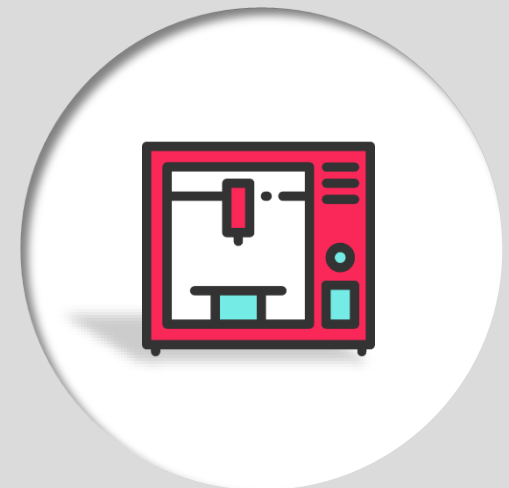
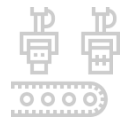


Druk 3D 2025

Utrzymanie ruchu | Aeronautyka | Automotive
Automatyka i robotyka | Branża stoczniowa





Warszawa
marzec 2017

| | |
|---|----|
| Wstęp | 5 |
| ▪ O 4CF | 6 |
| ▪ O Cubic Inch | 7 |
| Metodologia | 8 |
| ▪ Platforma delficka HalnyX | 8 |
| ▪ Trójkąt 4CF | 9 |
| Druk 3D obecnie | 10 |
| Druk 3D – perspektywy w wybranych branżach | 12 |
| ▪ Jak czytać opisy branż | 13 |
|  ▪ Utrzymanie ruchu | 14 |
|  ▪ Aeronautyka | 20 |
|  ▪ Automotive | 26 |
|  ▪ Automatyka i robotyka | 32 |
|  ▪ Branża stoczniowa | 38 |
| Podsumowanie | 44 |



Szanowni Państwo!

Szum medialny wokół druku 3D, wywołany pierwszymi urządzeniami przeznaczonymi na rynek konsumencki, trochę już przycichł. W pewnej mierze był on pożyteczny – przyczynił się bowiem do większego zainteresowania, a w konsekwencji lepszego finansowania i szybszego rozwoju addytywnych technologii wytwarzania. Z drugiej jednak strony, wykreował wiele naiwnych, tabloidowych wizji przyszłości, które rozpowszechniły złe wyobrażenie o możliwościach i ograniczeniach tych technologii („*Wkrótce wszyscy będziemy jeść drukowane jedzenie!*”).

Szum medialny nie sprzyja trzeźwej ocenie sytuacji i nie jest dobrym doradcą przy planowaniu strategicznym. Wyzwanie polega na tym, aby zarówno nie dać się ponieść zbyt fantazji, jak i nie ugrzęznąć w równie zdradzieckim przekonaniu, że niewiele się zmieni. Homo sapiens jest niestety gatunkiem, który słabo sobie radzi z tak postawionym wyzwaniem. Ewolucja nauczyła nas łączyć fakty w proste związki przyczynowo skutkowe – w efekcie znajdujemy korelacje tam, gdzie ich nie ma, albo liniowo ekstrapolujemy trendy („*w przyszłości będzie tak samo, tylko jeszcze bardziej!*”). Z pomocą przychodzi foresight strategiczny – dziedzina wiedzy uzbrojona w baterię metod i narzędzi, opracowanych i udoskonalanych na przestrzeni ostatnich kilku dekad przez ekspertów wojskowych i cywilnych, stworzonych specjalnie z myślą o tym, aby podejmować trafne decyzje strategiczne w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu.

Firma Cubic Inch, specjalizująca się w rozwiązaniach opartych na druku 3D, poprosiła 4CF o krótką foresightową analizę perspektyw druku 3D w kilku istotnych branżach – aeronautyce, automotive, automatyce i robotyce, branży stoczniowej, a także branży utrzymania ruchu. O ile addytywne technologie wytwarzania są na rynku konsumenckim nadal nowością, o tyle (różnie definiowane) są stosowane z powodzeniem od kilkudziesięciu lat w przemyśle. Tym ciekawsze jest więc, czy i jaki potencjał zmian rynkowych (zarówno możliwości zaoferowania zupełnie nowych lub udoskonalonych produktów, jak i usprawnienia procesu wytwarzania dotychczasowych) wiązać się może jeszcze z drukiem 3D w najbliższej przyszłości wspomnianych branż.

Warto zauważyć, że jakkolwiek w niniejszym raporcie koncentrujemy się na addytywnych technologiach wytwarzania, to nie są one samotną wyspą – rozwój możliwości ich wykorzystania wiąże się ściśle z postępem w wielu innych dziedzinach. Ponadto, rozważając na potrzeby inwestycji rozwój przyszłości poszczególnych branż, należy mieć na względzie odniesienie do wartości dodanej, jaką mogą zaoferować w przyszłości konkurencyjne technologie, oraz to, jak dana branża może zmienić się z przyczyn zupełnie nietechnologicznych (zmiany społeczne i zmiany w zakresie sposobu realizowania potrzeby, na którą odpowiada branża). Raport, który oddajemy w Państwa ręce jest jedynie wstępem do analizy, jaką niewątpliwie powinna wykonać pod swoim kątem każda organizacja, która poważnie myśli o długoterminowej realizacji swoich celów strategicznych. Mamy jednak nadzieję, że będzie on wartościową zachętą do podjęcia tych rozważań i – być może – do wspólnego ich kontynuowania, do czego serdecznie zapraszamy.

Zespół 4CF





4CF zajmuje się foresightem strategicznym. Specjalizujemy się w analizach długoterminowych i strategii: pomagamy przedsiębiorstwom, organizacjom rządowym i pozarządowym na całym świecie realizować cele w coraz szybciej zmieniającym się otoczeniu. Zwiększamy zdolność szybkiego identyfikowania i wykorzystywania pojawiających się szans i zagrożeń. Dzięki współpracy z m.in. strategami wojskowymi, 4CF utrzymuje się w awangardzie światowego foresightu, aby zapewnić klientom przewagę rynkową. Pracowaliśmy m.in. dla PKPP Lewiatan, Pracodawców RP, UNDP, First Data, UNESCO, Statens vegvesen, Kongsberg Defence & Aerospace Polska, Ministerstwa Obrony Narodowej oraz Deloitte.

Jako środkowoeuropejski oddział think-tanku The Millennium Project reprezentujemy system ekspercki zaliczany do ścisłej czołówki światowych instytucji foresightowych. W 2012 roku 4CF dołączyło do grona najlepszych na świecie firm zajmujących się prognozowaniem długoterminowym i doradztwem, wg klasyfikacji Foresight Education and Research Network (FERN).



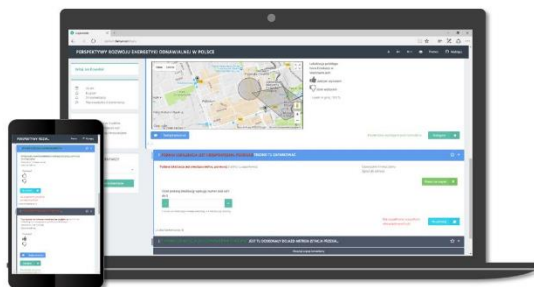


Cubic Inch to kreatywny zespół inżynierów, którzy wierzą, że technologie 3D zmienią sposób myślenia wytwarzaniu i projektowaniu.

Celem Cubic Inch jest dostarczanie innowacyjnych rozwiązań opartych na technologii druku 3D i skanowaniu 3D wraz z pełnym merytorycznym wsparciem. Chcemy, aby nasi klienci mogli budować swoją przewagę konkurencyjną na bazie możliwości i korzyści jakie niosą ze sobą technologie 3D. Żeby to osiągnąć cały czas rozwijamy się, wdrażając nowe technologie i stale poszerzamy naszą wiedzę na ich temat.

Dzięki bliskiej współpracy z producentem linii technologicznych – firmą Unilogo – zdobyliśmy duże doświadczenie w wytwarzaniu części do maszyn w technologii druku 3D. To doświadczenie pomogło nam w stworzeniu szerokiej oferty dla działów utrzymania ruchu w zakresie szybkiego wytwarzania części zamiennych.

PLATFORMA DELFICKA
HALNYX



Badanie zrealizowane zostało przy pomocy systemu 4CF HalnyX – platformy delfickiej IV generacji (tzw. smart delphi). Pierwotny wzór metody delfickiej został opracowany w latach 50. i 60. XX w. w Stanach Zjednoczonych przez projekt RAND, na potrzeby oceny sytuacji przez decyzyjne i analityczne ośrodki wojskowe. Metoda ta, udoskonalana na przestrzeni lat, stanowi jedno z podstawowych narzędzi foresightu strategicznego i nowoczesnego zarządzania strategicznego. Pozwala grupom eksperckim na dochodzenie w krótkim czasie do wspólnego stanowiska w analizowanych kwestiach. Wyniki badania są przy tym względnie niezakłócone przez psychologiczne, retoryczne i socjologiczne czynniki, które odgrywają zwykle negatywną rolę w dyskusjach zbiorowych. Wziąwszy to pod uwagę trudno się dziwić, że metoda delficka stosowana była nie tylko w tajnych projektach armii USA, lecz sprawdziła się również w tysiącach projektów cywilnych, dotyczących m.in. rozwoju technologii, ochrony zasobów przyrodniczych, planowania rozwoju regionalnego, czy planowania na potrzeby inwestycyjne.

Badanie delfickie w czasie rzeczywistym (badanie delfickie trzeciej generacji) było do niedawna szczytowym osiągnięciem w rozwoju metody delfickiej. Ta udoskonalona wersja metody została oryginalnie opracowana na potrzeby DARPA w 2004 roku w celu zwiększenia szybkości i efektywności procesów decyzyjnych przeprowadzanych z udziałem wielu ekspertów. 4CF dysponuje obecnie systemem *smart delphi* o nazwie HalnyX – platformą delficką czwartej generacji, najnowocześniejszym na świecie systemem do prowadzenia tego rodzaju badań. W przeciwieństwie do wielu innych metod konsultacji eksperckich, HalnyX umożliwia błyskawiczne wypracowywanie konsensusu oraz identyfikację i ocenę punktów spornych w złożonych kwestiach. Daje zespołom badawczym przewagę wynikającą z wykorzystania zbiorowej inteligencji oraz solidną strukturę dyskusji, w której żadna istotna informacja nie zostaje pominięta. Badania przy pomocy platformy HalnyX można zrealizować nawet w kilka dni, a czytelna struktura procesu, charakterystyczna dla *smart delphi*, ukierunkowuje pracę ekspertów ku konsensusowi oraz ułatwia analizę i syntezę wygenerowanej wiedzy.

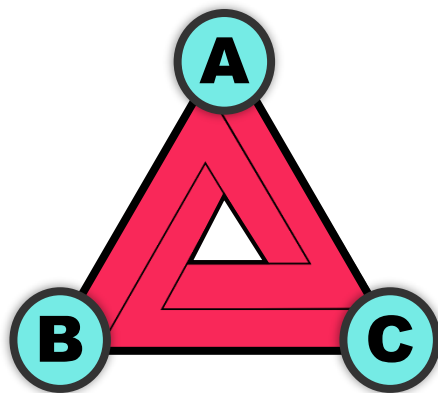
Platforma HalnyX jest stosowana m.in. do oceny wpływu technologii na pozycję strategiczną przedsiębiorstw, wsparcie decyzji strategicznych, w tym dotyczących fuzji i przejęć (M&A), a także analiz związanych ze stanem środowiska i bezpieczeństwem narodowym.

Trójkąt 4CF – siły, które kształtują rynek, na jednym prostym schemacie

Trójkąt 4CF jest analityczną modyfikacją zaproponowanej przez prof. Sohaila Inayatullaha, jednego z najznamienitszych międzynarodowych ekspertów w dziedzinie foresightu, metody opisu sił, których działanie wpływa na stan przyszłości.

Na każdym rynku i w każdej branży mają miejsce zjawiska, które definiują jego obecną dynamikę. Trójkąt 4CF służy usystematyzowanemu opisowi trzech wektorów, które kształtują ogólny kierunek rozwoju danego rynku:

- ciężaru przeszłości, który jest konsekwencją przeszłych inwestycji oraz przywiązania do określonych rozwiązań
- obecnych trendów, które zdają się wyznaczać najbardziej prawdopodobny rozwój rynku na podstawie zaobserwowanych krótkookresowych zmian
- nadziei na przyszłość, których pułap wyznaczają z jednej strony ambicje najbardziej innowacyjnych graczy, a z drugiej możliwe przyszłe odkrycia naukowe i zjawiska społeczne, mające wpływ na dany rynek



A

Nadzieje na przyszłość

– poziom ambicji i cele na horyzoncie

B

Siła obecnych trendów

– spodziewany rozwój rynku

C

Ciężar przeszłości

– techniczne *status quo*, utopione koszty i przyzwyczajenia





Druk 3D obecnie

Druk 3D 2025



Druk 3D wbrew pozorom nie jest technologią nową. Pierwsze maszyny drukujące zostały opatentowane już w połowie lat 80. XX wieku. Przez okres obowiązywania patentów technologia pozostawała jedna w rękach dużych korporacji przez co była droga i mało dostępna. Ostatnie 10 lat to czas gwałtownego rozwoju i popularyzacji technologii przyrostowych.

Obecnie technologia druku 3D szybko się rozwija. Powstaje wiele nowych maszyn, dostępnych jest coraz więcej materiałów, drukowane części są coraz bardziej wytrzymałe, a sam proces jest coraz szybszy. Technologia jest popularna w mediach, m.in. dlatego, że jest efektowna wizualnie i działa na wyobraźnię. Problem polega na tym, że za rozwojem technologii nie nadążają jej potencjalni użytkownicy. Oswojenie się z drukiem 3D, podobnie jak z każdą inną technologią, wymaga nieco więcej czasu. Użytkownicy muszą dokładnie poznać możliwości i ograniczenia technologii i znaleźć dla niej miejsce do zastosowań w swoich branżach.

Druk 3D przez długi czas był kojarzony jedynie z szybkim prototypowaniem, co silnie zakorzeniło się w świadomości inżynierów. Teraz przyszedł czas na odkrycie potencjału technologii przyrostowych w wytwarzaniu funkcjonalnych części. Ten potencjał tkwi w dwóch elementach: w optymalizacji łańcucha dostaw oraz w tworzeniu detali o skomplikowanej geometrii. Pierwszy element wymaga poznania możliwości i zbudowania zaufania do nowej technologii wytwarzania. Drugi element jest bardziej wymagający, ponieważ wymaga zmiany myślenia w procesie projektowania.

Najbardziej innowacyjni przedstawiciele swoich branż intensywnie pracują nad tym, jak wykorzystać pełnię nowych możliwości dawanych przez technologie przyrostowe. Korzyści wynikające z wykorzystania druku 3D można podzielić na dwie grupy. Pierwsza to korzyści, które wynikają z prostoty procesu technologicznego. Dzięki tej grupie korzyści przedsiębiorstwa mogą optymalizować łańcuch dostaw, redukując koszty i czas wytwarzania części. Druga grupa to korzyści związane z projektowaniem części. Druk 3D eliminuje wiele dotychczasowych ograniczeń geometrii produkowanych części otwierając nowe możliwości. Dodatkowo, stopień skomplikowania geometrycznego ma znikomy wpływ na koszty i czas wytwarzania.

Branże takie jak lotnictwo czy medycyna jako jedne z pierwszych zaczęły przeznaczać duże nakłady inwestycyjne na badania i rozwój oparty na technologii druku 3D. Gdy zaczęły pojawiać się konkretne zastosowania i korzyści wynikające z zastosowania tej technologii, do wyścigu zaczęli dołączać przedstawiciele kolejnych branż. Czas zaczął się liczyć.

Zespół Cubic Inch



Druk 3D

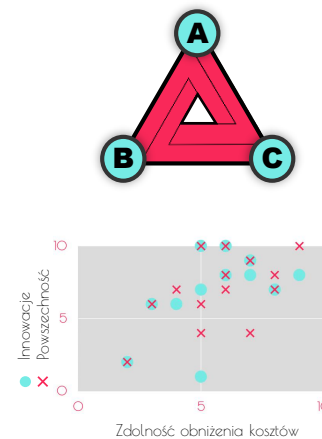
- perspektywy w wybranych branżach

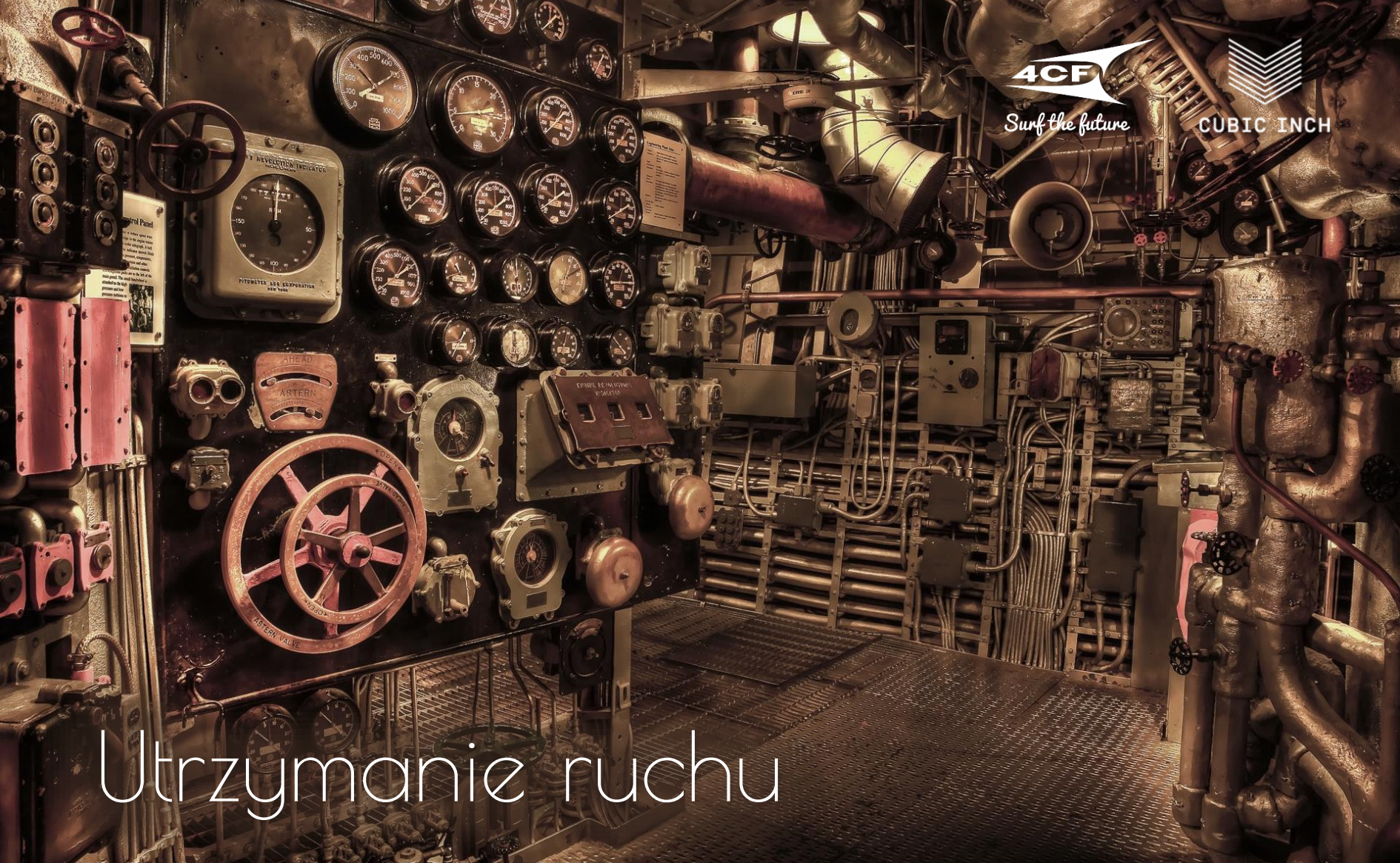
Jak czytać opisy branż?



Każdy z pięciu podrozdziałów opisujących wybrane branże ma taki sam układ.

- Na wstępie opisujemy „Trójkąt 4CF” dla danej branży – migawkę jej obecnego stanu, będącą wypadkową nadziei na przyszłość, obecnych trendów i bagażu przeszłości, jaki się z nią wiąże.
- Kolejny element to opis wyników badania delfickiego z udziałem kilkunastu ekspertów z różnych branż. W toku badania, eksperci oceniali m.in. to, w jakim stopniu druk 3D może przyczynić się do wprowadzenia innowacji w danej branży, w jakim stopniu ma szansę się w niej upowszechnić, oraz na ile może przelożyć się na obniżenie kosztów w perspektywie do 2025 roku. Każdy z tych trzech wymiarów oceniany był na skali 0-10. Oceny poszczególnych ekspertów przedstawiono na wykresie zamieszczonym w każdym podrozdziale.
Uwaga: Oś pionowa dotyczy dwóch różnych wymiarów – innowacyjności, oraz powszechności.
- Kolejnym elementem każdego rozdziału są tzw. „pierwsze jaskółki zmian”, stanowiące przykłady istotnych informacji, które powinien wyłapywać zorganizowany system monitorowania otoczenia w przedsiębiorstwie z danej branży.
- Następnie nadajemy naszym rozważaniom nieco szerszą perspektywę – aby poważnie rozważać przyszłość danej branży, nie można poprzestać na jednym rozwiązaniu technologicznym – istnieje cały szereg innych niż druk 3D, już funkcjonujących i hipotetycznych rozwiązań, zjawisk i trendów, a także pokrewnych branż które należy wziąć pod uwagę. W niniejszym raporcie jedynie dotykamy tych tematów, aby mogły być dla Państwa źródłem inspiracji – każda organizacja ma inne cele i potrzeby i wymaga indywidualnego ich uwzględnienia, aby wyniki analizy mogły przelożyć się na trafne decyzje strategiczne.





4CF

Surf the future

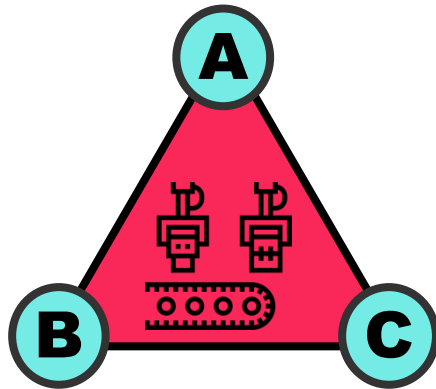


CUBIC INCH

Utrzymanie ruchu

Druk 3D 2025

Siły kształtujące rynek – Trójkąt 4CF



A. Nadzieje na przyszłość

Średnia wieku pracowników UR w USA przekracza 50 lat, przez co coraz więcej prac remontowych wymaga pomocy robotów asystujących, rośnie też trudność rozwijania nowych kompetencji w działach UR. Pierwszy producent maszyn wytwórczych otwiera sklep *on-line* z plikami CAD do drukarek 3D. Jak grzyby po deszczu pojawiają się fabryki budowane przy użyciu maszyn z rynku wtórnego w Afryce i Azji.

B. Dzisiejsze trendy

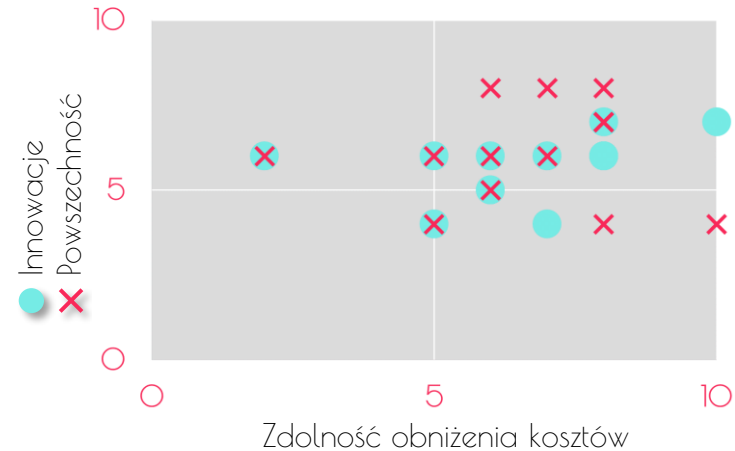
Wśród menadżerów i właścicieli fabryk rośnie świadomość potencjału oszczędności ukrytego w działach Utrzymania Ruchu – zmniejszając wartość magazynu części zamiennych i skracając czasy przestoju. Jednak nie każda firma będzie upatrywała tu przewagi strategicznej.

C. Ciężar przeszłości

Działy UR są niedoinwestowane, większość fabryk pracuje na przestarzałym sprzęcie kupowanym z rynku wtórnego. Dominuje strategia „planu minimum” – wymieniamy tylko to, co się zepsuło. Problemem jest też niska atrakcyjność pracy w przemyśle – wraz z przenosinami fabryk do krajów z taną siłą roboczą maleje odsetek młodych ludzi kształcących się na kierunkach związanych z przemysłem wytwórczym. Już obecnie Ponad połowa pracowników UR w USA to osoby powyżej 45 roku życia, a trend ten będzie się tylko pogłębiał.

Druk 3D w utrzymaniu ruchu

"Panie kierowniku! Stoimy od godziny, ale wiemy już co się stało – chwytak od pakera poszedł w drobny mak! Dostawca mówi, że nowy będzie najwcześniej za dwa tygodnie!" – iluż kierowników utrzymania ruchu było choć raz obudzonych w środku nocy telefonem o podobnej treści? Z pewnością każdy. Gdyby istniało jakieś magiczne urządzenie, dzięki któremu można by dorobić szybko dowolną część na miejscu... Okazuje się, że już jest ono dostępne. Taką właśnie rolę drukarki 3D mogą pełnić wszędzie tam, gdzie potrzebne będzie szybkie dorobienie brakującej, zepsutej części – czyli przede wszystkim w działach utrzymania ruchu wszelkiego rodzaju fabryk.



Ten ogromny potencjał widać wyraźnie w ocenach ekspertów, których zdecydowana większość znalazła się w „magicznej ćwiartce” wykresu. Eksperti nie tylko dostrzegli znaczącą możliwość zredukowania kosztów w branży UR dzięki zastosowaniu do jej potrzeb urządzeń drukujących w technologiach addytywnych, ale ich oceny jasno wskazują na to, że będzie to przełom dla branży – źródło innowacyjnych rozwiązań, które wejdą do powszechnego użytku.

Skąd tak znaczny optymizm? Ma on solidne podstawy. Po pierwsze – stawką jest nie tylko skrócenie samego czasu trwania awarii, wydłużającego się ze względu na brak odpowiedniej części zamiennej. Przede wszystkim druk 3D pozwoli zamienić olbrzymi magazyn części zamiennych na bibliotekę plików CAD na firmowym serwerze czy wręcz na pendrivie. Sam ten fakt – ograniczenia liczby potrzebnych części zamiennych – prowadzi do drastycznego zmniejszenia kosztów obsługi magazynu oraz ilości gotówki „zamrożonej” pod postacią nieużywanych części. Idąc dalej tym tropem – łącząc magazyn z chmurą komputerową można byłoby automatycznie zamawiać wydruki części u dostawcy, dokładnie wtedy, gdy zajdzie na to potrzeba.

Nawet jeśli wydrukowana część miałaby służyć tylko jako prowizorka do czasu sprowadzenia części zamiennej od producenta, to i tak gra jest warta świeczki, biorąc pod uwagę jak wiele pieniędzy potrafią kosztować przestoje linii produkcyjnych.

Po drugie – od ponad trzech dekad, od czasu gdy świat utrzymania ruchu usłyszał o rewolucyjnych metodach produkcji wiadomym jest, że kluczem do taniego, szczupłego produkowania jest ciągłe ulepszanie procesów produkcji – w tym oczywiście także maszyn. Najbardziej kompetentnymi do tego osobami są operatorzy maszyn: ludzie, dla których jest ona ich narzędziem pracy, znają ją na wylot i wiedzą jakie rozwiązania mogłyby ich pracę usprawnić w możliwie największym stopniu. Drukowanie 3D daje zespołom UR narzędzie umożliwiające ciągłe testowanie nowych pomysłów pochodzących od operatorów na jeszcze skuteczniejsze usprawnienie maszyny; narzędzie – nie zapominajmy o tym – tanie i dość proste w obsłudze.

Istotnymi zagrożeniami, na które wskazywali eksperci są: mocno konserwatywna mentalność pracowników utrzymania ruchu i ich niskie kompetencje w zakresie nowoczesnych technologii – o ile do przekonania menadżera UR do dania szansy drukowi 3D wystarczy przedstawienie potencjału przyszłych oszczędności, o tyle przekwalifikowanie mechanika-frezera w wieku przedemerytalnym na konstruktora CAD 3D zdaje się być nie lada wyzwaniem, także z punktu widzenia koniecznych do poniesienia kosztów (zakup oprogramowania, cena i czas szkolenia).

Dlatego świetną alternatywą może być zawiązanie ścisłej współpracy z firmą konstrukcyjno-projektową nastawioną na druk 3D i stopniowe budowanie z pomocą jej specjalistów bazy części pochodzących z wydruku.

Pierwsze Jaskółki Zmian

Hipotetyczne zastosowania futurystycznych rozwiązań nabierają rumieńców, gdy można zaobserwować pierwsze przykłady ich wykorzystania w praktyce. Stałe monitorowanie takich wczesnych sygnałów ostrzegawczych jest ważnym elementem budowania zdolności organizacji do szybkiej reakcji na zmiany w otoczeniu. Każda organizacja powinna je identyfikować, biorąc pod uwagę swoje cele strategiczne, dlatego poniżej zamieszczamy jedynie kilka przykładów:

- W ankiecie przeprowadzonej przez Pwc prawie 70 proc. przedstawicieli wytwórczego przyznało, że już korzysta z technologii druku 3D

<http://usblogs.pwc.com/emerging-technology/the-road-ahead-for-3d-printing/>

- Infosys – jeden z liderów branży doradztwa technologicznego – widzi druk 3D jako istotny element przyszłości branży utrzymania ruchu

<https://www.infosys.com/industries/aerospace-defense/white-papers/Documents/enabled-predictive-maintenance.pdf>

Szersza perspektywa

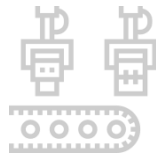
Przyszłość utrzymania ruchu będzie oczywiście kształtowana nie tylko przez druk 3D – aby uzyskać pełniejszy obraz sytuacji, należałoby rozważyć także inne rozwiązania, trendy i zjawiska, które mają potencjał zmienienia, lub zrewolucjonizowania tego rynku. Kilka przykładów zamieszczamy poniżej – jest to jednak tylko wstęp do dalszej analizy:

- **Przemysł 4.0** – rozwój sztucznej inteligencji oraz systemów wymiany danych już przewidywany w ramach czwartej rewolucji przemysłowej wspomogą implementację zasad Lean Manufacturing przyczyniając się do zmniejszenia kosztów utrzymania ruchu.
- **Samonaprawa** – postępująca robotyzacja doprowadzi do powstania robotów i automatów zdolnych do samonaprawy lub robotów-mechaników – kolejna możliwość obciążenia kosztów UR.
- **Zmiany designu** – zapotrzebowanie na nowe metody napędu i pogłębiający się kryzys branży mogą dać pozytywny impuls do szukania przełomowych rozwiązań.

Alternatywne scenariusze

Szersza perspektywa w kontekście utrzymania ruchu to także, a może przede wszystkim, wyjście poza rozwiązania usprawniające proces produkcji i udoskonalające oferowane produkty – to poszukiwanie źródeł rewolucyjnych zmian, które w drastyczny sposób mogą przeobrazić sposób realizowania rozmaitych potrzeb, na które odpowiada ta branża. Dla przykładu:

- **Zmiana paradygmatu** – czy byłoby możliwe całkowite outsource'owanie utrzymania ruchu? Czy producenci maszyn wytwórczych będą w stanie dostarczyć rozwiązań, które gwarantowałyby całkowitą sprawność urządzeń pod warunkiem regularnego serwisowania przez autoryzowany personel?



Co teraz?

Jeśli przyszłość utrzymania ruchu interesuje Państwa nie tylko hobbystycznie, lecz także z uwagi na istotne działania Państwa firmy lub instytucji: plany rozwoju i inwestycji, strategię przejść, działania B+R, czy formułowanie strategii, to z pewnością nie należy poprzestawać na niniejszym raporcie. Do uzyskania zdolności realizowania celów strategicznych w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu rynkowym nie wystarczy też tylko sprawny system wczesnego wykrywania zmian w otoczeniu rynkowym – na tym etapie bywa już za późno na reakcję. W sytuacji, gdy branża dotychczas rozdzielne zaczynają się przenikać, sięjąc zamęt w dotychczasowym *status quo*, do utrzymania się na fali zmian i trafnych decyzji strategicznych niezbędna jest zarówno zdolność wczesnego wykrywania szans i zagrożeń, jak i analiza alternatywnych scenariuszy przyszłości i jej umiętnie kształtowanie. Druk 3D jest jednym z wielu elementów układanki, które należy uwzględnić, zestawiając cele Państwa organizacji związane z utrzymaniem ruchu z szeroką perspektywą wyzwań przyszłości. Nie jest to może proste, ale z pewnością warto wysiłku, jeśli przekłada się na trafniejsze decyzje strategiczne.

4CF
Surf the future

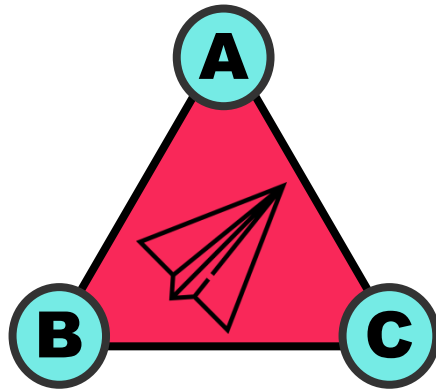
CUBIC INCH



Aeronautyka

Druk 3D 2025

Siły kształtujące rynek – Trójkąt 4CF



A. Nadzieje na przyszłość

Pojawiają się lżejsze, tańsze w eksploatacji i bardziej ekologiczne statki powietrzne – dostępne dla wszystkich. Postępuje też eksploracja kosmosu – sondy nowej generacji dostarczają nowych informacji, zmieniających znany obraz wszechświata. Chiny budują własną orbitalną stację kosmiczną, opierającą się w dużym stopniu o komponenty drukowane w technologii addytywnej już w kosmosie. Dopuszczenie autonomicznych dronów do powszechnego użycia rewolucjonizuje branżę logistyki.

B. Dzisiejsze trendy

Liderzy branży mocno inwestują w technologie addytywne (Boeing nawiązał współpracę ze Stratasys, Airbus w modelu A350 XWB ma ponad 1000 drukowanych elementów, GE Aviation zakupiło Arcam AB i SLM Solutions Group za 1,4 miliarda dolarów i wprowadza do swoich silników drukowane dysze paliwowe). Wciąż w tej gałęzi przemysłu istnieje ogromne pole do redukcji kosztów – niektóre części generują w procesie produkcji aż 90 proc. odpadu z materiału wejściowego. Z drugiej strony każdy 1 proc. odjęty z masy samolotu przekłada się na zmniejszenie spalania o około 0,75 proc.

C. Ciężar przeszłości

Branża lotnicza jest obecnie skazana na korzystanie z paliw opartych na ropie naftowej. Nie widać też alternatywy dla silników odrzutowych.

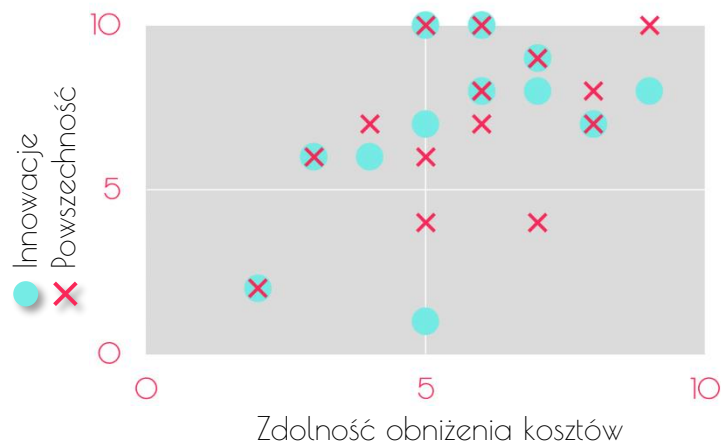
Druk 3D w aeronautyce

Aeronautyka, a zwłaszcza jej gałąź kosmiczna od początków swego istnienia była kolebką innowacji. To dzięki programom kosmicznym możemy na co dzień korzystać z żarówek LED, wykrywaczy dymu czy nawet aparatów cyfrowych w telefonach. Oddziały badawczo-rozwojowe Airbusa czy GE dysponują olbrzymimi budżetami i chętnie sprawdzają możliwości zaadaptowania niemal każdej nowinki technicznej do swoich produktach. Czy podobnie będzie z drukiem 3D?

Eksperti są zgodni co do tego, że technologie addytywne odegrają istotną rolę w branży aeronautycznej już w perspektywie 2025 roku – nie tylko staną się powszechnie stosowane, lecz również będą stanowić przyczynek do powstania innowacyjnych produktów i znaczącego obniżenia kosztów.

Taki obraz wpisuje się poniekąd w trendy dominujące obecnie w branży lotniczej, która już w tej chwili inwestuje gigantyczne kwoty w rozwój i zaadaptowanie technologii addytywnych do swoich potrzeb. Nie powinno to specjalnie dziwić, gdyż gra jest warta świeczki choćby z uwagi na ekonomię materiałów. W przypadku druku 3D jedyny występujący odpad produkcyjny to wsporniki konstrukcyjne usuwane po zakończeniu procesu lub zwyczajnie nieudane wydruki. Nawet pomijając fakt, że i jedno i drugie można skutecznie niwelować (np. drukując wsporniki/robiąc wydruki testowe z tańszego materiału), to i tak są to koszty mikroskopijne w porównaniu ze stratami wpisanymi w naturę technologii ubytkowych.

W komentarzach ekspertów pojawiły się także głosy na temat dużego potencjału druku 3D w branży kosmicznej. W tym przypadku w zasadzie każda wysłana w przestrzeń kosmiczną sonda, satelita czy łazik są prototypem, z częściami i podzespołami dedykowanymi pod te właśnie urządzenia. Jeden z najwyższej ocenionych komentarzy naszego eksperta:



Dzięki drukowi 3D możliwe jest wykonanie części o dowolnej geometrii, co pozwala dostosować dany komponent bez naddatku materiału wynikającego z zastosowanego typu obróbki (np. frezowanie); można zastosować znacznie bardziej skomplikowany kształt (kształty bioniczne). Koszt produkcji w przypadku pojedynczych komponentów (brak produkcji seryjnej) również będzie mniejszy. Rozwój druku 3D obecnie jest już solidnie wspierany przez agencje kosmiczne i z pewnością ta gałąź będzie się rozwijać, zwłaszcza jeśli udoskonali się drukowanie w metalu (obecnie wytrzymałość materiału stosowanego w druku 3D jest podobno trochę mniejsza). Ponadto, obecne możliwości druku 3D pozwalają na szybkie wyprodukowanie prototypowych części na wczesnym etapie projektowania.

W powyższym komentarzu pojawiło się także główne zagrożenie, stojące na drodze do popularyzacji technologii addytywnych w branży – brak dostatecznej wiedzy eksperymentalnej na temat materiałów i produktów tych technologii.

Zwracał na to uwagę bardziej sceptyczny ekspert: elementy drukowane i tak muszą być poddawane dalszej obróbce mechanicznej, a uzyskanie pożądaných właściwości mechanicznych odpowiadających efektom odlewania czy kucia w połączeniu z obróbką termiczną jest obecnie niemożliwe. Dlatego horyzont ośmiu lat może być zbyt krótki dla druku 3D do wyparcia tradycyjnych metod wytwarzania z produkcji elementów strukturalnych samolotów. Te drugie będą po prostu tańsze, lepsze i obciążone mniejszym ryzykiem.

Innym dużym polem, na które może wkroczyć druk 3D w branży aeronautycznej mogą być sekcje serwisowe – z technologiami addytywnymi wiąże się duże nadzieje w dziedzinie regeneracji części, ale też docenia się obniżenie kosztów i czasu serwisowania. Druk 3D w przeciwieństwie do innych technologii wytwarzania oferuje unikatową możliwość wyprodukowania części zamiennej od ręki i praktycznie w miejscu wystąpienia awarii. Ta cecha sprawia, że drukarki 3D będą nieodzowne wszędzie tam, gdzie transport części zamiennej jest bardzo drogi – na przykład na stacji kosmicznej.

To zastosowanie przewija się przez wszystkie badane przez nas branże, znajdując oczywiście ukoronowanie w branży Utrzymania Ruchu.

Pierwsze Jaskółki Zmian

Mimo, że poszczególne implikacje wynikające z pojawienia się przełomowej technologii mogą być bardzo odległe od nas w czasie, należy bacznie śledzić, czy w wyniku działania innych czynników nie ulega on drastycznemu skróceniu. Stałe monitorowanie takich wczesnych sygnałów ostrzegawczych jest ważnym elementem budowania zdolności organizacji do szybkiej reakcji na zmiany w otoczeniu. Każda organizacja powinna je identyfikować, biorąc pod uwagę swoje cele strategiczne, dlatego poniżej zamieszczamy jedynie kilka przykładów:

- Boeing i Airbus inwestują w druk 3D

<https://3dprint.com/166672/south-africa-aeroswift-project/>

<https://3dprint.com/63169/airbus-a350-xwb-3d-print/>

- GE Aviation:

<https://3dprint.com/164730/ge-aviation-am-aircraft-engines/>

<http://www.geglobalresearch.com/innovation/3d-printing-creates-new-parts-aircraft-engines>

- Pierwszy bezzałogowiec drukowany w 3D

[https://en.wikipedia.org/wiki/Thor_\(UAV\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Thor_(UAV))

- Branża kosmiczna:

<https://3dprint.com/160325/3d-printed-cubesat-in-orbit-july/>

Szersza perspektywa

Przyszłość aeronautyki będzie oczywiście kształtowana nie tylko przez druk 3D – aby uzyskać pełniejszy obraz sytuacji, należałoby rozważyć także inne rozwiązania, trendy i zjawiska, które mają potencjał zmienienia, lub zrewolucjonizowania tego rynku. Dwa przykłady zamieszczamy poniżej – jest to jednak tylko wstęp do dalszej analizy:

- **Robotyczne gigafabryki** – eliminacja ludzi z procesu produkcyjnego zaowocuje znacznym spadkiem kosztów.
- **Nowe materiały** – rozwój nowych materiałów obrabialnych tradycyjnymi metodami może sprawić, że produkcja drukiem 3D nie będzie tak opłacalna



Alternatywne scenariusze

Szersza perspektywa w kontekście aeronautyki to także, a może przede wszystkim, wyjście poza rozwiązania usprawniające proces produkcji i udoskonalające oferowane produkty – to poszukiwanie źródeł rewolucyjnych zmian, które w drastyczny sposób mogą przeobrazić sposób realizowania rozmaitych potrzeb, na które odpowiada ta branża. Dla przykładu:

- **Rewolucja na rynku przewozów pasażerskich – nowy środek transportu** – Hyperloop? Ultrasterowce? A może przełom w pracach nad teleportacją? Nowa technologia pozwalająca na pokonywanie dużych odległości szybciej lub taniej.
- **Spadek zapotrzebowania na przewozy pasażerskie** – Czy będziemy równie dużo podróżować, jeśli nastąpi szybki rozwój technologii holograficznej? Czy warto lecieć na drugi koniec świata na spotkanie biznesowe, jeśli można spotkać hologram swojego partnera u siebie w biurze.

Co teraz?

Jeśli przyszłość aeronautyki interesuje Państwa nie tylko hobbystycznie, ale z uwagi na istotne działania Państwa firmy lub instytucji: plany rozwoju i inwestycji, strategie przejść, działania B+R, czy formułowanie strategii, to z pewnością nie należy poprzestawać na niniejszym raporcie. Do uzyskania zdolności realizowania celów strategicznych w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu rynkowym nie wystarczy też tylko sprawny system wczesnego wykrywania zmian w otoczeniu rynkowym – na tym etapie bywa już za późno na reakcję. W sytuacji, gdy branże dotychczas rozdzielne zaczynają się przenikać, zaburzając dotychczasowe *status quo*, do utrzymania się na fali zmian i trafnych decyzji strategicznych niezbędna jest zarówno zdolność wczesnego wykrywania szans i zagrożeń, jak i analiza alternatywnych scenariuszy przyszłości i jej umiejętność kształtowanie. Druk 3D jest jednym z wielu elementów układanki, które należy uwzględnić, zestawiając cele Państwa organizacji związane z aeronautyką z szeroką perspektywą wyzwań przyszłości. Nie jest to może proste, ale z pewnością warte wysiłku, jeśli przekłada się na trafniejsze decyzje strategiczne.



4CF
Surf the future


CUBIC INCH

Automotive

Druk 3D 2025

Siły kształtujące rynek – Trójkąt 4CF

A. Nadzieje na przyszłość

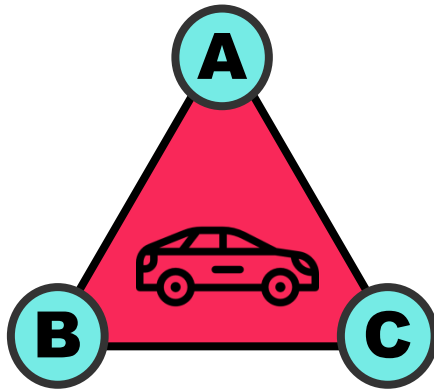
W sprzedaży dostępne jest w pełni autonomiczne auto – lekkie, bezpieczne, eleganckie, z dobrymi osiągnięciami. Tanie w eksploatacji i przyjazne środowisku – nie tylko w sensie redukcji emisji do zera, lecz także przyjaznej środowisku produkcji.

B. Dzisiejsze trendy

Obecnie branża jest ważnym prekursorem innowacji w przemyśle, ponieważ kładąc olbrzymi nacisk na jakość i bezpieczeństwo, porównywalny ze standardami producentów samolotów, tworzy produkty na rynek masowy. Ważnym czynnikiem przyszłej zmiany jest silna presja na redukcję kosztów oraz wynikające z niej dążenie ku całkowitej automatyzacji – zarówno procesów produkcji, jak i samych aut. Coraz większe znaczenie ma również aspekt ekologiczny.

C. Ciężar przeszłości

Automotive to lokomotywa światowej gospodarki. Zmiany zachodzące w tej branży będą miały silny wpływ na globalną ekonomię. Postępująca robotyzacja może wymusić na ustawodawcach zmiany w prawie pracy. Potężną przeszkodą w rozwoju alternatywnych sposobów zasilania aut przeszłości mogą jednak być działania krajów, dla których sprzedaż ropy stanowi o „być albo nie być”. Należy też mieć na uwadze fakt, że do tradycyjnych aut jest już gotowa dobrze funkcjonująca infrastruktura (stacje paliw) – nowe rozwiązania będą wymagać jej przebudowy lub stworzenia od nowa.



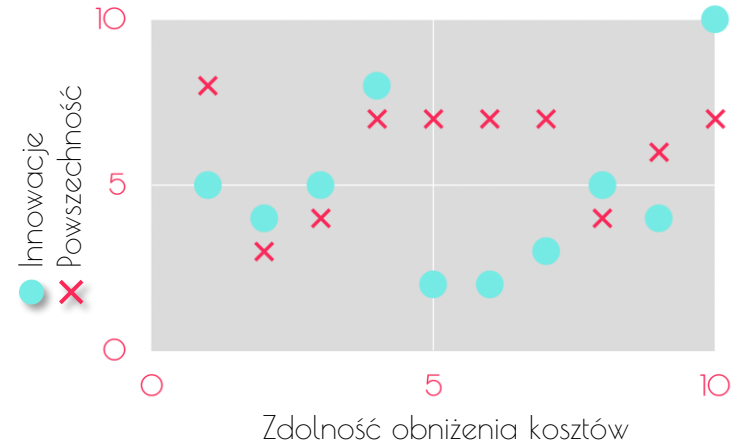
Druk 3D w branży automotive

Automotive, czyli branża samochodowa, jest istotnym, strategicznym punktem do dalszej ekspansji innowacji w przemyśle. To właśnie tu rozpoczął się marsz robotów na podbój przemysłu wytwórczego – jeszcze kilka dekad temu 90 proc. istniejących na Ziemi robotów „pracowało” w fabrykach aut. Dziś jest to jedynie połowa; wciąż dużo, jednak nie można mówić o monopolu.

Nasi eksperci nie spodziewają się w zakładanym horyzoncie czasowym wielkiego przełomu w branży samochodowej – także w kontekście dostarczenia innowacji przez technologie addytywne. Widzą jednak pewną możliwość upowszechnienia się druku w tej gałęzi przemysłu, głównie na trzech polach.

Pierwszym z nich jest obszar, w którym druk 3D już się zadomowił – prototypowanie w działach badań i rozwoju. Dla konstruktorów-gigantów takich jak Volkswagen czy Toyota możliwość błyskawicznego przetestowania swoich najnowszych rozwiązań w rzeczywistości, a nie na ekranach komputerów i to przy bardzo niskim koszcie jest wprost nieoceniona.

Jako szansę na zaistnienie druku 3D w branży samochodowej eksperci wskazali segment aut luksusowych – produkcji wysokomarżowych, niskoseryjnych czy wręcz jednostkowych. Istnieje tu duże pole do personalizowania produktów dla klientów o zasobnej kieszeni. Już obecnie dużą popularnością cieszą się warsztaty tuningowe, szczytujące się zdolnością do zamieniania seryjnie produkowanego modelu auta w unikatowe w skali światowej dzieło sztuki. Być może druk 3D ułatwi indywidualizację aut już na etapie produkcji.



Największy potencjał dla druku 3D eksperci dostrzegli przy tworzeniu poszczególnych elementów aut – zwłaszcza tych, które są wytwarzane z tworzyw sztucznych, na przykład reflektory, czy elementy wyposażenia kabiny.

Wraz ze wzrostem części drukowanych montowanych w autach zmieniliby się też podejście do logistyki części zamiennych – części drukowane miałyby w zasadzie wyeliminowany czas oczekiwania na dostawę, bo mogłyby być drukowane na miejscu w autoryzowanych serwisach, znacząco zmalał by też ich koszt.

Bardzo trudno było natomiast ocenić ekspertom wpływ zaadaptowania do procesów wytwórczych metod addytywnych na koszty produkcji aut. Wynika to stąd, że branża samochodowa, oferując towar drogi w produkcji i jednocześnie masowy, w zasadzie od swojego powstania ukierunkowana była na "odchudzanie" swoich metod produkcyjnych, czego sztandarowym przykładem niech będzie taśma montażowa Forda czy Droga Toyoty. Znów na przeszkodzie do upowszechnienia się staje drukowi 3D bagaż doświadczenia i wiedzy, jakimi dysponują tradycyjne metody wytwarzania.

Sceptyczne nastawienie ekspertów do zaistnienia druku 3D w branży samochodowej mogło też wynikać z relatywnie krótkiego horyzontu czasowego, jaki badaliśmy. Typowy cykl powstawania samochodu od pierwszych szkiców koncepcyjnych do zjazdu z taśmy montażowej pierwszej sztuki trwa od trzech do czterech lat – i to zakładając, że mówimy o autach wykorzystujących znane już i dobrze sprawdzone technologie. Nierozsądnym byłoby więc spodziewać się drastycznej zmiany w całej branży na przestrzeni dwóch takich cykli.

Nie należy jednak skreślać tej technologii z przyszłości branży automotive. Obecne trendy wskazują, że tzw. Next Big Thing będzie autonomiczny samochód z napędem elektrycznym o zasięgu zbliżonym do zasięgów aut spalinowych – a to w połączeniu z doniesieniami o pierwszych sukcesach na polu drukowania baterii z wykorzystaniem nadprzewodzącego grafenu może okazać się prawdziwym przełomem w branży.

Pierwsze Jaskółki Zmian

Nie jesteśmy w stanie przewidzieć z całkowitą pewnością jednej wersji przyszłości – możemy jednak przygotować się na różne jej scenariusze. Każdy z nich będzie miał zestaw pewnych zjawisk, które będą świadczyły o wzroście prawdopodobieństwa jego zaistnienia. Ich stałe monitorowanie jest ważnym elementem budowania zdolności organizacji do szybkiej reakcji na zmiany w otoczeniu. Każda organizacja powinna je identyfikować, biorąc pod uwagę swoje cele strategiczne, dlatego poniżej zamieszczamy jedynie kilka przykładów:

- Divergent Microfactories – pierwszy samochód sportowy z karoserią drukowaną w 3D

<http://www.divergent3d.com/>

- Spadek kolizji po wprowadzeniu Autopilota do Tesli X

<https://futurism.com/report-tesla-crashes-dropped-by-40-after-autopilot-was-installed/>

- Współpraca Stratasys z Fordem

<https://3dprint.com/166967/ford-infinite-build-3d-printer/>

- Baterie z druku 3D

<https://www.technologyreview.com/s/521956/printing-batteries/>
<http://www.3ders.org/articles/20160726-new-3d-printed-graphene-super-batteries-by-swinburne-researchers-will-last-a-lifetime.html>

- Gigafabryka Tesli

<https://www.tesla.com/gigafactory>

Szersza perspektywa

Przyszłość branży automotive będzie kształtowana nie tylko przez druk 3D – aby uzyskać pełniejszy obraz sytuacji, należałoby rozważyć także inne rozwiązania, trendy i zjawiska, które mają potencjał zmienienia, lub zrewolucjonizowania tego rynku. Kilka przykładów wymieniamy poniżej – jest to jednak tylko wstęp do dalszej analizy:

- **Robotyczne Gigafabryki** – eliminacja ludzi z procesu produkcyjnego zaowocuje znacznym spadkiem kosztów, a ponowna centralizacja produkcji wyeliminuje logistykę podzespołów.
- **Zmiany designu** – wyeliminowanie kolizji z ruchu drogowego za sprawą zaawansowanej sztucznej inteligencji drastycznie zmieni samą formę samochodu – uproszczenie bryły, wyeliminowanie zbędnych elementów – może znacząco „odchudzić” proces powstawania.
- **Nowe materiały** – rozwój nowych materiałów obrabialnych tradycyjnymi metodami może sprawić, że produkcja drukiem 3D nie będzie tak opłacalna



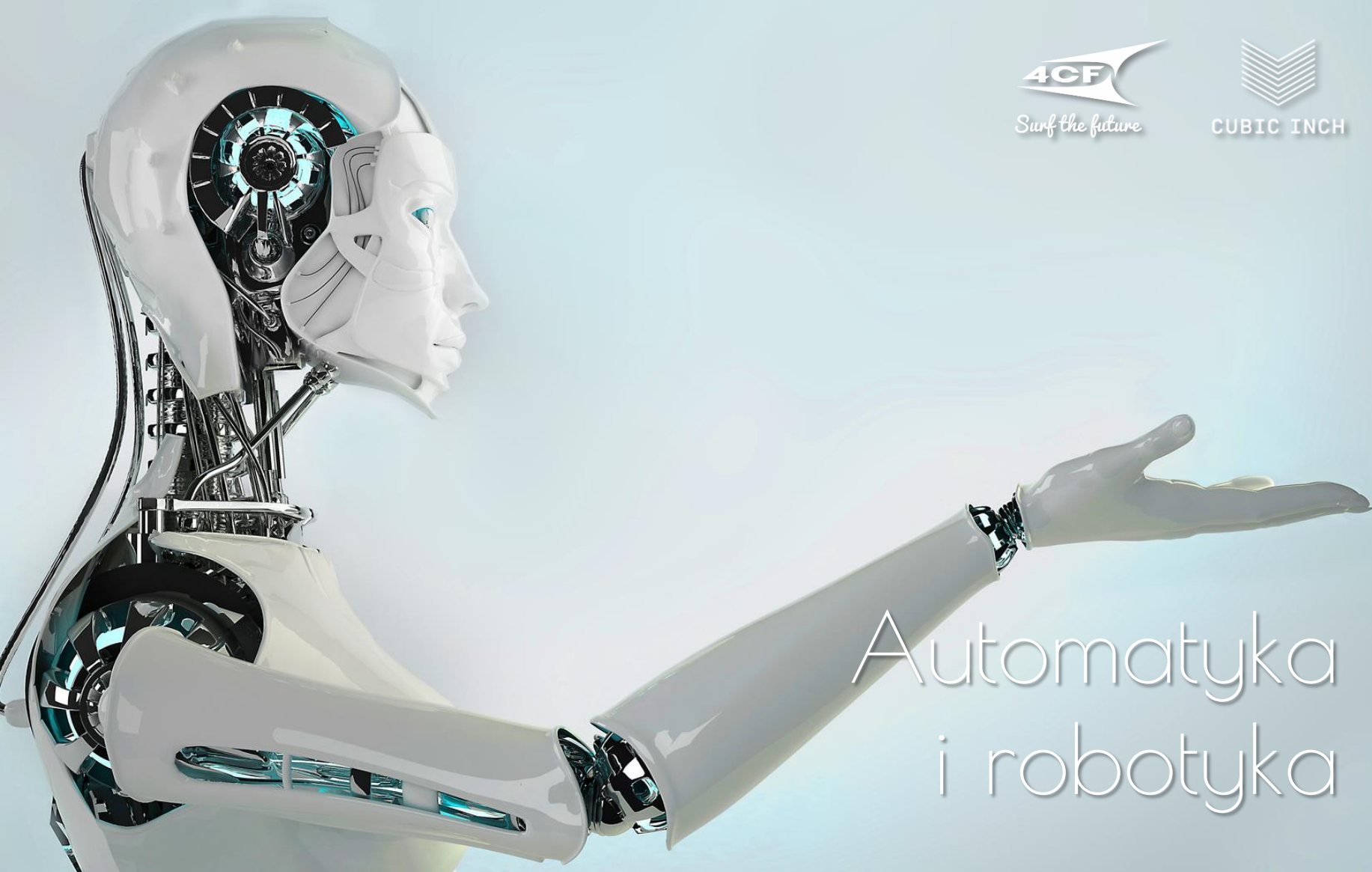
Alternatywne scenariusze

Szersza perspektywa w kontekście branży automotive to także, a może przede wszystkim, wyjście poza rozwiązania usprawniające proces produkcji i udoskonalające oferowane produkty – to poszukiwanie źródeł rewolucyjnych zmian, które w drastyczny sposób mogą przeobrazić sposób realizowania potrzeby przemieszczania dóbr i osób. Dla przykładu:

- **Ograniczenia związane z ochroną środowiska** – pogarszająca się jakość powietrza wpływa na odbiór społeczny auta jako środka transportu. Jeśli na skutek pogarszającej się jakości życia w miastach – i nie chodzi tu jedynie o smog, ale i bezpieczeństwo pieszych, walory krajobrazowe, ciszę – sprzedaż aut drastycznie spadnie, branża będzie musiała na nią odpowiedzieć zupełnie nowymi rozwiązaniami.
- **Zanik potrzeby klienta** – rozwój rzeczywistości wirtualnej i technologii mobilnych mogą doprowadzić do drastycznego zmniejszenia się potrzeby przemieszczania się. Zamówione w VR sklepie zakupy przyniesie pod nasz dom latający dron, a może powstanie specjalna infrastruktura dostawcza? Inna możliwość – w związku z przeludnieniem miast powstaną gigantyczne drapacze chmur, w których będzie skupiało się całe życie człowieka. Jedynym potrzebnym środkiem transportu będą w nim windy lub odpowiedniki segwayów czy małych skuterków.

Co teraz?

Jeśli przyszłość branży automotive interesuje Państwa nie tylko hobbystycznie, ale z uwagi na istotne działania Państwa firmy lub instytucji: plany rozwoju i inwestycji, strategie przejść, działania B+R, czy formułowanie strategii, to z pewnością nie należy poprzestawać na niniejszym raporcie. Do uzyskania zdolności realizowania celów strategicznych w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu rynkowym nie wystarczy też tylko sprawny system wczesnego wykrywania zmian w otoczeniu rynkowym – na tym etapie bywa już za późno na reakcję. W sytuacji, gdy branże dotychczas rozdzielne zaczynają się przenikać, sięgając zamęt w dotychczasowym status quo, do utrzymania się na fali zmian i trafnych decyzji strategicznych niezbędna jest zarówno zdolność wczesnego wykrywania szans i zagrożeń, jak i analiza alternatywnych scenariuszy przyszłości i jej umiejętne kształtowanie. Druk 3D jest jednym z wielu elementów układanki, które należy uwzględnić, zestawiając cele Państwa organizacji związane z rynkiem automotive z szeroką perspektywą wyzwań przyszłości. Nie jest to może proste, ale z pewnością warte wysiłku, jeśli przekłada się na trafniejsze decyzje strategiczne.



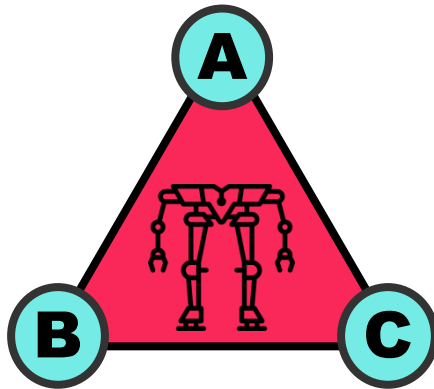
4CF
Surf the future


CUBIC INCH

Automatyka i robotyka

Druk 3D 2025

Siły kształtujące rynek – Trójkąt 4CF



A. Nadzieje na przyszłość

Pojawienie się nowych materiałów prowadzi do powstania nowej generacji komponentów elektroniki – rośnie moc obliczeniowa i możliwości diagnostyczne powstających robotów. Do powszechnego użytku zaczynają wchodzić niewielkie roboty potrafiące współpracować zarówno z ludźmi, jak i pomiędzy sobą. W związku z postępującą robotyzacją stale maleje liczba ludzi zatrudnionych w przemyśle.

B. Dzisiejsze trendy

Rozwój technologii mobilnych, interfejsów człowiek-maszyna oraz uczenia maszynowego sprawia, że roboty i automaty są coraz prostsze w obsłudze i programowaniu. Coraz więcej maszyn ma możliwość wymiany danych w ramach sieci ethernetowej, także bezprzewodowo, co znacząco usprawnia gromadzenie i analizę informacji o ich działaniu i wydajności, jak też ułatwia sterowanie.

C. Ciężar przeszłości

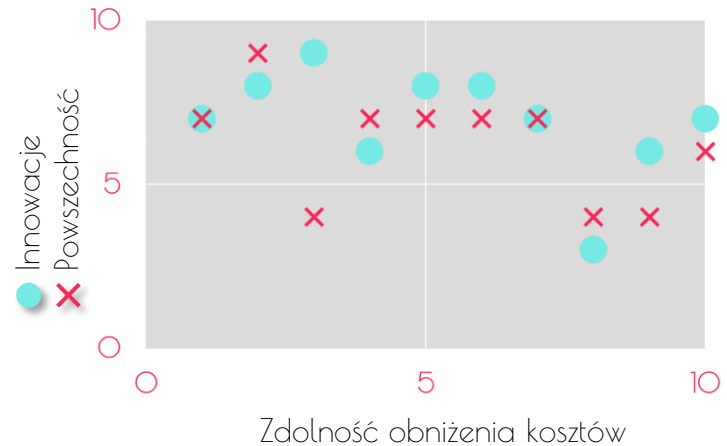
Rozwój mocy obliczeniowej – przynajmniej procesorów budowanych w oparciu o logikę boolowską – jest ograniczony fundamentalnymi prawami fizyki. Kwestie ekonomiczne mogą skłaniać producentów do inwestowania w relokację fabryk do krajów, w których siła robocza jest tania, zamiast w modernizację parków maszynowych.

Druk 3D w automatyce i robotyce

W pewnym sensie można byłoby zaryzykować stwierdzenie, że druk 3D jest obecny w branży automatyki i robotyki już od wielu lat – w końcu technologia tworzenia układów scalonych – fundamentu współczesnej elektroniki – jest również technologią addytywną.

Tym niemniej w branży automatyki i robotyki wciąż jeszcze widać spore miejsce dla nowych zastosowań tej technologii, co widać po nastawieniu ekspertów, którzy wysoko ocenili zarówno potencjał innowacyjny, jak i możliwość upowszechnienia się druku 3D w perspektywie roku 2025.

Zdecydowanie wyraźnym trendem w tej branży jest wykorzystanie technologii druku 3D do zaproponowania klientom zupełnie nowych produktów – robotów drukujących. Takie rozwiązanie pozwoli rozwiązać jeden z głównych problemów stojących przed technologiami 3D czyli względnie małą przestrzenią roboczą.



Pojawiają się już pierwsze jaskółki tego nurtu – rosyjska firma Apis Cor, zainspirowana technologią druku 3D stworzyła robota, zdolnego wydrukować domek o powierzchni niecałych 40 metrów kwadratowych w jedną dobę. Zaopatrzone w głowice drukujące roboty mogą w dalekiej perspektywie całkowicie zmienić sposób wytwarzania w innych branżach – podobnie jak stało się to z robotami spawalniczymi. Od kilkunastu lat trwają też prace nad robotami zdolnymi do kooperatywnego działania, na przykład na zasadzie roju. Dla takiego roju robocików zaopatrzonych w głowice drukujące przestrzeń robocza byłaby w zasadzie nieograniczona.

Ważnym czynnikiem wpływającym na potencjał druku 3D dla branży robotyki jest zdolność tworzenia skomplikowanych geometrycznie kształtów, która otwiera przed konstruktorami wcześniej niedostępne możliwości w projektowaniu końcówek roboczych, dostosowanych specjalnie do manipulowanych obiektów (np. chwytak wyprofilowany tak, by idealnie dopasować się do szyjki przenoszonych butelek).

W niektórych komentarzach eksperckich rysowało się – choć dość mgliście – potencjalne zastosowanie komercyjne łączące druk 3D z robotami – robotyczne manekiny o twarzach celebrytów.

O ile eksperci byli zgodni co do oceny potencjału innowacyjności i upowszechnienia druku 3D w automatyce i robotyce, o tyle co do wpływu na koszty możemy mówić o całkowitym braku jedności.

Taka sytuacja wynika z jednej strony z faktu, że kluczowymi elementami w przemyśle są komponenty elektroniczne oraz software – druk 3D raczej nie ma możliwości obniżenia kosztów produkcji na tym polu.

Z drugiej strony, roboty nie są urządzeniami produkowanymi seryjnie – są to raczej urządzenia dostosowane pod konkretnego klienta. Włączenie technologii druku 3D do procesu produkcyjnego znacząco zwiększy jego elastyczność, co pozwoli na duże obniżenie kosztów.

Gdzieś na horyzoncie rysuje się szansa na to, że druk 3D przyczyni się do odkrycia nowych materiałów czy elementów elektroniki, które mogłyby zrewolucjonizować branżę automatyki i robotyki – ale nie jest to na razie nic pewnego.

Pierwsze Jaskółki Zmian

Mimo, że poszczególne implikacje wynikające z pojawienia się przełomowej technologii mogą być bardzo odległe od nas w czasie, należy bacznie śledzić, czy w wyniku działania innych czynników nie ulega on drastycznemu skróceniu. Stałe monitorowanie takich wczesnych sygnałów ostrzegawczych jest ważnym elementem budowania zdolności organizacji do szybkiej reakcji na zmiany w otoczeniu. Każda organizacja powinna je identyfikować, biorąc pod uwagę swoje cele strategiczne, dlatego poniżej zamieszczamy jedynie kilka przykładów:

- Pierwsze roboty drukowane 3D budowane jednocześnie z płynu i z tworzyw stałych

<http://news.mit.edu/2016/first-3d-printed-robots-made-of-both-solids-and-liquids-0406>

- Autonomiczne robociki drukujące od Siemens:

<http://www.businessinsider.com/siemens-3d-printing-spiders-could-build-ships-and-planes-2016-4?IR=T>

- Budynek drukowany w 3D

<https://www.youtube.com/watch?v=xktwDfasPGQ>

- Drukowany w 3D dedykowany chwytak do serów

https://www.eos.info/case_studies/anubis-3d-3d-printed-vacuum-gripper

Szersza perspektywa

Przyszłość automatyki i robotyki będzie oczywiście kształtowana nie tylko przez druk 3D – aby uzyskać pełniejszy obraz sytuacji, należałoby rozważyć także inne rozwiązania, trendy i zjawiska, które mają potencjał zmienienia, lub zrewolucjonizowania tego rynku. Trzy przykłady zamieszczamy poniżej – jest to jednak tylko wstęp do dalszej analizy:

- **Zaawansowana autodiagnostyka** – teoretycznie nic nowego, ale wciąż pozostaje na tym polu wiele do zrobienia. Zaoferowanie klientom robotów przemysłowych, które w sposób zautomatyzowany będą w stanie identyfikować problemy (zanim nastąpią!) nie jest proste, ale z pewnością dałoby dużą przewagę rynkową ich producentowi.
- **Zautomatyzowany serwis** – naturalna konsekwencja autodiagnostyki, a jednocześnie Święty Graal automatyzacji produkcji – linia produkcyjna, która sama o siebie dba, serwisuje się, eliminuje usterki. W wariacie doskonałym – fabryka staje się „czarną skrzynką”, która przyjmuje surowce i oddaje gotowe produkty.
- **Roboty przeznaczone na rynek konsumencki** – postępy w dziedzinie sztucznej inteligencji mogą sprawiać, że znacznie wzrośnie znaczenie automatyki i robotyki na rynku konsumenckim. Firmy produkujące roboty przemysłowe powinny mieć na względzie możliwość wejścia na ten nowy rynek.

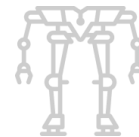
Alternatywne scenariusze

Szersza perspektywa w kontekście automatyki i robotyki to także, a może przede wszystkim, wyjście poza rozwiązania usprawniające proces produkcji i udoskonalające oferowane produkty – to poszukiwanie źródeł rewolucyjnych zmian, które w drastyczny sposób mogą przeobrazić sposób realizowania rozmaitych potrzeb, na które odpowiada ta branża. Dla przykładu:

- **Biorewolucja** – prezentując pierwszego iPhone'a Steve Jobs przekonywał, że nie potrzebujemy żadnego rysika, bo natura wyposażała nas w najdoskonalszy rysik, jaki istnieje – nasze palce. Podobnie jak najdoskonalszym manipulatorem jest dłoń ludzka. Inżynierowie od dawna podpatrują przyrodę i starają się zaadaptować najlepsze jej rozwiązania do swoich projektów. Być może czas postąpić krok dalej i szukać możliwości sterowania biorobotami? Czy w przyszłości wyposażymy maszyny w dłonie zbudowane nie z metalu i plastiku, a z prawdziwej skóry, mięśni i krwi?
- **Człowiek 3.0** – rozwój genetyki i/lub rozwój cyberwzmacniania ludzkich możliwości – powstanie hybryd człowieka z maszyną – sprawi, że znów człowiek będzie najtańszym środkiem wytwarzania.

Co teraz?

Jeśli przyszłość automatyki i robotyki interesuje Państwa nie tylko hobbystycznie, ale z uwagi na istotne działania Państwa firmy lub instytucji: plany rozwoju i inwestycji, strategię przejść, działania B+R, czy formułowanie strategii, to z pewnością nie należy poprzestawać na niniejszym raporcie. Do uzyskania zdolności realizowania celów strategicznych w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu rynkowym nie wystarczy też tylko sprawny system wczesnego wykrywania zmian w otoczeniu rynkowym – na tym etapie bywa już za późno na reakcję. W sytuacji, gdy branże dotychczas rozdzielne zaczynają się przenikać, sięgając zamęt w dotychczasowym *status quo*, do utrzymania się na fali zmian i trafnych decyzji strategicznych niezbędna jest zarówno zdolność wczesnego wykrywania szans i zagrożeń, jak i analiza alternatywnych scenariuszy przyszłości i jej umiejętność kształtowanie. Druk 3D jest jednym z wielu elementów układanki, które należy uwzględnić, zestawiając cele Państwa organizacji związane z automatyką i robotyką z szeroką perspektywą wyzwań przyszłości. Nie jest to może proste, ale z pewnością warto wysiłku, jeśli przekłada się na trafniejsze decyzje strategiczne.





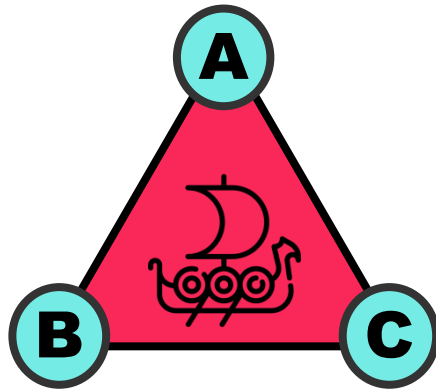
4CF
Surf the future


CUBIC INCH

Branża stoczniowa

Druk 3D 2025

Siły kształtujące rynek – Trójkąt 4CF



A. Nadzieje na przyszłość

Narastający kryzys związany z ociepleniem klimatu zmusza prywatny sektor do wykorzystania rozwiązań redukujących emisję spalin. Powstają nowe typy napędów, wykorzystujące mix energii pochodzącej z odnawialnych źródeł (wiatr, energia słoneczna, energia prądów morskich) i paliw płynnych (LNG, ropa). Podejmowane są pierwsze próby stworzenia autonomicznych jednostek pływających. Narastające napięcie na linii USA – Chiny prowadzi do wzrostu zamówień na okręty wojenne – zarówno załogowe, jak i małe bezzałogowce – pływające odpowiedniki dronów.

B. Dzisiejsze trendy

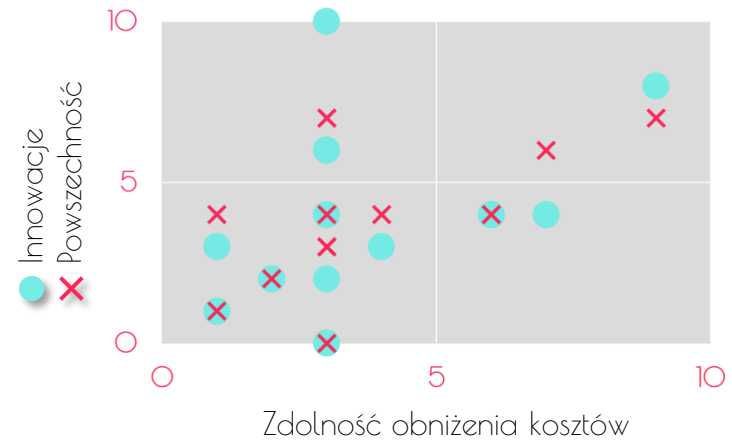
Od kilku lat obserwujemy zapaść globalnego sektora prywatnego w branży stoczniowej. Właściciele stoczni szukają ratunku w nowych technologiach i niestandardowych rozwiązaniach. Rozwój technologii druku 3D umożliwia drukowanie części zamiennych na pokładzie statku, co drastycznie ogranicza potrzebę zawijania do portu i skraca ogólny czas remontów.

C. Ciężar przeszłości

Branża mocno konserwatywna, będąca dodatkowo w dołku ekonomicznym. Nie widać perspektyw na nowe materiały, które mogłyby przerwać dominację stali jako głównego tworzywa konstrukcyjnego.

Druk 3D w przemyśle stoczniowym

Najbardziej konserwatywna i jednocześnie najstarsza z analizowanych przez nas branż – przemysł stoczniowy – znajduje się obecnie w poważnym kryzysie. Zamówienia branży w Południowej Korei – drugim największym po Chinach producencie statków na świecie – spadły w pierwszym kwartale 2016 roku o 94 proc. YTD. W skali światowej spadek nie jest tak wysoki, ale wciąż dramatycznie duży – o 71 proc. Czy druk 3D ma szansę zmienić ten ponury obraz?



Eksperti dość jednoznacznie stwierdzają, że jednak nie. Większość odpowiedzi znalazła się w ćwiartce nikomego znaczenia – niskiego wpływu na koszty, innowacje czy upowszechnienie.

Taki obraz sytuacji wynika częściowo z faktu braku wyraźnych trendów, które mogłyby wskazywać światło w tunelu dla branży, przynajmniej w sektorze prywatnym. Przede wszystkim jednak głównym czynnikiem hamującym ekspansję druku 3D w branży stoczniowej jest ciężar doświadczenia i lat poświęconych na ulepszanie technologii tradycyjnych – w ciągu najbliższych ośmiu lat raczej nie pojawi się żaden materiał, który byłby w stanie zagrozić pozycji stali w produkcji dużych jednostek pływających. Technologie addytywne mają raczej marne szanse na wyparcie tradycyjnych metod produkcji choćby i ze względu na fakt, że jeszcze przez wiele lat spawanie kadłubów będzie po prostu tańsze – jeśli nie przez ludzi, to przez wyspecjalizowane roboty spawalnicze.

Na niekorzyść przemawia też cykl produkcyjny jednostek pływających – mamy tu do czynienia z sytuacją zbliżoną do opisanej już branży samochodowej. Czas powstawania transportowców to także około trzech, czterech lat – dlatego mówiąc o statkach wodowanych za osiem lat, mówimy częściowo o konstrukcjach, do których pierwsze szkice konstrukcyjne już powstają.

W branży stoczniowej są jednak miejsca, w których druk 3D mógłby się sprawdzić bardzo dobrze. Nie należy zapominać, że branża ta ma również segment rekreacyjny i wyczynowy. Druk 3D mógłby zupełnie zmienić oblicze nowoczesnych, ultralekkich sportowych jachtów, projektowanych z myślą o zawodach lub w ramach promocyjnych akcji bicia rekordów świata. Są to produkty wysokomarżowe, często zamawiane w celach promocyjnych przez duże firmy dysponujące ogromnymi budżetami marketingowymi – tu druk 3D miałby spore szanse na zdobycie rynku.

Podobnie sytuacja ma się z zastosowaniami militarnymi. Kontrola mórz pozostaje kluczowym elementem strategii bezpieczeństwa światowych imperiów – dlatego też ich departamenty zbrojeń będą sprawdzać wszystkie nowinki techniczne, które pomogłyby zdobyć im przewagę na wodach oceanu światowego. Duży potencjał tkwi w produkcji bezzałogowych jednostek pływających, które mogłyby realizować na wodzie cele podobne do tych stawianych bezzałogowym statkom powietrznym. Z racji dużej łatwości wytwarzania drukami 3D można nawet zakładać powstanie nowego typu jednostki – pływającej fabryki dronów.

Drukarka 3D byłby też nieocenioną pomocą w warsztacie każdego chief mechanika. Obecnie każda jednostka szykująca się na długi rejs musi zostać wyposażona w odpowiednią ilość części zamiennych na wypadek awarii na środku oceanu. Drukarki 3D pozwalają na szybkie przygotowanie tymczasowej części zamiennych, a do magazynu części zamiennych wystarczy zabrać odpowiedni zapas proszków i filamentów. Tu sytuacja jest analogiczna jak w wypadku lotów kosmicznych i działów utrzymania ruchu.

Można więc postawić tezę, że druk 3D raczej nie zrewolucjonizuje głównej gałęzi przemysłu stoczniowego, ma jednak pewien potencjał do zmiany jej mniejszych odnóg. Być może będzie on impulsem dla nowych, bardziej przyjaznych środowisku rozwiązań?

Pierwsze Jaskółki Zmian

Hipotetyczne zastosowania futurystycznych rozwiązań nabierają rumieńców, gdy można zaobserwować pierwsze przykłady ich wykorzystania w praktyce. Stałe monitorowanie takich wczesnych sygnałów ostrzegawczych jest ważnym elementem budowania zdolności organizacji do szybkiej reakcji na zmiany w otoczeniu. Każda organizacja powinna je identyfikować, biorąc pod uwagę swoje cele strategiczne, dlatego poniżej zamieszczamy jedynie kilka przykładów:

- UK Navy planuje wydrukowanie małych, bezałogowych jednostek pływających, jak i podwodnych

<https://www.sculpteo.com/blog/2015/10/12/3d-printing-maritime-military-vessels-cargo-shipping-and-more/>

- Dramatyczna zapaść w przemyśle stoczniowym w Azji

<http://wolfstreet.com/2016/05/20/shipbuilding-industr.-y-collapses-in-china-and-south-korea/>

- Druk jednostek rekreacyjnych:

<http://www.boats.com/how-to/3d-printing-will-build-next-boat/>

- Pierwszy na świecie kadłub 10 metrowego jachtu wydrukowany w 3D

<https://all3dp.com/worlds-first-10-meter-long-3d-printed-yacht-hull/>

- MAERSK wprowadza do swoich tankowców części drukowane:

<http://www.maersk.com/en/the-maersk-group/about-us/publications/maersk-post/2014-3/spare-parts-just-press-print>

Szersza perspektywa

Przyszłość branży stoczniowej będzie oczywiście kształtowana nie tylko przez druk 3D – aby uzyskać pełniejszy obraz sytuacji, należałoby rozważyć także inne rozwiązania, trendy i zjawiska, które mają potencjał zmienienia, lub zrewolucjonizowania tego rynku. Dwa przykłady zamieszczamy poniżej – jest to jednak tylko wstęp do dalszej analizy:

- **Robotyczne Gigafabryki** – eliminacja ludzi z procesu produkcyjnego zaowocuje znacznym spadkiem kosztów, a ponowna centralizacja produkcji wyeliminuje logistykę podzespołów.
- **Zmiany designu** – zapotrzebowanie na nowe metody napędu i pogłębiający się kryzys branży mogą dać pozytywny impuls do szukania przełomowych rozwiązań technologicznych – także spoza branży 3DP.



Alternatywne scenariusze

Szersza perspektywa w kontekście branży stoczniowej to także, a może przede wszystkim, wyjście poza rozwiązania usprawniające proces produkcji i udoskonalające oferowane produkty – to poszukiwanie źródeł rewolucyjnych zmian, które w drastyczny sposób mogą przeobrazić sposób realizowania rozmaitych potrzeb, na które odpowiada ta branża. Dla przykładu:

- **Konkurencja na rynku** – nowy środek transportu – Hyperloop? UltraSterowce? A może przełom w pracach nad teleportacją? Nowa technologia pozwalająca na pokonywanie dużych odległości szybciej lub taniej.
- **Fabryka jest tylko kosztem** – dla każdej firmy przemysłowej fabryka jest kosztem, którego najchętniej pozbyto by się. Obecnie outsourcing wytwarzania polega na przenoszeniu produkcji do krajów dysponujących tanią siłą roboczą (fabryki Foxconn w Chinach), ale przyszłość może nieść ze sobą inne rozwiązania – np. rozsiane po całym świecie uniwersalne, w pełni zrobotyzowane centra wytwórcze zdolne wyprodukować zarówno auto, komputer, mikser, czy misia, skutecznie eliminowałyby transport międzykontynentalny – który obecnie w 90 proc. realizowany jest drogą morską.

Co teraz?

Jeśli przyszłość branży stoczniowej interesuje Państwa nie tylko hobbystycznie, ale z uwagi na istotne działania Państwa firmy lub instytucji: plany rozwoju i inwestycji, strategie przejść, działania B+R, czy formułowanie strategii, to z pewnością nie należy poprzestawać na niniejszym raporcie. Do uzyskania zdolności realizowania celów strategicznych w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu rynkowym nie wystarczy też tylko sprawny system wczesnego wykrywania zmian w otoczeniu rynkowym – na tym etapie bywa już za późno na reakcję. W sytuacji, gdy branże dotychczas rozdzielne zaczynają się przenikać, sięjąc zamęt w dotychczasowym *status quo*, do utrzymania się na fali zmian i trafnych decyzji strategicznych niezbędna jest zarówno zdolność wczesnego wykrywania szans i zagrożeń, jak i analiza alternatywnych scenariuszy przyszłości i jej umiejętne kształtowanie. Druk 3D jest jednym z wielu elementów układanki, które należy uwzględnić, zestawiając cele Państwa organizacji związane z branżą stoczniową z szeroką perspektywą wyzwań przyszłości. Nie jest to może proste, ale z pewnością warte wysiłku, jeśli przekłada się na trafniejsze decyzje strategiczne.



Podsumowanie

Druk 3D 2025

Podsumowanie

W raporcie przyjrzelśmy się zaledwie kilku wybranym spośród szerokiego spektrum branż, w których wytwarzanie addytywne ma duży potencjał i jest już w mniejszym lub większym zakresie wykorzystywane - od branży medycznej i żywnościowej, przez przemysł zbrojeniowy i budowlany, po przemysł rozrywkowy czy branżę zabawkarską. Przyszłość technologii druku 3D rysuje się dla każdej z nich w odmiennych barwach, jednak w toku naszych badań zaobserwowaliśmy jeden, powtarzający się niezależnie od branży wniosek – **największy potencjał druku 3D kryje się w zupełnie nowych zastosowaniach**. Zwiększenie jakości produktu i/lub efektywności jego produkcji poprzez zastąpienie obrabiarki drukarką nie niesie za sobą istotnego przełomu. Prawdziwie wielkie szanse rynkowe kryją się w dawanej przez druk 3D zdolności do wytwarzania rzeczy, których nikt dotychczas nie był w stanie zrobić, z materiałów których nikt nie był w stanie użyć i w sposób, który dotychczas był nieosiągalny. Dla większości firm nie jest to wniosek oczywisty. Prościej jest trzymać się starych przyzwyczajeń, wstawiając w rogu zakładu drukarkę 3D, o którą prosił dyrektor utrzymania ruchu, albo (przy podejściu bardziej ambitnym) skracając czas produkcji podzespołu drukując jedną z jego części. Czy możemy pochwalić się wtedy tym, że jesteśmy innowacyjni i stosujemy technologie wytwarzania addytywnego? Oczywiście! Ale czy w pełni wykorzystujemy ich potencjał i czy nie oddajemy pola komuś, kto właśnie pracuje nad wykorzystaniem tej technologii do zaoferowania zupełnie nowych kategorii produktów?

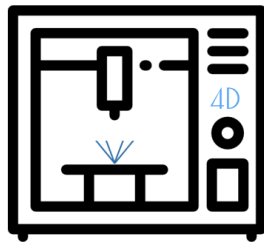
Zmiana sposobu myślenia o druku 3D wiąże się z koniecznością projektowania nowych produktów z myślą o wytwarzaniu addytywnym i możliwościach, jakie ono daje. Nie jest to proste – niejednokrotnie wymaga pozyskania kompetencji, jakich firma dotychczas nie posiadała. Pojawiają się jednak pierwsze firmy, które starają się w ten sposób wykorzystać szansę na uzyskanie przewagi strategicznej na swoim rynku lub na śmiałe wejście na rynek, na którym dotychczas nie działały. Jednocześnie nie oznacza to wcale, że druk 3D wkrótce zdominuje wszystkie branże i wszystkie ich aspekty – w wielu miejscach nie ma i długo jeszcze nie będzie przesłanek, aby zmieniać dopracowane przez dziesięciolecia do perfekcji metody wytwarzania. Podejmując się analizy strategicznej na potrzeby inwestycji, przejęć, czy planowania działań badawczo-rozwojowych, należy mieć na względzie to, jakie zupełnie nowe możliwości może Państwu dać druk 3D, w porównaniu do innych rozwiązań, po które być może warto sięgnąć. Czy Państwa konkurenci będą w stanie wykorzystać go kreatywnie, do wytwarzania nowych produktów, z nowych materiałów, albo w zupełnie inny niż dotychczas sposób w celu uzyskania przewagi rynkowej?

Tak jak wspominaliśmy na wstępie, niniejszy raport był jedynie przyczynkiem do analizy, jaką – już pod kątem swoich celów i potrzeb – powinna wykonać każda organizacja w toku analizy strategicznej. Mamy nadzieję, że był on inspirującą zachętą do podjęcia tych rozważań i – być może – do wspólnego ich kontynuowania, do czego serdecznie zapraszamy.

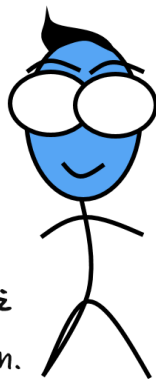
Zespół 4CF

Sprzedawca z przyszłości o druku 3D

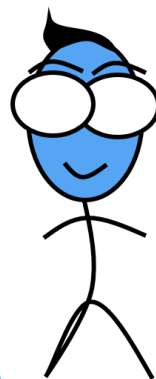
Tzw. drukarki 3D są tak naprawdę drukarkami 4D, ponieważ drukują trójwymiarowe przedmioty w czasie.



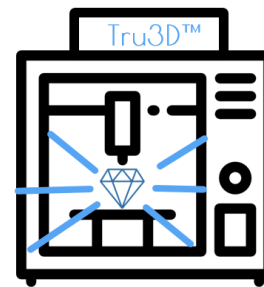
Np. ta drukuje już od 6 godzin.



Prawdziwa drukarka 3D (Tru3D™) wytwarza trójwymiarowe przedmioty bez użycia czwartego wymiaru.



! pyk!



Surf the future

www.4cf.pl



Opracowanie

4CF Sp. z o.o.



Współpraca

Cubic Inch Sp. z o.o.



Raport „Druk 3D 2025” dostępny jest na licencji Creative Commons

[Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Podziękowanie

Dziękujemy serdecznie ekspertom, którzy wzięli udział w badaniu delfickim na platformie HalnyX oraz służyli zespołowi 4CF radą w toku przygotowywania raportu. W szczególności, pragniemy podziękować przedstawicielom ITeE-PIB oraz zespołowi Cubic Inch, a także indywidualnym ekspertom, reprezentantom wiodących firm i instytucji badawczych w analizowanych sektorach.



4CF Sp. z o.o.
Wojciecha Górskiego 9
00-033 Warszawa

www.4cf.pl
info@4cf.pl
+48 22 24 72 772

Cubic Inch Sp. z o.o.
ul. Julianowska 45
05-500 Piaseczno

www.cubicinch.pl
biuro@cubicinch.pl
+48 601 375 295