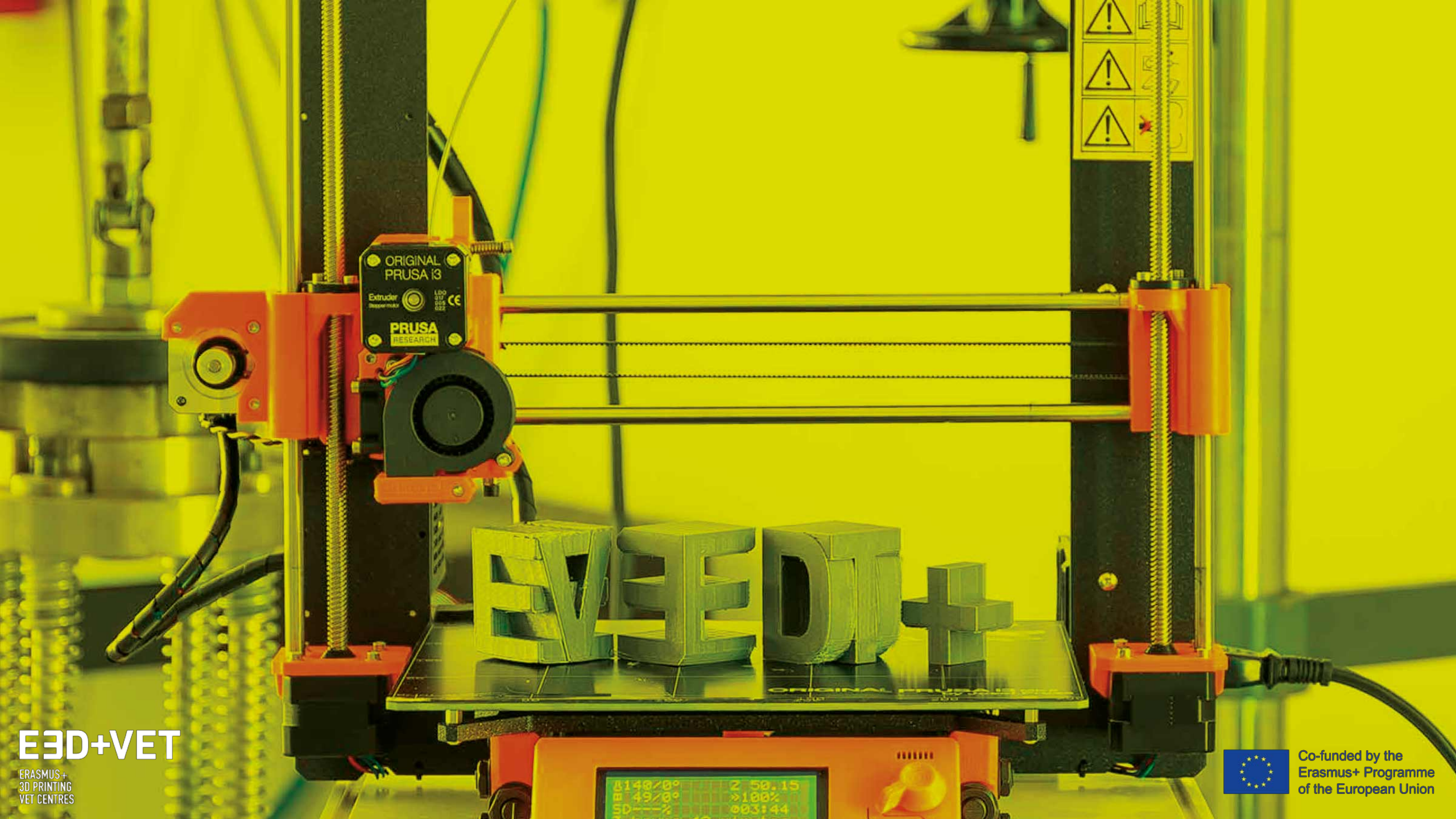




ORIGINAL
PRUSA i3
Extruder
L80
110
125
132
PRUSA
RESEARCH

E3D+VET

E3D+VET

ERASMUS+
3D PRINTING
VET CENTRES

140/0° 2 50.15
49/0° 100%
0 2 003:44



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

04-A1 – Gradiva za usposabljanje, primerna za delavnice

Navodila o naknadni obdelavi in ekstrakciji kosov 3D tiskanja

ERASMUS3D+

Za uvajanje 3D tiska v centre za poklicno izobraževanje in usposabljanje.

Številka pogodbe:
2017-1-DE02-KA202-004159

To delo je licencirano v okviru
Creative Commons Attribution 4.0 International License

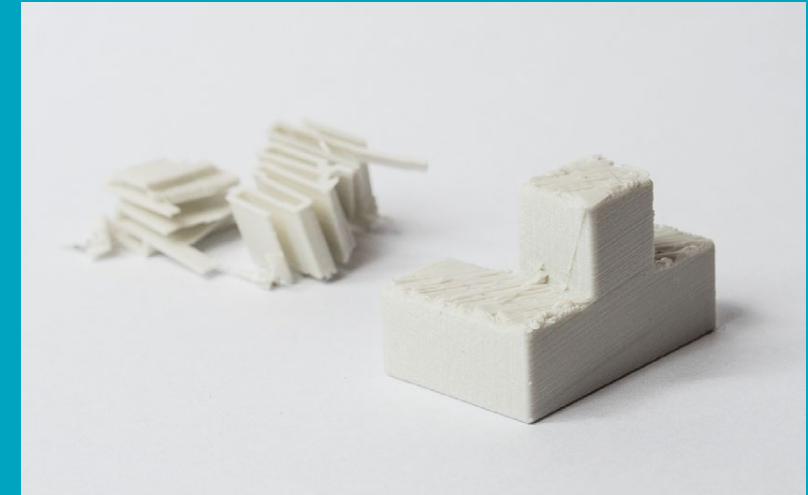


"Podpora Evropske komisije za pripravo te publikacije ne pomeni potrditve vsebine, ki odraža samo stališča avtorja in Komisija ni odgovorna za kakršno koli uporabo informacij, ki jih vsebuje."



Uvod

- Naknadna obdelava zajema vsa dejanja, ki se izvajajo po odstranitvi delov iz 3D tiskalnika.
- Naknadna obdelava je operacija brez dodanih vrednosti, ki povečuje režijske stroške in postavlja omejitve. Zaplete potek 3D tiskanja, doda stroške in podaljša čas dobave.
- Za laboratorije 3D tiskanja je to nezaželeno. Omejuje pogostost uporabe 3D tiskanja, izvedljive aplikacije in trge, ki se jih poslužuje.



Slika 1: Podprti FDM tisk, ki zahteva dodatno naknadno obdelavo. [1]

Obstajata **dve kategoriji** naknadne obdelave:

- **Primarna naknadna obdelava:** vključuje obvezne korake, ki morajo biti izvedeni na vseh kosih, da postanejo primerni za uporabo na katerikoli zahtevo.
- **Sekundarna naknadna obdelava:** vključuje **izbirni** del zaključevanja, ki izboljša videz ali funkcijo kosa. Najbolj pogosto ta korak vključuje brušenje, polnjenje, nanašanje in barvanje. Lahko pa vključuje tudi obdelavo ali prevleko.



Slika 2: 3D tiskani kos med postopkom obdelave. [2]

Postopki naknadne obdelave so lahko avtomatizirani, polavtomatski ali ročne, lahko so serijski ali paketni procesi.

Fused Deposition Modelling - FDM (Modeliranje talilnih nanosov)

Čistoča

Prednost postopka FDM je ta, da ne potrebuje čiščenja. Nepodporni končani kosi so pripravljeni za uporabo ali nadaljnjo naknadno obdelavo, ko je proces tiskanja zaključen.

Nosilce na FDM kosih je potrebno odtrgati ročno ali jih raztopiti v vodi, odvisno od podpornega materiala. Naprave FDM lahko tiskajo z debelejšimi sloji in uporabijo manj polnila za nosilce, kar se kaže v hitrejših 3D tiskih in lažji odstranitvi nosilcev.

To je idealno za zahteve, kot je hitro prototipiranje, ki omogoča uporabnikom, da hitro oceno uspešnosti in hiter prehod na drug tisk ali projekt.

Zmanjševanje nosilcev

- Prvi korak, ko se ukvarjate z nosilci, pride na vrsto, preden začnete tiskati.
- Postopek načrtovanja bi moral poskušati zmanjšati potrebo po nosilcih. Nato je treba v programski opremi za rezanje izbrati orientacijo, ki uporablja manj podpornih struktur.
- Cilj je zmanjšati število nosilcev in posledično količino dela in časa, porabljenega za naknadni obdelavi.

Ocenite svoj material

- Različne metode obdelave trajajo različno dolgo in zahtevajo različno xxx , odvisno od uporabljenega materiala in tehnologije.

Postopek odstranjevanja nosilcev

Splošni postopek naknadne obdelave FDM za **iste materiale** vključuje:

- odstranitev podpornih struktur (ročno, serijsko),
- nežno brušenje za odstranitev ostankov podporne strukture (ročno, serijsko).

Ko uporabljamo **topni podporni material**, naknadna obdelava vključuje:

- odstranitev celotne podpore (ročno, serijsko);
- namakanje za raztapljanje nosilcev (avtomatsko, paketno);
- izberite/odrežite vse neraztopljene ostanke (ročno, serijsko);
- izperite in posušite (ročno, serijsko).



Slika 3: Primer ročne odstranitve tiskalnih nosilcev. [1]

Naknadna obdelava ABS

Čeprav tehnologija FDM prinaša kose, pripravljene za uporabo, lahko kakovost površine še dodatno izboljšate.

Za ABS je najlažji in najučinkovitejši način glajenja površine kosa hlapi acetona.



Slika 4: ABS čiščenje s hlapi acetona. [3]

Kaj boste potrebovali:

1. papirnate brisače,
2. acetone,
3. aluminijasto folijo,
4. tesnilno posodo.

Za glajenje tiska:

- odstranite vsakršen odvečen material.
- Okrog vseh štirih strani posode položite papirnate brisače.
- V dobro prezračenem prostoru poškropite majhno količino acetona na dno posode in ga prekrijte z aluminijasto folijo.
- Položite 3D tisk v posodo in ga tam pustite sedeti nekaj ur – dokler se tisk ne zgladi po vaših željah.
- Odstranite tisk in ga pustite, da sedi nekaj minut, da aceton izhlapi z vašega tiska.
- Vaš tisk je sedaj zglajen za prikaz.



Slika 5: Primer zglajenega kosa s hlapi acetona.

Naknadna obdelava PLA

Alternativa hlapov acetona za PLA je ročno loščenje s tetrahidrofuranom (THF), saj aceton ne topi PLA.



Slika 6: PLA materiali za poliranje. [3]

Kaj boste potrebovali:

1. rokavice brez lateksa,
2. polirna krpa brez kosmov, ki ne vsebuje barv,
3. tetrahidrofuran (THF).

Za loščenje tiskov:

- odstranite vsakršen odvečen material s tiska.
- Nadenite si rokavice brez lateksa in poiščite krpo za loščenje.
- V dobro prezračenem prostoru namočite krpo v THF in loščite tisk, kot bi loščili čevelj – dobro delujejo krožni gibi.
- Pustite, da se zloščen tisk posuši (še vedno v dobro prezračenem prostoru), da morebitni odvečni THF izhlapi.

Selective Laser Sintering – SLS (Selektivno lasersko sintranje)

- SLS spoji material v prahu z laserjem in tako doseže kose z visoko stopnjo natančnosti in dobro trdnostjo.
- SLS ne potrebuje opore, saj prah sam ohranja kos na svojem mestu.
- Tiskani deli imajo prašnat, zrnat zaključek. Naknadna obdelava kosov SLS je običajna praksa.
- V kose SLS se redno dodajajo tudi prevleke, da se izboljša njihova zmogljivost.



Slika 7: Zračni kanali, zgrajeni s sistemom SLS, ki vključujejo notranje značilnosti, ki so ključne za obliko in jih ni mogoče enostavno izvesti z običajnimi sredstvi. [4]

Standard zaključek

Zaradi narave postopka zlitja prahu je standardna izvedba SLS že sama po sebi hrapava, podobna srednje ostremu brusnemu papirju.

Ena prednost je ta, da je ta zaključek primeren za barvanje ali lakiranje.

- zaključek: ★ ★ ☆ ☆ ☆
- toleranca: ★ ★ ★ ★ ★
- hitrost: ★ ★ ★ ★ ★

Prednosti	Slabosti
Vsi deli SLS so opremljeni s to standardno izvedbo (razen če ni določeno drugače)	Mat, zrnat zaključek površine
Dobra natančnost, saj splošna geometrija ni spremenjena	Omejene možnosti barv, ki temeljijo na barvi prahu (običajno bela)
Nižja cena	

Sušilne naprave (vibro lak)

Zaradi bolj gladke teksture površine lahko najlonske SLS dele loščimo s sušilnimi napravami ali vibro stroji.

Znotraj sušilca se del pomeša z majhnimi keramičnimi čipi, ki vibrirajo proti predmetu, postopoma pa erodirajo zunanjo površino vse do poliranega konca.

Ta postopek ima majhen učinek na dimenzije kosov in povzroči zaokrožitev ostrih robov.

- zaključek: ★ ★ ★ ★ ☆
- toleranca: ★ ★ ★ ☆ ☆
- hitrost: ★ ★ ★ ☆ ☆

Prednosti	Slabosti
Odlična gladka površina	Ni primerno za občutljive lastnosti
Naenkrat je mogoče narediti več delov	Odstrani ostre robove, ki lahko negativno vplivajo na geometrijo kosov



Slika 8: SLS kos, ki je sušen/vibro loščen. [4]

Barvanje

Barvanje je najhitrejša in najbolj cenovno učinkovita metoda za barvanje SLS tiskov

Poroznost kosov SLS jih naredi idealne za barvanje. Kos je potopljen v toplo kopel z velikim številom barv na voljo, kar zagotavlja popolno pokritost vseh notranjih in zunanjih površin. Barvilo prodira le do globine 0,5 mm, kar pomeni, da bo nadaljnja obraba na površini izpostavila prvotno barvo prahu.

- zaključek: ★ ★ ★ ☆ ☆
- toleranca: ★ ★ ★ ★ ★
- hitrost: ★ ★ ★ ★ ☆

Prednosti	slabosti
Na voljo je velika paleta barv	Prodiranje barv je globoko le 0,5 mm
Ne vpliva na dimenzije delov	Ne povzroči sijočega zaključka
Naenkrat je mogoče barvati več kosov	
Cenovno učinkovito v primerjavi z drugimi metodami barvanja	
Dobro za kompleksna geometrijska telesa	

Stereolithography – SLA (Stereolitografija)

3D tiskalniki SLA ustvarjajo kemične vezi s prekrivanjem fotopolimerjev čez plasti iz smole, kar se kaže v popolnoma gostih delih, ki so neprepustni za vodo in vodo.

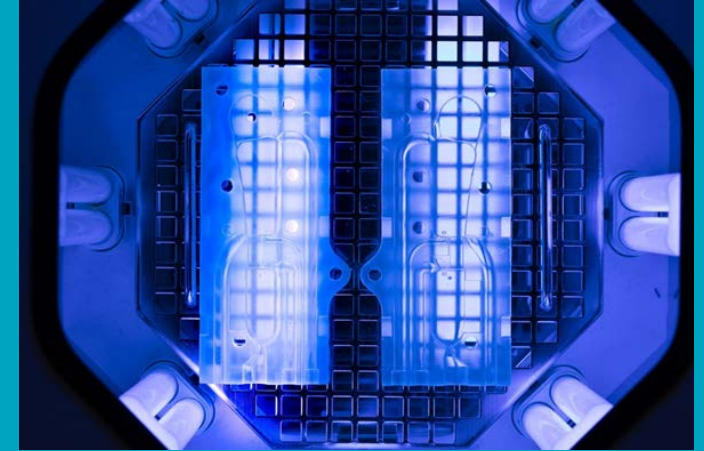
SLA tiskanje velja za zlati standard za gladko površinsko obdelavo, ki je primerljiv s tradicionalnimi metodami izdelave, kot so strojna obdelava, brizganje in iztiskanje, tako da na splošno naknadna obdelava vključuje samo strjevanje in odstranjevanje nosilcev.



Slika 9: FDM (levo) proti SLA (desno). [1]

Čiščenje in utrjevanje

Ko je postopek tiskanja končan, natisnjeni kosi zahtevajo izpiranje z izopropilnim alkoholom (IPA), da odstranite morebitno neočiščeno smolo s površine. Ko se izprani kosi posušijo, nekateri materiali zahtevajo naknadno utrjevanje, ki pomaga, da deli dosežejo svojo najvišjo možno trdnost in stabilnost.



Slika 9: Kosi za naknadno utrjevanje pod UV svetlobo. [5]

Odstranjevanje nosilcev

Po sušenju in strjevanju se nosilci zlahka odstranijo. Preostale podporne oznake je treba za čisto površino zbrusiti.

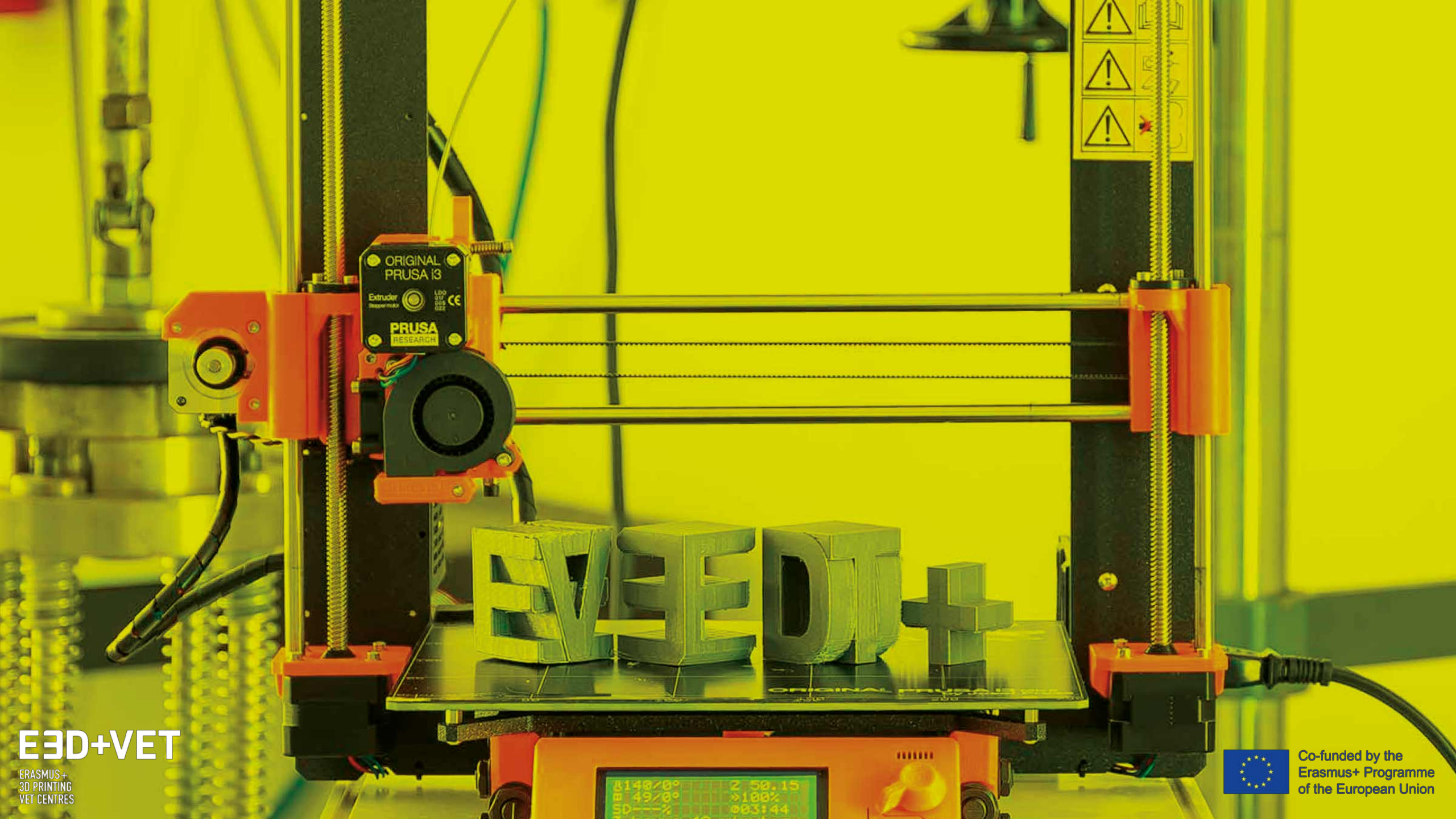
Čeprav je standardna obdelava na splošno dovolj dobra s SLA, lahko dele enostavno naknadno obdelamo za posebne namene, z obdelavo, temeljnim premazom in barvanjem.



Slika 10: Odstranjevanje opore. [5]

Viri

- [1] Formlabs White Paper FDM vs. SLA. 2019. Vir: <https://3d.formlabs.com/rs/060-UIG-504/images/FDM%20vs%20SLA.pdf>
- [2] Courtney Armstron (3D HUBS). Post processing for FDM printed parts. 2017. Vir: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/post-processing-fdm-printed-parts>
- [3] Post Processing PLA and ABS Prints. 2017. Vir: <https://pinshape.com/blog/post-processing-your-pla-and-abs-prints/>
- [4] Stratasys Direct Manufacturing, 3D Printing Materials: Choosing the right material for your application, 2015.
- [5] Post processing for SLA printed parts. 2017. Vir: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/post-processing-sla-printed-parts>



ORIGINAL
PRUSA i3
Extruder
Prusa Research

E3D+VET

E3D+VET

ERASMUS+
3D PRINTING
VET CENTRES

140/0° 2 50.15
49/0° 100%
0 2 003:44



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union