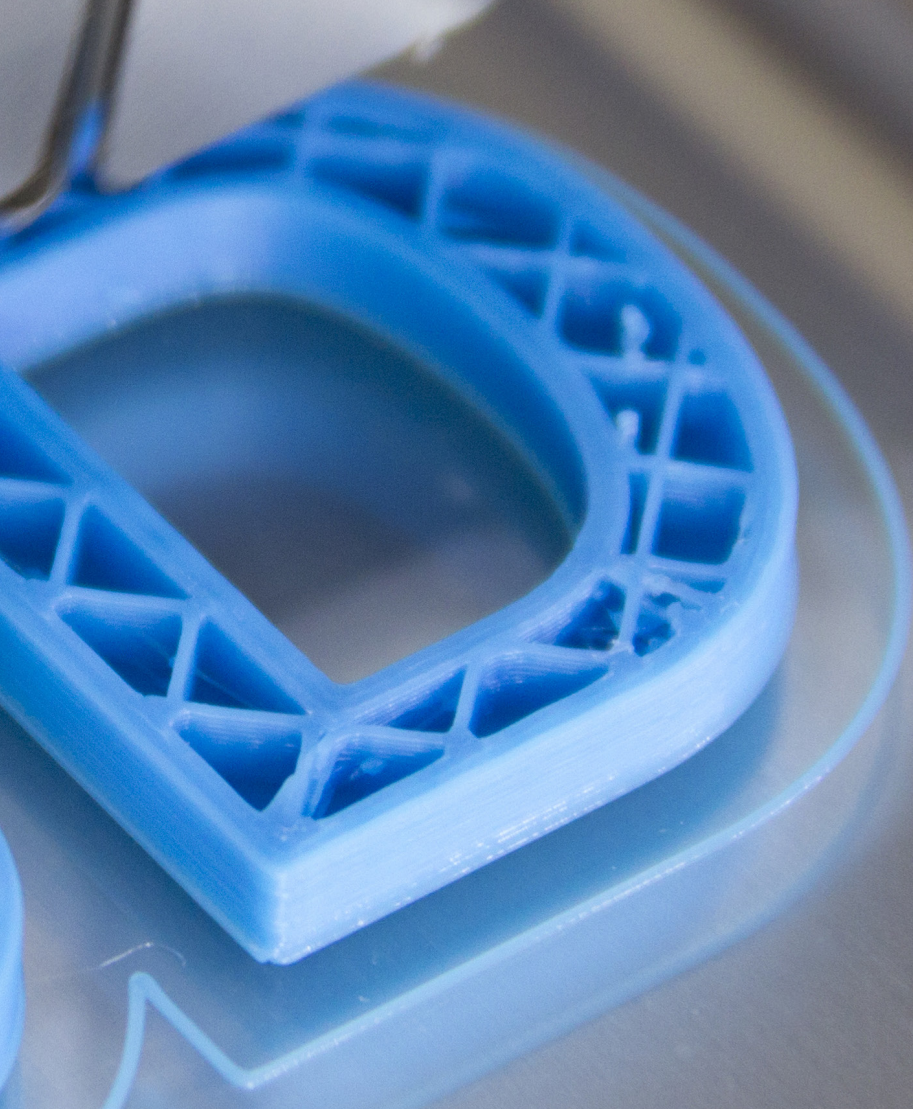


Drukowanie 3D (wytwarzanie przyrostowe)

Drukowanie 3D (drukowanie przestrzenne; drukowanie trójwymiarowe – 3D printing) to popularna nazwa (synonim) nowej techniki wytwarzania wyrobów: wytwarzania przyrostowego (*additive manufacturing* – AM), którego istotą jest produkowanie trójwymiarowych obiektów stałych (wyrobów) z pliku cyfrowego na podstawie modelu komputerowego. Wykorzystuje się różne znane procesy i/lub łańcuchy procesów, dające określony przyrost materiału i tym samym umożliwiające wytworzenie obiektu (wyrobu) przez nakładanie i łączenie kolejnych warstw tego samego materiału i/lub różnych materiałów, warstwa po warstwie.



Drukowanie 3D, czyli wytwarzanie przyrostowe (nazywane także niekiedy obróbką przyrostową) można uważać za przeciwną metodę produkcji wyrobów w stosunku do tradycyjnej obróbki ubytkowej (obróbki skrawaniem, ścierniej, erozyjnej i innej), w której obiekt (wyrób) jest kształtowany przez zdejmowanie (ubytek) kolejnych warstw materiału.

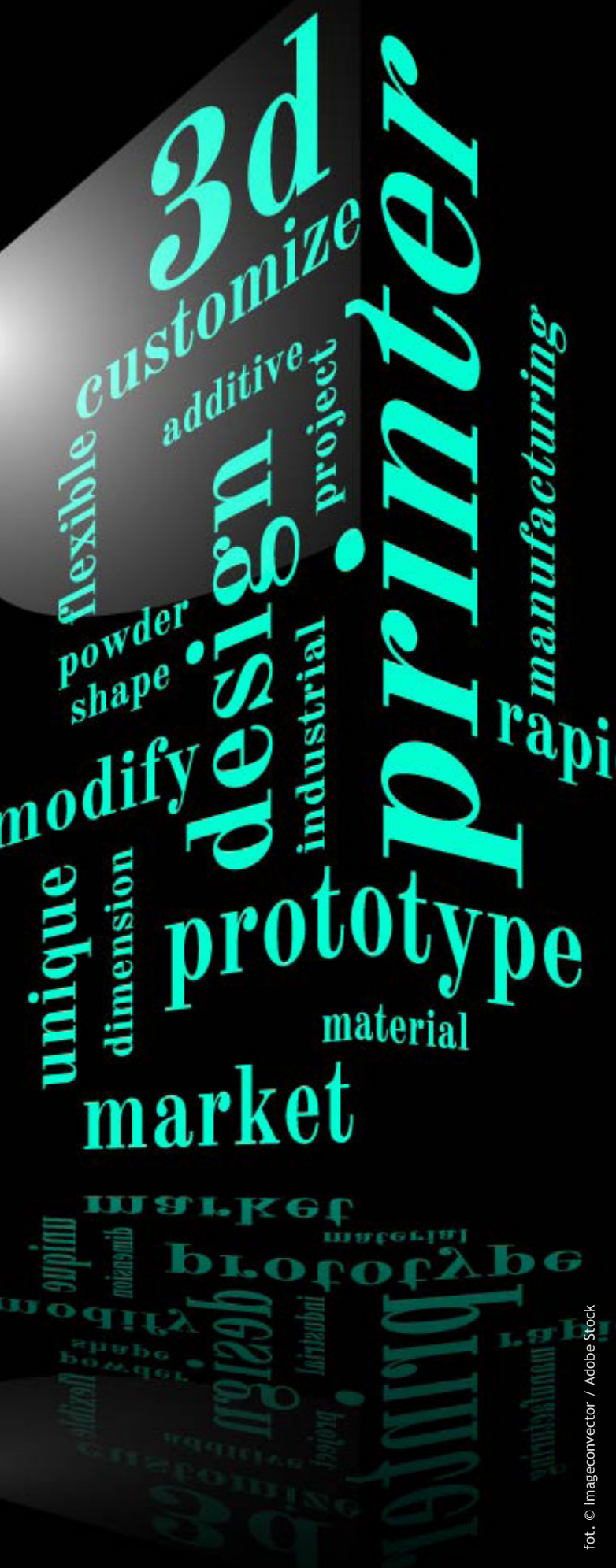
Technologie oparte na procesach przyrostowych mogą być stosowane na dowolnym etapie cyklu życia danego wyrobu, począwszy od szybkiego prototypowania narzędzi, części maszyn i robotów przemysłowych (*High Speed Prototyping*) oraz pełnych cykli szybkiej produkcji wyrobów (*Rapid Manufacturing*) aż do bezpośredniego sterowania cyfrowego procesami wytwarzania (*Direct Digital Manufacturing*).

Zastosowanie drukowania 3D wymaga wykorzystania projektowania wspomaganego komputerowo (*Computer Aided Design – CAD*) lub oprogramowania do modelowania. Prowadzi się proces dopasowania wirtualnego projektu (wzoru), tworząc cienkie, wirtualne, poziome przekroje, a następnie kolejne warstwy aż model wirtualny jest kompletny i prawie identyczny z docelowym modelem fizycznym (wyrobem).

Następnym etapem jest odczytanie danych z rysunku CAD, ułożenie kolejnych warstw materiału (cieczy, proszku lub innego materiału) i zbudowanie w ten sposób modelu z serii poziomych przekrojów. Warstwy te odpowiadające wirtualnym przekrojom z modelu CAD złączone ze sobą tworzą ostateczny kształt. Podstawową zaletą jest zdolność do tworzenia w ten sposób niemal dowolnego kształtu lub cechy geometrycznej wyrobu.

Budowa takiego modelu obecnymi technikami może trwać od kilku godzin do kilku dni w zależności od zastosowanej metody, wielkości i złożoności modelu lub kilku modeli oraz użytych urządzeń i ich możliwości przygotowywania jednocześnie kilku modeli.

Technologie wytwarzania przyrostowego, początkowo opracowane w celu szybkiego wykonywania prototypów, dość szeroko wkroczyły w obszar produkcji i już mają zastosowanie w wielu dziedzinach takich jak projektowanie przemysłowe, architektura, budownictwo, inżynieria i konstrukcja maszyn, inżynieria lądowa, motoryzacja, lotnictwo, stomatologia, medycyna, systemy informacyjne i w wielu innych dziedzinach i branżach.



fot. © Imagevector / Adobe Stock

Drukowanie 3D jest przeprowadzane zwykle przy użyciu drukarki materiałów. Z każdym rokiem następuje coraz większy wzrost ich sprzedaży przy ciągłym spadku ich ceny.

Ogólnie rzecz biorąc, w wielu przypadkach drukowanie 3D jest to szybka lub nawet bardzo szybka technika wytwarzania (produkcji) wyrobów, ale jeśli uwzględnimy koszt ich wytworzenia, koszt drukarki 3D, wybór i koszt materiałów oraz inne koszty, to może okazać się, że jest to ciągle nieopłacalna technika w stosunku do obróbki ubytkowej.

Drukowanie 3D doskonale sprawdza się w szybkim wytwarzaniu części, prototypów i gotowych wyrobów oraz w produkcji wyrobów o skomplikowanej geometrii i kształtach, tam gdzie obróbka ubytkowa (np. skrawaniem) byłaby zbyt kosztowna ze względu na konieczność wykonania wielu operacji obróbkowych (toczenie, frezowanie, szlifowanie i inne).

Międzynarodowa działalność normalizacyjna została zapoczątkowana utworzeniem pod koniec 2011 r. Komitetu Technicznego ISO/TC 261 *Additive Manufacturing*, z sekretariatem prowadzonym przez niemiecką jednostkę normalizacyjną DIN. Wówczas Komitet Techniczny 207 ds. Obróbki Ubytkowej i Przyrostowej oraz Charakterystyki Warstwy Wierzchniej podjął starania i otrzymał zgodę PKN na włączenie tematyki wytwarzania przyrostowego do swojego zakresu tematycznego. Strona polska zadeklarowała członkostwo czynne (P) i tak jest do chwili obecnej.

Prawie od początku istnienia ISO/TC 261 nawiązał ścisłą współpracę z ASTM F42 *Additive Manufacturing Technologies*. Ciągłe są tworzone łączone grupy (JG), które opracowują wiele projektów norm ISO/ASTM. W niektórych opracowaniach wersji roboczych biorą udział polscy eksperci związani z PKN/KT 207.

W styczniu 2016 r. PKN/KT 207 pozytywnie zaopiniował projekt utworzenia europejskiego Komitetu Technicznego, a Rada Techniczna CEN powołała CEN/TC 438 *Additive Manufacturing*, którego sekretariat jest prowadzony do dziś przez francuską jednostkę normalizacyjną AFNOR.

Zakres działania CEN/TC 438 jest identyczny jak ISO/TC 261, oba komitety współpracują ze sobą w łączonych grupach roboczych. Ostatnio CEN/TC 438 podjął współpracę z ISO/TC 44/SC 14 *Welding and brazing in aerospace* oraz ISO/TC 61/SC 9 *Thermoplastic materials* w łączonych grupach roboczych (JWG).

Publikacje i opracowywane projekty z dziedziny drukowania 3D (wytwarzania przyrostowego) dotyczą zasad ogólnych, terminologii, kategoryzacji procesów, charakterystyk i metod badań, komputerowego opisu procesów za pomocą ustalonego standardowego zapisu informacji i danych w postaci pliku, a także bardzo istotnej w praktyce oceny dokładności geometrycznej procesów wytwarzania przyrostowego.

Oto wybrane ważniejsze publikacje (normy i projekty) z dziedziny drukowania 3D (wytwarzania przyrostowego):

- [PN-EN ISO/ASTM 52900:2017-06 Wytwarzanie przyrostowe – Zasady ogólne – Terminologia Zawiera terminy i definicje stosowane w technologii wytwarzania przyrostowego \(AM\)](#), w której stosuje się zasadę kształtowania przyrostowego i buduje się w ten sposób fizyczne struktury (geometrie) 3D przez dodawanie kolejnych warstw materiału.
- [PN-EN ISO/ASTM 52901:2019-01 Wytwarzanie przyrostowe – Zasady ogólne – Wymagania dla kupowanych części wyprodukowanych w procesach wytwarzania przyrostowego AM](#). Jest to podstawowy dokument przy nabywaniu części wyprodukowanych w procesach wytwarzania przyrostowego, spełniających minimalne wymagania odbiorcze. Bardziej rygorystyczne wymagania dodatkowe zaleca się określać podczas składania zamówienia.
- [PN-EN ISO 17296-2:2016-10 Wytwarzanie przyrostowe – Zasady ogólne – Część 2: Przegląd kategorii procesów i materiał wstępny](#). Opisano podstawy procesu wytwarzania przyrostowego (AM) i podano przegląd istniejących kategorii procesów oraz wyjaśniono, w jaki sposób w różnych kategoriach procesów korzystać z różnych rodzajów materiałów do kształtowania geometrii danego wyrobu.
- [PN-EN ISO 17296-3:2016-10 Wytwarzanie przyrostowe – Zasady ogólne – Część 3: Główne cechy i odpowiednie metody badań](#). Przedstawiono zasadnicze wymagania stosowane do badania części produkowanych za pomocą procesów wytwarzania przyrostowego. Określono główne cechy jakościowe części i odpowiednie procedury badawcze oraz zalecono zakres i zawartość badań, a także umowy dotyczące dostaw. Norma jest skierowana do producentów i użytkowników maszyn, do dostawców materiałów wstępnych i części oraz do odbiorców i klientów.

- [PN-EN ISO 17296-4:2016-10 Wytwarzanie przyrostowe – Zasady ogólne – Część 4: Przegląd przetwarzania danych](#). Przedstawiono podstawowe zagadnienia odnoszące się do wymiany danych, podano terminy i definicje do wymiany informacji w celu opisanego geometrii części (wyrobów) wytwarzanych techniką przyrostową. Metoda wymiany danych określa typ pliku, zawarte dane, formatowanie tych danych i możliwości ich wykorzystania. Norma jest skierowana do użytkowników i producentów, a w szczególności ma służyć inżynierom i programistom do tworzenia procesów, łańcuchów procesów, systemów i urządzeń do wytwarzania przyrostowego i powiązanych z nimi systemów oprogramowania.
- [prPN-prEN ISO/ASTM 52902 \(planowana data publikacji 09.03.2020\) Wytwarzanie przyrostowe – Próbkę wzorcowe – Wytyczne do oceny dokładności geometrycznej systemów wytwarzania przyrostowego](#). Przyszła norma będzie obejmowała ogólny opis geometrii próbek wzorcowych oraz badań ilościowych i jakościowych wykorzystywanych do oceny jakości i dokładności systemów wytwarzania przyrostowego (AM). Wyniki tak prowadzonych badań mogą służyć dwóm celom: ocenie możliwości systemu AM oraz kalibracji (wzorcowaniu) systemu AM. Próbkę wzorcowe wykorzystywane są przede wszystkim do ilościowej oceny dokładności geometrycznej działania systemu AM.

Jacek Wojtal
Sekretarz PKN/KT 207 ds. Obróbki Ubytkowej i Przyrostowej
oraz Charakterystyki Warstwy Wierzchniej