

Wpływ druku 3D na gospodarkę i życie społeczne

Helena Dodziuk

Wpływ druku 3D na gospodarkę i życie społeczne rozpatruje się na ogół w szerszym kontekście następczej trzeciej (lub czwartej) rewolucji przemysłowej i związanego z nią rozwoju robotyki, sztucznej inteligencji, nanotechnologii, genetyki, druku 3D/AM, biotechnologii i innych dziedzin¹, które będą się wzajemnie wzmacniały, tworząc podstawę rewolucji bardziej wszechstronnej i wszechogarniającej niż cokolwiek, z czym mieliśmy dotychczas do czynienia. Pomyślmy np. o inteligentnych systemach, nie tylko domach, lecz również fabrykach, gospodarstwach rolnych czy miastach, które będą potrafiły reagować na pojawiające się problemy, np. zmiany klimatyczne. Z drugiej strony rozwój robotyzacji, nanotechnologii i innych dziedzin spowoduje również skutki negatywne: zostaną utracone liczne miejsca pracy, a nowe będą wymagały wysokich kwalifikacji.

Wielką zaletą 3DP jest możliwość drukowania bardzo skomplikowanych kształtów z ruchomymi fragmentami. Dzięki temu produkt końcowy, a przynajmniej jakiś jego duży fragment, który tradycyjnie składany był z wielu części, może być wytworzony w jednym cyklu drukowania w 3D (ang. *in one run*). Dla wielu produktów doprowadzi to do zredukowania lub nawet wyeliminowania linii montażowych. Możliwość wytwarzania obiektów z „dziurami” w środku, umożliwiającą produkcję lżejszych części, jest bardzo cenna, zwłaszcza w przypadku przemysłu lotniczego², motoryzacyjnego³ i kosmicznego.

Wprowadzenie 3DP/AM spowoduje przekształcenie zakładów przemysłowych. Podobnie gospodarka częściami zamiennymi ulegnie całkowitej transformacji. Zamiast składać je w warsztatach naprawczych, można je będzie drukować w 3D; wtedy przechowywać trzeba będzie tylko pliki do drukowania.

Ważną rolę ma też odgrywać ekonomia współdzielenia (ang. *sharing economy*)⁴. Nie sposób również pominąć wpływu 3DP na komfort pacjentów, którzy m.in. będą więcej wiedzieli o czekających ich operacjach i rozumieli związane z nimi konieczne ingerencje medyczne, będą mieli dostęp do tańszych spersonalizowanych, tj. dopasowanych do ich rozmiarów, implantów i protez oraz urządzeń medycznych. Wydaje mi się, że przemiany związane z 3DP/AM oraz starzenie się społeczeństw Zachodu wpłyną również na system wartości i związaną z nim konieczność lepszego dofinansowania zawodów medycznych i opiekuńczych.

W rezultacie tych zjawisk zmieniają się wzorce konsumpcji, produkcji i zatrudnienia, z którymi będą musiały się zmierzyć małe firmy i wielkie korporacje, rządy i osoby prywatne. Całe przemysły będą się musiały dostosować: niektóre zawody znikną, podczas gdy inne będą się rozwijać i przekształcać. Już teraz widać (również w 3DP/AM), że wysokie wymagania stawiane kandydatom na pracowników utrudniają wielu firmom nabór pracowników o odpowiednich kwalifikacjach i zdolnościach. Najgorszy scenariusz zmian – to przełom technologiczny w połączeniu z niedoborem talentów, masowym bezrobociem i rosnącymi nierównościami. By uniknąć takiego niekorzystnego rozwoju, należy nie tylko zmienić cały system edukacji, lecz również opracować schematy przekwalifikowania i podnoszenia kwalifikacji dzisiejszych pracowników. Szczegółową analizę czynników wpływających na rozwój druku 3D zawierają raporty Grupy Sterującej w Wielkiej Brytanii skrótoowo omówione w rozdz. 11A⁵.

Dzisiaj przemysłowe drukowanie w 3D to nie tylko wykonywanie prototypów i oprzyrządowania do produkcji w takich wielkich korporacjach, jak GE, Airbus,

Siemens, a także w przemysłach lotniczym, motoryzacyjnym, dóbr konsumenckich i innych gałęziach⁶, lecz również wytwarzanie produktów końcowych oraz coraz szersze wprowadzanie produkcji na dużą skalę, zwłaszcza w przemysłach lotniczym i kosmicznym⁷. Jednak drukarki 3D, które mogą pracować 24 godziny na dobę przez siedem dni w tygodniu, zastępując ludzką siłę roboczą, z pewnością mogą być źródłem napięć społecznych.

Już w 2015 roku na Światowym Forum Ekonomicznym (ang. *World Economic Forum*, WEF) w Davos zwrócono uwagę na druk 3D (mimo dość naiwnego podejścia do jego zastosowań)⁸. W następnym roku na WEF opracowano raport *Przyszłość miejsc pracy. Zatrudnienie, umiejętności i strategia siły roboczej dla czwartej rewolucji przemysłowej* (ang. *The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*)⁹. Na utratę miejsc pracy zwrócono również uwagę podczas Światowego Forum Ekonomicznego w Davos w 2017 roku¹⁰. Uważa się, że 3DP/AM wyeliminuje znaczną część robotników, ale stworzy nową (chyba mniej liczną) armię wysoko wykształconych pracowników, o czym pisał Rob Wile¹¹.

Wprowadzenie druku 3D na masową skalę do domów opóźnia się¹²; oczekuje się, że zajmie to więcej niż pięć lat. Ale kiedy już to nastąpi, zmieni się nie tylko podejście do projektowania, wytwarzania i sposobu prowadzenia biznesu, lecz również całe nasze życie. Nastąpi przejście od konsumeryzmu do prosumeryzmu. Nawet dziś, stosując druk 3D, można naprawić zepsutą pralkę lub samochód, drukując uszkodzone części w domu (pliki do drukowania można pobrać np. ze strony internetowej www.thingiverse.com) lub zamówić wydruk w firmie usługowej. Można wydrukować

turbinę wiatrową¹³ do produkcji swojej własnej energii elektrycznej i stać się prosumentem, nie tylko produkując energię, lecz również sprzedając jej nadmiar. Można w 3D wydrukować własną biżuterię lub robota, albo jadalne ślady dinozaura wypełnione purée ziemniaczanym lub nawet znieawidzonym szpinakiem¹⁴ i dać je zjeść dzieciom zamiast niezdrowych frytek. Druk 3D zmieni całe nasze życie, tym bardziej, że w USA pokazano, iż domowa produkcja na drukarce 3D jest opłacalna¹⁵. Już w 2013 roku pokazano, że przynajmniej niektóre urządzenia i narzędzia domowe taniej jest wydrukować, niż je kupić¹⁶.

Obok ekonomii współdzielenia coraz wyraźniej widać ekonomię współtworzenia, zwaną otwartą nauką, która w szerszym ujęciu obejmuje nie tylko wolny dostęp do informacji, lecz również modele wspólnego uprawiania wiedzy¹⁷. Najbardziej chyba znany przykład takiej współpracy to astronomiczny projekt Łowcy Planet (ang. *Planet*

Rys. 1. Drukarka 3D i panele słoneczne ustawione na pustyni (z lewej) i wydrukowane w 3D naczynia z piasku (z prawej)

©Markus Kayser



Hunters)¹⁸, w ramach którego laicy zwani naukowcami obywatelami (ang. *Citizen Scientists*) analizują dane obserwacji astronomicznych w celu wykrycia anomalii świadczących np. o istnieniu planet poza naszym Układem Słonecznym.

Inny projekt obywatelskiej nauki związany z drukiem 3D zainicjował amerykański informatyk Bodo Hoenen¹⁹, którego pięcioletnia córeczka była prawie całkowicie sparaliżowana. Do jej usprawnienia konieczny był egzoszkielecik do ćwiczeń. Podobnie jak w opisanym w rozdz. 12E przypadku protezy ręki wydrukowanej w 3D przez Eastona LaChapelle²⁰, egzoszkielecik tego typu był

bardzo drogi, miał kosztować około 100 tys. dolarów. Zdesperowany ojciec, który nie miał pojęcia, jak się zabrać do zrobienia takiego egzoszkieletku, opisał problem i poprosił o pomoc w jego realizacji na Facebooku i LinkedIn. Bał się, że nikt się nie odezwie, ale zgłosiło się do niego wielu specjalistów z różnych krajów, którzy pomogli mu przygotować projekt i zdobyć podzespoły, jakaś firma wykonała skan ręki, a ktoś inny wydrukował w 3D egzoszkielecik. Prace te trwały kilka miesięcy. Zbudowany prototyp egzoszkieletku, który kosztował jedynie 200 dolarów, umożliwił córeczce Hoenena ćwiczenie po

reklama

reklama

dziesięć godzin dziennie. Dziewczynce zależało na usprawnieniu rączki i bardzo się cieszyła, że widzi postępy. Cały projekt, opisany m.in. przez M. Gajka²¹, jest projektem typu *open* udostępnionym w internecie²² i zainteresowani rodzice mogą z niego korzystać i go ulepszać. Ekonomię współtworzenia wykorzystują również duże koncerny w nastawionych na zysk projektach niezwiązanych z 3DP/AM, np. Procter and Gamble²³. Istnieją specjalne crowdsourcingowe platformy internetowe, które pomagają rozwijać nie tylko pomysły, lecz również design graficzny oraz produktu²⁴.

Dotychczas drukowanie w 3D było tańsze, szybsze i bardziej elastyczne niż produkcja tradycyjna jedynie dla pojedynczych egzemplarzy lub krótkich serii. Powoli się to zmienia²⁵ wraz z gwałtownym spadkiem kosztów drukarek wykorzystujących tę technologię, wzrostem szybkości drukowania i jego specyfiką, np. możliwością drukowania lżejszych części samolotowych z „dziurami” w środku.

Z kolei w medycynie wirtualne planowanie chirurgiczne zwiększa komfort pacjentów, nie tylko skracając czas operacji i rekonwalescencji, lecz również ulepszając współdziałanie lekarzy z pacjentami, którzy po obejrzeniu wydrukowanego w 3D modelu miejsca operacji lepiej rozumieją proces leczenia. Podobnie wydrukowane w 3D spersonalizowane protezy i implanty zmieniają życie pacjentów. Istnieją fundacje niosące ogromną pomoc ludziom biednym i ofiarom min przeciwpiechotnych w Azji i Afryce, które drukują protezy, korzystając z technologii druku 3D. Dużo tańsze i spersonalizowane narzędzia medyczne (np. chirurgiczne dla niemowląt) stanowią szansę nie tylko dla lekarzy i szpitali w krajach rozwijających się.

Istnieje możliwość uruchomienia taniego wytwarzania naczyń z piasku na Saharze przy wykorzystaniu energii słonecznej²⁶. Naprawa urządzeń zniszczonych przez klęski żywiołowe w odległych regionach (np. rur zniszczonych przez trzęsienie ziemi w Nepalu²⁷, to przykład zastosowania 3DP w krajach rozwijających się. Również możliwość wydrukowania w 3D wielu potrzebnych urządzeń jest bardzo pomocna dla ludzi w wielu rejonach świata²⁸.

Innym przykładem niesienia pomocy potrzebującym jest wydrukowanie prostych instrumentów muzycznych, ukulele, przez studentów Uniwersytetu Kalifornijskiego UCLA dla upośledzonych dzieci²⁹.

Uważa się, że 3DP ma do odegrania ogromną rolę w odległych i zaniedbanych rejonach nie tylko w przypadku klęsk żywiołowych, lecz również w czasie wojen lub w zwalczaniu ubóstwa³⁰. Społeczne aspekty 3DP/AM ilustruje również zatrudnienie przez drukującą w 3D firmę Buildp18³¹ z New Jersey osób z autyzmem³².

Gwałtowny rozwój technologii druku 3D/AM jest właściwie bezprecedensowy. Największy analityk w dziedzinie druku 3D, T. Wohlers z Wohlers Associates, w Rocznym Raportcie Rozwoju na świecie (ang. *Annual Worldwide Progress Report*) w 2018 roku podaje, że w 2017 roku zanotowano gwałtowny wzrost sprzedaży drukarek 3D/AM do metalu o 80%, co odzwierciedla zainteresowanie przemysłu produkcją tą metodą (w 2017 roku sprzedano 1768 systemów AM do druku 3D w metalu, podczas gdy w poprzednim roku jedynie 983)³³. Liczba tych drukarek jest wciąż niewielka, ale ich wartość i wpływ na gospodarkę jest ogromny i coraz więcej światowych producentów ma świadomość zysków związanych z drukowaniem 3D w metalu. Gwałtowny rozwój 3DP/AM ilustruje również wzrost liczby patentów w tej dziedzinie. Najważniejszymi z nich były patent założyciela koncernu 3D Systems Chucka Hulla, opisujący metodę stereolitografii³⁴ oraz patent założyciela koncernu Startasys, Scotta Crumpa, opisujący metodę FDM³⁵. Z jednej strony wygasanie patentów powoduje powstanie wielu nowych firm, co zwiększa konkurencję. Z drugiej gwałtownie rosnąca liczba patentów (z których znaczna część to patenty dotyczące zastosowań w medycynie i stomatologii³⁶) wskazuje na innowacyjność i możliwości rozwoju tej dziedziny³⁷. Od 1996 do 2013 roku liczba patentów w dziedzinie 3DP/AM zwiększała się stale, ale powoli. Od 2013 do 2016 roku liczba zgłoszeń patentowych wzrosła o chyba bezprecedensową wartość 7,7 razy, mimo że przygotowanie zgłoszenia patentowego może być

długotrwałe i kosztowne, a jego uzyskanie może trwać kilka lat.

Według raportu Wohlers Associates w 2017 roku³⁸ około 1,13 mld dolarów wydano na świecie na materiały (zarówno dla przemysłowych systemów drukowania używanych w 3DP/AM, jak i dla drukarek biurkowych). Odpowiada to wzrostowi o 25,5% w stosunku do 17,3% osiągniętemu w 2016 i 20,0% uzyskanemu w 2015 roku. Powyższe oszacowanie dotyczy sprzedaży ciekłych fotopolimerów, proszków, granulatów, filamentów (czyli plastików), przewodów (ang. *wires*), materiałów arkuszykowych (ang. *sheet materials*) i wszystkich innych materiałów używanych w 3DP/AM. Warto podkreślić, że przytoczony w Raportcie wykres pokazuje stale rosnący trend sprzedaży tych materiałów w XXI wieku, który załamał się w sposób istotny jedynie w 2009 roku³⁹.

Wprowadzanie 3DP/AM do przemysłu, medycyny, edukacji i wielu innych dziedzin rozwija się lawinowo. Mimo że nie wszyscy, zwłaszcza w Polsce, mają tego świadomość, zmieniają one całe nasze życie. Po angielsku powiedzielibyśmy: *Welcome to the future*.

Przypisy

- 1 <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/>.
- 2 GADGET L., 24.07.2018, <https://www.sculpteo.com/blog/2018/07/24/study-3d-printing-in-aeronautics-a-real-game-changer/>.
- 3 ZAHND P.A., 10.05.2018, <https://3dprintingindustry.com/news/3d-printing-automotive-industry-3-132584/>.
- 4 https://pl.wikipedia.org/wiki/Ekonomia_wsp%C3%B3%B3%C5%82pracy.
- 5 <http://www.amnationalstrategy.uk/>.
- 6 <http://www.javelin-tech.com/3d-printer/industry/>.
- 7 GAGET L., 24.07.2018, <https://www.sculpteo.com/blog/2018/07/24/study-3d-printing-in-aeronautics-a-real-game-changer/>.
- 8 <https://www.weforum.org/agenda/2015/06/3d-printing-save-the-world/>.
- 9 Bruce-Lockhart A., 22.06.2015, www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf.
- 10 MENDOZA H.R., 24.01.2017, <https://3dprint.com/162638/davos-job-loss-automation/>.

- 11 WILE R., 4.09.2014 <http://www.businessinsider.com/how-3d-printing-will-affect-manufacturing-jobs-2014-8?IR=T>.
- 12 Gartner, 19.08.2014, <http://www.gartner.com/newsroom/id/2825417>.
- 13 <http://www.reprap-windturbine.com/index.php?id=18&L=1>.
- 14 <https://www.cgtrader.com/3d-print-models/house/kitchen-dining/dinosaur-trace-cookie-cutter-for-professional>.
- 15 Saunders S., 16.02.2017, <https://3dprint.com/165246/mtu-at-home-3d-printing-study/>.
- 16 MCKENDRICK J., 6.08.2013, <http://www.zdnet.com/article/10-household-items-that-will-be-far-far-cheaper-with-3d-printing/>.
- 17 <https://centrumcyfrowe.pl/wp-content/uploads/2013/11/otwarta-nauka-pdf>.
- 18 https://en.wikipedia.org/wiki/Planet_Hunters.
- 19 THORNETT C., 23.12.2017, <https://www.techradar.com/news/loreleis-story-how-a-5-year-old-crowd-sourced-a-robotic-prosthetic>.
- 20 SEITZ D., 1.12.2015, <http://uproxx.com/technology/easton-lachappelle-luminary/>.
- 21 GAJEK M., „Newsweek” 2018, nr 4, III, s. 60.
- 22 <http://www.dev4x.com/myoelectric-robotic-assistive-arm/>.
- 23 <https://www.ideaconnection.com/crowdsourcing/procter-gamble-00007.html>.
- 24 BENSOUSSAN H., 19.10.2016, <https://www.sculpteo.com/blog/2016/10/19/13-best-crowdsourcing-platforms-for-product-design/>.
- 25 GAGET L., 24.07.2018, <https://www.sculpteo.com/blog/2018/07/24/study-3d-printing-in-aeronautics-a-real-game-changer/>.
- 26 ETHERINGTON R., 28.06.2011, <https://www.dezeen.com/2011/06/28/the-solar-sinter-by-markus-kayser/>.
- 27 JONES S., 15.12.2015, <https://www.theguardian.com/global-development/2015/dec/30/disaster-emergency-3d-printing-humanitarian-relief-nepal-earthquake>.
- 28 SCOTT C., 27.08.2018, <https://3dprint.com/223542/3d-printing-indigenous-people/>.
- 29 MENDOSE H.R., 13.02.2018, <https://3dprint.com/203613/3de-3d-printed-ukeeles/>.
- 30 Filaments.directory, 19.04.2018, <https://www.filaments.directory/en/blog/2018/04/19/3d-printing-in-humanitarian-crisis-providing-vital-solutions-in-the-face-of-natural-disaster-war-and-poverty>;
- Filaments.directory, 24.04.2018, <https://www.filaments.directory/en/blog/2018/04/24/3d-printing-in-humanitarian-crisis-providing-vital-solutions-in-the-face-of-natural-disaster-war-and-poverty-part2>;
- Filaments.directory, 2.05.2018, <https://www.filaments.directory/en/blog/2018/05/02/3d-printing-in-humanitarian-crisis-providing-vital-solutions-in-the-face-of-natural-disaster-war-and-poverty-part3>.
- 31 Buildpl8.
- 32 MENDOZA H.R., 4.04.2017, <https://3dprint.com/169930/buildpl8-adults-with-autism/>.
- 33 Wohlers Associates, <https://wohlersassociates.com/2018report.htm>.
- 34 <https://patents.google.com/patent/US4575330A/en>.
- 35 <https://patents.google.com/patent/US5121329A/en>.
- 36 HORNICK J., 17.07.2017, <https://3dprint.com/181207/3d-printing-patent-landscape/>.
- 37 Wohlers Associates, 11.02.2018 <https://wohlersassociates.com/blog/2018/02/growth-in-am-patent-applications/>.
- 38 Wohlers Associates, <https://wohlersassociates.com/2017report.htm>.
- 39 Wohlers Associates, 15.07.2018, <http://wohlersassociates.com/blog/2018/07/recent-am-material-sales-growth/>.

reklama

Fragment pochodzi z książki:
Druk 3D/AM. Zastosowanie oraz skutki społeczne i gospodarcze, H. Dodziuk,
 Wydawnictwo Naukowe PWN, 2019