

METODY WYTWARZANIA PRZYROSTOWEGO - DRUKOWANIE 3D



Plan prezentacji

Szybkie prototypowanie

Podział metod wytwarzania przyrostowego

Metody wytwarzania przyrostowego

Kierunki dalszego rozwoju metod wytwarzania przyrostowego

Popularyzacja metod wytwarzania przyrostowego



Szybkie prototypowanie

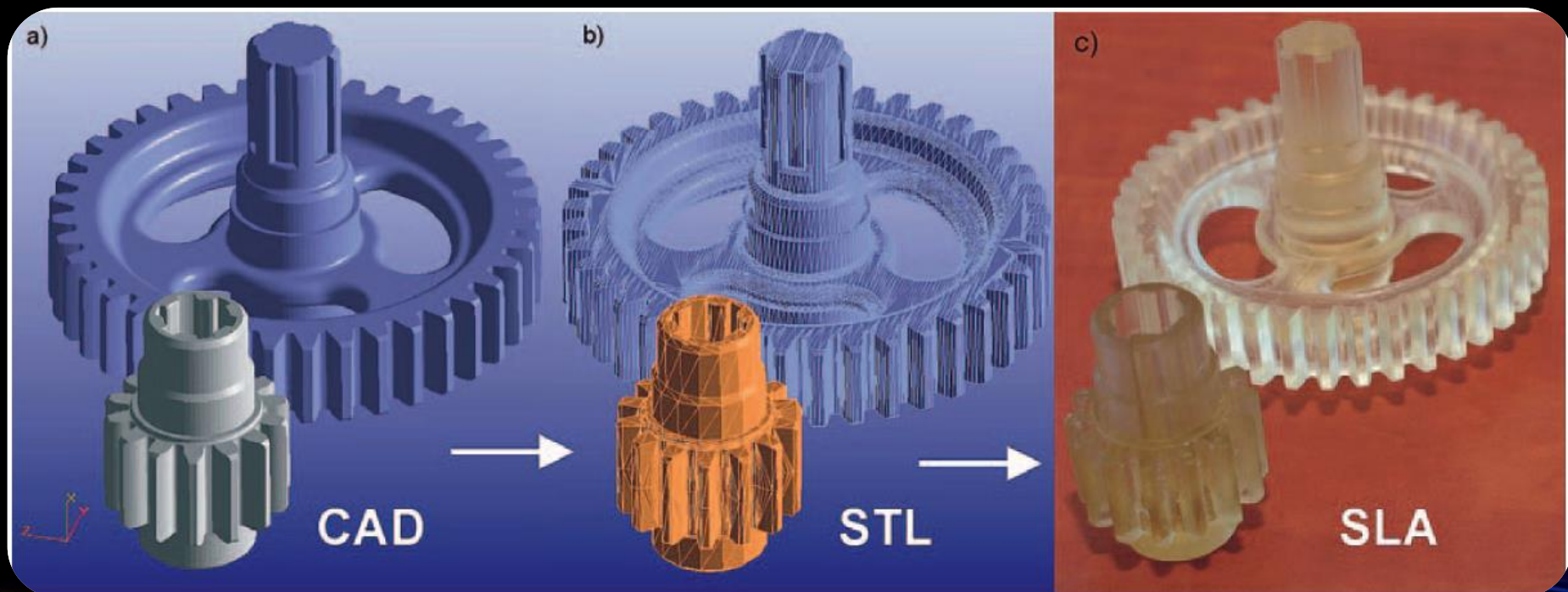
RP - Rapid prototyping

- Zbiór metod pozwalających na szybkie wytwarzanie modeli fizycznych i prototypów na podstawie trójwymiarowego modelu numerycznego 3D-CAD
- Model jest wytwarzany przez ciągły przyrost materiału do uzyskania wymaganego kształtu



Etapy szybkiego procesu prototypowania

- Opracowanie trójwymiarowego modelu 3D-CAD
- Przetwarzanie do zbioru danych odpowiednich dla systemów RP → STL, podział modelu na warstwy
- Wytwarzanie przyrostowe modelu fizycznego

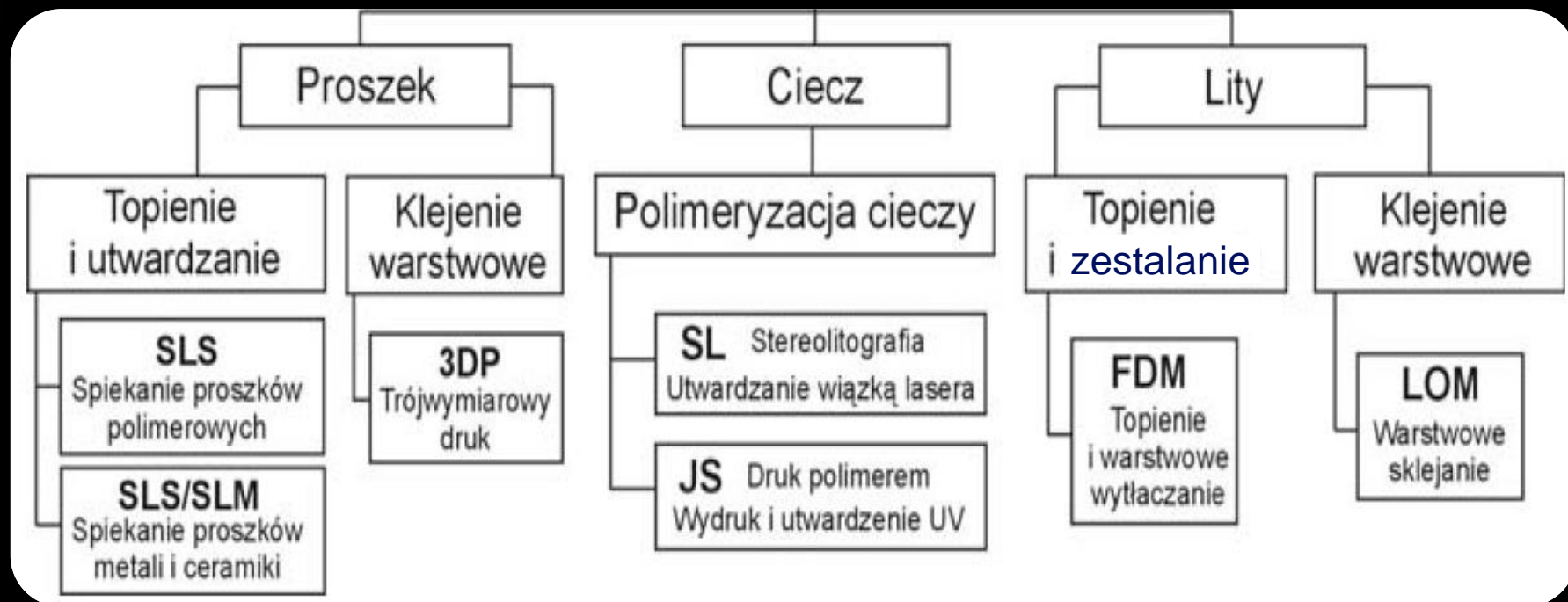


Zalety szybkiego prototypowania

- Brak konieczności konstruowania specjalnego oprzyrządowania (np. form, matryc)
- Proces wytwarzania nie musi być przystosowany do cech wytwarzanego modelu
- Nie trzeba określać geometrii półwyrobu
- Model wykonywany w jednym ustawieniu i w jednej operacji
- Planowanie procesu i operacji jest zmniejszone do minimum jako zadanie programowe urządzeń RP
- Bezpośrednia integracja z komputerowo wspomaganym konstruowaniem CAD



Podział metod ze względu na postać materiałów stosowanych do wytwarzania przyrostowego



Metody wytwarzania przyrostowego

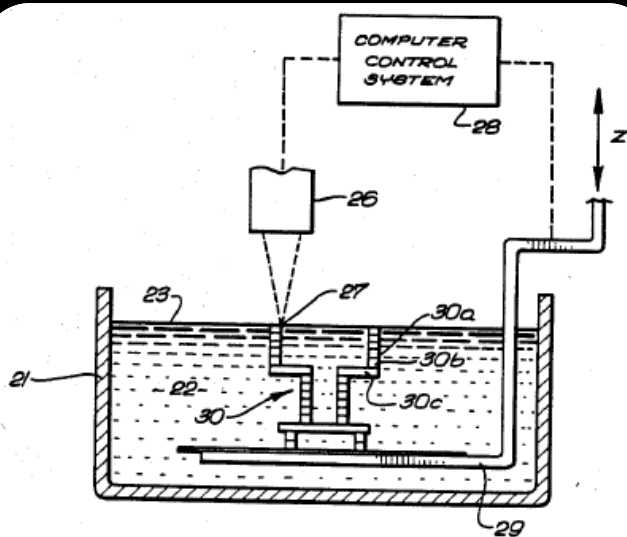
- ✓ **SLA** – Stereolithography, Stereolitografia,
- ✓ **JS** – Jetting System, Drukowanie fotopolimerem,
- ✓ **SLS** - Selective Laser Sintering, Selektywne spiekanie laserowe proszków tworzyw i metali,
- ✓ **3DP** – Three Dimentional Printing, Drukowanie 3D proszku z lepiszczem,
- ✓ **FDM** – Fused Deposition Modelling, Modelowanie plastycznym tworzywem
- ✓ **LOM** – Laminated Object Manufacturing, Wytwarzanie wytworów przez laminowanie



SLA - Stereolitografia

StereoLithography Apparatus

Metoda została opatentowana w USA w 1986 r. przez Charlsa Hulla, twórcę firmy 3D Systems



United States Patent [19] Hull

[11] Patent Number: **4,575,330**

[45] Date of Patent: **Mar. 11, 1986**

[54] APPARATUS FOR PRODUCTION OF THREE-DIMENSIONAL OBJECTS BY STEREOLITHOGRAPHY

[75] Inventor: **Charles W. Hull, Arcadia, Calif.**

[73] Assignee: **UVP, Inc., San Gabriel, Calif.**

[21] Appl. No.: **638,905**

[22] Filed: **Aug. 8, 1984**

[51] Int. Cl.⁴ **B29D 11/00; G03C 00/00**

[52] U.S. Cl. **425/174.4; 425/174;
425/162; 264/22; 430/269; 156/58; 365/119;
365/120**

[58] Field of Search **425/162, 174, 174.4,
425/425; 264/22, 183, 40.1; 430/269; 156/38,
58, 275.5; 365/107, 119, 127**

[56] References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

2,708,617	5/1955	Magat et al.	264/183 X
2,908,545	10/1959	Teja	264/22 X
3,306,835	2/1967	Magnus	425/174.4 X
3,635,625	1/1972	Voss	425/162 X
3,775,036	11/1973	Winning	425/174.4
3,974,248	8/1976	Atkinson	425/162 X
4,041,476	8/1977	Swainson	365/119
4,078,229	3/1978	Swainson et al.	365/107
4,081,276	3/1978	Crivello	430/269
4,238,840	12/1980	Swainson	365/119

Primary Examiner—J. Howard Flint, Jr.
Attorney, Agent, or Firm—Fulwider, Patton, Rieber,
Lee & Utecht

[57] ABSTRACT

A system for generating three-dimensional objects by creating a cross-sectional pattern of the object to be formed at a selected surface of a fluid medium capable of altering its physical state in response to appropriate synergistic stimulation by impinging radiation, particle bombardment or chemical reaction, successive adjacent laminae, representing corresponding successive adjacent cross-sections of the object, being automatically formed and integrated together to provide a step-wise laminar buildup of the desired object, whereby a three-dimensional object is formed and drawn from a substantially planar surface of the fluid medium during the forming process.

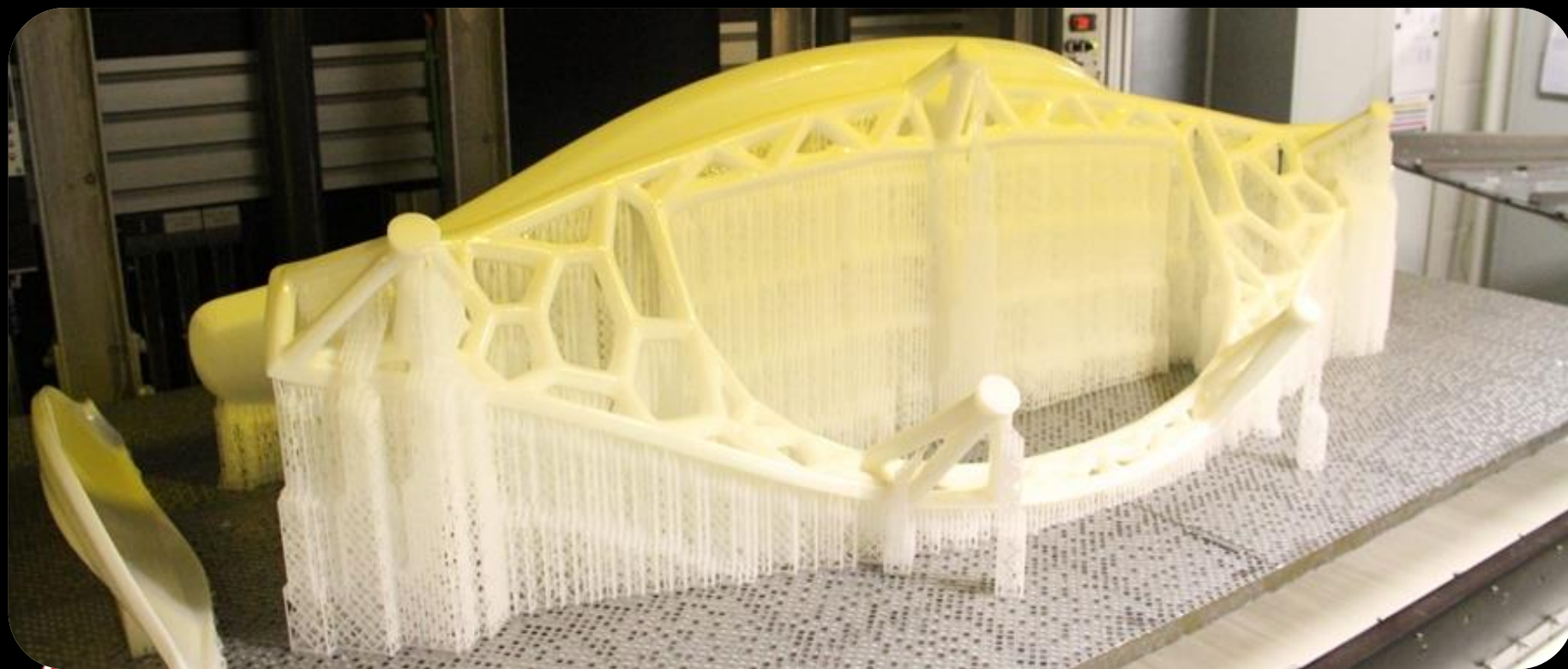
47 Claims, 8 Drawing Figures



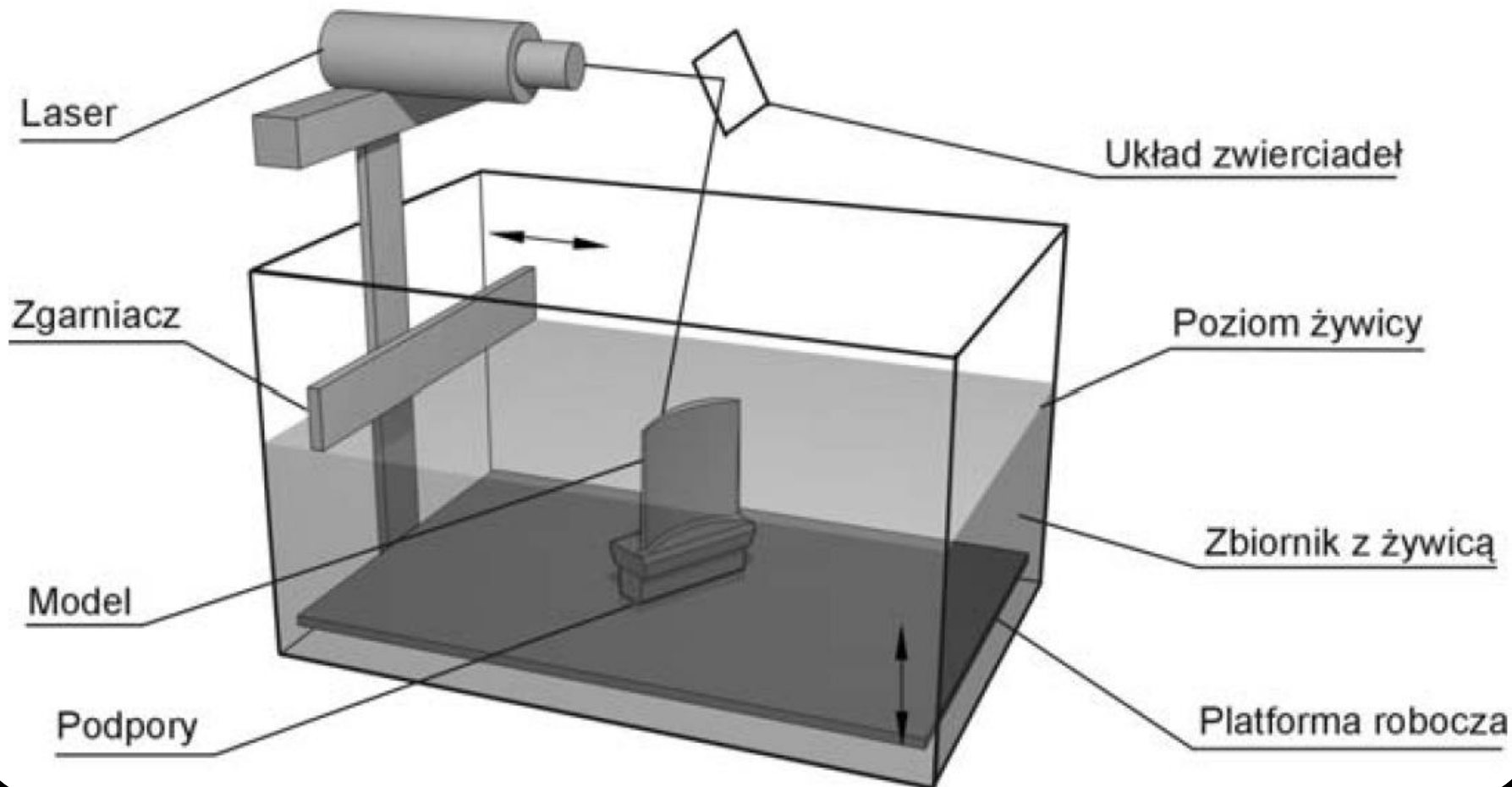
Platne ze środków Min

SLA - Stereolitografia

Selektywne utwardzanie promieniami lasera UV
nanoszonej warstwowo ciekłej żywicy –fotopolimeryzacja

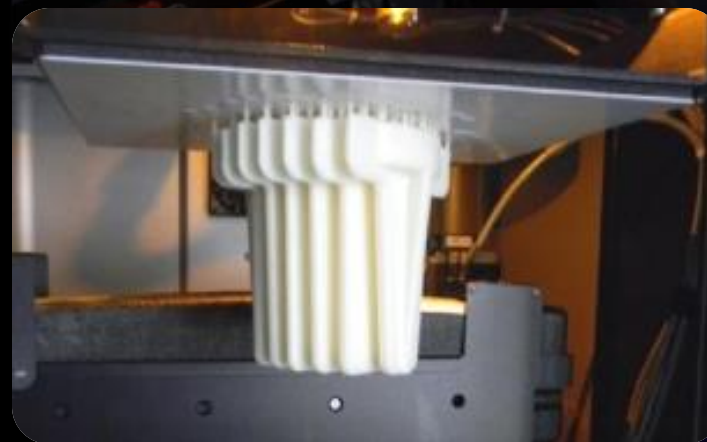
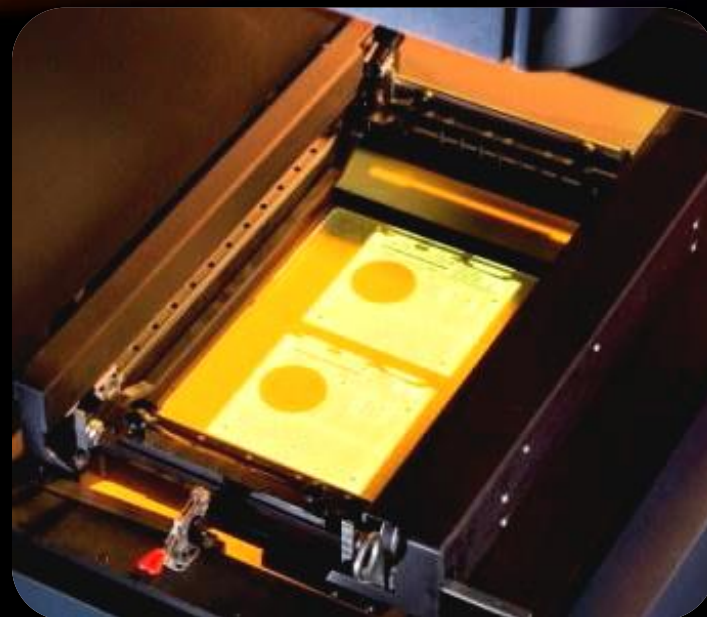
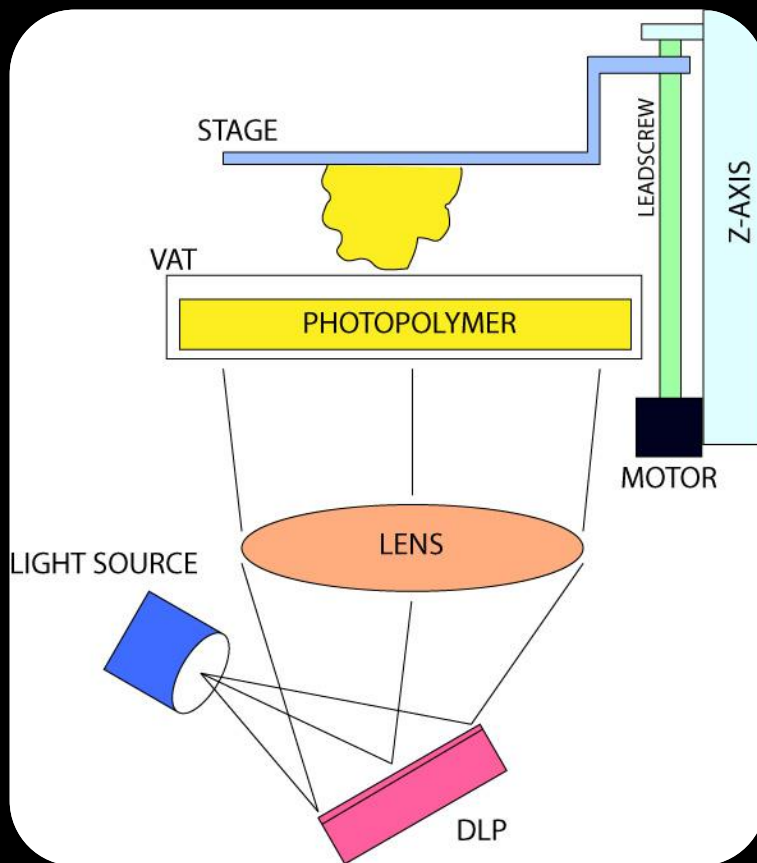


SLA - Stereolitografia



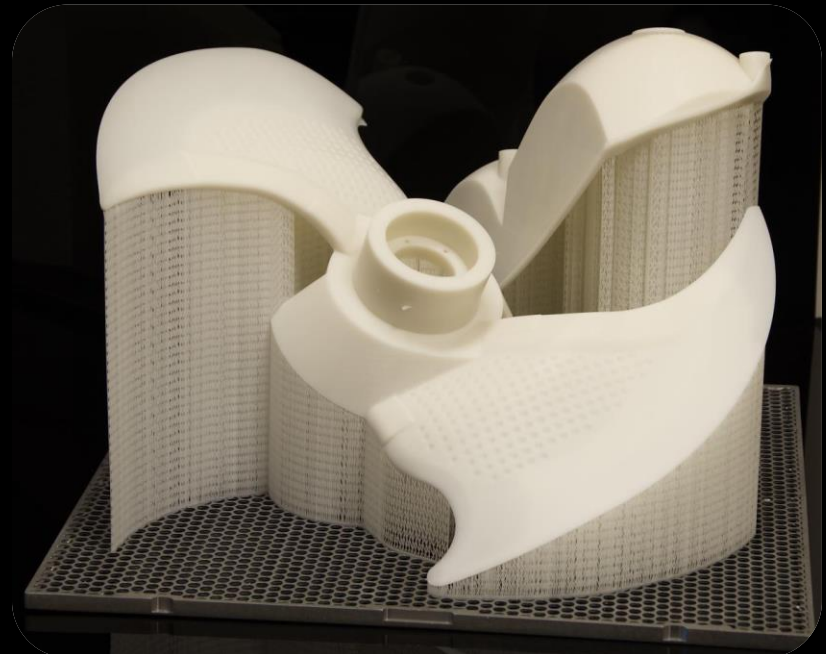
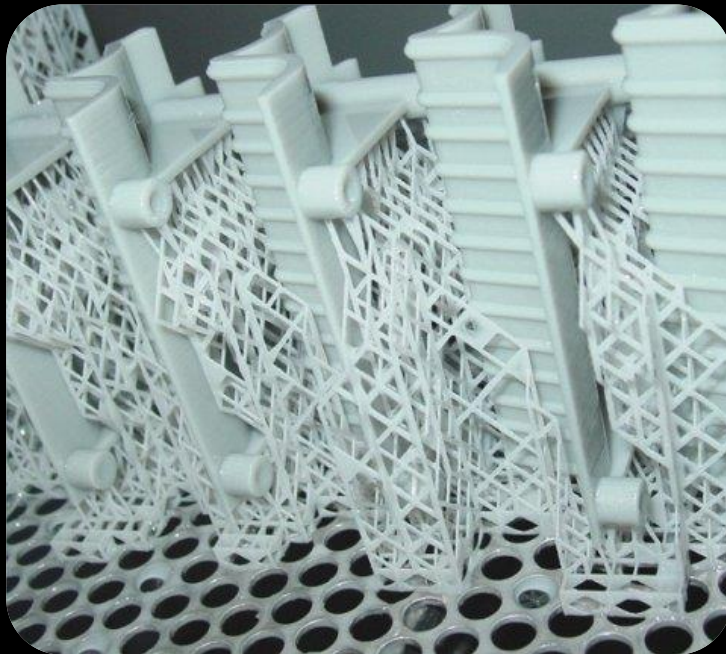
Stereolitografia z naświetlaniem projektorem DLP

DLP - Digital Light Processing



SLA - Stereolitografia

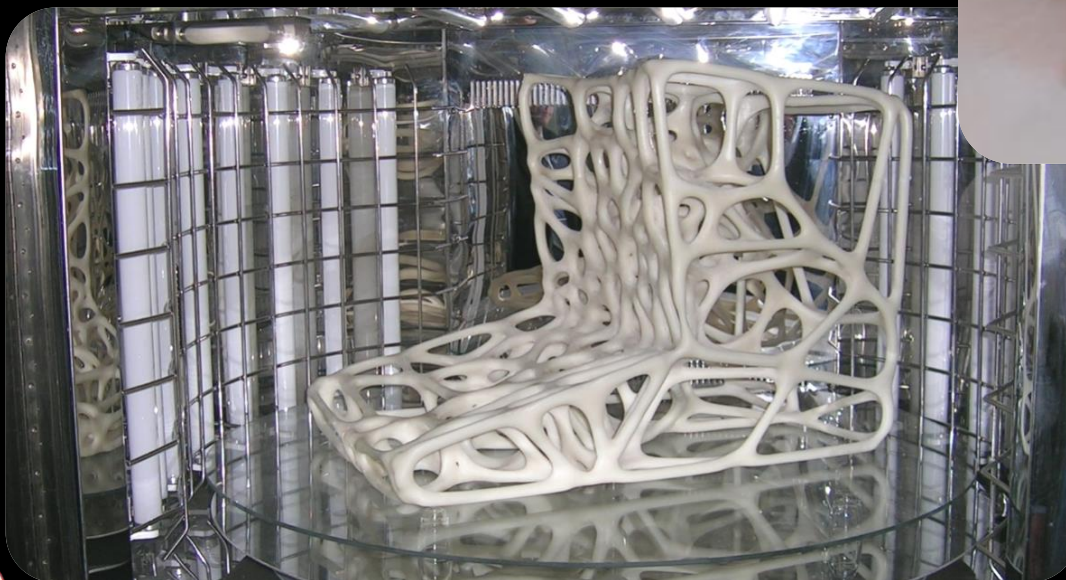
Wymagane jest wykonywanie podpór dla pierwszej warstwy modelu, elementów odchylonych od płaszczyzny roboczej oraz kształtowanych od pewnej wysokości



SLA - Stereolitografia

Wymagana dodatkowa obróbka modelu:

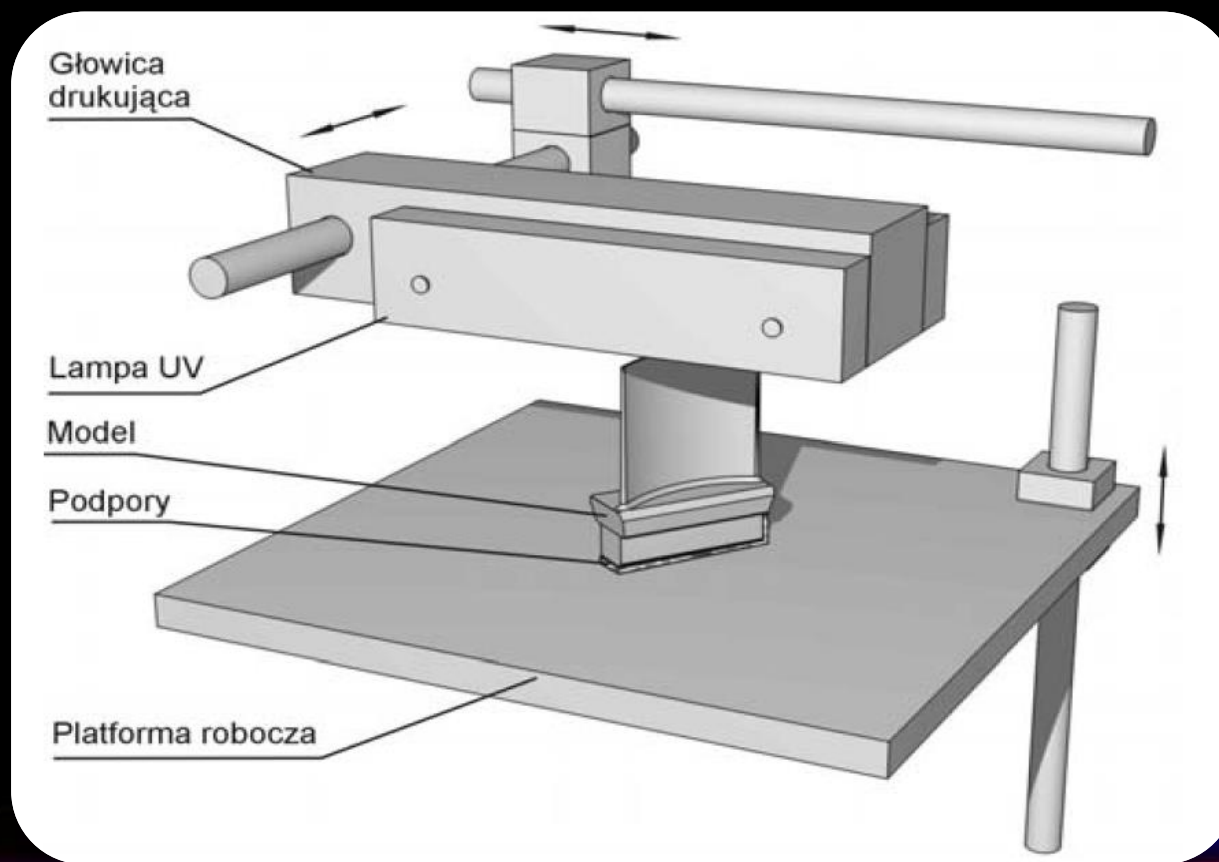
- Usunięcie podpór
- Oczyszczanie z resztek żywicy – mycie w izopropanolu lub acetonie
- Naświetlanie UV w celu zakończenia polimeryzacji w całej objętości modelu



JS – Drukowanie fotopolimerem

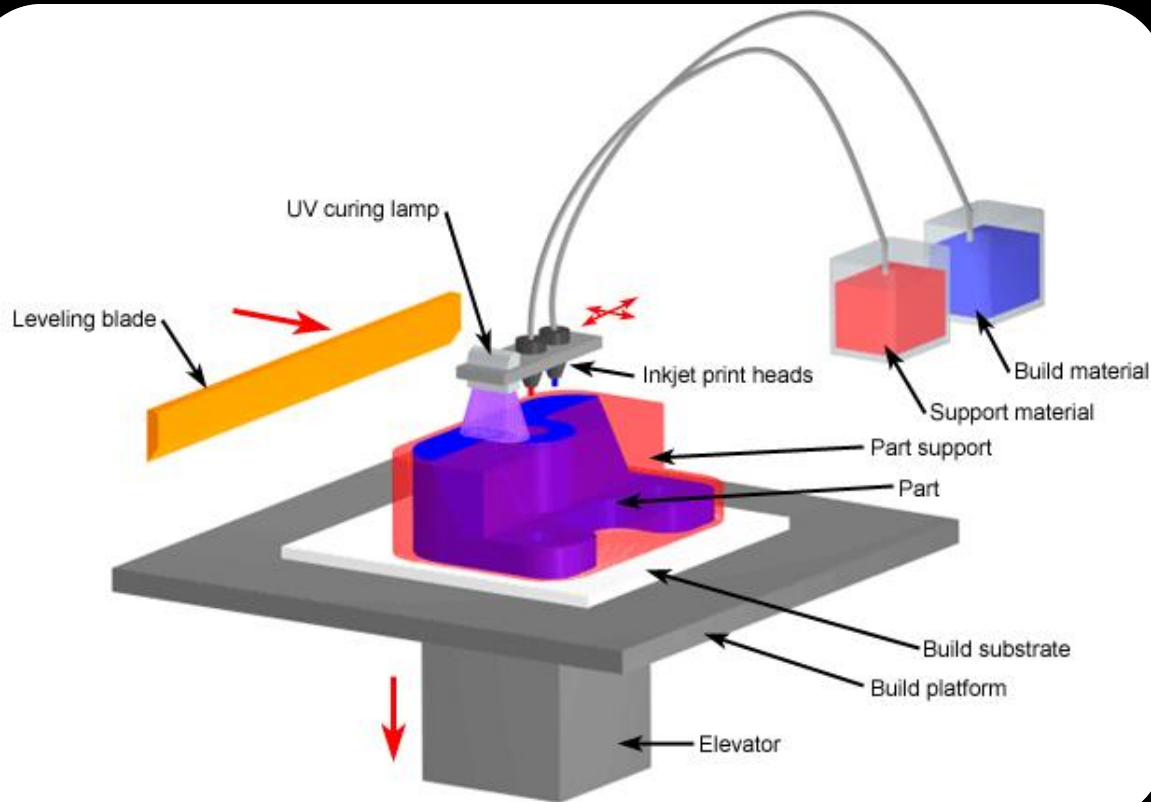
Jetting System

Nakładanie warstwowe żywicy - fotopolimeru z głowicy drukującej i utwardzanie światłem UV z lampy zintegrowanej z głowicą



JS – Drukowanie fotonopolimerem

Nakładany jest materiał modelu i materiał podporowy (np. wosk)



JS – Drukowanie fotopolimerem

Stosowane są żywice o różnych właściwościach:

- FullCure 720 – duża dokładność i sztywność,
- Vero – wytrzymała, odporna na wilgoć,
- Tango – elastyczna, właściwości podobne do gumy
- DurusWhite – elastyczna, właściwości zbliżone do polipropylenu



SLS - Selektywne spiekanie laserowe

Jetting System

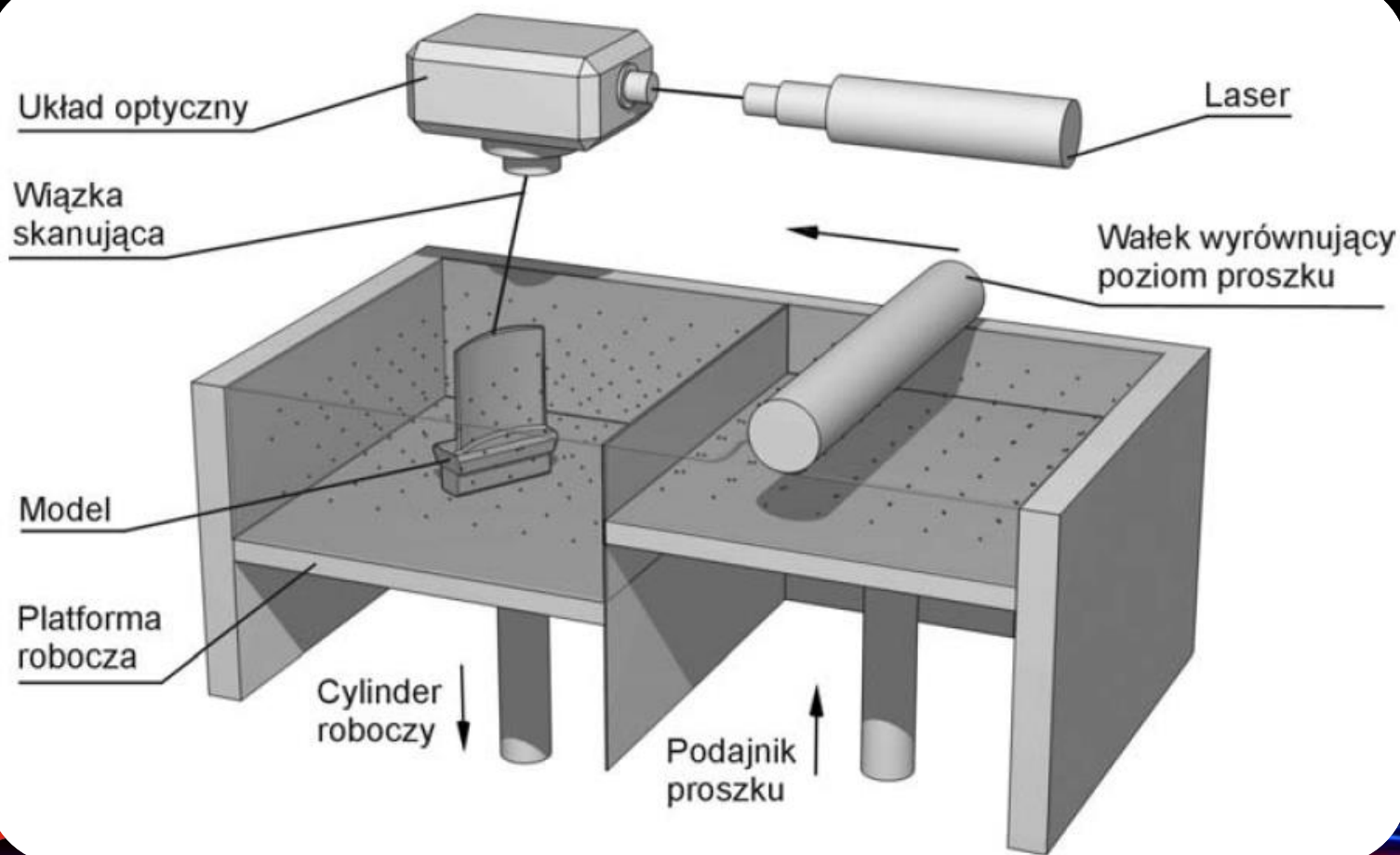
- Wymagane jest wykonywanie podpór dla pierwszej warstwy modelu, elementów odchylonych od płaszczyzny roboczej oraz kształtowanych od pewnej wysokości,
- Wymagane jest usunięcie materiału podporowego.



JS – Drukowanie fotopolimerem

Selective Laser Sintering

Spiekanie nakładanych kolejno warstw proszku wiązką lasera



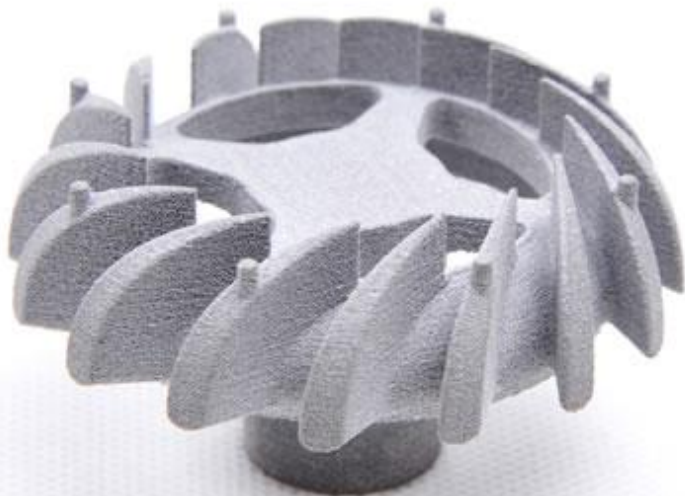
JS – Drukowanie fotopolimerem

- Spiekany jest obrys przekroju a następnie wypełnienie wnętrza przekroju,
- Spiekanie kolejnej warstwy powoduje nadtopienie warstwy poprzedniej i połączenie warstw,
- Podparcie wytwarzanego modelu stanowi proszek wypełniający przestrzeń roboczą



JS – Drukowanie fotopolimerem

Model z tworzyw polimerowych ma strukturę porowatą – stosuje się nasączenie substancjami poprawiającymi właściwości wytrzymałościowe



JS – Drukowanie fotopolimerem

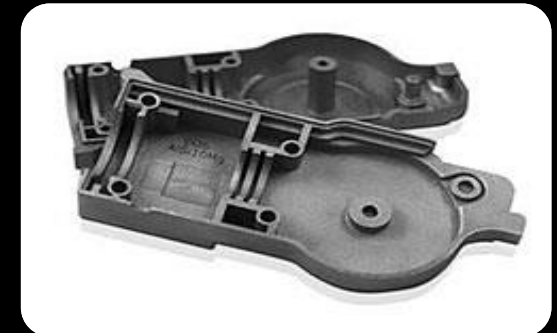
- **Stosowane proszki tworzyw polimerowych:**

- PA12
- PEEK - Polieteroeteroketon
- PS
- kompozyty PA12 - CF włókno węglowe
- kompozyty PA12 – AL proszek aluminium



- **Stosowane proszki stopów metali:**

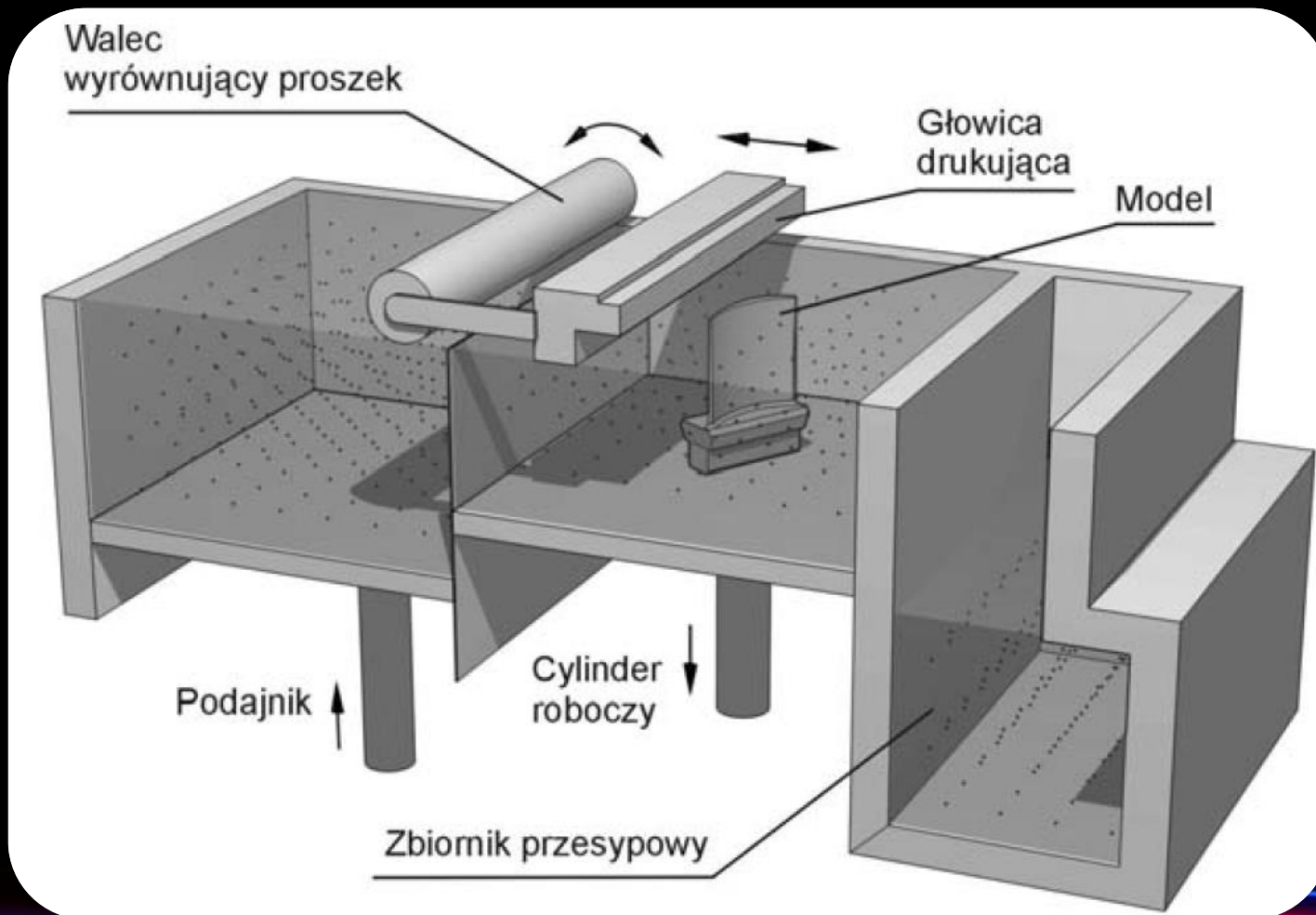
- Aluminium
- CoCrMo,
- Niklu, NiCr,
- Tytanu,
- Stale nierdzewne, stale martenzytyczne,



3DP – Drukowanie 3D proszku spajanego lepiszczem

Three Dimentional Printing

Spajanie warstw proszku spoiwem наносzonym przez głowicę drukującą



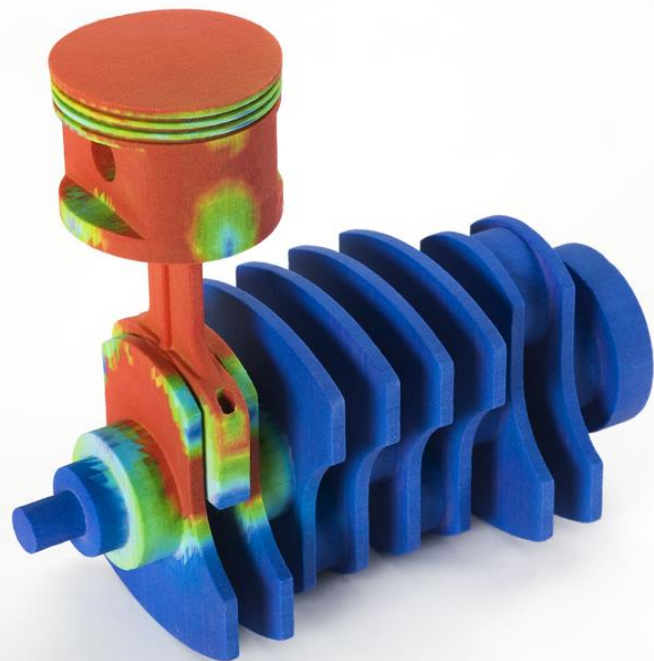
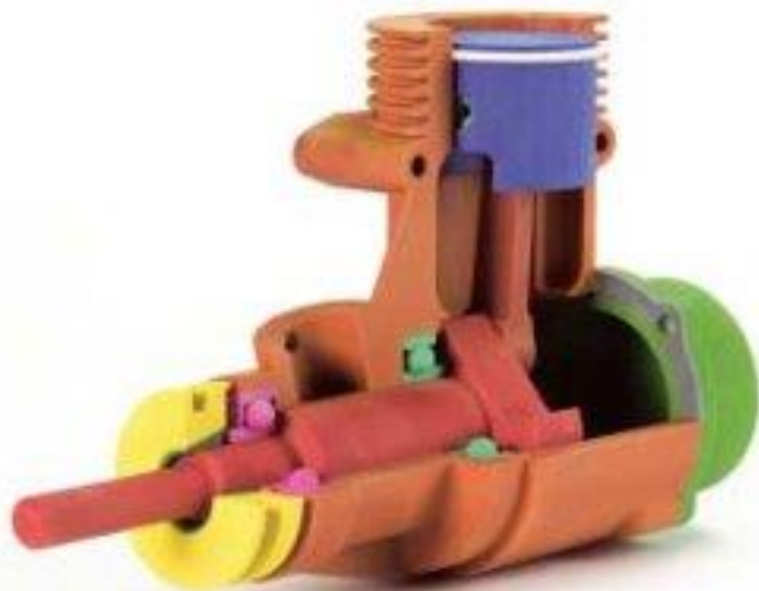
3DP – Drukowanie 3D proszku spajanego lepiszczem

Model ma strukturę porowatą – stosuje się infiltrację substancjami poprawiającymi właściwości wytrzymałościowe: woskiem, cyjanoakrylem, żywicami epoksydowymi, akrylowymi lub poliestrowymi.



3DP – Drukowanie 3D proszku spajanego lepiszczem

Zastosowanie lepiszczy w kolorach podstawowych umożliwia drukowanie w 24-bitowej palecie kolorów



3DP – Drukowanie 3D proszku spajanego lepiszczem

Stosowane materiały - proszki:

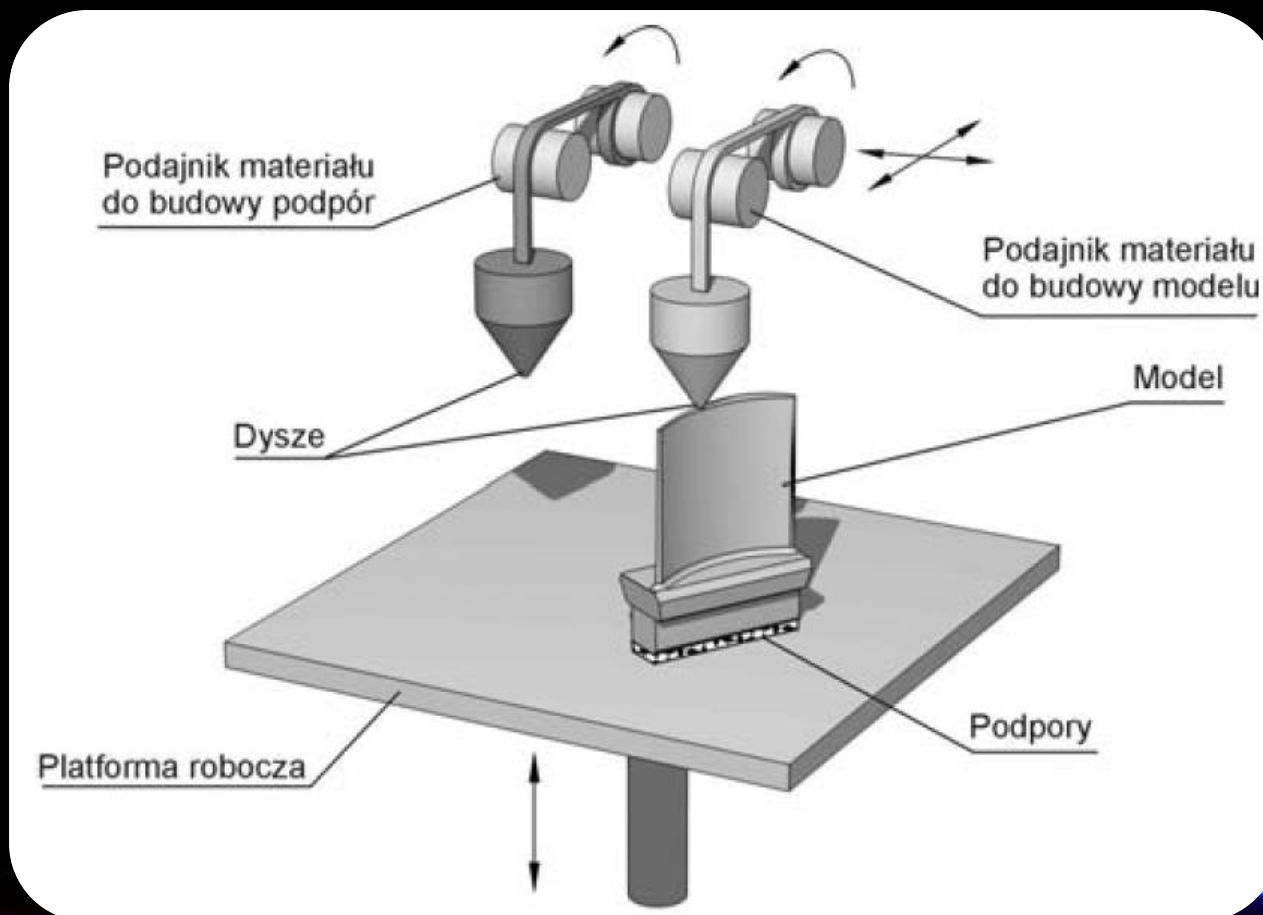
- Tworzyw polimerowych
- Metali
- Ceramiczne



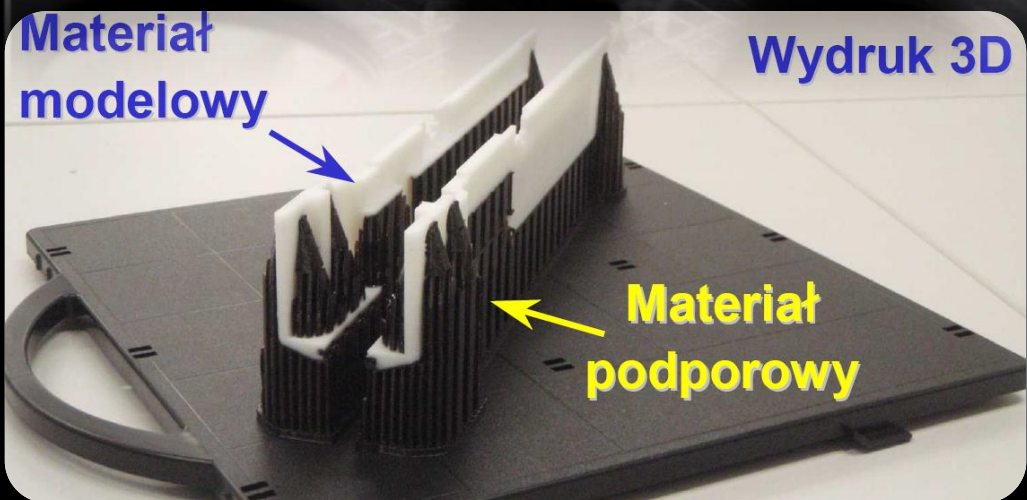
FDM – Modelowanie plastycznym tworzywem

Fused Deposition Modelling

Warstwowe nakładanie wytłaczanego przez dyszę plastycznego tworzywa polimerowego

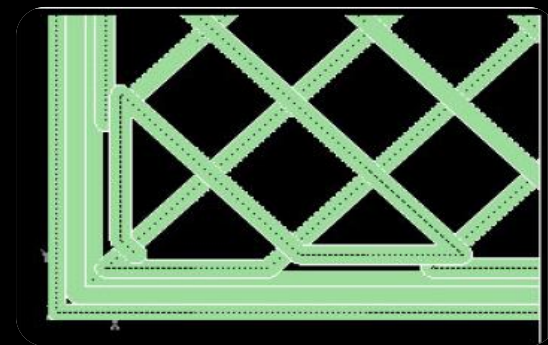
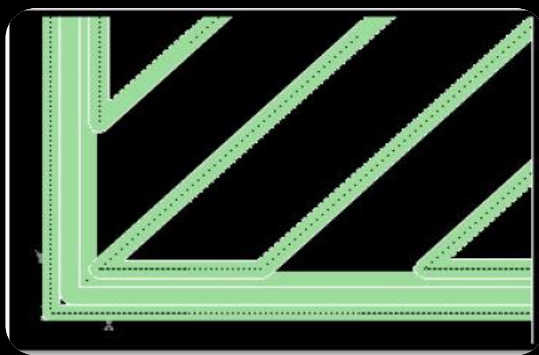
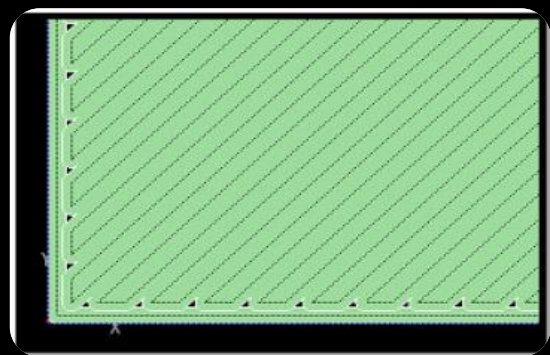


FDM – Modelowanie plastycznym tworzywem



FDM – Modelowanie plastycznym tworzywem

Metoda umożliwia ustalanie stopnia wypełnienia przekroju modelu materiałem: przekrój lity o strukturze żebrowej lub kratownicowej



FDM – Modelowanie plastycznym tworzywem

Metoda umożliwia ustalanie przebiegu ścieżek nakładania materiału i własnych struktur wypełnienia modelu



FDM – Modelowanie plastycznym tworzywem

Stosowane materiały polimerowe:

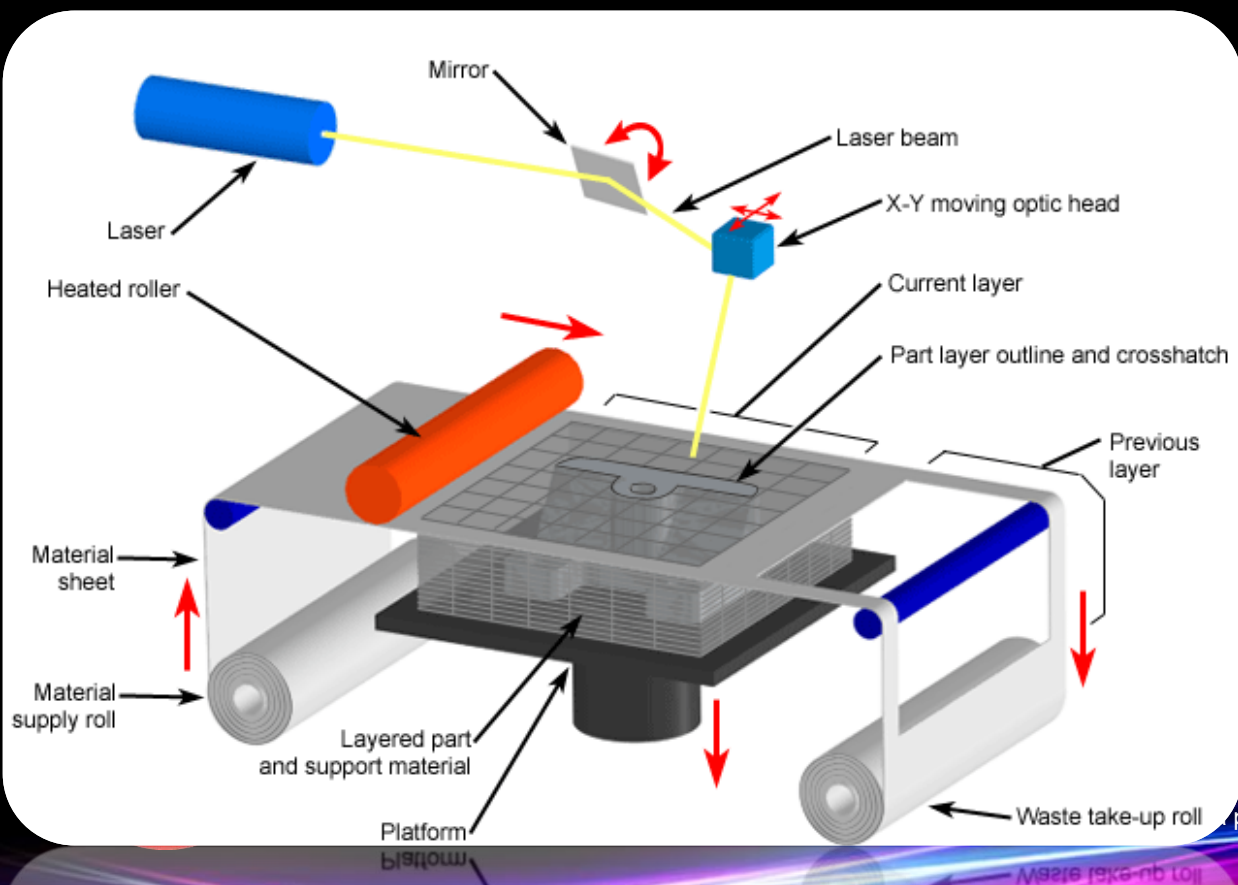
- ABS
- PC
- PLA polilaktyd
- PVA poli(alkohol winylowy)



LOM – Wytwarzanie wytworów przez laminowanie

Laminated Object Manufacturing

Laminowanie wycinanych warstw folii lub papieru pokrytych spoiwem - żywicą termoutwardzalną



LOM – Wytwarzanie wytworów przez laminowanie

Materiał budulcowy:

- Papier - wytrzymałość zbliżona do litego drewna
- Folia PVC - elementy elastyczne, przezroczyste



LOM – Wytwarzanie wytworów przez laminowanie

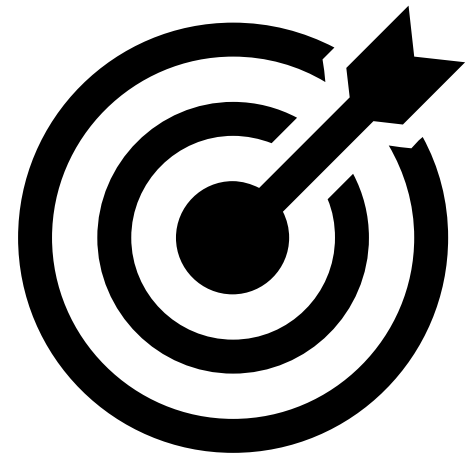
Konieczność dodatkowego rozkrawania nadkładu materiałowego zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz modelu na mniejsze elementy w celu późniejszego usunięcia

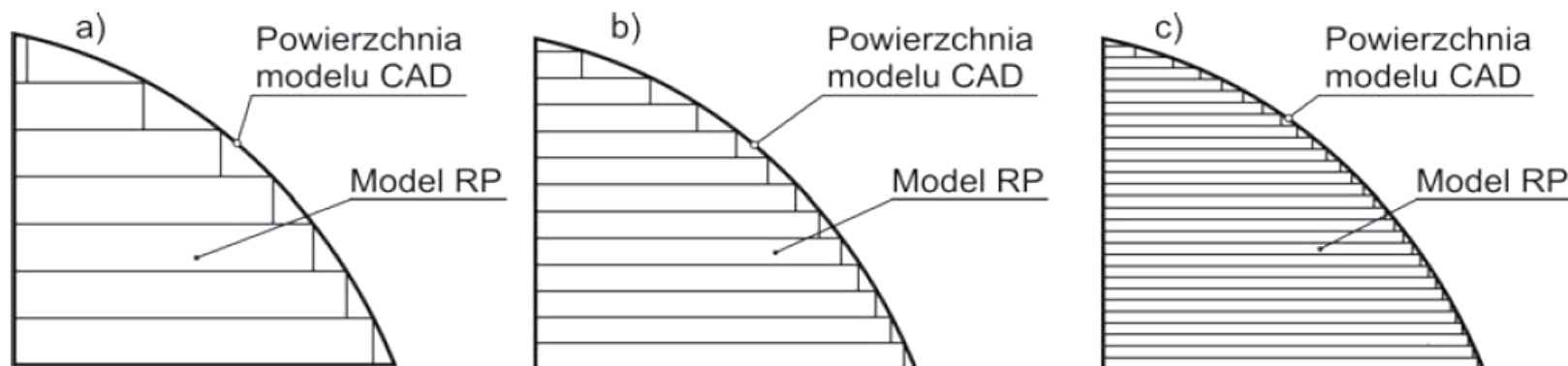


Dokładność wytwarzania metodami przyrostowymi

jest uzależniona od:

- zastosowanej metody wytwarzania,
- zastosowanego urządzenia,
- warunków procesu.





Rys. 3. Wpływ grubości warstwy na dokładność wykonania powierzchni modelu: a) grubość 0,15 mm, b) grubość 0,1 mm, c) grubość 0,05 mm

Grubość warstw wytwarzanego modelu a) 0,15 mm, b) 0,10 mm, c) 0,05 mm

Grubość warstw w metodach wytwarzania przyrostowego

Metoda	PolyJet	SLS	SLA	SLA Viper	FDM	3DP
Grubość warstwy [mm]	0,016	0,1	0,1 0,15	0,05 0,10 0,15	0,175 0,254	0,0875 0,1000



Dalszy rozwój metod wytwarzania przyrostowego

- Badania nad technologią druku 4D - materiałami kompozytowymi zmieniającymi swoje właściwości pod wpływem stymulantów np. zmiana barwy w wyniku zmiany temperatury
- Badania są prowadzone w *Harward School of Engineering and Applied Sciences*, *Uniwersytecie Illinois* oraz *Uniwersytecie w Pittsburgu*



Automat do drukowania 3D

Absolwenci Uniwersytetu Berkeley, skonstruowali dostępny na terenie kampusu automat do drukowania 3D metodą FDM



Polski printroom 3D

Otwarty w grudniu 2013 r. w markecie Leroy Merlin w Suchym Lesie pod Poznaniem, wyposażony w Drukarki FDM polskiej firmy Omni3D



Drukarka 3D do samodzielnego montażu

Drukarka FDM polskiej firmy Omni3D zestaw do samodzielnego montażu



Oryginalne zastosowania

Wydruki 3D wykorzystane w kolekcji Iris van Herpen na Paris Fashion Week Haute Couture



Oryginalne zastosowania



Bizuteria ze stopów tytanu



Tytanowy obcas



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ !!!

Metody wytwarzania przyrostowego – drukowanie 3d

POLITECHNIKA LUBELSKA
Katedra Technologii i Przetwórstwa
Tworzyw Polimerowych
dr hab. inż. Emil Sasimowski, prof. PL

Projekt „Politechnika Lubelska - Regionalna Inicjatywa Doskonałości”
- finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego



Ministerstwo
Nauki
i Szkolnictwa
Wyższego

