

		Czy konieczny jest podział na grupy ? (podać liczebność grup) TAK - 12
czas	Temat	Opis tematu
45 min	<i>Odwzorowanie w modelu 3D zeskanowanego obiektu</i>	Wprowadzenie do wytwarzania przyrostowego – historia, główne metody, obszary stosowania i wykorzystywane materiały. Omówienie etapów procesu otrzymywania wyrobów z wykorzystaniem technik addytywnych. Omówienie i ustawienie parametrów procesu „drukowania” na przykładzie techniki FDM. Wydrukowanie przygotowanych wcześniej modeli.
Opis rozszerzony		
Weryfikacja wiedzy na wejściu:	Rozmowa z grupą na temat technik wytwarzania przyrostowego (druku 3D), jej wykorzystania w różnych dziedzinach przemysłu, medycyny itp.	
Cel zajęć:	Studenci uzyskają wiedzę na temat wytwarzania przyrostowego, poznają najczęściej używane techniki, nauczą się generować plik „drukowalny” z pliku STL, dobierać parametry procesu oraz obsługiwać urządzenia do wytwarzania techniką FDM.	
Materiały dydaktyczne	Wykład w postaci prezentacji multimedialnej, studenci otrzymają plik pdf	
Program zajęć – prezentacji / wykładu / laboratoriów	<ol style="list-style-type: none"> 1. Omówienie wytwarzania przyrostowego w formie krótkiego wprowadzenia (wykład) 2. Omówienie parametrów procesu wytwarzania przyrostowego na przykładzie techniki FDM 3. Nauka obsługi programu do ustawiania parametrów procesu, zapis i przenoszenie pliku do urządzenia drukującego 4. Omówienie drukarki FDM i nauka jej obsługi 5. Wydrukowanie modeli 	
Efekt Kształcenia:	Student pozna coraz szerzej stosowane techniki wytwarzania przyrostowego, nauczy się ustawiania parametrów procesu oraz obsługi urządzenia do druku 3D	
Kosztorys:	-	
Nazwa asortymentu:	-	
Koszt:	-	

Odwzorowanie w modelu 3D zeskanowanego obiektu

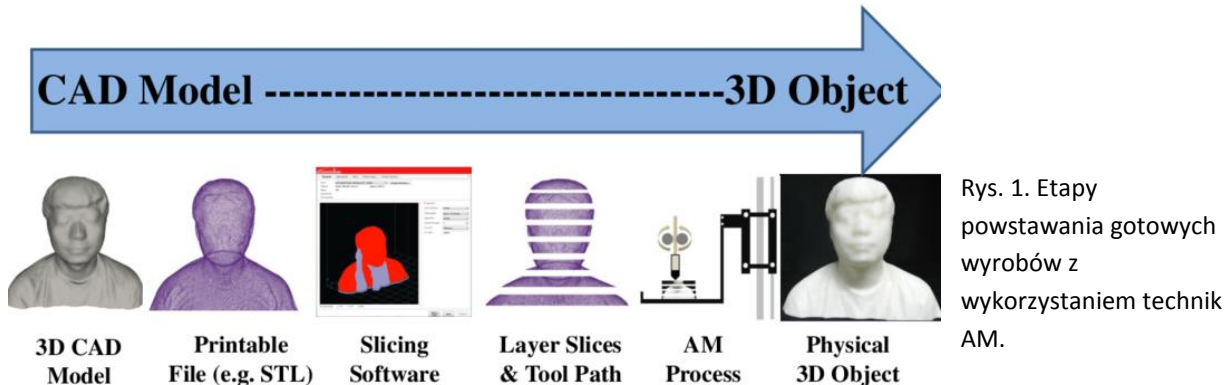
Niewiele osób wie, że druk 3D będący potocznym określeniem technik wytwarzania przyrostowego (ang. Additive Manufacturing, AM) jeszcze 13 lat temu stanowił odrębną metodę. Dzięki firmie Z Corporation w 1996, pojawiła się technologia polegająca na budowaniu modeli przestrzennych z proszku gipsowego, spajanego selektywnie lepiszczem nazwana „drukem 3D” (ang. *3D printing*). I to właśnie pod tą nazwą kryją się dzisiaj wszystkie techniki wytwarzania przyrostowego. Warto jednak dodać, że początki druku 3D sięgają dużo dalej, dokładnie lat 80-tych ubiegłego wieku. W roku 1971 Pierre A. L. Ciraud zaprezentował metodę produkcji wyrobów o dowolnej geometrii poprzez dodawanie materiału w postaci proszku z wykorzystaniem zewnętrznego źródła energii. Opracowana przez niego koncepcja dała podwaliny, jednej z najczęściej wykorzystywanych w dzisiejszych czasach, technik wytwarzania przyrostowego - **SLS** (ang. *Selective Laser Sintering/ selektywne spiekanie laserem*), na którą patent otrzymał Carl R. Deckard w 1984 roku. Do roku 2000 zostały ogłoszone patenty na wiele technik druku 3D, m.in. **SLA** (ang. *Stereolithography/ Stereolitografia*) wykorzystującej żywicę światłoutwardzalną (Charles Hull, 1986); **FDM** (ang. *Fused Deposition Modeling/ osadzanie topionego materiału*) najszerzej znana i jedna z najtańszych technik AM, w której stosowane są żyłki z tworzyw termoplastycznych (Scott Crump, 1989); **SLM** (ang. *Selective Laser Melting/ selektywne stapianie wiązką lasera*) za pomocą, której możliwe jest uzyskanie wyrobów metalowych (Uniwersytet w Teksasie, 1992); **LOM** (ang. *Laminated Object Modeling/ laminowanie warstwowe*), w której modele powstają z warstw papieru lub folii (Helysis, 1988). O ile na świecie druk 3D rozwijał się od lat 90-tych, do Polski dotarł dopiero w 2005 roku. Tak naprawdę komercyjne oraz zindywidualizowane wykorzystywanie technik przyrostowych oraz ich rozległy rozwój (coraz tańsze urządzenia, nowe materiały i nowe obszary zastosowań) nastąpiło po roku 2011, kiedy to zaczęła wygasać ochrona patentowa na niektóre wynalezione techniki druku 3D.

Obecnie wyróżnia się szereg metod zaliczanych do technik wytwarzania przyrostowego, które charakteryzują się różnym sposobem przetwarzania materiału (Załącznik 1) albo stosowanym materiałem (załącznik 2). W tej chwili w technikach AM wykorzystuje się materiały polimerowe, metalowe, ceramikę czy materiały kompozytowe. Druk 3D stosowany jest w wielu obszarach: od medycyny przez branżę motoryzacyjną do przemysłu kosmicznego; od produkcji zindywidualizowanych akcesoriów po elementy garderoby. Tak naprawdę techniki wytwarzania przyrostowego z każdym dniem się rozwijają i realizują coraz to nowsze zadania, które jeszcze nie dawno miały być dla nich nieosiągalne.

Otrzymywanie wyrobów przy użyciu AM można odbywać się w kilku etapach (rys. 1):

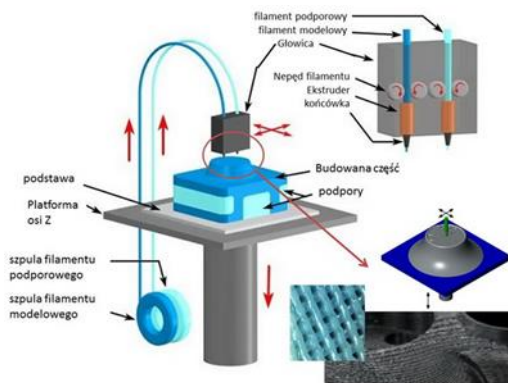
- 1) Najpierw należy stworzyć wirtualny model 3D danego elementu z wykorzystaniem technik komputerowych.
- 2) Potem przetworzyć model 3D do pliku drukowalnego - z rozszerzeniem .stl.
- 3) W dalszym kroku przenieść pliku .stl do odpowiedniego oprogramowania celem ustawienia parametrów wydruku.
- 4) Dokonać podziału na warstwy i ustalić przejścia narzędzia (głowicy/ lasera/ projektora światła).

- 5) Następnie przeprowadzić proces AM na wybranym urządzeniu.
- 6) Na samym końcu zdjęć otrzymany obiekt z platformy roboczej i dokonać obróbki wykańczającej (usuwanie podpór itp.)



Rys. 1. Etapy powstawania gotowych wyrobów z wykorzystaniem technik AM.

Jedną z najczęściej stosowanych i najszybciej rozwijanych technik przyrostowych (ze względu na niską cenę urządzenia oraz materiału w porównaniu do innych technik AM) jest FDM, której schemat przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat procesu wytwarzania przyrostowego na przykładzie technik FDM.

Proces otrzymywania wyrobów w wyniku stosowania technik przyrostowych przedstawiony zostanie na przykładzie tej właśnie techniki (wysoko prawdopodobne jest, że jeżeli ktoś miał już kontakt z wytwarzaniem przyrostowym, to właśnie dzięki szerokiej dostępności FDM). Ogólnie druk 3D odbywa się stopniowo – w przypadku FDM uplastycznione tworzywo наносzone

jest na stół roboczy w wyznaczonych miejscach (odpowiadających kształtem modelowi albo elementowi wspierającemu). Po nanoszeniu jednej warstwy następuje obniżenie stołu z „wydrukowanym” modelem bądź też podniesienie głowicy uplastyczniającej (w zależności od konstrukcji urządzenia) i następnie osadzenie na wcześniej uzyskanym elemencie kolejnej warstwy. Ostatnim etapem jest zdjęcie gotowego „wydruku” ze stołu roboczego i usunięcie podpór. Możliwe jest również zastosowanie obróbki wykańczającej, do której zalicza się szpachlowanie i szlifowanie celem usunięcia widocznych warstw, malowanie czy też lakierowanie, które mogą być realizowane ręcznie lub automatycznie. W przypadku wydruków z ABS (kopolimer akrylonitrylo-butadienowo-styrenowy) możliwe jest również ich chemiczne wygładzanie przy wykorzystaniu oparów acetonu – rozpuszczają one tworzywo, co powoduje zlanie się warstw i wygładzenie powierzchni, jednak obniża dokładność geometrii względem modelu STL, może również zniszczyć małe i cienkie części, tj. żeberka, słupki, występkę.

- [1] Siemiński P., Budzik G., Techniki Przyrostowe. Druk. Drukarki 3D., Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015, ISBN 978-83-7814-255-3
- [2] Chlebus E., Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji, WNT, Warszawa 2000, ISBN 83-204-2570-0
- [3] Zhang L., Dong H., El Saddik A., From 3D Sensing to Printing: A Survey, ACM Transactions on Multimedia Computing Communications and Applications, 2015:12(2):1-23
- [4] Wohlers T., Gornet T., History of Additive Manufacturing, Wohlers Report 2014/ www.wohlersassociates.com
- [5] <https://3Dhubs.com>
- [6] <https://drukarki3d.pl>
- [7] <http://centrumdruku3d.pl>
- [8] <http://3dcenterpolska.pl>
- [9] <http://3dwpraktyce.pl>

- [10] <http://wadam.com.pl>
- [11] <http://www.przyrostowo.pl>

ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES

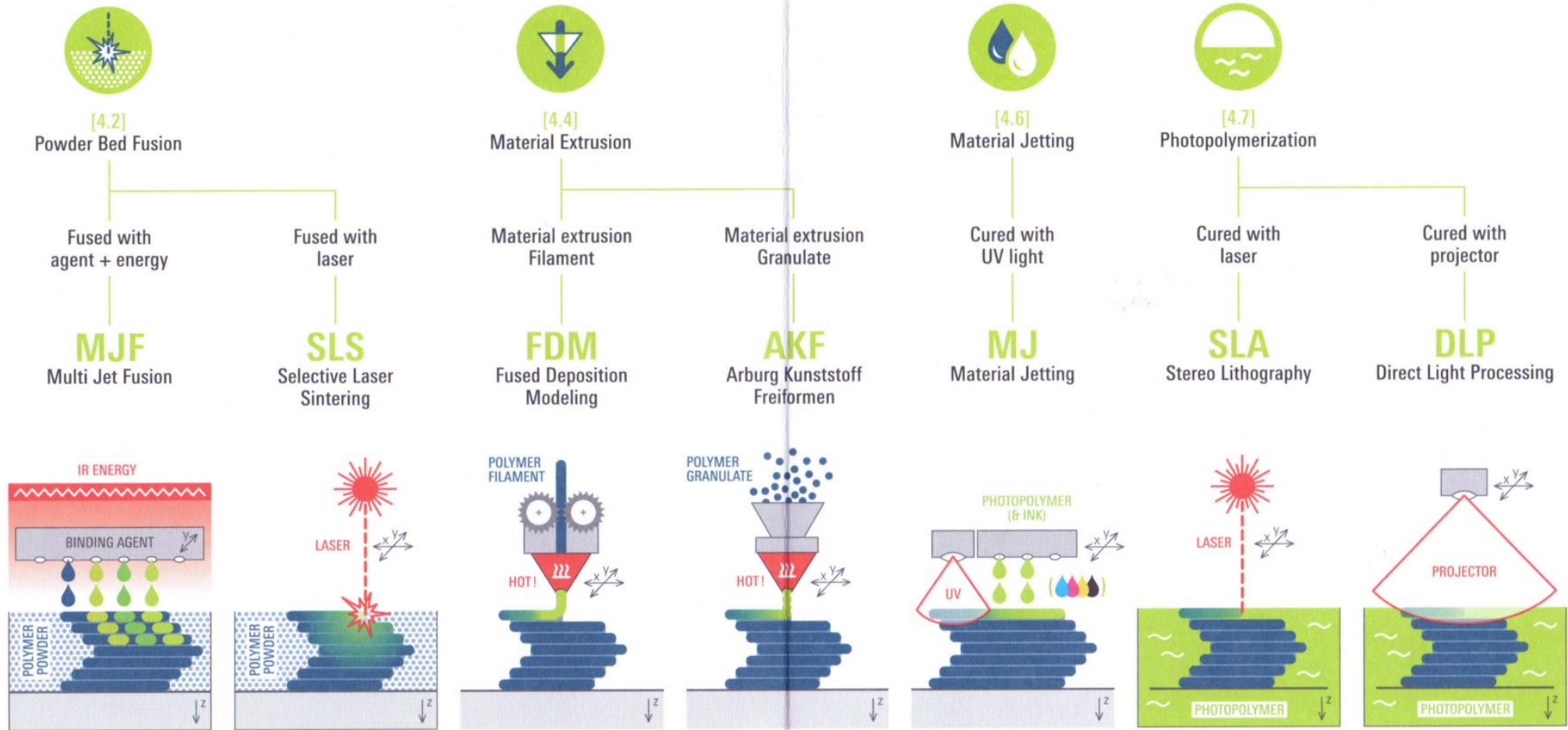


Find out more at www.3dhubs.com/what-is-3d-printing



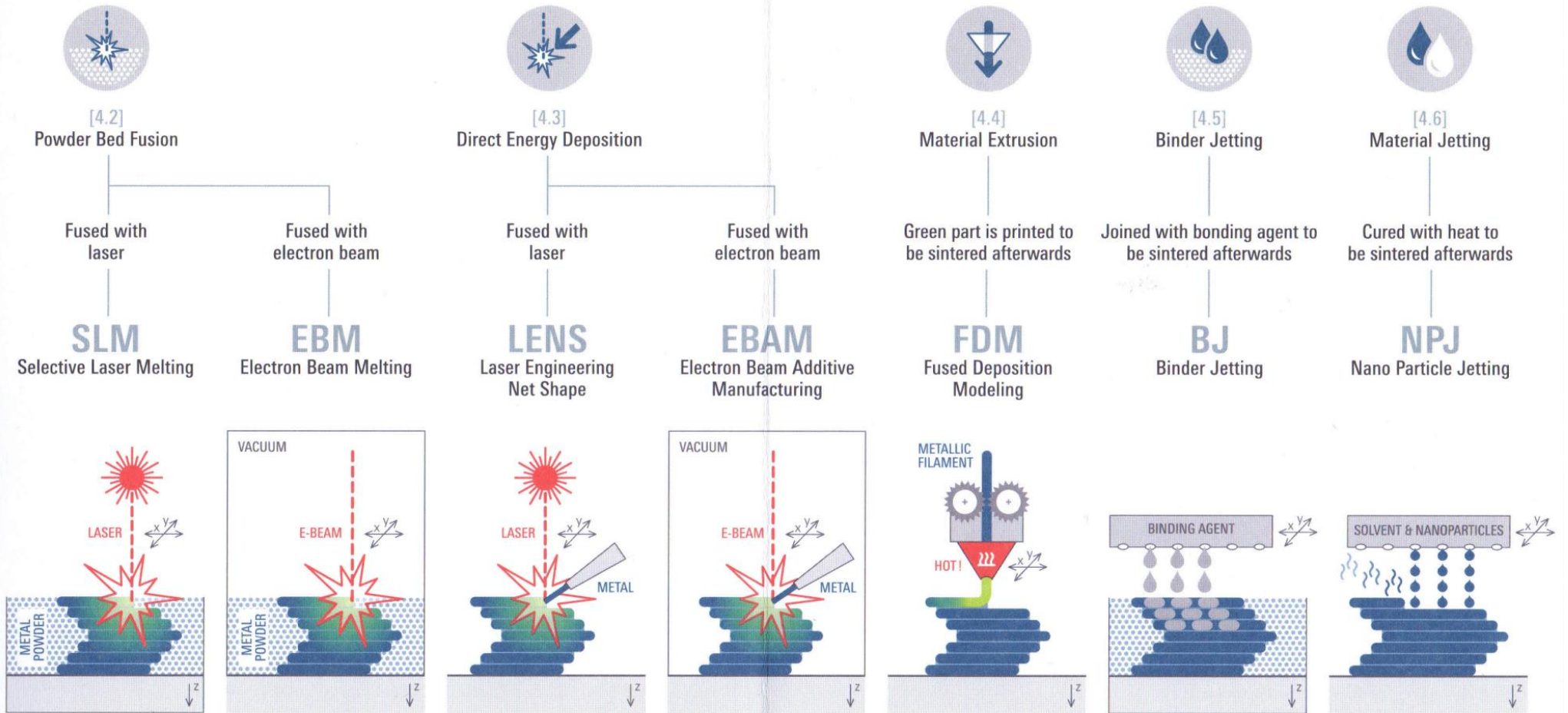
Zestawienie technik szybkiego wytwarzania/ prototypowania

ADDITIVE MANUFACTURING FOR POLYMER



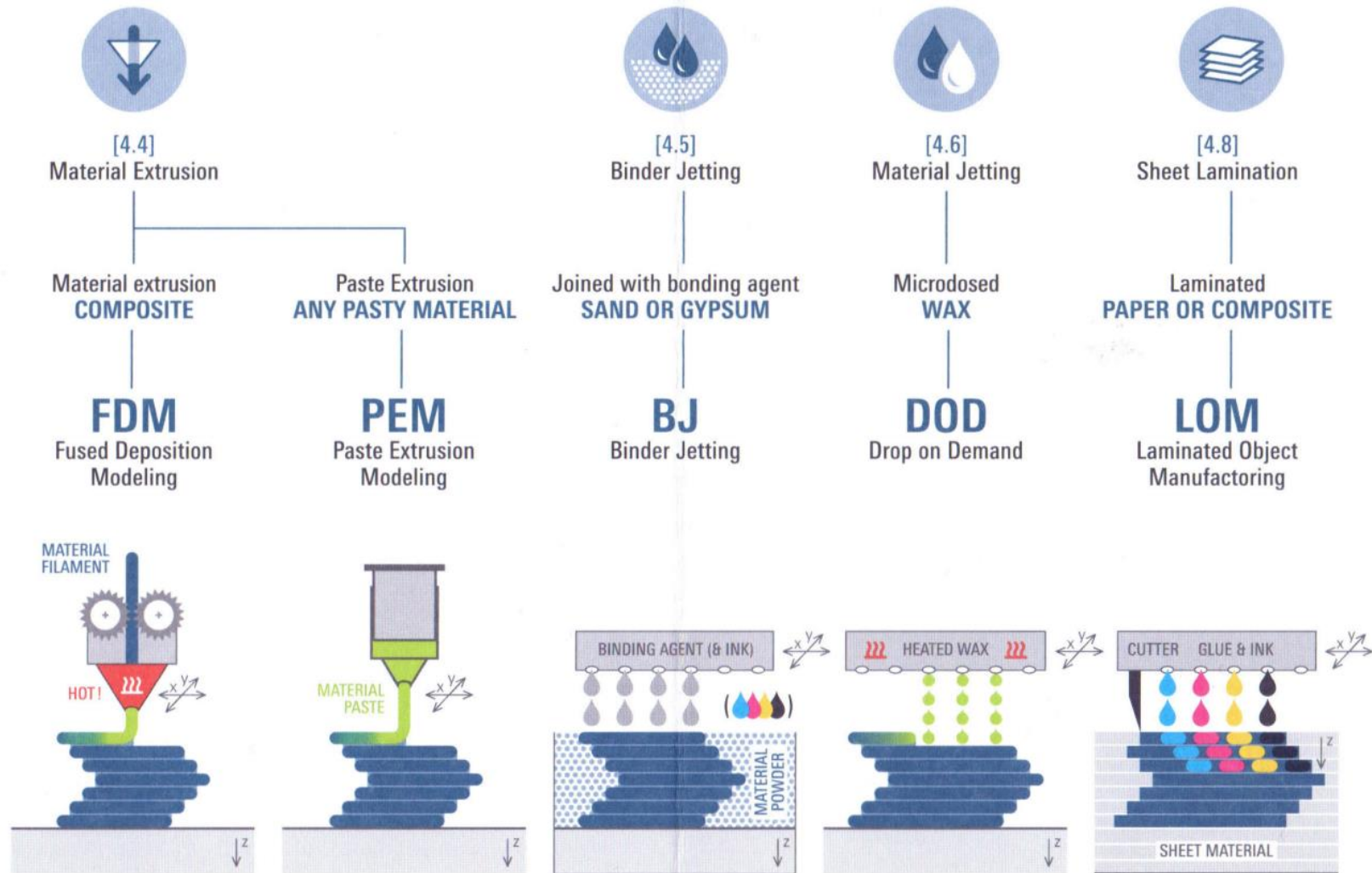
Zestawienie technik szybkiego wytwarzania wykorzystujących materiały polimerowe

ADDITIVE MANUFACTURING FOR METAL



Zestawienie technik szybkiego wytwarzania wykorzystujących metale

ADDITIVE MANUFACTURING FOR OTHER MATERIALS



Zestawienie technik szybkiego wytwarzania wykorzystujących materiały inne niż tworzywa polimerowe i metale