

# 3D printer

---

## Indhold

- Før du printer
- Hvis man ikke vil lave sin egen fil
- Gør fil klar til print i PrusaSlicer
- Hvis man skal skifte filament
  - Load filament
  - Unload filament
- Brug af filter til usunde materialer
- Optionelle tricks til bedre print
- Materiale

- Fjerne færdigt print:
- Design af egne modeller
  - Valg af program

## Før du printer

Når man bruger Lab'ets Prusa i3 MK3S+, Prusa Mini+ eller Prusa MK4 printerne, så kræver det at man har følgelende:

1. At man har fået undervisning i 3D printerne, eller har snakket med en ansat i lab'et
2. At man har en 3D-model af filtypen STL eller OBJ.
3. En computer med [PrusaSlicer](#) installeret.
4. Et SD kort til i3 MK3S+ printerne eller et USB-stik til Mini+ samt MK4 printerne (disse sidder allerede i printerne).
5. Et [link til DD Labs webshop](#) til betaling af materiale.

## Hvis man ikke vil lave sin egen fil

Det kan være vanskeligt og tidskrævende at designe sin egen fil. Heldigvis findes [Thingiverse](#), som er en delingside for 3D-print entusiaster, hvor man kan downloade andres 3D-modeller gratis.

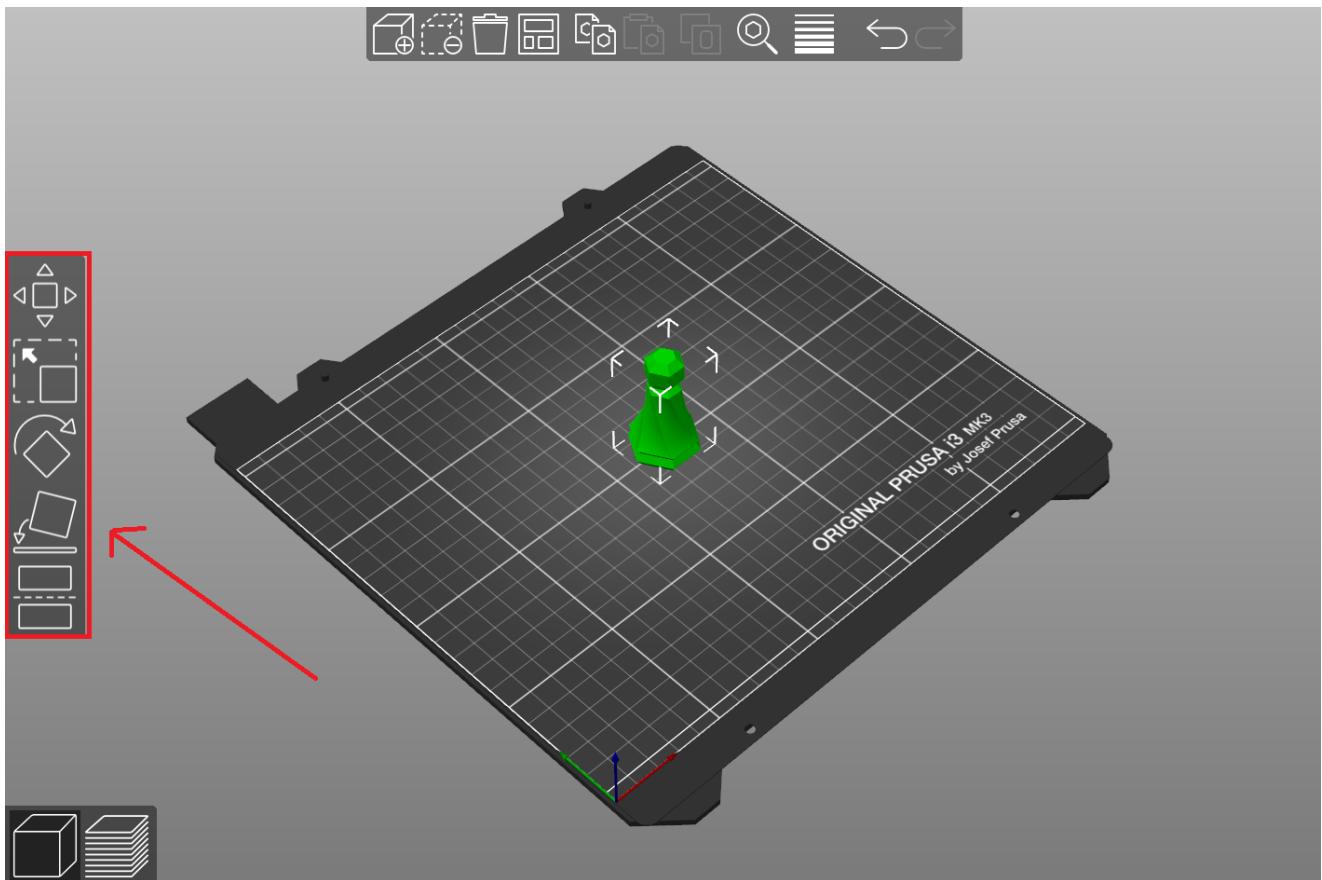
I dette eksempel tages der udgangspunkt i en [Skak Bonde](#) fra sættet "Hexagon Chess Set".

## Gør fil klar til print i PrusaSlicer

Næste trin er at importere 3D-modelen til PrusaSlicer. Dette kan gøres ved at trykke på **File → Import → Import STL/OBJ/...**, hvorefter du vælger din fil.

Du kan herefter ændre på størrelsen af printet samt dens orientering ved hjælp af værktøjerne i bjælken til venstre.

Hvis du ikke kan se din fil, kan det ske, at du skal skifte til "3D editor view" ved at trykke på kassen i nederste venstre hjørne

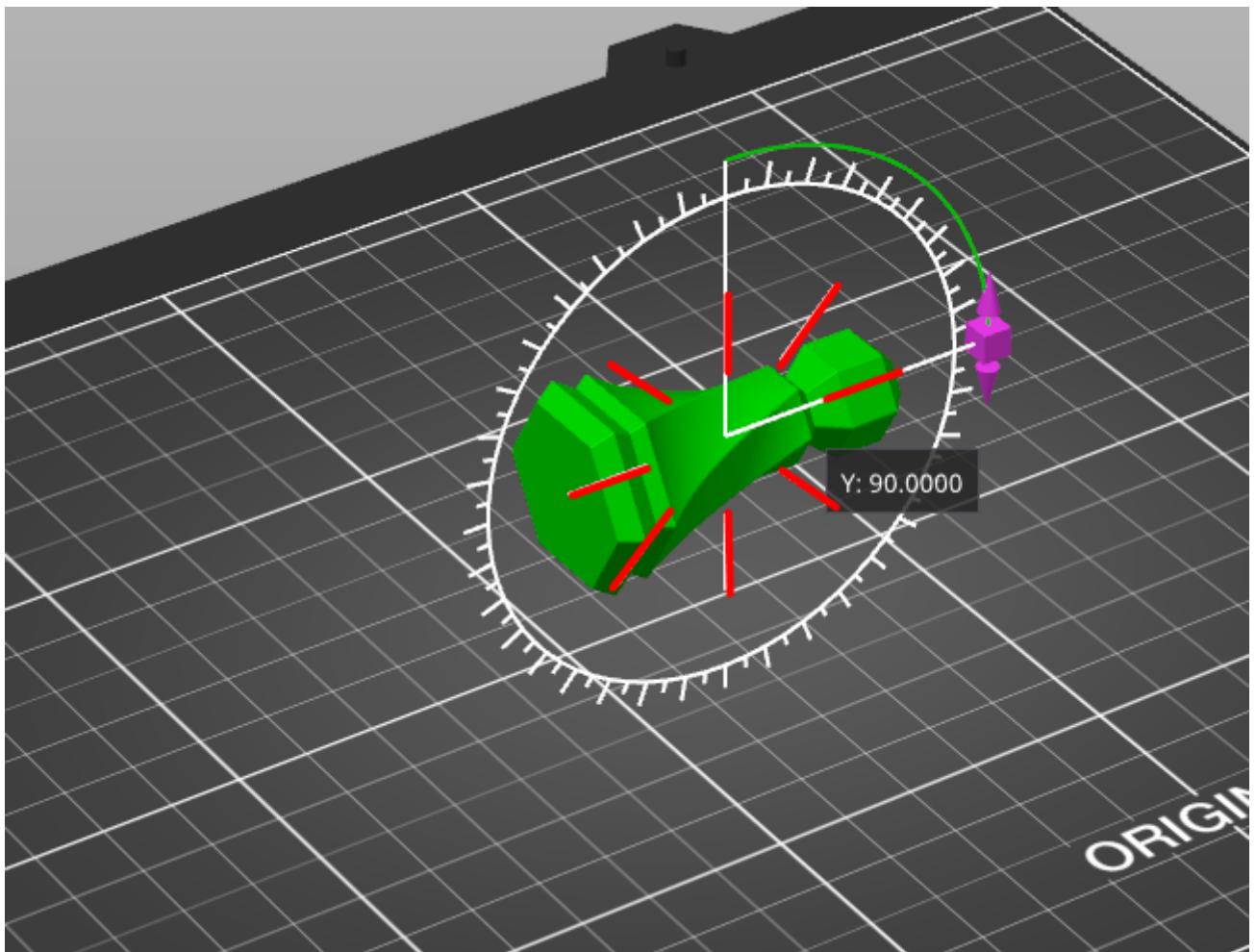


Her er et par eksempler på, hvordan man kan sikre sig at ens print har den rigtige orientering og størrelse.

- Hvis dit print vender forkert kan du enten bruge "Rotate" eller "Place on Face" funktionerne i venstre bjælke til at vende det korrekt.

"Place on Face" funktionen er især nyttig, hvis man gerne vil at printet skal ligge på en bestemt side.

- Du kan også roterer din model manuelt ved at skrive værdierne ind i tabellen til højre.



### Object manipulation

Name: **Hex\_Pawn.stl**

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

Position:	125	105	25
-----------	-----	-----	----

mm

Rotate:	0	0	0
---------	---	---	---

°

Scale factors:	100	100	100
----------------	-----	-----	-----

%

Size:	25.46	29.27	50
-------	-------	-------	----

mm

 Inches

- Hvis du vil ændre modellens størrelse, kan du bruge "Scale" værktøjet til venstre eller manuelt skrive værdierne ind i tabellen til højre.

## - Object manipulation

Name: **Hex\_Pawn.stl**

	X	Y	Z	
Position:	125	105	25	mm
Rotate:	0	0	0	°
Scale factors:	100	100	100	%
Size:	25.46	29.27	50	mm

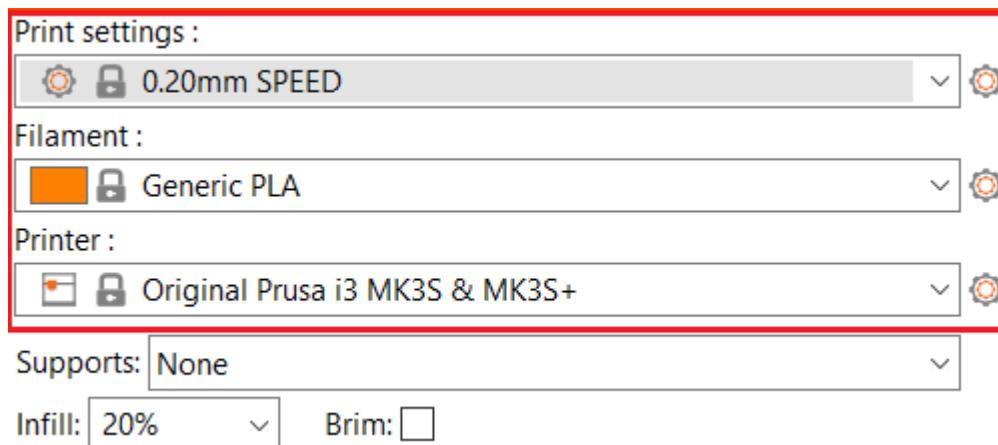
Inches

Når du har klaret ovenstående, skal du herefter justere hvilke instillinger, du gerne vil printe med.

Du skal her vælge følgende:

- Hvilken printer du ønsker at bruge (i3 MK3S+, Mini+ eller MK4)
- Filamenttypen (PLA, PETG, ASA, FLEX TPU)
- Detaljegraden af printet (tykkelsen på filament tråden målt i mm).

I denne guide tages der udgangspunkt i Prusa printerne "Original Prusa i3 MK3S & MK3S +", men du er velkommen til at benytte en af lab'et andre printere.



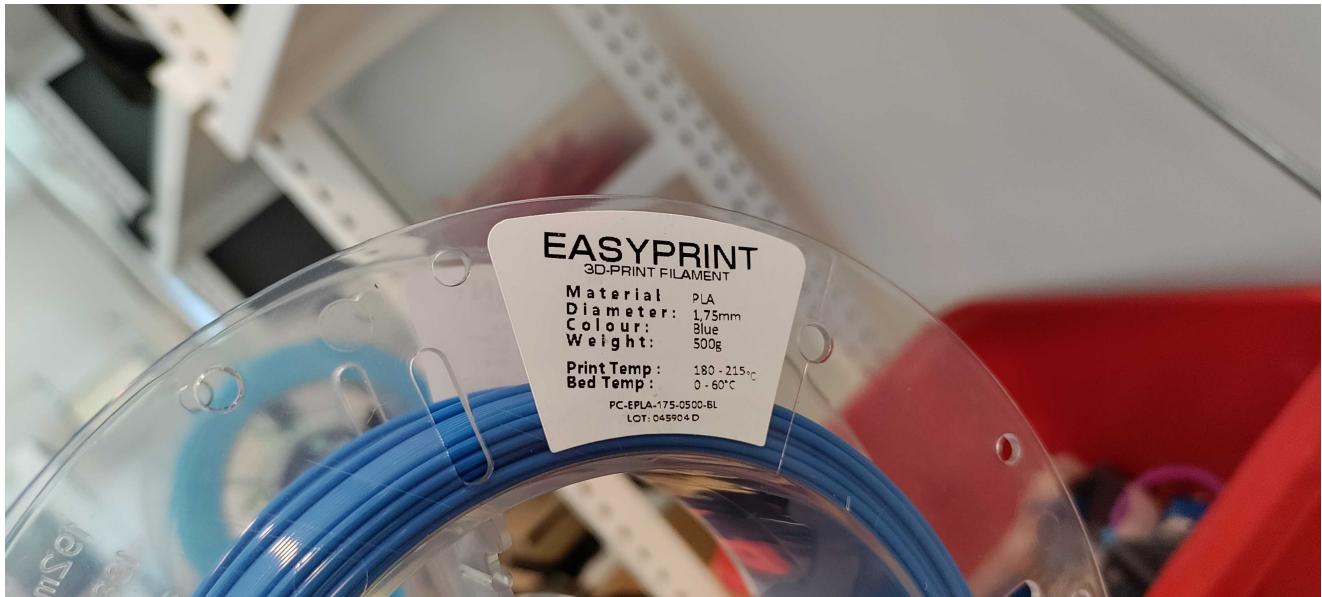
Hvis du ikke kan finde den ønskede printer i drop-down menuen, kan du tilføje en ny printer ved at klikke på [Add/Remove printers](#) og køre PrusaSlicerens Configuration Wizard. Her skan du under [Prusa Research](#) vælge hvilke printere du ønsker at tilføje.

Derefter skal du vælge hvilket filament (materiale) du gerne vil printe med, så hvis du for eksempel ønsker at printe i PLA bør du vælge "Prusa PLA" eller "Generic PLA" afhængig af fabrikanten. Det er dog en god idé at undersøge, hvilke filamenttyper lab'et har på forhånd inden du vælger dette.

**PLA** er ofte et godt sted at starte, men hvis du ønsker at printe med et andet materiale kan du finde yderligere information om de forskellige filamenttyper længere nede i tips og tricks sektionen.

Det kan også være en god idé at klikke på tandhjulet ud for filament-indstillingen og sammenligne PrusaSlicers default værdier med de anbefalinger der står på filamentrullen. Hold specielt øje med at

diameteren på filament tråden samt de forskellige temperature er korrekte i overensstemmelse med de anbefalinger der står på rullen.



**Filament**

- Color:
- Diameter:  mm
- Density:  g/cm<sup>3</sup>
- Cost:  money/kg
- Spool weight:  g

**Temperature**

Nozzle:	First layer: <input type="text" value="215"/> °C	Other layers: <input type="text" value="210"/> °C
Bed:	First layer: <input type="text" value="60"/> °C	Other layers: <input type="text" value="60"/> °C

3. Print settings. Her vælger man hvilket overordnet preset man vil gøre brug af (en god default er at bruge 0.20mm QUALITY). Det kan anbefales at slice ens fil i et par forskellige af dem for at se nederst til højre i vinduet (under "Sliced info") hvor lang tid det tager at printe og hvor meget filament der bliver brugt med de forskellige presets. For eksempel: hvis man vælger "0.10mm DETAIL" som ens Print setting, tager dette print af skakbonden 1 time og 59 min, og bruger 6.62 gram filament. Med en indstilling sat til 0.20mm SPEED tager printet "kun" 1 time og bruger 6.34 gram filament. For at se tid og gram klikker man blot "slice now" i bunden af programmet efter at have ændret indstillinger og så kan det ses lige over knappen under "Sliced info".

Udover disse kan du i øverste bjælke justere indstillingerne for printpladen, print-indstillinger, filament, og selve printeren. Herunder finder du instillinger såsom temperatur, infill, support-materiale, ventilation m.m., som kan være nyttigt at ændre afhængig af dit print.

Dette kan lyde overvældende, men heldigvis kan man komme virkelig langt med PrusaSlicerens default instillinger.

#### Print settings :

0.20mm SPEED		
Filament :	Generic PLA	
Printer :	Original Prusa i3 MK3S & MK3S+	
Supports:	None	
Infill:	20%	
Brim:	<input type="checkbox"/>	

#### Object manipulation

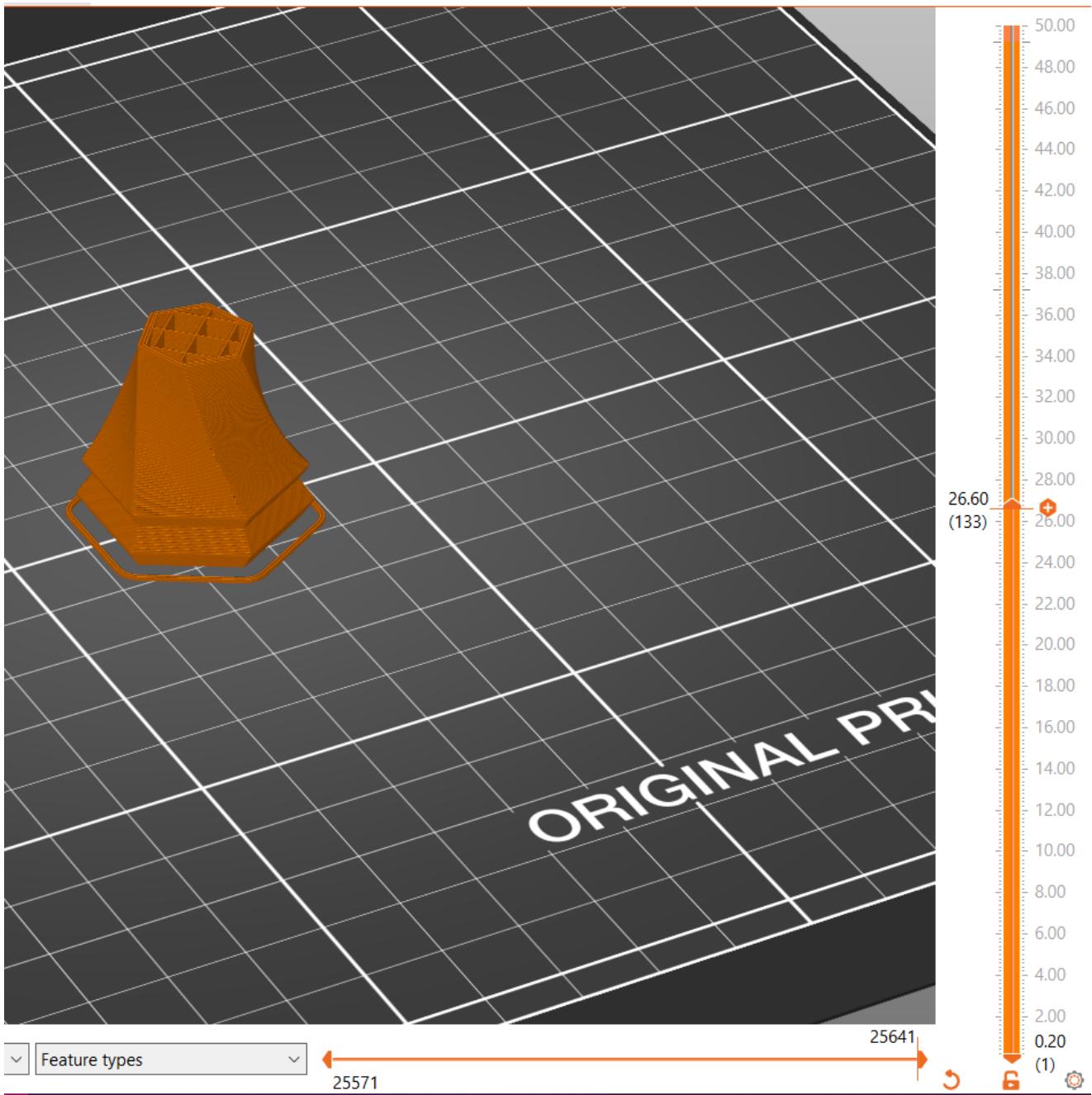
Name: **Hex\_Pawn.stl**

	X	Y	Z	
Position:	125	105	25	mm
Rotate:	0	0	0	°
Scale factors:	100	100	100	%
Size:	25.46	29.27	50	mm
<input type="checkbox"/> Inches				

#### Sliced Info

Used Filament (g)	6.34
Used Filament (m)	2.13
Used Filament (mm³)	5113.79
Cost	0.16
Estimated printing time:	
- normal mode	1h0m
- stealth mode	1h0m

Du undrer dig måske over hvordan det samme print printet hurtigere eller langsommere kan bruge mindre eller mere filament. Det er blandt andet fordi, indfyldningen "infill" inden i printet ændres i forskellige presets, hvis man vil se dette selv kan man trække i den bar der vises på næste billede for at se et tværstiksnit af ens print.



Når filen har de rigtige dimensioner og er placeret korrekt på printpladen **med den største flade side nedad for et stabilt print** kan man herefter "slice" sin fil.

**Slice** transformerer modellen til binære kode, som kan læses af printeren, hvorefter den ved, hvordan printet skal konstrueres.

Når disse 3 indstillinger er sat rigtigt, er man klar til at slice sin fil en sidste gang og eksportere den som g-code til et SD-kort (eller USB stik hvis man printer på en MINI+). Dette gøres ved sætte SD kort eller USB-stick (alt efter hvilken pritner man bruger) i sin computer og trykke på "export G-code knappen" der hvor "slice" knappen var før. Sørg for at den fil der bliver genereret hedder noget i kan genkende, og overfør den til SD-kortet eller USB-sticken.

Vi er nu næsten klar til at printe, men før man kan sætte printeren igang skal man lige sikre sig at alt er som det skal være:

1. At det filament der er i printeren svarer til det filament man justerede sine indstillinger ud fra i sliceren. ([hvis ikke skal man skifte filament](#))
2. At den stålplade der sidder på printeren er den rigtige for det materiale man printer med. Man bruger den glatte og grønlige "Smooth" til PLA og den lidt texturerede "Satin" til PETG og ASA f.eks.
3. Hvis man skifter plade skal man vælge den tilsvarende "Sheet profile" på MK3S+ printerens skærm. På MINI+ printerne anbefales det ikke at skifte plade uden hjælp fra en ansat da det kræver at man indstiller printerens Z-offset manuelt og man kan beskadige printeren hvis man gør det forkert.
4. At pladen er ren. Put en lille smule isopropyl-alkohol (IPA) på noget køkkenrulle agtigt papir (der er en stor rulle ovre ved resin-printeren) og tør pladen af med det.

Man kan nu sætte sit SD-kort (eller USB-stick) med ens fil ind i printeren og begynde sit print. Menuerne navigeres med det sorte hjul der kan roteres for at bevæge sig i menuen og trykkes på for at vælge menupunkter. Hvis ikke ens fil dukker op når man sætter kortet i printeren kan man klikke på hjulet for at gå til hovedmenuen og her gå til "print from SD" som bringer en liste over alle filer på SD-kortet frem. Så vælger man den fil man gerne vil printe. Printeren går så igang med at varme op, kalibrere og printe ens fil. MINI+ pritnernes menuer er lidt anderledes men det er samme overordnede funktionalitet.

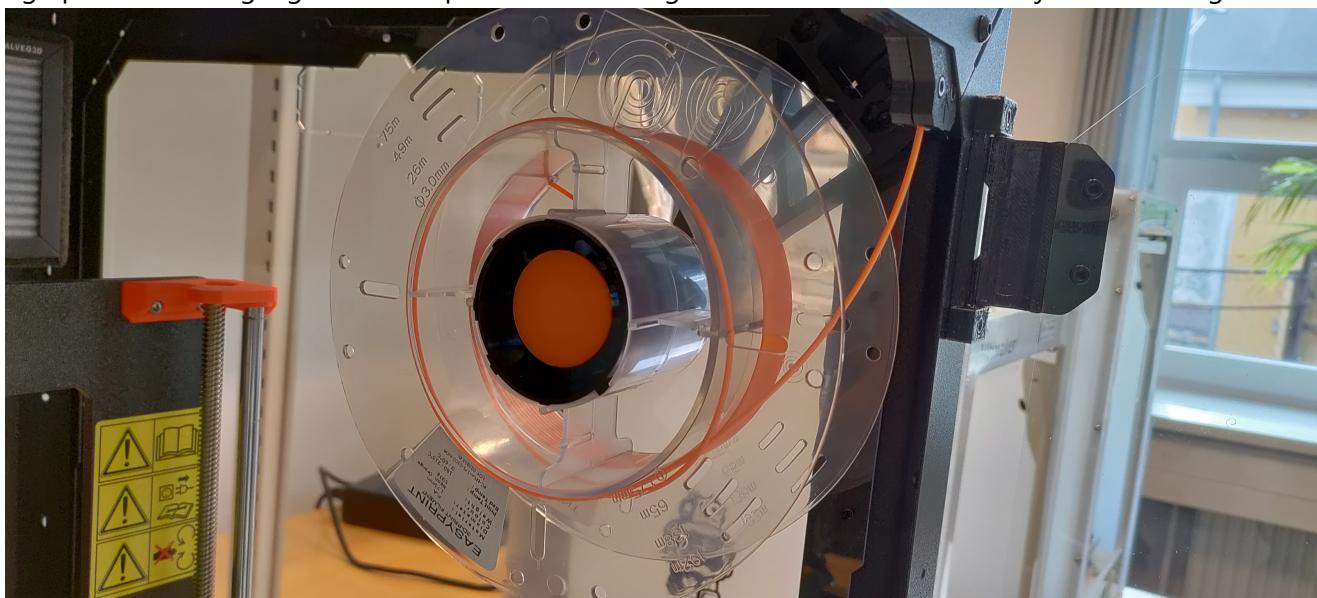
## Hvis man skal skifte filament

### Load filament

For at loade en ny rulle filament skal printeren først ikke have noget filament i sig, hvis den har filament i sig gå til [Unload filament](#).

Start med at tjekke at enden på dit filament ikke er tykkere end resten af rullen, hvis den er det skal du klippe en centimeter eller to af enden, ellers bliver det svært at føre filamentet ind i printeren.

Man starter derefter med at tænde for pritneren (knappen sidder uden på enclosurekassen bagerst til venstre) og sætte ens filamentrulle fast på filamentrullesholderen inde i printer enclosuret (den kasse printeren står i). Holderen sidder øverst til højre. For nogle ruller med et mindre hul i midten skal holderen først skrues af og føres igennem rullen før man kan skru den i igen med filament rullen på sig. Sørg for at sikre, at rullen sidder fast i en fornuftig retning så filamentet naturligt bliver trukket fra bunden af spolen og op i filamentindgangen som set på billedet. Dette gøres for at filamentet ikke bøjer unødvendigt:





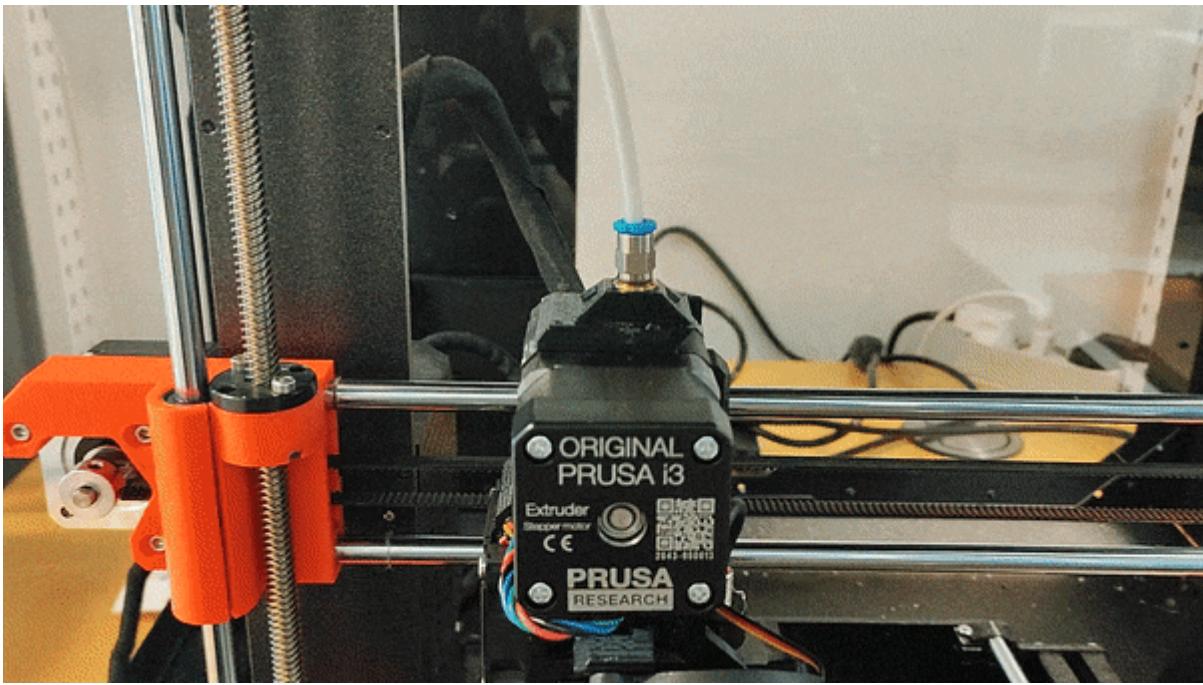
Nu føres filamentet, uden at presse for hårdt, igennem filamentindgangen:



Når filamentet når frem til printhovedet mærker du modstand, hvis printeren ikke er varm bliver du bedt om at vælge hvilken type filament du prøver at indsætte. Vælg det rigtige materiale på skærmen og vent på at printeren varmer op. Når den bipper skal du tage fat i filamentet og trykke på knappen mens du skubber fast men ikke alt for hårdt på filamentet indtil du kan mærke, at printhovedet griber fat i filamentet og begynder at trække det igennem sig. Slip filamentet. Filamentet er nu i printeren. Hvis printeren *er* varm begynder den bare at hive i filamentet så snart spidsen af filamentet når printhovedet hjælp bare filamentet på vej indtil printeren selv griber fat og du kan mærke den trækker i filamentet

Printren vil efter kort tid spørge om filamentet bliver "extruded" med den rigtige farve. Hvis det er den rigtige farve plastik der kommer ud, er fillamntet nu loadet. Vælg "Yes" på skærmen.

Hvis ikke, så vælg nej (*no*) og vent til plastikken der kommer ud er den rigtige farve. Du kan eventuelt prøve at hjælpe filamentet igennem bowden tuben lidt mere, hvis du kan mærke på filamentet at printeren ikke trækker i det. Hvis printren stadigt ikke kan få fat i filamentet, kan bowden tuben skrues af hvor den sidder fast på printhovedet, så kan man lidt nemmere skubbe filamentet ned i printeren. Se:

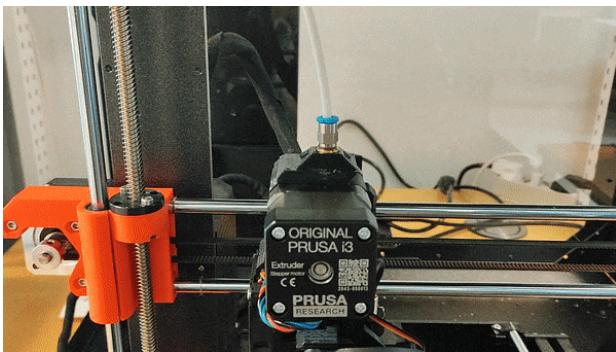


Kan man stadigt ikke få printeren til at gibe filamentet bør man tage fat i en ansat.

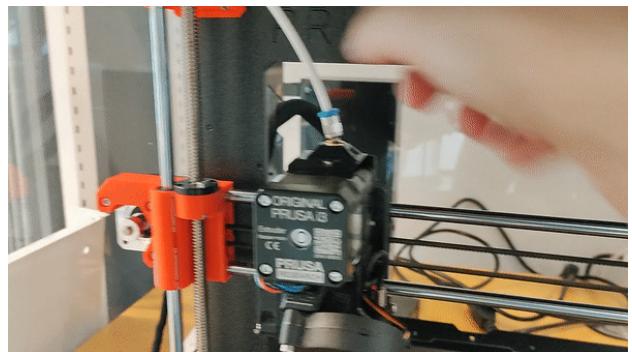
### Unload filament

For at unload filament tændes printeren, derefter vælger man i hovedmenuen, som navigeres med det sorte hjul foran på printeren, "unload filament". Printren vil spørge hvilken type filament man unloader og man vælger bare den der passer til det filament der sidder i printeren. Er man i tvivl bør det stå på siden af filamentrullen. Når indstillingen er valgt, varmer printeren på og når den er varm lyder der et *højt* bib. Dette bib betyder, at du skal tage fat i filamentet og hive det roligt men jævnt ud af printeren. Igen kan man som når man loader filament nyde godt af at skrue bowden tuben af der hvor den sidder fast på printhovedet for nemmere at kunne hive i filamentet. Gør man dette skal man selvfølgligt huske at skrue den på igen bagefter. Sørg for at spidsen af filamentet ikke krydser ind under filamentet på spolen når du tager det ud af printeren, så kommer der nemlig en knude på spolen der kan ødelægge et fremtidigt print. Der er små orange filament clips i kasserne med filament der kan bruges til at holde styr på enden når du pakker spolen ned.

Skrue tube af



Skrue tube på igen

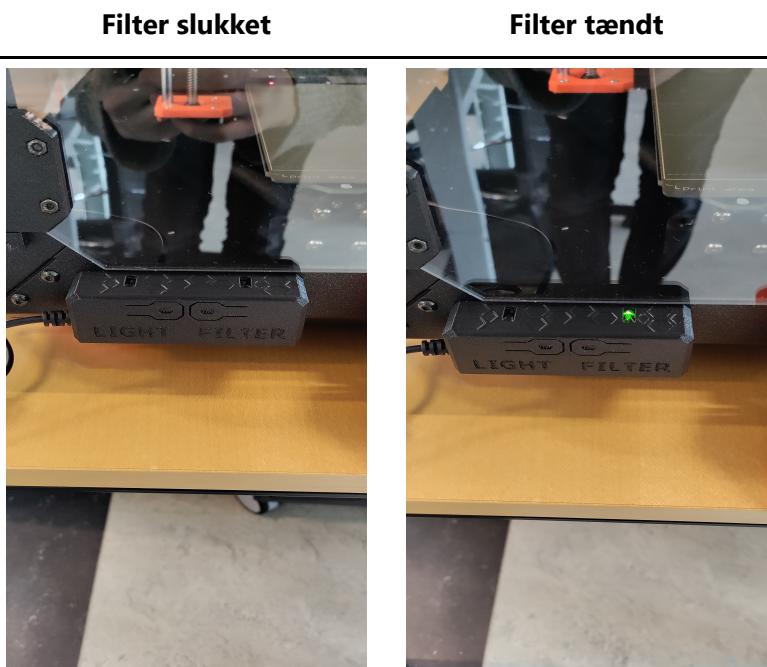


Hvis man syntes man hiver til men filamentet stadigt sidder fast bør man tage fat i en ansat *Så står man ikke til ansvar når filamentet knækker i printeren og man skal skille den ad* 😊

## Brug af filter til usunde materialer

For PLA, som er det mest hyppigt brugte materiale, er filteret ikke nødvendigt.

Nogle materialer er ikke sunde at indånde dampene fra f.eks. PETG, ABS og der er det vigtigt at man tænder for filteret inde i enclosuret mens printet køre. Dette gøres ved en knap på forsiden af enclosuret lige til venstre for displayet. Se:



Da MINI+ printerne ikke har et enclosure bør man ikke Printe ABS og andre usunde materialer på dem.

### Held og lykke!

## Ekstra tricks til bedre print

### Print Settings

Klikker man på tandhjulet ud for kan man indstille forskellige andre indstillingere end de førhennævnte. En af de vigtigste er "Infill". Infill beskriver hvor meget printeren fylder ind i indersiden modellen. Hvis man skal printe noget der kan holde til noget, så kan man med fordel sætte infill procenten op. Eksemplet med skakbrikken forsøger jeg med 15% fyld. Man skal være opmærksom på at dette gør printetiden længere samt printet dyrere hvis man øger infill da der bruges mere materiale. Høj infill er den største forøgelse af pris og tid man kan gøre sig i, men kan nogle gange være nødvendigt. Meget sjældent er der brug for værdier over 50%, men det kommer kraftigt an på ens print, det anbefales at starte rimeligt lavt (35% og mindre) hvis man ikke skal ligge et kraftigt tryk på ens print. Skal man dog ligge et stærks tryk på ens print f.eks. hvis man printer tandhjul med små tænder, dørstopere osv, kan man med fordel øge sit infill til 50% og op. Det skal siges at der er "diminishing returns" jo højere man går. Et 100% infill er som oftest ikke meget stærkere end et 70%, men et 50% er langt stærkere end et 20%.

### Support

Support skal sættes til hvis der frithængende elementer på ens model, da printeren ikke kan lægge plastik ovenpå luft. Support kan ses som et stillads som printeren bruger til at printe de frithængende dele af en model.

Jo mere support der skal bruges jo større er sandsynligheden for fejl-print, men der bruges også væsentlig mere materiale. Derfor anbefales det at man roterer sin model så der skal bruges så lidt support som muligt.

## Build plate

Det kan tit være en fordel at printe sin model på en bund, så der er et lag mellem printerens byggeplade og ens 3D-model. Hvis man vil have det skal man tjekke 'Build Plate' kassen af.

## Materiale

Vi har flere forskellige typer af materiale-ruller. Herunder kan nævnes PLA, Nylon, TPU, PC og PVA. Hvilket materiale man vælger at anvende, kommer an på ens print og hvad man skal bruge det til. Hvis der ikke er nogen specifikke krav til printet, anbefaler vi at man bruger PLA.

### **PLA:**

Den oftest brugte er typen PLA, hvilket er en miljøvenlig plastik, da den er bionedbrydelig. Dermed ikke sagt at man bare skal printe løs og smide det i naturen, for det kræver særlige forhold at nedbrude materialet. Printer man noget, må det gerne være for sjov, det skal også bare have sted i verden (eksempelvis awesome digital design prototyper).

### **Nylon:**

Nylon bruges til industrielle dele. Den er bedst i styrke, fleksibilitet og udholdenhed. Den kan farves, både før og efter printprocessen. Dens negativ side er at der er en større risiko for at printet warper imens det bliver printet.

### **TPU:**

TPU er en plastiktype med gummikvaliteter. Det betyder at den er mere fleksibel og udholdende end f.eks. PLA. Det er blødt og modstandsdygtigt, og egner sig derfor godt til at lave wearables.

### **PC:**

PC er den stærkeste type 3d-print materiale. Den kan holde til ekstrem varme og slag. Det er gennemsigtigt og bruges blandt andet til skudsikkert glas, dykkermasker og lign. PC har en smule fleksibelt, og kan bøjes.

Under print kan der opstå en del warping så det kan være sværere at bruge end andre materialer.

### **PVA:**

PVA er en form for vandopløseligt plastik. Det er godt at bruge til at lave mere avancerede prints, da det kan bruges til at printe supports.

## Fjern færdigt print

For at undgå at bøje sit print anbefaler vi at lade printet og printpladen køle, så løsner ens print sig selv en del fra pladen og kan nemt tages af. Prusa printernes plader er yderligere let bøgelige og kan løfte der hvor der er fingerprint markeringer i den side af pladen der vender mod en selv, prøv at lade være med at

etterlade for mange fingeraftryk og fedt på pladen af dette gør den sværre at printe på. Printen kan dog tages af og bøges let for at løsne et print der sidder på pladen.

Hvis printet har en stor kontaktflade med printerens seng, så kan man fremskynde processen ved at tage glasset (glas i ultimaker printerne den bøgelige bund i prusa printerne) og lægge det i køleskabet. For at få fat under printet og vippe det af, kan man bruge en [jimmy](#). Her skal man dog være meget forsiktig, så pladen ikke ridses det mindste, generelt er dette ikke anbefalet.

## Design af egne modeller

### Valg af program

Der findes ufatteligt mange programmer til at lave 3D-modeller og er man allerede ekspert i et 3D program, så skal man endelig benytte det. I Lab'et anbefaler vi at man starter med programmet [Tinkercad](#), der er en begyndervenlig introduktion til 3d-modellering.

Skal man lave mere avancerede modeller kan man bruge programmet [Fusion360](#) der laves at Autodesk som er gratis for studerende [Autodesk educational access signup](#). Fusion er en industristandard, hvor man nemmere kan lave mere komplekse modeller og arbejde cloud baseret med resten af sin gruppe, men dog kræver at man bruger en del mere tid på at komme godt ind i programmet. Er man kun interesseret i at arbejde individuelt kan man med fordel bruge programmet Inventor der ikke er cloud baseret, men har tilgængeld højere funktionalitet i at kunne simulere sammensætninger af 3D modeller og lave plantegninger i samme program hvis man har behov for at sende tegninger til firmaer der skal fremstille komponenter for en i metal. Fusion 360 bør være nok til alt vi laver her på studiet og langt det meste man kunne komme til at lave senere.

Når ens model er designet skal man blot eksportere ens model som STL eller OBJ fil og gøre som ellers i guiden.