



PRZEWODNIK DOTYCZĄCY STOSOWANIA

LuxaPrint Ortho Comfort

Zatwierdzona procedura DMG DentaMile

LuxaPrint Ortho Comfort

Odpowiednio stabilny. Wyjątkowo miękki.

Dzięki niespotykanym właściwościom LuxaPrint Ortho Comfort możesz drukować szyny zgryzowe, które budzą uznanie z dwóch powodów: są wystarczająco twarde, aby wytrzymać terapię funkcjonalną, a jednocześnie na tyle miękkie, aby pacjenci nie czuli dyskomfortu podczas noszenia.

Zatwierdzona procedura DMG DentaMile

W tym przewodniku prezentujemy zatwierdzoną procedurę DentaMile, którą można stosować w celu łatwego uzyskania niezawodnych rezultatów spełniających wysokie wymagania użytkowników pod względem stabilności, dopasowania i biokompatybilności.

Procedura produkcji szyn zgryzowych DentaMile została opracowana w firmie DMG z uwzględnieniem rygorystycznych kryteriów, a następnie przetestowana w naszym Centrum Zastosowań Cyfrowych. Należy postępować dokładnie według procesu opisanego poniżej. W ten sposób zawsze uzyskasz rezultat najwyższej jakości przy maksymalnym bezpieczeństwie dla pacjentów.



Spis treści

Skan	5
Projekt	6
Przygotowanie do druku	8
Drukowanie	18
Obróbka końcowa	19
Sprawdzenie dokładności dopasowania	23
Porównanie produktywności	24



Wymagane wyposażenie i oprogramowanie

➤ Skanowanie

Skaner cyfrowy lub optyczny skaner stacjonarny

➤ Projektowanie

Oprogramowanie do projektowania - tworzenia szyn
(np. DMG DentaMile connect)

➤ Drukowanie

Sprawdzone systemy drukowania:



Drukarka	Moduł czyszczący	Utwardzanie końcowe
DMG 3Demax DMG 3Delite DMG DentaMile Lab 5 (Pro)	DMG 3Dewash Kąpiel ultradźwiękowa	DMG 3Decure Otoflash G171
DMG DentaMile Desk MC-5	DMG DentaMile Wash MC DMG 3Dewash	DMG DentaMile Cure MC
RapidShape D10+ RapidShape D20+ RapidShape D50+ Straumann P10+ Straumann P20+ Straumann P50+	RS Wash Straumann P Wash Kąpiel ultradźwiękowa	RS cure Straumann P Cure Otoflash G171
Asiga MAX UV Asiga Max 2 Asiga PRO UV Asiga PRO 4k Asiga Ultra	Kąpiel ultradźwiękowa	Otoflash G171

Praktyczna wskazówka:

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).



1. Skanowanie

Aby zaprojektować szynę zgryzową, potrzebny jest skan uzębienia pacjenta. W celu jego wykonania należy przeprowadzić procedurę za pomocą cyfrowego skanera w klinice stomatologicznej albo zeskanować model lub pobrany wycisk skanerem laboratoryjnym.

Szyna zgryzowa jest projektowana na podstawie skanu uzębienia pacjenta za pomocą odpowiedniego oprogramowania do projektowania.



2. Projektowanie

Jedynym ograniczeniem przy projektowaniu szyn jest wyobraźnia stomatologa lub technika dentystycznego. Materiał LuxaPrint Ortho Comfort nadaje się do produkcji szyn okluzyjnych do stosowania w leczeniu bruxizmu i zaburzeniach stawu skroniowo-żuchwowego, gdzie wymagany jest twardy i lekko elastyczny materiał szyny. Szynę można zaprojektować przy użyciu dowolnego odpowiedniego oprogramowania.

Materiał LuxaPrint Ortho Comfort umożliwia projektowanie, drukowanie i stosowanie w dowolnej grubości. Przy niewielkiej grubości (np. 1,0 mm) uzyskuje się elastyczną i komfortową szynę. Dopasowane szyny zgryzowe lub inne szyny o grubszych ściankach mają wszystkie zalety tradycyjnych, twardych szyn, są odporne na złamania i łatwe do założenia.



2.1 DentaMile connect

Sprawdzony cyfrowy proces produkcji szyn zgryzowych w oprogramowaniu DentaMile connect umożliwia tworzenie precyzyjnie dopasowanych szyn stomatologicznych do wielu różnych celów. Dopasowane szyny zgryzowe na szczękę lub żuchwę szyny zapobiegające zgrzytaniu zębami w leczeniu bruxizmu, a może szyny zgryzowe do stosowania w zaburzeniach stawu skroniowo-żuchwowego? Wszystko to jest możliwe w trakcie jednej wizyty.

Aby uzyskać szczegółowe i aktualne instrukcje krok po kroku, można wybrać opcję menu „Instrukcja” bezpośrednio w oprogramowaniu DentaMile connect lub przejść pod następujący adres w przeglądarce internetowej:

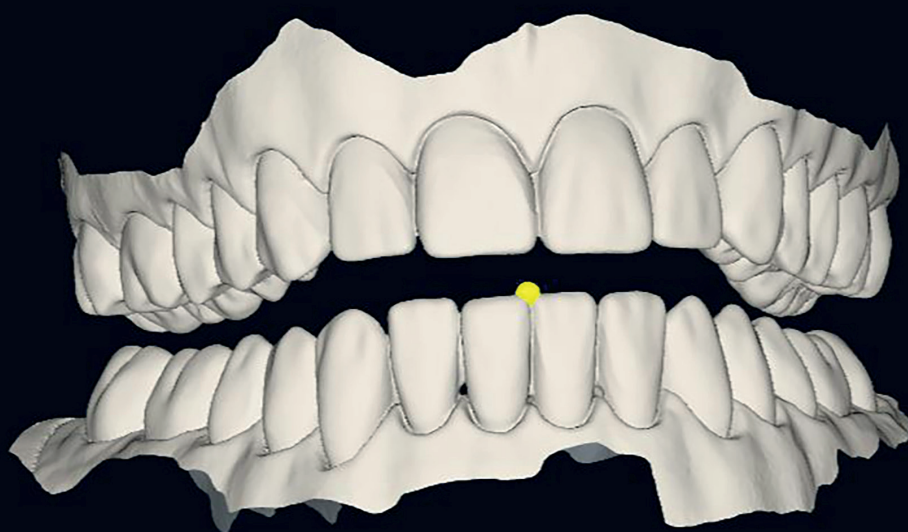
dentamile-connect-manual.com

2.2 Oprogramowanie firm trzecich

Dostępne są różne rozwiązania oprogramowania stomatologicznego do cyfrowego projektowania szyn zgryzowych, m.in. 3Shape Dental System i exocad. Wybór oprogramowania zależy od osobistych preferencji i wymagań. Po zaprojektowaniu szyny należy wyeksportować projekt jako plik STL w celu przygotowania go do druku 3D za pomocą oprogramowania drukarki.

2.3 DentaMile Design & Print Service

Nie masz czasu na samodzielne projektowanie? Nie ma problemu! Nasza usługa projektowania i drukowania DentaMile pozwala na zaprojektowanie szyny zgodnie ze specyfikacją stomatologa. Następnie można ją wydrukować w ramach własnego systemu.



3. Przygotowanie do druku

Cyfrowo zaprojektowaną szynę należy następnie zaimportować do oprogramowania drukarki w celu przygotowania jej do druku.

Na tym etapie ustawia się orientację szyny, a następnie dodawane są elementy wsporcze w obszarze konstrukcyjnym drukarki 3D.

3.1 DentaMile connect

Oprogramowanie DentaMile connect firmy DMG pozwala automatycznie przygotować szynę do druku. Orientacja, rozmieszczenie, dodawanie elementów wsporczych i przenoszenie do drukarki 3D firmy DMG odbywają się w tle w ramach zatwierdzonego procesu. Wystarczy rozpocząć zadanie drukowania na drukarce 3D.

Praktyczna wskazówka:

Należy zawsze się upewnić, czy używane jest właściwe urządzenie i parametry materiału. Nieprawidłowe ustawienia mogą prowadzić do błędów druku i niewłaściwego dopasowania szyn, a także powodować nieodpowiednie właściwości mechaniczne i brak biokompatybilności.



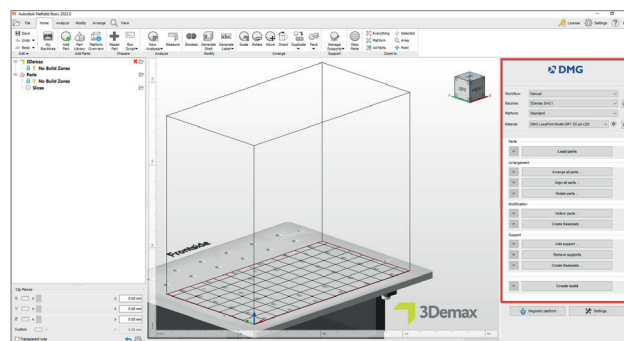
3.2 Autodesk Netfabb dla DMG 3Demax i 3Delite, DentaMile Lab5 (Pro), RapidShape D-Series

3.2.1 Wybór materiału i maszyny

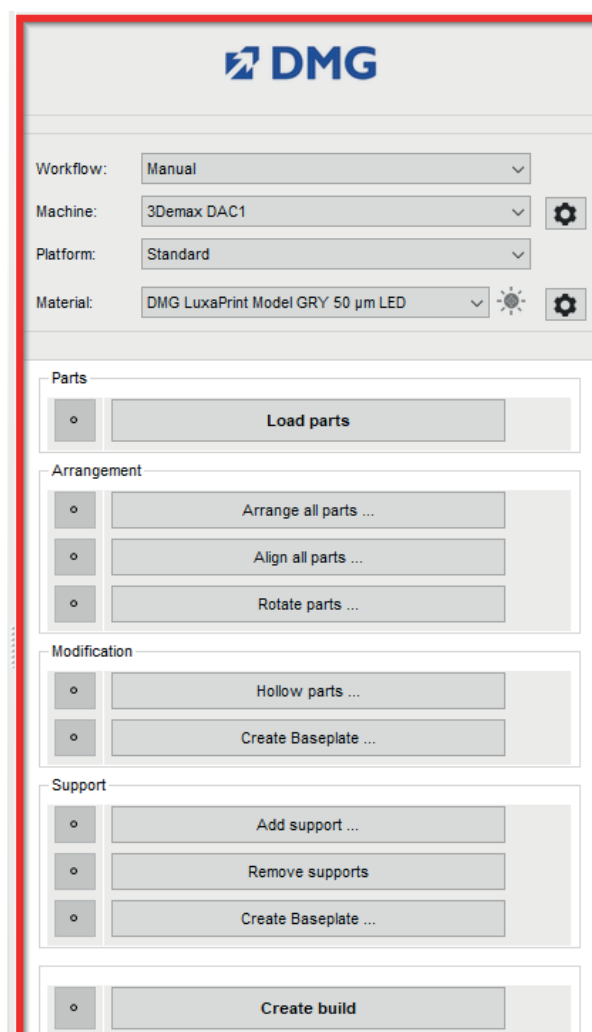
Otworzyć Netfabb i wybrać środowisko urządzenia (np. DMG 3Demax). Po prawej stronie ekranu pojawi się obszar procedury DMG (oznaczony niebieskim logo firmy DMG). Na tym etapie program przeprowadzi użytkownika przez wszystkie istotne kroki.

Najpierw należy wybrać drukarkę i materiał »DMG LuxaPrint Ortho Comfort« 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 Centrum Zastosowań Cyfrowych i zapewniają dokładny i niezawodny wydruk. Mniejsza grubość warstwy przekłada się na drobniejszą strukturę powierzchni, wyższą dokładność i dłuższy czas druku. Należy pamiętać, że drobniejsza struktura powierzchni może skutkować oszczędnością czasu podczas ostatecznego wykończenia. Należy wybrać odpowiednią grubość warstwy w zależności od specyfikacji określających dostępny czas i żądaną jakość powierzchni.



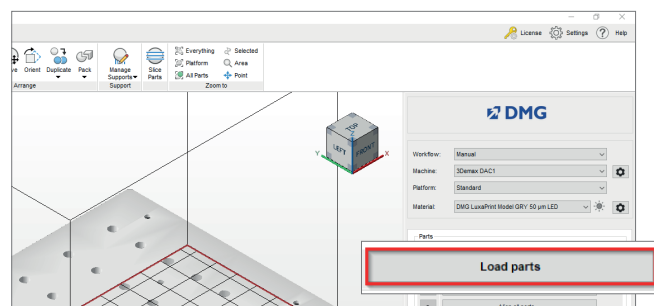
interfejs obsługowy Autodesk Netfabb



Dobór parametrów urządzenia i materiału w oprogramowaniu Netfabb

3.2.2 Import plików STL

W kolejnym etapie należy zaimportować wcześniej zaprojektowane szyny do oprogramowania Netfabb. W tym celu wystarczy przeciągnąć pliki do widoku 3D oprogramowania lub wybrać opcję „Ładuj części” w obszarze procedury DMG i wyszukać pliki. Zaimportowane obiekty pojawią się natychmiast w widoku 3D.

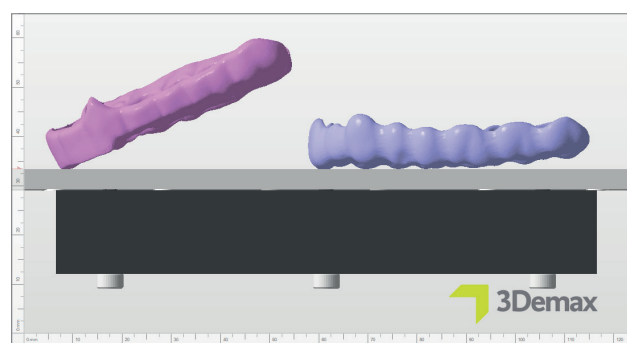


Import plików STL

3.2.3 Wyrównanie

Szyny należy wyrównać, tak aby ich wewnętrzna strona była skierowana na zewnątrz platformy konstrukcyjnej. Zapewnia to najwyższy stopień dokładności i gwarantuje, że na tych powierzchniach nie zostaną utworzone żadne elementy wsporcze. Najlepsze wyniki uzyskuje się przy poziomym ustawieniu szyn (między 0° a 20°). Wielkość kątów może mieć wpływ na dopasowanie i precyzję elementów.

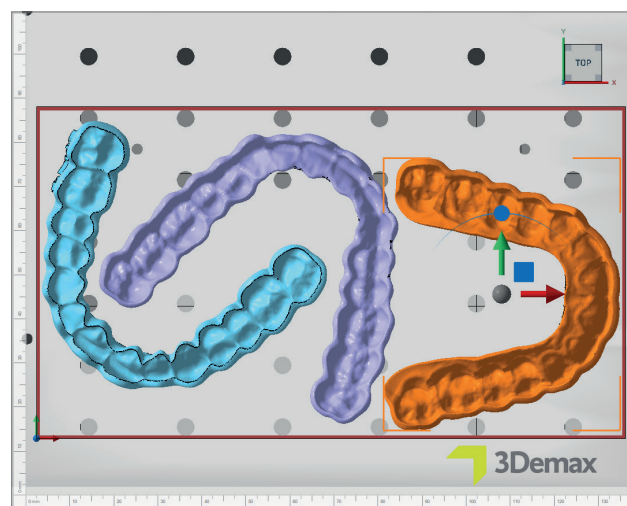
Aby obrócić części należy kliknąć obiekt i przeciągnąć wyświetlone okręgi.



Optymalne ustawienie szyn w oprogramowaniu Netfabb. Aby uzyskać najlepsze rezultaty, szyny powinny być ustawione pod kątem od 0° (prawa strona) do 20° (lewa strona).

3.2.4 Rozmieszczenie na platformie konstrukcyjnej

Szyny można umieścić w dowolnym miejscu platformy konstrukcyjnej. W przypadku drukarek 3Dmax (lub Rapidshape D20) zazwyczaj możliwe jest umieszczenie na platformie konstrukcyjnej trzech szyn jednocześnie. W dokładnym pozycjonowaniu pomaga praca w widoku z **góry**.



Rozmieszczenie trzech szyn na platformie konstrukcyjnej

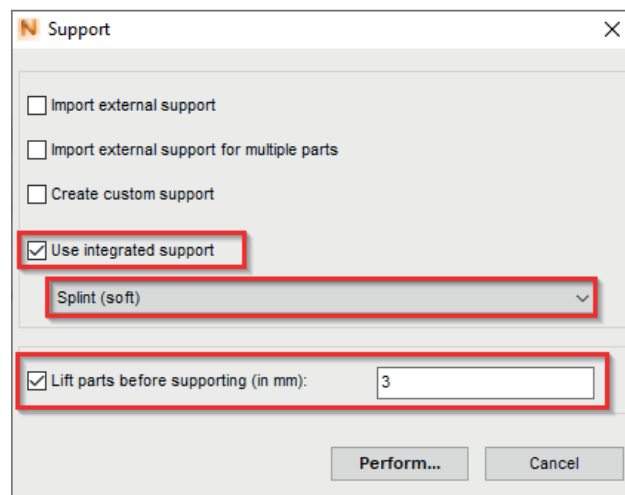
3.2.5 Tworzenie elementów wsporczych

Szyny wymagają elementów wsporczych, aby proces budowy przebiegał sprawnie i bez błędów. W obszarze procedury DMG należy wybrać opcję „Dodaj element wsporczy”, a następnie wybrać opcję „Użyj zintegrowanego elementu wsporczego” w kolejnym oknie dialogowym. Domyślny styl elementu wsporczego „Szyna (miękką)” zapewnia najlepsze rezultaty oraz umożliwia łatwe i bezproblemowe usuwanie takich elementów. Należy aktywować opcję „Podnieś części przed wsparciem (w mm)”, aby unieść szyny na wysokość 2–4 mm od platformy konstrukcyjnej.

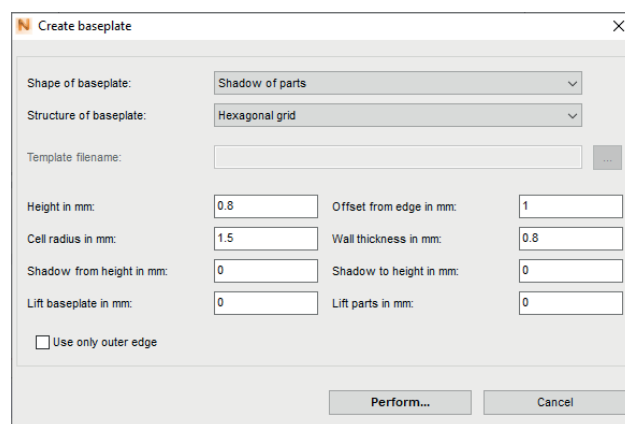
Oprogramowanie automatycznie oblicza optymalną pozycję elementów wsporczych i umieszcza je między platformą konstrukcyjną a szyną. Nie ma potrzeby ręcznej edycji elementów wsporczych.

3.2.6 Tworzenie płyty bazowej

Przy drukowaniu szyn w technologii 3D należy zawsze używać płyty bazowej z siatką sześciokątną. Płyta bazowa zapewnia lepsze przyleganie do płytki konstrukcyjnej, a tym samym zapobiega występowaniu błędów w druku. Dla materiału LuxaPrint Ortho Comfort zaleca się następujące ustawienia: rzut każdej części, siatka z komórkami sześciokątnymi, wysokość: 0,8 mm; promień komórki: 1,5 mm; przesunięcie od krawędzi: 1 mm; grubość ścianki: 0,8 mm.

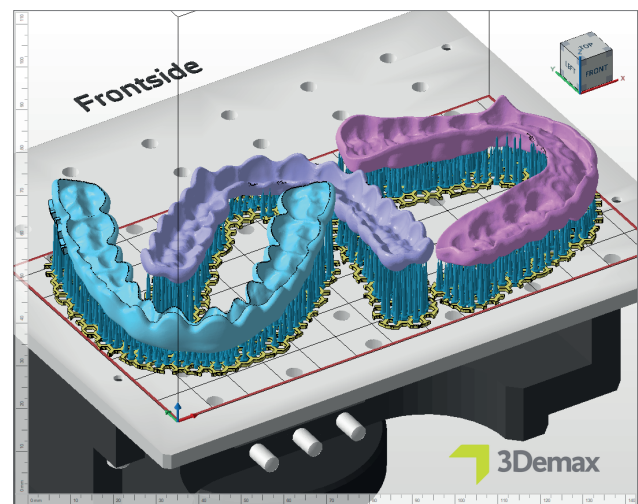


Automatyczne tworzenie elementu wsporczego



Tworzenie płyty bazowej

Projekt, w tym struktury wsporcze i płyta bazowa, powinien być teraz gotowy do druku i wyglądać mniej więcej tak:

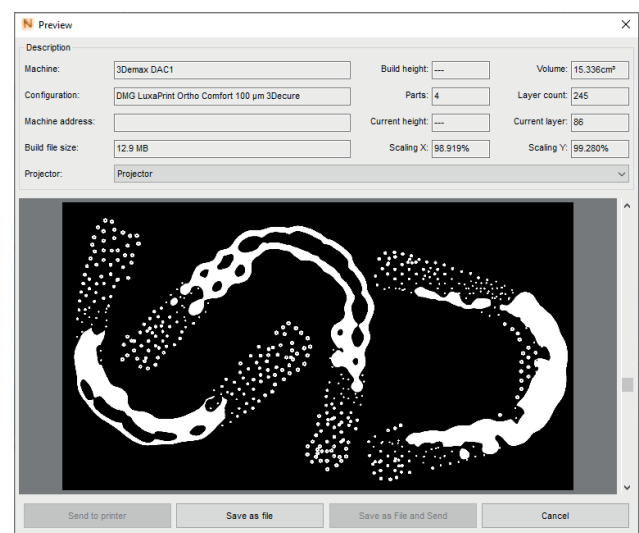


Wykonać konstrukcję w oprogramowaniu Netfabb z trzema elementami wsporczymi. Dwie szyny (lewa strona) o orientacji poziomej, jedna szyna (prawa strona) o nachyleniu około 20°.

3.2.7 Wysyłanie zadania konstrukcji do drukarki 3D

Kliknąć opcję „Utwórz konstrukcję” w sekcji procedury DMG, aby utworzyć zadanie drukowania obejmujące warstwy drukowania. Po zakończeniu obliczeń wyświetli się okno podglądu, w którym można przewijać warstwy i ostatecznie sprawdzić, czy części i struktury wsporcze są prawidłowo rozmieszczone.

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

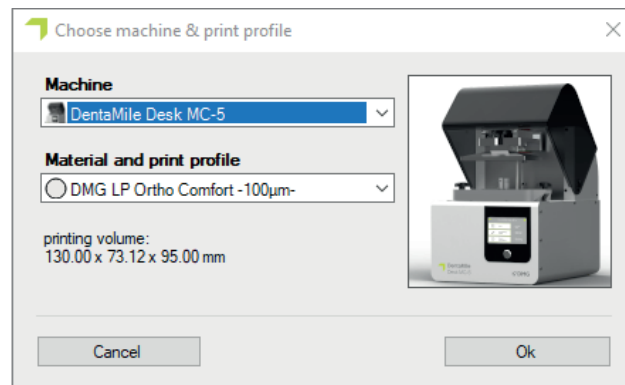


Podgląd zadania drukowania z ustawieniami drukarki i materiału oraz czarno-białym obrazem warstw. Na tej ilustracji widoczna jest warstwa 86. Białe obszary odpowiadają odsłoniętym obszarom bieżącej warstwy.

3.3 DentaMile CAM MC dla DentaMile Desk MC-5

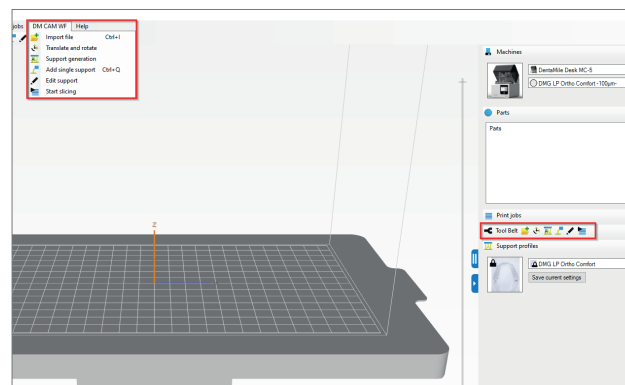
3.3.1 Wybór drukarki i materiału

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



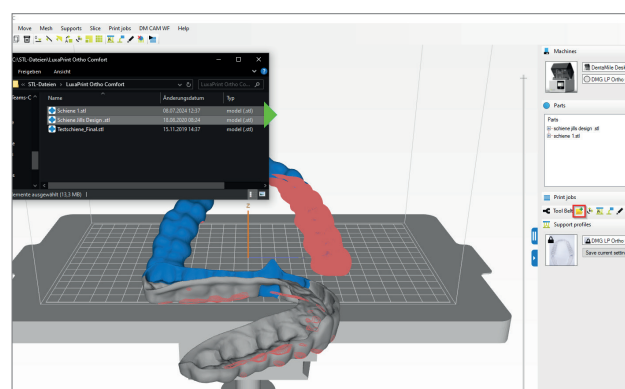
Wybór drukarki i profilu materiału

Dostęp do obszaru procedury DentaMile CAM można uzyskać po kliknięciu karty DM CAM WF u góry oraz z poziomego menu po prawej stronie ekranu. Na tym etapie oprogramowanie prowadzi użytkownika przez najważniejsze czynności.



3.3.2 Importowanie obiektów do druku

Wystarczy zaimportować szyny z odpowiedniego folderu metodą „przeciągnij i upuść” lub wybrać opcję Importuj plik i wyszukać projekty szyny. Obie opcje umożliwiają zaznaczenie wielu obiektów jednocześnie.



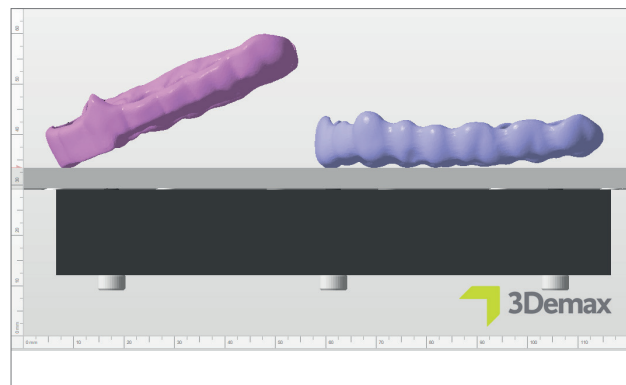
Importowanie szyn do programu DentaMile CAM MC

3.3.3 Wyrównanie

W systemie DentaMile Desk MC-5 szyny można zasadniczo drukować z idealnym dopasowaniem w **dowolnej orientacji**. W przypadku orientacji poziomych lub kątowych wewnętrzna strona szyny, która jest istotna dla dopasowania, powinna być odwrócona od platformy konstrukcyjnej (patrz rysunek „Wyrównywanie szyn”), aby zapobiec tworzeniu struktur wsporczych na tych powierzchniach.

Aby uzyskać maksymalną precyzję i najszybszy czas drukowania pojedynczych szyn, zalecamy stosowanie orientacji płaskiej (0–20°). W przypadku drukowania wielu szyn oraz jeśli istotne jest łatwe usuwanie pozostałości elementów wsporczych, najlepszym wyborem jest orientacja pionowa.

W przypadku orientacji pionowej należy się upewnić, że nie tworzą się żadne nawisy („wyspy”), ponieważ w celu uzyskania idealnego wydruku konieczne będzie dodanie elementów wsporczych. W wielu przypadkach można temu zapobiec poprzez zastosowanie niewielkiego nachylenia.



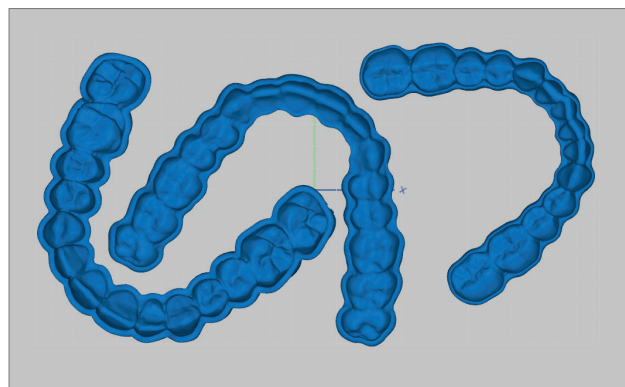
Wyrównanie szyn (od lewej do prawej: 90°, 60°, 15°)

Praktyczna wskazówka:

Materiał LuxaPrint Ortho Comfort pozwala osiągnąć wysoki poziom precyzji drukowanych szyn na urządzeniu DentaMile Desk MC-5 we wszystkich orientacjach. W zależności od pożądanego dopasowania może być konieczne dostosowanie elementu dystansowego (odległości między szyną a zębem) w oprogramowaniu CAD (np. o $\pm 0,1$ mm).

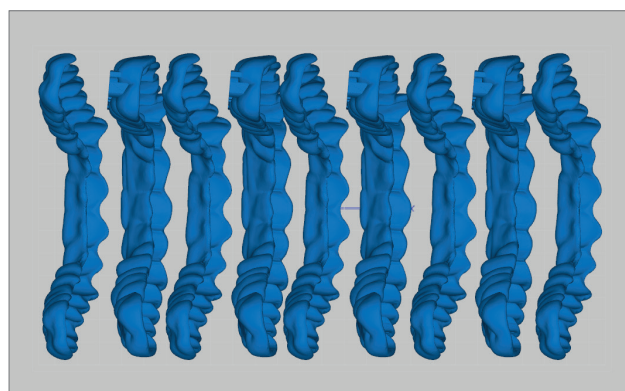
3.3.4 Rozmieszczenie na platformie konstrukcyjnej

Szyny można umieścić w dowolnym miejscu platformy konstrukcyjnej. W przypadku urządzenia Desk MC-5, jeżeli zostanie zastosowana płaska orientacja, zazwyczaj możliwe jest umieszczenie na platformie konstrukcyjnej trzech szyn jednocześnie. W dokładnym pozycjonowaniu pomaga praca w widoku z **góry**.

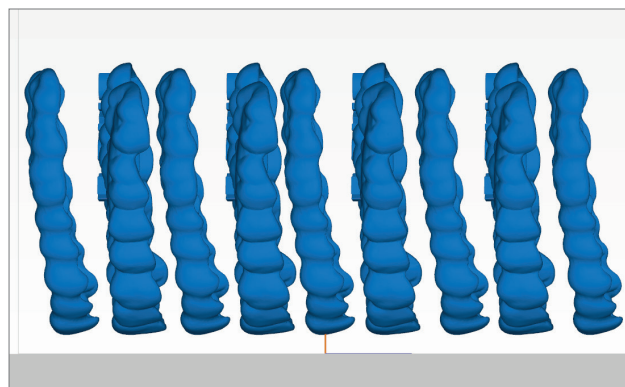


Trzy szyny ułożone płasko w urządzeniu Desk MC-5

W pozycji pionowej na platformie konstrukcyjnej Desk MC-5 mieści się od ośmiu do dziesięciu szyn, w zależności od ich rozmiaru. Po ustawieniu szyn można je umieścić w obszarze konstrukcyjnym w widoku z góry. Następnie szyny można przesuwając w widoku z przodu, aby uzyskać optymalną odległość (patrz rysunek). Szyny nie mogą się stykać w żadnym miejscu. Jeżeli w kolejnym etapie procesu elementy wsporcze lub płyty bazowe będą na siebie nachodzić, nie będzie to stanowiło problemu.



Dziewięć szyn ustawionych pionowo.
Widok z góry



Dziewięć szyn ustawionych pionowo.
Widok z boku

3.3.5 Elementy wsporcze

Szyny wymagają elementów wsporczych, aby proces budowy przebiegał sprawnie i bez błędów. Wybrać opcję „Generowanie elementów wsporczych” (1) na pasku narzędzi. Profil pomocniczy ‘DMG LP Ortho Comfort’ (2) został opracowany specjalnie z myślą o tym materiale i zapewnia optymalny rezultat. Kliknąć przycisk „Automatycznie wygeneruj wszystkie” (3), aby wygenerować elementy wsporcze dla wszystkich obiektów na platformie konstrukcyjnej. Następnie wszystkie części zostaną umieszczone kilka milimetrów nad platformą konstrukcyjną i wyposażone w płytę bazową.

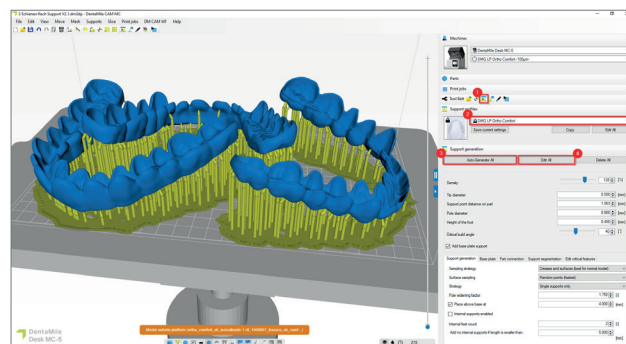
Należy upewnić się, że w szynach nie ma elementów wsporczych, które nie zostały ustawione optymalnie. Elementy wsporcze, które kolidują z komponentem, są oznaczone na czerwono i należy je usunąć. Można to zrobić, po prostu zaznaczając je myszą i klikając „usuń”. Należy się upewnić, że usunięto zarówno końcówkę, jak i bazę elementu wsporczego.

Za pomocą funkcji „Edytuj wszystko” (4) można w razie potrzeby dodać poszczególne elementy wsporcze o takim samym profilu.

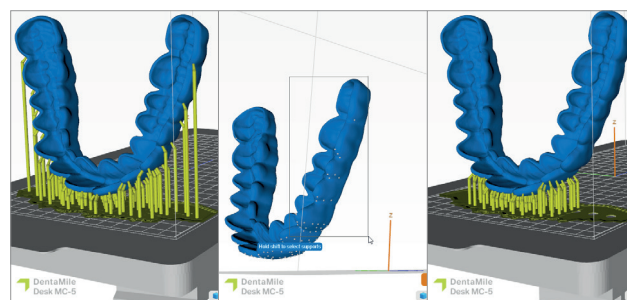
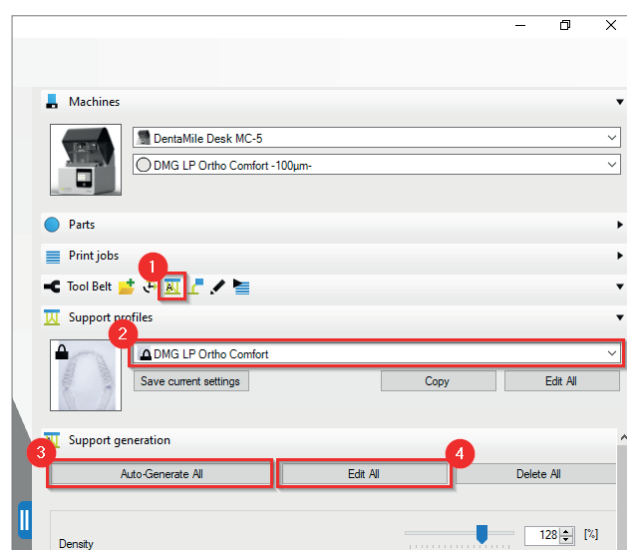
Drukowanie w orientacji pionowej

W przypadku drukowania w orientacji pionowej funkcja automatycznego profilu elementów wsporczych generuje więcej podpór, niż jest to konieczne. Funkcji „Edytuj wszystko” (4) można użyć do usuwania ewentualnych zbędnych struktur. Aby to zrobić, należy nacisnąć i przytrzymać przycisk myszy, a następnie narysować prostokąt wokół obszaru, gdzie mają być usunięte podpory.

Jeśli szyna jest drukowana **wargowo** w kierunku platformy konstrukcyjnej, zazwyczaj wystarcza pełne wsparcie w części przedniej (patrz rysunek). Dzięki temu ilość pracy wymaganej do zeszlifowania pozostałości elementów wsporczych zostanie ograniczona do minimum.



Generowanie elementów wsporczych w programie DentaMile CAM MC. W przypadku drukowania w orientacji płaskiej (0–20°) ręczna edycja elementów wsporczych nie jest zazwyczaj konieczna.



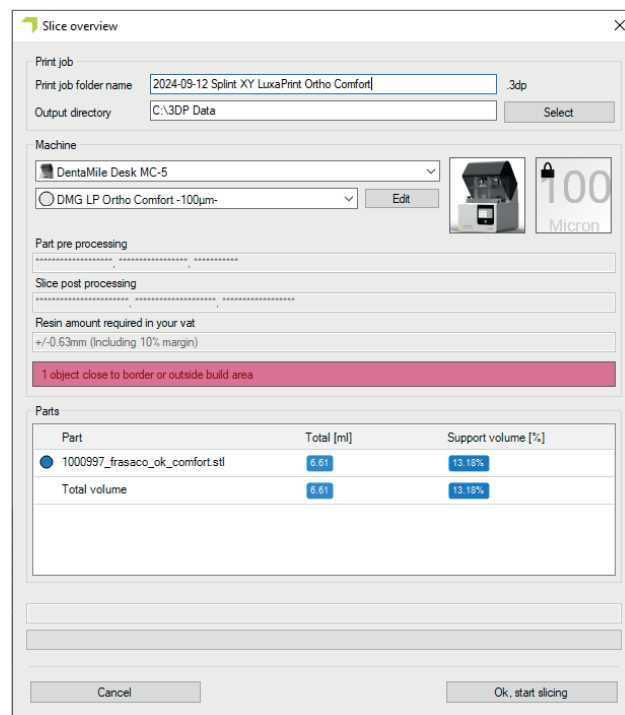
Generowanie elementów wsporczych do drukowania w orientacji pionowej. Przed ręczną edycją elementów wsporczych (lewa strona) i po niej (prawa strona). Funkcja edycji (środek) umożliwia dodawanie i usuwanie pojedynczego elementu wsporczego lub wielu elementów wsporczych.

3.3.6 Tworzenie zlecenia i przesyłanie go do drukarki (segmentacja)

Po wyrównaniu i wsparciu szyn 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 drukarki i materiału.

Jeśli pojawi się ostrzeżenie, że obiekty znajdują się blisko krawędzi lub poza obszarem roboczym, sprawdzić, czy dotyczy to obiektów, czy płyt bazowych. Jeśli dotyczy to płyt bazowych (jak w tym przypadku), ostrzeżenie można zignorować. Jeżeli szyny znajdują się poza obszarem konstrukcyjnym, konieczna będzie zmiana ich orientacji i układu, a struktury wsporcze mogą wymagać dostosowania.

Kliknąć przycisk „OK, rozpocznij segmentację”, aby utworzyć zlecenie konstrukcji. Następnie przesłać gotowe zadanie drukowania do oprogramowania DentaMile Desk MC-5 za pomocą połączenia sieciowego lub pamięci USB.



Przegląd warstw w programie DentaMile CAM MC

4. Drukowanie

Natychmiastowe rozpoczęcie drukowania

Materiał LuxaPrint Ortho Comfort został opracowany z myślą o szybkiej i prostej procedurze i nie wymaga żadnego przygotowania. Nie jest potrzebne wstrząsanie ani podgrzewanie. Można od razu rozpocząć proces drukowania 3D.

4.1 Skanowanie znaczników RFID

Zeskanować znacznik RFID żywicy drukarskiej, trzymając go przed zintegrowanym czytnikiem na drukarce 3D. Drukarka rozpozna używany materiał LuxaPrint i porówna go z danymi zapisanymi w zadaniu drukowania. Oznacza to, że przypadkowe nieprawidłowe wpisy w oprogramowaniu można zidentyfikować na wczesnym etapie i uniknąć błędów na etapie produkcji. W ten sposób system pomaga zachować zgodność z zatwierdzoną procedurą DentaMile (**obsługiwaną przez drukarki 3D DMG DentaMile Lab 5 (Pro), 3Demax, 3Delite i Rapidshape**).

4.2 Dodawanie materiału

Umieścić materiał LuxaPrint Ortho Comfort w podajniku żywicy w drukarce 3D. Dopilnować, aby podajnik był dostatecznie napełniony, co pozwoli żywicy napływać bez przeszkód, nawet jeżeli płytką konstrukcyjną jest całkowicie zapełniona. Nigdy nie wolno napełniać podajnika żywicy po brzegi, ponieważ żywica może się przelać i zanieczyścić drukarkę.

4.3 Rozpoczęcie zadania drukowania 3D

Rozpocząć zadanie drukowania na drukarce 3D.



5. Obróbka końcowa

Inteligentne połączenie

Użytkownik urządzenia DMG 3Demax, 3Delite lub Lab5 (Pro) oraz modułów do przetwarzania końcowego 3Dewash i 3Decure może korzystać z inteligentnego połączenia tych urządzeń.

Po zakończeniu zadania drukowania na drukarce, wszystkie istotne dane zostaną przekazane do modułu obróbki końcowej, gdzie wystarczy wybrać odpowiednie zadanie drukowania, aby rozpocząć obróbkę.

5.1 Usuwanie nadmiaru żywicy

Po zakończeniu drukowania należy pozostawić szyny w drukarce 3D na mniej więcej 10 minut, aby płynna niezwiązana żywica mogła spłynąć. Zapewnia to oszczędność materiału i skraca proces czyszczenia.

5.2 Odłączanie części od płytki konstrukcyjnej

Ostrożnie oddzielić wydrukowane szyny od platformy konstrukcyjnej za pomocą odpowiedniego narzędzia do oddzielania (szpatułki, skrobaczki lub podobnego narzędzia). Wsunąć narzędzie pod płytę bazową i poluzować części, delikatnie poruszając dźwignią.

Praktyczna wskazówka:

Przed utwardzaniem końcowym należy unikać bezpośredniego kontaktu skóry z płynną żywicą drukarską oraz częściami. Podczas pracy należy zawsze nosić rękawice ochronne.

Praktyczna wskazówka:

Aby płynna żywica ściekała jeszcze szybciej i skuteczniej z drukowanych obiektów, zaleca się użycie elementów wspomagających kapanie. Pozwala to zaoszczędzić materiał do drukowania i ogranicza konieczność wymiany alkoholu izopropylowego w module czyszczącym (nie dotyczy DentaMile Desk MC-5).

Dane drukowania do wydruku elementu wspomagającego kapanie można pobrać bezpośrednio ze strony internetowej DentaMile pod adresem: dentamile.com

5.3 Czyszczenie

Po wydrukowaniu szyny wymagają dokładnego wyczyszczenia w celu usunięcia pozostałości płynnej żywicy z powierzchni elementu. Należy korzystać z urządzeń czyszczących (patrz część Wymagane wyposażenie i oprogramowanie), które zaprojektowano i zatwierdzono dla danego systemu drukującego.

5.3.1 3Dewash (lub RS wash / P wash)

Umieścić wydrukowane szyny w komorze czyszczącej skierowane stroną wewnętrzną w dół, a następnie wybrać program LuxaPrint Ortho Comfort lub odpowiednie zadanie drukowania. Szyny należy czyścić 99% alkoholem izopropylowym (IPA).

5.3.2 DMG DentaMile Wash MC

Wydrukowane szyny należy umieścić na tacce do czyszczenia w urządzeniu DentaMile Wash MC, skierowane stroną wewnętrzną w dół. Upewnić się, że alkohol izopropylowy (99%) jest odpowiednio czysty, wymienić roztwór w razie potrzeby.

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

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).

Praktyczna wskazówka:

Roztwór czyszczący w kąpeli ultradźwiękowej zacznie się zanieczyszczać po kilkukrotnym użyciu. Można nim wówczas zastąpić bardziej zanieczyszczony pojemnik używany do mycia wstępnego, który z kolei wymaga odpowiedniej utylizacji. Następnie można użyć nowego pojemnika z alkoholem izopropylowym jako głównego pojemnika czyszczącego.

Krok 1 (mycie wstępne)	Krok 2 (mycie główne)	Suszenie
Ultradźwięki	Ultradźwięki	Powietrze sprężone / powietrze
Alkohol izopropylowy	Alkohol izopropylowy (świeży)	
3 min	2 min	10–60 s / 30 min

5.4 Suszenie i kontrola wzrokowa

Przed przystąpieniem do utwardzania końcowego upewnić się, że szyny całkowicie wyschły. W tym celu użyć sprężonego powietrza lub pozostawić części do wyschnięcia na powietrzu na mniej więcej 15 minut.

Po wysuszeniu należy dokładnie sprawdzić wydrukowane szyny i upewnić się, że:

- ✔ są one czyste i całkowicie suche, a na ich powierzchni nie ma żadnych pozostałości płynu czyszczącego ani żywicy (co można rozpoznać po błyszczącej powierzchni obiektu),
- ✔ na powierzchni nie widać żadnych niedoskonałości, spękań ani stałych cząstek żywicy.

Jeżeli na obiektach nadal znajdują się płynne resztki żywicy, można je usunąć np. aerozolem zawierającym IPA lub ściereczką namoczoną w IPA. Pozostałości żywicy można również spłukać poprzez krótkie zanurzenie obiektu w czystym pojemniku z IPA. Następnie dokładnie osuszyć szyny w sposób opisany powyżej.

5.5 Utwardzanie końcowe

Prawidłowe utwardzanie końcowe jest ważne dla uzyskania optymalnych właściwości mechanicznych biogodnych obiektów i ich doskonałego dopasowania. Dlatego należy zawsze przestrzegać określonych warunków procesu i używać wyłącznie takich urządzeń do utwardzania końcowego, które

zostały zaprojektowane i zatwierdzone dla danego systemu drukowania (patrz część Wymagane wyposażenie i oprogramowanie). Nigdy nie układać szyn jedna na drugiej w komorze utwardzania światłem; należy upewnić się, że elementy są naświetlane ze wszystkich stron.

5.6 Usuwanie konstrukcji wsporczych

Usunąć konstrukcje wsporcze za pomocą nożyczek dentystycznych, szczypiec skośnych lub narzędzia ręcznego z tarczą tnącą. Pozostałości można następnie odciąć nożem do gipsu. Mniejsze pozostałości mogą zostać zeszlifowane, kiedy szyny będą gotowe.

Szyny należy sprawdzić pod kątem pęknięć i innych uszkodzeń. Uszkodzone części należy wyrzucić i wydrukować nowe.

Praktyczna wskazówka:

Chociaż ręczne odcinanie elementów wsporczych jest szybsze niż za pomocą narzędzi, można w ten sposób wyrwać małe obszary z szyn i tym samym uszkodzić je, a nawet zniszczyć. W związku z tym zalecamy korzystanie z narzędzi.

Moduł utwardzania światłem	Ustawienia
3Decure	LuxaPrint Ortho Comfort
DentaMile Cure MC*	OrthoCOM-DMG LP
Otoflash	2 x 2000 błysków (w trakcie procesu należy obracać szyny)
RS wash / P wash	LuxaPrint Ortho Comfort

* Jeśli program końcowego utwardzania materiału Ortho Comfort nie jest dostępny w ulubionych urządzeniach, należy skontaktować się z naszym działem wsparcia.

5.7 Wykończenie i polerowanie

LuxaPrint Ortho Comfort umożliwia szybkie i łatwe szlifowanie i polerowanie. Użycie polerki pozwala uzyskać gładką, błyszczącą powierzchnię. Aby uniknąć wad na powierzchni szyny, podczas szlifowania i polerowania należy używać niskich obrotów. Szyny dentystyczne należy przygotowywać z aktywnym odsysaniem ze względu na działanie powstającego pyłu.

5.7.1 Obróbka na miejscu

- Do usuwania pozostałości elementów wsporczych i wygładzania powierzchni szyny można użyć wiertła z węgla wolframu i/lub cienkiego krążka z włókna.
- Do polerowania szyny używa się szczotki z koziego włosia i pasty polerskiej (należy pamiętać o stosowaniu niskiej prędkości obrotowej).
- Aby nadać szynom gładką powierzchnię, stosuje się tarczę polerską o wysokim połysku.

5.7.2 Obróbka polerką

5.7.3 Czyszczenie szyn z pozostałości po polerowaniu

Szyny można czyścić w kąpeli ultradźwiękowej w roztworze mydła w temperaturze 30°C przez 15 minut. W razie potrzeby szyny należy czyścić szczoteczką do zębów i wodą z mydłem. Uporczywe pozostałości po polerowaniu można usunąć poprzez krótkie i punktowe czyszczenie parą wodną. Uwaga: Dłuższe, punktowe czyszczenie parą wodną może spowodować zniekształcenie szyny.

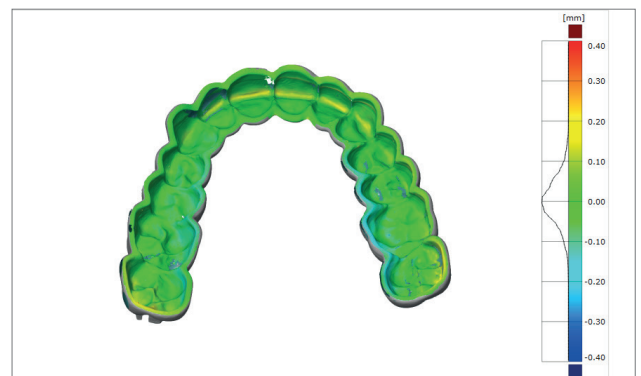
Etapy polerowania	Materiał	Wdrożenie
Wstępne polerowanie gruboziarniste	Szczotka z koziego włosia oraz mieszanina pumeksu i wody	➤ Wstępne polerowanie gruboziarniste z prędkością 3000 obr./min ➤ Szyna musi zostać dokładnie zwilżona mieszaniną pumeksu i wody, aby umożliwić jej schłodzenie. ➤ Powstaje chropowata powierzchnia.
Wstępne polerowanie drobnoziarniste	Bufor z tkaniny z pokrzywy, drobny, i mieszanina pumeksu/wody	➤ Wstępne polerowanie drobnoziarniste prędkością 3000 obr./min ➤ Szyna musi zostać dokładnie zwilżona mieszaniną pumeksu i wody, aby umożliwić jej schłodzenie. ➤ Powstaje chropowata powierzchnia o drobnym ziarnie.
Czyszczenie pośrednie	Woda	➤ Wypłukać szynę z mieszaniny pumeksu i wody pod bieżącą zimną wodą.
Polerowanie na wysoki połysk	Tkanina z pokrzywy, drobna, i pasta polerska (np. uniwersalna pasta polerska Renfert)	➤ Polerowanie na wysoki połysk prędkością 1500 obr./min ➤ Należy się upewnić, że nie dochodzi do nadmiernego gromadzenia się ciepła! ➤ Powstaje widoczne wykończenie o wysokim połysku.
Końcowe polerowanie na wysoki połysk	Przędza bawełniana i pasta polerska (np. uniwersalna pasta polerska Renfert)	➤ Końcowe polerowanie przy 1500 obr./min ➤ Powstaje docelowe wykończenie o wysokim połysku.

6. Sprawdzenie dokładności dopasowania

Dokładność dopasowania wykonanych szyn jest dla firmy DMG niezwykle ważna. Dokładność, parametry mechaniczne i biokompatybilność wszystkich naszych materiałów i sprawdzonych procesów drukowania są zatem testowane i oceniane w oparciu o stosowny proces.

W różnych badaniach^{1,2} analizowano dokładność szyn drukowanych w technologii 3D oraz ich dopasowanie w porównaniu z szynami produkowanymi i frezowanymi metodami tradycyjnymi. Badania wskazują, że średnie odchylenia sięgające 174 mikrometrów w stosunku do powierzchni dopasowania (czyli wewnętrznej strony szyny zwróconej w stronę zębów) mieszczą się w zakresie stosowności klinicznej. Odchylenie w przypadku szyn wykonanych metodą formowania wtryskowego i obróbki subtrakcyjnej (frezowania) wynosiło 42 mikrometry.

Powierzchnia dopasowana szyny stomatologicznej wyprodukowanej przy użyciu sprawdzonego procesu konstrukcyjnego z wykorzystaniem materiału LuxaPrint Ortho Comfort, drukarki 3D DMG 3Dmax, urządzenia czyszczącego DMG 3Dewash i urządzenia do utwardzania końcowego DMG 3Decure wykazuje średnie odchylenia rzędu 41 mikrometrów. Jej dokładność jest zatem porównywalna z dokładnością szyn produkowanych lub frezowanych metodami tradycyjnymi.



Accuracy of the fitting surface of a splint manufactured in the validated DentaMile workflow. Średnie odchylenie wynosi 41 µm. Prawie cała powierzchnia przylegania (99,2%) wykazuje odchylenia poniżej 150 µm.

¹ Wesemann, Christian, et al. 'Accuracy and its impact on fit of injection molded, milled and additively manufactured occlusal splints.' Journal of the mechanical behavior of biomedical materials 114 (2021): 104179.

² Marcel, Reymus, Hickel Reinhard, and Keßler Andreas. 'Accuracy of CAD/CAM-fabricated bite splints: milling vs 3D printing.' Clinical oral investigations 24 (2020): 4607-4615.

7. Porównanie produktywności: pozioma i pionowa orientacja drukowania

Drukowanie szyn w orientacji pionowej wydaje się na pierwszy rzut oka bardzo wydajne, ponieważ w jednym procesie drukowania można wyprodukować więcej elementów naraz w porównaniu z orientacją poziomą (do 11 szyn w pionie, 3–4 szyn w poziomie na urządzeniu 3Demax).

Ze względu na typowe dla metody DLP nadmierne utwardzanie w kierunku Z, dokładność reprodukcji wydrukowanych części często ulega pogorszeniu w przypadku większych kątów orientacji (patrz też punkt 3.2.3). W niektórych przypadkach może to skutkować nieodpowiednim dopasowaniem.

W związku z tym zaleca się drukowanie szyn okluzyjnych w technologii 3D w orientacji poziomej (płaskiej), co ma także inne zalety.

Przy bliższym przyjrzeniu się całemu procesowi staje się jasne, że w większości przypadków druk w orientacji płaskiej oznacza również wyraźną przewagę pod względem wydajności i szybkości.

Poniżej przedstawiono porównanie płaskiej i pionowej orientacji drukowania 3D dla szyn okluzyjnych.

W naszym scenariuszu badawczym wydrukowaliśmy sześć szyn w orientacji pionowej i sześć w orientacji poziomej, a następnie szyny te zostały poddane obróbce końcowej opisanej w niniejszym dokumencie. Rejestrowano czas potrzebny na poszczególne procesy. Zastosowano następujący system: LuxaPrint Ortho Comfort, 3Demax, 3Dewash, 3Decure.

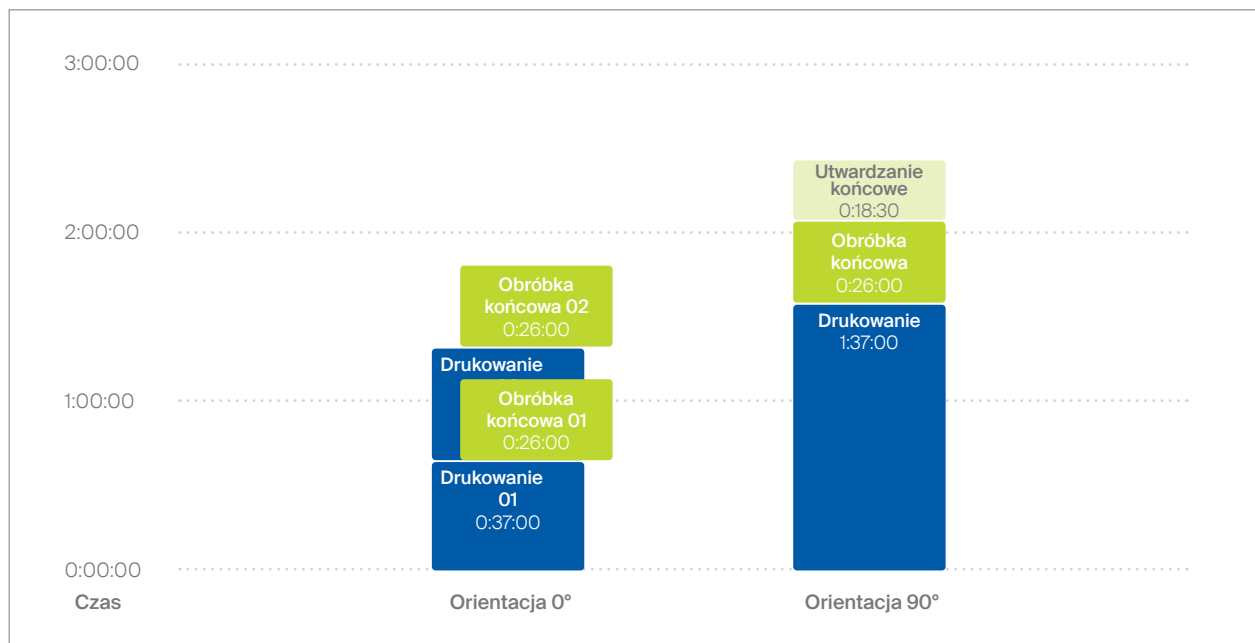
Drukowanie		
Orientacja	Maksymalna liczba szyn	Czas trwania
0°	3 – 4	37 min
90°	11	97 min

Obróbka końcowa		
Proces	Maksymalna liczba szyn	Czas trwania
Czyszczenie (3Dewash)	5	07:30 min
Przetwarzanie końcowe (3Decure)	5	18:30 min
Wykończenie (całkowite)	5	26 min

Tabela 1: Czas potrzebny na wydrukowanie szyn i obróbkę końcową

Wydrukowanie w technologii 3D trzech szyn przy użyciu materiału LuxaPrint Ortho Comfort zajęło 37 minut w pozycji poziomej, natomiast wydrukowanie sześciu szyn w pozycji pionowej zajęło 97 minut ze względu na większą wysokość drukowania. Ponieważ 3Decure zapewnia wystarczająco dużo miejsca na końcowe utwardzanie do pięciu szyn, w obu przypadkach należy dwukrotnie przeprowadzić dodatkowe utwardzanie. W przypadku drukowania w orientacji płaskiej można to jednak zrobić podczas drugiego procesu drukowania, natomiast w przypadku drukowania w pozycji pionowej drugie utwardzanie końcowe można wykonać dopiero później (drugie czyszczenie można wykonać podczas pierwszego utwardzania końcowego).

W rezultacie cały proces produkcji sześciu szyn trwa jedną godzinę i 40 minut w pozycji płaskiej oraz dwie godziny, 21 minut i 30 sekund w pozycji pionowej. Zastosowanie płaskiej orientacji pozwala skrócić proces o ponad 40 minut.



Czas potrzebny na wydrukowanie sześciu szyn w sprawdzonej procedurze DentaMile w orientacji poziomej (po lewej) i pionowej (po prawej). Drukowanie w orientacji poziomej pozwala skrócić proces o ponad 40 minut.