



Introduktion till 3D-skrivare

Teknisk Fysik

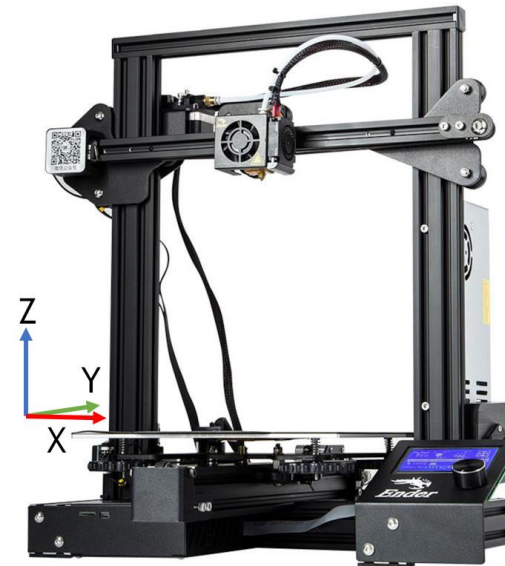
Gustav Oskarsson - F20

guos0025@student.umu.se

Kontaktperson för Teknisk Fysik Umeås Innovatorium

Syfte:

- Lära er hur...
 - ✓ Hur en 3D-skrivare fungerar och dess delar
 - ✓ Digitala filer blir fysiska object
- Hur Teknisk fysiks Innovatoriums...
 - ✓ 3D-skrivare fungerar
 - Modeller
 - Material
 - ✓ Regler kring 3D-skrivarnas och deras användning fungerar
 - ✓ 3D-skrivar certifikatet



kjell.com



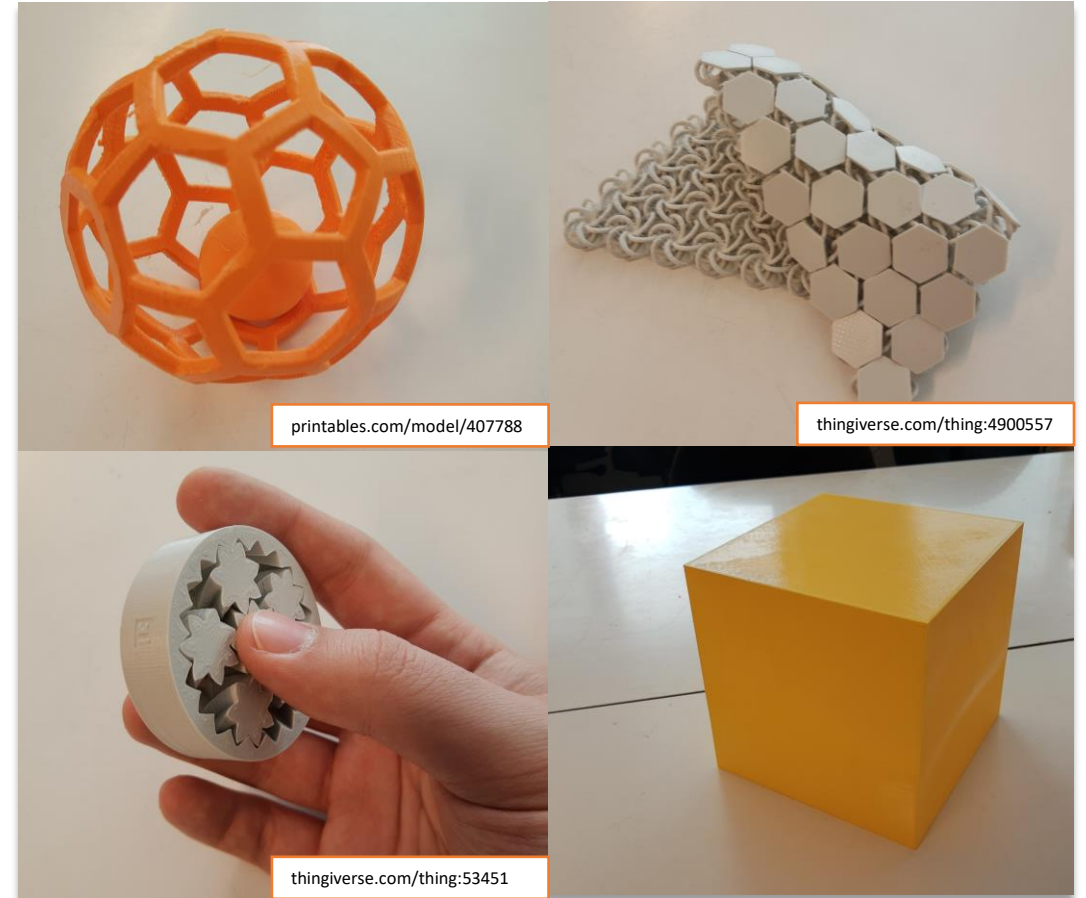
www.all3dp.com





Varför använda 3D-skrivare?

- Klarar komplicerade geometrier:
 - Boll i en boll
- Klarar komplex mekanik:
 - NASA ringbrynja
 - "Print in place" kullager
- Kontrollerbar vikt på utskriften
 - 3D-skriva objekt är inte solida
 - Infyllnadsmönster
- Framförallt: Ni **kan** använda dem!
 - Behöver inte vara en CNC operatör





Grundprinciper för 3D-skrivare

- Additiv tillverkning:
 - Tillför material under processen
 - Jämför med t.ex. en svarv
- Objektet byggs upp av 2D-lager
- 3D-skrivaren utläser dessa 2D-lager från CNC-språk i filformatet .gcode
- Koden genereras i en mjukvara:
 - Kallas slicer

```
11
12 M201 X500 Y500 Z100 E5000 ; sets maximum accelerations, mm/sec^2
13 M203 X500 Y500 Z10 E60 ; sets maximum feedrates, mm / sec
14 M204 S500 T1000 ; sets acceleration (S) and retract acceleration (R), mm/sec^2
15 M205 X8.00 Y8.00 Z0.40 E5.00 ; sets the jerk limits, mm/sec
16 M205 S0 T0 ; sets the minimum extruding and travel feed rate, mm/sec
17 ;TYPE:Custom
18 G90 ; use absolute coordinates
19 M83 ; extruder relative mode
20 M104 S150 ; set temporary nozzle temp to prevent oozing during homing
21 M140 S60 ; set final bed temp
22 G4 S30 ; allow partial nozzle warmup
23 G28 ; home all axis
24 G1 Z50 F240
25 G1 X2.0 Y10 F3000
26 M104 S220 ; set final nozzle temp
27 M190 S60 ; wait for bed temp to stabilize
28 M109 S220 ; wait for nozzle temp to stabilize
29 G1 Z0.28 F240
30 G92 E0
31 G1 X2.0 Y140 E10 F1500 ; prime the nozzle
32 G1 X2.3 Y140 F5000
33 G92 E0
34 G1 X2.3 Y10 E10 F1200 ; prime the nozzle
35 G92 E0
36 G21 ; set units to millimeters
37 G90 ; use absolute coordinates
38 M83 ; use relative distances for extrusion
39 ; Filament gcode
40 M107
41 ;LAYER_CHANGE
42 ;Z:0.2
43 ;HEIGHT:0.2
44 ;BEFORE_LAYER_CHANGE
45 G92 E0
46 ;0.2
47
48
49 G1 E-5 F3600
50 G1 Z.2 F9000
51 ;AFTER_LAYER_CHANGE
52 ;0.2
```






3D-skrivarens delar

Typexempel: Ender 3-Pro

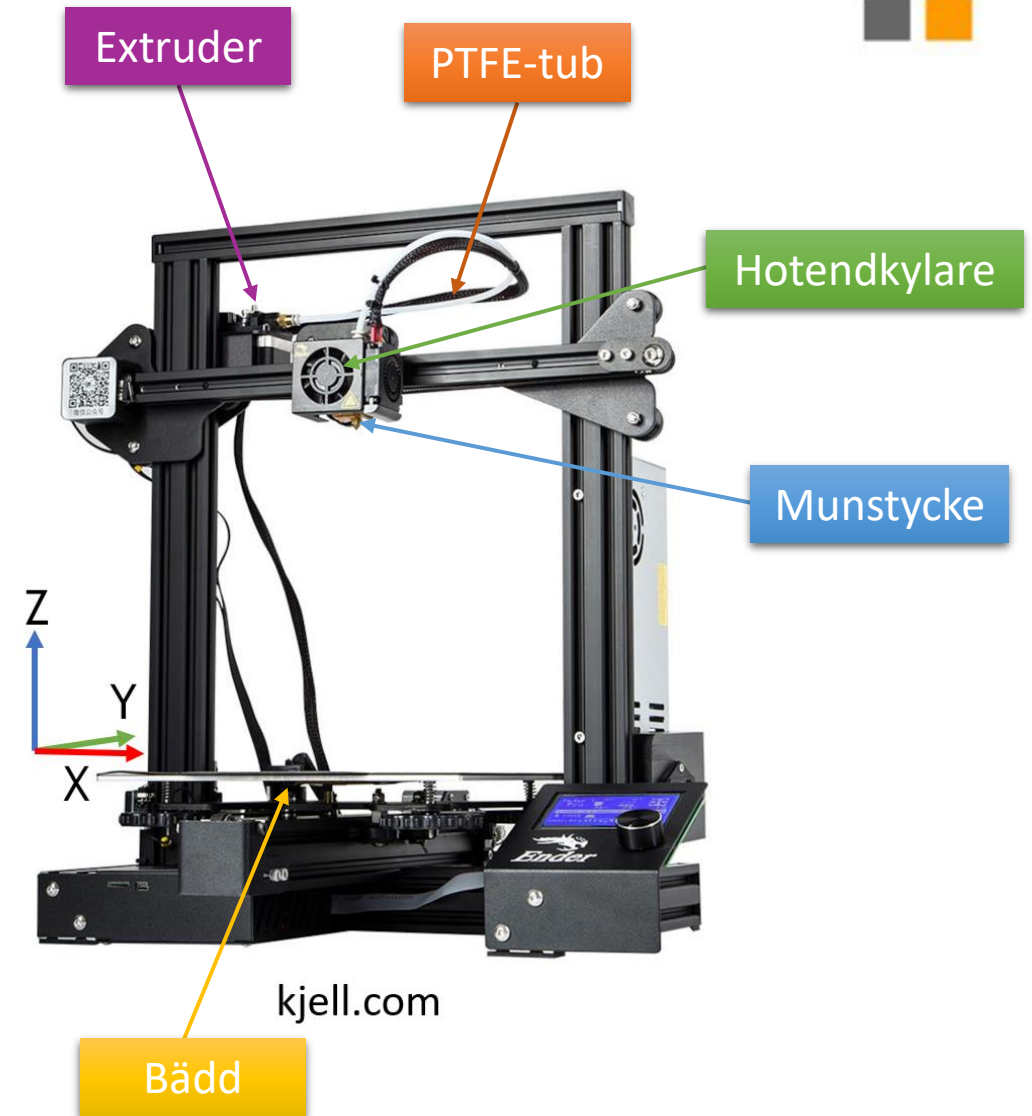
- 3 axlar för att röra skrivarhuvudet

Axlarna: (i standardfärger)

- X-axel 
- Y-axel 
- Z-axel 

- Extruder (=“utmatare”)
- Material matas genom en PTFE-tub
- Till ett varmt munstycke där filamentet smälts
- Värmd bädd
 - Säkerställer konstant temperatur i botten av objektet

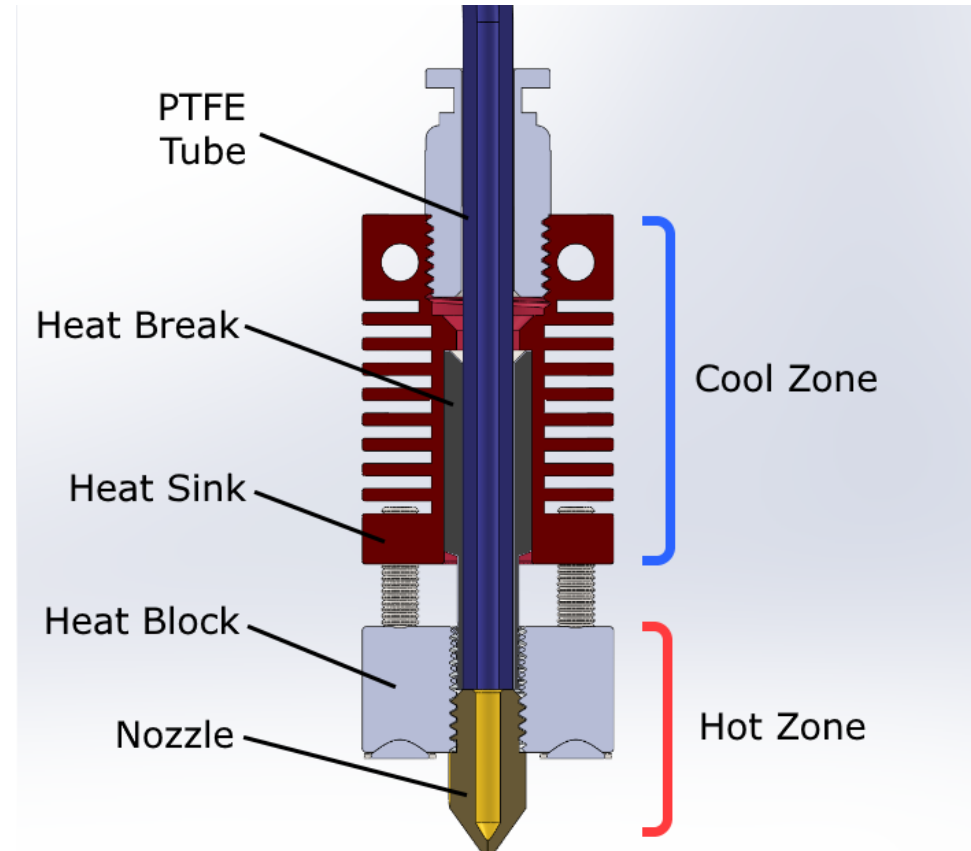
Material krymper/expanderar olika vid temperaturförändringar → modellen skulle lossna





Hotend/Värmeblock

- Materialet smälts först i sista delen (i bild: Hot Zone)
 - Kylflänsen ser till att endast det filament vi önskar smälta smälts
- Munstycket:
 - Diameter 0.4 mm som standard
 - Men:
 - 0.2 mm...
 - 0.6 mm...
 - ...
 - 1.2 mm...
 - ...Finns också



www.crealityexperts.com



Ultimaker 2+ och Ender-5 Pro

- CORE-XY teknik
- Munstycket rör på sig i både X-led och Y-led
- Bädden åker upp och ned
- Snabbare och högre precision men har fler delar och är dyrare
- Ultimaker 2+ ä.k.s. ULLA
Har ett 0.6 mm munstycke!



www.all3dp.com



www.3djake.de



Sovol SV04

- Bedslinger IDEX
 - IDEX = Independent **D**ual **E**xtruder
 - Kan skriva ut 2 material/färger
- Direct drive extruders
 - Sitter direkt ovanpå hotend
 - Möjliggör utskrift med TPU (flexibelt gummi)
- 30x30x40 cm utskriftvolym
- 5 lägen:
 - Single 1 & Single 2 - endast ett munstycke
 - Dual – 2 material i en modell
 - Copy – Munstyckena skriver ut samma modell
 - Mirror – Munstyckena skriver ut samma modell fast speglad



www.3djake.se/sovol/sv04



Material - PLA

Vi använder PLA (Polylactide):

- Munstycke: 220-210°C
- Bädd: 60°C
- Fördelar:
 - Billigt
 - Ej giftigt (slicka/sniffa/ät inte dock!)
 - Enkelt att printa
- Nackdelar:
 - Inte särskilt väderbeständigt
 - Spricker hellre än att böjas
 - Suger åt sig fukt lätt
(leder till problem under printning)



www.3dprima.com



Innovatoriets 3D-skrivare

Kategori:	Ender-3 Pro	Ender-5 Pro	Ultimaker 2+	Sovol SV04
Munstyckesstorlek: (Ø)	0.4 mm	0.4 mm	0.6 mm	2x 0.4 mm
Hastighet:	40 mm/s	40 mm/s	55 mm/s	60 mm/s
Byggvolym:	220x220x250 mm	220x220x300 mm	223x223x205 mm	300x300x402 mm
Filamentdiameter:	1.75 mm	1.75 mm	2.85 mm	1.75 mm
Bäddtyp:	Stålpulverlackerad	Glas/ Stålpulverlackerad	Glas	Glas
Bäddfästningmedel:	Brim	Limstift/Brim	Limstift	Lifstift + Brim
Skrivartyp:	Bedslinger	CORE-XY	CORE-XY	Bedslinger IDEX
Rekommenderad slicer:	PrusaSlicer	PrusaSclicer	CURA	PrusaSlicer
				Kräver Nivå-2



Rast



Slicers – Hur ~~man~~ ni använder dem

- Finns installerat på innovatoriets datorer!
- PrusaSlicer – Använd för Ender skrivarna
- CURA – Använd för Ultimaker skrivare(n)
- Ni får inte ändra inställningarna* om ni inte har körkort nivå 2
 - Har ni problem, prata med någon ansvarig – problemet är oftast fysisk hårdvara
- Om du är osäker på om din modell kommer printas bra, fråga!

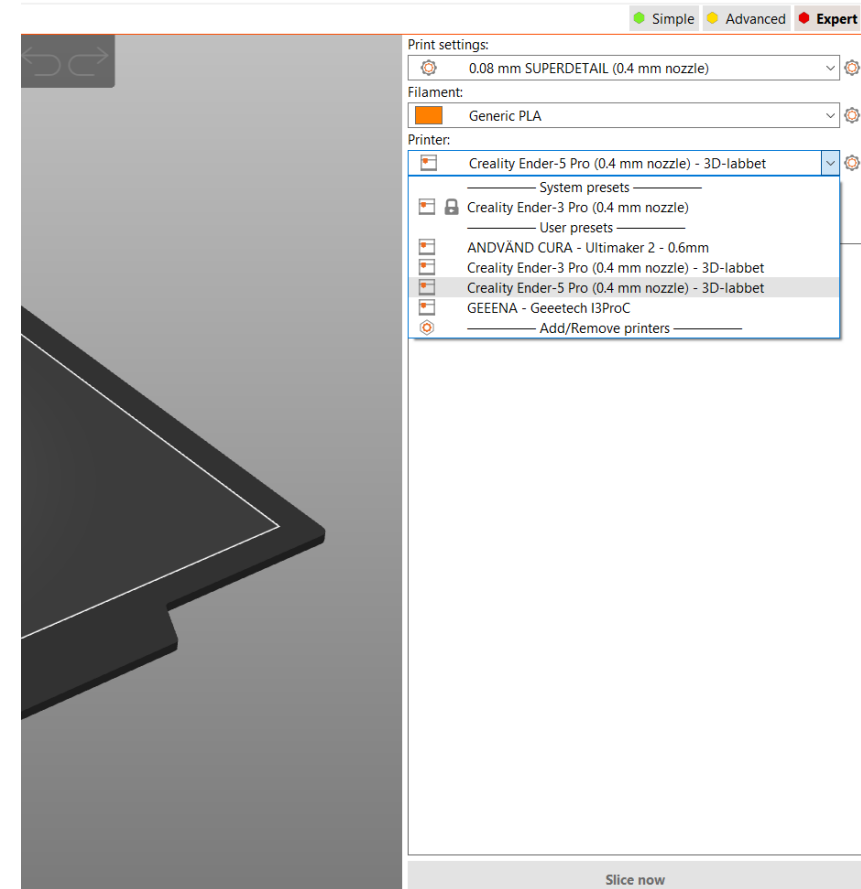
*Får endast ändra de saker som syns i 'simple mode' i PrusaSlicer och får inte spara ändringar





Inställningar i Slicer – Välja skrivare

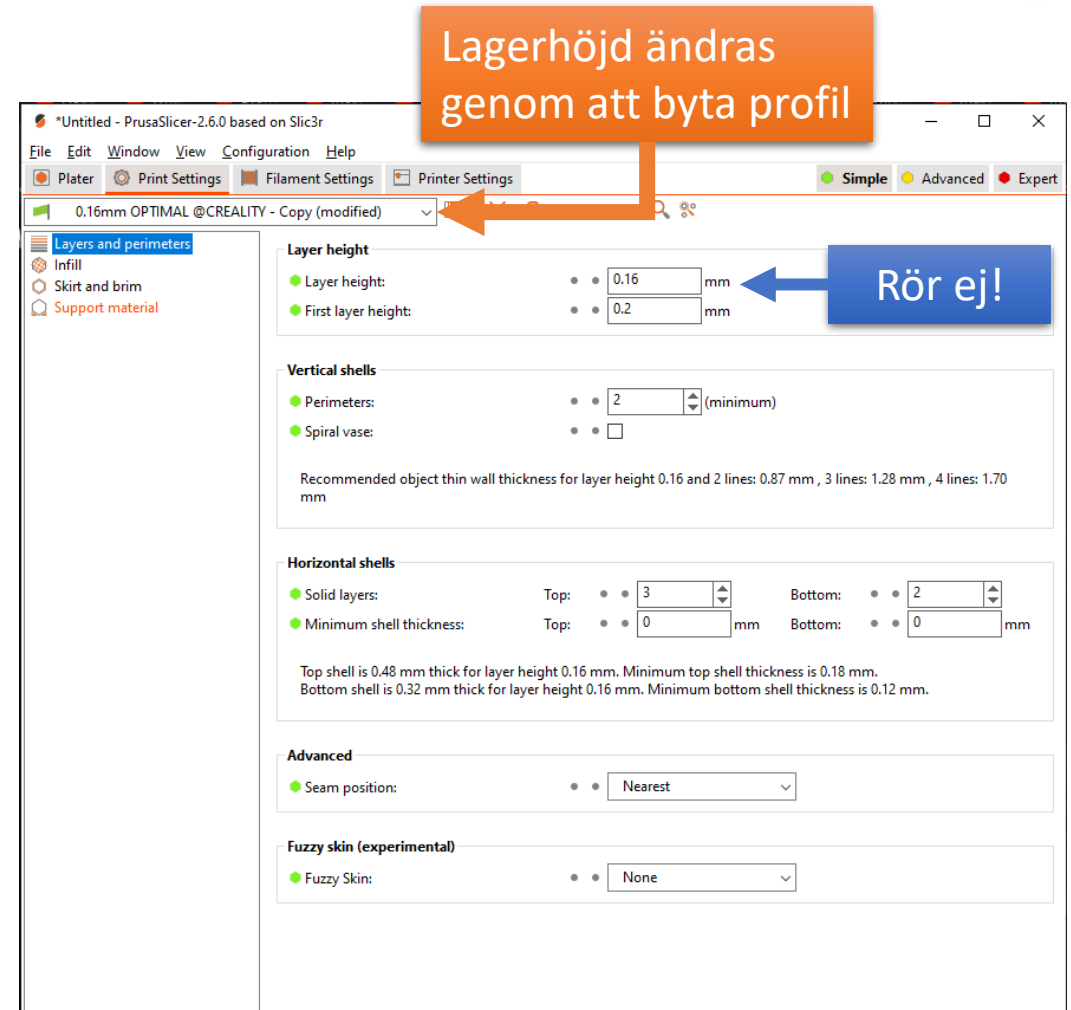
- Viktigt att välja rätt skrivare först
 - deras fysiska egenskaper påverkar vad som går och inte
 - Använd alltid ”user preset”
- Välj också korrekt ”Print settings”
 - Använd alltid ”user preset”





Inställningar i Slicer – Lager och ytterkanter

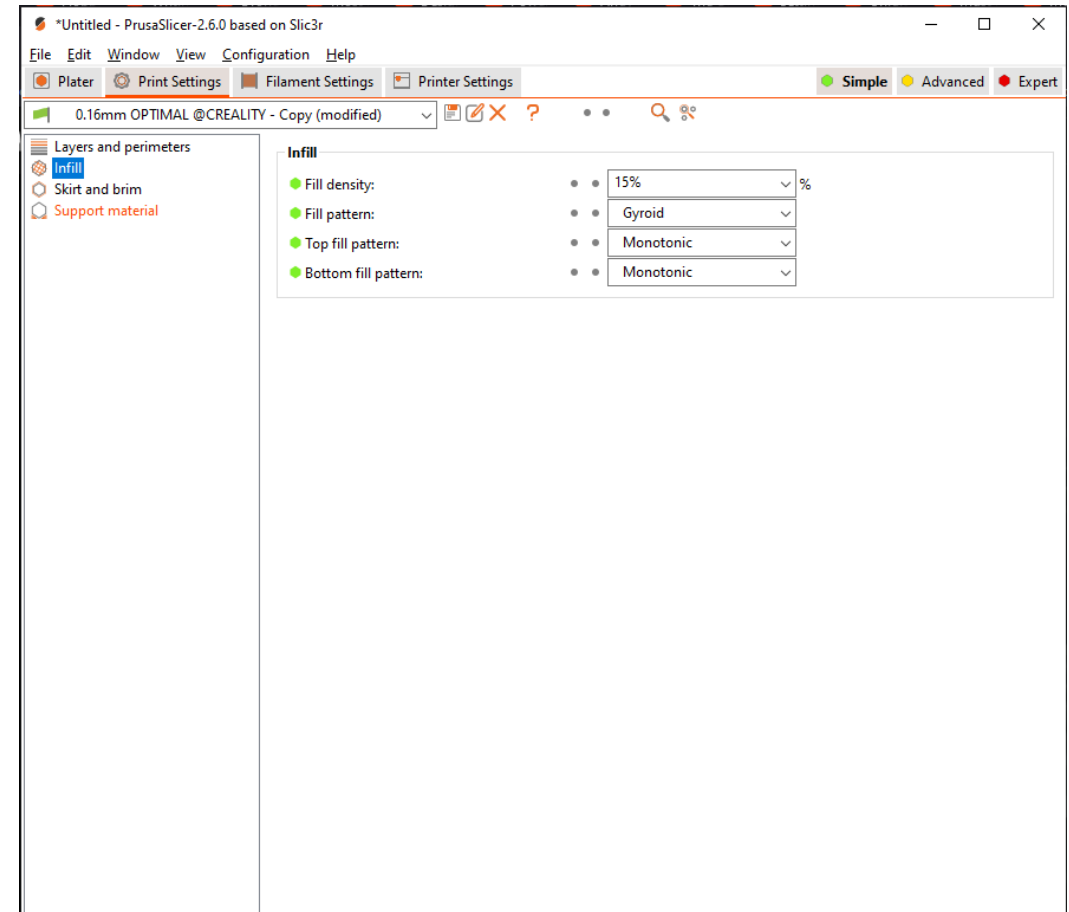
- Antal väggar (med 0.4 mm Nozzle):
 - 2-5 st, 3 stycken (1.2 mm) generellt bra
- Lagerhöjd (med 0.4 mm Nozzle):
 - 0.12 mm för finare prints
 - 0.2 mm är ofta bäst för tid-kvalitet
- Topp/Botten lager:
 - 5 med 0.12 mm lagerhöjd
 - 3 med 0.2 mm lagerhöjd





Inställningar i Slicer - Infyllnadsmönster

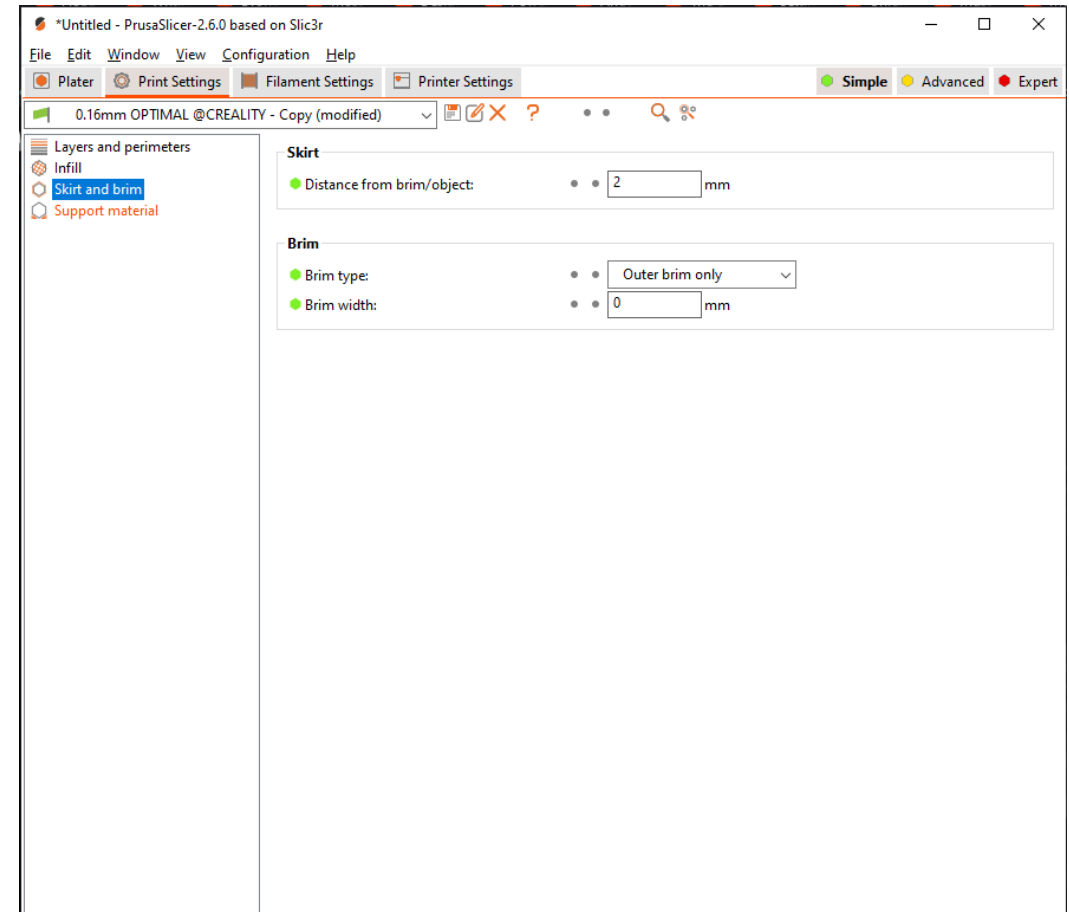
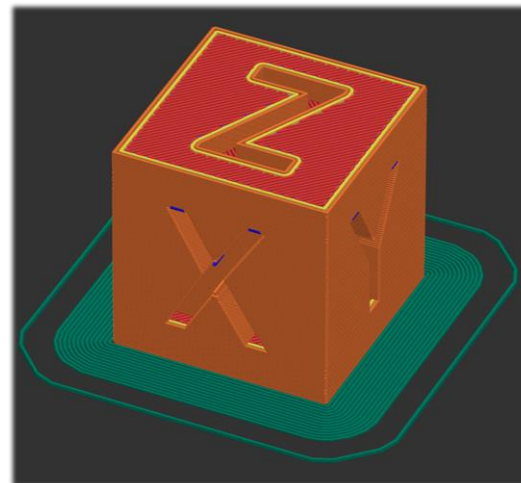
- Vi printar generellt inte solida objekt
- Infyllnadsmönster:
 - Gyroid är bäst för tid-hållbarhet
 - Grid är bra när det blir tajt
 - Hexagon är ett bra mittemellan
 - Lightning för prototyper
 - 15-25% densitet bra





Inställningar i Slicer – ”brim”

- Hjälper vidhäftning mot bädden
- ”brim” Nödvändigt för små kontaktytor
- Bäddar av stål drar nytta av brims



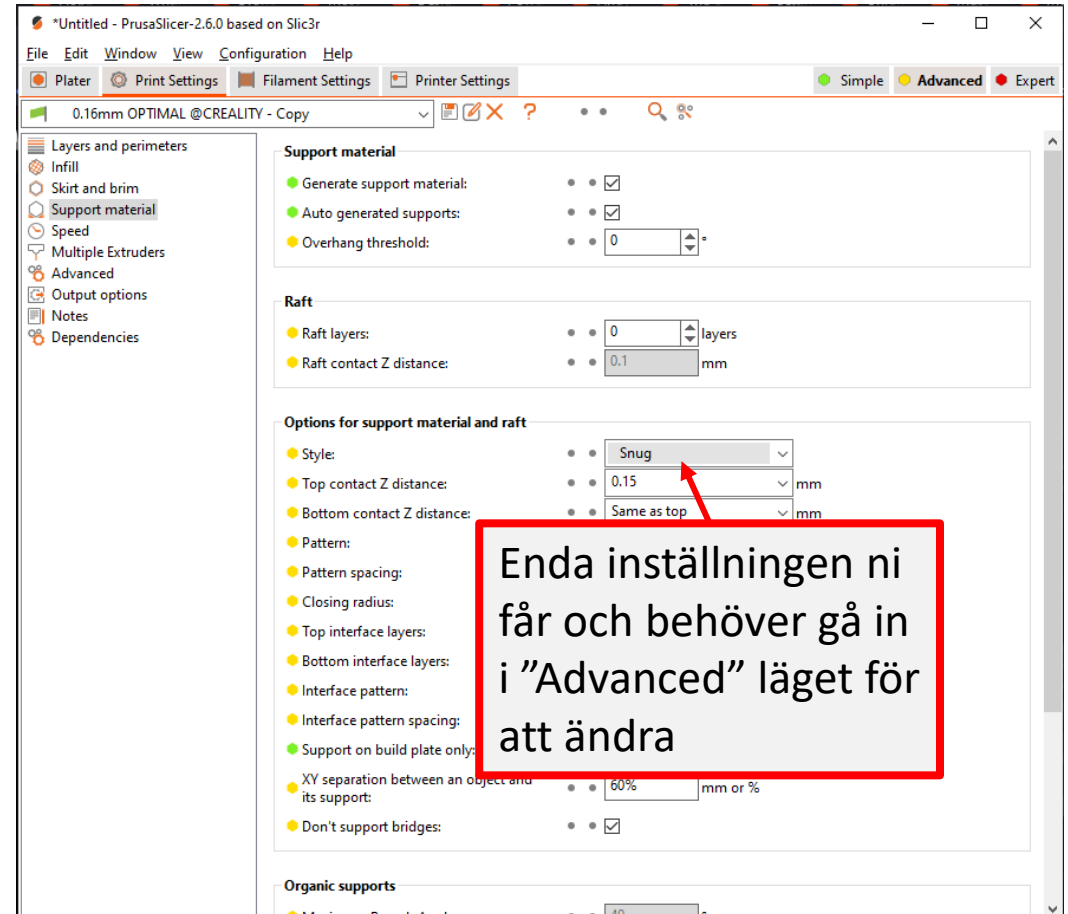


Inställningar i Slicer - Stödmaterial

- Vi kan inte printa i luften*



Att printa i luften resulterar i "overhang"



Enda inställningen ni får och behöver gå in i "Advanced" läget för att ändra

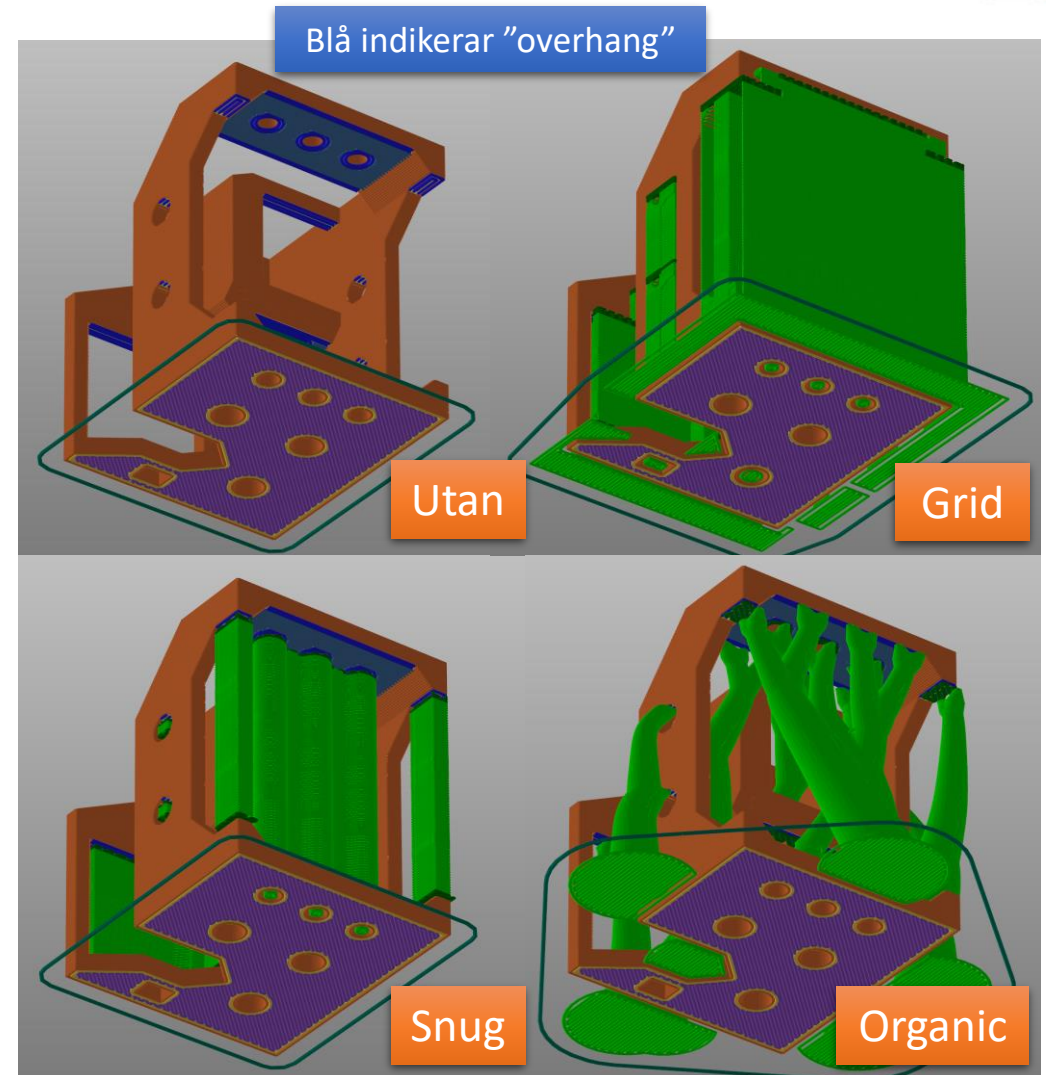
* [nasa.gov](https://www.nasa.gov)



Inställningar i Slicer - Stödmaterial

- Vi kan inte printa i luften*
- 3 typer av Stödmaterial
 - Grid (endast PrusaSlicer)
 - ✓ Okej för det mesta, dock inte hål
 - Snug ('Normal' i CURA)
 - ✓ Kan missa detaljer
 - Organic ('Tree support' i CURA)
 - ✓ Bra på komplicerade geometrier
 - ✓ Minimerar kontaktyta
 - Lämnar minst "skräp" på det utskrivna objektet

*nasa.gov



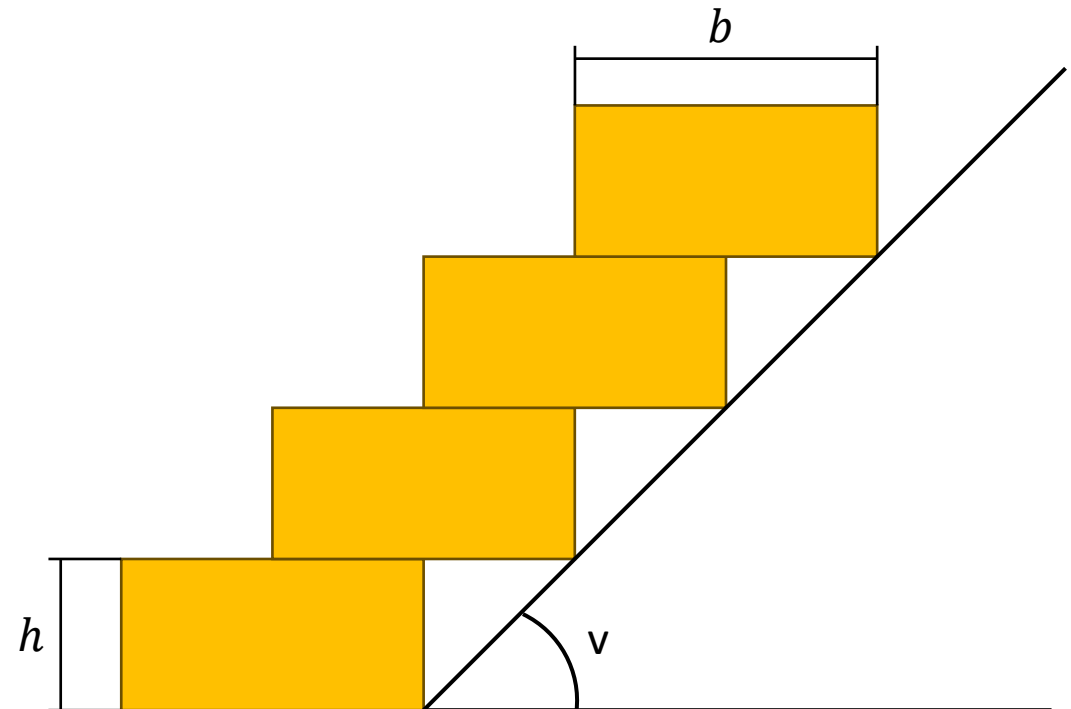


Stödmaterial

- Vad kan man komma undan med i design?
- Vi kan ställa upp en formel för gränsen av vinklar för överhäng

$$\nu = \tan^{-1} \left(h / \left(\frac{b}{2} \right) \right)$$

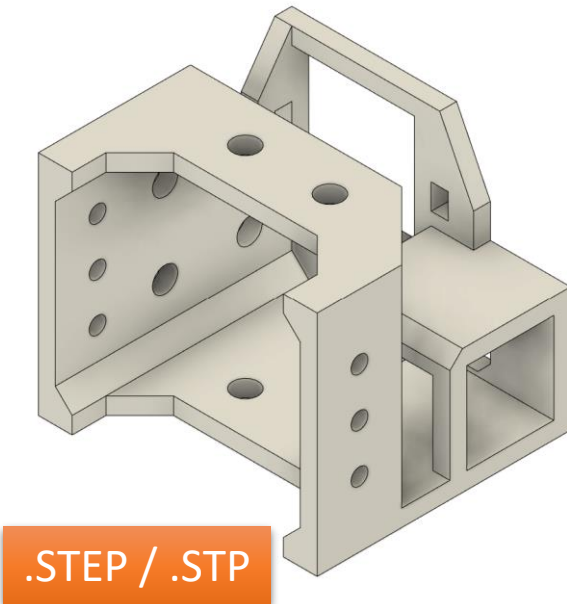
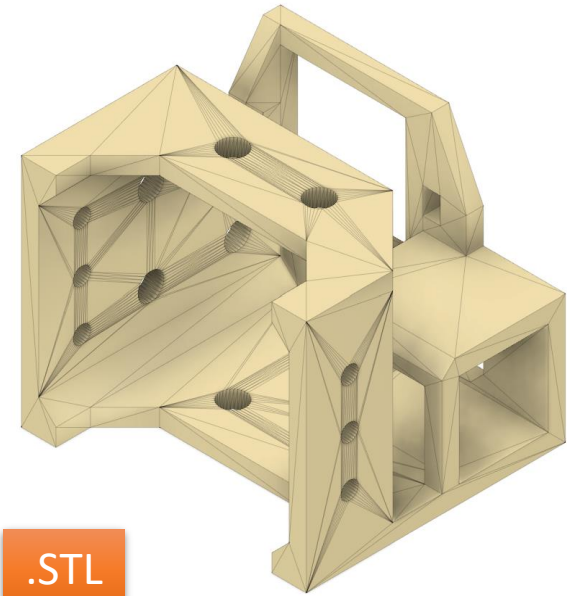
- h är lagerhöjden
- b är munstycksbredden





Modellfiler

- Filformat:
 - .STL – vanligast
 - .3mf – Kan spara modeller som projektfiler
 - Tips: Fusion360 kan exportera utan molntjänst .3mf men inte .STL
 - .STEP – Sparar ytor intakt istället för övriga filformat som använder polygoner
 - Väldigt bra att tänka på om man ska skicka filer som kan behövas justeras för t.ex. toleranser i CAD





Var får man tag i modellfiler?

- Gör era egna i CAD
 - Fusion360 tillhandahålls via eran utbildning
- Internet
 - Thingiverse.com (Ultimaker)
 - Världens största sida för 3D modeller för 3D-skrivare
 - Printables.com (Prusa research)
 - Tydligare användarrättigheter och har också ett mycket stort sortiment av 3D modeller



Printables
by JOSEF PRUSA

Tänk på: Under vilken licens publiceras filerna?

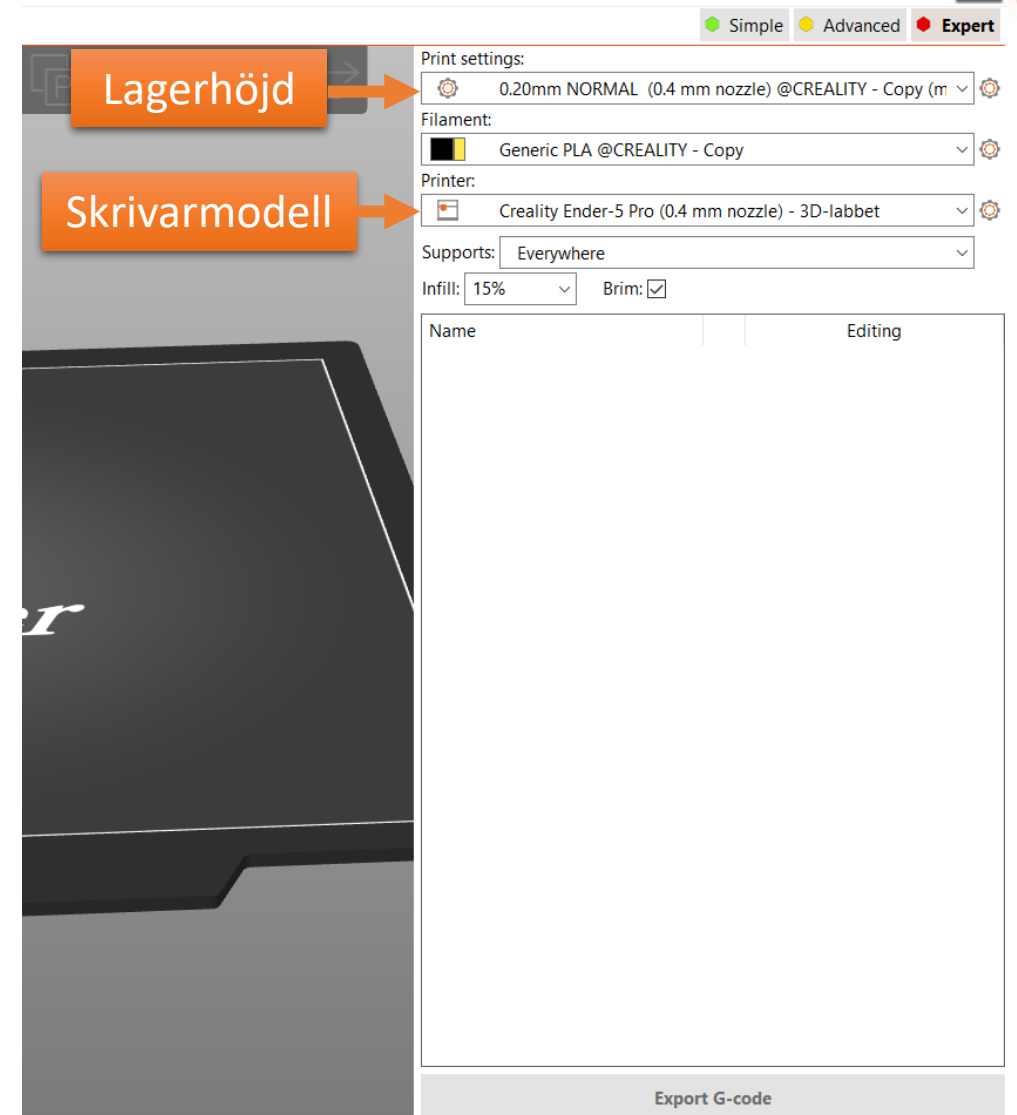


Rast



Att starta en "print"

1. Tillhandahåll modellfil
2. Välj 3D-skrivar modell
3. Dra och släpp i Slicern
4. Placera modell för optimal printbarhet
5. Välj lagerhöjd
6. Välj infyllnadsdensitet
7. Behövs stödmaterial?
 - a) Välj typ
 - b) Testa att "slice" modellen och se om du missat något
8. Behövs en "brim"?
9. Klicka på "slice" knappen för att generera .gcode filen
10. Exportera till ett microSD kort
11. Mata ut microSD kortet ur datorn och sätt in det i korrekt skrivarmodell





Viktigt!

Kör ALDRIG .gcode filer på en 3D-skrivare som du inte vet är slicat för just den modellen och utförande!

3D-skrivarna sliter jättegärna sönder sig själva ifall du beordrar den att göra något den inte kan



Att starta en "print"

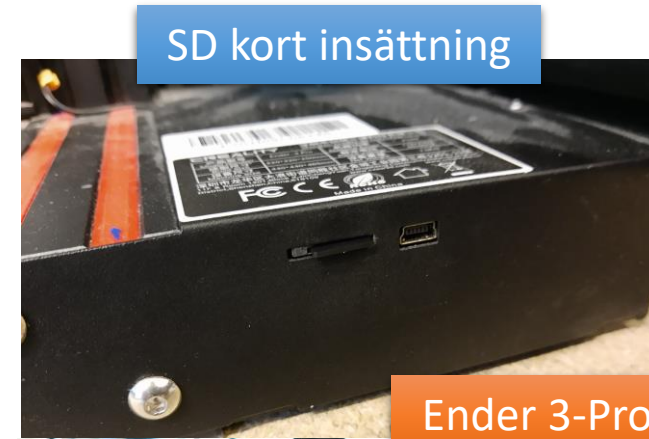
12. Navigera 3D skrivarens gränssnitt

a) Ender skrivarna:

1. Tryck ned vredet
2. Roter vredet så att "Print from TF" eller "Print from media" är markerat
3. Tryck ned vredet
4. Roter vredet så att din fil är markerad
5. Tryck ned vredet
6. "Printen" ska nu starta

b) Ultimaker:

1. Applicera lim på glasplattan
2. Roter vredet så att "Print" är markerat
3. Tryck ned vredet
4. Roter vredet så att din fil är markerad
5. Tryck ned vredet
6. Roter vredet till "Start print"
7. Tryck ned vredet
8. "Printen" ska nu starta





Om olyckan är framme

1. Stoppa utskriften i menyn
 - a. Om nödsituation vrid strömbrytaren på nätaggregatet
2. Kolla vad som gått snett
3. Lämna en lapp med vad som gått snett!
 - Vi som underhåller 3D-skrivarna vill absolut inte ha en lapp med "Trasig"
 - Underhåll sker på ideel basis så respektera vår tid
4. Låt skrivaren svalna till rumstemperatur
5. Stäng av skrivaren

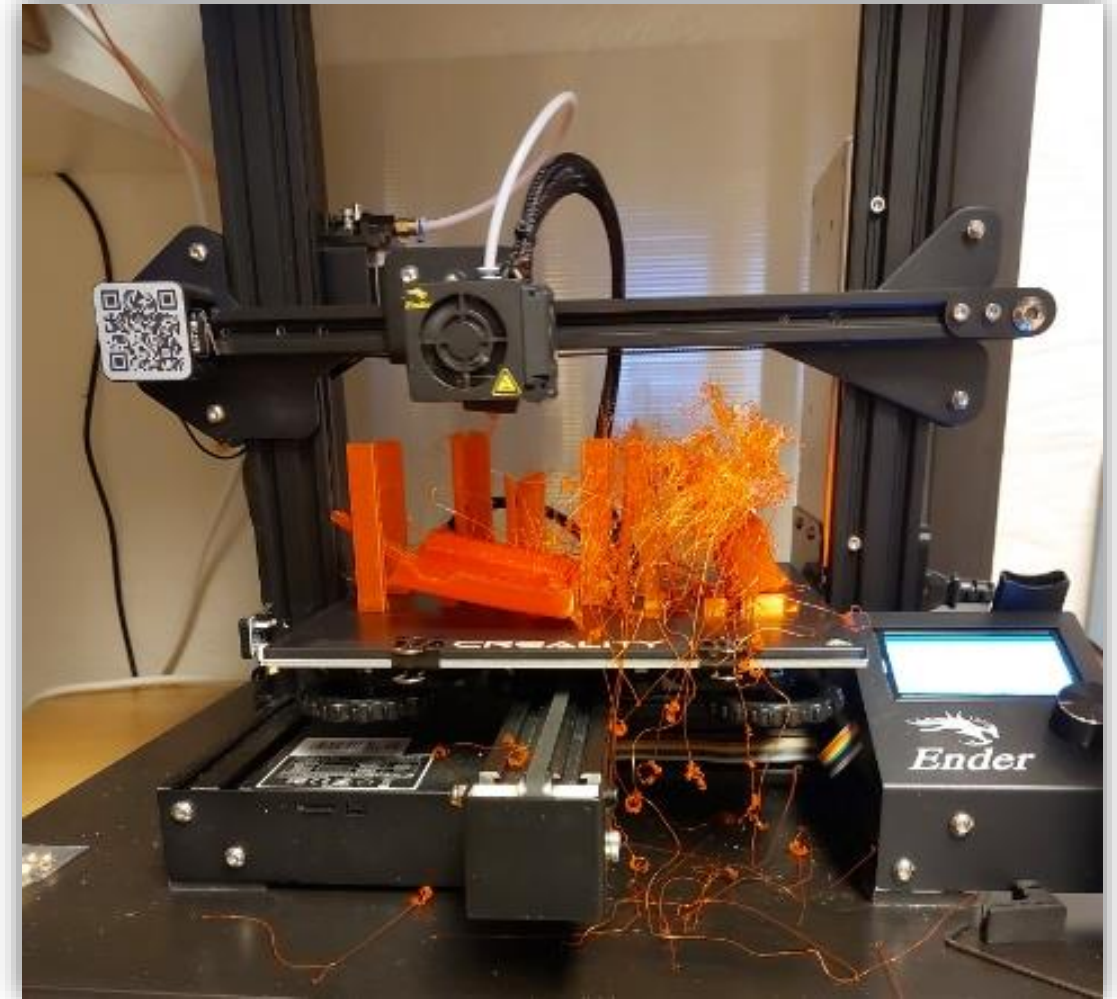


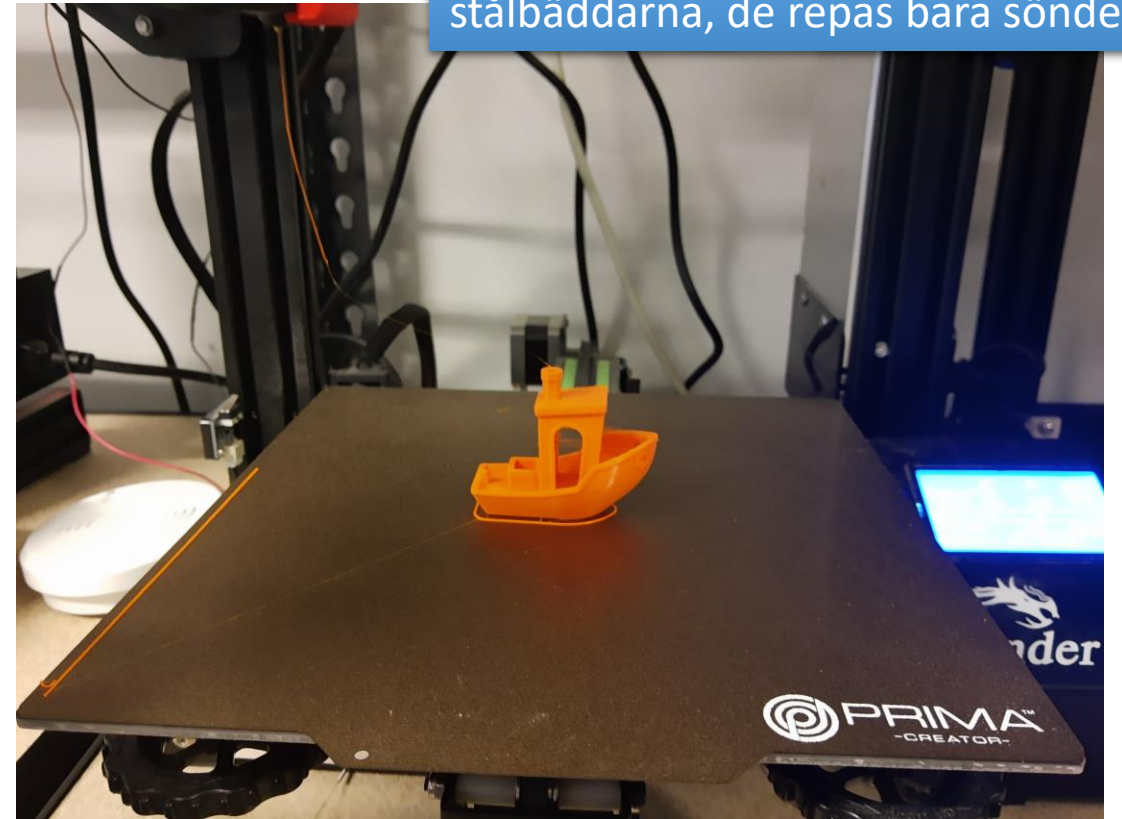
Foto: Leif Oskarsson



Efter en "print"

1. Låt bädden svalna
2. Ta loss din allt utskrivet material
 - a) Ender-3:
 - När bädden är rumstemperatur bör ditt utskrivna objekt lossna
 - Om inte: ta loss bädd och böj den lite
 - b) Ender-5 och Ultimakern:
 - Ta loss glasplattan och låt den svalna
 - Lite våld med en spatel
 - Ställ in i frysen i värsta fall

Varning: Använd inte en spatel på stålbeddarna, de repas bara sönder

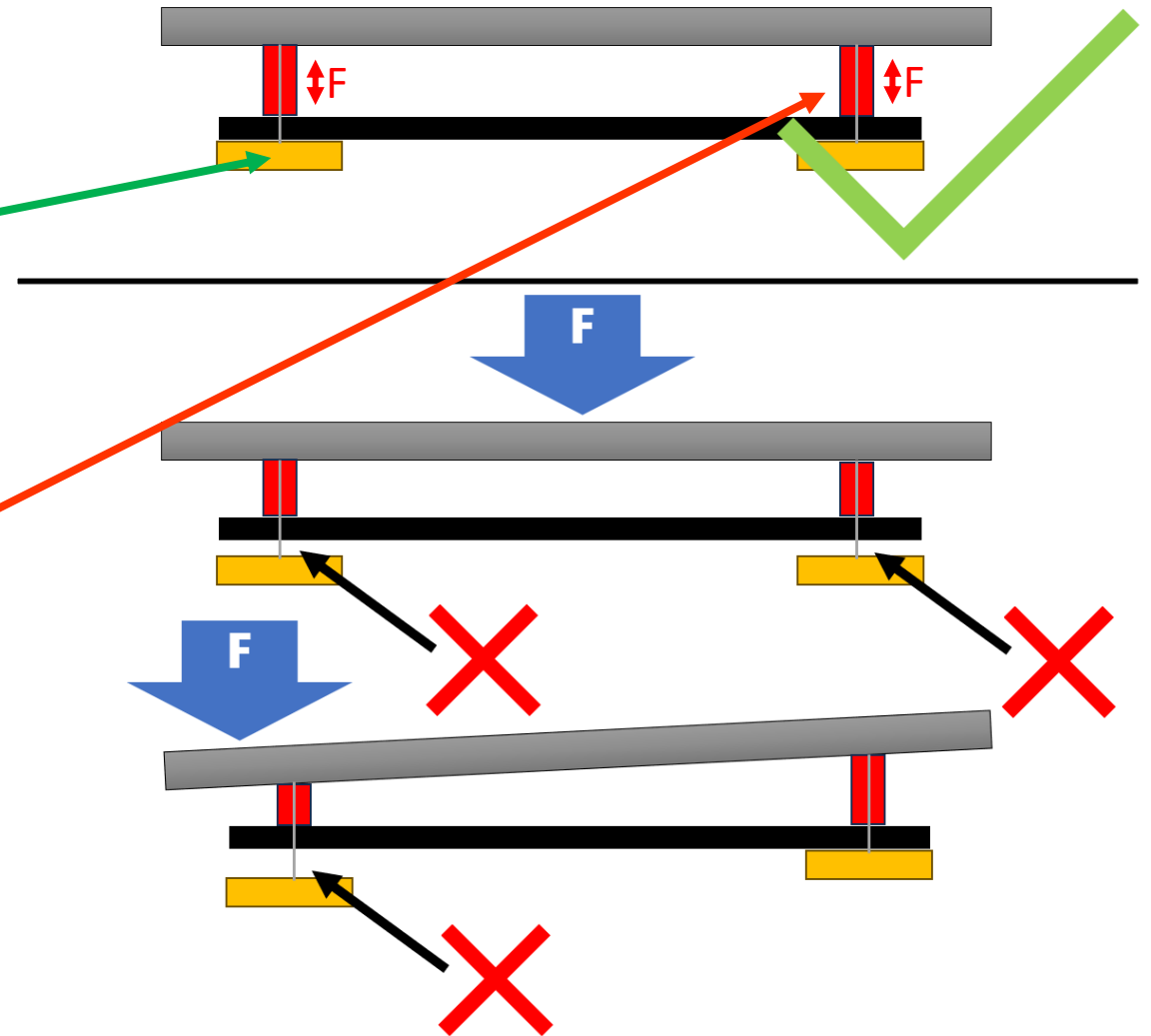


Se upp: Bädden blir **okalibrerad** om ni trycker ned bädden (vreden under bädden snurrar fritt om fjädrarna komprimeras)



...Vadå okalibrera bädden?

- Bäddarna på 3D-skrivarna kalibreras genom att vrida på hjulen under bädden
- Dessa hjul justerar en skruv som sitter i bädden
- Hjulen hålls fast med hjälp av fjädrar
 - Trycks den fjädern in friläggs hjulen och de kan snurra
 - Okalibrering





Efter en "print"

3. Städa upp "printen"

- Ta bort stödmaterial och 'brim'
 - Bryts i bästa fall loss med fingrar/tång
 - Rester filas bort





Sammanfattning av 3D skrivare:

Med hjälp av många lager bygger 3D-skrivaren upp en modell. Detta är grundprincipen för att skapa 3D-dimensionella objekt genom att tillföra material till ett objekt detta kallas additiv tillverkning vilket skiljer sig från den traditionella tillverkningstekniken där man tar ett massivt ämne och tar bort från det för att uppnå den önskade formen.

För att skapa instruktioner som 3D-skrivaren förstår använder vi mjukvara, en så kallad slicer som genererar CNC-kod i filformatet .gcode.

Denna CNC-kod läser sedan den inbyggda mikrokontrollen i 3D-skrivaren och omsätter till rörelse. Rörelsen utförs av stegmotorer som det finns minst en per axel av. Materialet matas med extrudern genom teflontuben och in i skrivarens hotend där materialet smälts och far slutligen ut genom munstycket som ofta har diameter på 0.6 till 0.4 mm.

Modellfiler som vi vill skriva ut skapar vi antingen själva i CAD eller så hittar vi dem på internet. Modellfiler behöver vara i ett format som mjukvaran stöder, oftast .STL eller .3mf.

Ett speciellt filformat är .step som bevarar dimensionerna mer exakt från CAD.



Avslutande:

Regler för användning av 3D-skrivare i Teknisk Fysiks Innovatorium



Teknisk Fysiks 3D-skrivar Certifikat

- Det finns 4 nivåer, 0-3
- Om ni vill använda innovatoriets 3D-skrivare behöver ni ta Nivå-0
- Går bra att ta Nivå-1 närsomhelst också
- Prata med någon av innovatoriets kontaktpersoner om ni vill ta ett prov
 - "Open book" prov – Ni får använda Internet och denna presentation
 - Provet för nivå-0 finns på papper
 - Oändligt* med försök



Design och illustration:
Emmeline Kjellgren, F21

*Tålmod av rättare



Teknisk Fysiks 3D-skrivar Certifikat

Befogenheter:

- Nivå-0
 - Får använda 3D-skrivarna
 - Slica på innovatoriets datorer med innovatoriets slicer inställningar*
 - Examinande moment för er i Inledande Ingenjörskurs!
- Nivå-1
 - Får byta filament
 - Slica på **egen dator** med **innovatoriets slicer inställningar***

*Får endast ändra de saker som syns i 'simple mode' i PrusaSlicer och får inte spara ändringar

Kunskapskrav:

- Nivå-0
 - 3D-skrivarens delar
 - Basic slicerkunskap
 - Hur man felanmäler
 - Labbets regler
- Nivå-1
 - Hur man byter filament
 - Lite mer avancerad slicerkunskap



Teknisk Fysiks 3D-skrivar Certifikat

Befogenheter:

- Nivå-2
 - Får kalibrera bädd
 - Rengöra och underhålla munstycken
 - Får slica på **egen dator** med **egna inställningar** (snälla utgå från innovatoriets)
 - Får använda SV04 skrivaren efter att ha läst guiden
- Nivå-3
 - Får kalibrera/reparera hela skrivare**
 - Betraktas som "**Stor erfarenhet**" → får använda 3D-skrivare utan uppsyn

**Förväntas göra det också ifall innehavaren har råkat orsaka något...

Kunskapskrav:

- Nivå-2
 - Hur man kalibrerar bädd
 - Hur man...
 - Använder akupunktur nål
 - Coldpull
 - Byta och rengöra munstycke
 - Rengör extruder
- Nivå-3
 - Veta hur *alla* delar i en 3D-skrivare går ihop mekaniskt och elektroniskt
 - Strukturen
 - Stegmotorer
 - Kalibrera dem
 - Hotend
 - Termistor
 - Värmeelement



Innovatoriumets regler

- Ni måste kunna dessa!
 - Krävs för att ha access till 3D-labbet
- Kontaktpersoner:
 - Gustav Oskarsson
 - E-post: guos0025@student.umu.se
 - Carl "Calle" Löfqvist
 - E-post: calo0070@student.umu.se
- Finns snart även på tekniskfysik.se
- Sitter en kopia på dörren till innovatoriet

Allmänna regler för innovatoriet

- All utrustning ska läggas tillbaka på rätt plats efter användning.
- Utrymmen ska lämnas snyggt efter er (sopa/torka av bord).
- Alla projekt ska förvaras i uppmärkta projektlådor som förvaras i hyllan. Om det inte finns plats se till att era delar är märkta med namn, datum och telefonnummer och inte är i vägen för andra.
- Förbrukar man materiell (ex. tar slut på en viss typ av skruv) är man skyldig att rapportera detta, förslagsvis i inköpskanalen på 3D-labbet discordservern med ett foto.

3D-skrivare

- Om ni vill använda en 3D skrivare för första gången ska ni ha fått en genomgång av någon som vet hur de används först.
- För att själv få använda 3D-skrivare utan ledsagning behöver du ta Teknisk Fysiks innovatoriums egna 3D-skrivarkörkort. Prata med någon kontaktperson eller någon med certifikat-märkena för mer information.
- 3D skrivarna får ej lämnas utan ständig uppsyn av någon i samma rum om man inte har stor erfarenhet av att bygga och reparera 3D-skrivare och har nivå-3 på ditt 3D-skrivarkörkort.
 - Det är den sista personen som lämnar innovatoriets skyldighet att stänga av 3D-skrivare.

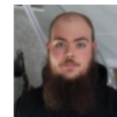
Datorregler

- Skrivbordet (det fysiska och digitala) skall hållas snyggt och rent.
- Alla dokument ska sparas i någon av de två Drive-mapparna ("personligamappar" eller "projektmappar"). Om man inte har en mapp ska man skapa en och döpa den till "Förnamn Efternamn Klass (ex: F22)"
- Man ska fråga innovatoriets kontaktpersoner innan man installerar ny mjukvara på datorerna. Piratkopierade program tillåts ej.
- Skriver man som användare "3D-labbet" (den som är inloggad på verkstads datorerna) på Discord ska man hälsa vem det är som står bakom tangentbordet.

Låneregler

- Utrustningen får inte lämna campus.
- När man lånar något ska det senast vara återlämnat innan 23:59:59 samma dag.
- När man lånar utrustning ska man fylla i lånepärmen med vad som lånas, datum, vem, etc.
- När man återlämnar saker sätter man ett kryss i pärmen i rutan "Återlämnat".
- Förbrukar man upp innovatoriets materiell utanför innovatoriet är man fortfarande skyldig att rapportera det, gör man det inte måste vi i stället anta att du stulit det.

Kontaktperson:
E-post:



Gustav Oskarsson
guos0025@student.umu.se



Carl "Calle" Löfqvist
calo0070@student.umu.se





Vill ni lära er mer om 3D-skrivare

- Vi har köpt en bok om ni vill lära er
 - Två exemplar finns att läsa i 3D-labbet
- Det finns gott om material på Internet
 - Bra källor:
 - ✓ [youtube - Maker's Muse](#)
 - ✓ www.all3dp.com
 - ✓ [youtube - Tomb of 3D Printed Horrors](#)
 - ✓ [youtube - 3D Printer Academy](#)

