

Kompendium wiedzy – rodzaje filamentów

ABS (akrylonitryl butadien styren) – filament zaliczany do grupy materiałów technicznych, stosowanych w drukarkach 3D, pracujących w technologii przyrostowej (FDM). Ze względu na swoje własności wytrzymałościowe jest bardzo często wykorzystywany w druku prototypów funkcjonalnych. Wadą materiału jest przede wszystkim konieczność zapewnienia stabilnych warunków temperaturowych podczas druku, oraz zadbanie o odpowiednio mocną powierzchnię adhezyjną stołu roboczego, ponieważ **ABS** wyróżnia się dużym skurczem. **ABS** podobnie jak **PLA** i **PETG** występuje w bardzo szerokiej gamie kolorystycznej, jednak należy pamiętać o tym, że barwniki mają wpływ na zmiany własności wytrzymałościowych i samej jakości gotowych drukowanych modeli. **ABS** charakteryzuje się absorpcją wilgoci, dlatego aby zachować jego właściwości, powinien być przetrzymywany w suchych warunkach. Zawilgocony **ABS** charakteryzuje się tym, że podczas procesu druku 3D da się usłyszeć charakterystyczne „trzaski” wydobywające się z końcówki dyszy, mimo prawidłowo ustawionej temperatury druku. Zawilgocony **ABS** posiada dużo gorsze właściwości, co odbija się bezpośrednio na drukowanym modelu.

- Duży skurcz,
- wymagany druk na grzonym stole roboczym (90°C – 110°C),
- wskazany druk w grzanej komorze (35°C – 50°C),
- opary powstające podczas druku są toksyczne,
- nieprzyjemny zapach unoszący się podczas druku,
- rozpuszczalny w acetonie,
- niska odporność na ścieranie,
- niska gęstość,
- niski koszt materiału,
- wysoka odporność cieplna,
- absorpcja wilgoci,
- niewielka utrata własności wytrzymałościowych pod działaniem temperatury,
- słabsze własności wytrzymałościowe w warunkach normalnych w porównaniu do PLA (porównanie wartości z dok. technicznej producentów),
- wysoka udarność ,
- typowe temperatury druku (240°C - 260°C).

Oprócz standardowego **ABS**, producenci oferują **modyfikowane ABS**, które charakteryzują się mniejszym skurczem, brakiem wymagania druku w zamkniętej grzanej komorze, ograniczeniem toksycznych związków lotnych, powstających w procesie druku 3D.

ASA (Akrylonitryl Styren Akryl) - filament zaliczany do grupy materiałów technicznych stosowanych w drukarkach 3D pracujących w technologii przyrostowej (FDM). Podstawowymi właściwościami niewiele różni się od **ABS**. Cechą różniącą **ASA** od **ABS** jest odporność na promieniowanie UV i niekorzystne warunki pogodowe. Wydruki z materiału **ASA** mogą być z powodzeniem wykorzystywane wszędzie tam, gdzie występuje kontakt z zewnętrznymi niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi np. (deszcze, wiatry, ujemne temperatury, ekspozycja na promienie słoneczne). Zaletą materiału **ASA** jest to, że materiał zachowuje swoją wysoką udarność w ujemnych temperaturach, w przeciwieństwie do materiału **ABS**. **ASA** wyróżnia się dużym skurczem. **ASA**, podobnie jak PLA i PETG występuje w bardzo szerokiej gamie kolorystycznej, jednak należy pamiętać o tym, że barwniki mają wpływ na zmiany własności wytrzymałościowych i samej jakości gotowych drukowanych modeli. **ASA** charakteryzuje się absorbcją wilgoci, dlatego aby zachować jego właściwości, powinien być przetrzymywany w suchych warunkach. Zawilgocony **ASA** charakteryzuje się tym, że podczas procesu druku 3D da się usłyszeć charakterystyczne „trzaski” wydobywające się z końcówki dyszy, mimo prawidłowo ustawionej temperatury druku.

- Duży skurcz,
- wymagany druk na grzanym stole roboczym (90°C – 110°C),
- wskazany druk w grzanej komorze (35°C – 50°C),
- opary powstające podczas druku są toksyczne,
- nieprzyjemny zapach unoszący się podczas druku,
- rozpuszczalny w acetonie,
- niska odporność na ścieranie,
- niska gęstość,
- niski koszt materiału,
- wysoka odporność cieplna,
- absorbcja wilgoci,
- odporność na promieniowanie UV,
- odporność na działanie niekorzystnych warunków atmosferycznych,
- niewielka utrata własności wytrzymałościowych pod działaniem ujemnych temperatur,
- słabsze własności wytrzymałościowe w warunkach normalnych w porównaniu do PLA (porównanie wartości z dok. technicznej producentów),
- wysoka udarność ,
- typowe temperatury druku (240°C - 260°C).

BVOH (wysokowydajny kopolimer alkoholu winylowego) – Popularny materiał podporowy, stosowany w drukarkach 3D pracujących w technologii przyrostowej (FDM). Podobnie jak **PVA**, **BVOH** rozpuszcza się w wodzie, jednak cały proces przebiega sprawniej i szybciej. **BVOH** charakteryzuje się też większą prostotą druku w porównaniu do tradycyjnego **PVA**. Wadą jest dosyć wysoka cena materiału.

- Rozpuszczalny w wodzie (im cieplejsza woda, tym proces jest szybszy),
- nie wymaga grzanego stołu,
- typowe temperatury druku (190°C – 210°C),
- możliwy druk w połączeniu z materiałami wymagającymi wyższych temperatur druku (ABS, ASA, PA) – w zależności od producenta BVOH,
- wysoka absorbcja wilgoci,
- większa prostota druku w porównaniu do PVA.

HIPS (Polistyren wysoko udarowy) – materiał techniczny o właściwościach zbliżonych do **ABS**, charakteryzujący się wysoką udarnością. Ze względu na podobne do **ABS** wymagania środowiska druku, stosowany jest najczęściej jako materiał podporowy (rozpuszczalny) przy skomplikowanych wydrukach z materiału **ABS**. **HIPS** podobnie jak **ABS**, charakteryzuje się absorpcją wilgoci. Najczęściej występuje w kolorze zbliżonym do mlecznego i jest to naturalny kolor tego materiału. W zależności od producentów filamentu, **HIPS** może być barwiony, jednak wszelkie dodatki mogą powodować zmianę właściwości materiału.

- Materiał biodegradowalny,
- stosowany głównie jako materiał podporowy dla wydruków z ABS,
- własności wytrzymałościowe zbliżone do ABS,
- duży skurcz,
- opary powstające podczas druku są toksyczne,
- wymagany druk na grzonym stole roboczym (90°C – 110°C),
- wskazany druk w grzanej komorze (35°C – 50°C),
- rozpuszczalny w limonenie,
- bardzo mała gęstość (najlżejszy materiał dostępny w technologii FDM),
- typowe temperatury druku (235°C - 245°C).

Materiały domieszkowane – Na rynku filamentów można znaleźć wiele ciekawych odmian standardowych materiałów takich jak: **PLA, ABS, PETG, PA**. W porównaniu ze zwykłymi, „czystymi” odmianami filamentów, te domieszkowane wzbogacone są dodatkami pozwalającymi na zwiększenie własności wytrzymałościowych, lub pozwalającymi na tworzenie efektownych modeli pod względem wizualnym. Najczęściej stosowanymi domieszkami, mającymi poprawić własności wytrzymałościowe są:

- **Carbon fiber** – filamenty wzbogacone włóknem węglowym mają zwykle w nazwie dopisek „**CF, +CF, CF15, +CF15%**” gdzie liczba przy symbolu **CF** oznacza procentową obecność dodatku w filamencie. Wszystkie rodzaje filamentów z dodatkiem włókna węglowego występują w kolorze czarnym. Do druku z filamentów wzmocnionych włóknem węglowym, zalecane jest użycie specjalnych dysz ze stali utwardzanej, ponieważ charakteryzują się one dużo większą odpornością na ścieranie, niż tradycyjne dysze mosiężne.
- **Glass fiber** – filamenty wzbogacone włóknem szklanym mają zwykle w nazwie dopisek „**GF, +GF, GF15, +GF15%**” gdzie liczba przy symbolu **GF** oznacza procentową obecność dodatku w filamencie. Do druku z filamentów wzmocnionych włóknem szklanym, zalecane jest użycie specjalnych dysz ze stali utwardzanej, ponieważ charakteryzują się one dużo większą odpornością na ścieranie, niż tradycyjne dysze mosiężne.

Istnieją na rynku filamenty, przeznaczone do druku modeli, mających kontakt z komponentami elektronicznymi, wrażliwymi na wyładowania elektrostatyczne. Takie filamenty posiadają właściwości rozpraszające ładunki oraz antystatyczne. Zazwyczaj są to odpowiednio modyfikowane materiały **PLA, ABS, PETG**.

- **ESD** – filamenty oznaczane tym symbolem posiadają właściwości rozpraszające ładunki elektrostatyczne. Filamenty elektrostatyczne wytwarzane są na bazie **PLA, ABS, PETG**.

Druk 3D wykorzystywany jest nie tylko do prototypowania elementów konstrukcyjnych, ale również do wytwarzania modeli pokazowych, artystycznych, elementów makiet, dioram. Producenci filamentów posiadają bardzo bogatą gamę niestandardowych materiałów pozwalających na poprawę wyglądu modeli.

- **Copper** – popularny rodzaj filamentu, najczęściej na bazie **PLA** wzbogacony dodatkiem miedzi, dzięki czemu wydrukowany model można w dalszym etapie obróbki wypolerować. Wypolerowany model do złudzenia przypomina odlaną z miedzi bryłę. Do druku z filamentów wzmocnionych domieszką metali, zalecane jest użycie specjalnych dysz ze stali utwardzanej, ponieważ charakteryzują się one dużo większą odpornością na ścieranie, niż tradycyjne dysze mosiężne.
- **Iron / magnetic / aluminium** – rodzaj filamentu, najczęściej na bazie **PLA** wzbogacony dodatkiem (w zależności od rodzaju) żelaza, magnezu, lub aluminium. Wydrukowane modele są wyraźnie cięższe dzięki zawartości dodatku, oraz przypominają bryły odlane ze stali. Do druku z filamentów wzmocnionych domieszką metali, zalecane jest użycie specjalnych dysz ze stali utwardzanej, ponieważ charakteryzują się one dużo większą odpornością na ścieranie, niż tradycyjne dysze mosiężne.
- **Wood** – rodzaj filamentu, najczęściej na bazie **PLA** wzbogacony wiórkami drewna, dzięki czemu wydrukowane modele imitują bryły wyciosane z drewna. Modele drukowane

z wykorzystaniem drewnianego filamentu zachowują również charakterystyczną drewnianą woń. W zależności od producentów, dostępne są różne odcienie drewnianych filamentów, jak również zdarzają się filamenty, których kolor zmienia się w zależności od aktualnej temperatury druku. Do druku z filamentów wzmocnionych domieszką drewna, zalecane jest użycie specjalnych dysz ze stali utwardzanej, ponieważ charakteryzują się one dużo większą odpornością na ścieranie, niż tradycyjne dysze mosiężne. Ze względu na występowanie w filamencie drobinek drewna, istnieje ryzyko zatkania się dyszy posiadającej niewielką średnicę (0.4 mm i mniejsze).

- **Glow** – rodzaj filamentu, najczęściej na bazie **PLA** wzbogacony dodatkami powodującymi, że wydrukowane modele świecą w ciemności.
- **Stone / mineral** – rodzaj filamentu, najczęściej na bazie **PLA** wzbogacony dodatkami powodującymi, że drukowane modele imitują bryły wykonane z kamienia. Ze względu na występowanie w filamencie drobinek kredy i innych domieszek, istnieje ryzyko zatkania się dyszy posiadającej niewielką średnicę (0.4 mm i mniejsze).
- **Glitter** – rodzaj filamentu, najczęściej na bazie **PLA** wzbogacony dodatkiem drobinek brokatu, dzięki czemu możliwy jest druk modeli charakteryzujących się oryginalnym wyglądem. Ogromną zaletą filamentów brokatowych jest fakt, że doskonale maskują niedoskonałości powierzchni ścianek modeli. Ze względu na występowanie w filamencie drobinek brokatu, istnieje ryzyko zatkania się dyszy posiadającej niewielką średnicę (0.4 mm i mniejsze).

PA (Poliamid / Nylon) – materiał techniczny o bardzo dobrych właściwościach wytrzymałościowych. Jeden z najtrwalszych materiałów stosowanych w drukarkach 3D, pracujących w technologii przyrostowej (FDM). Występuje kilka odmian **nylonu** wykorzystywanych w druku 3D, nazywanych **PA6, PA6.6, PA12**. Każdy rodzaj wyróżnia się odmiennymi właściwościami. Wadą materiału jest podobnie jak w przypadku **ABS** zapewnienie bardzo stabilnych warunków temperaturowych w czasie druku ze względu na wysoki skurcz. Kolejną wadą jest wysoka absorbcja wilgoci. Zawilgocony nylon praktycznie nie nadaje się do druku, ze względu na słabe wiązanie warstw i kiepską jakość ścianek zewnętrznych wydruków. Czysty nylon przeznaczony do druku 3D w technologii FDM występuje w kolorze naturalnym (zbliżonym do mlecznego lub kremowego).

PA6 / PA 6.6

- Niższy skurcz w porównaniu do PA12,
- wyższa absorbcja wilgoci w porównaniu do PA12,
- wyższy skurcz niż w przypadku ABS,
- opary powstające podczas druku są toksyczne,
- wysoka odporność cieplna (w zależności od producenta od 100°C w górę),
- bardzo dobre własności wytrzymałościowe,
- wymagany druk na grzonym stole roboczym (60°C – 90°C w zależności od producenta),
- wskazany druk w grzanej komorze (35°C – 50°C),
- wysoka odporność na ścieranie,
- typowe temperatury druku (250°C – 300°C),
- wysoka odporność chemiczna.

PA12

- Niższa absorbcja wilgoci w porównaniu do PA6,
- wyższy skurcz w porównaniu do PA6,
- niższa udarność w porównaniu do PA6,
- bardzo dobre własności wytrzymałościowe,
- wyższy skurcz niż w przypadku ABS,
- wysoka odporność chemiczna,
- opary powstające podczas druku są toksyczne,
- niska odporność na promieniowanie UV,
- typowe temperatury druku (250°C – 280°C),
- wymagany druk na grzonym stole roboczym (60°C – 90°C),
- wskazany druk w grzanej komorze (35°C – 50°C).

PEEK (polieteroeteroketon) – Materiał techniczny o bardzo dobrych własnościach wytrzymałościowych i chemicznych. Jest uważany za najbardziej wytrzymały mechanicznie materiał dostępny do druku w technologii przyrostowej (FDM). Charakteryzuje się bardzo wysoką odpornością temperaturową (w zależności od deklaracji różnych producentów, odporność temperaturowa wynosi nawet do 350°C). **PEEK** dostępny jest jako czysty materiał, jak również w wariantach domieszkowanych włóknem węglowym bądź włóknem szklanym. Filament dostępny jest najczęściej w barwie zbliżonej do beżowego, lub czarnej. W przypadku filamentu **PEEK+CF** zawsze jest to barwa czarna. Nie jest to materiał polecany dla początkujących użytkowników drukarek 3D. Druk z użyciem materiału **PEEK** wymaga dużego doświadczenia z odpowiednim doбором parametrów druku i przygotowania urządzenia. Materiał ten wymaga zapewnienia stabilnych warunków temperaturowych. **PEEK** charakteryzuje się absorpcją wilgoci, dlatego aby zachować jego właściwości, powinien być przetrzymywany w suchych warunkach. Zawilgocony **PEEK** charakteryzuje się tym, że podczas procesu druku 3D da się usłyszeć charakterystyczne „trzaski” wydobywające się z końcówki dyszy, mimo prawidłowo ustawionej temperatury druku. Zawilgocony **PEEK** posiada dużo gorsze właściwości, co odbija się bezpośrednio na drukowanym modelu.

- Bardzo dobre własności wytrzymałościowe,
- wysoka udarność,
- wysoka sztywność,
- bardzo wysoka odporność temperaturowa (do 350°C)
- wysoka odporność na działanie smarów, rozpuszczalników itp.,
- opary powstające podczas druk są toksyczne,
- wymagany druk na grzanym stole roboczym (120°C – 160°C),
- wymagany druk w grzanej komorze (60°C-100°C),
- typowe temperatury druku (350°C- 450°C),
- bardzo wysoki koszt materiału,
- wysoki skurcz materiału,
- wysoka absorpcja wilgoci

PC (poliwęglan / polikarbon) – Materiał techniczny o bardzo dobrych własnościach wytrzymałościowych. Charakteryzuje się wysoką udarnością i sztywnością. Jeden z najtrwalszych materiałów stosowanych w drukarkach 3D pracujących w technologii przyrostowej (FDM). Poliwęglan dostępny jest standardowo w postaci bezbarwnej, i charakteryzuje się wysoką transparentnością. W zależności od producenta filamentu, możliwy jest zakup tego materiału w wersji barwionej, jednak należy mieć na uwadze, że barwnik może mieć wpływ na właściwości materiału. Druk 3D z wykorzystaniem poliwęglanu nie należy do najłatwiejszych. Podstawową wadą tego materiału jest bardzo wysoka absorbcja wilgoci i skurcz. Zawilgocony poliwęglan zupełnie nie nadaje się do użytku, ze względu na bardzo słabe wiązanie warstw. Wysoki skurcz wymusza zachowanie bardzo stabilnych warunków temperaturowych, panujących w komorze roboczej.

- Bardzo dobre własności wytrzymałościowe,
- wysoka udarność,
- wysoka sztywność,
- wysoka twardość,
- opary powstające podczas druku są bardzo toksyczne,
- wymagany druk na grzanym stole roboczym (90°C – 140°C),
- wskazany druk w grzanej komorze (50°C – 60°C),
- typowe temperatury druku (250°C – 320°C),
- bardzo wysoki skurcz,
- materiał samogasnący,
- wysoka absorbcja wilgoci,
- wysoka odporność cieplna (w zależności od producenta od 100°C w górę).

PC/ABS (poliwęglan / akrylonitryl butadien styren) – Materiał techniczny, będący mieszaniną dwóch materiałów: **PC** i **ABS** zwykle w proporcjach (80% **ABS** 20% **PC**). Dzięki połączeniu tych dwóch materiałów, otrzymujemy filament łączący cechy materiału **ABS** i **PC** co jest bardzo dobrą alternatywą w sytuacji, gdy potrzebne jest stworzenie wytrzymałych funkcjonalnych części prototypowych, których wydrukowanie z czystego **PC** byłoby problematyczne. **PC/ABS** charakteryzuje się mniejszym skurczem, niż klasyczny **ABS** lub **PC**. Materiał ten charakteryzuje się absorpcją wilgoci, dlatego aby zachować jego właściwości, powinien być przetrzymywany w suchych warunkach. Zawilgocony **PC/ABS** charakteryzuje się tym, że podczas procesu druku 3D da się usłyszeć charakterystyczne „trzaski” wydobywające się z końcówki dyszy, mimo prawidłowo ustawionej temperatury druku. Zawilgocony **PC/ABS** posiada dużo gorsze właściwości, co odbija się bezpośrednio na drukowanym modelu

- Wysoka udarność,
- wysoka twardość,
- bardzo dobre własności wytrzymałościowe,
- mniejszy skurcz niż w przypadku klasycznego materiału ABS lub PC,
- mniejsza absorpcja wilgoci niż PC,
- wymagany druk na grzanym stole roboczym (90°C – 120 °C),
- wskazany druk w grzanej komorze (30°C – 60°C),
- typowe temperatury druku (250°C – 280 °C),
- opary powstające podczas druku są toksyczne,
- nieprzyjemny zapach unoszący się podczas druku,
- niewielka utrata własności wytrzymałościowych pod działaniem temperatury,

PEI (polieteroimid / ULTEM) – Materiał techniczny o bardzo dobrych własnościach wytrzymałościowych i chemicznych, zbliżonych do materiału **PEEK**. Materiał **PEI** stosowany w drukarkach 3D, pracujących w technologii przyrostowej (FDM) występuje często pod nazwą handlową **ULTEM**. Przy bezpośrednim porównaniu własności wytrzymałościowych z materiałem **PEEK**, **PEI** jest słabszym materiałem, jednak charakteryzuje się większą prostotą druku, niż klasyczny **PEEK**. Bardzo ważną zaletą **PEI** jest wysoka ognioodporność. Materiał ten jest niepalny. Podobnie jak **PEEK**, **PEI** posiada wysoką odporność chemiczną. Jest bardzo często wykorzystywany w przemyśle lotniczym. **PEI** charakteryzuje się absorpcją wilgoci, dlatego aby zachować jego właściwości, powinien być przetrzymywany w suchych warunkach. Zawilgocony **PEI** charakteryzuje się tym, że podczas procesu druku 3D da się usłyszeć charakterystyczne „trzaski” wydobywające się z końcówki dyszy, mimo prawidłowo ustawionej temperatury druku. Zawilgocony **PEI** posiada dużo gorsze właściwości, co odbija się bezpośrednio na drukowanym modelu

- Bardzo dobre własności wytrzymałościowe (zbliżone do PEEK),
- Wysoka udarność,
- Wysoka sztywność,
- bardzo wysoka odporność temperaturowa (do 200°C)
- Wysoka odporność chemiczna
- Opary powstające podczas druku są toksyczne,
- wymagany druk na grzanym stole roboczym (120°C – 160°C),
- wymagany druk w grzanej komorze (50°C-80°C),
- typowe temperatury druku (350°C- 380°C),
- wysoki skurcz materiału
- wysoka absorpcja wilgoci
- materiał niepalny
- wysoka ognioodporność
- wysoki koszt materiału (niższy w porównaniu do PEEK)

PETG (Politereftalen etylu + glikol) – zaraz po **PLA** kolejny z popularnych materiałów stosowanych w drukarkach 3D pracujących w technologii przyrostowej (FDM). Charakteryzuje się lepszymi właściwościami wytrzymałościowymi (szczególnie udarność) i lepszą odpornością cieplną a także odpornością na niekorzystne działanie smarów. **PETG** występuje w bardzo szerokiej gamie kolorystycznej. Materiał ten powinien być przechowywany w suchych warunkach. Działanie wilgoci odbija się negatywnie na właściwościach materiału oraz procesie samego druku 3D. Charakterystyczną cechą zawilgoconego **PETG** jest pojawianie się nitek przy przejazdach jałowych głowicy, mimo poprawnie skonfigurowanego profilu druku 3D.

- Dobre właściwości wytrzymałościowe (wyższe niż PLA),
- wysoka udarność,
- niewielki skurcz,
- chłonie wilgoć,
- zalecany druk na grzonym stole roboczym (~60°C),
- odporność na działanie typowych smarów,
- brak odporności na działanie promieni UV,
- dobra odporność na ścieranie,
- dobra wytrzymałość cieplna (generalnie wyższa niż PLA),
- typowe temperatury druku (230°C - 250°C).

PLA (Polilaktyd) – jeden z podstawowych materiałów stosowanych w drukarkach 3D pracujących w technologii przyrostowej (FDM). Charakteryzuje się dużą prostotą druku i własnościami wytrzymałościowymi odpowiednimi dla większości elementów prototypowych a szczególnie ozdobnych. PLA dostępne jest w bardzo szerokiej gamie kolorystycznej. **PLA** nie jest odporny na długotrwałe działanie podwyższonych temperatur (+60°C) i po pewnym czasie zaczyna nieodwracalnie się odkształcać. **PLA** nie nadaje się również do druku elementów pracujących długotrwałe pod obciążeniem.

- Materiał biodegradowalny,
- nie wymaga grzanego stołu,
- bardzo mały skurcz,
- brak odporności na działanie promieni UV,
- odkształca się pod wpływem działania wysokiej temperatury,
- dobre własności wytrzymałościowe,
- typowe temperatury druku – (190°C – 230°C).

Oprócz standardowego **PLA** dostępnego na rynku, producenci oferują **modyfikowane PLA**, które charakteryzują się podwyższonymi własnościami wytrzymałościowymi przy jednoczesnym zachowaniu prostoty druku.

PMMA (Polimetakrylan metylu / Plexi) – Wysoce transparentny materiał techniczny, stosowany w drukarkach 3D pracujących w technologii przyrostowej (FDM). Charakteryzuje się odpornością na warunki atmosferyczne oraz dobrą przepuszczalnością promieniowania UV. Nie jest prostym materiałem do druku 3D w technologii FDM, ze względu na skurcz i konieczność zapewnienia stabilnych warunków temperaturowych, a także precyzyjnego dobrania parametrów druku. Za niska temperatura powoduje rozwarstwianie się wydruku, natomiast za duża temperatura powoduje przegrzanie materiału, co prowadzi do pogorszenia wyglądu ścianek wydruku. **PMMA** jako filament występuje jako bezbarwny, jak również dostępny jest w podstawowej gamie kolorów RGB.

- Wysoka transparentność,
- przepuszcza promieniowanie UV,
- odporny na działanie warunków atmosferycznych,
- opary powstające podczas druku są toksyczne,
- duży skurcz,
- wymagany druk na grzanym stole roboczym (90°C – 110°C),
- wskazany druk w grzanej komorze (30°C – 40°C),
- typowe temperatury druku (230°C – 250°C).

POM (Polioksymetylen) – Materiał techniczny o bardzo dobrych właściwościach wytrzymałościowych, charakteryzujący się wysoką sztywnością a dodatkowo wysoką odpornością chemiczną (podobnie jak **PP**). Nie chłonie wody i jest odporny na działanie promieniowania UV. Nie jest prostym materiałem do druku 3D w technologii FDM ze względu na wysoki skurcz i konieczność zapewnienia stabilnych warunków temperaturowych wewnątrz komory roboczej drukarki. **POM** jako filament występuje najczęściej w formie bezbarwnej lub czarnej.

- Wysoka odporność chemiczna,
- duży skurcz,
- wysoka sztywność,
- wysoka udarność,
- niski współczynnik tarcia,
- wysoka wytrzymałość zmęczeniowa,
- bardzo dobre właściwości wytrzymałościowe,
- wymagany druk na grzanym stole roboczym (70°C – 120°C),
- wskazany druk w grzanej komorze (40°C – 60°C),
- typowe temperatury druku (250°C – 280°C),
- opary powstające podczas druku są bardzo toksyczne,
- materiał łatwopalny,
- materiał Niegasnący.

PP (polipropylen) – Materiał techniczny o wysokiej odporności chemicznej, wysokiej elastyczności. Charakteryzuje się on dużą odpornością chemiczną, zwłaszcza w temperaturze pokojowej, w której jest prawie całkowicie odporny na działanie kwasów, zasad i soli, a także rozpuszczalników organicznych. Polipropylen jest materiałem palnym, bezbarwnym, bezwonnym i niewrażliwym na działanie wody. Nie jest prostym materiałem do druku 3D w technologii FDM ze względu na wysoki skurcz i konieczność zapewnienia stabilnych warunków temperaturowych wewnątrz komory roboczej drukarki. **PP** jako filament występuje w odmianie bezbarwnej, nie stosuje się dodatków barwników.

- Wysoka odporność chemiczna,
- duży skurcz,
- niska gęstość,
- materiał elastyczny,
- wysoka oporność (dobry izolator),
- niski współczynnik tarcia,
- wysoka wytrzymałość zmęczeniowa,
- wymagany druk na grzanym stole roboczym (70°C – 100°C),
- wskazany druk w grzanej komorze (40°C – 50°C),
- typowe temperatury druku (240°C – 270°C),
- bardzo dobra spajalność warstw,
- opary powstające podczas druku są bardzo toksyczne.

PVA (Polialkohol winylu) – Popularny materiał podporowy, stosowany w drukarkach 3D pracujących w technologii przyrostowej (FDM). **PVA** rozpuszcza się w wodzie, dzięki czemu możliwy jest druk modeli o skomplikowanej geometrii, lub takich gdzie usunięcie podpór drukowanych z bazowego materiału byłoby niemożliwe ze względu na brak fizycznego dostępu dla narzędzi. Wadą **PVA** jest wysoka absorbcja wilgoci. Zawilgocony **PVA** praktycznie nie nadaje się do użytku, objawia się to bardzo częstym zatykaniem się w głowicy i charakterystycznymi dźwiękami „trzaskania” wydobywającymi się z końcówki dyszy.

- Rozpuszczalny w wodzie (im cieplejsza woda, tym proces jest szybszy),
- nie wymaga grzanego stołu,
- typowe temperatury druku – (190°C – 210°C),
- odkształca się pod wpływem działania wysokiej temperatury,
- wysoka absorbcja wilgoci.

TPU (termoplastyczny Poliuretan) – materiał gumo-podobny z powodzeniem wykorzystywany w drukarkach 3D pracujących w technologii przyrostowej (FDM) do wytwarzania prototypowych elementów, które muszą charakteryzować się właściwościami zbliżonymi do gumy. Dostępny jest w zależności od producentów, w różnych skalach twardości Shore’a. Materiał występuje w szerokiej gamie kolorystycznej.

- Bardzo dobra spajalność warstw,
- posiada cechy gumy,
- odporność na działanie smarów,
- bardzo dobre własności wytrzymałościowe,
- zalecany druk na grzonym stole roboczym (w zależności od producenta 40°C – 80°C),
- generalnie niski skurcz (zależny od danego producenta i rodzaju TPU),
- wymaga niskich prędkości druku (20-40 mm/s),
- typowe temperatury druku (200°C – 240°C).

Nazwa **TPU** jest umownie przyjęta dla wszystkich materiałów termoplastycznych występujących w postaci filamentów, przeznaczonych dla drukarek 3D pracujących w technologii przyrostowej (FDM). Producenci nie zawsze ją stosują i różnie nazywają swoje materiały np.: (Flex, Fiberflex, NinjaFlex, Flex MH)