PRZEWODNIK DOTYCZĄCY STOSOWANIA

LuxaPrint Ortho

Zatwierdzona procedura DMG DentaMile

DMG

Przewodnik dotyczący stosowania: LuxaPrint Ortho

LuxaPrint Ortho to światłoutwardzalna żywica do drukarek 3D służąca do produkcji indywidualnych szablonów do nawiercania z najwyższą precyzją, mająca certyfikat wyrobu medycznego I klasy.

Precyzyjne wiercenie otworów i dokładne dopasowanie. Zwłaszcza w przypadku tulei wierteł. LuxaPrint Ortho, wysoce transparentna żywica o najwyższej jakości, zapewnia niezawodne wsparcie w tym zakresie. Doskonała zapływalność i parametry drukowania zapewniają stabilność wymiarową i optymalne kształtowanie. W przypadku tego materiału konieczność zapewnienia jałowości nie stanowi problemu: w każdym szczególe spełnia on wysokie wymagania implantu.

LuxaPrint Ortho charakteryzuje się także bardzo dużą przejrzystością: Przejrzystość na poziomie 99% zapewnia idealną widoczność miejsca pracy i pełną kontrolę.

Ponadto krótkie czasy drukowania i niskie wymagania materiałowe sprawiają, że produkcja w pracowni jest niedroga.

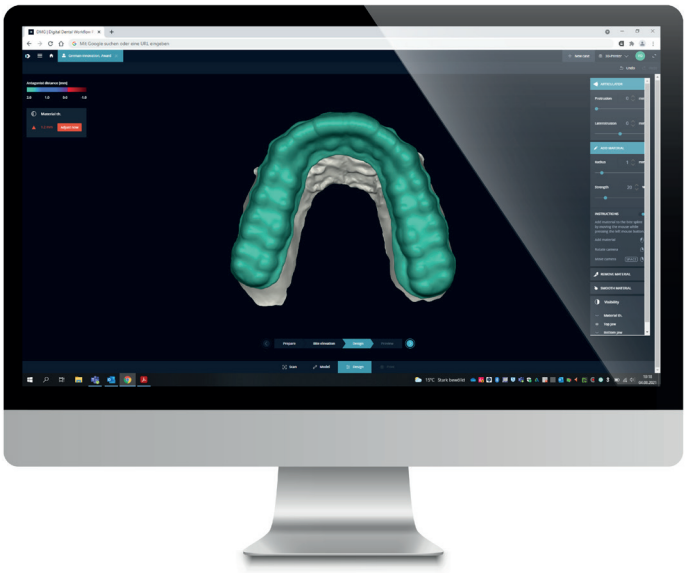
Zatwierdzona procedura DMG DentaMile

W niniejszym Przewodniku dotyczącym stosowania prezentujemy zatwierdzone procedury DentaMile, które mogą zostać wykorzystane do łatwego i niezawodnego uzyskania rezultatów spełniających wysokie wymagania użytkowników aparatów stomatologicznych w zakresie biokompatybilności, 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. Zapewni to rezultaty o najwyższej jakości.

DentaMile CONNECT

GERMAN INNOVATION AWARD '20 WINNER



Spis treści

1. Skan 5

2. Projekt 6

3. Przygotowanie do druku 7

4. Drukowanie 17

5. Obróbka końcowa 19

6. Przygotowanie przed użyciem u pacjenta 26

7. Sprawdzenie dokładności dopasowania 27

Wymagane wyposażenie i materiały

SKANOWANIE

- Skaner wewnątrzustny lub optyczny skaner biurkowy
- Opcjonalnie: Cyfrowa tomografia wolumetryczna (DVT) struktury kostnej pacjenta

PROJEKT

- Oprogramowanie do projektowania dentystycznego (CAD) do wytwarzania szablonów do nawiercania (np. 3Shape)

DRUKOWANIE

- Program do segmentowania dopasowany do drukarki 3D (Autodesk Netfabb dla **DMG 3Demax DMG 3Delite** (DMG), D10+ / D20II / D20+ / D30II / D30+ D40II (RapidShape) oraz P10+ / P20+ (Straumann); Asiga Composer dla drukarki Asiga)
- Żywica **DMG LuxaPrint Ortho**
- Drukarka 3D **DMG 3Demax**, drukarka 3D**DMG 3Delite**, D10+ / D20II / D20+ / D30II / D30+ D40II (RapidShape), P10+ /P20+ (Straumann) lub drukarka 3D Asiga (np. Asiga MAX UV)
- **DMG 3Dewash** / RS wash / P wash lub myjka ultradźwiękowa i płyn czyszczący (alkohol izopropylowy ≥ 99% lub etanol ≥ 96%)
- Urządzenie do utwardzania końcowego **DMG 3Decure** / RS cure / P cure lub ksenonowa lampa błyskowa (Otoflash G171 lub Heraflash/HiLite Power 3D)

1. Skanowanie

Wytworzenie cyfrowego szablonu do nawiercania wymaga najpierw wygenerowania cyfrowych danych pacjenta. Można to zrobić w gabinecie stomatologicznym za pomocą skanera wewnątrzustnego lub w laboratorium stomatologicznym za pomocą skanera laboratoryjnego. W zależności od wersji wyciski zębów pacjenta lub modele gipsowe mogą być skanowane bezpośrednio za pomocą skanera laboratoryjnego.

Wykonanie kompletnych prowadzonych szablonów do nawiercania wymaga również wykonania skanowania DVT (cyfrowa tomografia wolumetryczna) struktury kostnej pacjenta.

2. Projektowanie

Na podstawie danych cyfrowych dotyczących zębów pacjenta można za pomocą odpowiedniego oprogramowania skonstruować szablon do nawiercania.

W przypadku korzystania z 3Shape Implant Studio można wybrać parametry materiału zapisane przez system dla DMG LuxaPrint Ortho jako punkt wyjścia do swojego projektu. Jeśli używany jest inny program, można użyć następujących ustawień jako wartości początkowych:

Tabela 1:
Zalecane ustawienia dla projektu szablonu do nawiercania

	Minimalna wartość	**Zalecane ustawienie podstawowe**	Maksymalna wartość
Grubość materiału	1,5 mm	**1,5 mm**	7 mm
Rozstaw do zębów	0 mm	**0,02 mm**	0,15 mm
Retencja	0 mm	**0,01 mm**	0,10 mm
Rozstaw do tulei	0 mm	**0,08 mm**	–

W zależności od używanego programu, rodzaju tulei wiertła i geometrii zębów pacjenta może wystąpić konieczność zmiany zalecanych ustawień wyjściowych w celu uzyskania bezpiecznego i precyzyjnego projektu z optymalnym dopasowaniem.

Sposób postępowania podczas planowania leczenia i projektowania szablonów do nawiercania może się różnić w zależności od używanego programu. Aby uzyskać szczegółowe instrukcje dotyczące projektowania szablonów do nawiercania, należy skontaktować się z deweloperem programu.

3. Przygotowanie do druku

PRAKTYCZNA WSKAZÓWKA

Należy się zawsze upewnić, czy używane jest właściwe urządzenie i parametry materiału. Wybór nieprawidłowych ustawień może skutkować błędami w druku i gorzej dopasowanymi szablonami do nawiercania, jak również nieodpowiednimi właściwościami mechanicznymi oraz brakiem biokompatybilności.

Po zakończeniu procesu projektowania należy zaimportować cyfrowo zaprojektowany szablon do nawiercania do oprogramowania drukarki, aby przygotować go do druku.

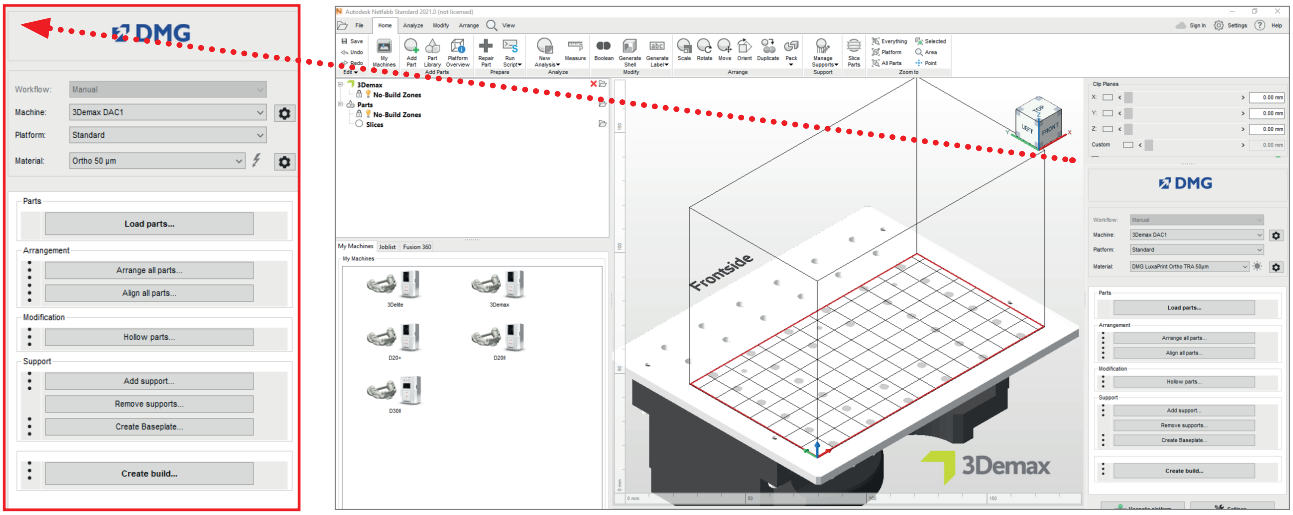
Na tym etapie szablony do nawiercania są zorientowane w strefie roboczej drukarki 3D i wyposażone w elementy podtrzymujące.

3.1. Autodesk Netfabb dla DMG 3Demax i 3Delite (oraz RapidShape D-Series)

3.1.1. Dobór materiału i maszyny

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

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



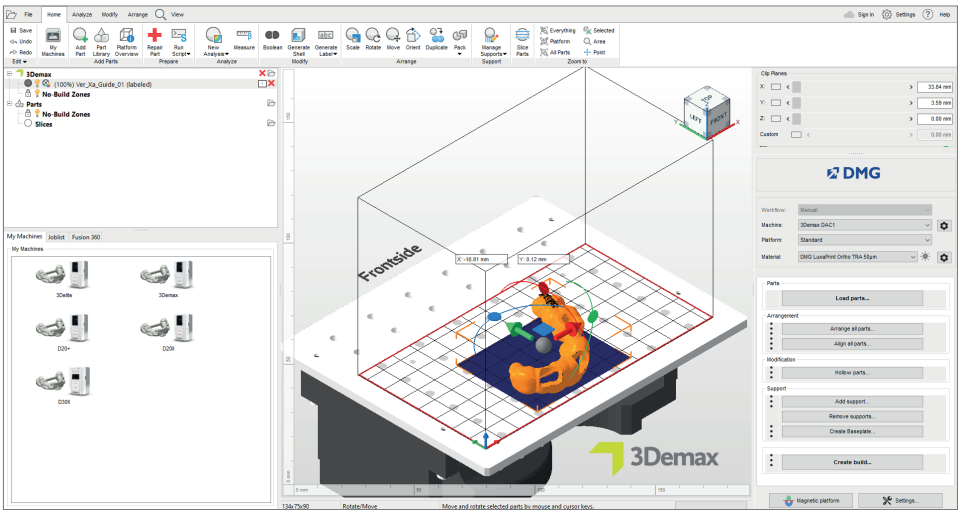
Rysunek 1:
Dobór parametrów urządzenia i materiału

Najpierw należy wybrać drukarkę i materiał »DMG LuxaPrint Ortho« oraz żądaną 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).

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.

3.1.2. Importowanie szablonu nawiercania

Zaimportować wcześniej utworzony projekt szablonu do nawiercania do programu Netfabb. W tym celu wystarczy przeciągnąć plik do widoku 3D programu lub wybrać »Load Pieces...« (Załaduj elementy) w obszarze roboczym DMG i przejść do odpowiedniego projektu.



Rysunek 2:
Import cyfrowego szablonu do nawiercania do Netfabb

3.1.3. Ustawianie szablonów do nawiercania w strefie roboczej

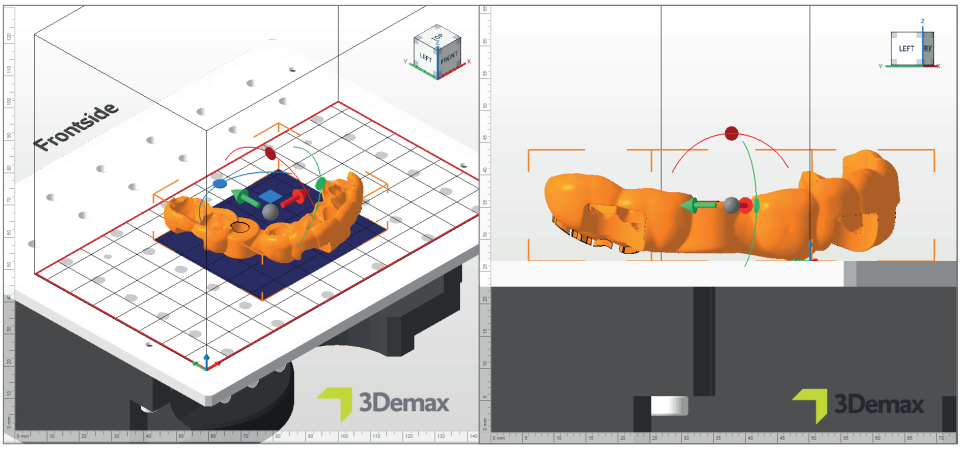
Zawsze wyrównywać szablony do nawiercania tak, aby ich wewnętrzna strona, istotna w przypadku dopasowania, była zwrócona w kierunku od płytki konstrukcyjnej. Zapewnia to najwyższy stopień dokładności i gwarantuje, że na tych powierzchniach nie powstaną żadne elementy podtrzymujące.

Uchwyt na tuleję wiertła powinien być również jak najbardziej płaski i równoległy do płytki konstrukcyjnej (tak aby otwór na tuleję wiertła był skierowany w kierunku Z lub do góry), tak aby tuleja wiertła była dokładnie dopasowana.

W przypadku kilku tulei wiertła w jednym szablonie do nawiercania wszystkie uchwyty do tulei wiertła powinny być ustawione jak najbardziej płasko i pod podobnym kątem. W przypadku kątów większych niż 10° może wystąpić konieczność dostosowania parametrów podanych w tabeli 1.

Informacje podstawowe

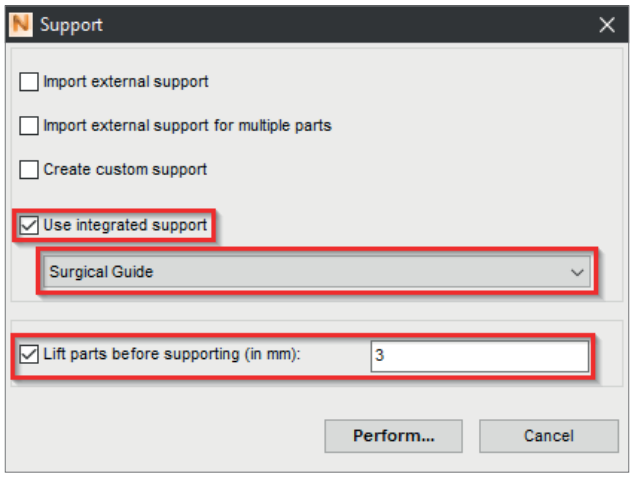
Jedną z przyczyn gorszej dokładności odtworzenia przy większych kątach orientacji jest nadmierne utwardzenie w kierunku Z, które jest konieczne do połączenia ze sobą poszczególnych warstw. Nadmierne utwardzenie występuje tylko w przypadku podcięć i otworów lub wgłębień w obiekcie, a mianowicie wtedy, gdy żadna struktura obiektu nie uniemożliwia utwardzenia płynnej żywicy w kierunku Z (droga wiązki promieni świetlnych od dołu do góry lub od pojemnika w kierunku płytki konstrukcyjnej). W przypadku wyrównania poziomego powierzchnia montażowa szablonów do nawiercania (wewnątrz) jest zwykle zorientowana w kierunku łyżki materiału, tak że nie występują tu zjawiska nadmiernego utwardzania. Jest to szczególnie ważne przy wprowadzaniu tulei wiertla. Aby zapewnić dokładne dopasowanie tulei, otwór gniazda powinien być prostopadły do płytki konstrukcyjnej.



Rysunek 3:
Poziome wyrównanie szablonu do nawiercania i gniazda tulei wiertła z powierzchnią montażową zwróconą od płytki konstrukcyjnej

3.1.4. Dodawanie elementów podtrzymujących

Rysunek 4:
Okno »Support«
(Elementy podtrzymujące)

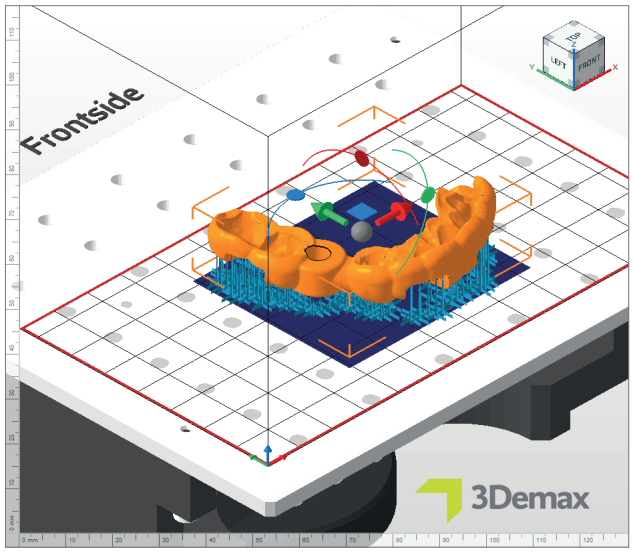


PRAKTYCZNA WSKAZÓWKA

Można również zastosować zewnętrzne elementy podtrzymujące podczas korzystania z innego programu do generowania elementów podtrzymujących. Aby to wykonać, należy wybrać element »Import external support« (Importuj zewnętrzny element podtrzymujący) lub »Import external support for several components« (Importuj zewnętrzny element podtrzymujący dla niektórych komponentów).

Obiekty wymagają elementów podtrzymujących do zapewnienia prawidłowego i dokładnego ustawienia szablonów do nawiercania. W obszarze procedury DMG należy wybrać »Add support« (Dodaj element podtrzymujący), a w następnym oknie dialogowym »Use integrated support« (Zastosuj wbudowany element podtrzymujący). Wstępnie ustawiony styl elementu podtrzymującego »Surgical Guide« (Prowadnica chirurgiczna) został specjalnie zoptymalizowany do drukowania szablonów do nawiercania i gwarantuje najlepsze wyniki. Dodatkowo należy wybrać element menu »Lift components before support (in mm)« (Podnieś komponenty przed elementem podtrzymującym (w mm)), aby automatycznie podnieść komponent o kilka milimetrów w stosunku do płytki konstrukcyjnej. Najlepsza wartość to 2–4 mm. Pozwala to na łatwiejsze usunięcie elementów podtrzymujących w dalszych etapach procesu i uzyskanie precyzyjnego wyniku drukowania.

Rysunek 5:
Szablon do nawiercania wyposażony w elementy podtrzymujące

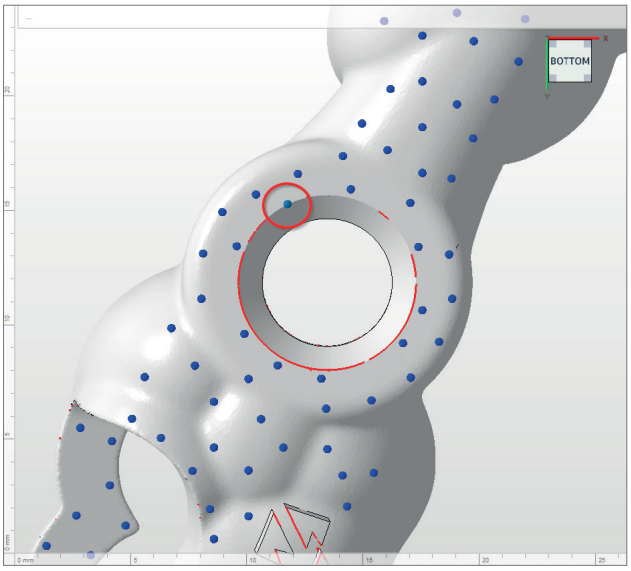


Program automatycznie oblicza optymalną pozycję elementów podtrzymujących i wstawia je pomiędzy płytkę konstrukcyjną a szablon do nawiercania.

Należy sprawdzić obiekt pod kątem prawidłowego rozmieszczenia elementów podtrzymujących. Aby zapewnić prosty i precyzyjny montaż tulei wiertła, należy sprawdzić, czy w pobliżu gniazd tulei wiertła lub na powierzchni montażowej nie ma wsporników.

PRAKTYCZNA WSKAZÓWKA

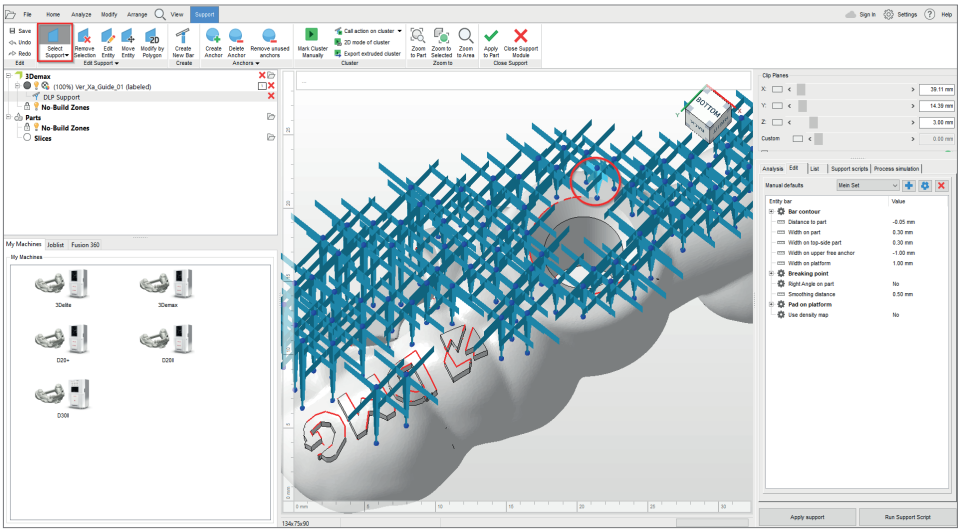
Po właściwym ustawieniu automatyczny i zintegrowany skrypt elementu podtrzymującego działa idealnie w wielu przypadkach. Ponieważ każdy drukowany obiekt jest inny, może się zdarzyć, że elementy podtrzymujące zostaną umieszczone nieprawidłowo i trzeba je będzie usunąć ręcznie. Zazwyczaj nie jest konieczne dodawanie poszczególnych elementów podtrzymujących.



Rysunek 6:
Nieprawidłowo ustawiony wspornik

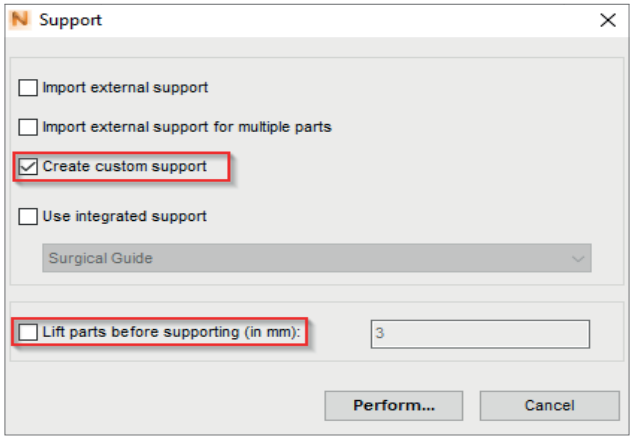
3.1.4.1. Usuwanie i dodawanie pojedynczych wsporników

Aby usunąć lub dodać pojedyncze wsporniki, należy najpierw wybrać określony obiekt, a następnie »Add support...« (Dodaj element podtrzymujący). W kolejnym oknie dialogowym aktywować pole »Create individual support« (Utwórz wspornik indywidualny; patrz rysunek 8). Należy również upewnić się, że nie jest aktywne okno »Lift components before support (in mm)« (Podnieś komponenty przed elementem podtrzymującym (w mm)). Nastąpi przekierowanie do ograniczonego widoku obiektu i powiązanych wsporników, gdzie można usunąć lub dodać pojedyncze wsporniki wedle potrzeby. Dzięki funkcji »Select support« (Wybierz element podtrzymujący) można zaznaczyć i usunąć pojedyncze wsporniki (kliknięcie prawym przyciskiem myszy: »Remove selection« (Usuń wybór)).



Rysunek 7:
Usunięcie poszczególnych wsporników
w module podtrzymującym

Rysunek 8:
Tworzenie indywidualnego wspornika

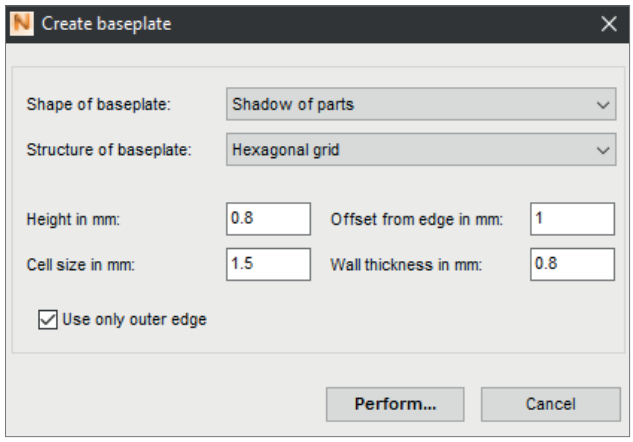


3.1.5. Płyta bazowa

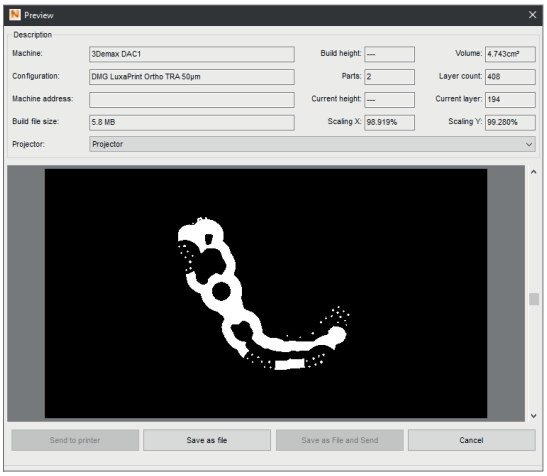
W razie potrzeby do obiektu można dodać płytę bazową w postaci siatki heksagonalnej. Płyta bazowa zapewnia lepsze przyleganie do płytki konstrukcyjnej i tym samym minimalizuje błędy w druku. W przypadku materiału DMG LuxaPrint Ortho zalecane są następujące ustawienia:

Odcień w zależności od elementu, siatka z sześciokątnymi komórkami, wysokość: 0,8 mm, wielkość pola: 1,5 mm, przesunięcie na krawędzi: 1 mm, grubość ścianki: 0,8 mm.

Rysunek 9:
Okno »Create baseplate« (Utwórz płytę bazową)



3.1.6. Tworzenie zadania konstrukcyjnego (»segmentowanie«) i przesyłanie go do drukarki



Rysunek 10: Cała strefa robocza jest oznaczona kolorem czarnym, a powierzchnie, które mają być naświetlane – kolorem białym. Przykładowo na warstwie 194 na ilustracji elementy podtrzymujące są jeszcze częściowo tworzone, ale zarys szablonu do nawiercania jest już w dużym stopniu rozpoznawalny.

Gdy tylko rozmieszczenie elementów na płytce konstrukcyjnej, elementów podtrzymujących i płyt bazowych jest zadowalające, należy ponownie sprawdzić ustawienia materiału i maszyny i utworzyć plik o rozszerzeniu czytelnym dla drukarki za pomocą funkcji »Create build job« (Utwórz zadanie konstrukcyjne).

Po obliczeniu poszczególnych warstw wydruku (tzw. »segmentowanie«) pojawi się okno podglądu. Można w nim przewijać warstwy zadania wydruku i przeglądać utworzony obiekt.

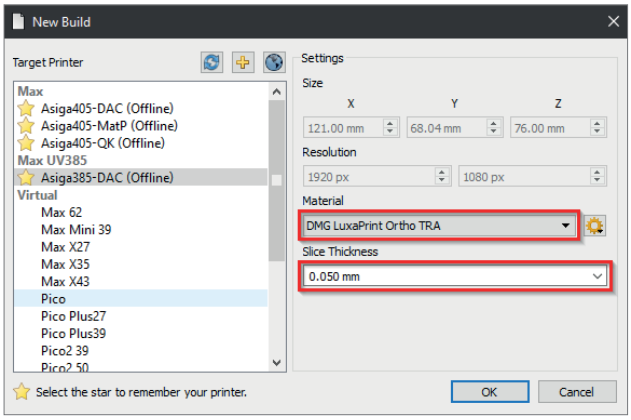
Następnie należy przesłać gotowe zadanie wydruku do drukarki 3D przez połączenie sieciowe lub skorzystać z pamięci przenośnej USB.

3.2. Asiga Composer

3.2.1. Dobór materiału i maszyny

Otworzyć Asiga Composer i wybrać nowy projekt lub otworzyć wcześniej zapisany projekt. Wybrać drukarkę i materiał »DMG LuxaPrint Ortho TRA«. Grubość warstwy zatwierdzona przez DMG wynosi 0,050 mm (= 50 µm) i zapewnia najlepsze wyniki.

Jeśli ten materiał nie był wcześniej używany, można pobrać parametr wydruku ze strony Asiga w obszarze swojego konta w bibliotece materiałów (asiga.com/accounts/) i zaimportować go do programu Composer.



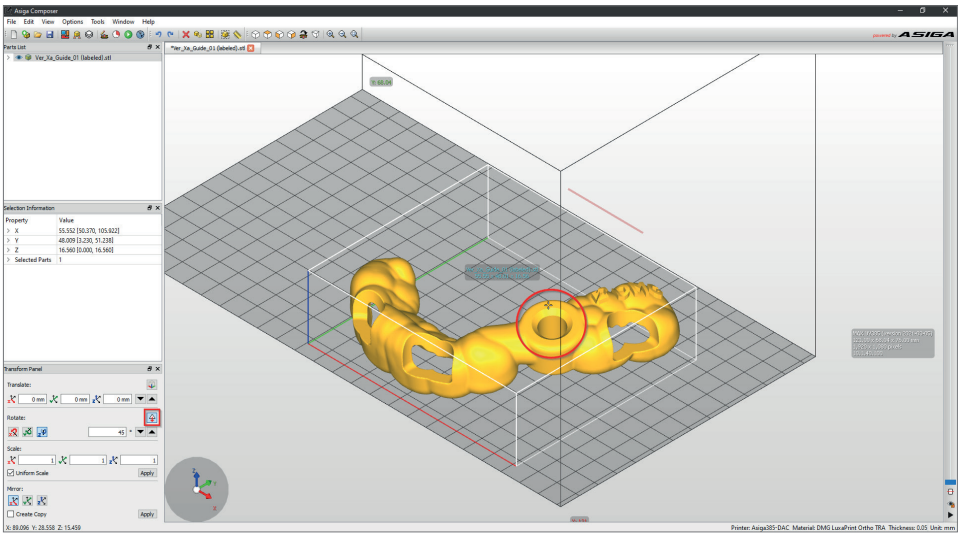
Rysunek 11:
Wybór materiału i grubości warstwy w Asiga Composer

3.2.2. Importowanie do programu Asiga Composer

Zaimportować wcześniej utworzony projekt szablonu do nawiercania do Asiga Composer. W tym celu wystarczy przeciągnąć plik do widoku 3D programu lub wybrać punkt menu »Add Parts...« (Dodaj części).

3.2.3. Ustawianie szablonów do nawiercania w strefie roboczej

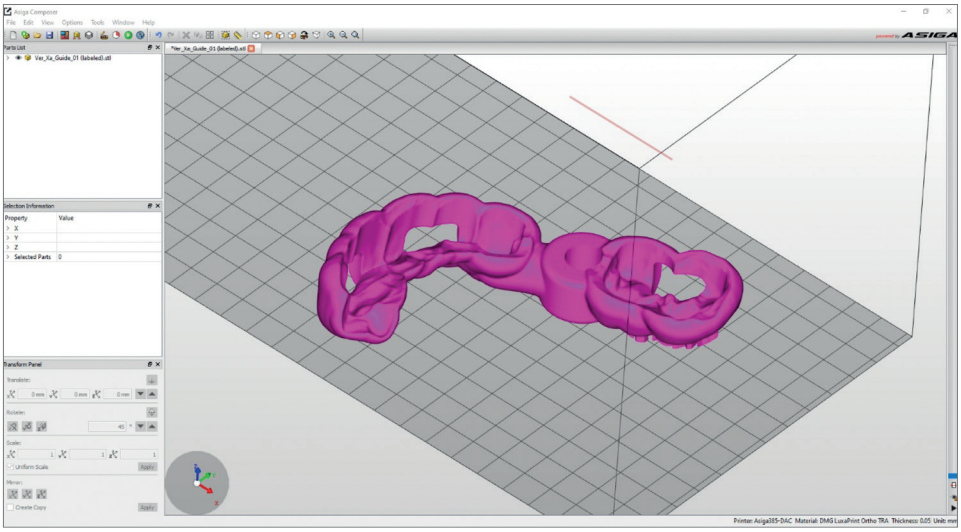
Zawsze wyrównywać szablony do nawiercania tak, aby ich wewnętrzna strona, istotna w przypadku dopasowania, była zwrócona w kierunku od płytki konstrukcyjnej. Zapewnia to najwyższy stopień dokładności i gwarantuje, że na tych powierzchniach nie powstaną żadne elementy podtrzymujące.



Rysunek 12:
Orientacja szablonu do nawiercania za pomocą funkcji »Rotate Facet Downwards« (Obróć płaszczyznę w dół)

Uchwyt na tuleję wiertła powinien być również jak najbardziej płaski i równoległy do płytki konstrukcyjnej (tak aby otwór na tuleję wiertła był skierowany w kierunku Z lub do góry), tak aby tuleja wiertła była dokładnie dopasowana. Aby uzyskać proste wyrównanie, Asiga Composer oferuje praktyczną funkcję »Rotate Facet Downwards« (Obróć płaszczyznę w dół). Aby jej użyć, należy najpierw wybrać lewym przyciskiem myszy szablon do nawiercania, a następnie w obszarze obrotu wybrać funkcję »Rotate Facet Downwards« (Obróć płaszczyznę w dół) po lewej stronie okna. Następnie umieścić krzyżyk celowniczy na płaskiej powierzchni gniazda tulei wiertła, aby zorientować tę powierzchnię w kierunku płytki konstrukcyjnej (patrz rysunek 12).

Rysunek 13:
Prawidłowa orientacja
w strefie roboczej

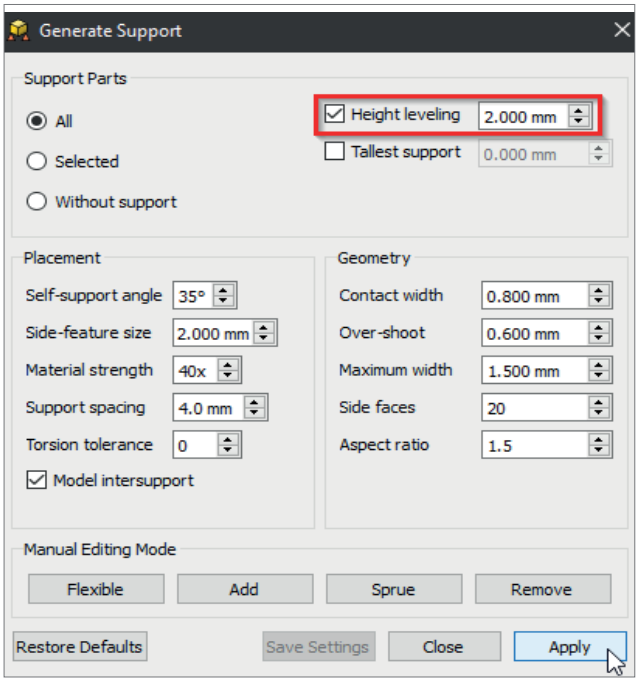


W przypadku kilku tulei wiertła w jednym szablonie do nawiercania wszystkie uchwyty do tulei wiertła powinny być ustawione jak najbardziej płasko i pod podobnym kątem.

3.2.4. Dodawanie elementów podtrzymujących

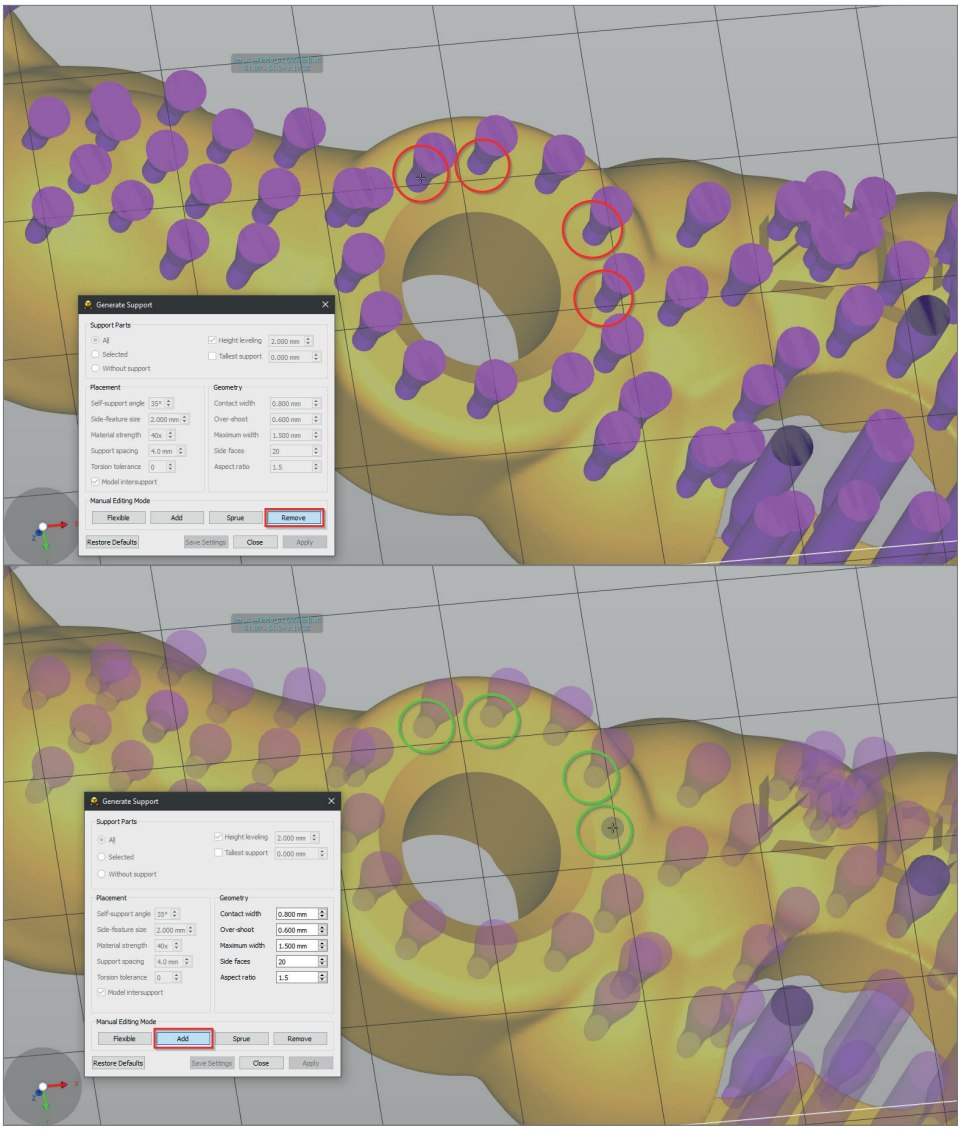
W celu dodania elementów podtrzymujących do projektu należy wybrać punkt menu »Generate Support« (Generuj elementy podtrzymujące). Sugerowane wartości w programie zostały już zoptymalizowane dla danego materiału, więc wystarczy uruchomić funkcję automatycznego generowania elementów podtrzymujących, klikając »Apply« (Zastosuj). Należy się również upewnić, że funkcja »Height levelling« (Poziomowanie wysokości) pozostaje aktywna, aby obiekt został uniesiony o kilka milimetrów nad płytkę konstrukcyjną. Program automatycznie oblicza optymalną pozycję elementów podtrzymujących i wstawia je pomiędzy płytkę konstrukcyjną a szablon do nawiercania.

Rysunek 14:
Okno dialogowe »Generate Support«
(Generuj elementy podtrzymujące)



Należy sprawdzić obiekt pod kątem prawidłowego rozmieszczenia elementów podtrzymujących. Aby zapewnić prosty i precyzyjny montaż tulei wiertła, należy sprawdzić, czy w pobliżu gniazd tulei wiertła lub na powierzchni montażowej nie ma wsporników. W razie potrzeby usunąć i/lub dodać pojedyncze wsporniki.

Rysunek 15:
Usuwanie i dodawanie pojedynczych wsporników w Asiga Composer



3.2.5. Wysyłanie zadania wydruku do drukarki

Po wciśnięciu punktu menu »Build« (Wykonaj) użytkownik przechodzi do kreatora zadania. Można tu ponownie sprawdzić ustawienia i w razie potrzeby utworzyć płytę bazową. Teraz należy wysłać gotowe zadanie drukowania do drukarki 3D.

4. Drukowanie

4.1. Potrząsnąć materiałem

≥ 01:00 min.

Przed użyciem należy potrząsać opakowaniem materiału DMG LuxaPrint Ortho przez co najmniej jedną minutę. Dzięki temu uzyskany produkt jest zawsze jednorodny, a tym samym niezmiennie charakteryzuje się wysoką jakością wykonania.

4.2. Skanowanie znaczników RFID

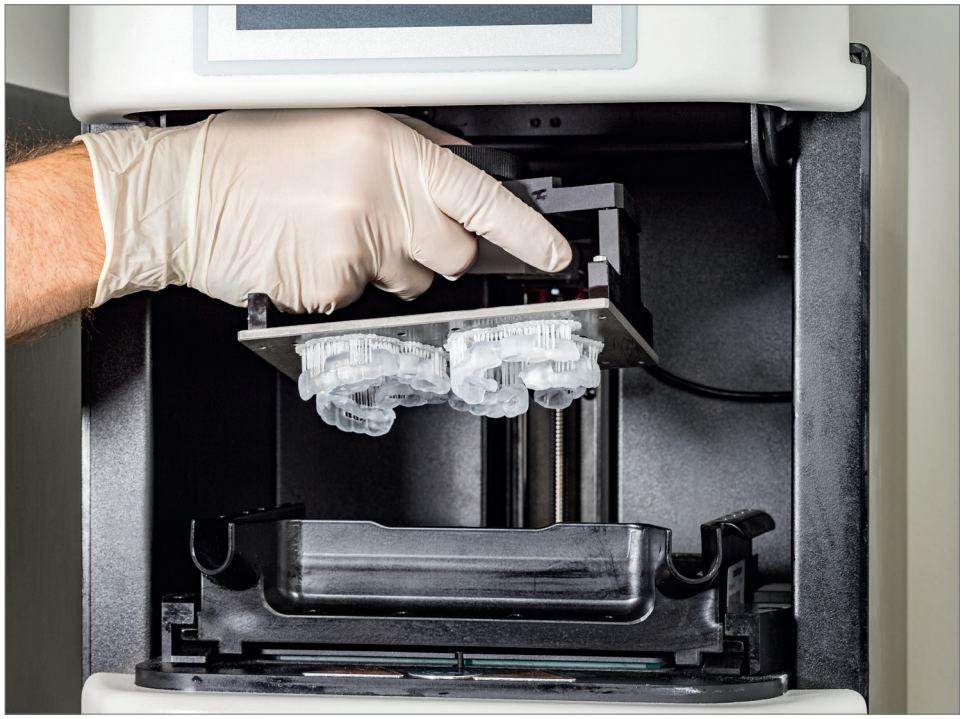
Aby zapewnić większą niezawodność procesu, należy zeskanować kod RFID materiału. Urządzenie może wykryć ewentualne wprowadzenie błędnych informacji dotyczących materiału i w razie potrzeby wygenerować ostrzeżenie (funkcja dostępna dla DMG 3Demax/DMG 3Delite (DMG), D10+ / D20+ / D30+/ D40 II (Rapid Shape), P10+ / P20+ / P30+ / P40 (Straumann)).

4.3. Dodawanie materiału do drukowania

Umieścić LuxaPrint Ortho w zbiorniku żywicy drukarki 3D. Należy się upewnić, że zbiornik jest wystarczająco napełniony, aby żywica mogła być podawana bez przeszkód, nawet jeśli płytka konstrukcyjna jest całkowicie zapełniona. Nie należy nigdy napełniać zbiornika żywicy po brzegi, gdyż żywica może się przelać i zanieczyścić drukarkę. Dla każdego biokompatybilnego materiału do druku 3D należy używać oddzielnych tacek na materiały, aby uniknąć zanieczyszczeń krzyżowych.

4.4. Rozpoczęcie zadania drukowania 3D

Rozpocząć zadanie drukowania na drukarce 3D.



Rysunek 16:
Drukowanie obiektu w strefie roboczej DMG 3Demax

5. Obróbka końcowa

Inteligentne połączenie

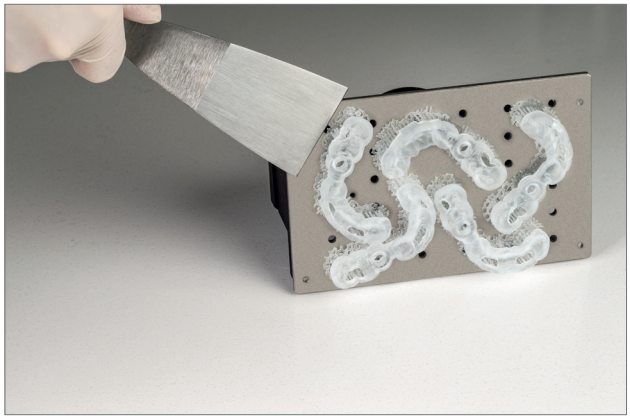
Użytkownik systemu druku 3D firmy DMG składającego się z drukarek i modułów do obróbki końcowej korzysta z inteligentnego połączenia tych urządzeń. Gdy tylko zadanie drukowania na drukarce zostanie zakończone, wszystkie istotne informacje są przekazywane do urządzeń do obróbki końcowej, gdzie wystarczy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

5.1. Odciek żywicy

Po zakończeniu drukowania najlepiej jest pozostawić szablony do nawiercania w drukarce na mniej więcej 10 minut, aby płynna niezwiązania żywica mogła spłynąć. Zapewnia to oszczędność materiału i skraca proces czyszczenia.

5.2. Odłączanie elementów od płytki konstrukcyjnej

Ostrożnie odłączyć wydrukowane obiekty od płytki konstrukcyjnej. Użyć szpatułki lub nożyka dołączonego do drukarki (lub podobnego narzędzia do cięcia). Wsunąć narzędzie pod płytę bazową i poluzować części lekkimi ruchami podważającymi. Jeśli przyleganie do płyty bazowej jest zbyt silne, można umieścić szpatułkę na płycie bazowej i delikatnie uderzyć uchwyt szpatułki małym młotkiem, aby poluzować części.



Rysunek 17:
Odłączanie wydrukowanych obiektów od płytki konstrukcyjnej

W przypadku korzystania z urządzenia DMG 3Delite (DMG), D10 + (RapidShape) lub P10 + (Straumann) należy pozostawić obiekty na płytce konstrukcyjnej i zawiesić całą płytkę w odpowiednim urządzeniu do czyszczenia (DMG 3Dewash, RS wash lub P wash).

5.3. Czyszczenie

Po wydrukowaniu należy starannie oczyścić szablon do nawiercania z wszelkiej nieutwardzonej żywicy. Do każdego biokompatybilnego materiału do drukowania należy stosować oddzielne roztwory czyszczące, aby uniknąć zanieczyszczeń krzyżowych.

PRAKTYCZNA WSKAZÓWKA

Długotrwały kontakt z płynami czyszczącymi może wpłynąć na dokładność obiektów oraz ich właściwości mechaniczne. Przestrzegać podanych tutaj czasów.

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

Wystarczy umieścić wydrukowane obiekty w komorze czyszczącej i wybrać program przeznaczony do DMG LuxaPrint Ortho lub odpowiednie zadanie drukowania (wymagana funkcja Intelligent Connectivity). W celu uzyskania najlepszych rezultatów czyszczenia należy umieścić szablon do nawiercania w komorze czyszczącej, kierując go powierzchnią połączeniową do dołu. Do czyszczenia należy użyć alkoholu izopropylowego (ok. 99%).

Rysunek 18:
Tuleja wiertła w urządzeniu 3Dewash

5.3.2. Czyszczenie ultradźwiękowe

Przy braku wyżej wymienionych urządzeń czyszczących należy wstępnie czyścić szablon do nawiercania etanolem (≥ 96%) lub alkoholem izopropylowym (≥ 99%) w myjce ultradźwiękowej przez maksymalnie 3 minuty. W razie potrzeby można również użyć szczotki. Jeśli jest to możliwe, można następnie oczyścić przedmioty sprężonym powietrzem. Należy w oddzielnym pojemniku ponownie oczyścić przedmioty czystym etanolem (≥ 96%) lub alkoholem izopropylowym (≥ 99%) przez maksymalnie 2 minuty w myjce ultradźwiękowej.

Rysunek 19:
Spłukiwanie pozostałości żywicy

Po wysuszeniu dokładnie sprawdzić szablon do nawiercania i upewnić się, że

- szablon do nawiercania jest czysty i całkowicie suchy,
- na powierzchni nie znajdują się resztki płynu czyszczącego ani żywicy (widoczne przez błyszczącą powierzchnię obiektu).

Jeżeli na powierzchni nadal znajdują się płynne resztki żywicy, można je usunąć np. sprayem zawierającym alkohol izopropylowy lub szmatką namoczoną w alkoholu izporopylowym. Następnie całkowicie osuszyć szablon do nawiercania, jak opisano powyżej.

5.4. Suszenie i kontrola wzrokowa

Przed przystąpieniem do utwardzania końcowego upewnić się, że szablon do nawiercania całkowicie wysechł. W tym celu należy użyć sprężonego powietrza lub pozostawić elementy do wyschnięcia na powietrzu przez mniej więcej 30:00 minut. Podczas suszenia należy upewnić się, że szablon do nawiercania nie jest wystawiony na bezpośrednie działanie promieni słonecznych lub innego intensywnego promieniowania (np. lampy o świetle dziennym).

Rysunek 20:
Suszenie szablonu do nawiercania sprężonym powietrzem

5.5. Po zakończeniu utwardzania

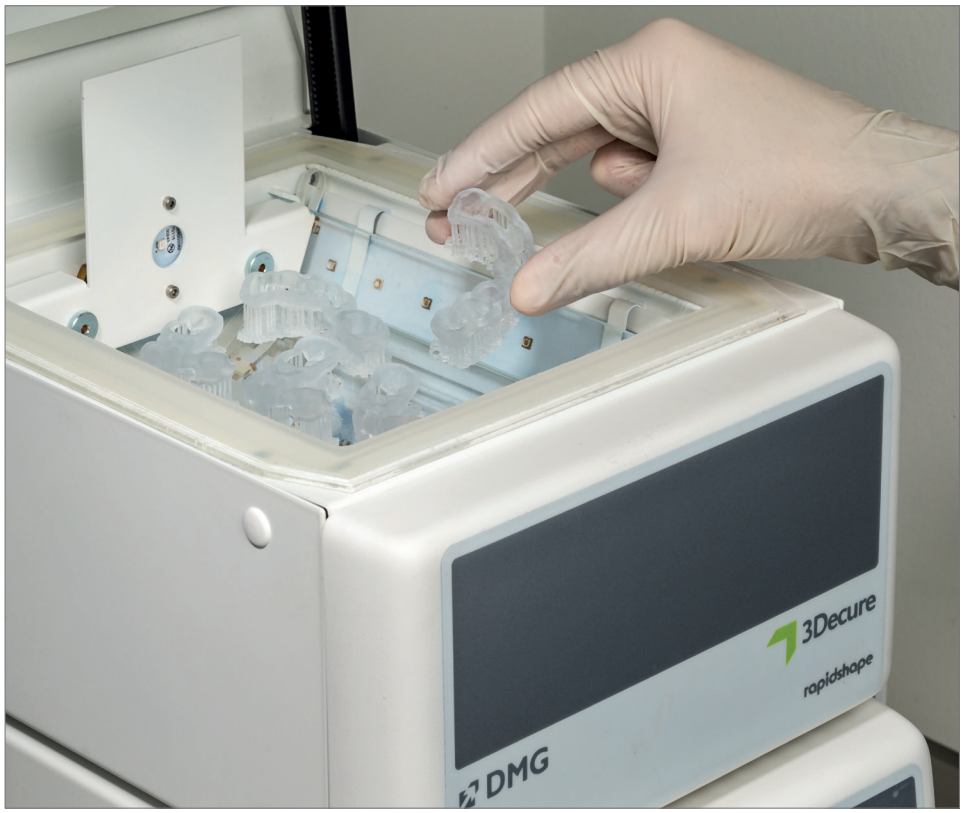
Prawidłowe utwardzanie końcowe wydrukowanych elementów jest ważne dla uzyskania biokompatybilnego rezultatu z optymalnymi właściwościami mechanicznymi i doskonałym dopasowaniem. Dlatego należy zawsze zwracać uwagę na prawidłowe utwardzenie końcowe i dokładnie przestrzegać podanych zaleceń. Nigdy nie umieszczać szablonów do nawiercania jeden na drugim w komorze naświetlania i upewnić się, że elementy są oświetlane ze wszystkich stron.

PRAKTYCZNA WSKAZÓWKA

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

5.5.1. DMG 3Decure

Wystarczy umieścić wydrukowane obiekty w komorze czyszczącej i wybrać program przeznaczony do DMG LuxaPrint Ortho lub odpowiednie zadanie drukowania (wymagana funkcja Intelligent Connectivity).



Rysunek 21:
3Decure

5.5.2. Otoflash/Heraflash/HiLitePower3D

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

Moduł światłoutwardzalny	Czas światłoutwardzania	Wskazówki
Otoflash G171 (myjka N360)	2 × 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 × 180 sekund	Po pierwszych 180 sekundach ostudzić wydrukowany obiekt i odwrócić go na drugą stronę.

5.6. Odłączanie elementów podtrzymujących

Ostrożnie odłączyć elementy podtrzymujące. Najlepiej użyć narzędzia ręcznego z tarczą tnącą lub małych kleszczy, przecinaków bocznych bądź nożyczek. Pozostałości elementów podtrzymujących można następnie ostrożnie usunąć frezarką lub szlifierką.

PRAKTYCZNE WSKAZÓWKI

Chociaż ręczne odcinanie elementów podtrzymujących jest szybsze niż za pomocą narzędzia, może wyrywać małe obszary z szablonów do nawiercania i tym samym uszkadzać je lub sprawiać, że przestaną się nadawać do użytku. W związku z tym zalecamy korzystanie z narzędzia.

Elementy podtrzymujące należy zawsze usuwać po zakończeniu utwardzania, aby uniknąć zniekształcenia elementu. Dokładne dopasowanie ma kluczowe znaczenie dla optymalnego zabiegu, zwłaszcza w przypadku szablonów do nawiercania.

Rysunek 22:
Usuwanie elementów podtrzymujących za pomocą tarczy tnącej

5.7. Wykończenie i polerowanie

Szablony do nawiercania należy przygotowywać z aktywnym odsysaniem ze względu na działanie powstającego pyłu.

- Szorstkie pozostałości elementów podtrzymujących należy najpierw zeszlifować **papierem ściernym/korundowym** (wielkość ziarna np. 120 µm).
- Do zmiany kształtu krawędzi (kształtowanie) szablonu do nawiercania lub ich skrócenia można użyć **frezów ceramicznych lub drobnych, poprzecznych frezów z tworzywa sztucznego**.
- Do usuwania, zaokrąglania i wygładzania (wstępnego polerowania) krawędzi i powierzchni można użyć **polerki filcowej nasyconej silikonem**.
- Polerowanie wstępne należy wykonać przy użyciu **polerki z drobnym pumeksem i szczotki z włosia koziego**.
- Należy użyć **polerki na wysoki połysk** oraz **uniwersalnej pasty polerskiej do tworzyw sztucznych,** aby uzyskać wysoki połysk.

Rysunek 23:
Używane narzędzia do polerowania (ilustracja przykładowa)

Rysunek 24:
Gotowy szablon do nawiercania z tuleją wiertła

PRAKTYCZNA WSKAZÓWKA

Po zakończeniu należy sprawdzić gotowe obiekty pod kątem uszkodzeń lub pęknięć. Nie wolno stosować uszkodzonych szablonów do nawiercania u pacjentów.

6. Przygotowanie przed użyciem u pacjenta

6.1. Montaż szablonów do nawiercania

Używać tylko takiego typu tulei wiertła, jaki został wybrany podczas procesu projektowania. Tuleja wiertła powinna być dokładnie wciśnięta w szablon i utrzymywana na miejscu przez przytrzymanie. Jeśli okaże się, że tuleja nie pasuje dokładnie, szablon do nawiercania nie powinien być używany u pacjenta. Dokładne dopasowanie można uzyskać, dostosowując parametry projektowe (»Distance to the drilling sleeve« (Odległość do tulei wiertła)). Dalsza obróbka szablonu do nawiercania może pogorszyć dokładność w przypadku interwencji klinicznej.

6.2. Sterylizacja

Szablony do nawiercania DMG LuxaPrint Ortho można jednorazowo wysterylizować w autoklawie przed użyciem u pacjenta. Do sterylizacji parowej należy stosować następujące parametry autoklawu:

Temperatura: **134°C / 273°F** przy ciśnieniu **2 barów** i czasie trwania 05:00 min.

6.3. Dezynfekcja

Zgodnie ze specyfikacją producenta można zastosować następujące środki dezynfekujące:

- PrintoSept-ID (na bazie czwartorzędowych soli amoniowych)
- SprayActiv, alkoholowy aerozol odkażający (zawiera także didecylodimetylo-N-chlorek)
- Dentavon [roztwór przygotowany z granulatu; zawiera penta-potasowy-bis(peroksymonosiarczan)-bis(siarczan), anionowe środki powierzchniowo czynne, niejonowe środki powierzchniowo czynne, mydło, fosforany]

7. 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.

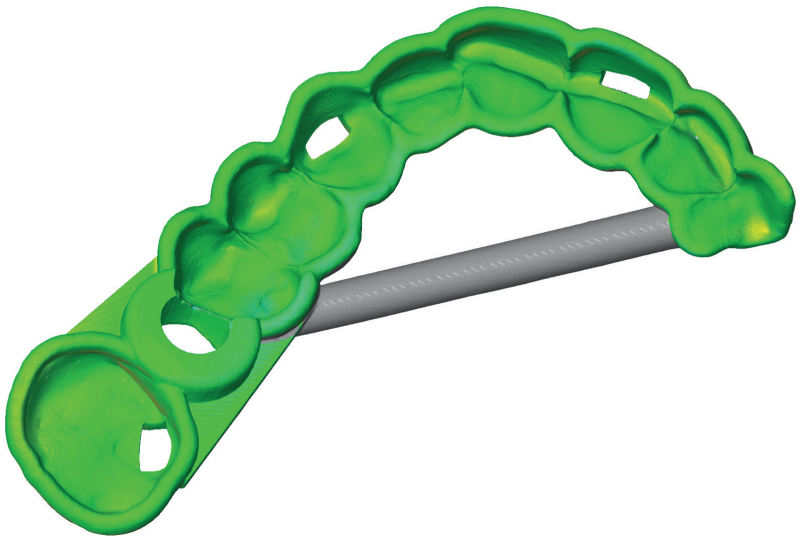
Powierzchnie mocowania i gniazdo tulei wiertła szablonu do nawiercania, które zostały wykonane zgodnie z zatwierdzoną przez DMG procedurą przy użyciu żywicy do druku DMG LuxaPrint Ortho, drukarki 3D DMG 3Demax, urządzenia do czyszczenia DMG 3Dewash i urządzenia do naświetlania wtórnego DMG 3Decure (projekt w 3Shape Implant Studio z domyślnymi ustawieniami dla materiału DMG LuxaPrint Ortho) wykazują średnie odchylenia na poziomie 29 µm. Innymi słowy, 99,0% powierzchni mieści się w tolerancji do 100 µm, przy czym całkowita powierzchnia montażowa nie wykazuje odchyleń większych niż 150 µm. Odchylenie liniowe gniazda na tuleję wiertła wynosi 14 µm przy odchyleniu kątowym 0,85°.

W aktualnym badaniu Bencharit i wsp.(Dalal, N.; Ammoun, R.; Abdulmajeed, A. A.; Deeb, G. R.; Bencharit, S. J. Prosthodontics **2020**, 29, 161–165) dokładność wydrukowanych szablonów do nawiercania była badana w funkcji grubości warstwy w procesie druku i orientacji w strefie roboczej. Autorzy stwierdzili średnie odchylenia powierzchni wklęsłodruku od 25 µm do 98 µm, liniowe odchylenia gniazda tulei wiertła od 8 µm do 23 µm oraz odchylenia kątowe gniazda tulei wiertła od 0,56° do 1,57°.

Szablon do nawiercania wykonany zgodnie z zatwierdzoną procedurą DMG ma

odpowiednio podobne lub mniejsze odchylenia niż te, które zaobserwowano w badaniu. Wspomniane tu i inne badania (Henprasert, P.; Dawson, D. V.; El-Kerdani, T.; Song, X.; Couso-Queiruga, E.; Holloway, J. A. J. Prosthodontics, 2020, 29, 534-541; Geng, W.; Liu, C.; Su, Y.; Li, J.; Zhou, Y. Int. J. Clin. Exp. Med. 2015, 8(6), 8442-8449) sugerują również, że stwierdzone odchylenia nie mają znaczenia klinicznego, a wykorzystanie drukowanych szablonów do nawiercania zapewnia korzyści kliniczne i ekonomiczne.

Tabela 2:
Dokładność szablonu do nawiercania wykonanego za pomocą zwalidowanej procedury DMG

	Dokładność
Wielkość powierzchni w granicach odchylenia 100 µm (powierzchnia montażowa i gniazdo tulei wiertła)	99,0%
Wielkość powierzchni w granicach odchylenia 150 µm (powierzchnia montażowa i gniazdo tulei wiertła)	100,0%
Średnie odchylenia powierzchni montażowej	29,3 µm
Maksymalne odchylenie powierzchni gniazda tulei wiertła	39 µm
Odchylenie liniowe gniazda tulei wiertła	14 µm
Odchylenie kątowe gniazda tulei wiertła	0,85°

Rysunek 25:
Porównanie powierzchni montażowej szablonu do nawiercania wykonanego przy zastosowaniu zatwierdzonej procedury DentaMile w porównaniu z cyfrowymi danymi wyjściowymi. 99,0% punktów danych mieści się w granicach tolerancji 100 µm. Mediana odchylenia wynosi 29,3 µm.