



DRUK 3D I SZTUCZNA INTELIGENCJA W EDUKACJI SZKOLNEJ – INTEGRACJA TECHNOLOGII W INTERDYSCYPLINARNYCH PROJEKTACH EDUKACYJNYCH

Anna Szymkowiak, Ewa Ankiewicz-Jasińska, Zbigniew Szymański
Miejski Ośrodek Nauczycieli w Bydgoszczy,
Jana III Sobieskiego 10, 85-060 Bydgoszcz
Zespół Szkół Mechanicznych nr 1 im. F. Siemiradzkiego
w Bydgoszczy, ul. Św. Trójcy 37, 85-224 Bydgoszcz
anna.szymkowiak@moen.edu.bydgoszcz.pl, ewa.ankiewicz-jasinska@o2.pl, zszyman@wp.pl

Abstract. *This article explores the potential of integrating 3D printing technology and artificial intelligence (AI) tools into educational practice. It presents a model for implementing educational projects that combine digital, technical, and social competencies using 3D modeling environments, 3D printers, and generative AI systems. The article also includes a sample lesson scenario for a vocational subject, demonstrating the practical application of these technologies in education. The important thing in science is not so much to obtain new facts as to discover new ways of thinking about them (Sir William Henry Bragg [6]).*

1. Wstęp

Rozwój nowych technologii cyfrowych stawia przed edukacją wyzwania związane z dostosowaniem treści, metod i narzędzi nauczania do wymagań współczesnego rynku pracy. W dobie przemian cyfrowych, takich jak automatyzacja, rozwój Internetu rzeczy (IoT), czy wszechobecność systemów sztucznej inteligencji (AI), nowoczesna szkoła powinna stawać się przestrzenią, która nie tylko przekazuje wiedzę, ale też umożliwia uczniom aktywne uczestnictwo w cyfrowym świecie. Już w 1980 S. Papert [7] stwierdził, że „[...] zakładanie, że komputer będzie po to, by go używać, jest po prostu konserwatywnym założeniem”.

Druk 3D oraz sztuczna inteligencja należą do kluczowych innowacji, które mają istotne znaczenie w kształtowaniu kompetencji XXI wieku. Technologie te znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach życia i pracy – od przemysłu i medycyny po edukację i sztukę. Ich obecność w środowisku szkolnym nie tylko zwiększa atrakcyjność zajęć,

lecz także rozwija praktyczne umiejętności, takie jak projektowanie, analiza danych, rozwiązywanie problemów oraz współpraca w zespole.

Wdrażanie tych technologii w edukacji wspiera także ideę nauczania opartego na projektach (PBL – project-based learning), która integruje wiedzę z różnych przedmiotów, umożliwiając uczniom tworzenie realnych produktów i podejmowanie wyzwań o charakterze interdyscyplinarnym. Nauczanie jest skomplikowaną umiejętnością poznawczą odbywającą się w nieuporządkowanym, dynamicznym środowisku [6]. Transformacja cyfrowa zmieniła społeczeństwo i gospodarkę, wywierając coraz większy wpływ na życie codzienne i pokazała potrzebę zwiększenia poziomu zdolności cyfrowych systemów i instytucji kształcenia i szkolenia [1].

Dzięki drukowi 3D uczniowie mogą wizualizować i materializować swoje pomysły, natomiast AI wspomaga proces generowania, przekształcania i analizowania informacji, stając się narzędziem wspierającym kreatywność oraz rozwój kompetencji cyfrowych i metapoznawczych.

2. Znaczenie technologii druku 3D w edukacji

Technologia druku 3D wywodzi się z technologii wytwarzania trójwymiarowych (3D) struktur warstwa po warstwie bezpośrednio z rysunku projektowania wspomaganego komputerowo (CAD) [9]. Otwiera nowe możliwości i daje nadzieję firmom dążącym do poprawy efektywności produkcji [8]. Znaczenie technologii druku 3D w edukacji jest coraz bardziej dostrzegane i doceniane ze względu na jej liczne korzyści i możliwości, które otwiera przed uczniami oraz nauczycielami. Po pierwsze, druk 3D umożliwia realizację projektów edukacyjnych, które kończą się uzyskaniem namacalnych, trójwymiarowych obiektów. To z kolei sprzyja lepszemu zrozumieniu omawianych zagadnień i wzmacnia zaangażowanie uczniów w proces nauki.

Technologia ta rozwija umiejętności, które są niezbędne we współczesnym świecie. Uczniowie uczą się podstawowych zasad projektowania, korzystania z programów CAD, technik drukowania i obróbki wydruków. Wspiera to rozwój kompetencji technicznych i cyfrowych, które są coraz bardziej poszukiwane na rynku pracy.

Druk 3D stymuluje myślenie projektowe i kreatywność, ponieważ uczniowie mogą samodzielnie wymyślać, planować i tworzyć własne projekty, rozwiązując jednocześnie konkretne problemy techniczne czy funkcjonalne. Ta technologia zachęca do eksperymentowania i innowacyjnego podejścia do nauki, co sprzyja rozwijaniu zdolności rozwiązywania problemów i krytycznego myślenia.

W praktyce drukarki 3D znajdują szerokie zastosowanie w tworzeniu pomocy dydaktycznych, które pomagają wizualizować trudne zagadnienia. Na przykład, modele anatomiczne pozwalają uczniom lepiej zrozumieć budowę ciała człowieka, a modele historyczne czy geograficzne wspierają naukę o przeszłości i świecie. Druk 3D wykorzystywany jest także do produkcji elementów gier edukacyjnych, co uatrakcyjnia naukę i czyni ją bardziej interaktywną. W dziedzinie inżynierii i technologii, druk 3D służy do

tworzenia części urządzeń czy prototypów, co pozwala na praktyczne poznanie mechanizmów i procesów produkcyjnych.

3. Rola sztucznej inteligencji w dydaktyce projektowej

Sztuczna inteligencja (AI) odgrywa coraz ważniejszą rolę w procesie dydaktyki projektowej, wpływając na sposób nauczania i uczenia się poprzez wprowadzenie nowoczesnych narzędzi i metod wsparcia. Współczesne technologie AI pełnią funkcję asystenta w procesie twórczym, co znacznie zwiększa efektywność i kreatywność uczniów oraz nauczycieli.

W zakresie generowania pomysłów i koncepcji AI może służyć jako narzędzie inspirowane, pomagając w przełamaniu blokad twórczych i sugerując innowacyjne rozwiązania. Automatyczne tworzenie opisów technicznych czy dokumentacji projektowej przyspiesza proces przygotowania materiałów oraz pozwala na skupienie się na aspektach kreatywnych i analitycznych.

Modelowanie obiektów i projektowanie graficzne to kolejne obszary, w których AI znajduje zastosowanie. Za pomocą zaawansowanych algorytmów możliwe jest tworzenie realistycznych wizualizacji, symulacji czy prototypów, co ułatwia zrozumienie i ocenę pomysłów projektowych. Ponadto, narzędzia AI wspierają optymalizację strukturalną modeli, umożliwiając tworzenie bardziej efektywnych i funkcjonalnych rozwiązań technicznych.

Zastosowanie sztucznej inteligencji w dydaktyce projektowej umożliwia personalizację procesu nauczania. Dzięki analizie danych o postępach ucznia, AI może dostosować materiały i wyzwania do indywidualnych potrzeb i poziomu zaawansowania, co sprzyja lepszemu przyswajaniu wiedzy i rozwijaniu kompetencji.

Ważnym aspektem korzystania z AI w edukacji jest rozwijanie krytycznego myślenia oraz etycznego podejścia do nowych technologii. Uczniowie uczą się oceniać wiarygodność i etyczność korzystania z narzędzi sztucznej inteligencji, co jest kluczowe w erze cyfrowej. Rozwijanie kompetencji związanych z AI przygotowuje ich do przyszłych wyzwań zawodowych, zwiększając konkurencyjność na rynku pracy.

4. Metodologia warsztatu edukacyjnego

Warsztat edukacyjny realizowany jest w oparciu o założenia pedagogiki konstruktywistycznej oraz metodę projektu, z wykorzystaniem narzędzi cyfrowych i technologii druku 3D. Celem zajęć jest rozwijanie kompetencji kluczowych, w tym umiejętności rozwiązywania problemów, kreatywnego myślenia, pracy zespołowej oraz sprawnego posługiwania się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi (TIK).

Proces dydaktyczny opiera się na interdyscyplinarnej integracji obszarów wiedzy z zakresu nauk ścisłych i technicznych (STEM), sztuki (A), a także języka i komunikacji, zgodnie z podejściem STEAM. Warsztat zakłada aktywne uczestnictwo, samodzielność

i odpowiedzialność uczniów za przebieg i efekty pracy projektowej, co sprzyja pogłębianiu zaangażowania poznawczego oraz rozwijaniu postawy innowacyjnej.

Zastosowane narzędzia cyfrowe pełnią funkcję wspomagającą na poszczególnych etapach pracy twórczej. Platforma Tinkercad [5] umożliwia uczestnikom modelowanie przestrzenne w środowisku online, w sposób intuicyjny i dostępny również dla osób bez wcześniejszego przygotowania technicznego. ChatGPT wspiera proces koncepcyjny oraz redakcyjny – wykorzystywany jest do generowania opisów projektów, instrukcji, propozycji funkcjonalności oraz kontekstów narracyjnych. Narzędzie to stanowi także pomoc w rozwiązywaniu problemów projektowych oraz rozwijaniu wariantów koncepcyjnych.

W celu wzbogacenia warstwy wizualnej i estetycznej projektów, wykorzystuje się DALL·E – system generujący obrazy oraz tekstury na podstawie opisu słownego. Umożliwia on tworzenie spersonalizowanych materiałów wizualnych, które stanowią integralny element prezentowanych modeli. Przekształca pomysły w wyjątkowo dokładne obrazy [2].



Rysunek 1. Wygenerowany obraz – warsztat z drukarką 3D, obraz futurystyczny w ChatGPT

Techniczne przygotowanie plików do druku 3D realizowane jest z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania typu PrusaSlicer [3] lub Cura [4]. Narzędzia te umożliwiają szczegółową konfigurację parametrów procesu druku, optymalizację geometrii modeli oraz konwersję danych do formatu G-code, niezbędnego do pracy z drukarkami 3D.

Końcowym etapem procesu projektowego jest wykonanie fizycznych prototypów przy użyciu technologii druku 3D, z zastosowaniem drukarek takich jak Prusa czy Ender. Etap ten umożliwia weryfikację zaprojektowanych rozwiązań pod względem funkcjonalnym i konstrukcyjnym oraz analizę efektywności zastosowanych narzędzi projektowych i przyjętych strategii opracowania modeli.

Etapy realizacji projektu:

1. **Inspiracja** – AI jako narzędzie wspierające generowanie pomysłów na projekt.
2. **Projektowanie** – tworzenie modelu 3D na bazie wygenerowanej koncepcji.
3. **Druk** – przygotowanie pliku, obsługa sprzętu, wydruk fizyczny.
4. **Prezentacja** – opracowanie dokumentacji projektu, refleksja i prezentacja.

Scenariusz lekcji**Projektowanie elementów użytkowych z wykorzystaniem druku 3D i AI**

Temat lekcji: Projektowanie i realizacja obiektów edukacyjnych z zastosowaniem druku 3D i narzędzi AI

Czas trwania: 2 godziny lekcyjne (90 minut)

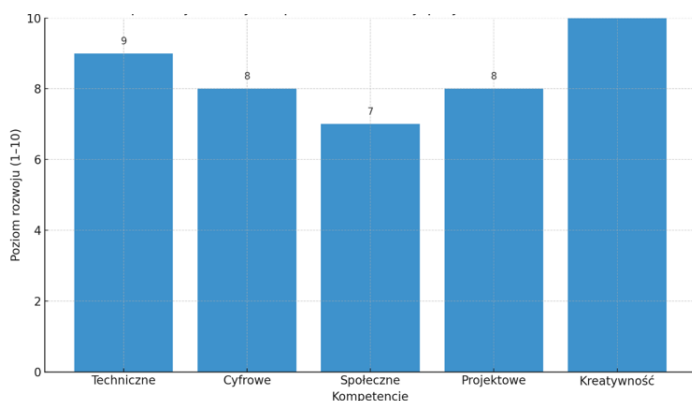
Cele operacyjne: Uczeń: korzysta z narzędzi AI do wygenerowania opisu i funkcji projektowanego obiektu, projektuje model 3D z wykorzystaniem Tinkercad, przygotowuje plik do druku 3D, wyjaśnia proces tworzenia i uzasadnia wybór rozwiązań projektowych, analizuje etyczne aspekty wykorzystania AI w pracy twórczej.

Środki dydaktyczne: komputery z dostępem do Internetu, drukarka 3D, oprogramowanie Tinkercad, PrusaSlicer, dostęp do ChatGPT / DALL-E.

Przebieg zajęć:

1. **Wprowadzenie** (10 min) – przypomnienie zasad pracy z drukarką 3D, przedstawienie roli AI w projektowaniu.
2. **Generowanie pomysłów z AI** (15 min) – uczniowie wykorzystują ChatGPT do wygenerowania propozycji projektu edukacyjnego (np. bryła geometryczna, łamigłówka matematyczna).
3. **Modelowanie w Tinkercad** (25 min) – uczniowie tworzą model 3D, konsultując pomysły z nauczycielem i AI.
4. **Przygotowanie do druku** (15 min) – eksport pliku STL, ustawienia w slicerze.
5. **Refleksja i prezentacja** (15 min) – uczniowie przedstawiają projekt, omawiają zastosowanie AI i wnioski z procesu.

Przykłady projektów uczniowskich: Matematyczna łamigłówka 3D (np. kostka z działaniami matematycznymi), Model układu słonecznego z interaktywnymi etykietami QR, Personalizowany brelok do kluczy z wygenerowanym przez AI wzorem, Uchwyt do telefonu zaprojektowany jako zadanie z ergonomii, Pomoc dydaktyczna do nauki języków – „kostka słówek”.



Rysunek 2. Kompetencje rozwijane podczas realizacji projektów z AI i drukiem 3D

Kompetencje rozwijane podczas realizacji projektów z wykorzystaniem sztucznej inteligencji (AI) oraz technologii druku 3D przedstawiono na rysunku 2. Poziom rozwoju poszczególnych kompetencji oceniany jest w skali od 1 do 10 i odzwierciedla subiektywną percepcję stopnia, w jakim dane umiejętności zostały rozwinięte w toku uczestnictwa w projektach edukacyjnych. Dane pochodzą z ankiet ewaluacyjnych - samooceny uczniów.

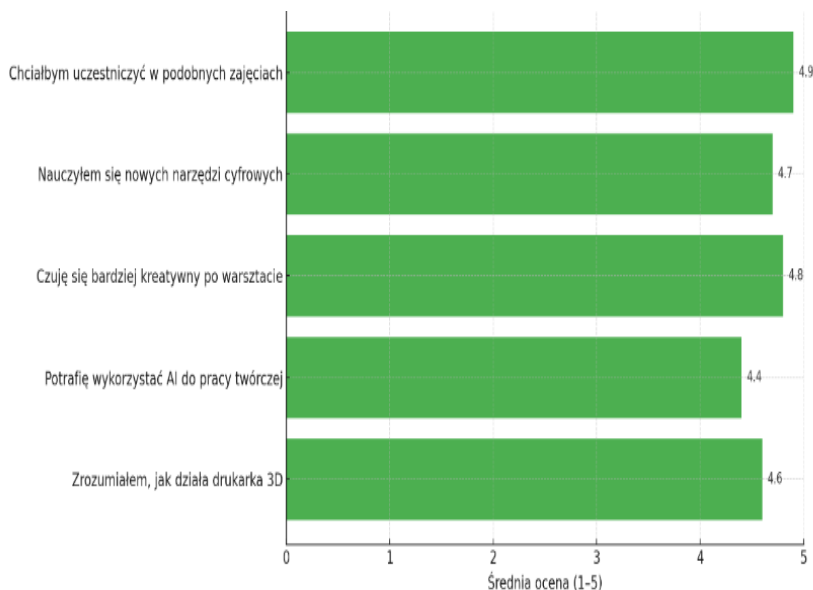
Interpretacja poziomów rozwoju przedstawia się następująco:

- **1–3:** minimalny rozwój – kompetencja występuje marginalnie lub jedynie okazjonalnie,
- **4–6:** umiarkowany rozwój – kompetencja rozwijana częściowo, w ograniczonym zakresie,
- **7–8:** znaczny rozwój – kompetencja aktywnie kształtowana w trakcie realizacji projektu,
- **9–10:** bardzo wysoki rozwój – kompetencja rozwijana w sposób pogłębiony i integralny z przebiegiem projektu.

Na podstawie przeprowadzonej analizy poziomy rozwinięcia poszczególnych kompetencji kształtują się następująco:

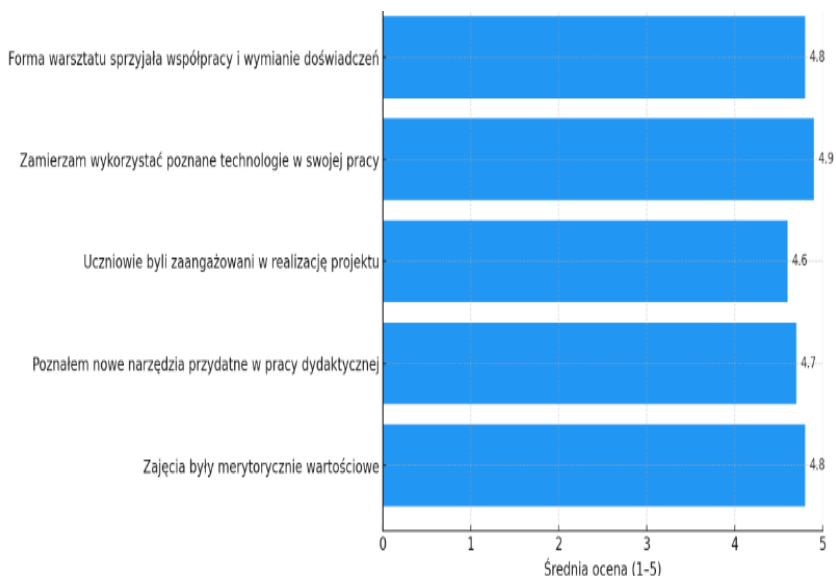
- **Kompetencje techniczne (9):** uczniowie w znacznym stopniu opanowują umiejętności związane z obsługą sprzętu oraz narzędzi inżynierskich, w tym drukarek 3D i oprogramowania do modelowania.
- **Kompetencje cyfrowe (8):** intensywny rozwój umiejętności pracy w środowiskach cyfrowych, takich jak Tinkercad, narzędzia oparte na AI oraz oprogramowanie typu slicer.

- **Kompetencje społeczne (7):** zdolności komunikacyjne oraz umiejętność współpracy rozwijane są w istotnym, lecz nie centralnym zakresie.
- **Kompetencje projektowe (8):** uczniowie nabywają doświadczenia w planowaniu, organizacji i realizacji projektów edukacyjnych o charakterze inżynierskim.
- **Kreatywność (10):** maksymalny poziom rozwoju, wynikający z twórczego wykorzystania narzędzi AI oraz procesu projektowania w środowisku 3D.



Rysunek 3. Ocena uczniów po warsztacie z AI i druku 3D

Rys. 3 ilustruje średnie oceny uzyskane w ankiecie ewaluacyjnej przeprowadzonej wśród uczniów po zakończeniu warsztatu dotyczącego zastosowania AI i druku 3D (skala ocen: 1–5). Wyniki wskazują na pozytywny odbiór zajęć przez uczestników oraz wysoki poziom satysfakcji w kluczowych obszarach tematycznych.



Rysunek 4. Ocena nauczycieli po warsztacie z AI i druku 3D (dane własne)

Powyższy wykres prezentuje średnie wyniki ocen uzyskanych na podstawie ankiety ewaluacyjnej przeprowadzonej wśród nauczycieli po zakończeniu warsztatów dotyczących zastosowania druku 3D oraz sztucznej inteligencji (AI) w edukacji. Uzyskane dane wskazują na bardzo wysoką ocenę wartości merytorycznej szkolenia, co potwierdza adekwatność i aktualność omawianych treści w kontekście współczesnych potrzeb dydaktycznych.

Uczestnicy pozytywnie ocenili również użyteczność poznanych narzędzi – zarówno pod względem ich funkcjonalności, jak i potencjału dydaktycznego. Wyniki sugerują, że nauczyciele dostrzegają realne możliwości integracji technologii druku 3D i AI z praktyką edukacyjną, zwłaszcza w obszarach rozwijania kompetencji kluczowych, takich jak myślenie projektowe, rozwiązywanie problemów czy interdyscyplinarna praca zespołowa.

Istotnym wskaźnikiem efektywności szkolenia była deklarowana gotowość do wdrażania omawianych rozwiązań w codziennej praktyce pedagogicznej. Wysoki poziom motywacji nauczycieli do dalszego eksplorowania technologii oraz stosowania ich w procesie nauczania świadczy o dużym potencjale edukacyjnym takich form doskonalenia zawodowego. Wskazuje to również na potrzebę kontynuacji i rozwoju programów wspierających nauczycieli w adaptacji nowoczesnych narzędzi technologicznych do warunków szkolnych.

5. Podsumowanie

Zastosowanie druku 3D i sztucznej inteligencji (AI) w edukacji zawodowej przynosi wielowymiarowe korzyści, wykraczające poza nabywanie kompetencji technicznych. Uczniowie, pracując z tymi technologiami, rozwijają umiejętności miękkie, takie jak krytyczne myślenie, kreatywne rozwiązywanie problemów, zdolność do pracy zespołowej czy kompetencje komunikacyjne. Elementy te są niezbędne w nowoczesnym środowisku pracy, gdzie interdyscyplinarność i innowacyjność stanowią podstawę skutecznego działania.

Szczególnie istotne jest świadome i odpowiedzialne korzystanie z narzędzi opartych na sztucznej inteligencji. Wymaga to nie tylko dostępu do odpowiedniego zaplecza technologicznego, ale także systemowego przygotowania kadry pedagogicznej. Nauczyciele powinni posiadać zarówno kompetencje techniczne, jak i dydaktyczne, umożliwiające im efektywne wspieranie uczniów w procesie eksploracji możliwości AI i druku 3D. W tym kontekście kluczowe jest tworzenie przestrzeni edukacyjnej sprzyjającej eksperymentowaniu, refleksji i konstruktywnemu popelnianiu błędów – co jest warunkiem skutecznego uczenia się w projektowym modelu kształcenia.

Zintegrowane zastosowanie druku 3D i AI znacząco zwiększa atrakcyjność procesu dydaktycznego. Technologie te umożliwiają tworzenie spersonalizowanych ścieżek nauki, uwzględniających zróżnicowane potrzeby i tempo pracy uczniów. Pozwala to na skuteczniejsze rozwijanie ich potencjału i wzmacnianie motywacji wewnętrznej poprzez realizację realnych, angażujących projektów edukacyjnych.

Z pedagogicznego punktu widzenia, połączenie tych dwóch technologii sprzyja kształceniu interdyscyplinarnemu, integrującemu wiedzę z zakresu informatyki, inżynierii, matematyki, projektowania oraz kompetencji społecznych. Jednocześnie promuje postawy odpowiedzialności i etycznego podejścia do nowych technologii, co jest szczególnie istotne w kontekście rozwijającego się społeczeństwa cyfrowego.

Warto podkreślić, że przedstawiony model pracy projektowej może być z powodzeniem wdrażany zarówno w szkołach podstawowych, jak i ponadpodstawowych – nie tylko w kontekście kształcenia zawodowego, ale również ogólnego. Jego potencjał dydaktyczny uzasadnia potrzebę prowadzenia dalszych badań empirycznych, ukierunkowanych na ocenę efektywności tych rozwiązań oraz ich wpływu na osiągnięcia edukacyjne, zaangażowanie i długofalowy rozwój kompetencji uczniów.

Literatura

1. European Commission. Digital Education Action Plan 2021–2027, 2020, <https://education.ec.europa.eu>.
2. <https://openai.com/index/dall-e-3/>.
3. <https://prusaslicer.net/>.
4. <https://ultimaker.com/learn/ultimaker-cura-4-3-available-now/>.

5. <https://www.tinkercad.com/teachers>.
6. Mishra P., Koehler, M. J., Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. Teachers College Record, 2006.
7. Papert S., Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. Basic Books, 1980.
8. Shahrubudina N., Leea T. C., Ramlana R., An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Applications, 2019.
9. Syed M. T., Elias P. K., Amit B., Susmita B., Lisa O., Charitidis C., "Additive manufacturing: scientific and technological challenges, market uptake and opportunities", Materials today, Vol. 1, pp. 1–16, 2017.