

Efekty negatywne

- Wzrost liczby materiałów odpadowych i dalsze obciążenie środowiska
- Produkowanie w procesie druku warstwowego części, które są anizotropowe, tj. wytrzymałość tych części nie jest wszędzie taka sama, co może ograniczyć ich funkcjonalność
- Utrata miejsc pracy w osłabionych gałęziach przemysłu
- Prymat własności intelektualnej jako źródła wartości w produkcji
- Piractwo
- Jakość produktu i marki

Efekty niezamane lub działające w obie strony

- Możliwość natychmiastowego skopiowania każdej innowacji

Zmiana w praktyce

Przykład wykorzystania druku 3D w wytwórczości przywołany parę lat temu w piśmie „Fortune”:

„Silnik odrzutowy General Electric Leap to nie tylko jeden z najlepiej sprzedających się produktów tej firmy – teraz znajdzie się w nim także dysza paliwowa wyprodukowana całkowicie poprzez wytwarzanie przyrostowe. Ten proces, znany powszechnie jako druk 3D, obejmuje nakładanie kolejnych warstw materiału (w tym wypadku stopów metali) według precyzyjnych cyfrowych planów. GE kończy obecnie testy nowych silników Leap, ale korzyści z wytwarzania przyrostowego części zostały już dowiedzione na innych modelach”.

Źródło: Andrew Zaleski *GE's first 3D-printed parts take flight*, „Fortune”, 12.05.2015; <http://fortune.com/2015/05/12/ge-3d-printed-jet-engine-parts/>.

Zmiana 20. Druk 3D i ludzkie zdrowie

Moment krytyczny – Pierwszy przeszczep wątroby wydrukowanej na drukarce 3D

Do 2025 – 76% respondentów przewiduje nadejście momentu krytycznego

Pewnego dnia drukarki 3D będą mogły wytwarzać nie tylko przedmioty, ale także organy ludzkie – ten proces określa się jako *bioprinting* (biodruk). W procesie niemal identycznym jak w przypadku drukowania przedmiotów organ zostanie wydrukowany; warstwa po warstwie, na podstawie cyfrowego modelu trójwymiarowego¹⁰³. Materiał użyty do druku organu będzie oczywiście inny od użytego do wydrukowania roweru, będzie też można eksperymentalnie sprawdzać, jaki materiał nadaje się do takiego wykorzystania, jak w przypadku proszku tytanowego używanego do robienia kości. Druk 3D ma ogromne możliwości zaspokajania niestandardowych potrzeb projektowych, a nie ma nic mniej standardowego niż ludzkie ciało.

Efekty pozytywne

- Zarządzenie problemowi braku organów (każdego dnia umiera przeciętnie 20 osób oczekujących na przeszczep, do którego nie dochodzi z powodu braku organu)¹⁰⁴
- Drukowanie prostetyczne: kończyny/części ciała do celów protetycznych i innych (np. charakterystycją)
- Szpitale, które drukują dla każdego pacjenta zestawy potrzebne do zabiegu chirurgicznego (np. szyny/łubki, opatrunki gipsowe, implanty)
- Spersonalizowana medycyna: druk 3D to najszybsze rozwiązanie wtedy, kiedy każdy klient potrzebuje odrobiny innej wersji części ciała (np. koronki na ząb)
- Drukowanie komponentów wyposażenia medycznego, które są trudne do nabycia lub kosztowne, jak np. przetworniki¹⁰⁵

- Redukowanie kosztów operacji dzięki drukowaniu w lokalnych szpitalach choćby implantów dentystycznych, rozruszników czy gwoździ do złamanych kości zamiast ich importowania
- Fundamentalne zmiany w testowaniu leków, które można będzie prowadzić na rzeczywistych obiektach dzięki dostępności do całkowicie wydrukowanych organów
- Drukowanie żywności i tym samym poprawa jej bezpieczeństwa

Efekty negatywne

- Niekontrolowana lub nieregulowana produkcja części ciała, sprzętu medycznego lub żywności
- Wzrost liczby materiałów odpadowych i dalsze obciążenie środowiska
- Powazne debaty etyczne związane z drukowaniem części ciała i ciała. Kto będzie kontrolował możliwość ich wytworzenia? Kto zagwarantuje jakość powstałych w ten sposób organów?
- Zniechęcenie do dbania o zdrowie – jeśli wszystko można zastąpić, to dlaczego mamy żyć zdrowo?
- Wpływ drukowanej żywności na rolnictwo

Zmiana w praktyce

Pierwsze wykorzystanie wydrukowanego w 3D implantu kręgosłupa opisane w „Popular Science”:

„[W 2014 roku] lekarze w Peking University Third Hospital z sukcesem wszczepili młodemu pacjentowi pierwszą wydrukowaną w 3D część kręgu, by zastąpić w jego szyi krąg zatakowany przez raka. Zastępczy krąg został wymodelowany na podstawie rzeczywistych kręgów chłopca, dzięki czemu łatwiej mogły się one zintegrować”.

Źródło: Loren Grush *Boy Given a 3-D Printed Spine Implant*, „Popular Science”, 26.08.2014; <http://www.popsci.com/article/science/boy-given-3-d-printed-spine-implant>.

Zmiana 21. Druk 3D i produkty konsumenckie

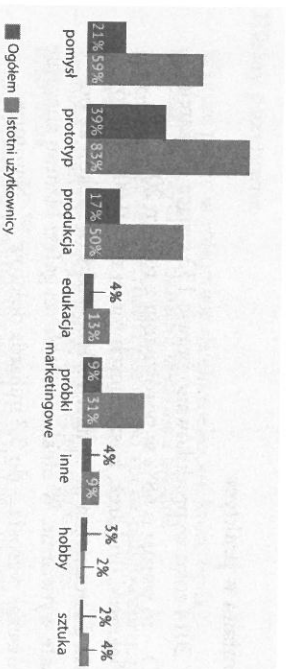
Moment krytyczny – 5% produktów konsumenckich wydrukowane w 3D

Do 2025 – 81% respondentów przewiduje nadjęcie momentu krytycznego

Ponieważ druk 3D może być wykonywany przez każdego, kto dysponuje odpowiednią drukarką, stwarza to możliwość drukowania typowych produktów konsumenckich lokalnie i na życzenie, zamiast kupowania ich w sklepie. Drukarka 3D stanie się w końcu narzędziem biurowym, a nawet domowym. To jeszcze bardziej zredukuje koszty dotarcia do dóbr konsumenckich i zwiększy dostępność obiektów wydrukowanych w 3D.

Obecne zastosowania druku 3D (Wykres VII) wskazują cały szereg sektorów związanych z rozwojem i produkowaniem produktów konsumenckich (weryfikacja słuszności koncepcji, prototyp i produkcja).

Wykres VII: Wykorzystanie druku 3D w różnych obszarach, w 2015 r. (% respondentów*)



* Procenty respondentów odnoszące się do sondażu Sculpteo.

Źródło: Sculpteo, *The State of 3D Printing (survey of 1,000 people)*, przedstawione w: Jessica Hedstrom *The State of 3D Printing*, 23.05. 2015; <http://jesshedstrom.quora.com/The-State-of-3D-Printing>.

Efekty pozytywne

- Więcej spersonalizowanych produktów i produkcji na własny użytek
- Tworzenie niszowych produktów i zarabianie na ich sprzedaży
- Najszybszy rozwój druku 3D tam, gdzie każdy klient ma nieco inne potrzeby związane z produktem – np. specyficznie ukształtowana stopa wymaga specjalnie ukształtowanego butów
- Redukcja kosztów logistyki, co umożliwi znaczną oszczędność energii¹⁰⁶
- Rozwój aktywności lokalnej; wytwarzanie własnych dóbr i zyski z eliminacji kosztów logistyki (gospodarka o obiegu zamkniętym).

Efekty negatywne

- Globalne i regionalne łańcuchy dostaw i logistyki: niższe zapotrzebowanie doprowadzi do utraty miejsc pracy
- Kontrola broni – stworzenie możliwości drukowania obiektów niebezpiecznych, jak np. broń palna
- Wzrost liczby materiałów odpadowych i dalsze obciążenie środowiska
- Destabilizacja kontroli produkcji, regulacji konsumenckich, barier handlowych, patentów, podatków i innych ograniczeń administracyjnych; walka o ich dostosowanie

Zmiana w praktyce

W 2014 roku wyprodukowano prawie 133 tysiące drukarek 3D – to wzrost o 68% w porównaniu z rokiem 2013. Większość drukarek, kosztujących mniej niż 10 000 dolarów, była dostosowana do aplikacji z laboratoriów i szkół, aż po małe wytwórnie. W efekcie wartość tej gałęzi biznesu znacznie wówczas wzrosła – do 3,3 miliarda dolarów¹⁰⁷. Natomiast w 2017 roku sprzedano już prawie pół miliona drukarek 3D – to wzrost o 52% w porównaniu z rokiem 2016. Wartość tej gałęzi przemysłu w roku 2017 wyniosła 7,3 miliarda dolarów¹⁰⁸.

Zmiana 22. Zaprojektowanie istoty ludzkiej¹⁰⁹

Moment krytyczny – Narodziny pierwszej istoty ludzkiej, której genom został bezpośrednio i celowo edytowany.

Od przełomu stułeci koszt sekwencjonowania całego ludzkiego genomu spadł prawie o sześć rzędów wielkości. W ramach projektu ludzkiego genomu wydano 2,7 miliarda dolarów na uzyskanie w 2003 roku pierwszego całkowitego genomu. Do 2009 roku ten koszt obniżył się do 100 tysięcy dolarów, natomiast obecnie badacze mogą płacić laboratoriom wyspecjalizowanym w takich zadaniach zaledwie 1000 dolarów za sekwencjonowanie ludzkiego genomu. Podobny trend obserwujemy ostatnio w edycji genomu w związku z rozwojem metody CRISPR/Cas9, powszechnie przyjętej ze względu na wyższą efektywność i wydajność oraz koszt niższy niż w wypadku poprzednich prób.

Rzeczywista rewolucja nie polega zatem na nagłej zdolności zaangażowanych w to uczonych do edycji genów roślin i zwierząt, ale raczej na tym, że nowe technologie wyraźnie ułatwiają sekwencjonowanie i edytowanie, znacznie zwiększając liczbę naukowców, którzy mogą przeprowadzać eksperymenty.

Efekty pozytywne

- Wyższe plony w rolnictwie dzięki roślinom, które będą bardziej wytrzymałe, bardziej wydajne i płodne
- Skuteczniejsze terapie medyczne dzięki spersonalizowanemu leczeniu
- Szybsza, dokładniejsza i mniej inwazyjna diagnostyka medyczna
- Wyższy poziom rozumienia ludzkiego wpływu na naturę
- Mniejsza zapadalność na choroby genetyczne i mniej związanego z nimi cierpienia