



PRZEWODNIK DOTYCZĄCY STOSOWANIA

# LuxaPrint Model

Zatwierdzona procedura DMG DentaMile



## Przewodnik dotyczący stosowania: LuxaPrint Model

### Podstawa precyzyjnej pracy

Model jest ważnym elementem pracy w przypadku technik cyfrowych. LuxaPrint Model to światłoutwardzalna żywica przeznaczona do wytwarzania różnego rodzaju precyzyjnych modeli do druku 3D: pełnych lub częściowych, z wyjmowanymi matrycami lub bez, pełnych lub wydrążonych do wymagających prac pod względem estetycznym.

### Najwyższa klasa pod względem mechanicznym i optycznym

Powierzchnia modeli utworzonych za pomocą materiału LuxaPrint Model jest wyjątkowo szczegółowa, gładka i nieporowata. Modele charakteryzują się dużą szczegółowością i doskonałą precyzją detali. Wybrany nieprzezroczysty kolor pozwala na optymalną identyfikację wszystkich konturów modelu i marginesów preparacji na modelach matrycowych oraz zapewnia odpowiednią podstawę dla wysoce precyzyjnych protez.

Dzięki maksymalnej twardości powierzchni i stabilności wymiarowej modele spełniają najwyższe wymagania pod względem właściwości mechanicznych.



## Zatwierdzona procedura DMG DentaMile

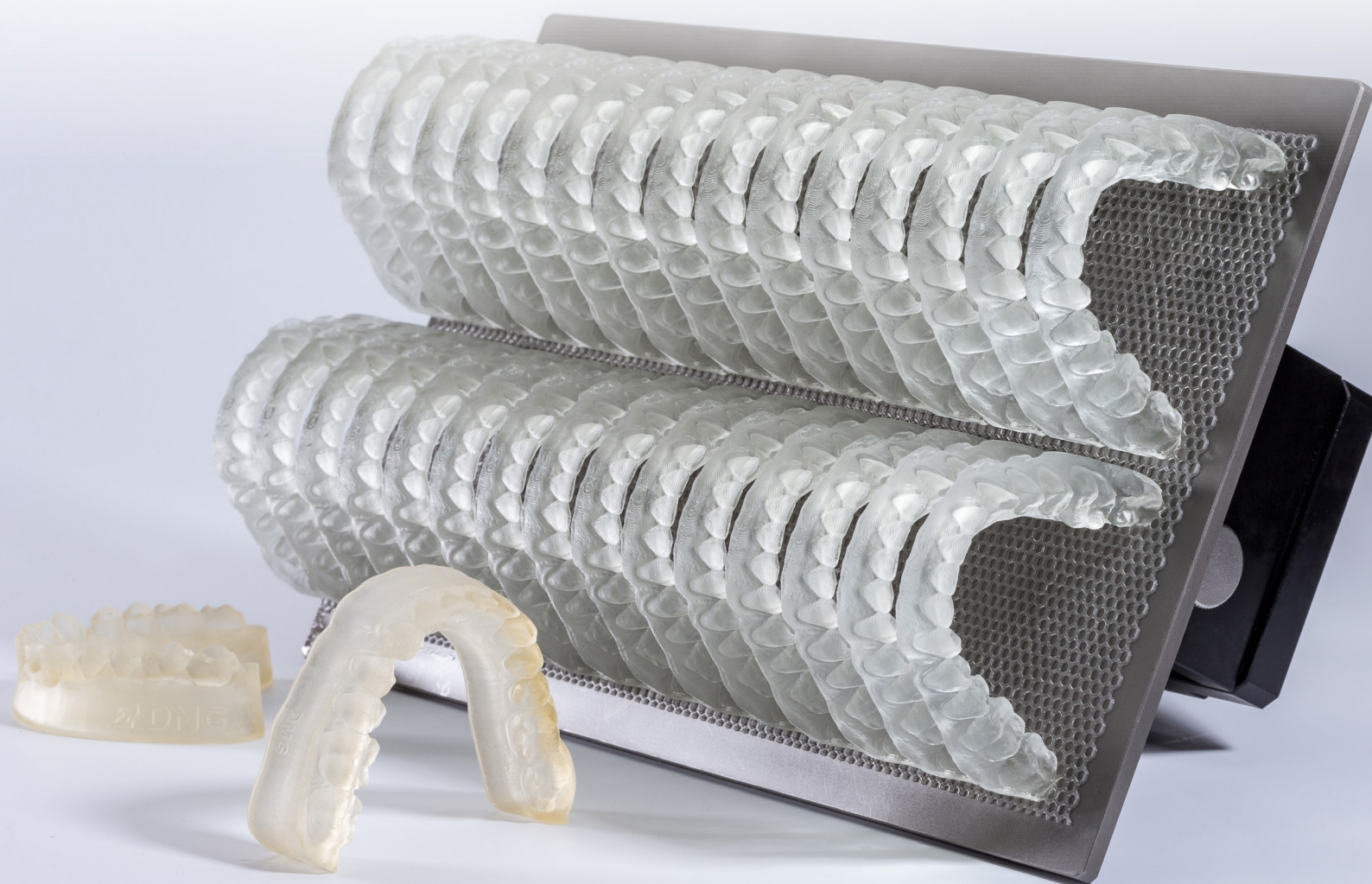
W niniejszym przewodniku dotyczącym stosowania prezentujemy zatwierdzone procedury DentaMile, które można wykorzystać, aby łatwo uzyskać niezawodne rezultaty spełniające wysokie wymagania użytkowników w zakresie biogodności, stabilności i precyzji.

Procedury DentaMile zostały opracowane w firmie DMG z uwzględnieniem rygorystycznych kryteriów, a następnie przetestowane w naszym cyfrowym centrum zastosowań. Należy postępować dokładnie według poniższej procedury. W ten sposób można zawsze zagwarantować rezultaty o najwyższej jakości.



## Spis treści

1. Skanowanie .....	6
2. Projektowanie (np. exocad, 3Shape, BISS) .....	7
3. Przygotowanie do druku .....	13
4. Drukowanie .....	30
5. Obróbka końcowa .....	31
6. Sprawdzenie dokładności dopasowania .....	38



## Wymagane wyposażenie i materiały

### ▶ SKANOWANIE

Skaner cyfrowy lub optyczny skaner stacjonarny

### ▶ PROJEKTOWANIE

Oprogramowanie stomatologiczne do projektowania modeli (np. exocad, 3Shape, BISS)

### ▶ DRUKOWANIE

Poniższa tabela obejmuje wszystkie kombinacje drukarek 3D i urządzeń do przetwarzania końcowego odpowiednie do drukowania przy użyciu żywicy **LuxaPrint Model (DMG)** w ramach naszej zweryfikowanej procedury. Drukarki powinny być zawsze używane z odpowiednim oprogramowaniem do segmentacji z zatwierdzonymi parametrami drukowania [np. Autodesk Netfabb dla DMG DentaMile Lab5 (Pro), 3Demax i 3Delite lub DMG DentaMile CAM MC dla DMG DentaMile Desk MC-5].

Drukarka	Moduł czyszczący	Po zakończeniu utwardzania	Warianty kolorystyczne
DMG 3Demax DMG 3Delite DMG DentaMile Lab 5 (Pro)	DMG 3Dewash Kąpiel ultradźwiękowa	DMG 3Decure Otoflash G171	Beige (BGE) Grey (GRY) Ivory (IVR) Transparent (TRA)
DMG DentaMile Desk MC-5	DMG 3Dewash	DMG DentaMile Cure MC	Beige (BGE) Grey (GRY) Ivory (IVR) Transparent (TRA)
RapidShape D10+ RapidShape D20+ RapidShape D50+	RS Wash Straumann P Wash Kąpiel ultradźwiękowa	RS cure Straumann P Cure Otoflash G171	Beige (BGE) Grey (GRY) Ivory (IVR) Transparent (TRA)
Asiga MAX UV	Kąpiel ultradźwiękowa	Otoflash G171	Beige (BGE) Grey (GRY) Ivory (IVR) Transparent (TRA)
Ackuretta SOL	Ackuretta Cleani	Ackuretta Curie	Grey (GRY) Transparent (TRA)



## 1. Skanowanie

Aby utworzyć model cyfrowy, w pierwszej kolejności należy wygenerować cyfrowe dane pacjenta. Można to zrobić w gabinecie stomatologicznym za pomocą skanera cyfrowego lub w pracowni protetycznej za pomocą skanera przeznaczonego do pracowni. W zależności od wersji wyciski zębów pacjenta lub modele gipsowe mogą być skanowane bezpośrednio za pomocą skanera laboratoryjnego.

Jakość modelu cyfrowego odgrywa zasadniczą rolę w zapewnieniu płynności procesu leczenia i jego powodzenia. Z uwagi na to, że modele cyfrowe będą zawsze tak dobre, jak skany wewnątrzustne lub wyciski, na których opiera się modelowanie, ważne jest, aby zadbać o ich najwyższy możliwy standard. Podczas opracowywania modeli matrycowych ważne jest też, aby marginesy preparacji były wyraźnie określone.

**PRAKTYCZNA  
WSKAZÓWKA**

Podczas tworzenia modeli wzorcowych z wymiennymi matrycami zalecamy stosowanie warstwy o grubości 50  $\mu\text{m}$ , co zagwarantuje niezawodność i precyzję mocowania matryc.

## 2. Projektowanie (np. exocad, 3Shape, BISS)

Sposób projektowania modeli dentystycznych różni się w zależności od ich przeznaczenia. Dwa podstawowe typy modeli to modele wzorcowe, które służą np. do prac protetycznych, oraz modele diagnostyczne, które są wykorzystywane jako modele płytek ortodontycznych lub do opracowywania szyn zgryzowych za pomocą urządzeń do drukowania 3D. Istnieją jednak znaczące różnice w metodach tworzenia tych głównych typów, w zależności od celu. Na przykład tworzenie odlewów modeli dentystycznych wymaga modeli wzorcowych obejmujących podniebienie, natomiast tworzenie pojedynczej korony wymaga tylko fragmentu szczęki z wymienną matrycą zęba.

Poza tym istnieją różne zasady projektowania wydruków 3D tych modeli, które różnią się w zależności od ich przeznaczenia. Niniejszy przewodnik dotyczący stosowania szczegółowo wyjaśnia, jak tworzyć modele wzorcowe z wymiennymi matrycami oraz modele diagnostyczne do tworzenia szyn za pomocą druku 3D. Wytyczne projektowe przedstawione poniżej można też łatwo zastosować do innych rodzajów modeli.

Poniższa tabela stanowi przegląd naszych materiałów LuxaPrint i grubości warstw odpowiednich dla poszczególnych typów modeli.

Typ modelu	Materiał	Grubość warstwy
Modele wzorcowe	LuxaPrint Model, Grey (GRY) LuxaPrint Model, Beige (BGE) LuxaPrint Model, Ivory (IVR)	50 $\mu\text{m}$
Modele diagnostyczne	LuxaPrint Model, Transparent (TRA) LuxaPrint Model, Grey (GRY) LuxaPrint Model, Beige (BGE) LuxaPrint Model, Ivory (IVR)	50–150 $\mu\text{m}$

**PRAKTYCZNA  
WSKAZÓWKA**

Podczas tworzenia modeli dentystycznych obejmujących jedynie łuk zębowy (bez sekcji podniebienia lub podstawy) zalecamy dodanie podpory, która poprawi stabilność.

Wynika to z faktu, że proces utwardzania wydrukowanych obiektów wywołuje naprężenia w materiale powstające wskutek polimeryzacji. Jest to normalne w przypadku żywic do drukowania i ogólnie wynika ze zmian gęstości materiału, które powodują poszerzanie się obu stron, a tym samym zmniejszają precyzję.

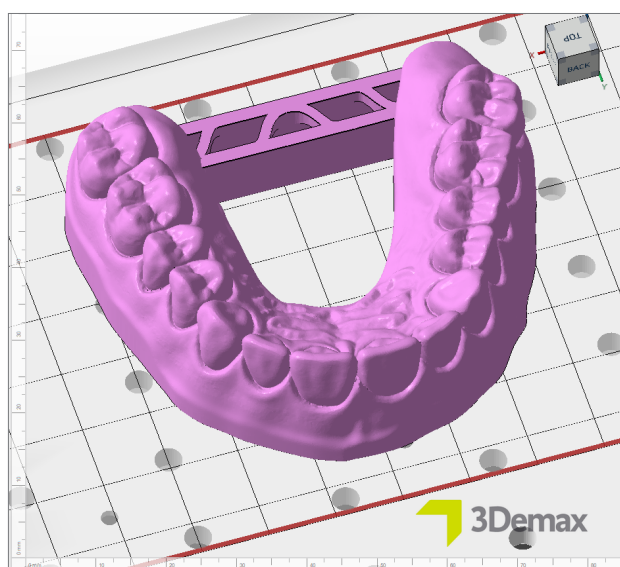
Niezależnie od zastosowanego programu należy przestrzegać następujących specyfikacji materiałowych:

Minimalna grubość ściany drukowanego obiektu	2 mm
Maksymalna grubość ściany drukowanego obiektu	7 mm
Wysokość modeli kikutów	min. 21 mm
Podpora do modeli bez podniebienia	✓
Wydrążanie modeli	✓

Aby utworzyć model, należy rozpocząć od zaimportowania wszystkich danych pacjenta do oprogramowania projektowego. Oprogramowanie prowadzi użytkownika przez wszystkie etapy procesu projektowania modelu dentystycznego. Należy zawsze postępować zgodnie ze specyfikacjami twórcy oprogramowania.

Opracowanie dobrego modelu ma znaczenie krytyczne dla powodzenia leczenia. Nasze drukarki 3D i materiały są tak skonfigurowane, aby dane cyfrowe można było odwzorować z dużą precyzją. W związku z tym model należy tworzyć, dbając o odpowiedni poziom staranności.

Podpora do stabilizacji modeli bez podniebienia



Szczegółowe instrukcje dotyczące projektowania modeli dentystycznych można uzyskać od producenta oprogramowania.



## 2.1. Model z wymiennymi matrycami

Podczas tworzenia modeli z wymiennymi matrycami duże znaczenie ma pełna dokładność drukowanych obiektów i odpowiednie dopasowanie matryc do gniazd. Mając na uwadze fakt, że nawet niewielkie odchylenia od procedury mogą skutkować znacznymi zmianami podczas mocowania matryc, ważne jest, aby wykonać ten proces z należytą starannością.

Należy sprawdzić, czy oprogramowanie zostało już skonfigurowane dla żywicy LuxaPrint Model (DMG). W momencie drukowania niniejszego dokumentu wymienione tu oprogramowanie projektowe i systemy drukowania zostały już zatwierdzone. Pojawi się więcej programów i systemów drukowania. Jeśli system nie został jeszcze skonfigurowany, można samodzielnie wprowadzić odpowiednie ustawienia, korzystając z modelu projektowego. Wystarczy to zrobić tylko raz dla danej procedury (kombinacja oprogramowania projektowego, drukarki, materiału, parametrów materiału i warunków po utwardzeniu). Najważniejszym ustawieniem jest odstęp między matrycą a gniazdem (określany też jako **szczelina pozioma**).

### PRAKTYCZNA WSKAZÓWKA

Typ modelu **Model bez płytki – dodatkowe matryce** tworzy model ze stałymi matrycami i oddzielnymi matrycami wymiennymi do mocowania uzupełnień protetycznych. W przypadku tego typu modelu nie trzeba dopasowywać matryc, co oznacza, że nie ma też potrzeby ustalania odpowiednich szczelin. Jeśli spełnia to potrzeby użytkownika, możliwe będzie utworzenie idealnego, funkcjonalnego modelu w przypadku każdego wydruku.

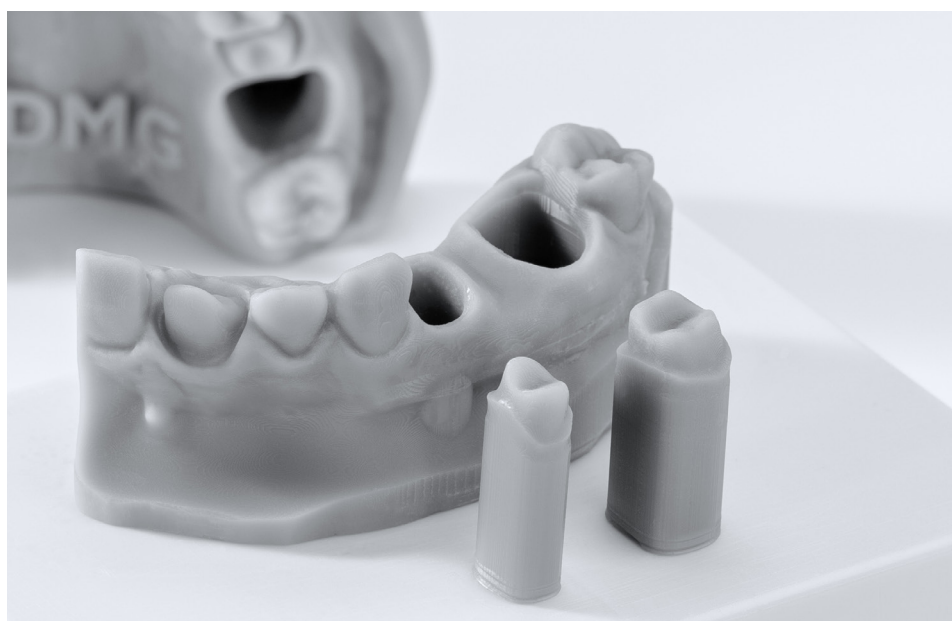
### PRAKTYCZNA WSKAZÓWKA

Istnieje wiele innych kombinacji parametrów, które mogą dawać bardzo dobre rezultaty. Warto pamiętać, że w takich przypadkach informacje o szerokości szczeliny mogą nie mieć zastosowania.

### 2.1.1. exocad – modele z wymiennymi matrycami

Zacząć jak zwykle od utworzenia nowego zlecenia w programie exocad, a następnie otworzyć **Kreator modelu**. Wybrać opcję **Model bez płytki – matryce wycinane** jako typ modelu; w razie potrzeby przyciąć zaimportowane dane skanowania.

Po wybraniu zębów wymiennych i zdefiniowaniu marginesów preparacji można określić właściwości modelu i matrycy. Właściwe zestawienie tych ustawień pozwoli uzyskać niezawodną, idealnie dopasowaną matrycę oraz wysokiej jakości model. Sugerowane tu ustawienia zostały opracowane przez techników dentystycznych w naszym cyfrowym Centrum Aplikacji i umożliwią tworzenie modeli o doskonałych właściwościach i zweryfikowanej precyzji druku 3D. W przypadku korzystania z innego systemu optymalne ustawienia odstępu poziomego mogą się różnić.



### Parametry projektowe dla oprogramowania exocad

Zatwierdzono dla procedury DentaMile Workflow:

Drukarka	Moduł czyszczący	Po zakończeniu utwardzania	Materiały
DMG 3Demax DMG 3Delite DMG DentaMile Lab 5 (Pro)	DMG 3Dewash Kąpiel ultradźwiękowa	DMG 3Decure Otoflash G171	LuxaPrint Model, Beige (BGE) LuxaPrint Model, Grey (GRY) LuxaPrint Model, Ivory (IVR) LuxaPrint Model, Transp. (TRA)

<b>Ustawienia predefiniowane:</b>		<b>DMG – 3Demax LuxaPrint Model</b> Beige/Grey/Ivory/Transparent – (model wydrążony)		
<b>Podstawa</b>				
Szczelina pozioma	0,02 mm / Grey	0,02 mm / Beige	0,01 mm / Ivory	
Szczelina pionowa	0,08 mm			
Wysokość podstawy	3 mm			
<b>Ekspozycja</b>		√		
Szerokość	0,1 mm			
∅ – głębokość	0,6 mm			
∅ – wysokość	0 mm			
<b>Szyfty wpuszczane</b>		√		
Szerokość	2 mm			
Głębokość	1 mm			
<b>Model wydrążony</b>		√		
Grubość ściany	3 mm			
Próg podstawy	1 mm			
Średnica wydrążonego obszaru	3 mm			
<b>Kikuty</b>				
Wysokość sztyftu	1,5 mm			
Linia końcowa wytłaczania	0,15 mm			
Szeroki obszar styku	1,5 mm			
Stożek trzonu	3° / Grey	3° / Beige	0° / Ivory	
Ograniczenie wysokości stożka	7 mm			
Opracowanie stopnia	√			
Dolna strona kikuta równoległa do podstawy modelu	√			

Po wybraniu opcji **Dodaj załączniki** zaznaczyć opcję **Łącznik poprzeczny ... mm** (lub jego odpowiednik), aby wstawić prosty pręt między dwie strony modelu. Jest to konieczne, aby zadbać o maksymalną dokładność wydrukowanych obiektów (patrz także „Praktyczna wskazówka” na temat prętów stabilizujących w części 2).

### 2.1.2. 3Shape – model z wymiennymi kikutami

Podczas tworzenia modelu w oprogramowaniu 3Shape użyć podanych niżej ustawień. Ustawienia te mogą nie mieć zastosowania w przypadku korzystania z innych systemów drukowania.

Zatwierdzono dla procedury DentaMile Workflow:

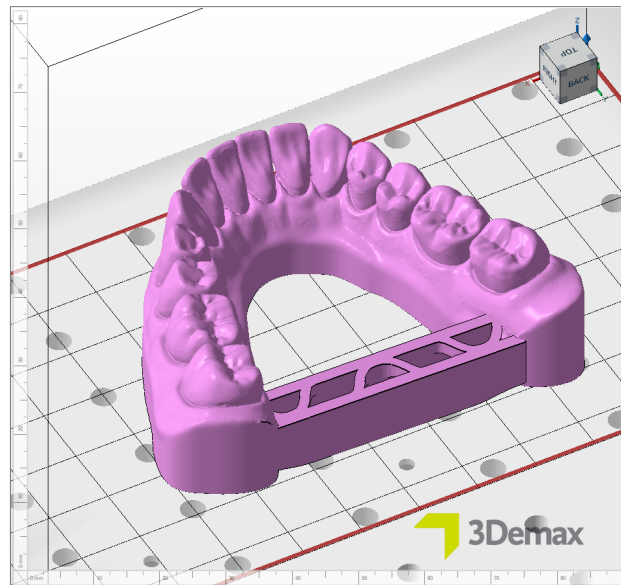
Drukarka	Moduł czyszczący	Po zakończeniu utwardzania	Materiały
DMG 3Demax DMG 3Delite DMG DentaMile Lab 5 (Pro)	DMG 3Dewash Kąpiel ultradźwiękowa	DMG 3Decure Otoflash G171	LuxaPrint Model, Grey (GRY)

Ustawienia:		LuxaPrint Model, Grey
<b>Mocowanie matrycy</b>		
Odległość między matrycą a modelem		0,1 mm
Szerokość pręta ciernego		0,7 mm
Liczba prętów ciernych		8
<b>Proces produkcji modelu</b>		
Wydrążony model		√
Minimalna wysokość podstawy modelu		2 mm
Grubość panelu		2,5 mm
Rozmiar dolnego otworu odciekowego		5 mm
Boczne otwory odciekowe		√
Typ		CADCylindricalSideDrainHole 3x3
Wysokość środka		3 mm
Szczelina		10 mm
<b>Artykulator</b>		Simple Full Arch, wersja 2.3

## 2.2. Modele diagnostyczne

Modele diagnostyczne są tworzone w taki sam sposób jak modele matrycowe. Ze względu na fakt, że nie trzeba dopasowywać matrycy, będzie mniej ograniczeń w zakresie wyboru właściwości modelu. W przypadku opracowywania modeli dla szyn formowanych próżniowo wystarczy podać dane dla łuku zębowego z podstawą lub bez podstawy oraz z małą wysokością modelu. Pozwala to zaoszczędzić materiał i czas w trakcie drukowania obiektu. Chcąc zapewnić maksimum dokładności odwzorowania, konieczne będzie również umieszczenie pręta łączącego między zębami tylnymi.

Przykład modelu diagnostycznego



**PRAKTYCZNA WSKAZÓWKA**

Należy się zawsze upewnić, czy używane jest właściwe urządzenie i parametry materiału. Nieprawidłowe ustawienia mogą prowadzić do błędów drukowania i tworzenia niedopasowanych modeli, jak również do nieodpowiednich właściwości mechanicznych.

### 3. Przygotowanie do druku

Cyfrowo zaprojektowany model i powiązane matryce trzeba teraz zaimportować do oprogramowania drukarki w celu przygotowania jej do wydruku obiektów 3D.

Na tym etapie ustawiana jest orientacja modeli i matryc, które następnie są wyposażane w elementy wsporcze w obszarze konstrukcyjnym drukarki.

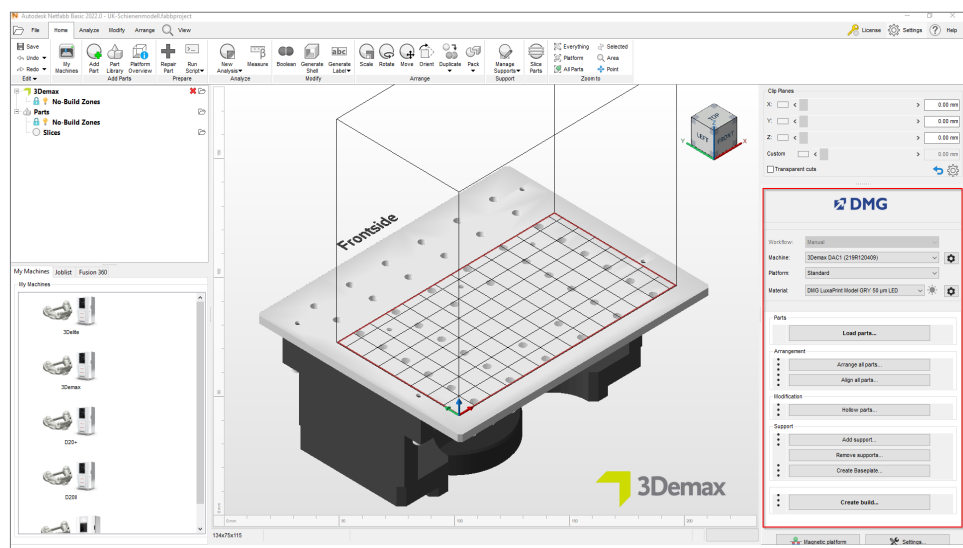
#### 3.1. Autodesk Netfabb dla DMG DentaMile Lab5 (Pro), DMG 3Demax, DMG 3Delite i RapidShape serii D

##### 3.1.1. Wybór materiału i maszyny

Otworzyć Autodesk Netfabb i wybrać środowisko urządzenia (np. DMG 3Demax).

Po prawej stronie ekranu pojawi się obszar procedury DMG (oznaczony niebieskim logo firmy DMG). Na tym etapie program przeprowadzi użytkownika przez wszystkie istotne kroki oprogramowania od rozpoczęcia do zakończenia.

Obszar procedury DMG w oprogramowaniu Netfabb



Najpierw wybrać drukarkę i materiał **LuxaPrint Model (DMG)** w odpowiednim kolorze, a także wymaganą grubość warstwy. Jeśli materiał ten nie był nigdy wcześniej używany, może być konieczne przejście do ustawień za pomocą ikony znajdującej się obok wiersza materiału i utworzenie odpowiedniego rekordu (patrz instrukcja obsługi 3Demax/3Delite, punkt 6.7).

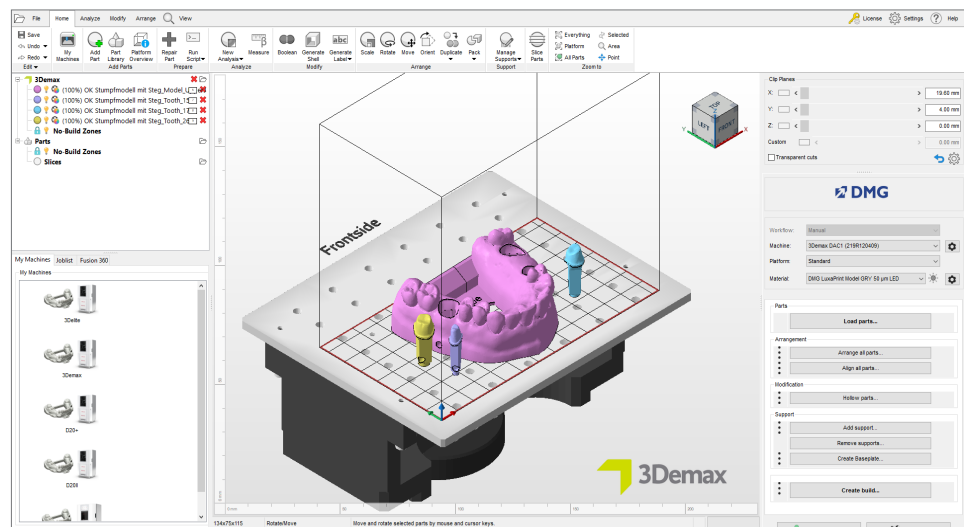
## GRUBOŚĆ WARSTWY

Wszystkie dostępne grubości warstw zostały sprawdzone w naszym cyfrowym centrum zastosowań i zapewniają dokładny i niezawodny wydruk. Mniejsza grubość warstwy przekłada się na drobniejszą strukturę powierzchni, wyższą dokładność i dłuższy czas druku. Wybrać odpowiednią grubość warstwy w zależności od specyfikacji, dostępnego czasu i żądanej jakości powierzchni. W przypadku modeli z wymiennymi matrycami zalecamy warstwę o grubości 50 mikronów.

### 3.1.2. Importowanie do Netfabb

Zimportować wcześniej utworzony projekt modelu do oprogramowania Netfabb. W tym celu wystarczy przeciągnąć plik do widoku 3D w oprogramowaniu lub wybrać opcję **Załaduj elementy...** w obszarze procedury DMG i przejść do swojego projektu. Zimportowane obiekty pojawiają się natychmiast w widoku 3D.

Importowanie do Netfabb

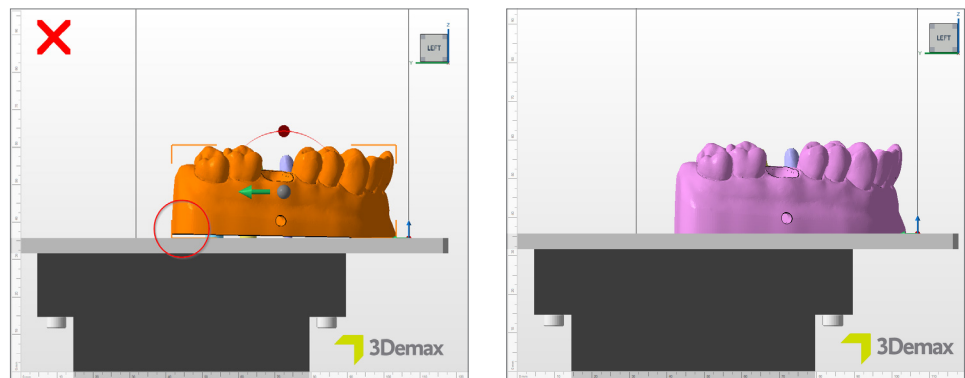


### 3.1.3. Wyrównywanie modeli

Rozmieścić modele na płytce konstrukcyjnej. Aktywować funkcję **Płytką magnetyczną**, aby mieć pewność, że obiekty pozostają na płytce konstrukcyjnej w trakcie ich przenoszenia.

Jeśli obiekt jest ustawiony górną do dołu, nacisnąć przycisk **Obróć** po aktywowaniu części w celu jej obrócenia. W czasie obracania upewnić się, że spód obiektu spoczywa płasko na płytce konstrukcyjnej.

Optymalna orientacja dla modeli w DentaMile CAM MC

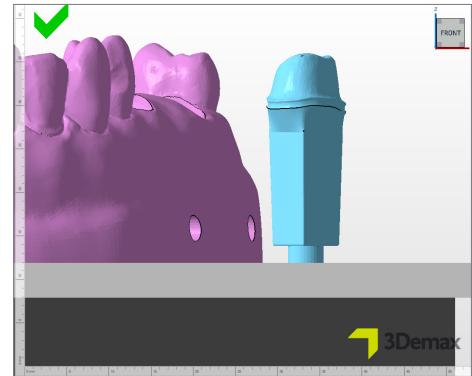
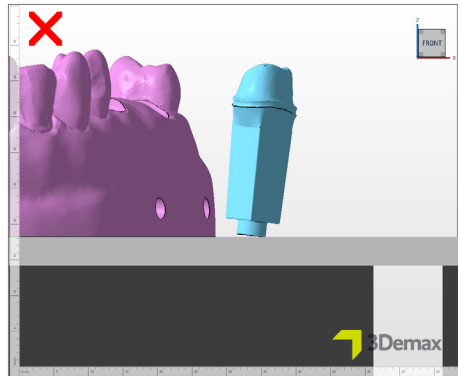


Opcja **Wyrównaj** (karta **Rozmieść** → grupa **Wyrównaj** → opcja **Wyrównaj**) może być bardzo pomocna w przypadku zmiany orientacji obiektów. Po wybraniu odpowiedniego obiektu wybrać powyższą opcję i kliknąć powierzchnię styku z płytą konstrukcyjną (jest to zazwyczaj spód modelu). Nastąpi automatyczne wyrównanie obiektu, który potem powinien spoczywać na płytce konstrukcyjnej, stykając się z nią wybraną powierzchnią.

Następnie postępować z matrycami tak samo jak z modelem. W przypadku korzystania z proponowanych powyżej ustawień oprogramowania projektowego, po zaimportowaniu matryce będą już ustawione w pozycji pionowej na płytce konstrukcyjnej. Jeśli tak nie jest, należy wybrać funkcję **Wyrównaj**.

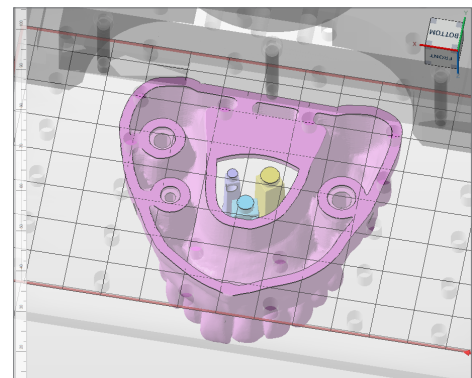
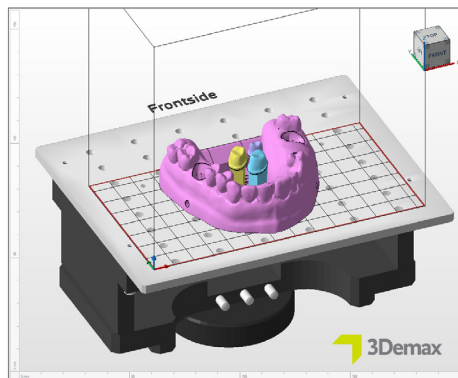
Przenieść matryce na środek obszaru na płytce konstrukcyjnej, w którym nie ma żadnych otworów. Obszar ten został specjalnie zaprojektowany dla matryc tak, aby nie znajdowały się one nad otworami na płytce konstrukcyjnej oraz by były drukowane bez żadnych błędów. Jeśli jest zbyt mało miejsca lub jeśli używane są modele obejmujące podniebienie, można je również umieścić poza modelem.

Wyrównywanie matryc w oprogramowaniu Netfabb



Wyświetlić widok obiektów od góry, aby upewnić się, że wszystkie mają odpowiedni kontakt z płytą konstrukcyjną. W oprogramowaniu Netfabb obszar powierzchni płytki konstrukcyjnej ma nieco inny kolor (patrz obraz poniżej).

Gotowe, wyrównane modele i matryce w oprogramowaniu Netfabb



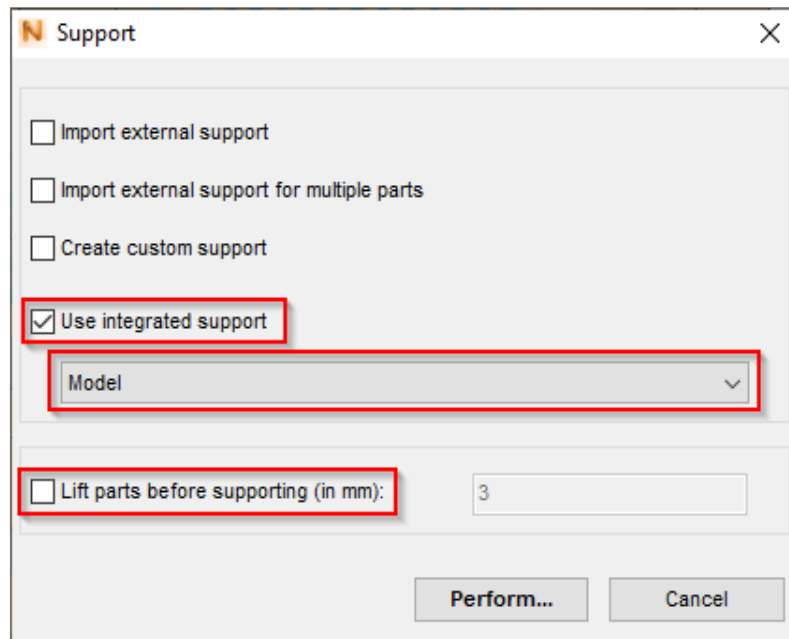
### 3.1.4. Dodawanie elementów wspierających

Ponieważ modele są zwykle drukowane bezpośrednio na płytce konstrukcyjnej, nie ma potrzeby stosowania konstrukcji wspierających. Jednak podczas drukowania modeli wydrążonych nadal zaleca się ich stosowanie, aby poprawić stabilność obiektów podczas drukowania, a tym samym zapobiec błędom drukowania i osiągnąć wyższy poziom dokładności.

Najpierw lewym przyciskiem myszy wybrać swój model (nie matryce), a następnie wybrać opcję **Dodaj element wsporczy ...** w obszarze procedury DMG. W kolejnym oknie dialogowym kliknąć opcję **Użyj zintegrowanej podpory** i wybrać opcję Model z menu rozwijanego. Pozycję menu **Podnieś elementy przed podporą (w mm)** należy wyłączyć, aby model nadal spoczywał płasko na płytce konstrukcyjnej.

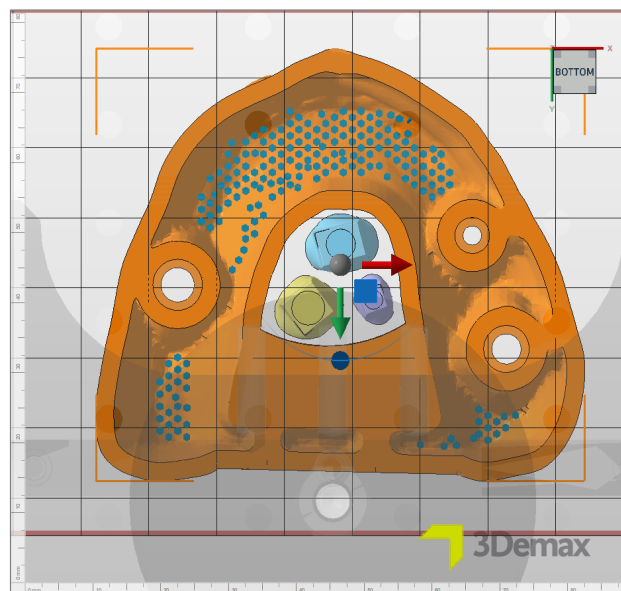


Ustawienia wsparcia  
w oprogramowaniu Netfabb



Oprogramowanie automatycznie oblicza optymalną pozycję konstrukcji wsporczych i wstawia je między płytkę konstrukcyjną a model.

Widok modelu wraz z elementami  
wsporczyimi od dołu



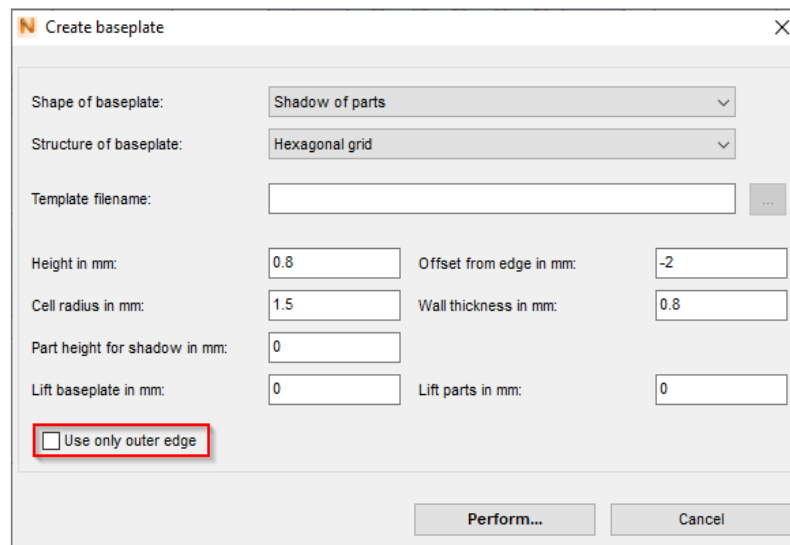
Matryce zębów nie wymagają żadnych konstrukcji wspierających, o ile zostały utworzone na podstawie powyższych parametrów, ponieważ będą bezpiecznie spoczywać na małej podstawie (lub sztyfcie).

### 3.1.5. Płyta bazowa

Dzięki płycie bazowej model jest lepiej przymocowany na płytce konstrukcyjnej i zwiększa się jego stabilność wokół podstawy. Podczas drukowania z użyciem żywicy LuxaPrint Model należy zawsze stosować płytę bazową.

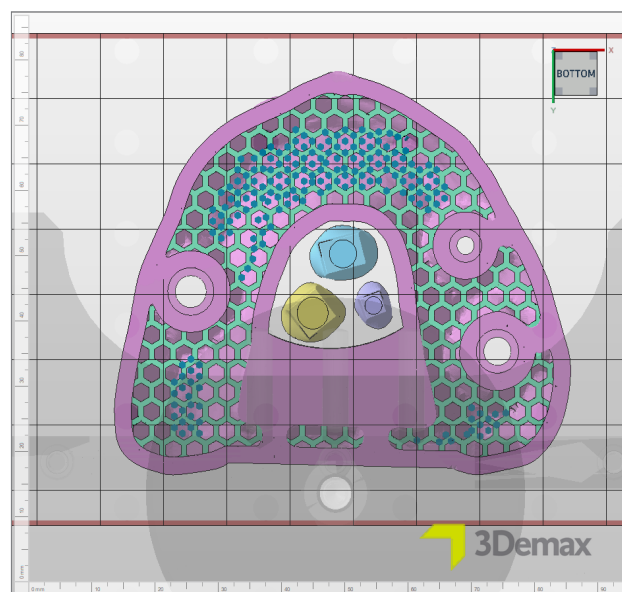
Najpierw wybrać model (nie matryce), a następnie kliknąć opcję **Generuj płytę bazową...** w obszarze procedury DMG. W tym celu należy użyć ustawień przedstawionych na tej ilustracji.

Ustawienia płyty bazowej



Po dodaniu elementów wsporczych i płyty bazowej model powinien ogólnie wyglądać tak, jak pokazano tutaj (widok od dołu):

Gotowy do druku model z konstrukcjami wsporczymi i sześciokątną płytą bazową



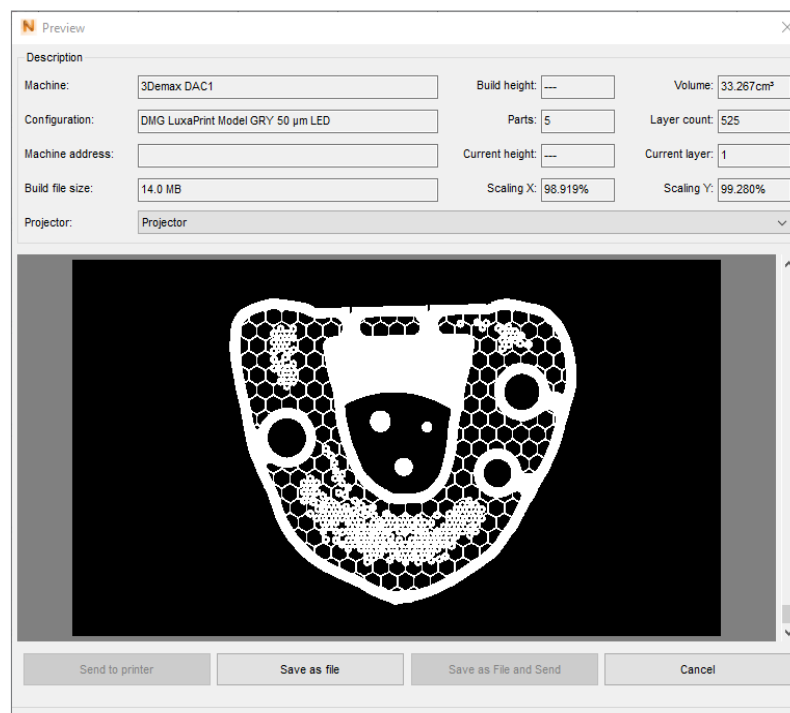
### 3.1.6. Tworzenie zlecenia i przesyłanie go do drukarki (segmentacja)

Po sprawdzeniu, czy model i kikuty są dobrze rozmieszczone na płycie konstrukcyjnej, należy ponownie zweryfikować ustawienia materiału i maszyny. Następnie kliknąć opcję **Utwórz zlecenie**, aby utworzyć plik odczytywany przez drukarkę w obszarze procedury DMG, który stanowi zlecenie.

Po obliczeniu poszczególnych warstw wydruku, czyli „segmentacji”, nastąpi otwarcie okna podglądu z wybranymi ustawieniami maszyny i materiału, a ponadto pojawi się widok czarno-białego schematu poszczególnych warstw wydruku. Można w nim przewijać warstwy zadania do druku i przeglądać utworzony obiekt.

Następnie należy przesłać gotowe zadanie wydruku do drukarki 3D przez połączenie sieciowe lub skorzystać z pamięci przenośnej USB.

Podgląd wydruku  
w oprogramowaniu Netfabb

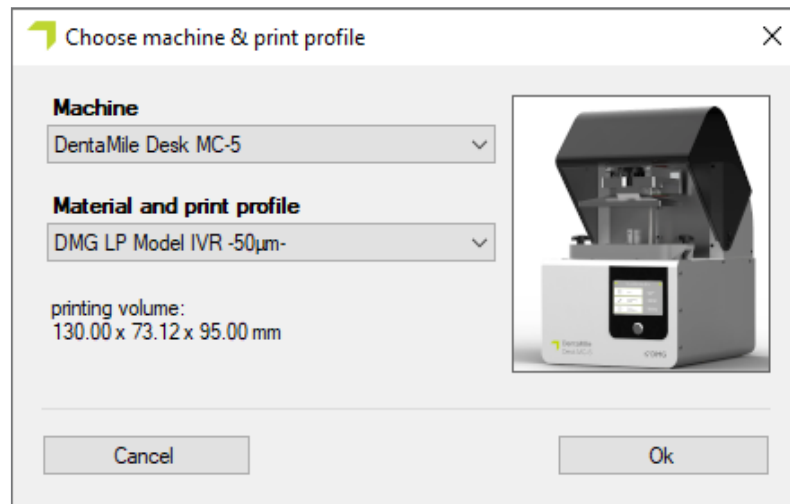


### 3.2. DentaMile CAM MC dla DentaMile Desk MC-5

#### 3.2.1. Wybór drukarki i materiału

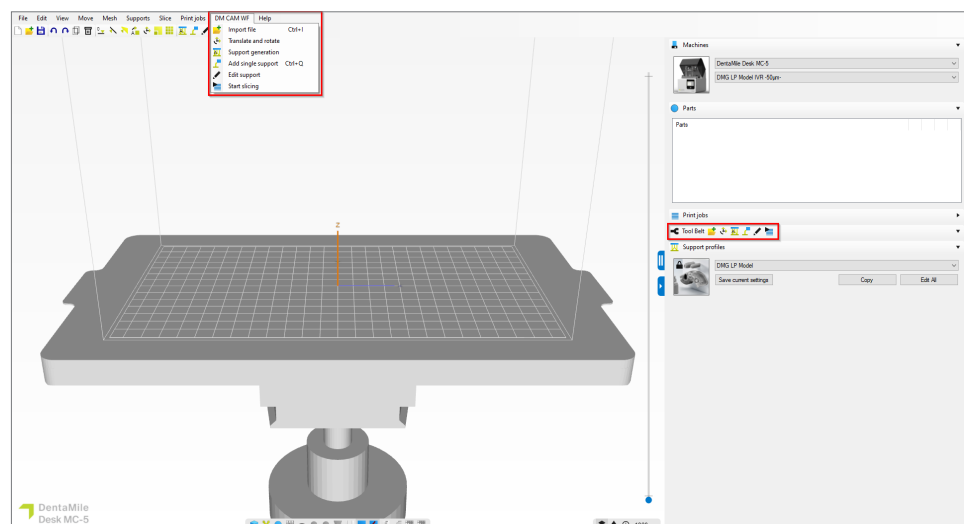
Otworzyć program DentaMile CAM MC i wybrać drukarkę (DentaMile Desk MC-5) oraz odpowiedni materiał wraz z profilem wydruku dla żywicy LuxaPrint Model.

Wybór parametrów drukarki i materiału



Obszar procedury DentaMile CAM można otworzyć, klikając kartę **DM CAM WF** u góry i w menu po prawej stronie ekranu. Na tym etapie oprogramowanie prowadzi użytkownika przez wszystkie istotne kroki.

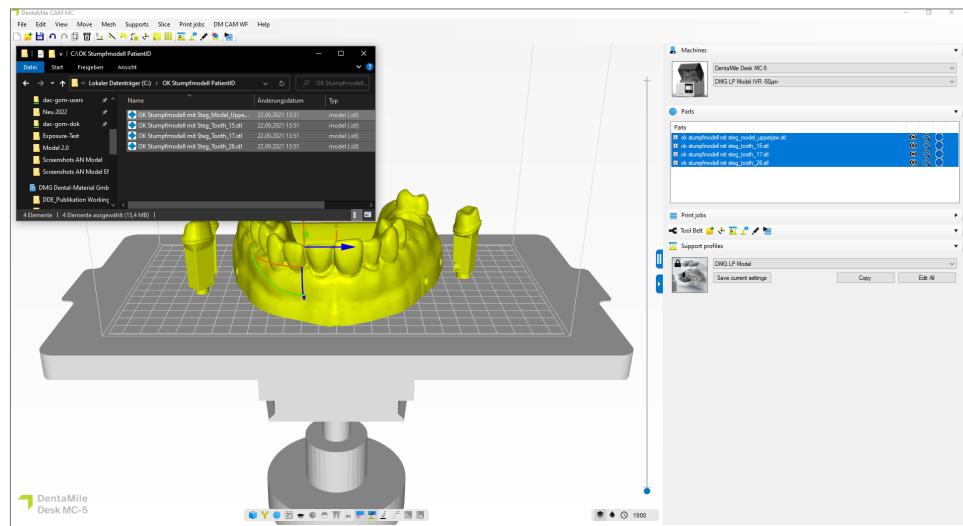
Obszar procedury DentaMile CAM MC z najważniejszymi funkcjami oprogramowania



### 3.2.2. Importowanie modeli i matryc

Gotowe obiekty cyfrowe z odpowiedniego folderu wystarczy zaimportować metodą „przeciągnij i upuść” lub kliknąć przycisk **Importuj** i wybrać pliki modelu. Obie te opcje umożliwiają wybór kilku plików naraz, co oznacza, że można przesłać do oprogramowania jednocześnie dane modelu i kikutów.

Importowanie danych modelu  
do programu DentaMile CAM MC

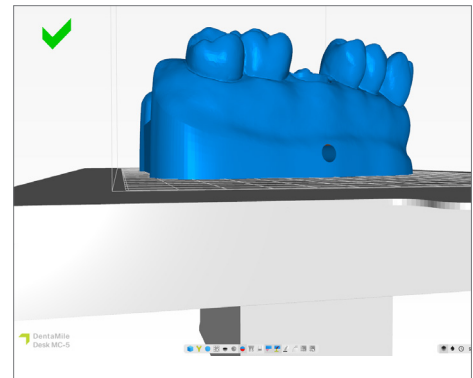
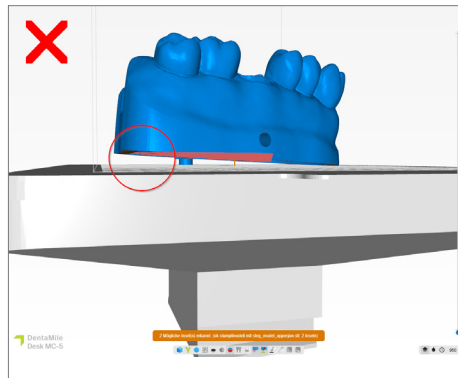


### 3.2.3. Wyrównywanie modeli

W większości przypadków model i matryce będą już prawidłowo wyrównane w oprogramowaniu CAD, więc żadne dalsze czynności nie będą konieczne. Model powinien spoczywać płasko na powierzchni płytki konstrukcyjnej, a matryce (jeśli użyto ustawień wymienionych w punkcie 2.1) powinny również spoczywać płasko na podstawie.

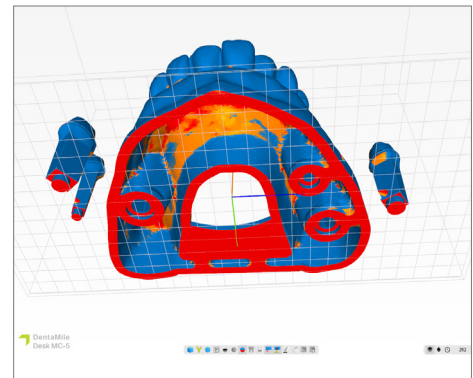
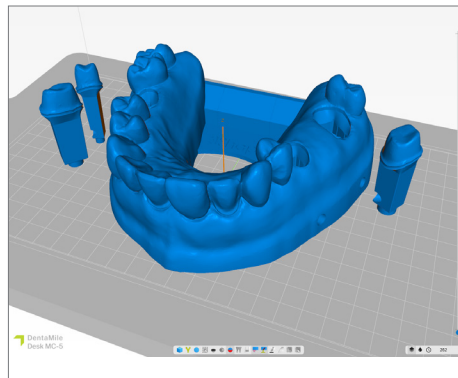
W przypadku nieprawidłowego wyrównania obiektów można wybrać opcję **Wybierz obszar styku z płytką konstrukcyjną** na górnym pasku menu. Następnie wystarczy kliknąć obszar, który ma stykać się z płytką konstrukcyjną, np. dolną krawędź podstawy lub pręt łączący, a oprogramowanie przesuwa element do odpowiedniej pozycji. Następnie postępować z matrycami tak samo jak z modelem.

Wyrównanie modeli w celu zapewnienia pełnego kontaktu z płytą konstrukcyjną



Po sprawdzeniu, czy wyrównanie i pozycja elementów są zadowalające, należy upewnić się, czy wszystkie prawidłowo spoczywają na płytce konstrukcyjnej (widok od spodu).

Gotowe wyrównane modele i matryce w programie DentaMile CAM MC



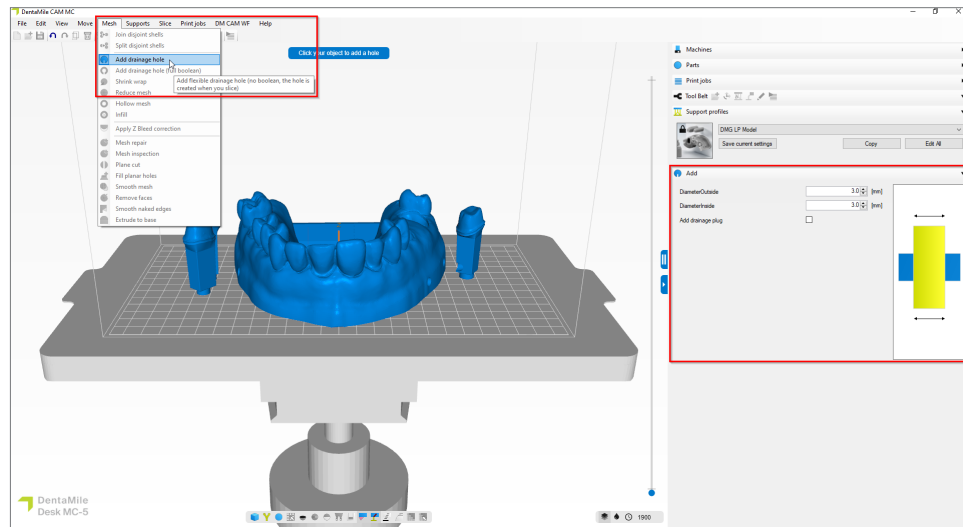
### 3.2.4. Dodawanie otworów odciekowych

Program DentaMile CAM MC oferuje funkcję łatwego dodawania otworów odciekowych do modelu, o ile nie zrobiono tego wcześniej.

Otwory odciekowe umożliwiają wypływ płynnej żywicy z wydrążonego modelu. Ponadto zapobiegają efektowi przyssawki, który może wystąpić podczas druku obiektu z zamkniętą pustą przestrzenią. Efekt przyssawki skutkuje wzrostem sił odrywania podczas drukowania, a tym samym pogorszeniem precyzji druku, zwłaszcza w obszarze podstawy.

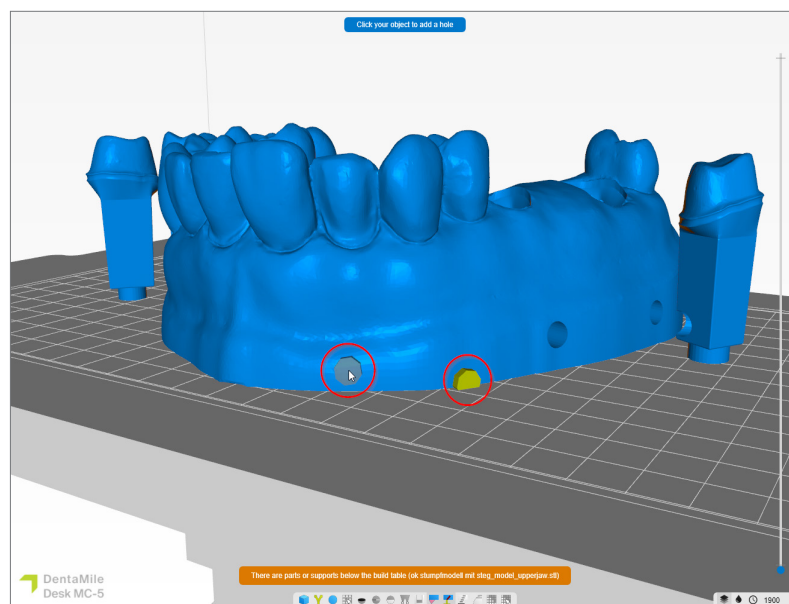
Wybierz opcję **Dodaj otwory odciekowe** na karcie **Siatka**. Następnie w oknie dialogowym wybierz średnicę zewnętrzną i wewnętrzną otworu. Ustawienie domyślne 3 mm wystarczy do zapewnienia dobrego wypływu żywicy i wyrównania ciśnienia.

Dodawanie otworów odciekowych i ustawienia domyślne



Następnie należy dodać otwory odciekowe do modelu, klikając obszar podstawy modelu. Najlepiej dodać od trzech do pięciu otworów. Otwory mogą znajdować się bezpośrednio na płytce konstrukcyjnej, jak również nieco wyżej w obszarze podstawy modelu.

Dodaj otwory odciekowe  
Opcja 1) Na poziomie płytki konstrukcyjnej, Opcja 2) W dolnej części podstawy modelu



Po dodaniu otworów odciekowych można zamknąć okno dialogowe, klikając przycisk **Wyjdź**, a następnie kontynuować tworzenie konstrukcji wsporczych.

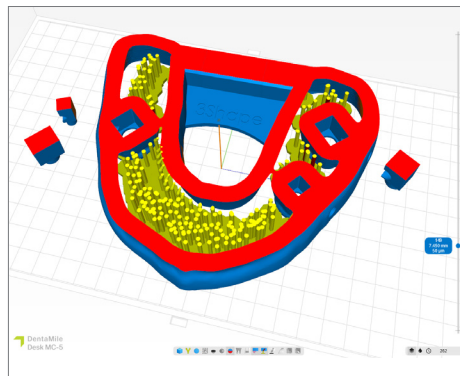
### 3.2.5. Dodawanie elementów wspierających

Ponieważ modele są zwykle drukowane bezpośrednio na płycie konstrukcyjnej, nie ma potrzeby stosowania konstrukcji wspierających. Jednak podczas drukowania modeli wydrążonych nadal zaleca się ich stosowanie, aby poprawić stabilność obiektów podczas drukowania, a tym samym zapobiec błędom drukowania i osiągnąć wyższy poziom dokładności.

Rozpocząć od wybrania modelu (nie matryc), klikając lewym przyciskiem myszy. Nastąpi zmiana koloru wybranego elementu. Następnie wybrać opcję **Utwórz elementy wsporcze** i odpowiednią wersję profilu elementu wspierającego w obszarze procedury DentaMile CAM MC. Kliknąć kartę Zaawansowane, a następnie wybrać opcję **Automatycznie utwórz wybrane**, aby utworzyć elementy wsporcze.

Matryce zębów nie wymagają żadnych konstrukcji wspierających, o ile zostały utworzone na podstawie powyższych parametrów, ponieważ będą bezpiecznie spoczywać na małej podstawie (lub sztyfcie).

Przekrój modelu i konstrukcji wsporczych



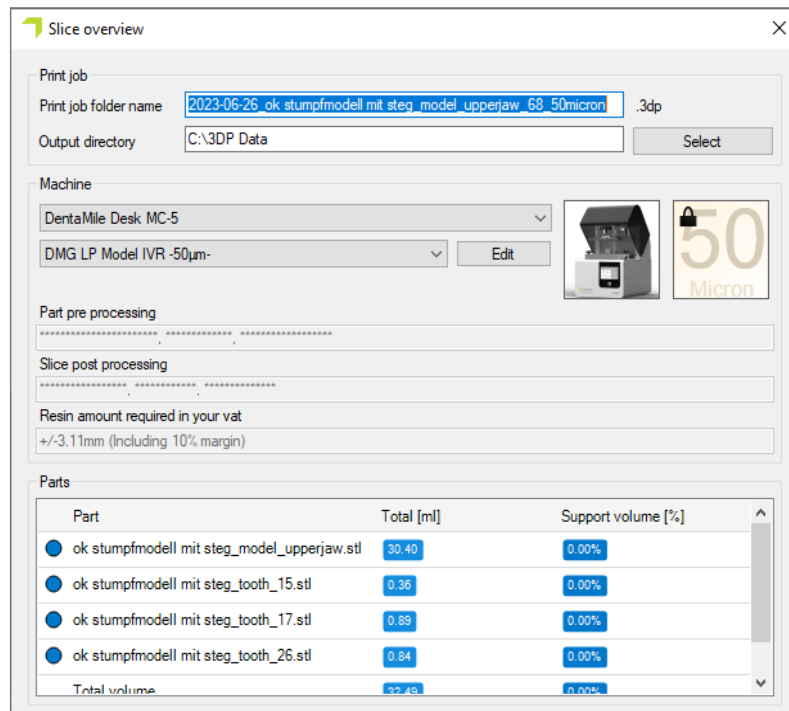
### 3.2.6. Tworzenie zlecenia i przesyłanie go do drukarki (segmentacja)

Po sprawdzeniu, czy sposób rozmieszczenia modeli i matryc na płycie konstrukcyjnej jest zadowalający, można przystąpić do procesu segmentacji, klikając przycisk **Rozpocznij segmentację**.

W następnym oknie dialogowym można nadać zadaniu drukowania nową nazwę lub zaakceptować sugerowaną. Wybrać katalog wychodzący, który musi być folderem znajdującym się na lokalnym dysku twardym komputera. W tym miejscu zostanie zapisane zadanie drukowania. Teraz istnieje też możliwość ponownego sprawdzenia i ewentualnej zmiany wszystkich parametrów systemu oraz materiału. Kliknąć przycisk **OK** i **rozpocząć segmentację**, aby wygenerować zlecenie.



Przegląd warstw w programie DentaMile CAM MC



Następnie należy przesłać gotowe zadanie drukowania do drukarki 3D przez połączenie sieciowe lub za pomocą urządzenia pamięci USB.

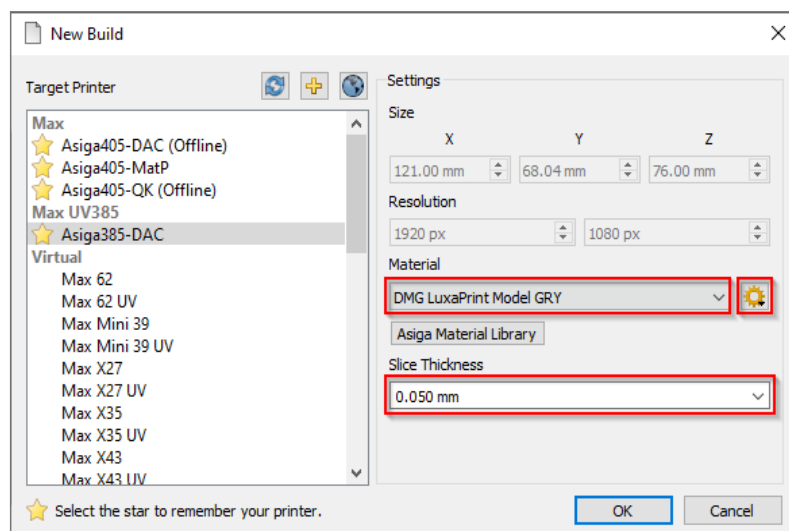
### 3.3. Asiga Composer dla drukarki Asiga 3D (np. Asiga MAX UV)

#### 3.3.1. Wybór materiału i maszyny

Otworzyć oprogramowanie Asiga Composer i wybrać nowy projekt lub otworzyć wcześniej zapisany. Wybrać drukarkę i materiał **LuxaPrint Model (DMG)** w odpowiednim kolorze, a także wymaganą grubość warstwy (w przypadku modeli kikutów zalecamy 50 µm).

Jeżeli nie używano wcześniej tego materiału, można pobrać parametry drukowania ze strony internetowej Asiga w obszarze swojego konta w bibliotece materiałów ([myaccount.asiga.com/accounts](http://myaccount.asiga.com/accounts)) i zaimportować je do oprogramowania Composer za pomocą kółka obok selektora materiału.

Wybór materiału i grubości warstwy w Asiga Composer



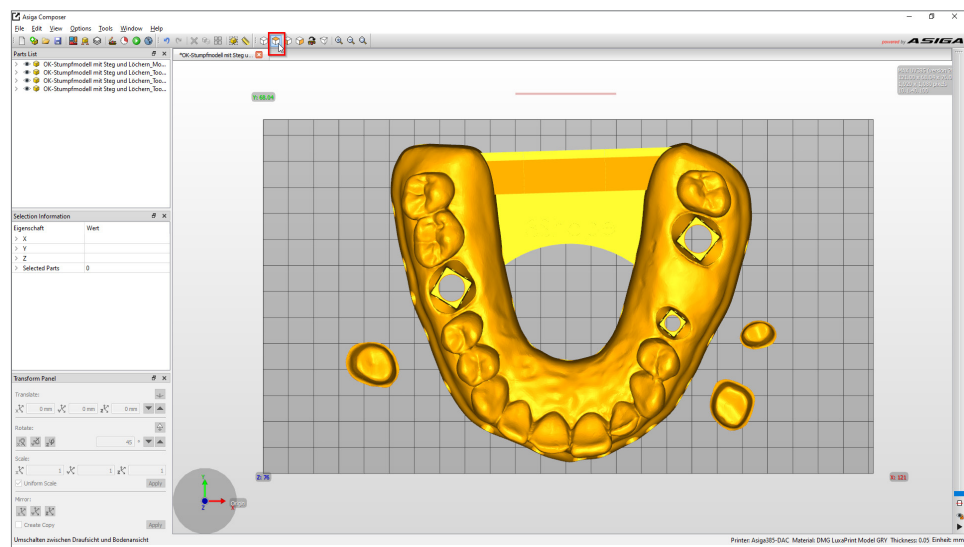
### 3.3.2. Import plików STL

Zaimportować wcześniej utworzony projekt modelu do programu Asiga Composer. Aby to zrobić, wystarczy przeciągnąć i upuścić pliki do obszaru widoku 3D oprogramowania lub wybrać opcję **Dodaj obiekty ...** Można też zaimportować wiele plików jednocześnie (np. modele i kikuty), wybierając wszystkie pliki i przeciągając je do oprogramowania.

### 3.3.3. Wyrównanie modeli i kikutów w obszarze roboczym

Zacząć od rozmieszczenia obiektów na płycie konstrukcyjnej. Podczas korzystania z programu Composer należy patrzeć na obiekty wyłącznie z góry, aby sprawdzić, czy podstawy obiektów znajdują się na płycie konstrukcyjnej.

Wyrównanie modelu w programie Asiga Composer (widok z góry)



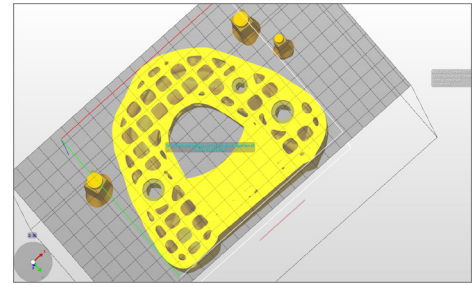
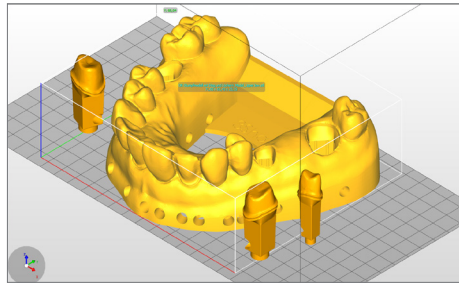
Zazwyczaj modele i matryce będą już odpowiednio wyrównane po załadowaniu do oprogramowania, co oznacza, że zazwyczaj nie trzeba ich przenosić. Należy jednak sprawdzić, czy wszystkie obiekty spoczywają na płycie konstrukcyjnej, patrząc na nie od przodu i z boku.

Funkcja **Skieruj skos na dół** (w panelu transformacji na dole z lewej poprzez funkcję obrotu) może być przydatna w przypadku wyrównywania obiektów ustawionych dołem do góry. Po wybraniu odpowiedniego obiektu wybrać powyższą opcję i kliknąć powierzchnię styku z płytką konstrukcyjną (jest to zazwyczaj spód modelu). Nastąpi automatyczne wyrównanie obiektu, który potem powinien spoczywać na płycie konstrukcyjnej, stykając się z nią wybraną powierzchnią.

Następnie postępować z kikutami tak samo jak z modelem. W większości przypadków matryce będą już rozstawione pionowo na płycie konstrukcyjnej po zaimportowaniu. W przeciwnym razie wybrać funkcję **Skieruj skos na dół**.

Na koniec wyświetlić widok obiektów z dołu, aby upewnić się, że wszystkie mają odpowiedni kontakt z płytką konstrukcyjną.

Obszar, w którym obiekty stykają się z płytą konstrukcyjną, zostanie zaznaczony innym kolorem.

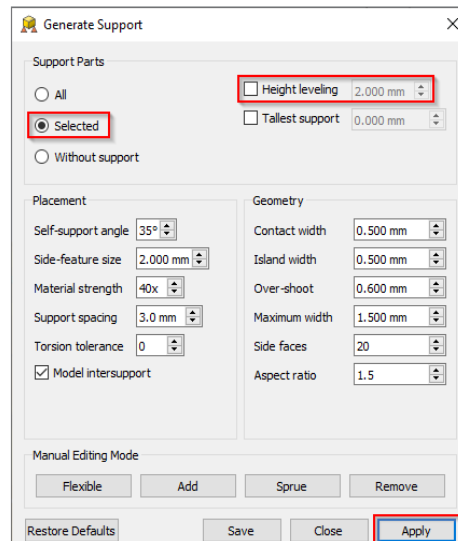


### 3.3.4. Dodawanie elementów wspierających

Ponieważ modele są zwykle drukowane bezpośrednio na płycie konstrukcyjnej, nie ma potrzeby stosowania konstrukcji wspierających. Jednak podczas drukowania modeli wydrążonych nadal zaleca się ich stosowanie, aby poprawić stabilność obiektów podczas drukowania, a tym samym zapobiec błędom drukowania i osiągnąć wyższy poziom dokładności.

Zacząć od wyboru modelu lub modeli (nie matryc) i kliknąć przycisk **Utwórz element wsporczy** na pasku menu. W górnej części okna elementów wsporczych wybrać obiekty wsporcze: **Wybrane** i wyłączyć regulację wysokości. Wszystkie pozostałe opcje zostały już zoptymalizowane dla danego materiału i nie wymagają modyfikacji. Kliknięcie opcji **Zastosuj** spowoduje, że oprogramowanie obliczy idealną pozycję konstrukcji wspierających i wstawi je między modelem a płytą konstrukcyjną.

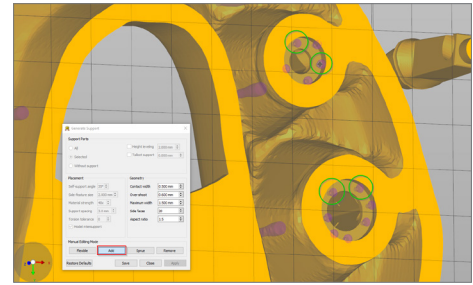
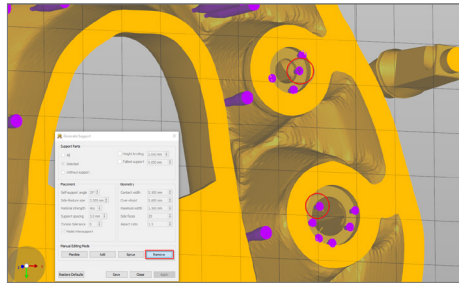
Ustawienia elementów wsporczych w programie Composer



Sprawdzić model, aby upewnić się, że wszystkie konstrukcje wsporcze są we właściwym miejscu. Aby zapewnić idealne dopasowanie matryc, należy sprawdzić, czy w gniazdach nie ma żadnych prętów wsporczych. W razie potrzeby usunąć pojedyncze pręty wsporcze i/lub dodać kolejne.

Ilustracja po lewej:  
Usuwanie pojedynczych konstrukcji  
wsporczych

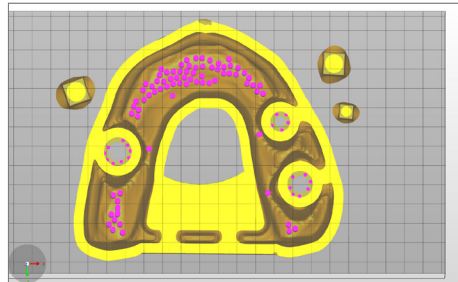
Ilustracja po prawej:  
Dodawanie pojedynczych  
konstrukcji wsporczych



Matryce zębów nie wymagają żadnych konstrukcji wspierających, o ile zostały utworzone na podstawie powyższych parametrów, ponieważ będą bezpiecznie spoczywać na małej podstawie (lub sztyfcie).

Po ustawieniu i wyrównaniu obiektu oraz utworzeniu elementów wspierających model z matrycami powinien wyglądać następująco:

Sprawdzanie konstrukcji  
wsporczych i obszarów styku od  
dołu



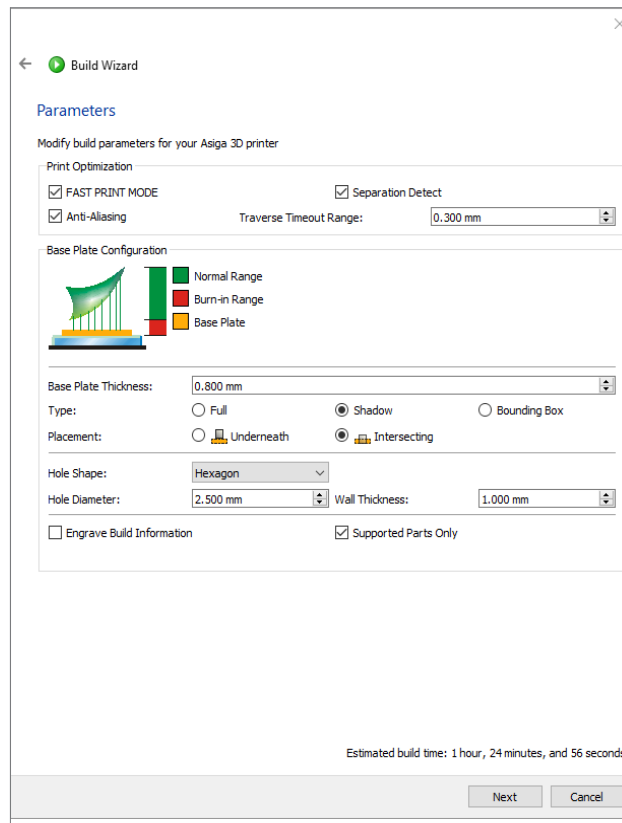
Żółte obszary pokazują, w których miejscach obiekty stykają się z płytką konstrukcyjną. Pokazany tutaj model odpowiednio styka się z płytką konstrukcyjną i dlatego można go wydrukować bez problemów.

### 3.3.5. Dodawanie płyty bazowej i wysyłanie zadania drukowania do drukarki

Dzięki płycie bazowej model jest lepiej przymocowany na płycie konstrukcyjnej i zwiększa się jego stabilność wokół podstawy. Podczas drukowania z użyciem żywicy LuxaPrint Model należy zawsze stosować płytę bazową.

Utworzenie płyty bazowej w programie Asiga odbywa się tuż przed segmentacją. Kliknąć opcję **Konstruu** (zielona ikona **Rozpocznij** na pasku menu) w celu otwarcia kreatora konstrukcji. W tym momencie można ponownie sprawdzić wszystkie ustawienia. Kliknięcie opcji **Kontynuuj** umożliwi otwarcie ekranu tworzenia płyty bazowej. Użyć ustawień przedstawionych na ilustracji, aby dostarczyć model, ale nie matryce z płytą bazową z otworami.

Ustawienia płyty bazowej  
w programie Composer



Kliknięcie opcji **Kontynuuj** umożliwi sprawdzenie zaawansowanych parametrów, a następnie przejście do ekranu przeglądu. Teraz należy nadać zadaniu drukowania odpowiednią nazwę, a następnie wysłać je do drukarki Asiga 3D. W tym momencie można też wyświetlić poszczególne monochromatyczne widoki drukowania, aby po raz ostatni sprawdzić zadanie drukowania.

Podgląd wydruku w programie  
Composer





## 4. Drukowanie

≥1 min

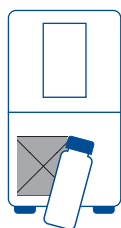


### 4.1. Potrząśnięcie materiałem

Przed użyciem materiał LuxaPrint Model (DMG) wymaga wstrząśnięcia przez co najmniej jedną minutę. Dzięki temu uzyskany produkt zawsze będzie jednorodny, co pozwoli uzyskać wysoką jakość elementów w każdym przypadku.

### 4.2. Skanowanie znaczników RFID

Aby zapewnić większą niezawodność procesu, należy zeskanować kod RFID materiału. Urządzenie może wykryć wprowadzenie błędnych informacji dotyczących materiału i w razie potrzeby wygenerować ostrzeżenie (funkcja dostępna dla DMG 3Demax/DMG 3Delite (DMG), D30 / D20 + / D20 + wkład / D10 + (RapidShape), P20 + / P10 + kapsułka (Straumann)).



### 4.3. Dodawanie materiału do drukowania

Umieścić materiał LuxaPrint Model w zbiorniku na żywicę w drukarce 3D. Należy się upewnić, że zbiornik jest wystarczająco napełniony, aby żywica mogła przepływać bez przeszkód, nawet jeśli płytkę konstrukcyjną jest całkowicie zapełniona. Nie należy nigdy napełniać zbiornika na żywicę po brzegi, ponieważ żywica może się przelać i zanieczyścić drukarkę.

### 4.4. Rozpoczęcie zadania drukowania 3D

Rozpocząć zadanie drukowania na drukarce 3D.

#### PRAKTYCZNA WSKAZÓWKA

Jeśli odpowiedni materiał LuxaPrint Model był przechowywany przez noc lub przez dłuższy czas w zasobniku na materiał drukarki, należy go wymieszać. W tym celu zalecamy użycie silikonowego skrobaka, szpatułki lub podobnego narzędzia, aby uniknąć uszkodzenia tacy na materiał.

## 5. Obróbka końcowa

### INTELIĞENTNE POŁĄCZENIE

Użytkownik systemu druku 3D firmy DMG składającego się z 3Demax, 3Dewash i 3Decure korzysta z inteligentnego połączenia tych urządzeń. Gdy tylko zadanie drukowania na drukarce zostanie zakończone, wszystkie istotne informacje są przekazywane do urządzeń do obróbki końcowej, gdzie wystarczy wybrać odpowiednie zadanie drukowania, aby rozpocząć określoną obróbkę.



### 5.1. Odciek żywicy

Po zakończeniu drukowania należy pozostawić szyny w drukarce na mniej więcej 10 minut, aby płynna niezwiązana żywica mogła spłynąć. Zapewnia to oszczędność materiału i skraca proces czyszczenia.

#### PRAKTYCZNA WSKAZÓWKA

Aby płynna żywica ściekała jeszcze szybciej i skuteczniej z drukowanych obiektów, należy użyć elementów wspomagających kapanie. Pozwala to zaoszczędzić materiał do drukowania i ogranicza konieczność wymiany alkoholu izopropylowego w module czyszczącym.



Dane drukowania do wydruku elementu wspomagającego kapanie można pobrać bezpośrednio ze strony internetowej DentaMile pod adresem: [//www.dentamile.com/de/news/detail/ostern-ist-vorbei-aber-der-abtropphase-leistet-immer-gute-hilfe](http://www.dentamile.com/de/news/detail/ostern-ist-vorbei-aber-der-abtropphase-leistet-immer-gute-hilfe)



Usuwanie wydrukowanych modeli z 3Demax



## 5.2. Odłączanie elementów od płytki konstrukcyjnej

Ostrożnie odłączyć wydrukowane obiekty od płytki konstrukcyjnej. W tym celu użyć skrobaka dostarczonego z drukarką, noża lub innego podobnego narzędzia. Trzymać ostrze możliwie płasko i wsunąć je między płytkę konstrukcyjną a obiekt. Obiekt powinien powoli, ale bezproblemowo odłączyć się od płytki konstrukcyjnej.

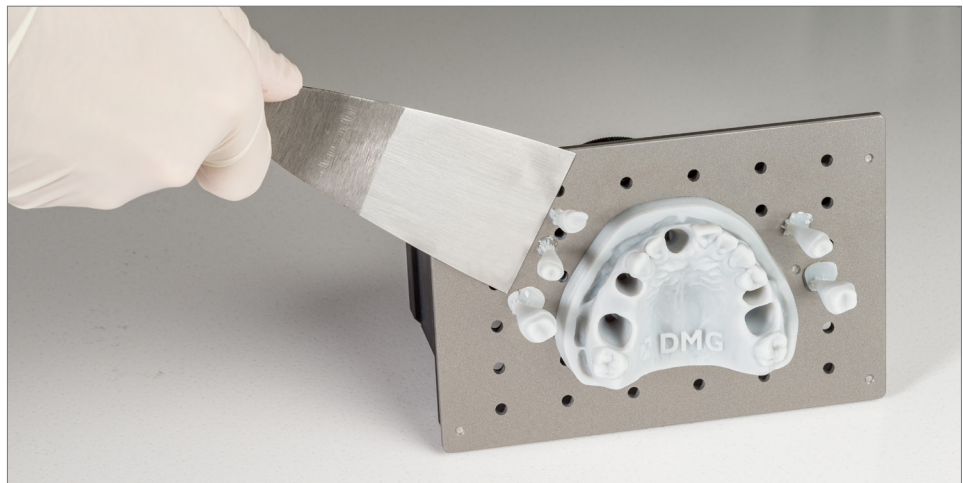
Dzięki DentaMile Desk MC-5 modele można szybko i łatwo usunąć z płytki konstrukcyjnej, usuwając płytkę magnetyczną z płytki konstrukcyjnej i delikatnie ją wyginając.

Niektóre modele trudniej zdjąć z płytki konstrukcyjnej. W takim przypadku można przytrzymać skrobak przy obiekcie i płycie konstrukcyjnej, a następnie delikatnie uderzyć w uchwyt młotkiem. Model powinien odłączyć się od płytki konstrukcyjnej bez żadnych problemów.

### UWAGA!

Należy zachować ostrożność podczas korzystania z żyletek, noży lub innych ostrzy. Nigdy nie ciąć materiału w kierunku dłoni lub ciała!

Odłączanie wydrukowanych obiektów od płytki konstrukcyjnej





**PRAKTYCZNA  
WSKAZÓWKA**

Długotrwały kontakt ze środkami czyszczącymi może wpłynąć na dokładność obiektów oraz ich właściwości mechaniczne.

W związku z tym należy przestrzegać podanych tutaj czasów i usuwać elementy możliwie najszybciej po czyszczeniu.

Odlączenie wydrukowanych obiektów od płytki konstrukcyjnej

**5.3. Czyszczenie**

Po wydrukowaniu modele dentystyczne wymagają dokładnego wyczyszczenia w celu usunięcia pozostałości płynnej żywicy z powierzchni elementu. Należy korzystać z opcji czyszczenia (patrz część Wprowadzenie), które zaprojektowano i zatwierdzono dla danego systemu drukującego.

**5.3.1. DMG 3Dewash (lub RS wash / P wash)**

Wystarczy umieścić wydrukowane części w komorze czyszczenia urządzenia 3Dewash i wybrać program przeznaczony dla materiału LuxaPrint Model lub odpowiednie zadanie drukowania (wymagana funkcja Smart Connectivity). Matryce należy czyścić przy użyciu dostarczonego kosza, aby zapobiec ich wypadnięciu przez kratkę w dolnej części urządzenia i uszkodzeniu ramion myjących. Do czyszczenia należy użyć alkoholu izopropylowego (ok. 99%).

**5.3.2. DMG DentaMile Wash MC**

Ułożyć wydrukowane modele i matryce na tacy czyszczącej urządzenia DentaMile Wash MC. Małe matryce wymagają czyszczenia w sitku, aby zapobiec ich wpadnięciu do szczelin w module czyszczącym.

Wybrać program czyszczenia **Niski** i ustawić licznik czasu na 5 minut, aby dokładnie oczyścić drukowane obiekty.

**PRAKTYCZNA  
WSKAZÓWKA**

Roztwór czyszczący w zbiorniku zacznie się zanieczyszczać po kilkukrotnym użyciu. Gdy do tego dojdzie, będzie można go użyć do zastąpienia pojemnika używanego wcześniej do mycia wstępnego, który będzie już bardziej zanieczyszczony i będzie wymagał odpowiedniej utylizacji. Następnie można użyć nowego pojemnika z alkoholem izopropylowym jako głównego pojemnika czyszczącego.

**5.3.3. Kąpiel ultradźwiękowa**

W przypadku braku powyższych urządzeń czyszczących model można wyczyścić w kąpeli ultradźwiękowej z alkoholem izopropylowym (99%). W tym celu zalecamy użycie dwóch oddzielnych pojemników czyszczących. Pierwszy będzie służył do mycia wstępnego (maks. 3 minuty), którego celem będzie usunięcie większości żywicy z poszczególnych części. Pojemnik ten szybko ulegnie zanieczyszczeniu żywicą, ale można go nadal używać do wstępnego mycia innych części. Drugi pojemnik powinien zawierać świeży alkohol izopropylowy; pojemnik powinien służyć do całkowitego usuwania wszystkich pozostałości żywicy (maks. 2 minuty).

Krok 1 (Mycie wstępne)	Ultradźwięki	Alkohol izopropylowy	3 min
Krok 2 (Mycie główne)	Ultradźwięki	Alkohol izopropylowy (świeży)	2 min
Suszenie	Powietrze sprężone / powietrze		10-60 s / 10 min

**5.3.4. Kontrola końcowa**

Przed przystąpieniem do utwardzania końcowego upewnić się, że modele całkowicie wyschły. W tym celu należy użyć sprężonego powietrza lub pozostawić elementy do wyschnięcia na powietrzu przez mniej więcej 30 minut.

Suszenie modelu powietrzem wolnym od oleju



Po wysuszeniu dokładnie sprawdzić części i upewnić się, że:

- modele są czyste i całkowicie suche,
- na powierzchni nie znajdują się pozostałości płynu czyszczącego ani żywicy (na ich obecność wskazuje błyszcząca powierzchnia obiektu),
- na powierzchni nie widać żadnych niedoskonałości ani stałych cząstek żywicy.

Jeżeli na obiektach nadal znajdują się płynne resztki żywicy, można je usunąć np. sprayem zawierającym alkohol izopropylowy lub ściereczką namoczoną w alkoholu izopropylowym. Następnie dokładnie osuszyć szyny w sposób opisany powyżej.

#### PRAKTYCZNA WSKAZÓWKA

Zarówno zbyt krótkie, jak i zbyt długie lub zbyt intensywne utwardzanie końcowe może prowadzić do utraty dokładności z powodu zniekształceń w poszczególnych częściach i do przebarwienia elementów.

#### 5.4. Po zakończeniu utwardzania

Prawidłowe utwardzanie wydrukowanych elementów ma znaczenie dla uzyskania modeli o optymalnych właściwościach mechanicznych, idealnie dopasowanych matryc i prawidłowych wymiarów. Dlatego zawsze należy zwracać uwagę na prawidłowe ustawienia utwardzania końcowego i dokładnie przestrzegać podanych zaleceń. Należy używać systemów utwardzania końcowego, które zostały określone i zatwierdzone dla danego systemu drukowania, zgodnie z listą podaną we wprowadzeniu.

Nigdy nie układać wydrukowanych i oczyszczonych obiektów jeden na drugim wewnątrz urządzeń do utwardzania końcowego; pozostawić dużo miejsca i upewnić się, że obiekty będą wystawione na działanie światła z każdej strony.

Po zakończeniu procesu utwardzania pozostawić obiekty na 5–10 minut do ostygnięcia. Dzięki temu, że modele i matryce zostały zaprojektowane w taki sposób, ich dalsza obróbka nie jest konieczna i można z nich korzystać natychmiast.

Utwardzanie końcowe w 3Decure



#### 5.4.1. DMG 3Decure (lub RS cure / P cure)

Wydrukowane obiekty umieścić w komorze urządzenia naświetlającego i wybrać program dla używanego wariantu kolorystycznego żywicy LuxaPrint Model (DMG) lub odpowiednie zadanie drukowania (wymagana funkcja Intelligent Connectivity).

#### 5.4.2. DMG DentaMile Cure MC

Wydrukowane obiekty umieścić w komorze urządzenia naświetlającego DentaMile Cure MC i wybrać program dla używanego wariantu kolorystycznego żywicy LuxaPrint Model (DMG).

#### 5.4.3. Otoflash / Heraflash / HiLite Power3D

Umieścić wydrukowane obiekty w komorze urządzenia naświetlającego i utwardzić po wybraniu poniższych ustawień.

Moduł światłoutwardzalny	Czas światłoutwardzania	Wskazówki
Otoflash G171 (myjka N360)	2 x 2000 impulsów	Po pierwszych 2000 błysków należy pozostawić wydrukowany obiekt do ostygnięcia i odwrócić go na drugą stronę.
Heraeus Heraflash / Kulzer HiLite power 3D	2 x 180 sekund	Po pierwszych 180 sekundach ostudzić wydrukowany obiekt i odwrócić go na drugą stronę.

### 5.5. Mocowanie matrycy dla modeli z wymiennymi matrycami

Po zakończeniu całej cyfrowej i zweryfikowanej procedury DMG użytkownik powinien posiadać teraz idealnie dopasowane matryce.

Ze względu na niepowtarzalność każdego modelu, indywidualne modyfikacje projektu modelu, niewielkie różnice w procedurze lub użycie różnych urządzeń drukujących, czyszczących lub utwardzających zawsze istnieje możliwość, że nawet przy zalecanych przez nas ustawieniach wokół matryc w gniazdach będzie zbyt dużo miejsca lub że nie będą one pasować do zamierzonych. W tej części podano szereg wskazówek dotyczących pracy z niepasującymi matrycami.

#### 5.5.1. Gniazdo jest nieco za małe, matryca nie pasuje lub wymaga znacznej siły w celu jej dopasowania

Użyć zwykłego środka antyadhezyjnego lub smaru, aby wsunąć matrycę do gniazda; należy ją kilkakrotnie wsunąć i wyjąć. Po pewnym czasie matryca powinna być odpowiednio dopasowana.

Sprawdzić zarówno matrycę, jak i gniazdo pod kątem potencjalnych błędów, które mogły powstać podczas procesu drukowania, lub pozostałości żywicy nieusunięte w trakcie czyszczenia.

### 5.5.3. Jedna matryca jest zbyt luźna lub ciasna, podczas gdy wszystkie pozostałe są dobrze dopasowane

#### exocad:

Tryb ekspercki aplikacji kreatora modeli oferuje funkcję dostosowywania **Dynamiczna szerokość szczeliny**. Dzięki niej można określić, że matryce, które są większe niż dany rozmiar, mają inną szerokość szczeliny niż pozostałe kikuty. Funkcja ta zasadniczo umożliwia zdefiniowanie ustawień zapewniających idealne dopasowanie. Zdefiniowane tu ustawienia powinny też być odpowiednie dla wszystkich modeli tworzonych w ramach tej samej procedury.

#### Inne kreatory modeli (np. 3Shape):

Należy sprawdzić, czy zmiana szerokości szczeliny pozwoli na zapewnienie dobrego dopasowania wszystkich matryc. Jeśli na przykład mała matryca jest zbyt ciasno dopasowana, podczas gdy większe matryce są dopasowane dobrze, wówczas użycie nieco większej szerokości szczeliny, która nie ma wpływu na dopasowanie większych matryc, zapewni lepsze dopasowanie małej matrycy.

Jeśli matryce nadal nie pasują, sprawdzić, czy model z kombinacją stałych i wymiennych matryc może być opcją dla uzupełnienia protetycznego (patrz praktyczna wskazówka w punkcie 2.1.1). Mogłoby to wyeliminować ten problem i doprowadzić do powstania idealnego modelu z doskonale dopasowanymi matrycami przy każdym wydruku.

## 6. Sprawdzenie dokładności dopasowania

W naszym centrum aplikacji cyfrowych dokładność dopasowania wszystkich naszych materiałów i procedur jest ustawiana, sprawdzana i oceniana zgodnie ze zdefiniowanym procesem walidacji. Każda procedura musi spełniać ścisłe kryteria, które zostały opracowane dla każdej aplikacji indywidualnie oraz zgodnie ze znaczeniem klinicznym i możliwością zastosowania.

Limity akceptacji klinicznej dla dokładności modeli dentystycznych opierają się na pracach odtwórczych lub ortodontycznych, do których są one wykorzystywane.

W przypadku prac odtwórczych przyjmuje się, że wielkość szczeliny brzeżnej ma decydujące znaczenie dla klinicznego powodzenia pracy. W licznych badaniach laboratoryjnych przedstawiono różne metody badawcze, które między innymi analizują silikonowe kształtki szczeliny brzeżnej metodą mikroskopii optycznej i skaningowej mikroskopii elektronowej [1, 2] lub poprzez segmentację całych uzupełnień [3]. Metody kliniczne zwykle ograniczają się do testów opartych na dotyku, np. przy użyciu sondy dentystycznej [4] lub badań radiograficznych [5]. W większości przypadków limity akceptacji klinicznej dla szczeliny brzeżnej uzupełnień wynoszą od 50 do 100  $\mu\text{m}$  [6, 7, 8]. W związku z tym ze względu na lokalną dokładność matrycy zęba wydrukowanej w 3D celem jest maksymalne odchylenie wynoszące 50  $\mu\text{m}$  lub średnie odchylenie wynoszące maksymalnie 20  $\mu\text{m}$ .

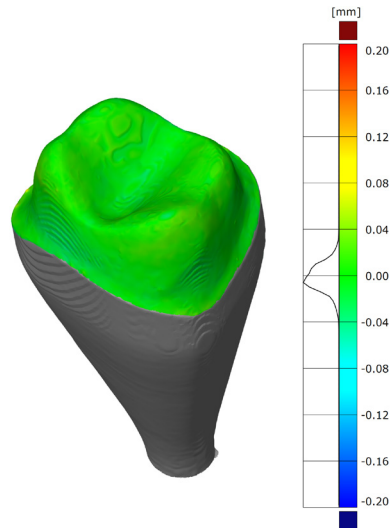
Wymagania w zakresie ogólnej dokładności drukowanych modeli w dużej mierze zależą od klinicznej akceptacji produkowanych za ich pomocą prac ortodontycznych, takich jak drukowane w 3D szyny zgryzowe lub retainery. W niedawno przeprowadzonym badaniu Spies [9] stwierdził, że średnie odchylenia do 174  $\mu\text{m}$  w odniesieniu do powierzchni współpracującej szyn zgryzowych są akceptowalne klinicznie. Jednak przy średnich odchyleniach wynoszących 42  $\mu\text{m}$  szyny wytwarzane metodą tradycyjną wykazują w istocie znacznie mniejsze różnice. Celem dla ogólnej dokładności odwzorowania modeli drukowanych w 3D produkowanych w ramach zweryfikowanej procedury DMG jest zatem średnie odchylenie 50  $\mu\text{m}$  lub maksymalne dopuszczalne odchylenie 150  $\mu\text{m}$  na minimum 80% powierzchni.

Analizujemy dokładność naszej procedury, skanując wydrukowany model za pomocą skanera 3D i porównując uzyskany skan z cyfrowym plikiem źródłowym. W przypadku prac odtwórczych obejmuje to ocenę pojedynczej matrycy zęba i marginesu preparacji, a w przypadku dokładności ogólnej ocenę całego odpowiedniego obszaru modelu.

Przedstawiony tu model powstał przy użyciu zatwierdzonej przez DMG procedury i materiału LuxaPrint Model, drukarki DMG 3Demax (grubość warstwy 50  $\mu\text{m}$ ), modułu czyszczącego DMG 3Dewash i modułu utwardzającego DMG 3Decure.

### 6.1. Wymienna matryca zęba (dokładność lokalna)

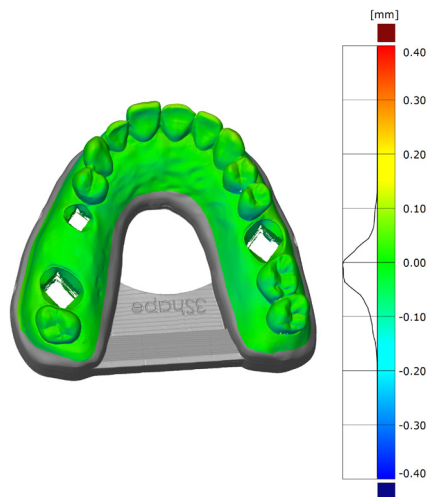
Dokładność matrycy



	Wartość docelowa	Rezultat
Średnie odchylenie	20 $\mu\text{m}$	9 $\mu\text{m}$
Maksymalne odchylenie (80%-kwantyl)	50 $\mu\text{m}$	14 $\mu\text{m}$

### 6.2. Cały model (dokładność ogólna)

Dokładność modelu



	Wartość docelowa	Rezultat
Średnie odchylenie	50 $\mu\text{m}$	41 $\mu\text{m}$
Maksymalne odchylenie (80%-kwantyl)	150 $\mu\text{m}$	65 $\mu\text{m}$

Wyniki analizy dokładności wskazują, że wydrukowane obiekty wytworzone w powyższy sposób mieszczą się w zakresie akceptacji klinicznej i spełniają lub przekraczają określone cele. Drukowane modele sprawdzają się więc w szerokiej gamie zastosowań protetycznych i ortodontycznych, zastępując klasyczne modele gipsowe.

### 6.3. Piśmiennictwo

- [1] Diedrich P, Erpenstein H: Rasterelektronenmikroskopische Randspaltanalyse von in vivo eingegliederten Stufenkronen und Inlays. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1985, 95: 575-586
- [2] Groten M, Girthofer S, Pröbster L: Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. J Oral Rehabil 1997, 24: 871-81
- [3] Boening KW, Walter MH, Reppel P-D: Non-cast titanium restorations in fixed Prosthodontics. J Oral Rehabil 1992, 19: 281-287
- [4] Rappold AP, Ripps AH, Ireland EJ. Explorer sharpness as related to margin evaluations. Oper Dent. 1992 Jan-Feb; 17(1): 2-6.
- [5] Sharkey S, Kelly A, Houston F, O'Sullivan M, Quinn F, O'Connell B. A radiographic analysis of implant component misfit. Int J Oral Maxillofac Implants. 2011 Jul-Aug; 26(4): 807-15.
- [6] Dreyer Jørgensen K: Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gussverfahren. Dt.Zahnärztl. Z. 1958, 7: 461-469
- [7] Spiekermann H: Marginale Passform. Dt.Zahnärztl. Z. 1986, 41: 1015-1019
- [8] Pameijer JH, Westermann W: Von der erreichbaren Genauigkeit festsitzender Restaurationen. ZWR 1982, 91 (10): 46-49
- [9] Wesemann C, Spies BC, Schaefer D: Accuracy and its impact on fit of injection molded, milled and additively manufactured occlusal splints. J. Mech. Behav. Biomed. Mater. 2021, 114