

3DGENCE MATERIAŁY PODPOROWE

DOBRE PRAKTYKI



Spis treści

1. WSTĘP	3
2. PODPORY WYŁAMYWANE ORAZ WYPŁUKIWANE	3
2.1. Definicje	3
2.2. Zestawienie materiałów	4
2.3. Dobór odpowiedniego materiału podporowego.....	4
3. PODPORY WYŁAMYWANE	6
4. PODPORY WYPŁUKIWANE	6
4.1. BVOH.....	7
4.1.1. Podstawowe dane o materiale	7
4.1.2. Wymagane oprzyrządowanie	7
4.1.3. Środki bezpieczeństwa	7
4.1.4. Proces rozpuszczania	8
4.1.5. Utylizacja roztworu.....	8
4.1.6. Użytkowanie i przechowywanie materiału.....	8
4.2. ESM-10.....	9
4.2.1. Podstawowe dane o materiale	9
4.2.2. Wymagane oprzyrządowanie	9
4.2.3. Środki bezpieczeństwa	11
4.2.4. Przygotowanie roztworu	11
4.2.5. Proces rozpuszczania	12
4.2.6. Płukanie i suszenie modelu.....	13
4.2.7. Utylizacja roztworu.....	14
4.2.8. Czyszczenie stacji	14
4.2.9. Przechowywanie materiału	14

1. WSTĘP

Technologia FFF (Fused Filament Fabrication), w której pracują drukarki 3DGence działa na zasadzie osadzania termoplastycznego tworzywa sztucznego warstwa po warstwie na platformie roboczej, spajając je w ten sposób z poprzednimi warstwami. Specyfika tej technologii wymaga stosowania dodatkowych struktur podporowych. Podpory są wyłamywane lub rozpuszczalne w zależności od wybranego materiału. W drukarkach 3DGence struktury podporowe mogą być drukowane z tej samej głowicy, co docelowy model lub z dodatkowej, dedykowanej głowicy w przypadku drukarek dwugłowicowych. Przed rozpoczęciem procesu druku należy dobrać odpowiedni materiał podporowy, dopasowany do geometrii modelu. Umożliwi to łatwe odseparowanie zastosowanych struktur podporowych od modelu po zakończeniu procesu druku. Podpory powinny zostać usunięte w sposób nie uszkadzający modelu.

2. PODPORY WYŁAMYWANE ORAZ WYPŁUKIWANE

2.1. Definicje

Podpory wyłamywane to rodzaj struktur, które są usuwane ręcznie za pomocą odpowiednich narzędzi. Wyłamywane materiały podporowe stosuje się w modelach o prostej geometrii, które nie wymagają zastosowania skomplikowanych struktur podporowych. Ten rodzaj podpór może być drukowany z tego samego materiału jak docelowy model (w przypadku drukarek jednogłowicowych) lub z innego, charakteryzującego się mniejszą adhezją do modelu, co znacząco ułatwia ich usunięcie (w przypadku drukarek dwugłowicowych). Przykład wydrukowanych modeli z wyłamywaną podporą przedstawiono na rys.1 i rys.2.



Rys. 1 Model wydrukowany z materiału modelowego ABS i materiału podporowego HIPS



Rys. 2 Model wydrukowany z materiału modelowego PLA i materiału podporowego PLA

Podpory rozpuszczalne to rodzaj struktur wykonanych z dedykowanego materiału podporowego, innego niż modelowy, które można rozpuścić poprzez zanurzenie wydruku w wodzie lub w roztworze. Korzysta się z nich w drukarkach dwugłowicowych, zwłaszcza w przypadku druku modeli o skomplikowanej geometrii, w których niemożliwe lub trudne jest mechaniczne usunięcie podpór. Przykład wydrukowanego modelu z rozpuszczalną podporą z materiału BVOH przedstawiono na rys.3, natomiast model z rozpuszczalną podporą z ESM-10 na rys.4.



Rys. 3 Model wydrukowany z materiału modelowego PLA i materiału podporowego BVOH



Rys. 4 Model wydrukowany z materiału modelowego PEEK i materiału podporowego ESM-10

2.2. Zestawienie materiałów

W zależności od rodzaju materiału modelowego można zastosować podpory wyłamywane lub rozpuszczalne. Zestawienie kompatybilnych ze sobą materiałów 3DGence na dzień 07.12.2018r. zostało przedstawione w tab.1.

Tab. 1 Zestawienie kompatybilnych materiałów

Materiał bazowy	Materiał wyłamywany	Materiał rozpuszczalny
ABS	HIPS-X, ABS	ESM-10
Smart ABS	HIPS-X	-
PLA	PLA	BVOH
ASA	HIPS-X	-
PET	HIPS-X, PET	BVOH
PET-G	PET-G	-
PP	HIPS-X, PP	BVOH
CoPa Polymide (Nylon)	ABA	-
PC	ABS	-
PC-ABS	ABS	-
CF-PC	ABS	-
ESD-PC	ABS	-
PEEK	Dedykowany materiał podporowy	ESM-10
Fiberflex 40D	Fiberflex 40D	-
Primalloy	Primalloy	-
HIPS-X	HIPS-X	-

2.3. Dobór odpowiedniego materiału podporowego

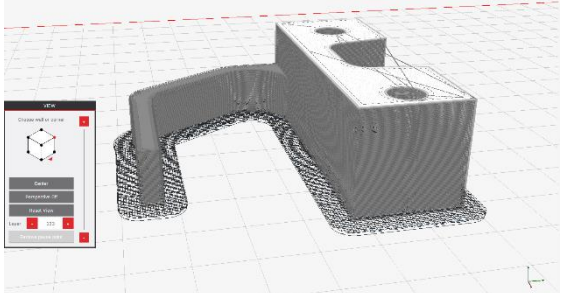
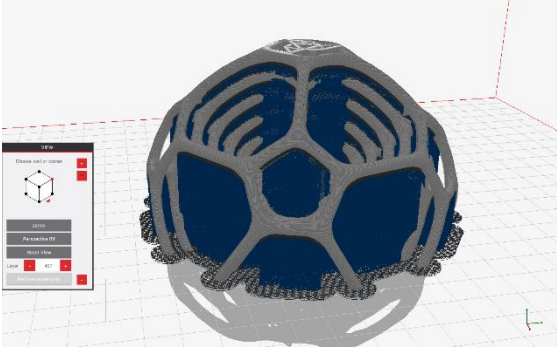
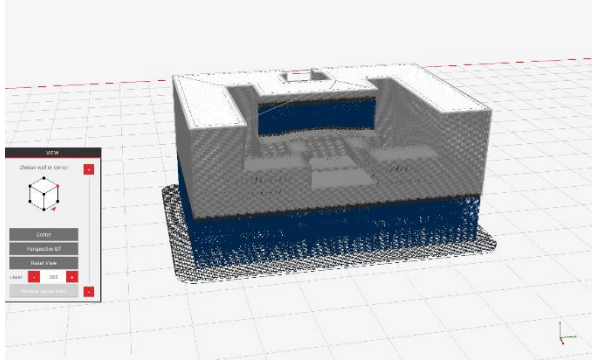
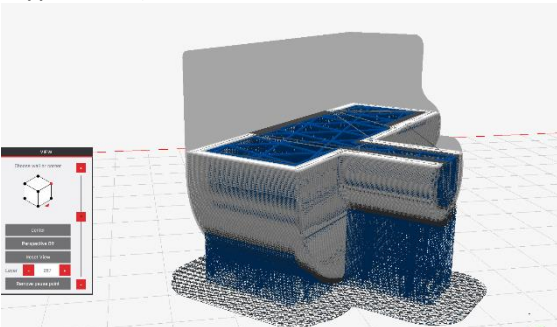
Podpory wyłamywane i rozpuszczalne cechują się innymi właściwościami. Wybór odpowiedniego rodzaju materiału podporowego zależy w głównej mierze od geometrii modelu. Zalety i wady struktur wyłamywanych i rozpuszczalnych zostały przedstawione w tab.2. Zestawienie te ułatwi wybór odpowiedniego rodzaju materiału podporowego. Przy doborze struktur podporowych należy również wziąć pod uwagę rodzaj drukarki jaką posiadamy oraz aktualnie dostępne kombinacje materiałowe w oprogramowaniu 3DGence Slicer (tab.1).

Tab. 2 Zalety i wady podpór wyłamywanych i rozpuszczalnych

Podpora wyłamywana	Podpora rozpuszczalna
Zalety	
<ul style="list-style-type: none"> możliwość drukowania modelu i podpór wyłącznie z jednego materiału, co eliminuje konieczność korzystania z dwóch różnych rodzajów materiałów czas druku jest krótszy przy wykorzystaniu jednego rodzaju materiału dla modelu i podpór brak konieczności posiadania dodatkowego urządzenia (tj. stacji do rozpuszczania podpór) niższe koszty materiału szybszy czas oczyszczania dla prostych geometrii 	<ul style="list-style-type: none"> bardzo mały udział pracy ludzkiej i zaangażowania ze strony użytkownika lepsza jakość powierzchni od strony podpory możliwość wykonania bardzo skomplikowanych geometrii (np. częściowo zamkniętych komór lub kanałów wewnątrz modelu, geometrii cienkościennych i ażurowych)
Wady	
<ul style="list-style-type: none"> trudności w oczyszczaniu skomplikowanych geometrii czasochłonny proces oczyszczania wymagający zaangażowania ze strony użytkownika ryzyko uszkodzenia geometrii modelu niższa jakość podpartych powierzchni 	<ul style="list-style-type: none"> konieczność posiadania dodatkowego urządzenia (stacja do rozpuszczania podpór) konieczność przygotowania rozpuszczalnika i jego utylizacji po zakończeniu procesu dłuższy czas oczyszczania modelu z podpór

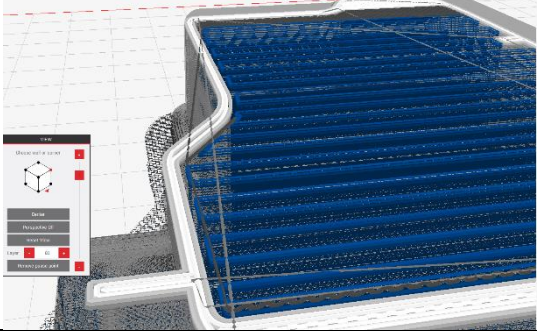
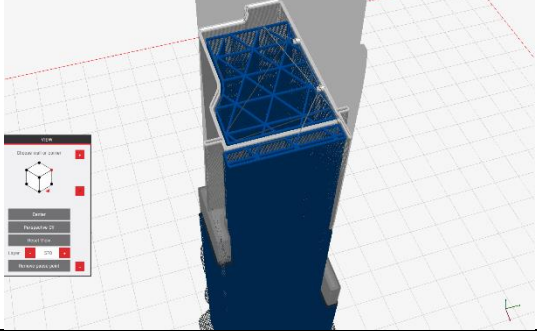
W zależności od stopnia skomplikowania geometrii modelu, którą chcemy wydrukować jest możliwość wyboru wyłamywanych i rozpuszczalnych struktur podporowych. W tab. 3 przedstawiono przykłady modeli, w których warto zastosować podpory wyłamywane, a w których lepiej zastosować podpory rozpuszczalne.

Tab. 3 Rodzaje geometrii

Podpora wyłamywana	Podpora rozpuszczalna
<ul style="list-style-type: none"> prosta bryła bez potrzeby stosowania podpór, w której podporą jest jedynie raft 	<ul style="list-style-type: none"> model ażurowy lub z bardzo cienką ścianką 
<ul style="list-style-type: none"> przestrzeń, która wymaga podparcia i możliwe jest proste usunięcie podpory 	<ul style="list-style-type: none"> model z pustą przestrzenią w środku i brakiem dostępu do podpory (możliwe jest tylko jej wyplukanie) 

W oprogramowaniu 3DGence Slicer możliwy jest wybór rodzaju struktury podporowej – standardowe (rigid support: disabled) wzmocnione (rigid support: enabled). Podpora standardowa jest łatwa do usunięcia w przeciwieństwie do wzmocnionej, trudniejszej do usunięcia podpory. W tab.4 przedstawiono zastosowanie oraz zalety obu podpór.

Tab. 4 Podpory typu standard i rigid w 3DGence Slicer

Podpora standardowa (rigid support: disabled)	Podpora wzmocniona (rigid support: enabled)
Zastosowanie	
<p>Zalecana do prostych geometrii przy wykorzystaniu wyłamywanego materiału podporowego</p> 	<p>Zalecana przy wykorzystaniu rozpuszczalnego materiału podporowego</p> 
Zalety	
<ul style="list-style-type: none"> podpory bardzo łatwe do usunięcia krótszy czas druku niższe zużycie materiału 	<ul style="list-style-type: none"> znacznie stabilniejsze podparcie dla smukłych i wysokich struktur podporowych wyższy stopień niezawodności dla skomplikowanych geometrii

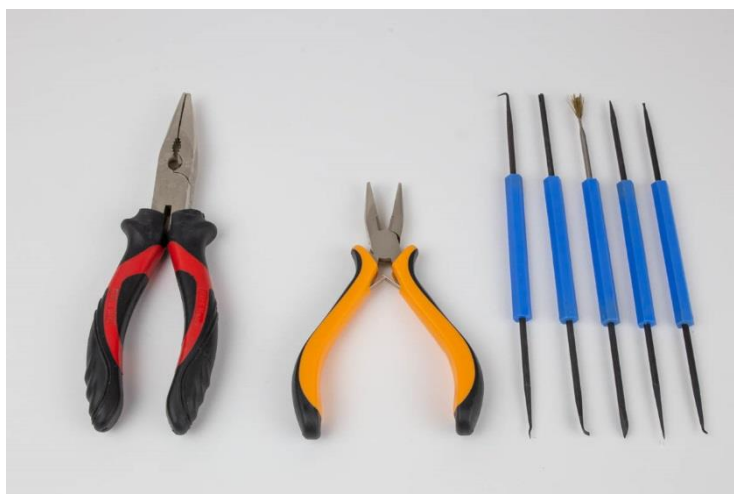
3. PODPORY WYŁAMYWANE

Wyłamywane podpory są rodzajem struktur, które należy usunąć ręcznie. Zastosowanie odpowiednich narzędzi może znacząco skrócić czas potrzebny na usunięcie materiału podporowego. Przykładowe, przydatne narzędzia zostały pokazane na rys.5. Może jednak okazać się, że standardowe narzędzia są niewystarczające. W takim przypadku konieczne będzie wykonanie własnych, niestandardowych narzędzi, aby lepiej odseparować podpory od modelu, np.: płaski wkrętak z zagiętą końcówką.

UWAGA: należy zachować szczególną ostrożność podczas stosowania narzędzi.

W celu usunięcia podpór z modelu należy:

- przygotować stanowisko pracy,
- przygotować narzędzia,
- założyć okulary ochronne,
- założyć rękawice ochronne,
- w ramach możliwości usuwać duże części podpór mając na uwadze wytrzymałość modelu (usunięcie struktur podporowych jako dużego elementu jest zwykle prostsze niż usuwanie ich w małych częściach),
- następnie stopniowo oczyszczać model z pozostałych, mniejszych fragmentów podpór uważając, aby nie porysować i nie uszkodzić modelu.



Rys. 5 Przykładowe narzędzia

4. PODPORY WYPŁUKIWANE

Struktury podporowe wykonane z rozpuszczalnych materiałów umożliwiają wydrukowanie skomplikowanej geometrii bez ryzyka uszkodzenia modelu. Pozwalają również na wykonanie geometrii, w których niemożliwe byłoby mechaniczne usunięcie podpory wyłamywanej. Drukarki 3DGence pracują z dwoma rodzajami podpór wypłukiwanych. Podpora zbudowana z materiału BVOH jest rozpuszczalna w czystej wodzie, natomiast podpora drukowana z materiału ESM-10 jest rozpuszczalna w roztworze wodnym. Wypłukiwanie materiału ESM-10 wymaga zastosowania dodatkowego urządzenia, przygotowania rozpuszczalnika, a następnie utylizacji roztworu. Materiał podporowy powinien być odpowiednio dobrany do materiału modelowego. Możliwe kombinacje materiałowe z zastosowaniem rozpuszczalnych podpór zostały przedstawione w tab.5.

Tab. 5 Kombinacje materiałowe

Rozpuszczalny materiał podporowy	Kompatybilne materiały modelowe	Rozpuszczalnik
BVOH	PLA, PET	woda (22°C - 50°C)
ESM-10	ABS, PEEK	Roztwór wody z preparatem VXL solve (70°C - 75°C)

4.1. BVOH

4.1.1. Podstawowe dane o materiale

BVOH (kopolimer butenodiolu i alkoholu winylowego) - rozpuszczalny w wodzie materiał podporowy o właściwościach silnie higroskopijnych. W krótkim czasie może pochłonąć dużą ilość wilgoci i pary wodnej z otoczenia. Najlepiej współpracuje z takimi materiałami jak PLA i PET. Jest materiałem wrażliwym na światło i promieniowanie słoneczne. Podstawowe dane techniczne filamentu BVOH zostały przedstawione w tab.6.

Tab. 6 Dane techniczne BVOH

Średnica	1,75 mm ± 0,07 mm
Waga netto	0,5 kg
Nominalna temperatura druku	210°C
Gęstość	1,14 g/cm ³

4.1.2. Wymagane oprzyrządowanie

Do procesu rozpuszczania BVOH wystarczy zaopatrzyć się w szczelny pojemnik ze stali nierdzewnej, tworzywa sztucznego lub szkła o wymiarach pozwalających na całkowite zanurzenie wypłukiwanego modelu. Przykładowy pojemnik został przedstawiony na rys.6. Pojemnik powinien zapewniać wystarczający poziom bezpieczeństwa, być właściwie opisany i zapewniać możliwość łatwego wyczyszczenia z pozostałości tworzywa i osadów po zakończeniu procesu rozpuszczania. Optymalnym, ale nie wymaganym rozwiązaniem będzie wykorzystanie stacji do rozpuszczania podpór z podgrzewaniem oraz mechanizmem wspomagającym proces poprzez wymuszoną cyrkulację lub ultradźwięki, np: dedykowana stacja do oczyszczania podpór 3DGence Support Dissolving System, opisana w kolejnych rozdziałach.



Rys. 6 Przykładowy pojemnik do rozpuszczania BVOH

4.1.3. Środki bezpieczeństwa

Środki bezpieczeństwa i pierwszej pomocy:

- W przypadku kontaktu skóry z rozpuszczonym materiałem należy niezwłocznie opukać miejsce kontaktu dużą ilością wody. Następnie zdjąć zanieczyszczoną odzież i przykryć skórę czystą gazą. Dodatkowo należy zasięgnąć porady medycznej, jeśli wystąpią zmiany w wyglądzie skóry, drażniące bóle lub złe samopoczucie.
- W przypadku kontaktu z oczami należy natychmiast przemyć oczy dużą ilością bieżącej wody.
- W razie przypadkowego połknięcia materiału należy natychmiast uzyskać pomoc lekarską. Nie wolno wywoływać wymiotów bez zalecenia lekarza.
- W przypadku złego samopoczucia należy skontaktować się z lekarzem.

Więcej informacji odnośnie środków bezpieczeństwa oraz działań doraźnych w przypadku pierwszej pomocy opisano w karcie bezpieczeństwa materiału. Karta bezpieczeństwa (MSDS) materiału BVOH dostępna jest na stronie www.3dgence.com/support w zakładce materiały.

4.1.4. Proces rozpuszczania

Proces rozpuszczania BVOH można podzielić na cztery podstawowe etapy, które zostały opisane poniżej. Przed przystąpieniem do procesu należy zapewnić sobie dostęp do bieżącej wody oraz wyposażyć się w odpowiedniej wielkości zbiornik na wodę lub stację do oczyszczania modeli. Podczas procesu rozpuszczania należy unikać kontaktu roztworu z oczami oraz zachlapania siebie i otoczenia wodą z rozpuszczonym materiałem. Nie wolno również spożywać roztworu wody z BVOH. Czas rozpuszczania uzależniony jest od ilości materiału podporowego, który musi zostać wyplukany, temperatury wody i częstotliwości mieszania oraz wymiany wody.

Przebieg procesu rozpuszczania:

Krok 1: Przygotowanie:

- Przygotuj zbiornik, do którego zmieści się model lub stację do oczyszczania (np.: 3DGence SDS opisaną w kolejnych rozdziałach). Upewnij się, że przygotowany zbiornik lub stacja są czyste i pozbawione resztek uprzednio używanego roztworu.
- Usuń ręcznie z modelu raft i łatwe do oderwania, większe kawałki podpór - przyspieszy to proces rozpuszczania BVOH.
- Napełnij zbiornik lub stację świeżą wodą o temperaturze 22°C - 50°C. Jeżeli dysponujesz urządzeniem z wbudowaną grzałką ustaw temperaturę na 50°C.

Krok 2: Zanurzenie

- Zanurz model w zbiorniku z wodą tak, aby całkowicie znajdował się pod powierzchnią wody.
- Kontroluj na bieżąco postęp rozpuszczania, jeżeli nie używasz stacji staraj się od czasu do czasu zamieszać w zbiorniku. Jeżeli roztwór jest już mętny i bardzo lepki, wymień go na świeżą wodę - przyspieszy to proces.

Krok 3: Płukanie

- Po całkowitym rozpuszczeniu wyciągnij model ze zbiornika/stacji i dokładnie wyplucz pod bieżącą wodą. Przed wyciągnięciem modelu ze zbiornika zalecane jest ubranie lateksowych rękawiczek.
- Jeżeli na niektórych elementach modelu pozostały jeszcze resztki nie wyplukanego materiału podporowego wyplucz je ponownie pod bieżącą wodą, usuń mechanicznie lub zanurz model w zbiorniku z czystą wodą na jakiś czas.

Krok 4: Suszenie

- Po zakończeniu procesu wyplukiwania należy odłożyć model do wstępnego osuszenia na co najmniej 15 minut. W przypadku dużej ilości czynnika zamkniętego wewnątrz modelu można umieścić model na ociekaczu lub ręczniku papierowym, co kilka minut obracając aby umożliwić swobodny wypływ wody z modelu. Czynność ta może zostać znacznie przyspieszona przy użyciu komory próżniowej.

4.1.5. Utylizacja roztworu

Po zakończeniu procesu rozpuszczania roztwór należy wylać do instalacji odprowadzenia odpadów ciekłych w stężeniu nie mniejszym niż 20 części wagowych wody na część wagową BVOH (tj. >20 cm³ wody na 1 g BVOH), maksymalnie 2 kg BVOH na dzień. Należy jednak sprawdzić czy opisana procedura jest zgodna z obowiązującymi lokalnie przepisami.

4.1.6. Użytkowanie i przechowywanie materiału

Materiał BVOH powinien być drukowany:

- w środowisku o wilgotności poniżej 40%,
- w przypadku druku w środowisku o wysokiej wilgotności należy wykorzystywać suszarki do materiałów lub w przypadku drukarki 3DGence INDUSTRY F340 przechowywać materiał w dedykowanej komorze filamentów.

W przypadku gdy drukarka nie posiada dedykowanej komory filamentów, ze względu na właściwości BVOH po zakończeniu procesu druku należy:

- wyładować filament poprzez wybór z menu drukarki: Materials → Unload support material i postępować zgodnie z poleceniami na wyświetlaczu drukarki,
- przechowywać filament w szczelnie zamkniętym opakowaniu z pochłaniaczami wilgoci.

Podczas druku z zawilgoconego materiału mogą wystąpić:

- problemy z laminacją warstw,
- charakterystyczne pienienie się materiału,
- powtarzające się błędy systemu kontroli przepływu filamentu (komunikat Material T1 feed malfunction detected).

W przypadku zawilgoconego materiału:

- należy go wysuszyć w środowisku o możliwie najmniejszej wilgotności i temperaturze 40°C - 50°C przez 12h,
- do procesu suszenia należy wykorzystać suszarkę przemysłową, urządzenie do suszenia filamentów lub w przypadku drukarki 3DGence INDUSTRY F340 dedykowaną komorę filamentów,
- w dedykowanej komorze filamentów należy ustawić temperaturę 40°C, umieścić w niej filament i pozostawić na 12 godzin bez otwierania,
- w przypadku braku dostępu do wyżej wymienionych urządzeń można rozgrzać stół roboczy drukarki do 50°C, umieścić na nim filament i pozostawić na 12 godzin. Przed zostawianiem filamentu wyłącz opcję „sleep mode”.

Uwaga: zawilgocony materiał, w którym poszczególne włókna filamentu na szpuli są ze sobą posklejane nie nadaje się do ponownego użytku i należy go zutylizować.

4.2. ESM-10

4.2.1. Podstawowe dane o materiale

ESM-10 to rozpuszczalny w roztworze wodnym materiał podporowy dedykowany do zastosowań profesjonalnych. Filament cechuje się wysoką zgodnością chemiczną i adhezją do materiału ABS i PEEK. Dzięki temu możliwe jest drukowanie ESM-10 z wymienionymi powyżej materiałami modelowymi. Dodatkowo jego właściwości umożliwiają stabilność struktury podporowej podczas pracy w podgrzewanej komorze, której temperatura może być wyższa niż 80°C. Materiał ESM-10 jest kompatybilny z przemysłową drukarką 3DGence INDUSTRY F340, a jego podstawowe dane techniczne zostały przedstawione w tab.7.

Tab. 7 Dane techniczne ESM-10

Średnica	1,75 mm ± 0,05 mm
Waga netto	750g
Nominalna temperatura druku	250°C
Gęstość	1,14 g/cm ³

4.2.2. Wymagane oprzyrządowanie

Do procesu rozpuszczania materiału ESM-10 zalecamy używanie przepływowej stacji oczyszczania podpór 3DGence Support Dissolving System (rys.7). Stacja wykonana jest z wysokiej jakości stali nierdzewnej. Natomiast zastosowane materiały izolacyjne wewnątrz zbiornika utrzymują stałą temperaturę, dzięki czemu jest on bardzo wydajny. Urządzenie standardowo wyposażone jest w półautomatyczny system napełniania i opróżniania, czujnik poziomu napełnienia (min, max), wyłącznik bezpieczeństwa, programator cyklu pracy, regulator temperatury oraz kółka ułatwiające przemieszczanie. W 3DGence Support Dissolving System (3DGence SDS) jest możliwe zanurzenie modelu o wymiarach pola roboczego drukarki 3DGence INDUSTRY F340. Dodatkowo podczas procesu rozpuszczania materiału podporowego nie zachodzi degradacja docelowego modelu. Dane techniczne 3DGence Support Dissolving System zostały przedstawione w tab.8.



Rys. 7 Stacja oczyszczania podpór 3DGence Support Dissolving System

Tab. 8 Dane techniczne 3DGence Support Dissolving System

Zasilanie	220 – 240 V AC
Prąd znamionowy	10 A
Grzałki (moc)	1 x 240 V (2000 W)
Pojemność zbiornika	55,2 l
Zakres temperatur pracy	temp. otoczenia – 90 °C
<i>Zewnętrzne wymiary urządzenia</i>	
Wysokość	1270 mm
Długość	530 mm
Głębokość z tylnymi połączeniami	640 mm
<i>Wymiary wewnętrznego zbiornika</i>	
Wysokość	360 mm
Długość	360 mm
Głębokość	280 mm
<i>Dostępne przyłącza</i>	
Elektryczne	Przewód 2.5m, Wtyczka zgodna z CEE 7/7 (typ. E,F)
Przyłącze doprowadzenia wody	przewód 1.5m, złącze 1 cal, gwint wewnętrzny
Przyłącze odprowadzenia wody	przewód 1.5m, złącze gumowe 25mm

4.2.3. Środki bezpieczeństwa

Środki bezpieczeństwa i pierwszej pomocy podczas korzystania z materiału ESM-10, preparatu VXL solve i przygotowanego roztworu wody z VXL solve:

- W przypadku kontaktu ze skórą należy niezwłocznie opłukać miejsce kontaktu dużą ilością zimnej wody. Następnie zdjąć zanieczyszczoną odzież i przykryć skórę czystą gazą. Dodatkowo należy zasięgnąć porady medycznej.
- W przypadku kontaktu z oczami należy natychmiast przemyć oczy dużą ilością bieżącej wody. W przypadku wystąpienia podrażnienia oczu należy skontaktować się z lekarzem.
- W przypadku spożyciu materiału ESM-10 lub roztworu należy wypluć usta wodą, natychmiast wywoływać wymioty i skontaktować się z lekarzem.
- W przypadku spożycia proszku VXL solve nie wywoływać wymiotów, nie podawać mleka i napojów alkoholowych. Delikatnie wytrzeć i przepłukać wewnątrz jamy ustnej. Skontaktować się z lekarzem.
- W przypadku złego samopoczucia należy skontaktować się z lekarzem.

Więcej informacji odnośnie środków bezpieczeństwa oraz działań doraźnych w przypadku pierwszej pomocy opisano w karcie bezpieczeństwa materiału EMS-10 i preparatu VXL solve. Karty MSDS dostępne są na stronie www.3dgence.com/support w zakładce materiały.

Dodatkowo podczas korzystania z urządzenia 3DGence Support Dissolving System i roztworu wody z preparatem VXL solve:

- Należy postępować zgodnie z instrukcją obsługi 3DGence Support Dissolving System i przestrzegać zawartych w niej zasad bezpieczeństwa.
- Należy nosić okulary ochronne, odporne na zachlapanie.
- Należy używać gumowych rękawic odpornych na wysoką temperaturę roztworu, korzystnie chroniących jak największą część przedramienia.
- Należy przestrzegać lokalnych przepisów dotyczących bezpieczeństwa.
- Nie wolno wkładać rąk do zbiornika wypełnionego gorącym roztworem.
- Nie wolno włączać grzałek urządzenia bez wody lub roztworu w zbiorniku.
- Przed usunięciem resztek materiału ze zbiornika należy wyciągnąć kosz z urządzenia.

Dodatkowe zalecenia dostępne są w instrukcji obsługi 3DGence Support Dissolving System dostępnej na stronie www.3dgence.com/support w zakładce instrukcje.

4.3.4. Przygotowanie roztworu

Do przygotowania roztworu, w którym zostanie rozpuszczony materiał ESM-10 potrzebny jest proszek VXL solve. Proszek sprzedawany jest w saszetkach o wadze 180g, a jedna saszetka wystarcza na 7,5 l wody. Pojemność 3DGence Support Dissolving System wynosi 55,2 litra co oznacza, że do pełnego zbiornika wody należy wsypać 8 saszetek VXL solve. W tab.9 zestawiono wymaganą ilość proszku do przygotowania roztworu w zależności od ilości wody w zbiorniku.

Tab. 9 Wymagana ilość saszetek VXL Solve w zależności od rozmiaru zbiornika

Ilość wody	Ilość saszet VXL solve
15l	2 saszetki
25l	4 saszetki
55,2l (3DGence SDS)	8 saszetek
120l	16 saszetek

Przygotowany roztwór, co jakiś czas należy wymieniać. W tab.10 przedstawiono wydajność roztworu w zależności od jego ilości w zbiorniku. W przygotowanym roztworze w urządzeniu 3DGence SDS maksymalnie można rozpuścić 1450g materiału ESM-10. Po przekroczeniu tej ilości roztwór należy zutylizować. Dodatkową informacją sygnalizującą o konieczności wymiany roztworu będzie zauważalne zmniejszenie intensywności rozpuszczania filamentu ESM-10.

Tab. 10 Wydajność roztworu

Ilość roztworu	Maksymalna ilość materiału ESM-10 do rozpuszczenia w przygotowanym roztworze
15l	350g
25l	720g
55,2l (3DGence SDS)	1450g
120l	2900g

Dokładna instrukcja obsługi 3DGence Support Dissolving System dostępna jest na www.3dgence.com/support w zakładce instrukcje. Przed przystąpieniem do pracy z urządzeniem należy zapoznać się z instrukcją. Poniżej przedstawiono skróconą procedurę przygotowania roztworu.

UWAGA: przed przystąpieniem do procesu przygotowania roztworu należy: zaopatrzyć się w środki ochrony osobistej np.: okulary, lateksowe rękawiczki, fartuch z tworzywa sztucznego, maska przeciwpyłowa.

Procedura przygotowania roztworu w 3DGence Support Dissolving System:

1. Upewnij się, że wszystkie zawory sterujące znajdują się w odpowiedniej pozycji.
2. Upewnij się że przewód doprowadzenia i odprowadzenia wody jest poprawnie podłączony.
3. Podłącz urządzenie do zasilania sieciowego.
4. Włącz urządzenie (włącznik znajduje się z prawej strony urządzenia).
5. Otwórz górną pokrywę.
6. Sprawdź, czy filtr w dolnej części zbiornika jest poprawnie zamontowany (więcej informacji w instrukcji obsługi 3DGence Support Dissolving System).
7. Przytrzymaj przycisk napełniania zbiornika wodą „tank fill” do momentu napełnienia zbiornika do pełna. Gdy woda osiągnie poziom maksymalny, proces napełniania zostanie zatrzymany i dalsze napełnianie nie będzie możliwe. Poziom wody w zbiorniku wyniesie 55,2l.
8. Załóż środki ochrony osobistej, przede wszystkim gumowe rękawice ochronne i okulary.
9. Powoli wsypuj proszek do wody w zbiorniku. Do zbiornika należy wsypać 8 saszetek proszku VXL Solve.

Uwaga: Roztwór może się pienić. Jeżeli pojawi się duża ilość piany przerwij wsypywanie, poczekaj aż piana zniknie i wtedy kontynuuj. Proszek należy wsypywać powoli z niewielkiej wysokości i nie należy go wdychać.

10. Zamknij górną pokrywę, aby uruchomić urządzenie bez wydruku na kilka minut.
11. Ustaw temperaturę na 70°C. Temperaturę można ustawić w panelu „temperature programmer” poprzez wciśnięcie przycisku „set”, a następnie zmianę za pomocą strzałki w górę i w dół.
12. Włącz grzałki poprzez przestawienie przełącznika „heater” do pozycji „on”.
13. Włącz pompę poprzez przestawienie przełącznika „pump” do pozycji „on”.
14. Ustaw czas pracy na 5 min. Czas pracy można ustawić w panelu „time programmer” poprzez wciśnięcie przycisku „set”, a następnie zmianę za pomocą strzałki w górę i w dół.
15. Uruchom program poprzez przytrzymanie w panelu „temperature programmer” strzałki w górę, pod którą jest napis „start”.
16. Po zakończeniu cyklu pojawi się sygnał dźwiękowy i zaświeci się niebieska dioda „program end”:
 - należy przejść do kolejnego rozdziału, w którym opisano proces rozpuszczania,
 - w przypadku, gdy urządzenie nie będzie zaraz po przygotowaniu roztworu używane należy wyłączyć grzałki, wyłączyć pompę i wyłączyć urządzenie.

4.2.5. Proces rozpuszczania

Przed przystąpieniem do procesu rozpuszczania materiału ESM-10 należy:

- przygotować urządzenie 3DGence SDS zgodnie z instrukcją obsługi dostępną na www.3dgence.com/support w zakładce instrukcje,
- przygotować roztwór wody z preparatem VXL solve (proces opisany w rozdziale 4.2.5),

- usunąć ręcznie z modelu raft i łatwe do oderwania, większe kawałki podpór - przyspieszy to proces rozpuszczania.

Temperatura w jakiej należy przeprowadzać proces rozpuszczania powinna mieścić się w zakresie 70°C -75°C. Na czas rozpuszczania modelu mają wpływ czynniki takie jak geometria modelu i ilość wykorzystanego materiału podporowego, który musi zostać wypłukany, kształt podpory, metoda rozpuszczania, temperatura wody, czy stopień zużycia roztworu. Zatem ciężko jest jednoznacznie i dokładnie określić czas rozpuszczania materiału ESM-10. Orientacyjne czasy rozpuszczania zostały przedstawione w tab.11.

Tab. 11 Orientacyjne czasy rozpuszczania ESM-10

Waga struktur podporowych	Czas rozpuszczania
< 50g	6h
50 – 200g	10h
> 200g	16h

UWAGA: przed przystąpieniem do procesu rozpuszczania należy zaopatrzyć się w środki ochrony osobistej np.: okulary, gumowe rękawiczki, fartuch ochronny.

Proces rozpuszczania struktur podporowych EMS-10 w 3DGence SDS:

1. Otwórz górną pokrywę.
2. Załóż środki ochrony osobistej, przede wszystkim gumowe rękawice ochronne i okulary.
3. Umieść model w zbiorniku.
4. Zamknij górną pokrywę.
5. Ustaw temperaturę na 70°C. Temperaturę można ustawić w panelu „temperature programmer” poprzez wciśnięcie przycisku „set”, a następnie zmianę za pomocą strzałki w górę i w dół.
6. Włącz grzałki i pompę w przypadku, gdy zostały wyłączone.
7. Ustaw czas pracy na wartość oszacowanego czasu potrzebnego do rozpuszczania struktur podporowych (tab.11). Czas pracy można ustawić w panelu „time programmer” poprzez wciśnięcie przycisku „set”, a następnie zmianę za pomocą strzałki w górę i w dół.
8. Uruchom program poprzez przytrzymanie w panelu „temperature programmer” strzałki w górę, pod którą jest napis „start”.

Po zakończeniu programu:

1. Pojawi się sygnał dźwiękowy i zaświeci się niebieska dioda „program end”.
2. Wyłącz grzałki, pompę i urządzenie.
3. Załóż środki ochrony osobistej, przede wszystkim lateksowe rękawice ochronne i okulary.
4. Otwórz górną pokrywę.
5. Wsuń zbiornik i zablokuj w górnej pozycji tak, aby roztwór spłynął z modelu.
6. Sprawdź, czy wszystkie fragmenty podpór zostały rozpuszczone.
 - Jeżeli tak - przejdź do płukania i suszenia modelu (rozdział 4.2.6).
 - Jeżeli nie - umieść model z powrotem w zbiorniku i włącz program na kolejne kilka godzin, po czym ponownie skontroluj, czy podpory zostały całkowicie wypłukane.

4.2.6. Płukanie i suszenie modelu

Po zakończeniu procesu rozpuszczania materiału ESM-10 należy odłożyć model do wstępnego osuszenia na co najmniej 15 minut. W przypadku dużej ilości czynnika zamkniętego wewnątrz modelu można umieścić model na ociekaczu lub ręczniku papierowym, co kilka minut obracając, aby umożliwić swobodny wypływ wody z modelu. Czynność ta może zostać znacznie przyspieszona przy użyciu komory próżniowej.

Następnym krokiem jest dokładne wypłukanie modelu z pozostałości czynnika. Zaleca się płukanie modelu pod bieżącą wodą o temperaturze 30°C - 60°C, a następnie pozostawienie modelu do całkowitego wysuszenia.

W przypadku problemu z białym nalotem na powierzchni modelu należy zanurzyć wydruk w wodzie na co najmniej godzinę. Dla przyspieszenia efektu można przygotować roztwór wody z nabłyszczaczem do zmywarek i w nim zamoczyć model na około godzinę.

W przypadku zaobserwowania wystąpienia białego nalotu przy kolejnym procesie rozpuszczania należy:

- sprawdzić, czy duża ilość czynnika nie znajduje się wewnątrz modelu, w tym przypadku zaleca się zastosowanie dłuższego czasu suszenia wstępnego, lub osuszanie w komorze próżniowej (jeżeli jest taka możliwość),
- sprawdzić, czy roztwór był prawidłowo przygotowany i czy w roztworze czynnika nie zostało już rozpuszczone zbyt wiele materiału.

4.2.7. Utylizacja roztworu

Wyeksploatowany roztwór należy wylać do instalacji odprowadzenia odpadów ciekłych. Jeżeli urządzenie posiada przyłączy do instalacji odprowadzenia odpadów ciekłych, należy skorzystać z funkcji opróżniania zbiornika (więcej informacji w instrukcji obsługi 3DGence SDS). Należy jednak sprawdzić z lokalnymi przepisami, czy dostawca usług odprowadzenia ścieków na to zezwala. W tabeli 12 przedstawiono porównanie PH różnych środków, z którego wynika, że wartość odczynu przygotowanego roztworu wody z VXL solve wynosi praktycznie tyle samo ile wartość odczynu roztworu proszku do prania lub detergentu do zmywarki.

Tab. 12 Porównanie PH różnych środków

Produkt	Wartość PH
Świeżo przygotowany roztwór czynnika rozpuszczającego	10
Roztwór proszku do prania	11 – 12
Roztwór detergentu do zmywarki	10 – 11
Typowe środki czyszczące w gospodarstwie domowym	9 – 12

4.2.8. Czyszczenie stacji

Jeżeli po zakończeniu procesu wyflukiwania modelu nie jest planowane użycie stacji przez kolejne kilka dni należy:

- usunąć roztwór ze zbiornika,
- w przypadku 3DGence SDS z bezpośrednim wpięciem do instalacji wodno-kanalizacyjnej należy usunąć roztwór ze zbiornika korzystając z panelu operatora (więcej informacji w instrukcji obsługi 3DGence SDS),
- wyflukać zbiornik kilkakrotnie czystą wodą,
- wyłączyć zasilanie poprzez główny wyłącznik zasilania lub odłączyć przewód zasilający.

4.2.9. Przechowywanie materiału

Materiał ESM-10 powinien być przechowywany w dedykowanej, podgrzewanej komorze filamentów drukarki 3DGence INDUSTRY F340. Zadaniem komory jest utrzymywanie filamentów w środowisku podwyższonej temperatury, co zapobiega zawilgoceniu, zmianie parametrów oraz wymiarów materiału. Zasilanie główne drukarki powinno być włączone, aby komora była podgrzewana.

W przypadku gdy drukarka zostanie wyłączona za pomocą wyłącznika głównego na dłuższy czas (komora materiałów nie jest zasilana), ze względu na właściwości ESM-10 po zakończeniu procesu druku należy:

- wyładować filament poprzez wybór z menu drukarki: Materials → Unload filament i postępować zgodnie z poleceniami na wyświetlaczu drukarki,
- przechowywać filament w szczelnie zamkniętym opakowaniu z pochłaniaczami wilgoci.

Podczas druku z zawilgoconego materiału mogą wystąpić:

- problemy z laminacją warstw,
- charakterystyczne pienie się materiału,
- powtarzające się błędy systemu kontroli przepływu filamentu (Material T1 feed malfunction detected).

W przypadku zawilgoconego materiału:

- należy go wysuszyć w środowisku o możliwie najmniejszej wilgotności i temperaturze 40°C - 50°C przez 12h,
- do procesu suszenia należy wykorzystać suszarkę przemysłową, urządzenie do suszenia filamentów lub w przypadku drukarki 3DGence INDUSTRY F340 dedykowaną komorę filamentów,
- w dedykowanej komorze filamentów należy ustawić temperaturę 40°C, umieścić w niej filament i pozostawić na co najmniej 12 godzin bez otwierania.

Uwaga: materiał, pozostawiony na dłuższy czas w środowisku o wysokiej wilgotności (powyżej 50%), w którym poszczególne włókna filamentu na szpuli są ze sobą posklejane nie nadaje się do ponownego użytku i należy go zutylizować.



3DGence Sp. z o.o.

Oddział Przyszowice

ul. Graniczna 66, 44-178 Przyszowice

+48 32 438 98 64

support@3dgence.com