Solid layers: Top: 0 Bottom: 0

Quality (slower slicing)
Extra perimeters if needed:
Avoid crossing perimeters:
Detect thin walls:
Detect bridging perimeters:

Advanced
Seam position: Nearest
External perimeters first:

Some of your object(s) appear to be outside the print bed. Use the arrange buttu

Olulised kohad “*Printer settings*” osas:



Pane tähele: Slic3r tarkvara ei taha 1-st millimeetrist suuremate kihikõrgustega ootuspäraselt töötada¹. Sellest veast mööda pääsemiseks tee järgmist:

- **Print settings** aknas märgi kindlasti ära “**Use adaptive slicing**”. Määra esimese kihi kõrgus samas aknas.
- **Printer settings** aknas mine vasakul tulbas alajaotusesse “**Extruder 1**”. **Limits** alajaotuses pane “**min**” ja “**max**” väärtused ühesugused ja sellised nagu kihipaksust soovid.

Peale muutmist küsitakse, kas salvestada .ini fail üle - otsusta teadlikult, kas teed uue .ini faili või salvestad olemasoleva üle.

¹ <https://github.com/slic3r/Slic3r/issues/4516>

13. Sulge Slic3r aken.

Vajuta *3D printing project setting* aknas nuppu **Update**.

Nupu kõrvale tekib roheline või punane ikoon ja akna allserva tekst, mis ütleb, kas objekti printimiseks vajalik teekond õnnestus välja kalkuleerida või mitte.

3D Printing Project: Print3D settings

Robot: UR10
Reference: 3D printing frame
Tool: Ekstruuder1-NW45 (1)
Object: Spiky_vase
Program: Print3D

Visible toolpath More options

Path input
3D print object Select object
3D printing options
Edit path manually
Path points: 57532
Program Events

Approach Add Remove

Type	Value (mm deg)
Normal (N)	100.000

Retract Add Remove

Type	Value (mm deg)
Normal (N)	100.000

Path to tool offset: `Script (mm,deg) transl(x,y,z)*rotz(rz)*...`
`rotz(θ)`

Select algorithm: Minimum tool orientation change Teach + Show preferred tool path

Optimization parameters
Set default Show estimated tool path

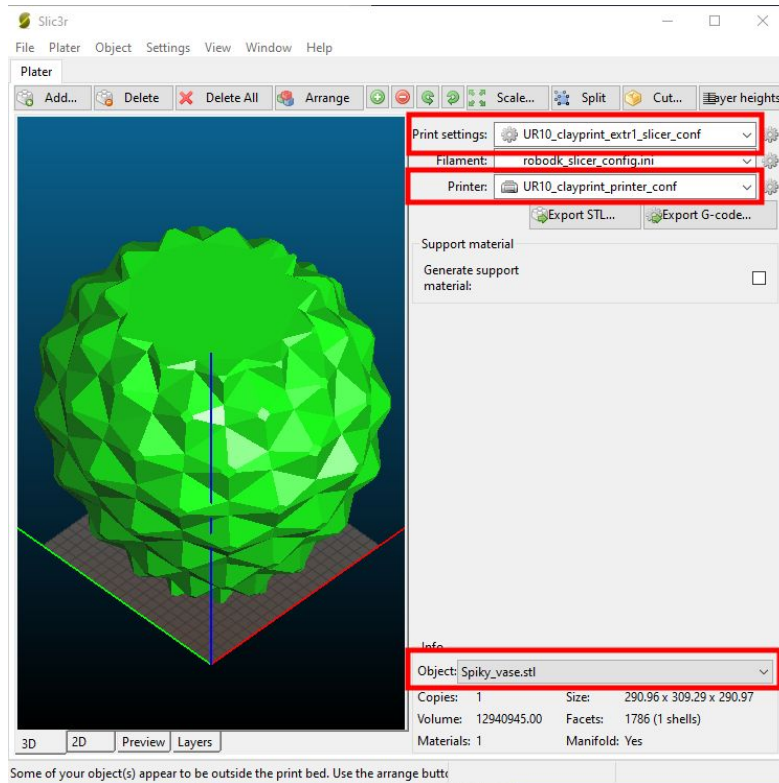
Allow a tool Z rotation of +/- 180.00 deg by steps of 20.00 deg

Preferred joints for the start point
0.0000 -90.0000 -45.0000 -225.0000 0.0000 0.0000
Set default Set current -21.1, -127.8, -46.5, -185.7, -121.1, -0.0

Auto update

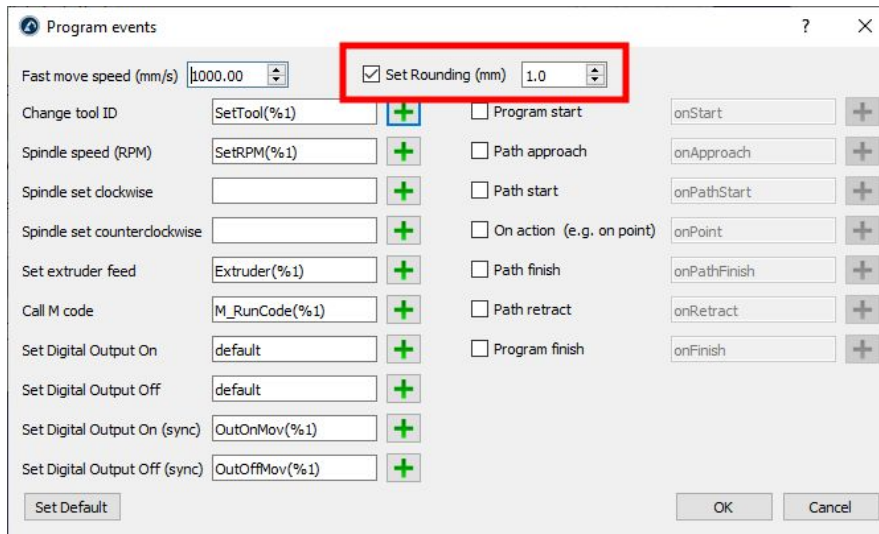
The robot cannot reach all targets in the path. ✘ Update Simulate

Pane tähele: Kui vajutate uuesti nuppu **“Edit path manually”**, siis *Print settings* ja *Printer* konfiguratsiooni valikud lähevad tagasi *robodk_slicer_config.ini* peale. Pead need valikud uuesti tegema.



14. Nüüd vajuta nuppu **"Program events"**.

Siin aknas on oluline väärtus **"Set rounding"**. See väärtus teeb g-koodis kirjeldatud sirgjoonelistele liikumistele vahelised nurgad vastava raadiusega ümaraks. Kui rounding on null, siis toimub igas nurgas masina peatamine hetkeks ja liikumine on jõnksutav. Kui rounding on nullist erinev, siis saab robot sujuvamalt liikuda.

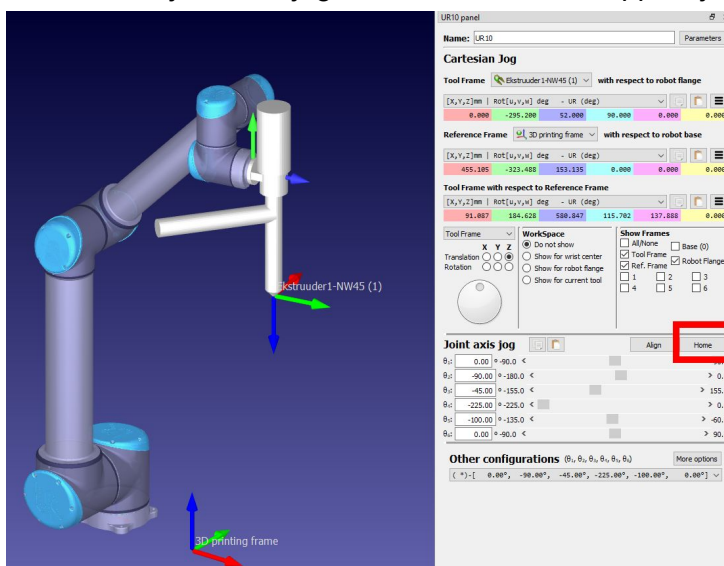


Paraku **rounding** valikuga kaasneb probleem, millele ei ole õnnestunud lahendust leida. Kui g-koodis on mingi sirgjooneline liikumine lühema distantsiga kui 2 kordne rounding väärtus, siis roboti kontrolleri logis ilmub error ja samal ajal liigub jõnksuga.

15. Sulge **"Program events"** aken.

16. Ära **3D printing project settings** akent veel sulge.

Liiguta robot asendisse, kus tööriist on roboti teiste osade suhtes heas asendis - piisavalt eemal. Salvestasin ta home positsiooniks ühe võimaliku, kui teed **topletkliki robotil**, siis "joint axis jog" kõrval on **"Home"** nupp, vajuta näiteks seda.



17. Nüüd 3D printing project settings aknas on rida **"Select algorithm: Minimum tool orientation change"**, vajuta selle kõrval nuppu **"Teach"**, siis jäetakse tööriista asend meelde ja on lootust, et ei looda programmi, kus see roboti osadega kokku pörkama hakkab.

3D Printing Project: Print3D settings

Robot: UR10
Reference: 3D printing frame
Tool: Ekstruuder1-NW45 (1)
Object: silinder-test
Program: Print3D

Visible toolpath More options

Path input
3D print object Select object
3D printing options
Edit path manually
Path points: 18018
Program Events

Approach Add Remove

Type	Value (mm deg)
Normal (N)	100.000

Retract Add Remove

Type	Value (mm deg)
Normal (N)	100.000

Path to tool offset: `Script (mm,deg) transl(x,y,z)*rotz(rz)*...`
`rotz(0)`

Select algorithm: **Minimum tool orientation change** Teach + Show preferred tool path

Optimization parameters
Set default Show estimated tool path
Allow a tool Z rotation of +/- 180.00 deg by steps of 20.00 deg

Preferred joints for the start point
0.0000 -90.0000 -45.0000 -225.0000 270.0000 0.0000
Set default Set current -35.7, -78.3, -107.6, -174.1, 244.3, -0.0

Auto update Update Simulate

18. Vajuta *3D printing project settings* aknas nuppu **“Update”**.
Akna allservas näidatakse kas tööriista teekond oli võimalik luua või mitte.

3D Printing Project: Print3D settings

Robot: UR10
Reference: 3D printing frame
Tool: Ekstruuder1-NW45 (1)
Object: Spiky_vase
Program: Print3D

Visible toolpath More options

Path input
3D print object Select object
3D printing options
Edit path manually
Path points: 57532
Program Events

Approach Add Remove

Type	Value (mm deg)
Normal (N)	100.000

Retract Add Remove

Type	Value (mm deg)
Normal (N)	100.000

Path to tool offset: `Script (mm,deg) transl(x,y,z)*rotz(rz)*...`
`rotz(θ)`

Select algorithm: Minimum tool orientation change Teach + Show preferred tool path

Optimization parameters
Set default Show estimated tool path

Allow a tool Z rotation of +/- 180.00 deg by steps of 20.00 deg

Preferred joints for the start point
0.0000 -90.0000 -45.0000 -225.0000 0.0000 0.0000
Set default Set current -21.1, -127.8, -46.5, -185.7, -121.1, -0.0

Auto update

The robot cannot reach all targets in the path. ✘ Update Simulate

Kui Update andis vastuseks ebaõnnestumise, siis proovi muuta printitava mudeli asukohta robotkäe suhtes.

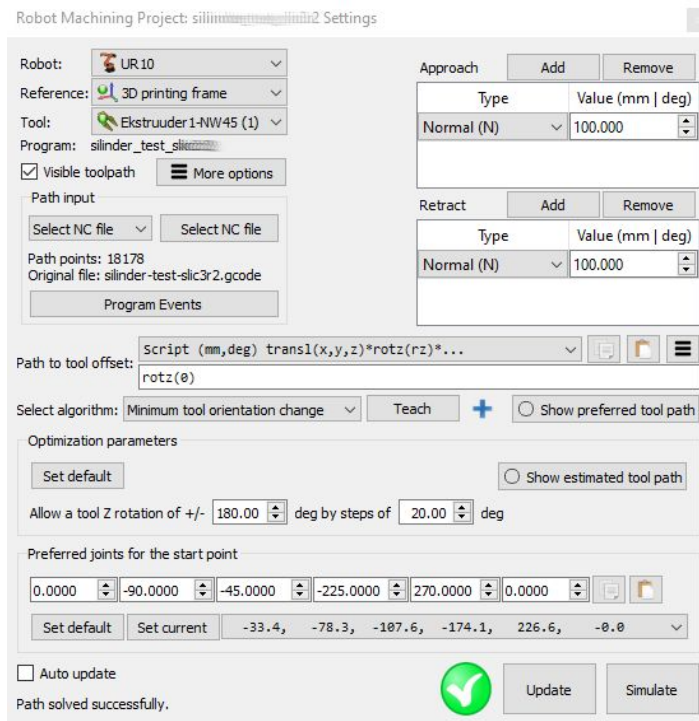
Kui Update õnnestus, siis võid käivitada simulatsiooni või akna sulgeda.

Liigu edasi Collision check sammu juurde.

G-koodi import

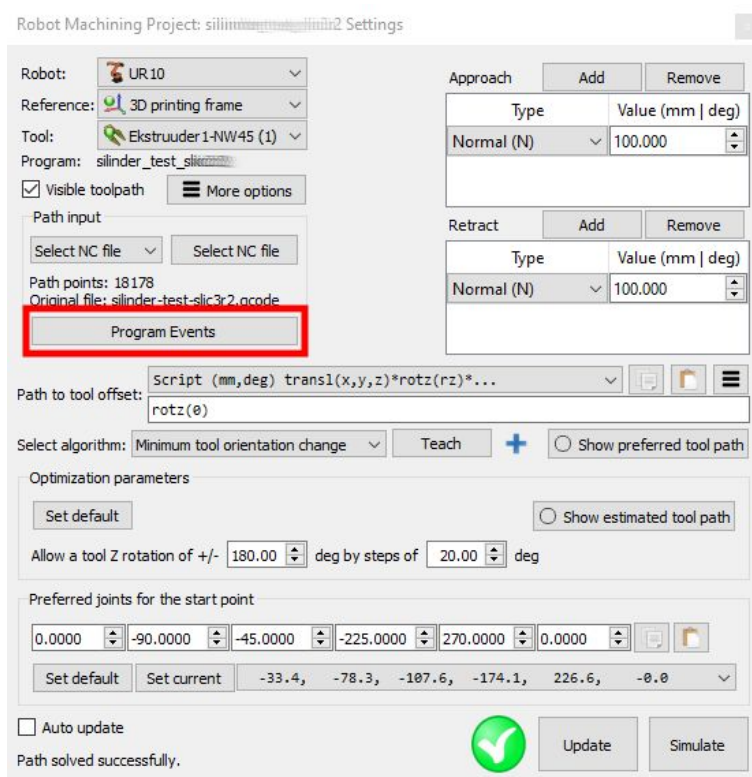


1. Ava nupuga "**Open file (local)**" oma g-koodi fail.
2. Avaneb modaalaken "**Robot machining project: [sinu faili nimi] Settings**".

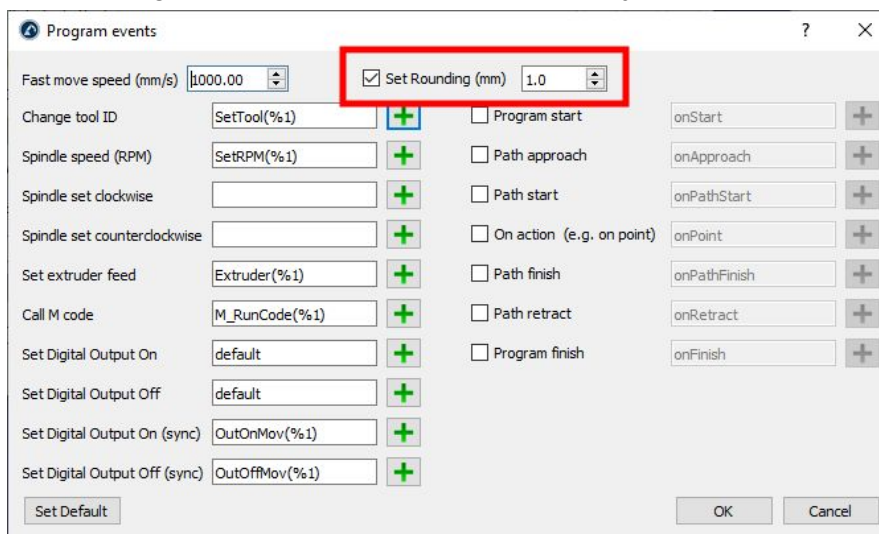


3. Vajadusel liiguta RoboDK **3D printing frame** asukohta ruumis - sellest sõltub g-koodi täitmise asukoht. Liigutamiseks hoida all ALT klahvi ja liiguta *frame*'i XYZ nooli.

4. Vajuta "Robot machining project: Settings" aknas nuppu "Program events".



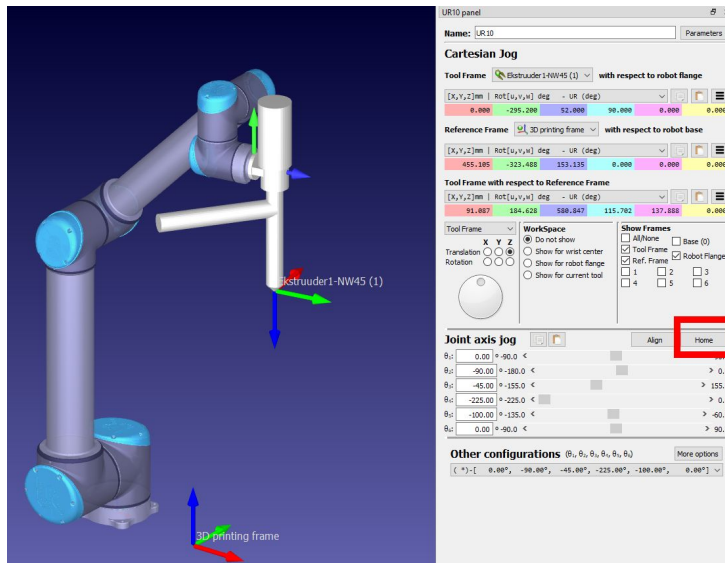
Siin aknas on oluline väärtus "**Set rounding**". See väärtus teeb g-koodis kirjeldatud sirgjoonelistele liikumistele vahelised nurgad vastava raadiusega ümaraks. Kui rounding on null, siis toimub igas nurgas masina peatamine hetkeks ja liikumine on jõnksutav. Kui rounding on nullist erinev, siis saab robot sujuvamalt liikuda.



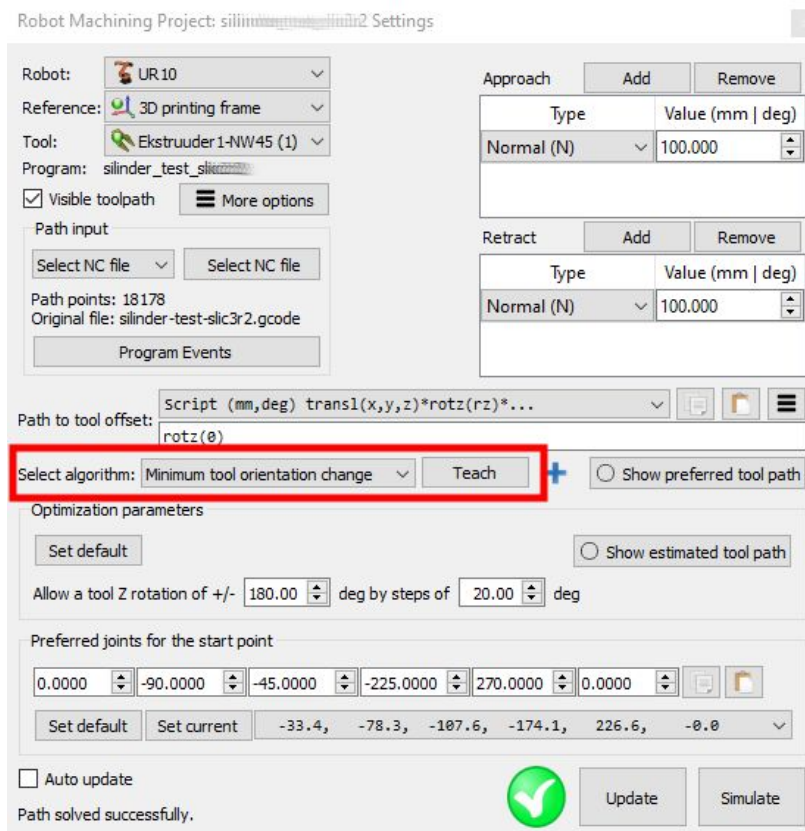
Paraku **rounding** valikuga kaasneb probleem, millele ei ole õnnestunud lahendust leida. Kui g-koodis on mingi sirgjooneline liikumine lühema distantsiga kui 2-kordne **rounding** väärtus, siis roboti kontrolleri logis ilmub error ja samal ajal liigub jõnksuga.

- Liiguta robot asendisse, kus tööriist on roboti teiste osade suhtes heas asendis - piisavalt eemal võimalikest kokkupõrkeolukordadest ja kõrgemal prinditavast kehast.

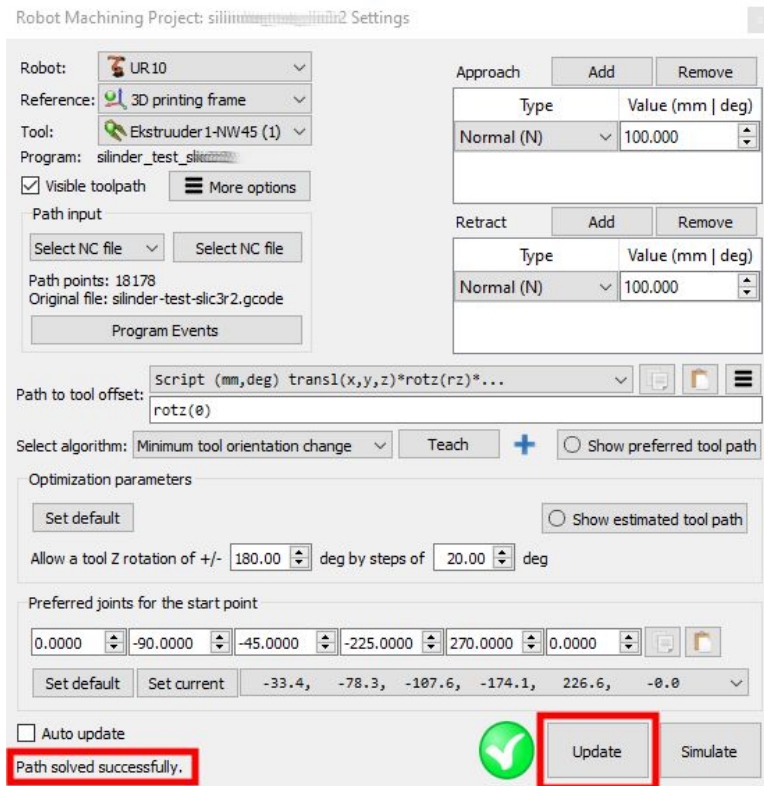
Salvestasin roboti *home* positsiooniks ühe võimaliku. Kui teed topletkliki robotil, siis "*joint axis jog*" kõrval on "**Home**" nupp, vajuta seda.



- "*Robot machining project: Settings*" aknas on rida "**Select algorithm: Minimum tool orientation change**", vajuta selle kõrval nuppu "**Teach**", siis jäetakse tööriista asend meelde ja on lootust, et ei looda programmi, kus see roboti osadega kokku pörkama hakkab.



7. Vajuta "Robot machining project: Settings" aknas nappu "Update".
Akna allservas näidatakse kas tööriista teekond oli võimalik luua või mitte.



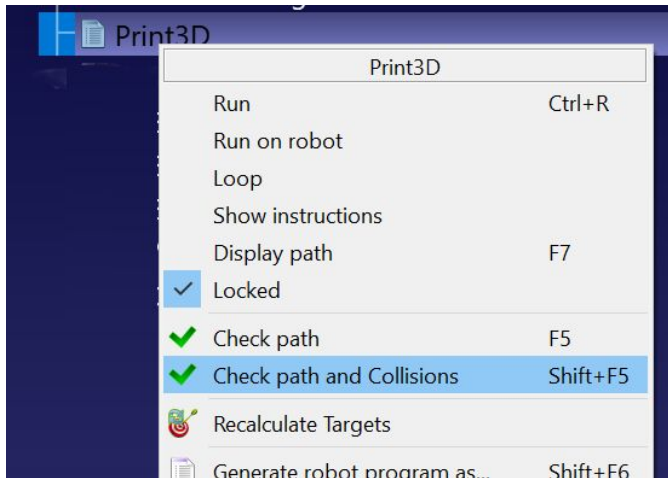
Kui Update andis vastuseks ebaõnnestumise, siis proovi muuta printitava mudeli asukohta robotkäe suhtes.

Kui Update õnnestus, siis võid käivitada simulatsiooni või akna sulgeda.

Liigu edasi Collision check sammu juurde.

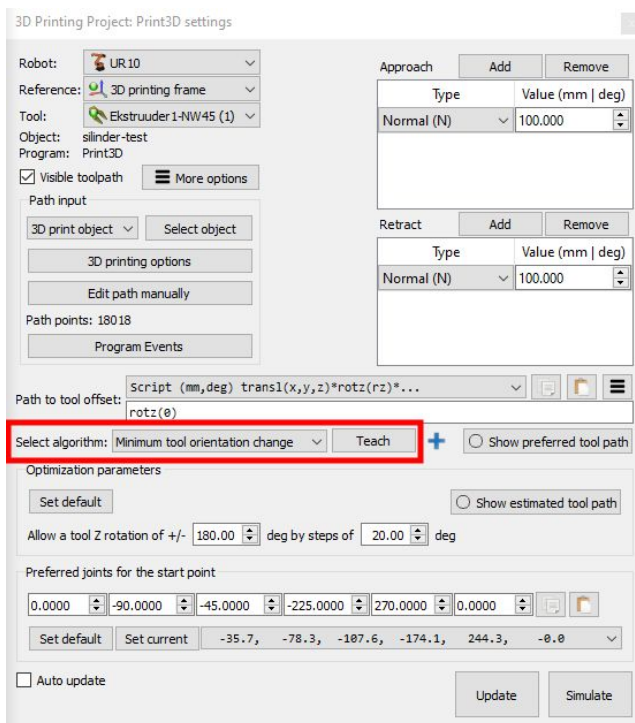
Collision check

Tee programmi (3D printimise või imporditud g-koodi) nimel paremklikk ja vali **"Check Path and Collision"**.



Collision check on operatsioon, mis võtab aega, selle käigus antakse teada tekkinud kokkupõrkest või edukast läbimisest, kui kogu arvutus lõpuni tehtud.

Kokkupõrgete ilmnemisel ühest juhust nende ärahoidmiseks ei ole, tuleb **mängida printitava objekti asukohaga** roboti suhtes ja robotkäe asendiga, milles vajutasid nuppu **"Teach"**



3D printimistöö puhul võib juhtuda, et 3D printitava objekti suhtes kontrollitakse kokkupuuteid algusest peale, kui objekti füüsiliselt veel ei eksisteeri. Selle välja lülitamiseks mine menüüsse **Tools->Collision map** ja eemalda STL objekti realt topeltklõpsudega linnukesed.

Collision Map Settings

Check collisions Include hidden objects

Select all Select none Set default selection Uncheck collided

Double click a cell to turn ON or OFF collision check

	UR10 (Base)	UR10 (J1)	UR10 (J2)	UR10 (J3)	UR10 (J4)	UR10 (J5)	UR10 (J6)	Ekstruuder1-NW45 (1)	silinder-test
UR10 (Base)	☒	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗
UR10 (J1)	✗	☒	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗
UR10 (J2)	✗	✗	☒	✗	✓	✓	✓	✓	✗
UR10 (J3)	✗	✗	✗	☒	✗	✓	✓	✓	✗
UR10 (J4)	✗	✓	✓	✗	☒	✗	✓	✓	✗
UR10 (J5)	✓	✓	✓	✓	✗	☒	✗	✓	✗
UR10 (J6)	✓	✓	✓	✓	✓	✗	☒	✓	✗
Ekstruuder1-NW45 (1)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	☒	✗
silinder-test	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	☒

Kui Collision check võtab liiga kaua aega, siis on võimalik vähendada kontrollimise sammu **Tools->Options->Motion** all otsas "Collision checking" **Maximum path step mm** ja **Maximum path step deg** väärtusi - suurem distants tähendab vähem kontrollitavaid punkte.

Teine asi, mis mõjutab collision detection kiirust versus töökindlust on eelmainitud **Collision Map (Tools->Collision map)** - saab maha võtta või lisada osade liigendite omavahelise kontrollimise ja jätta ainult ekstruuder ja liigendite kokkupõrgete kontrolli.

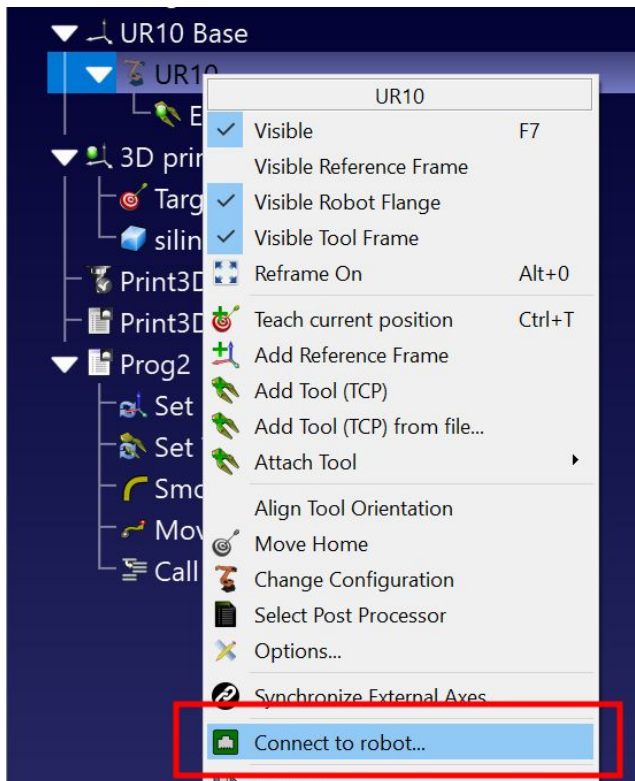
Tegevused robotkäega

RoboDK robotiga ühendamine

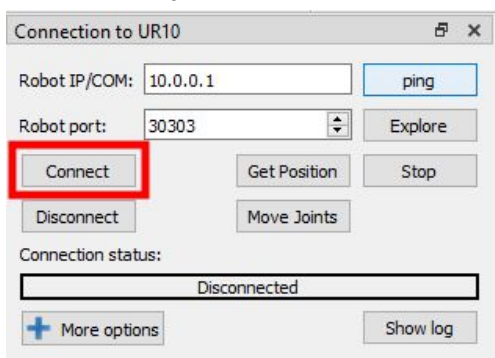
Lülita robotkäsi sisse ta *pendant*'il olevast rohelisest nupust.

Mine robotkäe kontrollieris vaatesse **Initialize robot** (kui ekraanile tuleb "The robot cannot proceed with normal operation" teade, siis vali **Go to initialization screen**) ja vajuta nuppu **ON**, seejärel vajuta ka tekkinud nuppu **Start**.

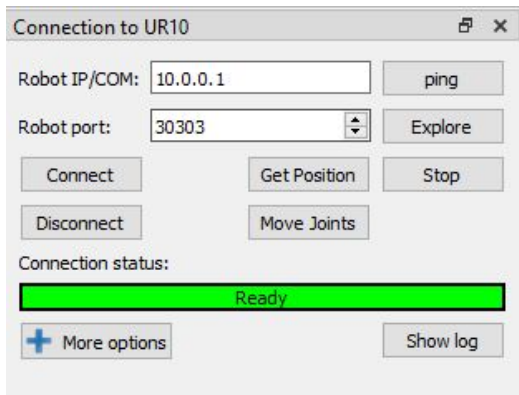
RoboDK-s tee paremkliik puus UR10 peal. Vali "**Connect to robot**".



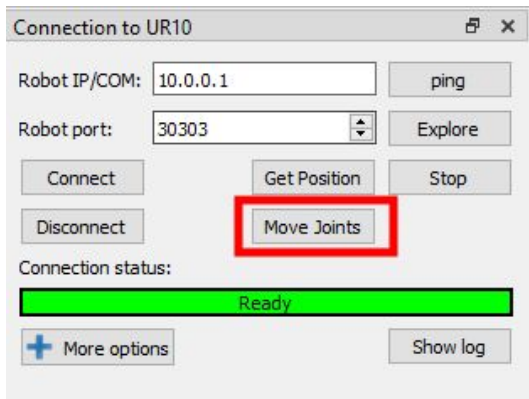
IP aadressid jm on eelnevalt seadistatud, vajuta nuppu "**Connect**".



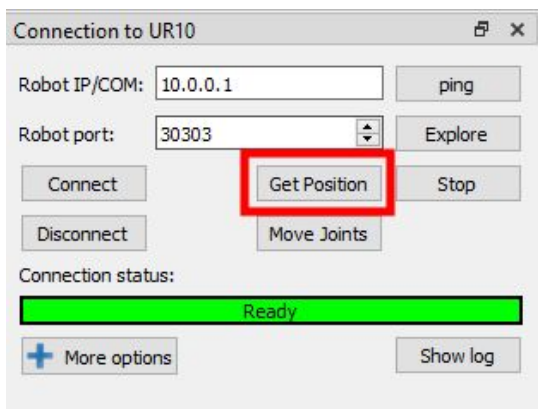
Kui *"Connect to robot"* paneelil olev staatus riba läheb rohelise *"Ready"* peale, siis ühendamine õnnestus ja robotit saab RoboDK-st otse juhtida.



Vajutades *"Connection to UR10"* paneelil nuppu *"Move joints"*, liigub robot samasse asendisse, nagu on simulatsioon RoboDK-s hetkel.



Vajutades nuppu *"Get position"* liigub simuleeritud robot ekraanil samasse asendisse, nagu on füüsiline robot.



Kui *"Connection to UR10"* jääb pidama *"Waiting"* või *"Disconnected"* olekusse, siis võid proovida:

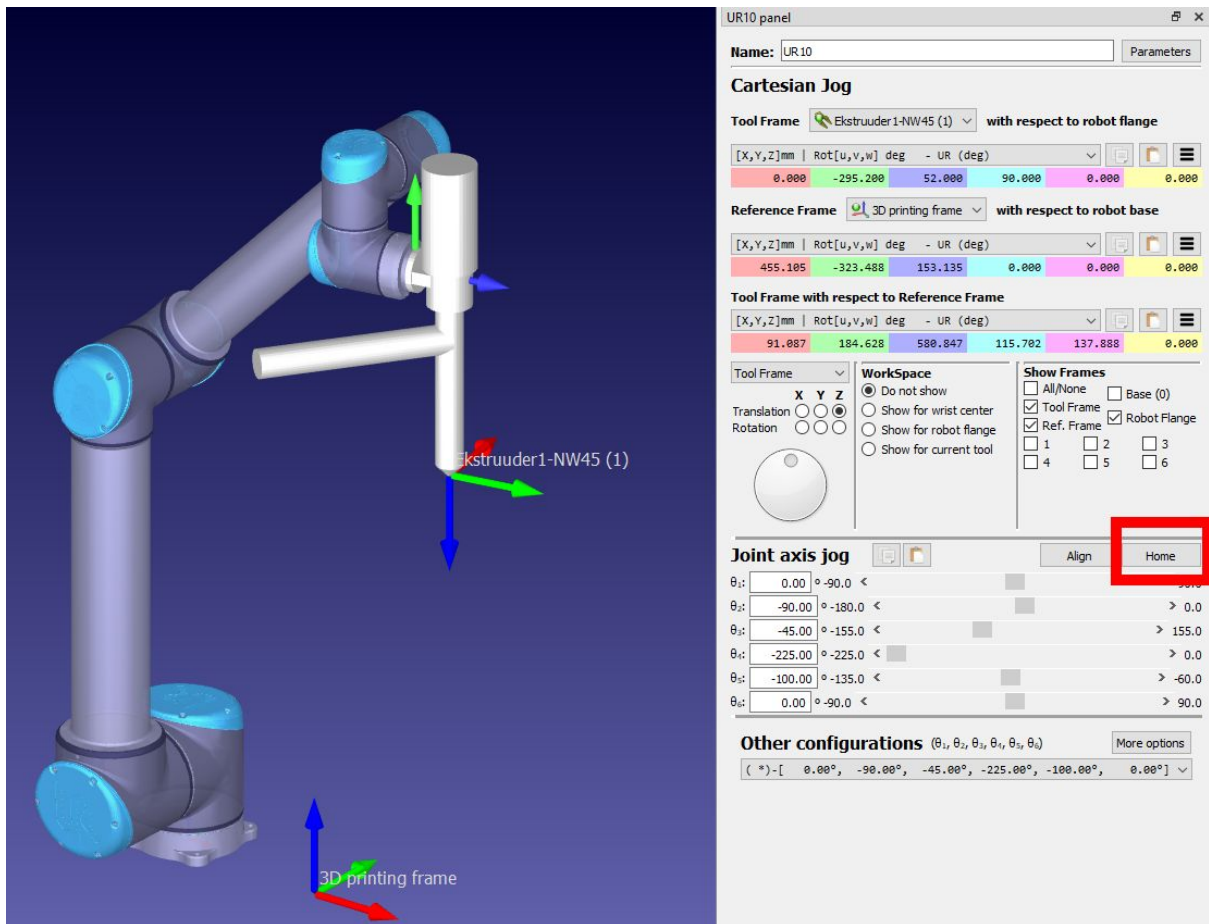
1) *"Waiting"* puhul tee *"Disconnect"* ja uuesti *"Connect"*.

2) Kontrolli, et Windowsi tulemüür ei ole sisse lülitatud - see takistab.

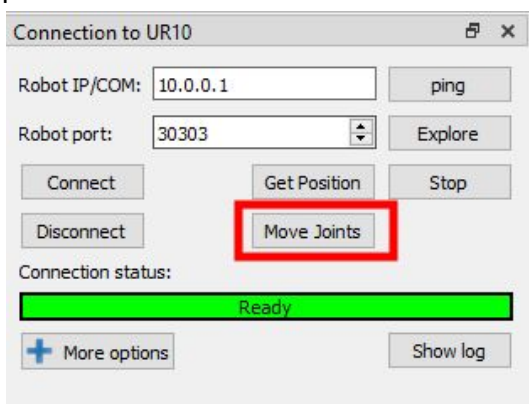
3) Kontrolli, et roboti kontrolleriis on robot sisse lülitatud **"Initialize robot"** - > **"On"** ja seejärel **"Start"** ning siis vajuta RoboDK-s uuesti **"Connect"**.

Enne pumba ja ekstruuderi ühendamist robotiga

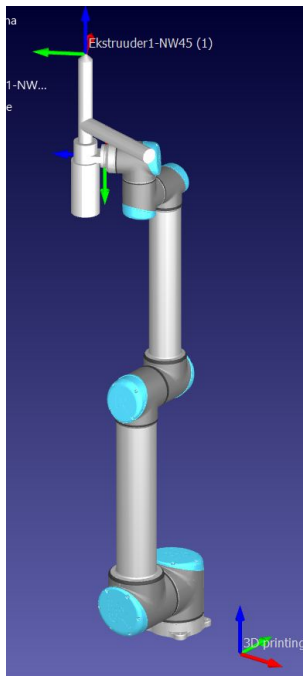
Vajuta RoboDK-s roboti paneelis nuppu **“Home”**.



Vajuta *Connection to UR10* paneelist nuppu **“Move joints”**, et robot läheks printimise *home* positsiooni.



Pane tähele, et roboti *pendant*is olev “**Home**” nupp viib roboti otse üles sirutatud asendisse.



RoboDK's seadistatud *home* positsioon on sellest eraldi asi. RoboDK's saad ise home positsiooni ümber seadistada vajadusel (enne tee enda koopia *workstation*ist ja teosta oma muudatused seal).

Programmi käivitamine robotil

RoboDK puus topeltklakk programmil käivitab selle simulatsioonina ekraanil või kui see on lubatud ning robot on ühendatud, siis ka robotil.

Selle valiku tegemiseks tee paremklikk RoboDK puus programmi nimel (nagu Print3D või g-kood RoboDK puus), paremkliki menüüs on valik **"Run on robot"**, millele saab linnukest lisada või eemaldada.

