

# DRUKARKI 3D

## ZAGADNIENIA

- Definicja drukarki 3D
- Budowa drukarki 3D
- Rodzaje i zastosowanie drukarek 3D

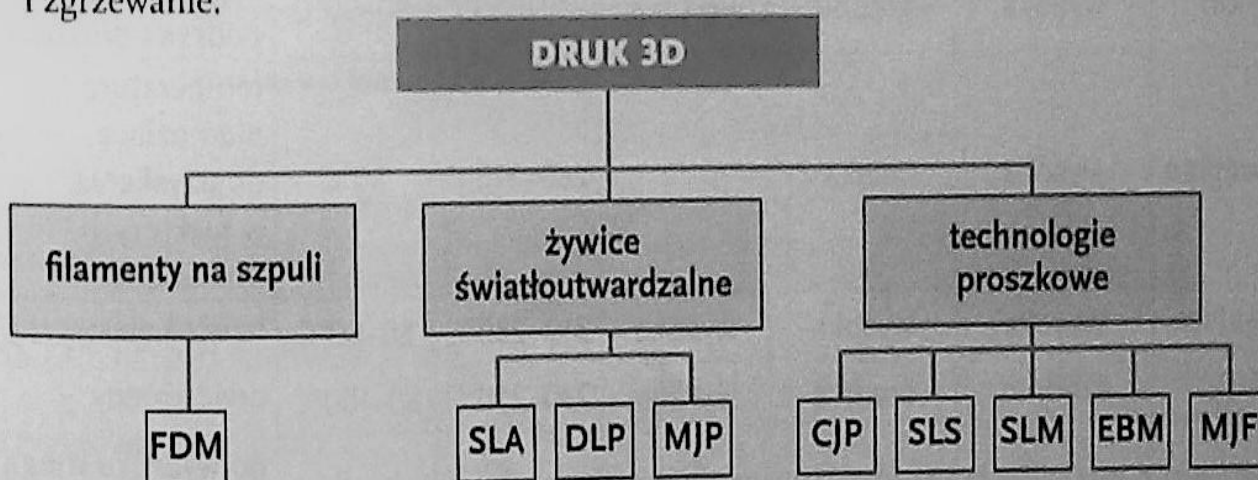
### Drukarka 3D

Drukarka 3D – to urządzenie, które wytwarza zaprojektowane na komputerze trójwymiarowe obiekty przy użyciu odpowiedniego materiału. Obiekty są drukowane z bardzo dużą dokładnością. Projekt obiektu 3D można wykonać w dowolnym programie do projektowania 3D, np. Blender, Tinkercad, FreeCad, DesignSpark i wiele innych. Materiał do wydruku nazywa się filamentem.

### Materiały (filamenty) do drukarki 3D

#### Rodzaje druku 3D

- FDM (ang. *Fused Deposition Modeling*) – podgrzewanie filamentu ze szpuli do stanu płynnego;
- SLA – utwardzanie żywicy za pomocą lasera;
- DLP – utwardzanie żywicy za pomocą światła z projektora;
- MJP (ang. *Multi Jet Printing*) – utwardzanie żywicy światłem UV;
- CJP (ang. *Color Jet Printing*) – druk w pełnym kolorze z proszku gipsowego;
- SLS (ang. *Selective Laser Sintering*) – spiekanie sproszkowanych tworzyw z użyciem lasera;
- SLM/DLMS (ang. *Direct metal Laser Sintering*) – spiekanie proszków metalicznych przy użyciu lasera;
- EBM (ang. *Electron Beam Melting*) – spiekanie proszków metalicznych wiązką elektronów;
- MJF (ang. *Multi Jet Fusion*) – spiekanie sproszkowanych tworzyw sztucznych lepikiem i zgrzewanie.



Rys. 73.1. Podział druku 3D w zależności od technologii

Najpopularniejszą technologią stosowaną w druku amatorskim jest FDM.

# DRUKARKI 3D

Materiały (filamenty) do drukarki 3D w technologii FDM

- PLA,
- ABS,
- nylon,
- Laywood (drewnopodobny),
- PVA,
- NinjaFlex,
- guma,
- PET,
- HIPS,
- poliwęglan,
- iglidur.

PLA – materiał w pełni biodegradowalny produkowany z kukurydzy, temp. wydruku ok. 190–230°C.

ABS – typowy plastik, duża twardość i odporność na uszkodzenia, wydaje nieprzyjemny zapach podczas drukowania.

PET – materiał łączący cechy PLA i ABS, nadaje się do wydruku dużych obiektów.

PVA – plastik rozpuszczalny w wodzie, najczęściej stosowany jako materiał podporowy.

Poliwęglan – bardzo mocny materiał, odporny na wysoką temperaturę, trwały i stabilny.

NinjaFlex – materiał o bardzo dobrych właściwościach elastycznych.

Laywood – materiał drewnopodobny, który po wydrukowaniu nawet pachnie jak drewno i może być obrabiany jak drewno.

Nylon – materiał wytrzymały, trwały i rozciągliwy, wydaje nieprzyjemny zapach podczas drukowania.

Najpopularniejszymi materiałami do druku w technologii FDM są PLA, ABS i PET.

Tabela 73.1. Właściwości najpopularniejszych materiałów do druku FDM

Materiał	Wytrzymałość	Elastyczność	Dokładność	Temp. druku	Temp. stołu	Uwagi
ABS	wysoka	średnia	średnia	210–250°C	100–110°C	nieprzyjemny zapach podczas drukowania
PLA	średnia	niska	wysoka	180–230°C	50–60°C	wrażliwy na temperaturę już 50–60°C
nylon	wysoka	średnia	wysoka	240–250°C	80–90°C	nieprzyjemny zapach podczas drukowania
poliwęglan	wysoka	niska		260–310°C	80°C	temperatura niemożliwa do uzyskania w niektórych drukarkach
NinjaFlex	wysoka	wysoka	wysoka	210–230°C	50–60°C	bardzo elastyczny
PET	średnia	średnia	wysoka	230–250°C	80–100°C	dość kruchy
laywood	średnia	średnia		180–240°C	50–70°C	po wydruku mogą pozostawać małe kawałki drewna na modelu

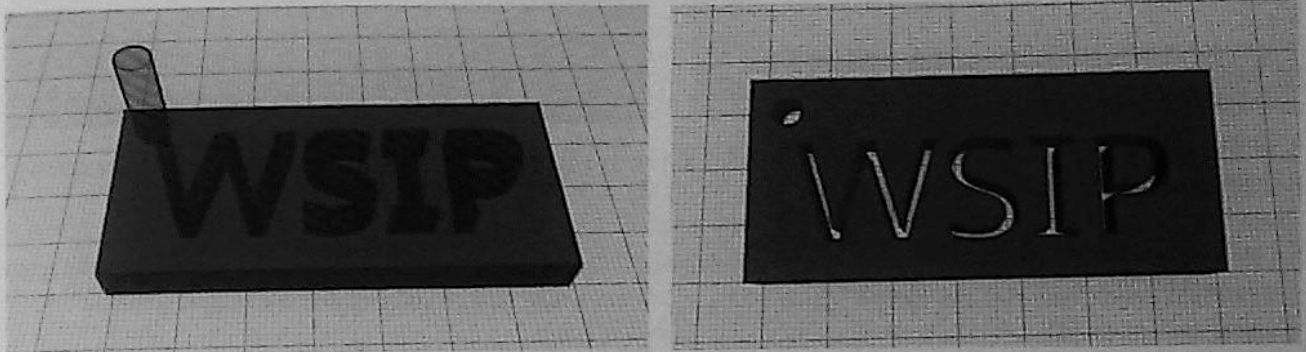
# DRUKARKI 3D

## Przygotowanie projektu

Do wydruku jest potrzebny model przygotowany w programie 3D. Do modelowania można wybrać dowolny program przeznaczony do projektowania 3D, np.: Tinkercad ([www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com)), Blender, Autodesk 123D, Free Cad. Przygotowanie projektu przedstawimy na przykładzie Tinkercad i zaprojektowanego breloku.

a)

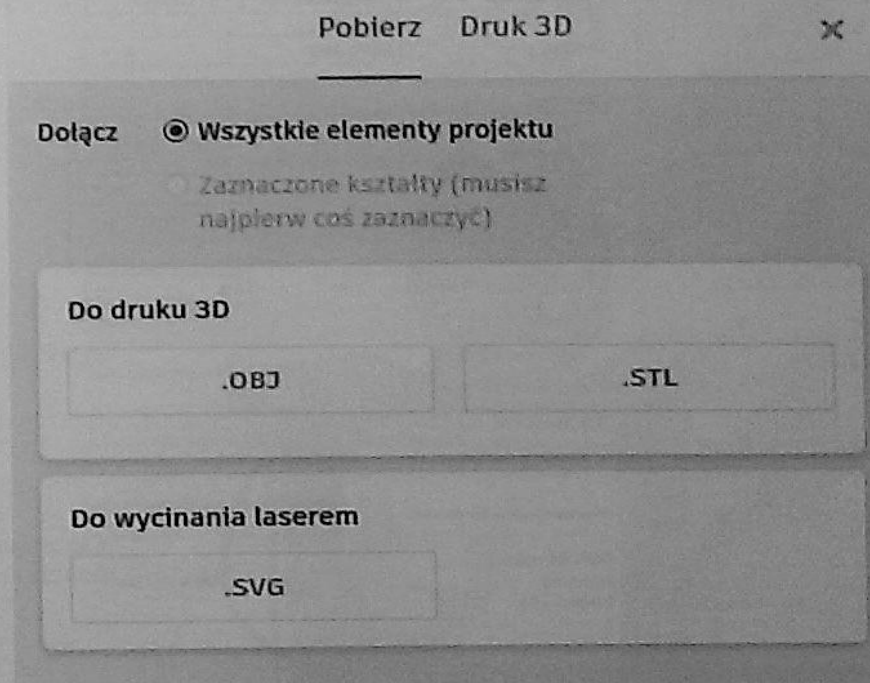
b)



Rys. 73.2. Projekt w programie Tinkercad: a) przygotowanie obiektów do połączenia, b) połączone obiekty przygotowane do druku

## Eksport modelu

Po zaprojektowaniu modelu należy go wyeksportować w formacie rozpoznawanym przez programy do cięcia: .obj lub najpopularniejszy .stl.



Rys. 73.3. Eksport modelu do druku

## Przygotowanie do druku

Przygotowany model należy „pociąć” w warstwy za pomocą odpowiedniego programu, np. Cura, Slic, Simplify3D, oraz wyeksportować do formatu obsługiwanego przez drukarkę – najczęściej .gcode.

# DRUKARKI 3D

a)

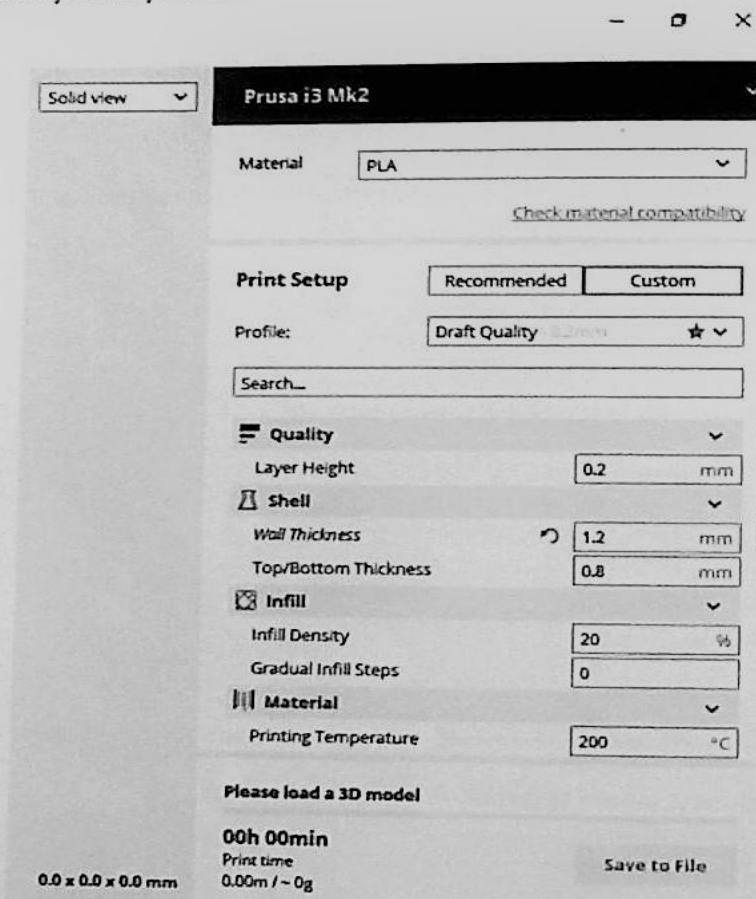


b)



Rys. 73.4. Przygotowanie do druku: a) projekt w programie do cięcia, b) projekt pocięty na warstwy i przygotowany do druku

Propozycje ustawień wydruku do przygotowanego projektu na przykładzie programu Cura można zobaczyć na rys. 73.5.



Rys. 73.5. Profil – zapisany profil ustawień drukarki

*Layer height* – wysokość warstwy, *Wall thickness* – grubość ścianek, *Top/Bottom thickness* – grubość spodu i góry wydruku, *Infill* – wypełnienie modelu w %, *Printing Temperature* – temp. wydruku

Zasada działania drukarki 3D w technologii FDM

Drukarka 3D drukuje w trzech wymiarach x, y i z. Każda warstwa o określonej grubości jest nakładana na stół według współrzędnych x i y. Po wydrukowaniu każdej warstwy zmienia się współrzędna z, czyli swoje położenie zmienia stół lub głowica drukująca – w za-

# DRUKARKI 3D

leżności od rodzaju drukarki. Wydruk polega na podgrzewaniu określonego filamentu do temperatury jego topnienia i wstrzyknięciu go na stół roboczy według zaprojektowanego wzoru warstwy.

Do drukowania na każdym z wymienionych materiałów są wymagane inne ustawienia drukarki 3D, dotyczy to zarówno temperatury stołu, jak również temperatury głowic drukujących.

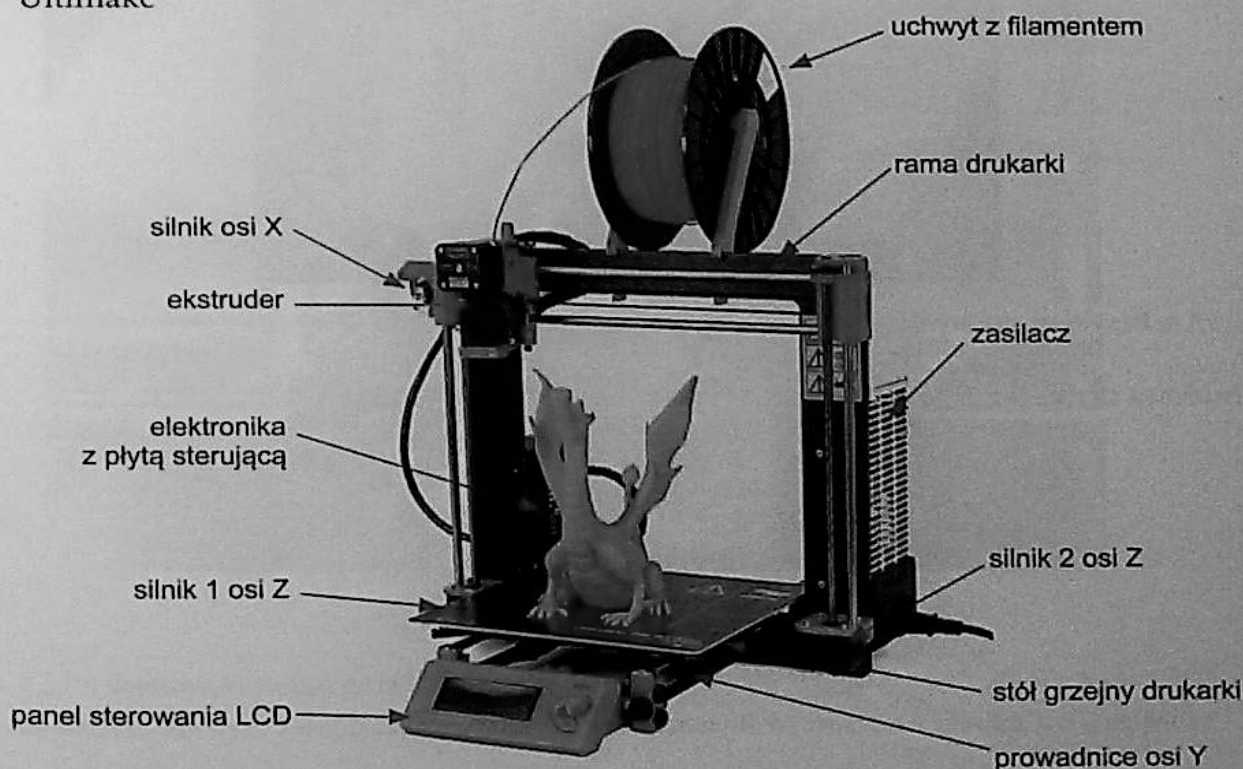
Pierwsze wydruki na drukarkach 3D wcale nie muszą być udane, trzeba sporo czasu, aby wydruk doprowadzić do perfekcji. Każdy parametr podczas drukowania ma bardzo duże znaczenie i czasem trzeba go testować wiele razy.

## Zasada działania drukarki SLA

Działanie polega na fotoutwardzaniu ciekłej żywicy z użyciem wiązki lasera. Laser naświetla żywicę za pomocą lustra, które odbija go pod odpowiednim kątem. Laser jest nieruchomy, a za odbicie wiązki odpowiada ruchome lustro. Żywica znajduje się w zbiorniku, w którym zanurza się stół roboczy, na którym jest utwardzana pierwsza warstwa. Po jej utwardzeniu platforma podnosi się, a element zgarniający wyrównuje kolejną warstwę żywicy. Platforma opuszcza się i zanurza na wysokość zadanej warstwy, a laser znów utwardza żywicę w określonych miejscach. Proces jest powtarzany aż do zakończenia wydruku.

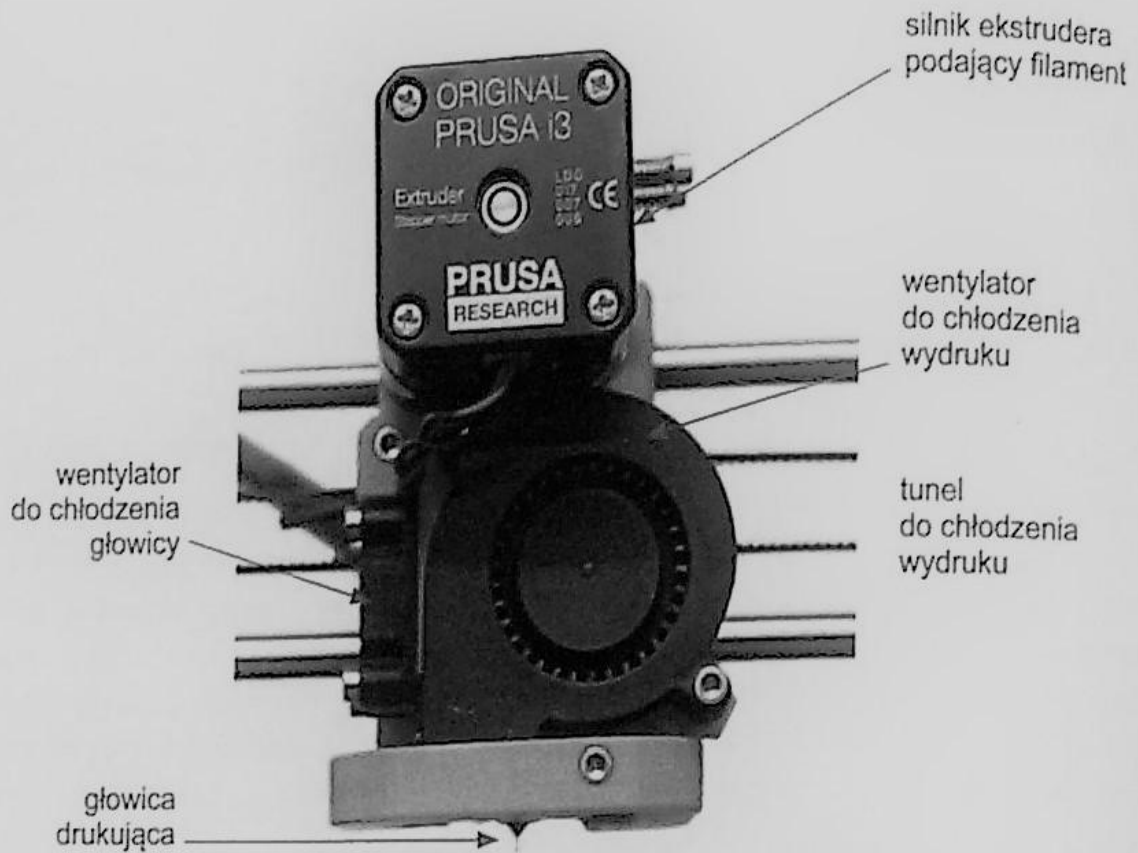
## Producenci drukarek 3D

- Zortrax
- Zmorph
- 3Novatica
- Omni3D
- Jelwek
- Monkeyfab
- MakerBot
- Ultimake

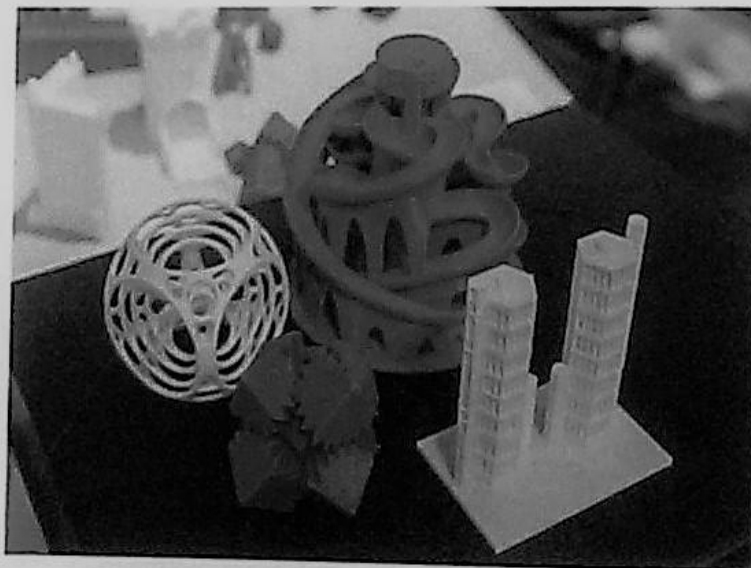


Rys. 73.6. Budowa drukarki FDM na przykładzie Prusa MK2s

# DRUKARKI 3D



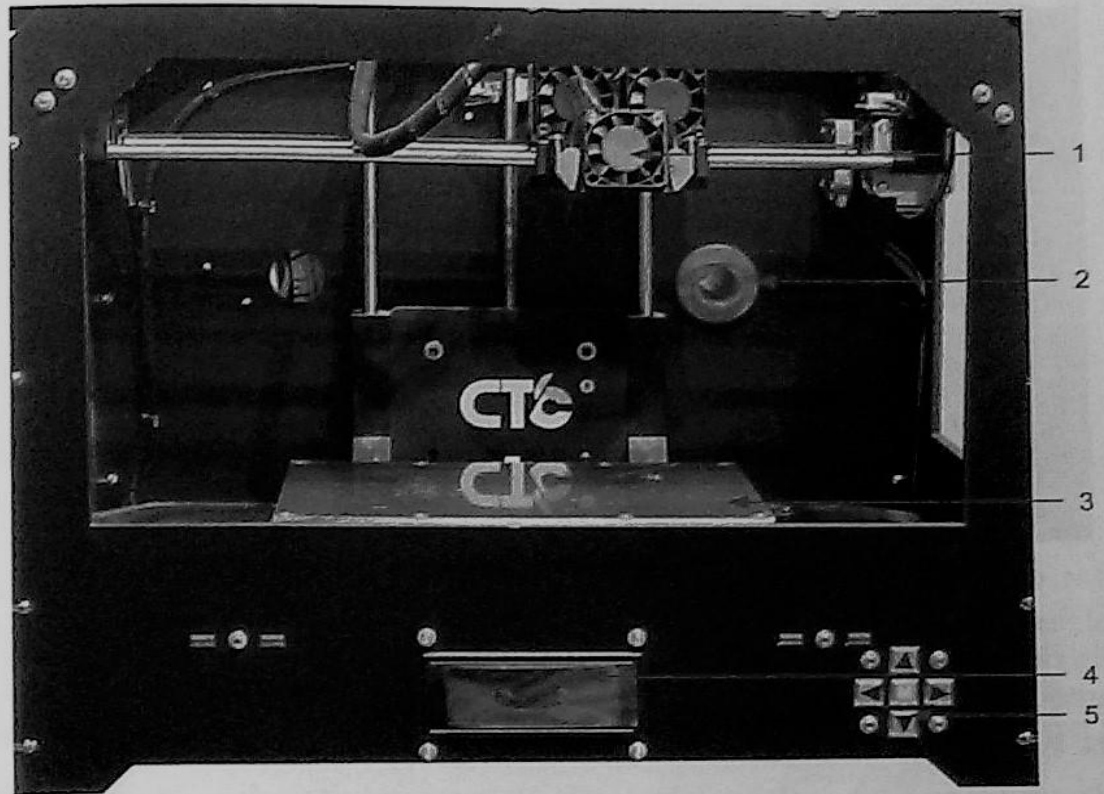
Rys. 73.7. Budowa ekstrudera w drukarce FDM na przykładzie Prusa MK2s



Rys. 73.8. Przykładowe wydruki z drukarki 3D

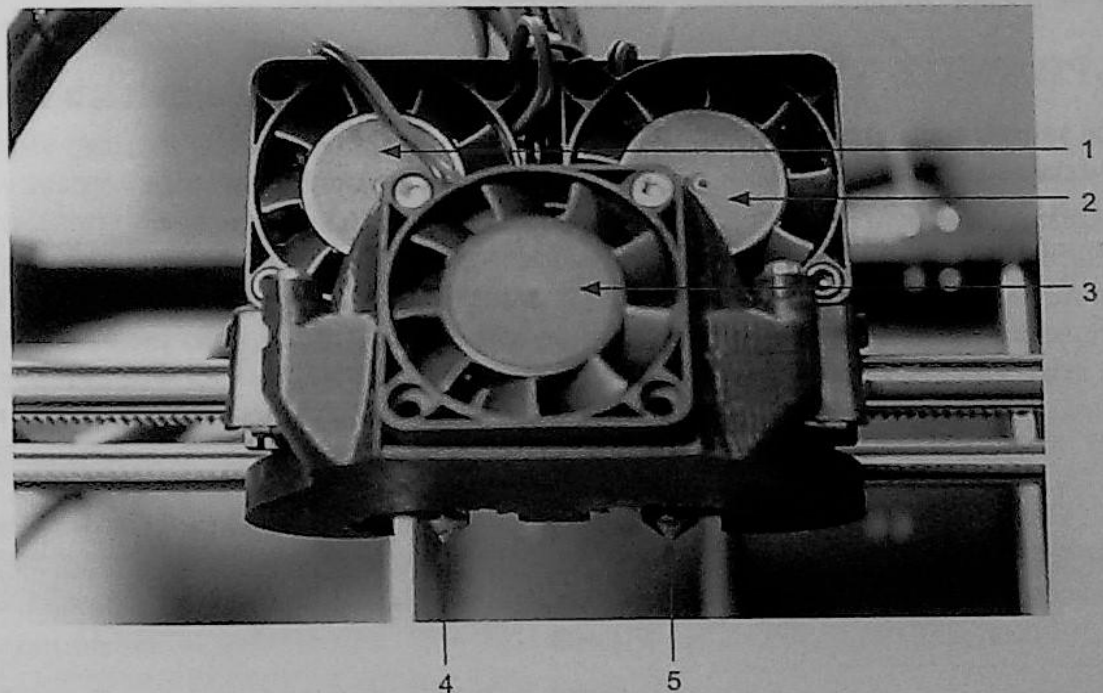
Budowa drukarki 3D została przedstawiona na rys. 73.9–73.11.

# DRUKARKI 3D



Rys. 73.9. Budowa drukarki 3D z dwiema głowicami

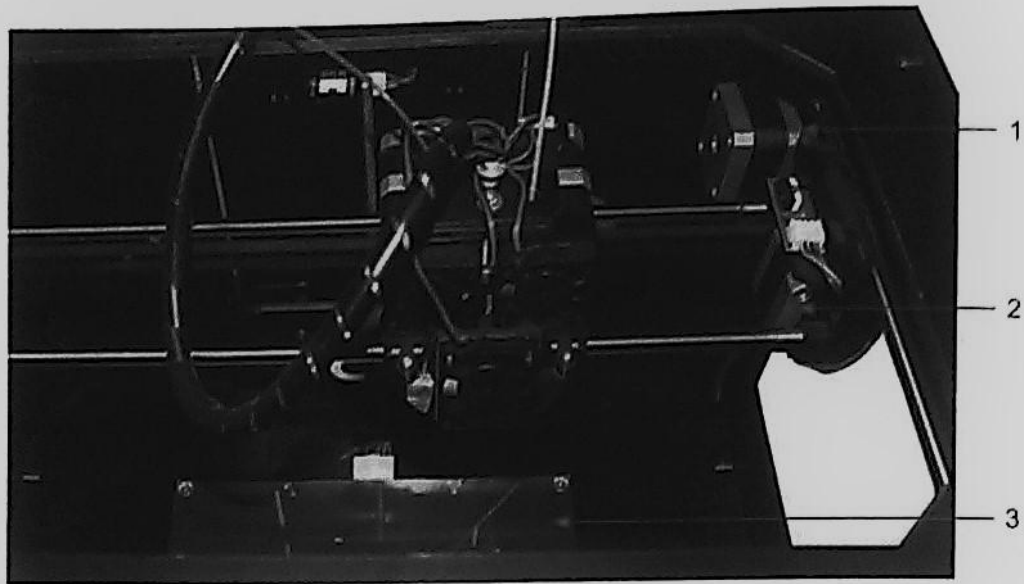
1 – głowice z chłodzeniem, 2 – uchwyt na filament, 3 – stół roboczy, 4 – wyświetlacz, 5 – sterowanie



Rys. 73.10. Budowa systemu głowic drukarki 3D

1 – chłodzenie głowicy 1, 2 – chłodzenie głowicy 2, 3 – chłodzenie wydruku, 4 – głowica 1, 5 – głowica 2

# DRUKARKI 3D



Rys. 73.11. Osie działania drukarki 3D

1 – oś Y, 2 – oś X, 3 – stół, czyli oś Z

## SPRAWDŹ SWOJE UMIEJĘTNOŚCI

1. W dowolnym programie do projektowania 3D przygotuj swój własny projekt.
2. Używając programu do cięcia 3D, przygotuj projekt do wydruku.
3. Jeżeli posiadasz drukarkę 3D, wydrukuj projekt i zobacz efekty.
4. Sprawdź, jakie drukarki 3D są obecnie dostępne na rynku oraz który polski producent jest najpopularniejszy w Polsce.

## SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Jakie są rodzaje filamentów do drukarek 3D?
2. Jak działa drukarka 3D?
3. Jak jest skonstruowana drukarka 3D?
4. Wymień producentów drukarek 3D.