

Porównanie materiałów stosowanych w produkcji nadwozi samochodowych wytwarzanych metodą druku 3D

Anna Cieśla¹, Dominika Grygier²

¹ Koło naukowe Materiałoznawstwa im. Haimana, Politechnika Wrocławska

² Katedra Inżynierii Pojazdów, Politechnika Wrocławska

SKN M



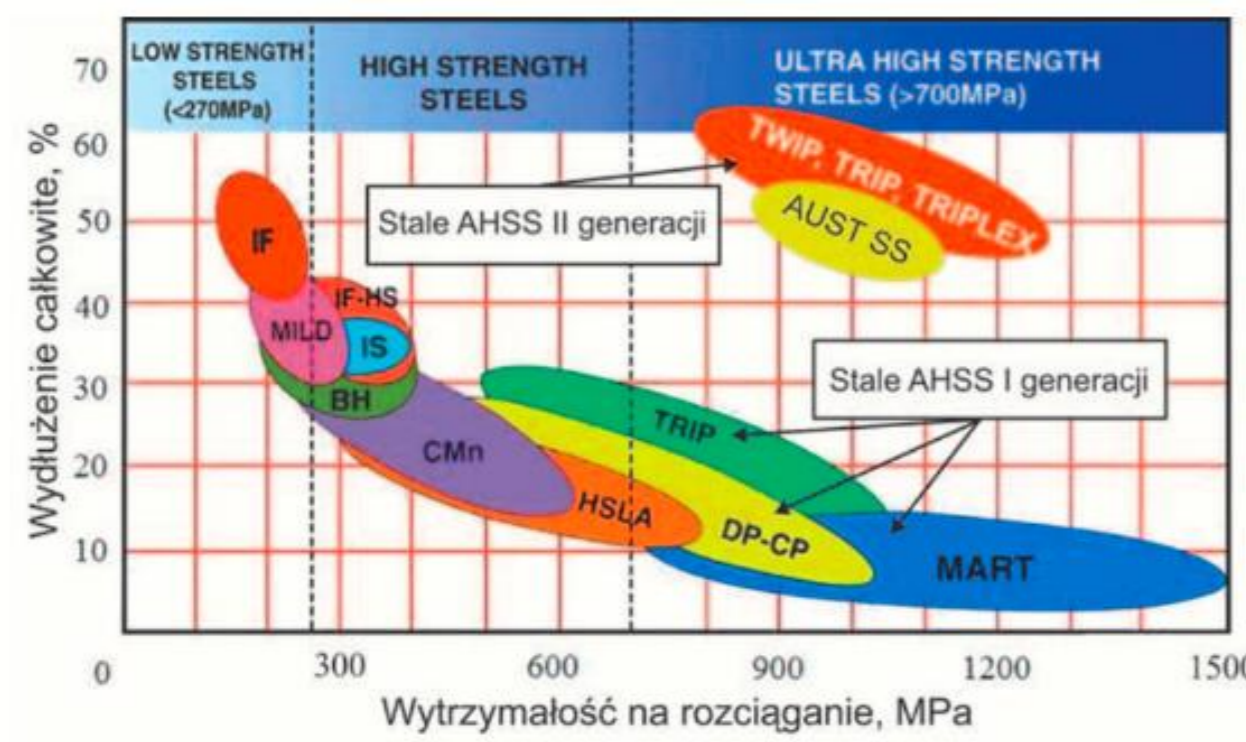
Politechnika
Wrocławska

WSTĘP

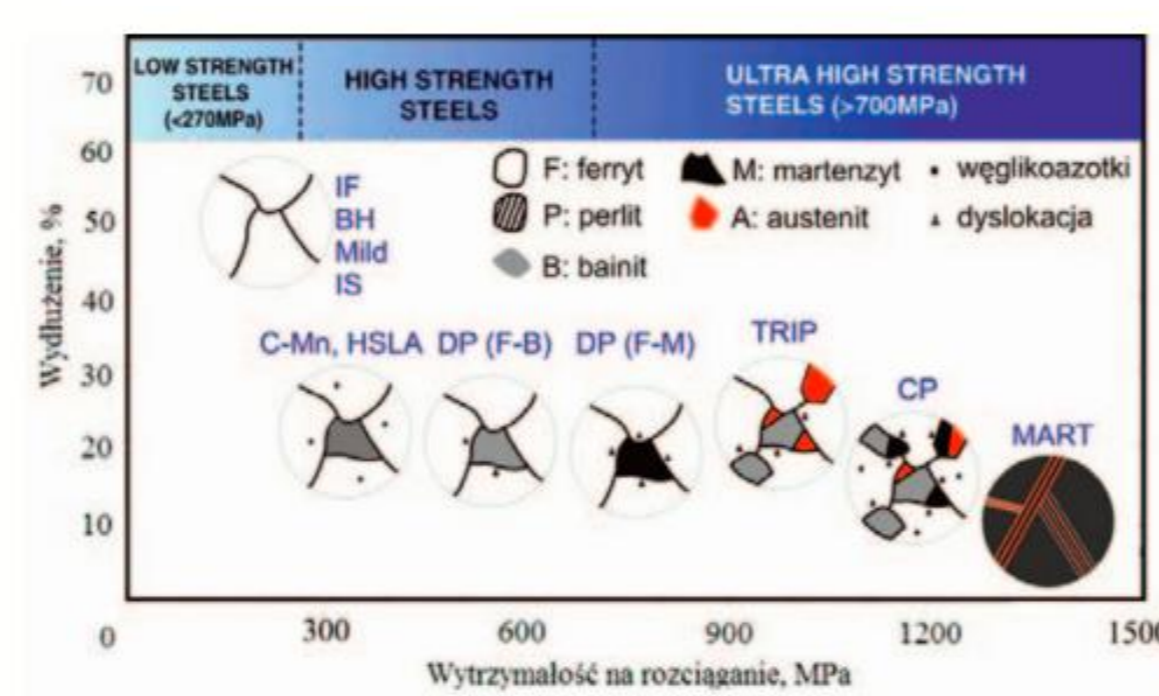
Pierwsze próby użycia druku 3D miały miejsce w latach 80, ale prawdziwy rozwój tej metody widoczny jest na przestrzeni ostatnich kilku lat. Metoda technologii addytywnej znalazła zastosowanie w dyscyplinach gospodarki związanych z budownictwem, motoryzacją, akustyką, medycyną. Additive Manufacturing (AM) inaczej drukowanie trójwymiarowe (3D printing) to proces łączenia materiałów celem wytworzenia obiektów, z modeli trójwymiarowych. Wytworzenie materiałów metodą przyrostową (AM) określono „trzecią rewolucją przemysłową”. W przeciwieństwie do dotychczasowych konwencjonalnych metod wytwarzania. Części te są budowane warstwa po warstwie. Obecnie stosowane materiały do wytworzenia karoserii samochodowych to stal, stopy aluminium, tworzywa sztuczne, kompozyty.

STAL

Materiałem najczęściej wykorzystywanym do budowy karoserii samochodowej jest stal oraz stopy aluminium. Najczęściej stosowane stale do produkowania nadwozi samochodowych, to stale miękkie plastyczne niskowęglowe, stale o wysokiej wytrzymałości BH/ HSLA oraz stale o bardzo dużej wytrzymałości AHSS. Blachy wykorzystywane do wykonania karoserii samochodowej nie powinny wykazywać wyraźnej granicy plastyczności, która związana jest ze zjawiskiem starzenia (segregacji atomów C i N do dyslokacji). Karoserie kształtuje się poprzez toczenie, ale toczenie oraz wytrzymałość są cechami przeciwstawnymi, więc specjalnie dla tego przemysłu stworzono wiele gatunków stali. Stale HSLA, martenzytyczne i w mniejszym stopniu konwencjonalne. Największy udział mają stale DP oraz BH (80%). Istotną stali BH jest jej granica plastyczności, która zostaje zwiększona, gdy wyrób jest już uformowany oraz pomalowany. Po przygotowaniu blachy jest on wzmacniany w piecu celem utwardzenia lakieru. W stanie dostawy, ta stal charakteryzuje się dobrą podatnością na kształtowanie przez odkształcenie. Stale dwufazowe wykorzystywane np. DP wyróżniają się dwoma fazami ferrytem, który stanowi osnowę i twardym martenzytem. Oprócz dużej wytrzymałości na rozciąganie cechuje je brak wyraźnej granicy plastyczności, duża szybkość umocnienia podczas odkształcenia. Stale wielofazowe TRIP zawierające ferryt, bainit i martenzyt oraz szcążkowy austenit, mają lepszą formarność niż stale dual. Charakteryzują się jednocześnie dużą wytrzymałością oraz wysoką plastycznością. Wszystko spowodowane jest modyfikacją struktury stali, poprzez doprowadzeniu do wystąpienia określonej ilości produktów przemian fazowych (tj. martenzyt, bainit i austenit szcążkowy, w określony przypadkach metastabilny austenit).



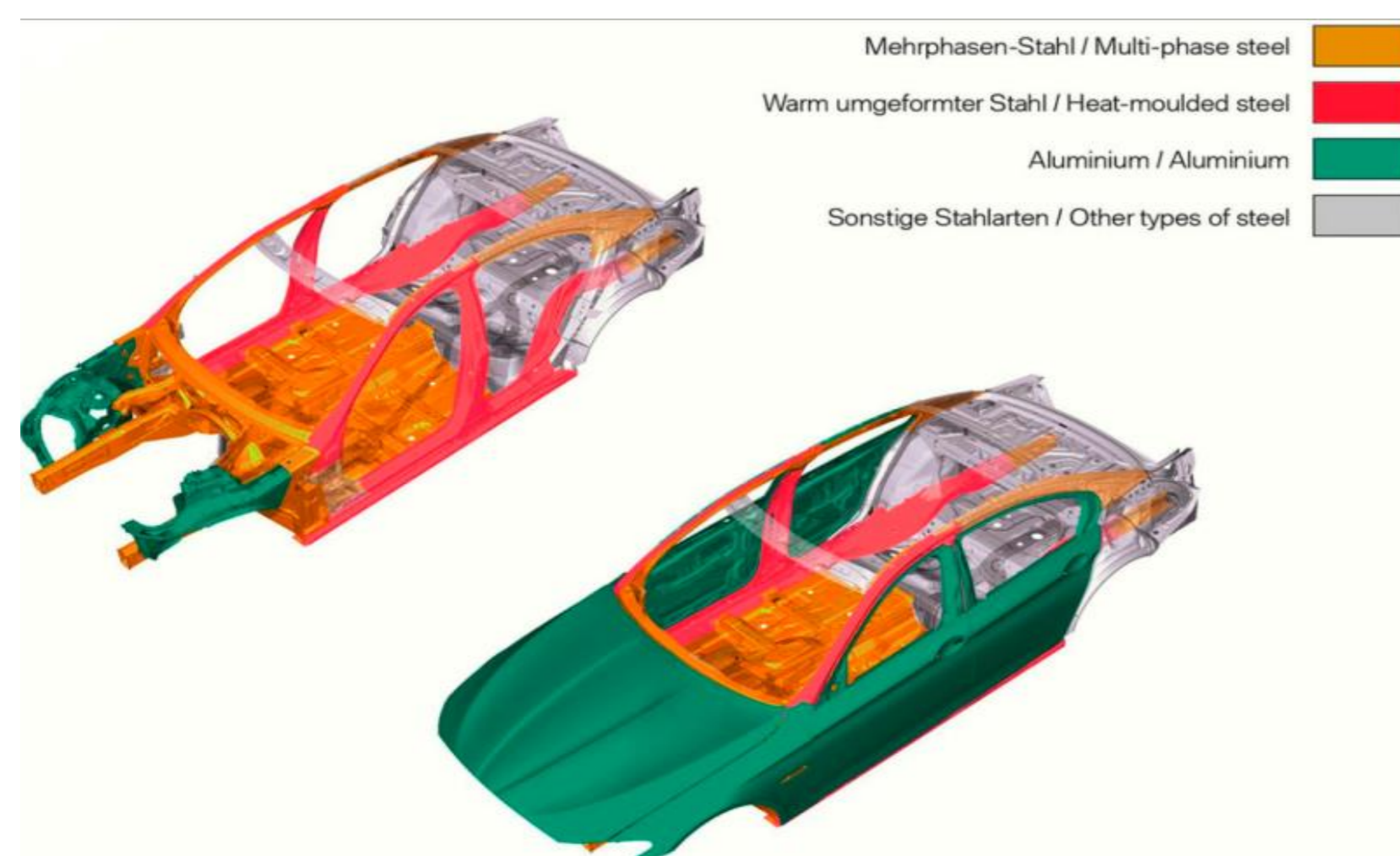
Rys 1. Zależności wydłużenia od wytrzymałości dla poszczególnych gatunków stali [4]



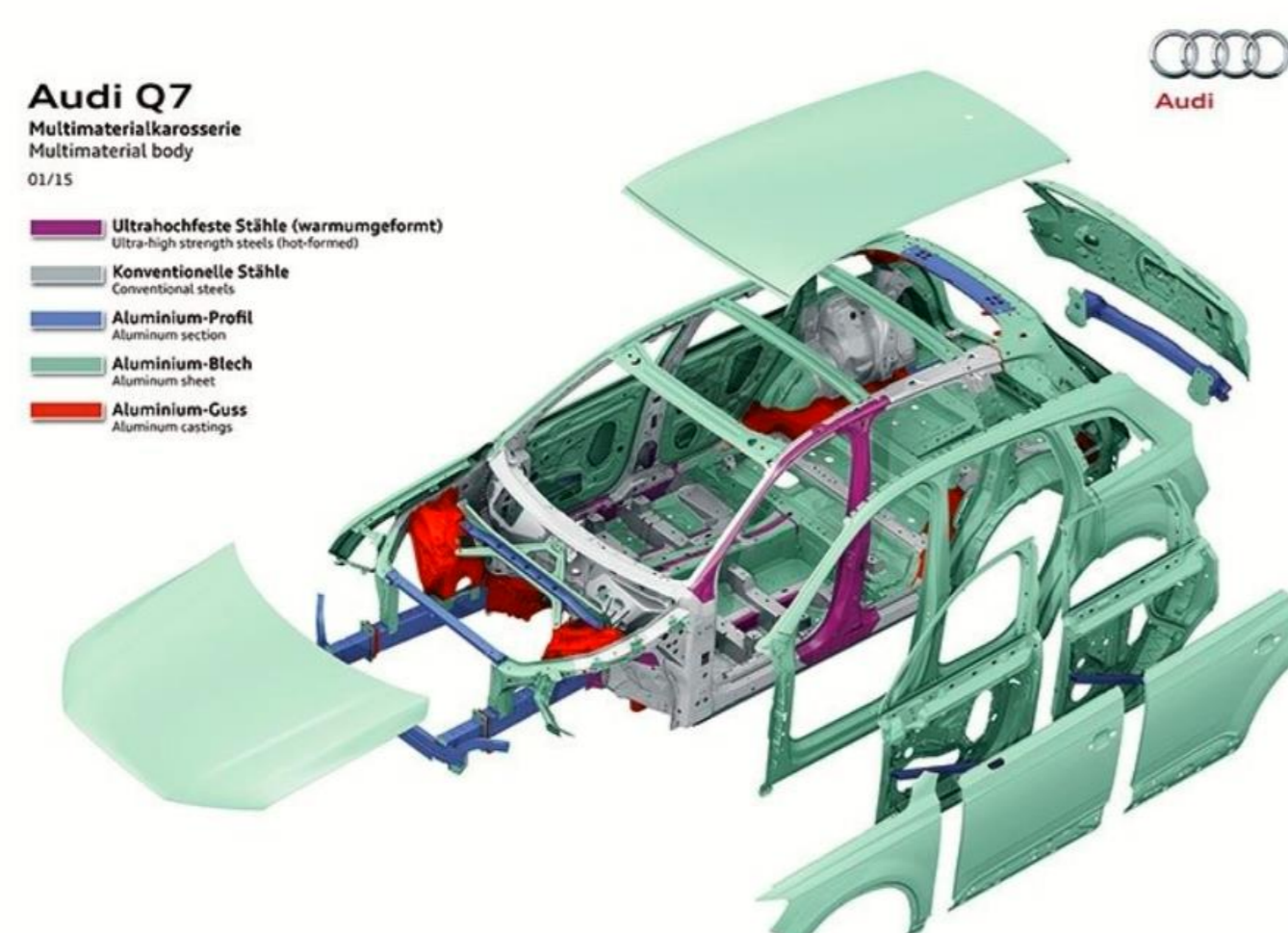
Rys 2. Schematyczne przedstawienie mikrostruktury różnych gatunków stali konwencjonalnych i wielofazowych stosowanych w motoryzacji [3]

ALUMINIUM

Aluminium od dawna znajduje zastosowanie w przemyśle samochodowym, ze względu na współczynnik sprężystości podłużnej zwanej modułem Younga, który wynosi 1/3 wartości w porównaniu do wartości tego parametru dla stali. Wartość modułu odkształcalności liniowej dla aluminium jest około dwa razy większa niż przyjęta dla stali. Dlatego w przypadku tej samej sztywności Al miałoby masę dwa razy mniejszą niż stal, jednak aby zapewnić tą samą sztywność, części aluminiowe muszą być grubsze niż części wytworzone ze stali. W pełni aluminiowe nadwozia pozwalają zaoszczędzić od 70 do 140 kg wagi w zależności od wielkości samochodu. Do produkcji części samochodowych z aluminium najczęściej stosowane są stopy AlMg(Mn), nie poddawane obróbce cieplnej lub utwardzaniu w czasie pracy. Stopy AlMgSi, które można obrabiać na ciepło, uzyskując wymaganą wytrzymałość poprzez cykl obróbki cieplnej np. dla blach (proces wypalania lakieru). W niektórych przypadkach stosuje się stopy AlZnMg, wykorzystywane do specjalnych zastosowań o wysokiej wytrzymałości. Stopy z wykorzystaniem dużej zawartości Mg poprawiają właściwości mechaniczne i antykorozyjne, zapewniają najwyższe wymagania dotyczące formowalności i hartowności wiekowej.



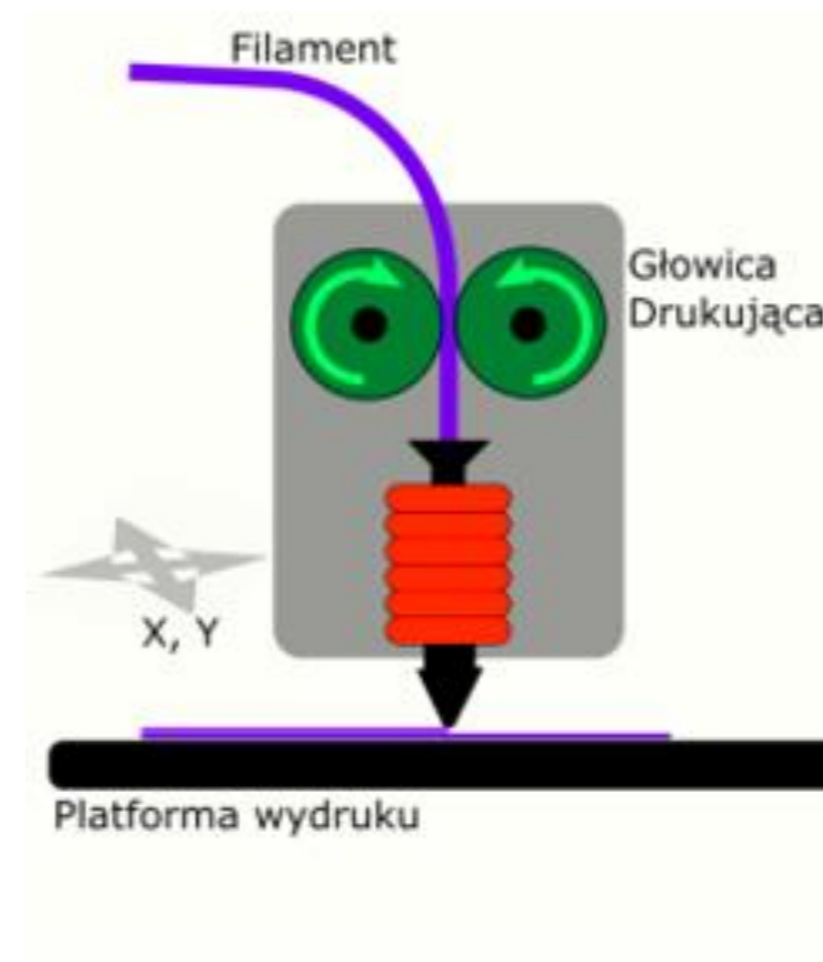
Rys 3. Przykłady zastosowań aluminiowej karoserii w BMW E60 [12]



Rys 4. Przykłady zastosowań aluminiowej karoserii w Audi Q7 [11]

METODYKA WYTWORZENIA KAROSERII Z DRUKU 3D

Powyższe opisane materiały łączą jedną cechę - dużą wagę. Mimo to, dzięki aluminium masa samochodu może zostać zmniejszona nawet o 40%. Świat motoryzacji może odmienić innowacyjna alternatywa, technologia addytywna zwana drukiem 3D. Wiele firm rozpoczęła badania lub już wprowadziła modele samochodów w których całkowicie zamieniła podstawowe materiały nadwozia na te wydrukowane metodą druku 3D. Technologia druku 3D jest wiele, najbardziej upowszechnioną metodą jest AM (Additive Manufacturing). Technologia oparta o stosunkowo proste rozwiązanie techniczne połączone z niskim kosztem eksploatacji wytworzenia produktu finalnego. Metoda polega na układaniu warstw z wytłaczanego przez dyszę tworzywa „filamentu” podgrzanego do temperatury topnienia. Dozowanie filamentu w sposób ciągły zyskuje się, przez zastosowanie tworzywa w postaci drutu o określonej średnicy. Druk, z określoną prędkością wsuwany jest do komory układu topiącego, zapewniając ciągły dopływ roztopionego tworzywa do dyszy. Głowica, zawierająca silnik przesuwający filament, cewkę roztopiającą i dyszę, przemieszcza się w czasie drukowania pojedynczej warstwy w płaszczyźnie X i Y nad obiektem. Oprogramowanie steruje kierunkiem przemieszczenia głowicy i prędkością wytłaczania filamentu. Przejście do kolejnej warstwy realizowane jest poprzez podniesienie dyszy lub obniżenie platformy z obiektem.



Rys 5. Schemat realizacji wydruku 3D metodą AD [5]



Rys 6. Urbec samochód całkowicie wytworzony metodą druku 3D [9]

MATERIAŁ STOSOWANY DO WYTWORZENIA KAROSERII

Materiałem stosowanym do wydrukowania karoserii metodą druku 3D jest ABS wzmocniony włóknem węglowym. Innowacyjne stworzenie materiału zaprojektowała firma Local Motors, która jest odpowiedzialna za wytworzenie samochodu, gdzie elementy nadwozia są wydrukowane za pomocą druku 3D. W porównaniu do zwykłego ABS ten wzmocniony włóknem węglowym oferuje lepszą przyczepność między warstwą i mniejszy skurcz oraz zwiększoną wytrzymałość na ściskanie. Dodatkową zaletą tego nowoczesnego materiału jest to, że włókno węglowe jest lżejsze niż standardowy ABS, więc części wykonane z tego materiału będą lżejsze i jednocześnie wytrzymałsze od tego samego modelu wykonanego z samego materiału ABS.



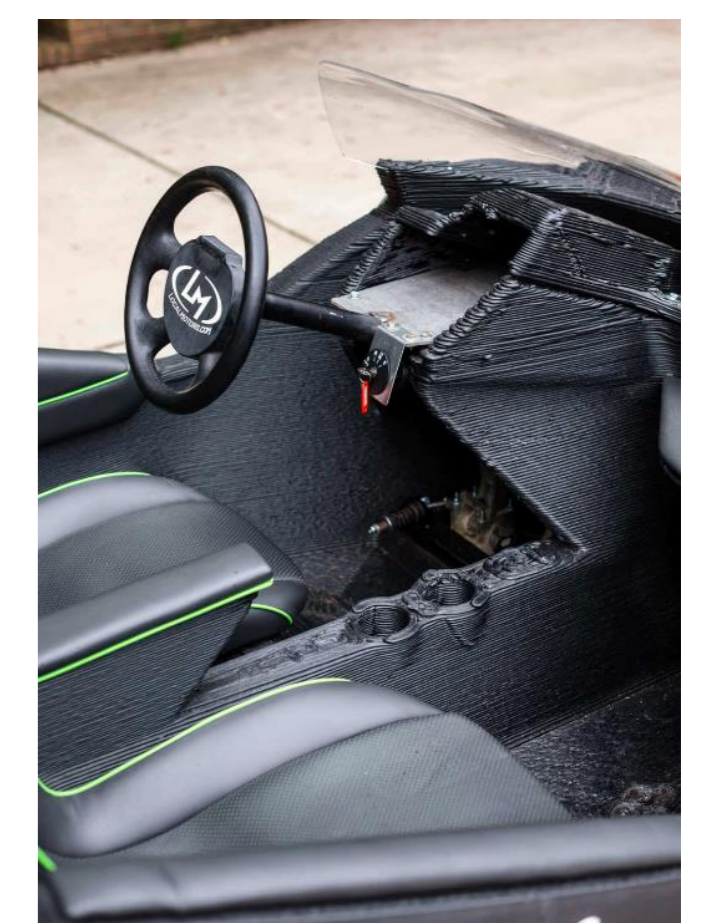
Rys 7. Karoseria Samochodu wykonanego z filamentu ABS wzmocnionym włóknem węglowym[10]

PODSUMOWANIE

Przykładem zastosowania karoserii metodą 3D jest samochód o nazwie Strati Wydrukowany za pomocą (BAAM) Big Area Additive Manufacturing. Jest to metoda wytwarzania addytywnego AM metodą osadzania ekstruzyjnego, używając do tego termoplastycznych mieszanek, które specjalnie dostosowane są do procesu AM posiadające właściwości niezbędne dla struktur inżynierskich. Wiele źródeł podaje, że największymi zaletami tego druku są szybkość powstawania części, energooszczędność, konstrukcje wykonane są o wiele lżejsze niż przy standardowym wykonaniu części oraz przy produkcji masowej o wiele niższy koszt wytworzenia części.



Rys 8,9. Samochód Strati karoseria samochodu została wykonana z druku 3D [10]



BIBLIOGRAFIA

- [1] Gofaszewski A. Nowa generacja stali ultradrobnoistej z efektem TRIP, STAL. Nowe technologie Nr 7- 8/2015.
- [2] Świątnicki W., Skolek E., Wasiak K., Wytwarzanie ultradrobnoziarnistej mikrostruktury martenzytowo-austenicytnej w stalach w procesie niepełnego hartowania i partycjonowania węgla, XVII Seminarium „nowoczesne Trendy w Obróbce Ciepłej”
- [3] dr hab. inż. Adam Grajcar, Nowoczesne stale wysokowytrzymałe dla motoryzacji I generacji
- [4] dr hab. inż. Adam Grajcar, Nowoczesne stale wysokowytrzymałe dla motoryzacji II generacji
- [5] Hirisch J., Aluminium in Innovative Light-Weight Car Design
- [6] Caban J., Szala M., Kęsik J., Czuba L., Wykorzystywanie druku 3D w zastosowaniach automotive
- [7] Choon Wee Joel Lim, Kim Quy Le, Qingyang Lu, and Chee How WongAn overview of 3-D printing in the manufacturing, aerospace, and automotive industries
- [8] Królikowski W. Polimerowe kompozyty konstrukcyjne
- [9] <https://moto.pl/MotoPl/7.88389.17279396.wideo-local-motors-strati-drukowany-samochod.html> 11.11.2022
- [10] <https://all3dp.com/test-driving-strati-local-motors-3d-printed-car/> - 11.11.2022
- [11] <https://warsztat.pl/artykuly/aluminium-w-karoserii.71628> - 11.11.2022
- [12] <https://www.bmw-klub.pl/forum/viewtopic.php?f=998&t=301473> - 11.11.2022

SKN
M

SKN
Materiałoznawstwa
im. doc. Rudolfa Halmanna