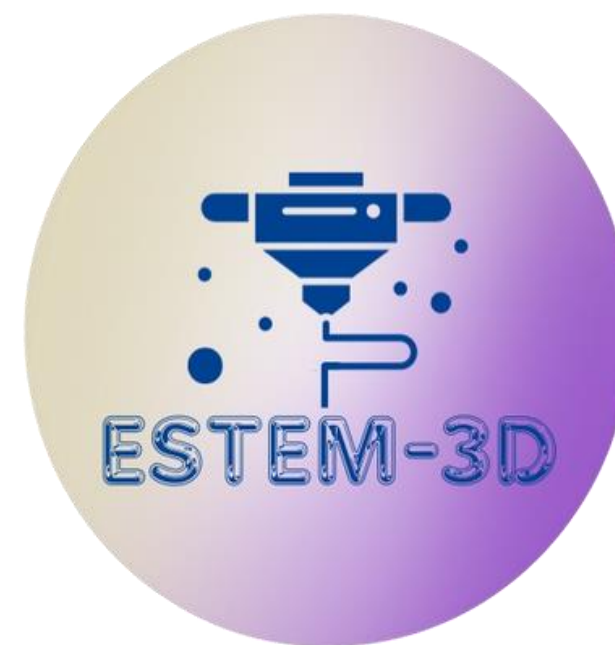


ИСТРАЖУВАЊЕ НА МАТЕРИЈАЛИ ЗА 3D ПЕЧАТЕЊЕ



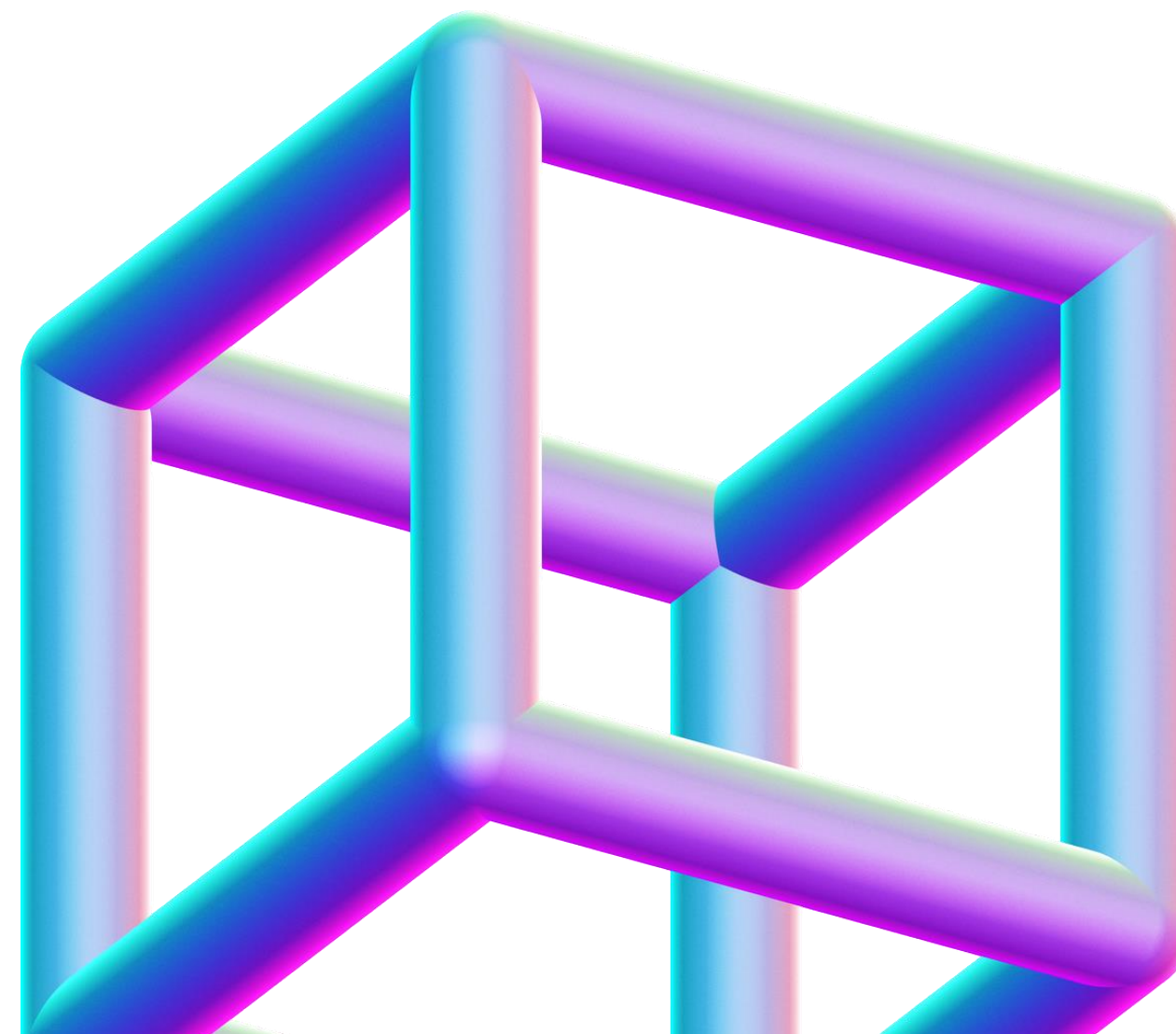
NOVATEX
SOLUTIONS.EU



Co-funded by
the European Union

Финансиран од Европската Унија. Сепак, искажаните ставови и мислења се само на авторот(ите) и не мора да ги одразуваат ставовите на Европската унија или Европската извршна агенција за образование и култура (EACEA). Ниту Европската Унија, ниту EACEA не можат да бидат одговорни за нив.

Број на проект: 2023-1-CY01-KA210-SCH-000157256





Термопластика

Термопластиката е широко користена во 3D печатењето поради нејзината способност да се топи и преобликува повеќе пати без да се изгуби нејзината целина

Ова ја прави мултифункционална и еколошка.

1. PLA (Полилактична киселина)

Својства

- Биоразградлива и направена од обновливи извори (како пченкарен скроб)
- Пониска температура на топење (околу 180–220°C)
- При печатење испушта благ, нетоксичен мирис

Употреба

- Идеална за прототипови, проекти за хоби и украсни предмети
- Често се користи за едукативни цели поради нејзината лесна употреба
- Погодна за предмети во домаќинството и примена во ситуации на ниски оптоварувања



1. PLA (Полилактична киселина)

Позитивни страни

- Лесно се печати со минимално деформирање, погодна за почетници
- Еколошки и биоразградлив материјал
- Се добива мазна површина која може да се обработи по печатењето (со пескарење или бојадисување)

Недостатоци

- Пониска издржливост и отпорност на топлина
- Кршливи и неупотреблива при големи оптоварувања
- Ограничена употреба за функционални делови изложени на високи температури



2. ABS (Акрилонитрил Бутадиен Стирен)

Својства

- Силен и издржлив
- Повисока температура на топење (околу 220-250°C)
- Потребно е лежиштето да е загреано за да се спречи искривување

Употреба

- Функционални прототипови
- Автомобилски делови
- Играчки (како LEGO коцки)



2. ABS (Акрилонитрил Бутадиен Стирен)

Позитивни страни

- Висока отпорност на удар
- Добри механички својства
- Може да се обработи по печатењето (со пескарење или бојадисување)

Недостатоци

- Испушта гасови за време на печатењето, што бара соодветна вентилација
- Склон кон искривување доколку креветот не е загреан



3. PETG (Полиетилен терефталат гликол)

Својства

- Ја комбинира леснотијата на PLA со јачината на ABS
- Добра хемиска отпорност
- Транспарентен и сјаен финиш

Употреба

- Садови за храна
- Механички делови
- Медицински апликации



3. PETG (Полиетилен терефталат гликол)

Позитивни страни

- Силен и флексибилен
- Лесно се печати со минимално искривување
- Безбеден за храна (во зависност од производителот)

Недостатоци

- Може да биде жилав за време на печатењето
- Потребно е прецизно подесување за оптимален квалитет на печатење



4. TPU (Термопластичен полиуретан)

Својства

- Флексибилен и налик на гума, со одлична еластичност
- Висока отпорност на триење и удар
- Потребни се специфични поставки за печатење, за управување со флексибилноста за време на печатењето

Употреба

- Идеален за телефонски куќишта, модни додатоци и предмети кои бараат флексибилност
- Најчесто се користи за делови што амортизираат вибрации, заптивки и дихтунзи.
- Погоден за делови кои треба да издржат свиткување или истегнување



4. TPU (Термопластичен полиуретан)

Позитивни страни

- Висока флексибилност и еластичност, што овозможува деловите да бидат издржливи на виткање
- Отпорен на масла, мазива и разни хемикалии
- Висока отпорност на абење и триење, што го прави идеален за функционални делови

Недостатоци

- Потешок за печатење, бара помали брзини на печатење и специфични поставки за печатачот
- Подложен на формирање тенки влакна и истекување на стопен материјал за време на печатењето
- Ограничен во случаи каде е потребна флексибилност, не е погоден за крути делови



5. Најлон

Својства

- Висока јачина и флексибилност
- Отпорен на абење и триење
- Потребни се високи температури за печатење (околу 240-260°C)

Употреба

- Функционални делови
- Запчаници и лежишта
- Компоненти отпорни на абење



5. Најлон



Позитивни страни

- Одлични механички својства
- Издржлив и отпорен на абење
- Флексибилен и цврст

Недостатоци

- Ја апсорбира влагата од воздухт, бара складирање на суво место
- Печатењето може да биде тешко поради искривување



Специјална термопластика

Специјалните термопластики за 3D печатење се издржливи, прилагодливи и способни да издржат екстремни услови.

Нивната способност да се топат и преобликуваат без деградација ги прави идеални за високи перформанси и одржлива примена во индустрии како што се воздухопловната, медицинската и автомобилската индустрија.



1. PEI/ULTEM (Полиетеримид)

- Висока јачина, отпорност на пламен и термичка стабилност
- Се користи во воздухопловната индустрија и електрониката

2. PPSU (Полифенилсулфон):

- Исклучително издржлив и отпорен на високи температури и хемикалии
- Се користи во медицината и индустријата

3. PVDF (Поливинилиден флуорид):

- Високо отпорен на хемикалии и УВ светлина
- Се користи за цевководи, електрична изолација и за специјализирана употреба



Карактеристики на специјална пластика

- **Рециклирање:** може да се стопи и преобликува повеќе пати
- **Разновидност:** широк опсег на механички и термички својства
- **Лесна за обработка:** се користи во обликување со вбризгување, истиснување и 3D печатење



Композитни материјали

Композитните филаменти во 3D печатењето се материјали направени со мешање на основен полимер со адитиви како влакна, прав или честички.

Овие материјали ги подобруваат својствата како силата, естетиката и функционалноста.



Композитни филаменти

- Комбинира материјали (на пр. дрво, метал, стакло, јаглородни влакна) со пластика
- Зголемена јачина или создавање специјални ефекти (на пример, текстура слична на дрво).
- Корисни за уметнички, структурни или специјални проекти
- Обично поскапи
- Може да бидат абразивни на стандардните млазници на 3D печатачите, за што е потребна специјализирана опрема





Метали

Металите се повеќе се користат за производство на издржливи делови со висока цврстина, за индустриска и специјализирана намена.

Металното 3D печатење ги трансформира индустриите овозможувајќи производство на сложени геометрии, намалување на материјалниот отпад и скратување на временските рокови за производство.

Метални материјали кои се користат во 3D

печатење

- **Челик, бронза, бакар:** се користат за издржливост и цврстина
- Идеални за делови во инженерството и функционалните прототипови
- Бараат повисоки температури и специјализирани печатачи
- Металните филаменти се поскапи од стандардните пластични филаменти
- Вклучува техники како **директно ласерско синтерирање на метал (DMLS)** или **селективно ласерско топење (SLM)**, кое спојува метали во прав слој по слој користејќи ласер со висока моќност



Смола

Користењето смола во 3D печатењето е разновидно, поттикнато од уникатните својства што ги нудат смолите во споредба со другите материјали.

Во 3D печатењето со смола, течната смола се стврдува кога е изложена на светлина, создавајќи многу детални и прецизни отпечатоци.



Смола за детално 3D печатење

- Смола за детално 3D печатење
- **Фотополимерна смола:** Високи детали за мали или сложени модели
- Вообичаено за изработка на накит, примена во стоматологијата и уметноста
- Некои смоли се дизајнирани за создавање калапи и лиење делови во метал или други материјали
- Потребна е пост-обработка, на пр. перење и сушење со УВ, што го зголемува времето, сложеноста и цената





Керамика

Керамичките филаменти се специјализирани материјали за 3D печатење составени од керамички честички измешани со полимерна основа.

Овие филаменти овозможуваат печатење на предмети кои имитираат керамички својства, како што се висока отпорност на топлина и естетска завршница.

Керамички филаменти за уметност и дизајн

- Имитираат керамички својства како што се висока отпорност на топлина и естетска завршница
- Се печат по печатењето за да се создадат цврсти керамички предмети
- Се користи за уметност, дизајн и костумизирана керамика
- Потребна е пост-обработка, на пр. печење во печка, што го зголемува времето, сложеноста и цената.



Нови материјали за 3D печатење

- Биоразградливи и рециклирани материјали (на пр. Bio-PLA)
- Спроводливи филаменти за електронски проекти
- Флексибилни и еластични материјали (на пр. TPE)
- Магнетни материјали што светат во темно
- Материјали што заземаат одреден облик или се
самолекуваат

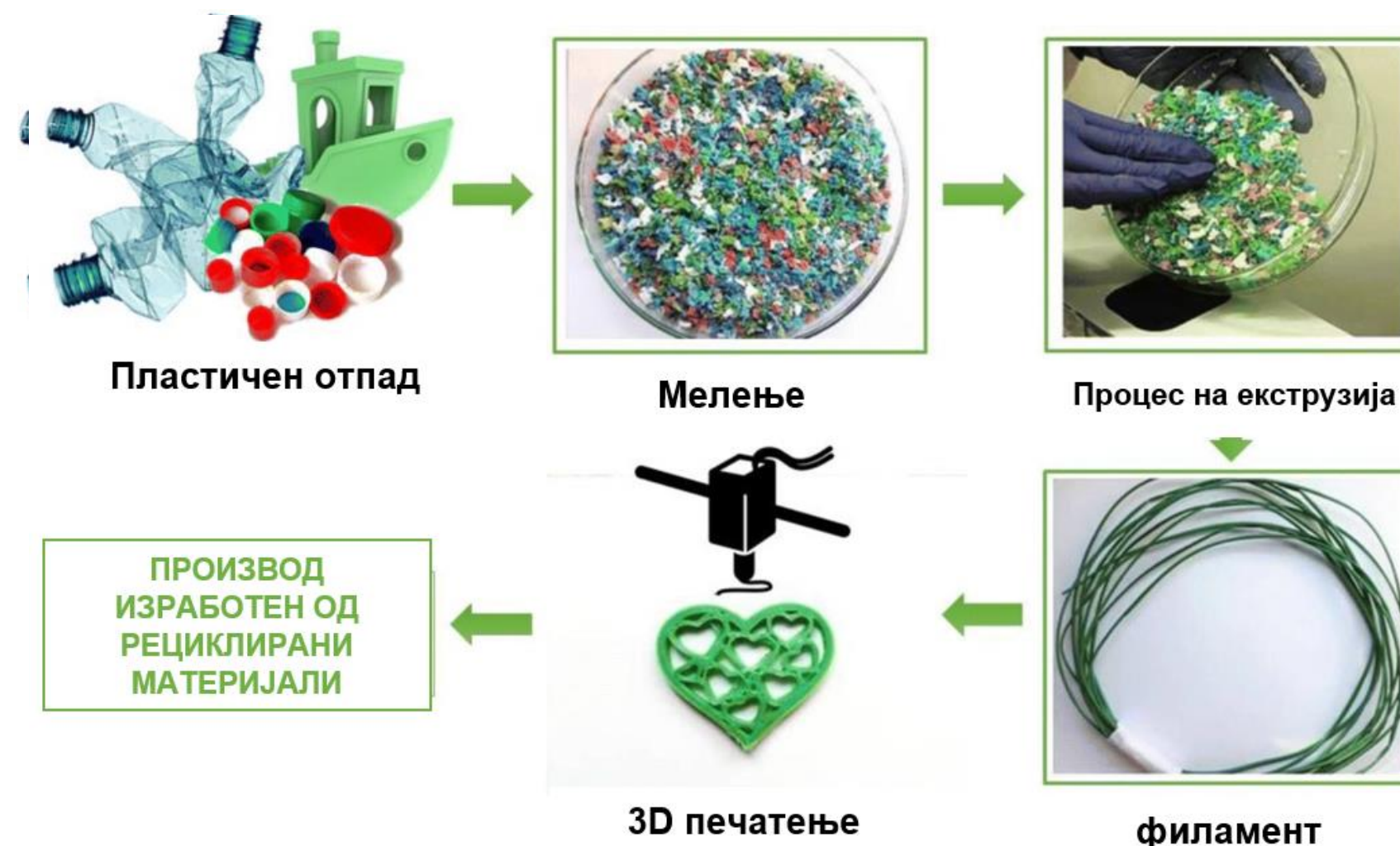
Рециклирани филаменти

Својства

- Направени од рециклирани пластични материјали
- Имаат слични својства на девствени пластични филаменти
- Помагаат во намалување на пластичниот отпад и влијанието врз животната средина

Употреба

- Општа примена за 3D печатење
- Прототипови и функционални делови
- Еколошки проекти



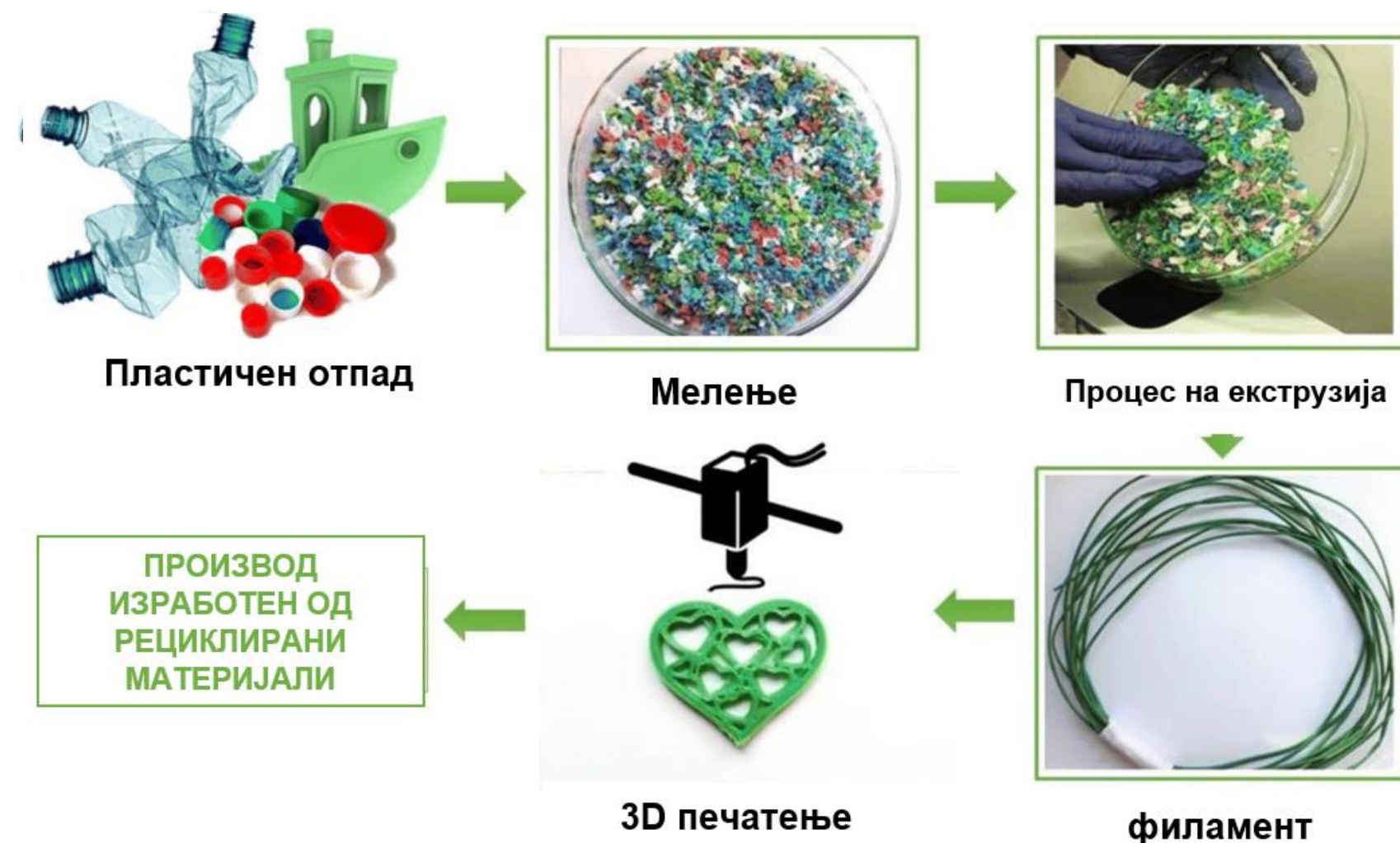
Рециклирани филаменти

Позитивни страни

- Го намалуваат пластичниот отпад и промовираат одржливост
- Често исплатливи во споредба со девствени материјали
- Поддржуваат иницијативи за циркуларна економија

Недостатоци

- Квалитетот може да варира во зависност од изворот на рециклиран материјал
- Може да има потреба од дополнителна обработка за да се обезбеди конзистентност



Својства

- Добиен од обновливи извори како пченкарен скроб и шеќерна трска
- Биоразградлив и компостлив во индустриски услови
- Слични механички својства на традиционалните PLA

Употреба

- Материјали за пакување
- Садови за еднократна употреба
- Медицински импланти и уреди



**Биоразградливи и одржливи
материјали (на пр., Bio-PLA)**

Позитивни страни

Еколошки и ја намалува зависноста од фосилни горива

Биоразградив, го намалува долгорочниот отпад

Безбеден за употреба во контакт со храна

Недостатоци

- Бара специфични услови за компостирање
- Помалку отпоен на топлина во споредба со пластиката на база на нафта



**Биоразградиви и одржливи
материјали (на пр., Bio-PLA)**

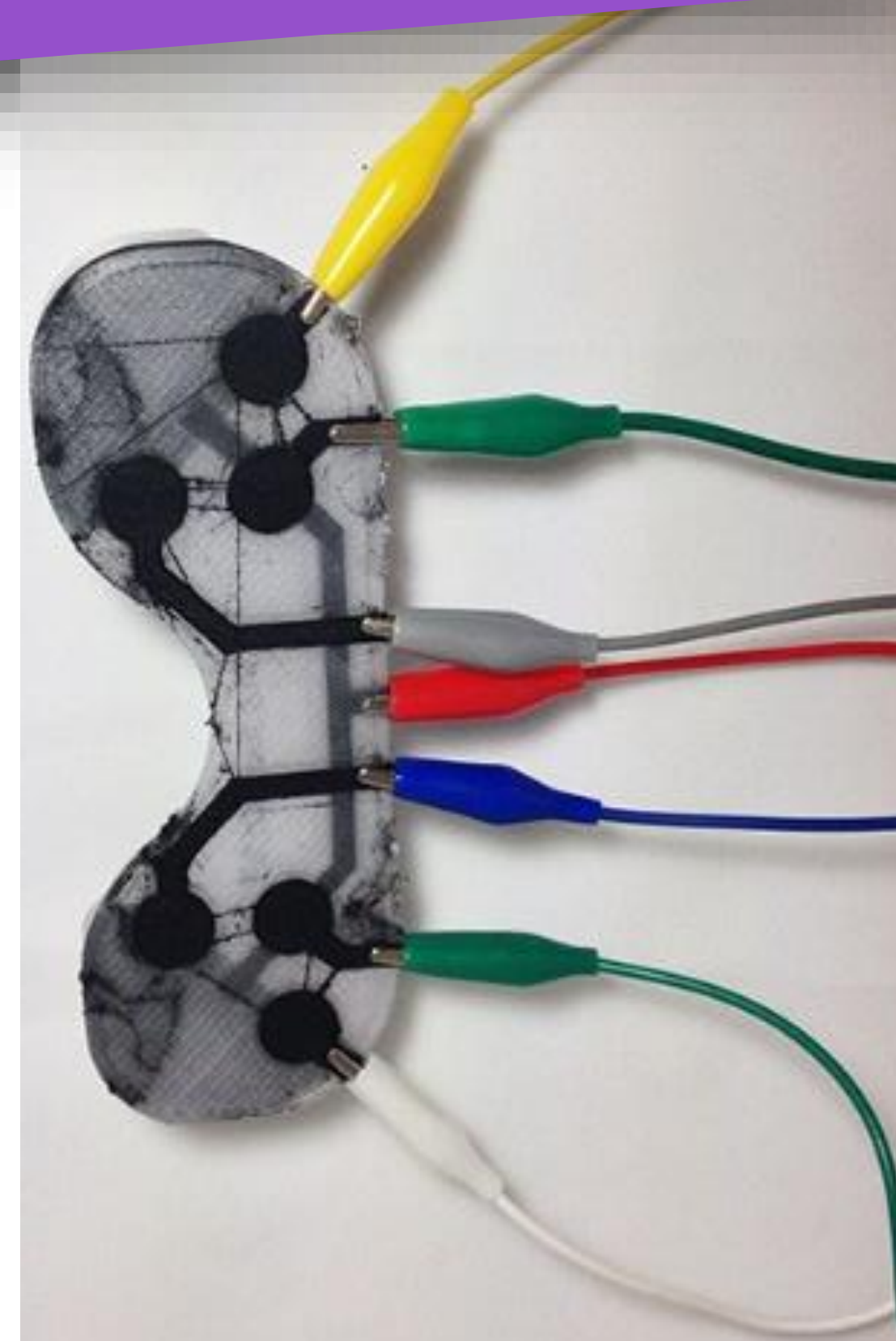
Спроводливи филаменти за електронски проекти

Својства

- Содржи спроводливи материјали како јаглерод или метални честички.
- Овозможува создавање на електрично спроводливи патеки во рамките на 3D печатените објекти.
- Обично има поголема отпорност во споредба со традиционалните спроводливи материјали.

Употреба

- Печатење на електрични кола по нарачка.
- Изработка на електроника што може да се носи.
- Прототипирање на електронски компоненти.



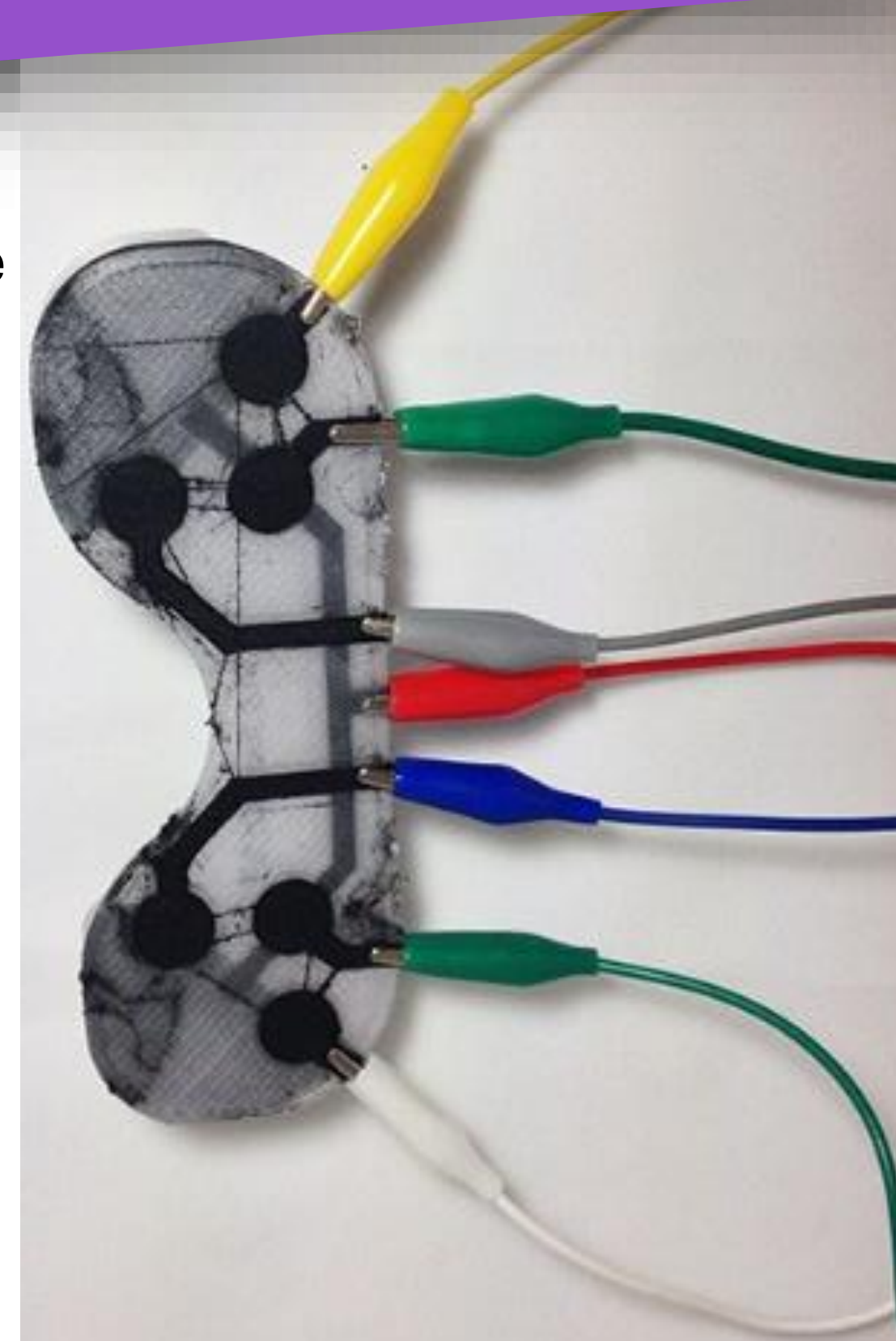
Спроводливи филаменти за електронски проекти

Позитивни страни

- Овозможува интеграција на електрониката директно во 3D печатените делови.
- Ја намалува потребата од одделни електрични кола.
- Ги проширува можностите за проекти по електроника од типот „направи сам“

Недостатоци

- Повисока цена во споредба со стандардните филаменти.
- Бара внимателно ракување и специфични поставки на печатачот за да се постигне оптимална спроводливост.



Својства

- Ги комбинира својствата на гумата и пластиката
- Високо флексибилен и еластичен, може да се растегнува и да се врати во првобитната форма
- Добра отпорност на триење и удари

Употреба

- Флексибилни зглобови и заптивки
- Уреди за носење
- Рачки



Флексибилни и еластични материјали

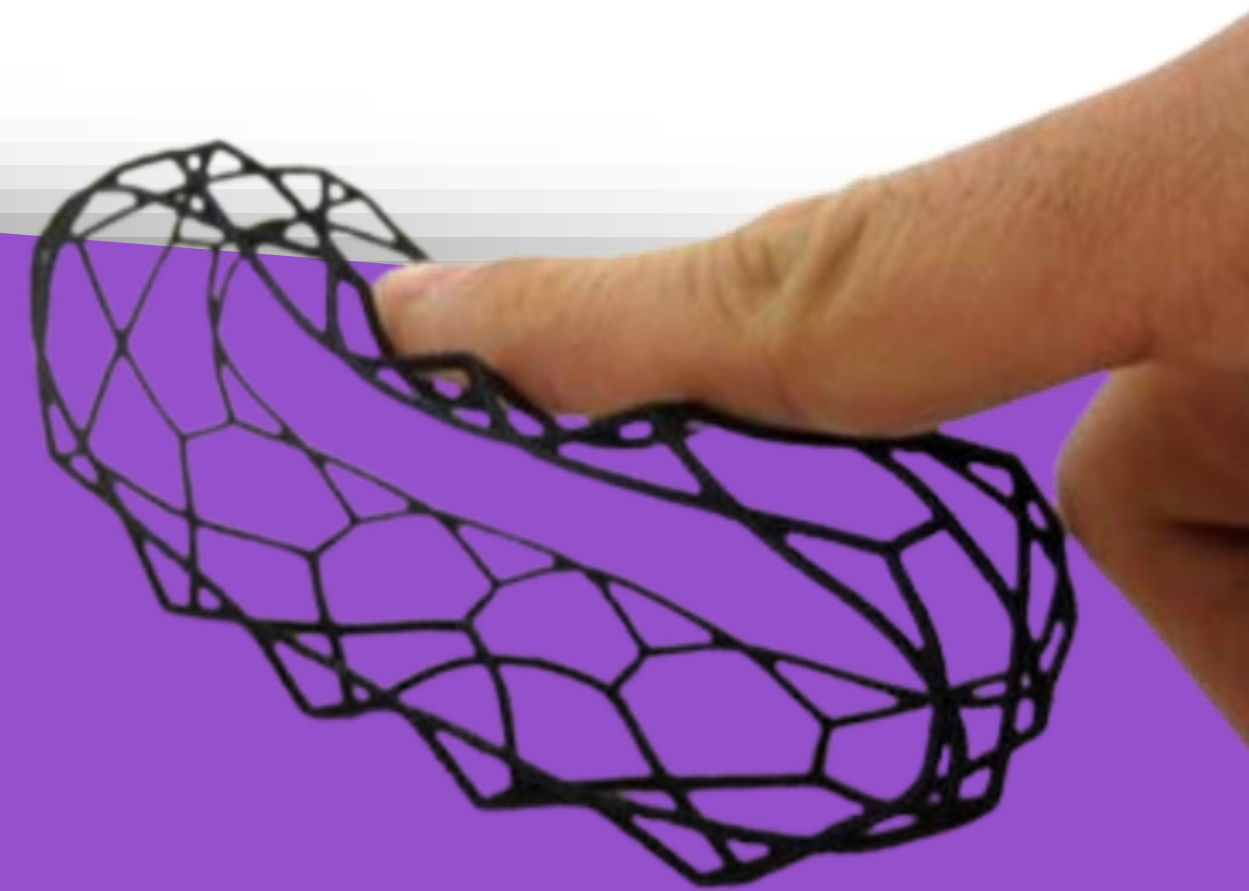
Позитивни страни

- Одлична флексибилност и издржливост.
- Имаат во разновидни примени, особено во ситуации каде се бара еластичност
- Лесно се обработуваат со стандардни техники за 3D печатење.

Недостатоци

- Печатењето може да биде потешко поради нивната флексибилност
- Потребни се специфични поставки на печатачот за да се избегнат проблеми како формирање тенки влакна и искривување

Флексибилни и еластични материјали



Други нови материјали



Магнетни филаменти

- Имаат магнетни својства без потреба од традиционални метали
- Често имаат метален финиш и може да се користат за функционални и за украсни предмети
- Погруби и потешки од стандардниот PLA, со тек на времето ги трошат стандардните млазници за печатење

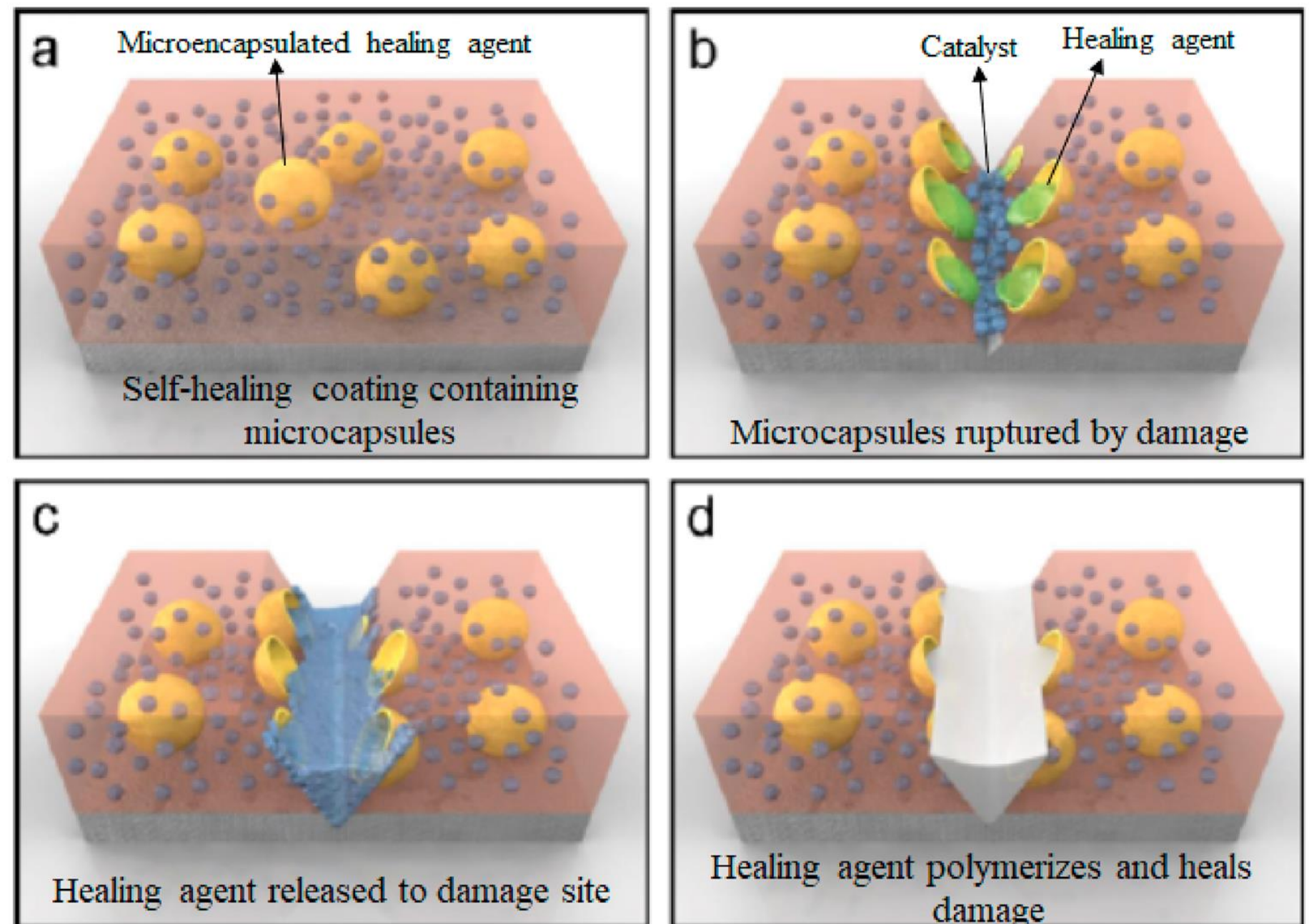
Филаменти што светат во темно

- Корисни за печатење предмети наменети за средини со слаба осветленост, на пр. знаци за итни случаи
- Сјајниот ефект исчезнува со текот на времето и потребна е изложеност на светлина за да се наполни повторно
- Фосфоресцентните честички може да ги истрошат стандардните млазници и се покршливи од обичните PLA, што ги прави несоодветни за носење товар



Иновации во 3d печатењето

- Развој на самозаздравувачки материјали
- Биоматеријали за медицинска употреба
- Паметни материјали кои ја менуваат формата или бојата





Својства на 3D материјали



Co-funded by
the European Union

Својства на материјали за 3D печатење



Јачина



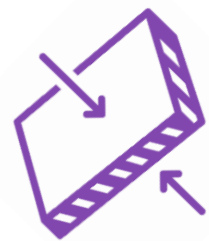
Отпорност на топлина



Трајност



Хемиска отпорност



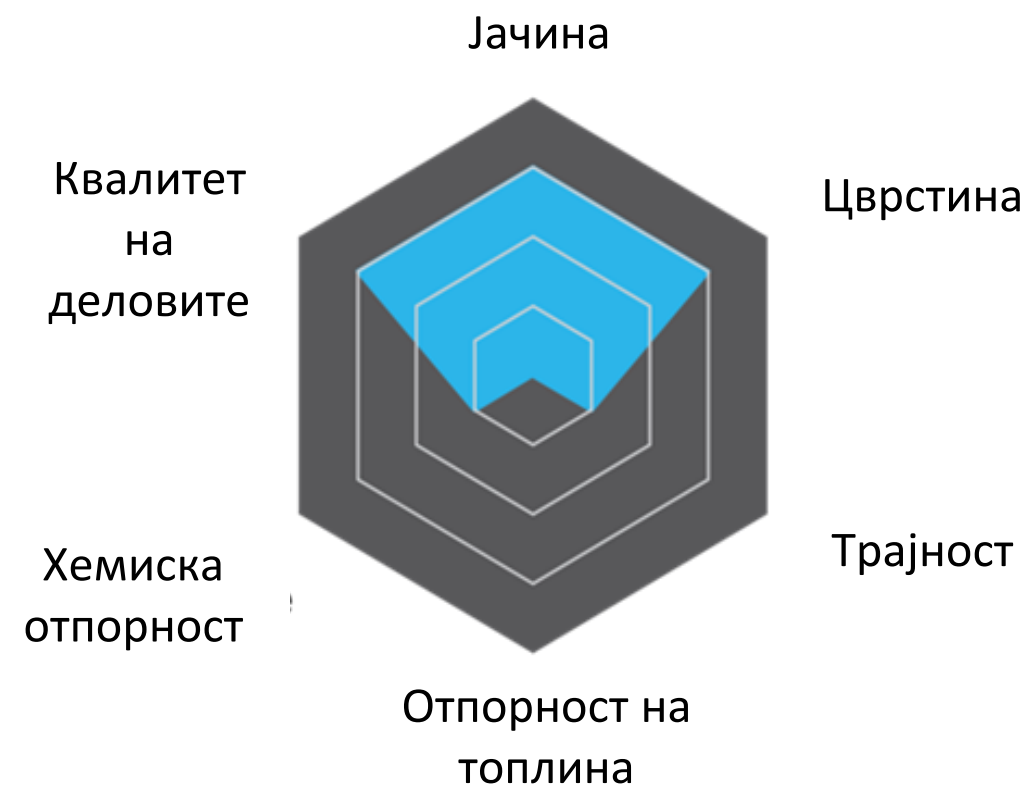
Цврстина/флексибилност



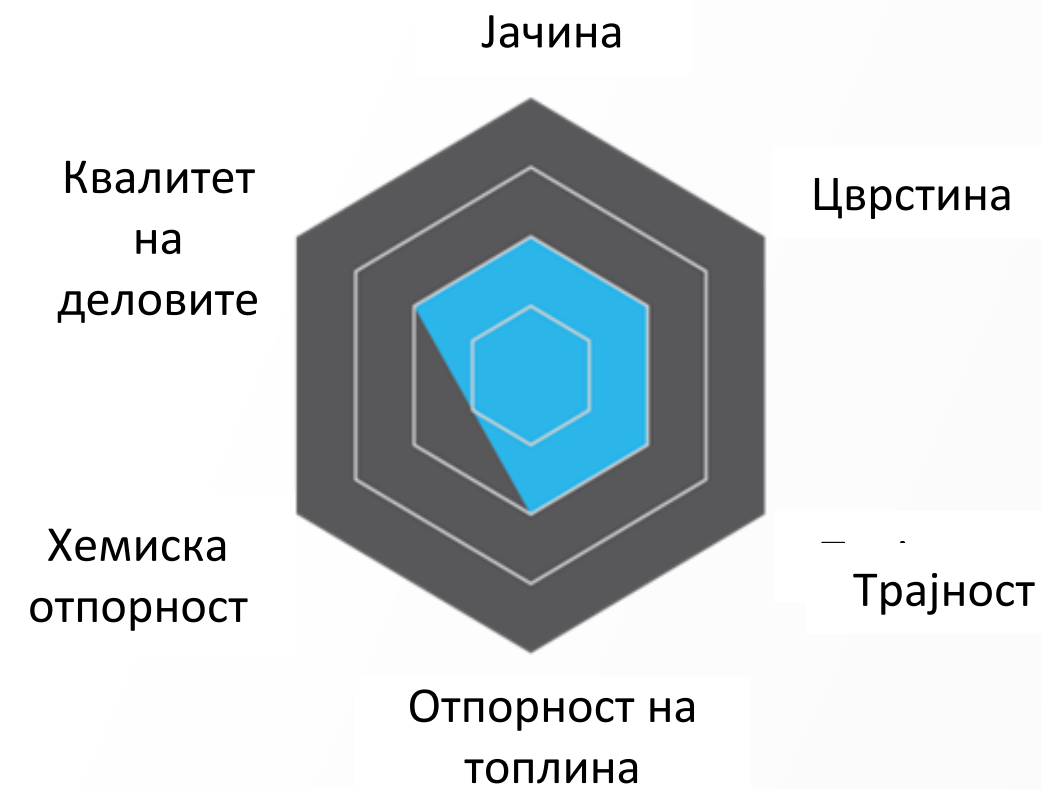
Квалитет на деловите

Споредување на својствата на материјалите

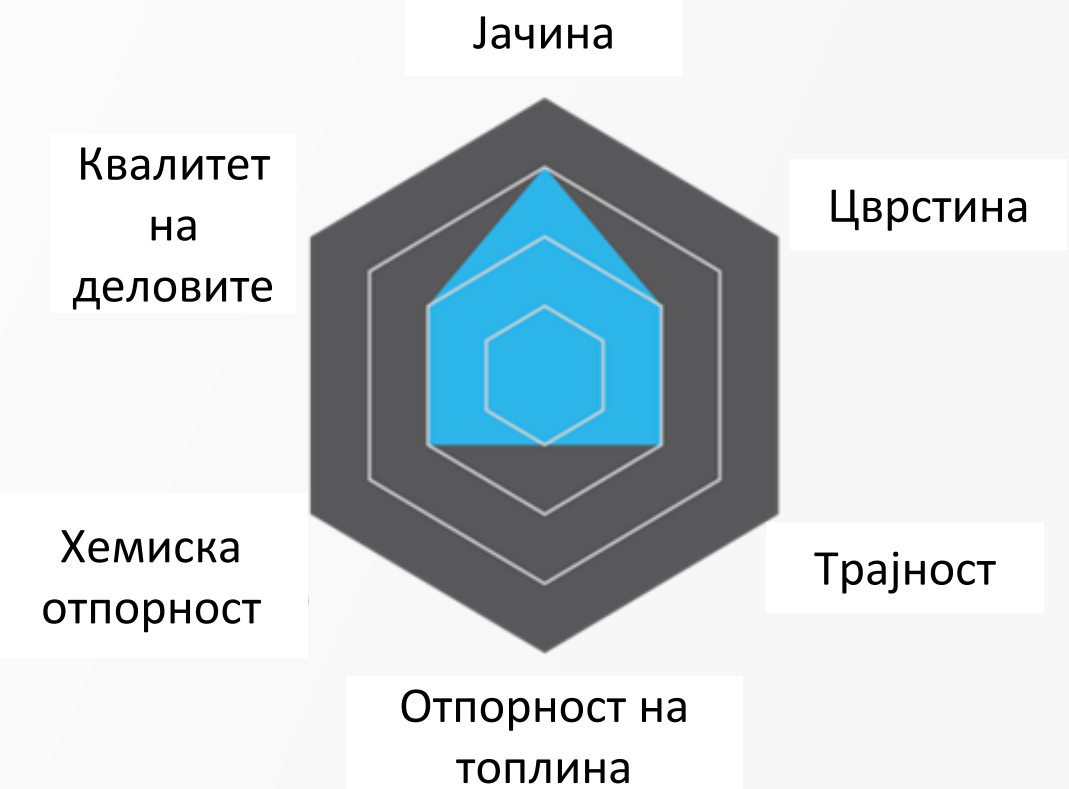
PLA





























































ABS



PETG



Споредување на својствата на материјалите

													
	Learn More	Learn More	Learn More	Learn More	Learn More	Learn More	Learn More	Learn More	Learn More	Learn More	Learn More	Learn More	Learn More
Compare Selected	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ultimate Strength	 40 MPa	 26 - 43 MPa	 65 MPa	 32 MPa	 53 MPa	 40 - 85 MPa	 45 - 48 MPa	 55 MPa	 72 MPa	 32 MPa	 20 - 30 MPa	 46 MPa	 78 MPa
Stiffness	 5 / 10	 1 / 10	 7.5 / 10	 10 / 10	 5 / 10	 5 / 10	 10 / 10	 5 / 10	 6 / 10	 4 / 10	 10 / 10	 8 / 10	 3 / 10
Durability	 8 / 10	 9 / 10	 4 / 10	 7 / 10	 8 / 10	 10 / 10	 3 / 10	 10 / 10	 10 / 10	 9 / 10	 4 / 10	 3 / 10	 7 / 10
Maximum Service Temperature	98 °C	60 - 74 °C	52 °C	100 °C	73 °C	80 - 95 °C	52 °C	95 °C	121 °C	100 °C	52 °C	52 °C	75 °C
Coefficient of Thermal Expansion	90 µm/m-°C	157 µm/m-°C	68 µm/m-°C	80 µm/m-°C	60 µm/m-°C	95 µm/m-°C	57.5 µm/m-°C	98 µm/m-°C	69 µm/m-°C	150 µm/m-°C	33.75 µm/m-°C	30.5 µm/m-°C	85 µm/m-°C
Density	1.04 g/cm ³	1.19 - 1.23 g/cm ³	1.24 g/cm ³	1.03 - 1.04 g/cm ³	1.23 g/cm ³	1.06 - 1.14 g/cm ³	1.3 g/cm ³	1.07 g/cm ³	1.2 g/cm ³	0.9 g/cm ³	2 - 4 g/cm ³	1.15 - 1.25 g/cm ³	1.23 g/cm ³
Price (per kg)	\$10 - \$40	\$30 - \$70	\$10 - \$40	\$24 - \$32	\$20 - \$60	\$25 - \$65	\$30 - \$80	\$38 - \$40	\$40 - \$75	\$60 - \$120	\$50 - \$120	\$25 - \$55	\$40 - \$110
Printability	 8 / 10	 6 / 10	 9 / 10	 6 / 10	 9 / 10	 8 / 10	 8 / 10	 7 / 10	 6 / 10	 4 / 10	 7 / 10	 8 / 10	 5 / 10
Extruder Temperature	220 - 250 °C	225 - 245 °C	190 - 220 °C	230 - 245 °C	230 - 250 °C	220 - 270 °C	200 - 230 °C	235 - 255 °C	260 - 310 °C	220 - 250 °C	190 - 220 °C	190 - 220 °C	185 - 200 °C
Bed temperature	95 - 110 °C	45 - 60 °C	45 - 60 °C	100 - 115 °C	75 - 90 °C	70 - 90 °C	45 - 60 °C	90 - 110 °C	80 - 120 °C	85 - 100 °C	45 - 60 °C	45 - 60 °C	45 - 60 °C
Heated Bed	Required	Optional	Optional	Required	Required	Required	Optional	Required	Required	Required	Optional	Optional	Required
Recommended Build Surfaces	Kapton Tape, ABS Slurry	PEI, Painter's Tape	Painter's Tape, Glue Stick, Glass Plate, PEI	Glass Plate, Glue Stick, Kapton Tape	Glue Stick, Painter's Tape	Glue Stick, PEI	Painter's Tape, Glue Stick, Glass Plate, PEI	Glue Stick, PEI	PEI, Commercial Adhesive, Glue Stick	Packing Tape, Polypropylene Sheet	Painter's Tape, Glue Stick, PEI	Painter's Tape, Glue Stick, PEI	PEI, Painter's Tape
Other Hardware Requirements	Heated Bed, Enclosure Recommended	Part Cooling Fan	Part Cooling Fan	Heated Bed, Enclosure Recommended	Heated Bed, Part Cooling Fan	Heated Bed, Enclosure Recommended, May Require All	Part Cooling Fan	Heated Bed	Heated Bed, Enclosure Recommended, All Metal	Heated Bed, Enclosure Recommended, Part Cooling	Wear Resistant or Stainless Steel Nozzle. Part	Part Cooling Fan	Heated Bed, Part Cooling Fan

<https://www.simplify3d.com/resources/materials-guide/properties-table/>

Споредување на својствата на материјалите

Flexible	—	✓	—	—	—	✓	—	—	—	✓	—	—	✓
Elastic	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Impact Resistant	✓	—	—	✓	—	✓	—	✓	✓	—	—	—	—
Soft	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	✓
Composite	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	✓	✓	—
UV Resistant	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—
Water Resistant	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	✓	—	—	—
Dissolvable	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	✓
Heat Resistant	✓	—	—	✓	—	✓	—	✓	✓	✓	—	—	—
Chemically Resistant	—	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	—	—
Fatigue Resistant	—	✓	—	—	✓	✓	—	—	✓	✓	—	—	✓
Heated Bed Not Required	—	✓	✓	—	—	—	✓	—	—	—	✓	✓	—
	ABS	Flexible	PLA	HIPS	PETG	Nylon	Carbon Fiber Filled	ASA	Polycarbonate	Polypropylene	Metal Filled	Wood Filled	PVA

<https://www.simplify3d.com/resources/materials-guide/properties-table/>

Споредување на својствата на материјалите

Тип на филамент	Клучни карактеристики	Најдобро се употребува за
PLA	Лесни за користење, ниска температура, нетоксични	Декоративни делови
ABS	Силен, испушта испарувања	Функционални делови
PETG	Траен, хемиски отпорен	Механички делови
TPU	Флексибилен	Прототипови
Јаглородни влакна	Висока цврстина	Воздухопловство
Најлон	Отпорност на високи оптоварувања	Издржливи делови
PEEK/PEI	Екстремни услови	Индустриски компоненти
PLA/PHA	Биоразградливи, еколошки	Прототипови



**Ви благодариме за
вниманието!**



За повеќе информации, посетете:

<https://estem-3d.eu/>

<https://www.facebook.com/estem3d>



Co-funded by
the European Union

