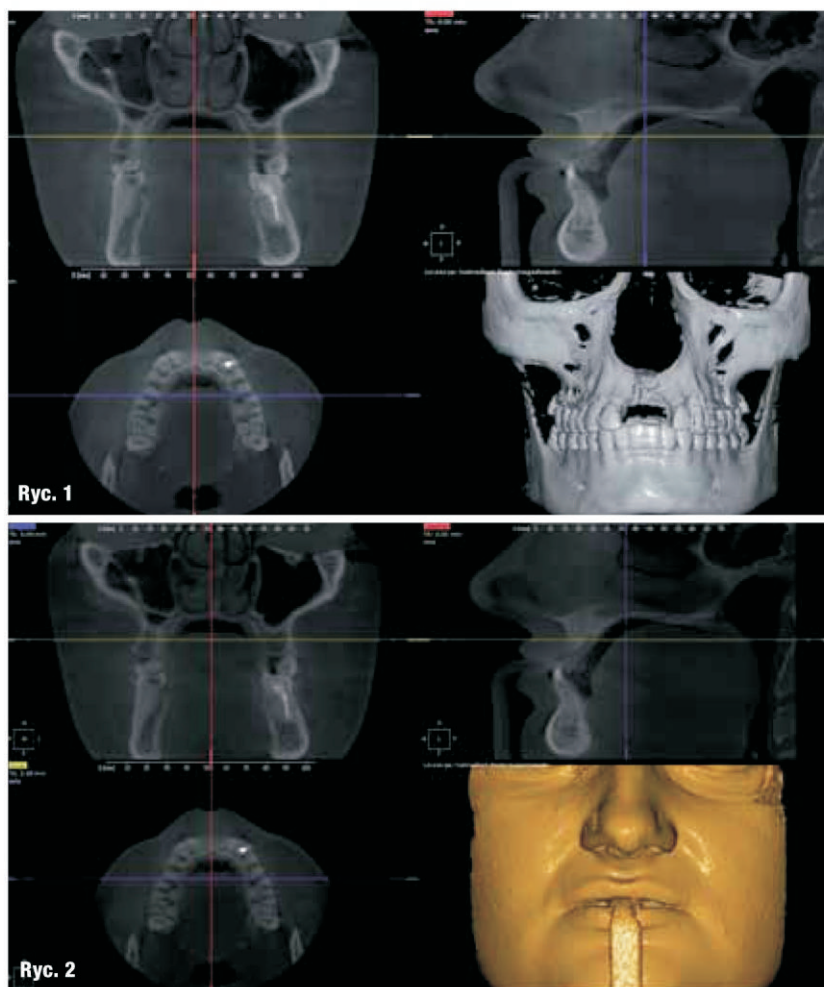


Cyfrowe narzędzia w zarządzaniu nowoczesnym gabinetem i laboratorium

Autorzy Andrzej Dulian i Piotr Nagadowski

„Piękne nowomodne słówko „digitalizacja” to po polsku po prostu „ucyfrowienie” i oznacza nie innego, jak gwałtowne wejście technologii cyfrowej w każdą dziedzinę życia, także w medycynę, a więc również stomatologię i protetykę, co jest dzisiaj faktem niezaprzeczalnym. Czy to dobrze? Jedni powiedzą, że tak, inni – że nie, jeszcze inni – nie wiedzą, ale wszyscy muszą przyznać, że innego wyjścia i odwrotu nie ma, musimy więc wsiadać do tego „pociągu”, jakim jest cyfryzacja, bo... odjedzie bez nas. I martwienie się o to, że niedługo CAD/CAM zastąpi techników, a potem również dentystów, to chyba solidna przesada. Ani ręki i oka dentysty, ani technika, „przekaz zero-jedynkowy” nie wyręczy.

Ryc. 1 Pliki DCM z wizualizacją 3D.
Ryc. 2 Pliki DICOM.



W ostatnim czasie zarówno w gabinetach dentystycznych, jak i laboratoriach, cyfrowe narzędzia nabierają coraz większego znaczenia. Wśród nich warto wymienić:

- _fotografia (np. DSD) z gamą programów do obróbki,
- _obrazowanie (rtg, CT) i tu również mnogość programów do analizy tych obrazów,
- _skanowanie – w laboratorium i (wewnątrzustne) w gabinecie,
- _mikroskopy z torami wizyjnymi,
- _sterowanie cyfrowe większością narzędzi pracy w gabinecie (endometr, pulpita unitu, endomotor, itd.),
- _skomplikowane urządzenia CAD/CAM – frezarki, drukarki 3D, urządzenia SLM do spieku laserowego.

Można wymieniać wiele, ale wszystkie urządzenia (piece do ceramiki, czy nawet nożyki elektryczne), których dobre działanie zależy od sterowania cyfrowego, trudno skatalogować. Poza tym, że możemy się ich obawiać, szczególnie przy pierwszym kontakcie, możemy też małymi krokami oswajać się z nimi po to, żeby nasza praca stawała się coraz wygodniejsza i lepsza. A to, w czym digitalizacja może pomóc przede wszystkim, to poprawienie komunikacji pomiędzy wszystkimi uczestnikami procesu leczenia.

Co zrobić, żeby zamienić w sukces pracę z narzędziami cyfrowymi? Przede wszystkim, trzeba je poznać, nauczyć się nimi pracować, ale też próbować stworzyć sobie swój własny protokół wykorzystania i analizy danych, jakie możemy w formie cyfrowej przesyłać, obrabiać i udostępniać. Ponieważ w naszej firmie „Pro-Orto-Dent” w Krakowie pracujemy interdyscyplinarnie, wypracowaliśmy sobie pewien system, który pozwala na usprawnienie diagnostyki pacjenta, jak i planowania leczenia w wielu przypadkach, a w tych bardziej skomplikowanych jest nieodzowny.

Udało nam się tak skonstruować nasze miejsce pracy, że jesteśmy w stanie przeprowadzić pełną diagnostykę pacjenta podczas pierwszej jego wizyty w klinice. Mamy zarówno pracownię rtg z CT i cefalometrią, jak i laboratorium prote-

tyczne, więc jesteśmy w stanie szybko uzyskać model cyfrowy w STL i ... i co? I wtedy kilka osób musi cały proces ZAPLANOWAĆ!!! Po przygotowaniu planu leczenia pacjent powinien być z nim dobrze zapoznany, powinien go także zaakceptować. To z pewnością najważniejszy etap jakiegokolwiek leczenia, również kompleksowego leczenia zachowawczego, ale przede wszystkim leczenia, którego częścią będzie ortodoncja czy też protetyka, zarówno związana z implantologią, jak i ta, która zamknie się w wykorzystaniu uzębienia, jakie u pacjenta zastajemy.

Kiedy zaczęliśmy pracować nad sprawnym przekazywaniem informacji mającej służyć diagnostyce, okazało się, że wyłania się z tego pewien protokół, który z powodzeniem można zastosować zarówno u pacjentów trafiających bezpośrednio do jednego z naszych gabinetów, jak i we współpracy z każdym gabinetem i kliniką, które chciałyby przy naszej pomocy taki proces wykonać i zakończyć go np. wydrukiem klucza implantologicznego pozycjonującego przy pomocy programu DDS-Pro Implant w najbardziej optymalnym dla niego miejscu i rozmiarze.

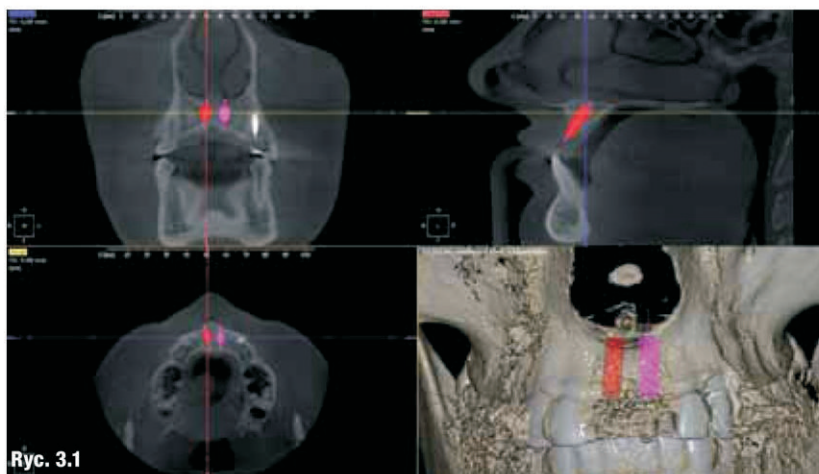
Obecnie jesteśmy na etapie wprowadzania naszych pomysłów do nowego programu komputerowego, co pozwoli na możliwie elastyczne dotarcie i wykorzystanie informacji o pacjencie (zdjęcia, skany, pliki STL, CT itp.), jakie możemy zebrać podczas procesu diagnostyki. Będzie w nim też moduł, który pozwoli przygotować zlecenie do pracowni protetycznej bezpośrednio w gabinecie, a pracownia będzie mogła go zweryfikować zanim jeszcze zlecenie protetyczne wraz ze wszystkimi danymi do niej dotrze. Pracujemy również nad tym, aby wydruk „Oświadczenia o zgodności wyrobu z wymaganiami zasadniczymi” był możliwy w gabinecie w każdym czasie bezpośrednio z systemu pracowni protetycznej. Jednak najważniejszym elementem tego programu będzie funkcja perfekcyjnego zarządzania pacjentem. Program będzie niezwykle intuicyjny i w dużej mierze zapamięta wiele danych „za nas”. Po zaplanowaniu leczenia pacjenta, podpowie, np. kiedy i jakie materiały (np. implanty i w jakich rozmiarach) zamówić. Planujemy przygotować go tak, żeby sprostał wymaganiom zarówno pojedynczej praktyki stomatologicznej, jak i dużej kliniki działającej w kilku lokalizacjach. Dobrze skonfigurowany w trakcie wdrażania program

Ryc. 3.1 Umieszczenie implantów w plikach z TC.

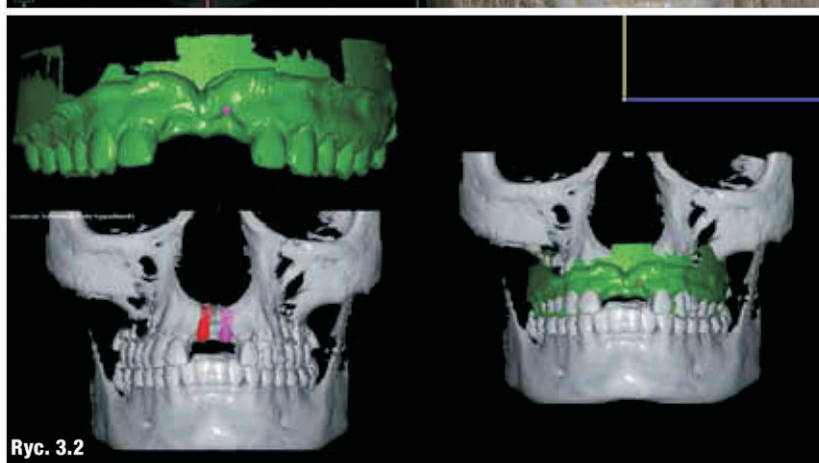
Ryc. 3.2 Pozycjonowanie TC z modelem stl.

Ryc. 4 Pliki STL oraz TC z implantami.

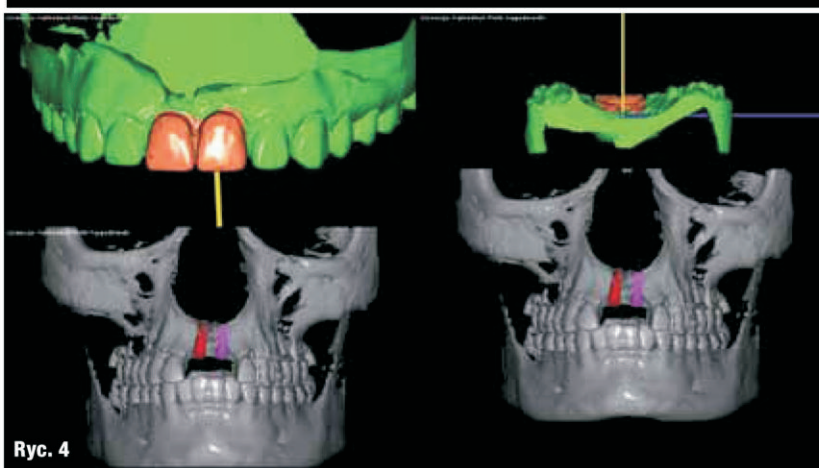
Ryc. 5 Projekt koron w programie CAM Amann Girrbach.



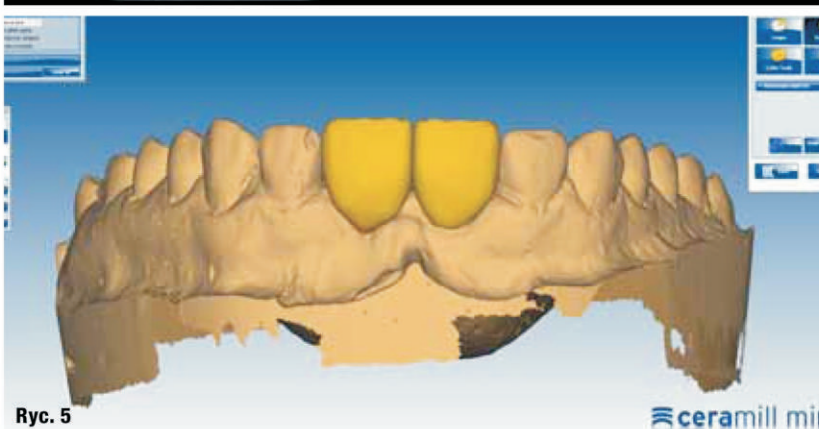
Ryc. 3.1



Ryc. 3.2



Ryc. 4



Ryc. 5

powinien również przypominać asyście o zamówieniach materiałów podstawowych.

i pozyskanie niektórych informacji o pacjencie... Digitalizacja wychodzi nam naprzeciw!

Na razie potrzeba jeszcze czasu, żeby taki program mógł w pełni działać, a że dziś stomatologia musi być interdyscyplinarna i wymaga od wszystkich uczestników procesu leczenia współdziałania, poradziliśmy sobie „na piechotę”, co może zrobić każdy, kto chce poświęcić odrobinę czasu na usprawnienie swojej pracy. Uważam, że właśnie wtedy jesteśmy w stanie osiągnąć doskonały efekt końcowy. Każdy lekarz czy technik (szczególnie dobry) jest dziś zabiegany i cierpi na permanentny brak czasu. Szybki dostęp i obróbka danych cyfrowych mogą się okazać nieocenioną pomocą. Ile razy technik zrozumiałby lepiej, czego oczekuje od niego lekarz w konkretnym przypadku, gdyby widział pacjenta... Ile razy lekarz mógłby szybciej podjąć decyzję widząc, jak najszybciej modele diagnostyczne pacjenta, a dodatkowo zestawione w artykulatorze... Jak wiele czasu poświęcamy wszyscy na rozmowy telefoniczne

Każdy użytkownik Internetu zna serwery zewnętrzne, na których możemy przechowywać dane w większych rozmiarach – jeden warunek: tylko dane cyfrowe! Przygotowanie sobie miejsca na takim serwerze, pozwalającego na łatwe umieszczanie plików, to dość prosta czynność. Potem zostaje już tylko dobre intuicyjne stworzenie katalogów! Wtedy niezależnie od tego, w którym akurat miejscu na świecie jest osoba biorąca udział w procesie leczenia, wystarczy, że zaloguje się do katalogu.

W naszym protokole wygląda to następująco:

_1. Wizyta u lekarza pierwszego kontaktu (nie zawsze ten lekarz staje się później osobą prowadzącą pacjenta), badanie i zdiagnozowanie potrzeb pacjenta, czyli DOBRY WYWIAD! Podstawowa pantomografia i ew. (choć ze względu na doskonałą jakość, którą daje nam obrazowanie CYFROWE Sirony – rzadko) zdjęcia

Ryc. 6_Ustawienie przyszłych koron w łuku.

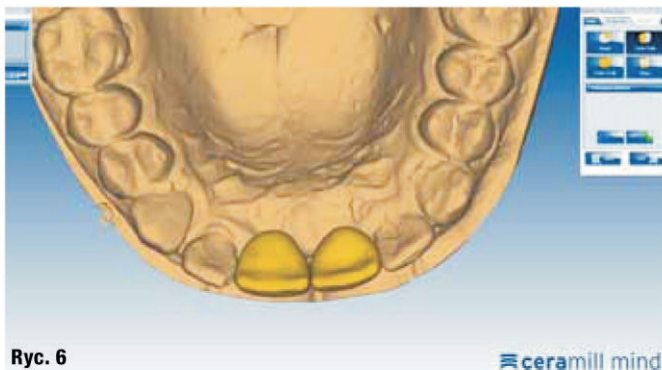
Ryc. 7_Relacje zgryzowe dotyczące przyszłej pracy na implantach.

Ryc. 8_Możliwość wykorzystania przezierności modelu pod kątem przyszłych implantów.

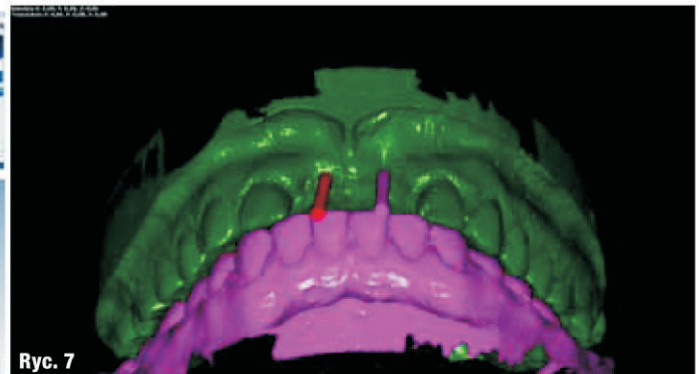
Ryc. 9_Uwzględnienie toru wprowadzenia implantów pod kątem przyszłej pracy protetycznej.

Ryc. 10_Tor wprowadzenia implantów.

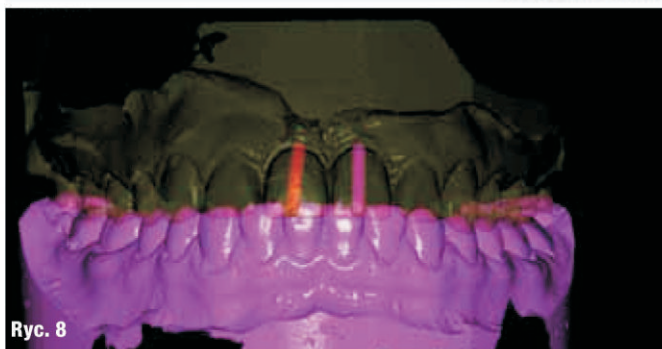
Ryc. 11_Projekt CAM pod projekt podbudowy.



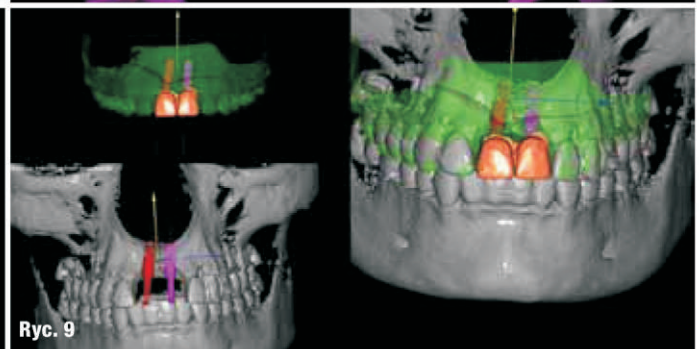
Ryc. 6



Ryc. 7



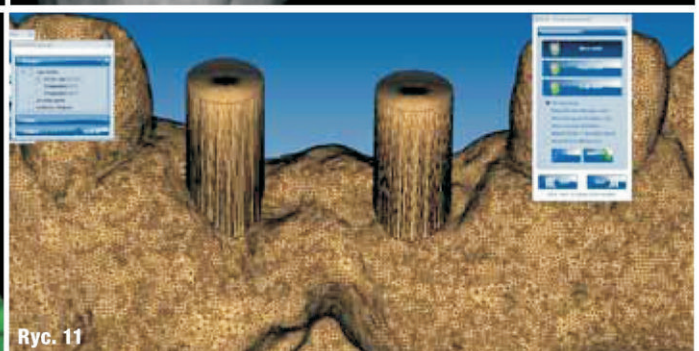
Ryc. 8



Ryc. 9



Ryc. 10



Ryc. 11

celowane, czasem w zależności od tego, co woli lekarz – skrzydłowo-zgryzowe. Rzadko pacjent wymaga wyłącznie wizyty u ortodonta i to takiej, na której od razu założymy mu aparat. Najczęściej leczenie jest interdyscyplinarne.

2. Dokumentacja fotograficzna – niezwykle ważna i to nie tylko po to, żeby później mieć się czym pochwalić. Głównie w celach diagnostycznych i dla planowania oraz po, to żeby pokazać pacjentowi, od czego zaczynaliśmy, co było po drodze i do czego doszliśmy. Dość często po np. 1,5-letnim leczeniu ortodontycznym pacjent zapomina, jak wyglądało jego uzębienie na pierwszej wizycie.

3. Badanie periodontologiczne, dokładna higienizacja i wyciski diagnostyczne dla planowania. Rejestracja łukiem twarzowym i pobranie wszelkich możliwych wartości artykulometrycznych.

4. Na tym etapie najczęściej dochodzi do wyboru lekarza prowadzącego, który opiekuje się

Ryc. 12 Połączenie insertów z plikiem STL pod pracę tymczasową.

Ryc. 13 Stworzenie jednego obiektu z kilku elementów.

Ryc. 14 Ustabilizowanie toru wprowadzenia implantu za pomocą szablonu.

Ryc. 15 Model STL z szablonem opartym na zębach pacjenta.

Ryc. 16 Szablon w formie wirtualnej.

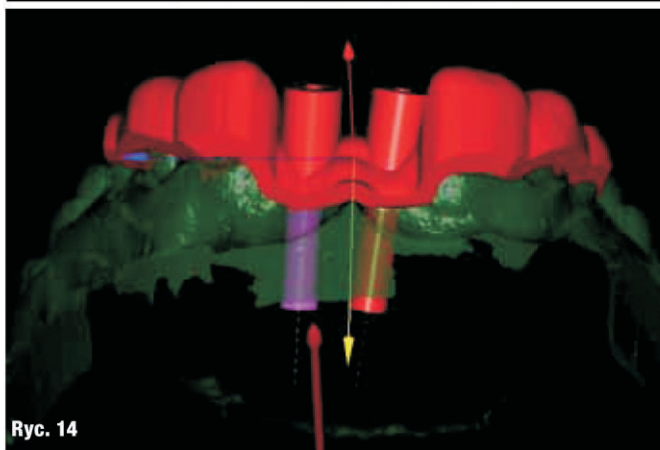
Ryc. 17 Utworzenie profilu wyłaniania.



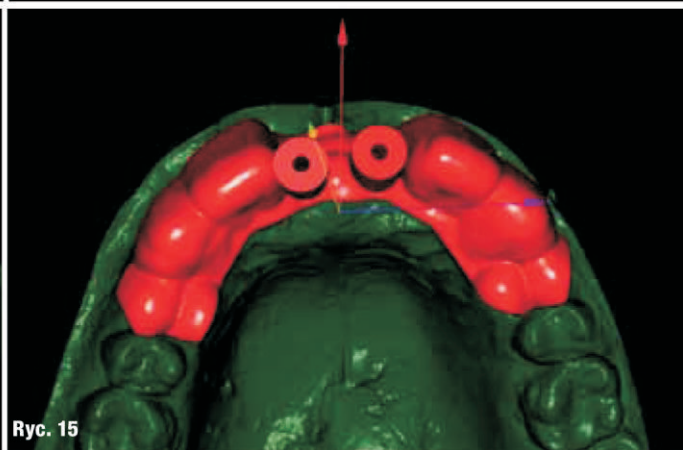
Ryc. 12



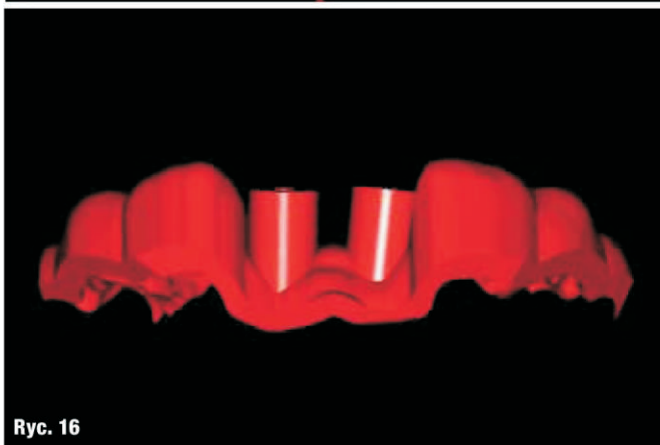
Ryc. 13



Ryc. 14



Ryc. 15



Ryc. 16



Ryc. 17

pacjentem (często zdalnie – przy pomocy narzędzi cyfrowych) od rozpoczęcia do zakończenia realizacji założonego planu. Jeśli zaczynamy leczenie protetyczne i jest to pacjent, któremu zależy na dobrym efekcie końcowym, a mamy czas również na przygotowanie ortodontyczne, często jest ono włączane pod postacią prostego systemu wykonania set-up i leczenia nakładkowego bezbarwnymi szynami w systemie Clear Aligner (*nota bene* serce systemu to program komputerowy sprzężony z kamerą, czyli znowu 0-1). Kto bowiem nie pamięta przypadków typu: „żeby ta 4-ka była choćby 2 mm bardziej dystalnie, to efekt kosmetyczny byłby idealny”. To częsta przypadłość. Jeśli możemy coś przesunąć, bo w tym czasie dzieją się inne rzeczy, a pacjent decyduje się na taką drogę, zróbmy to. Dobrze zaplanowane leczenie ortodontyczne daje fantastyczne efekty również podczas przygotowywania pacjenta do implantacji. Przesunięcie

zęba po to, żeby zbudować kość, czy też ekstruzja ortodontyczna to dziś niewyobrażalnie pomocne, a niedoceniane zabiegi, które czasami mogą uratować pracę. Augmentacja nie zawsze jest najlepszą receptą na wszystko.

5. Kiedy w czasie przygotowywania planu pojawia się konieczność leczenia implantologicznego, wykonujemy CT, modele cyfrowe stanu zastanego, modele cyfrowe wax-up z planem protetycznym i niekiedy transfer do wykonania mock-up (przeniesienia z wax-up).

6. Często leczenie pacjenta zaczynamy od szyny relaksacyjnej, szczególnie w przypadku problemów stawowych czy zanizzonego zwarcia. Wtedy zaprogramowanie „wirtualnego artykulatora” wg danych, jakie wcześniej pobraliśmy podczas pracy z łukiem twarzowym jest dość prostą czynnością, a wykonanie szyny na drukarce 3D lub frezarce CNC to już tylko chwila pracy przy monitorze komputera. Oczywiście, pomysł wycinania szyny w CNC nie każdemu przypadnie do gustu, ale już wydruk to znacznie mniejsze koszty.

7. Szyna pozwala na wstępne spozycjonowanie żuchwy pacjenta w takim położeniu, które jest dla niego najbardziej komfortowe. Często przekonanie pacjenta do odroczenia finalnego uzupełnienia protetycznego o kilka tygodni to poważne wyzwanie: przecież zwykle chce on przyjść na jedną wizytę i wyjść po niej piękny i uśmiechnięty! A tu się okazuje, że najpierw szyna, a potem jeszcze wizyta u ortodonta. Warto jednak poświęcić czas na szczegółową rozmowę z pacjentem i wyjaśnienie mu wszystkich wątpliwości.

8. Po zakończeniu etapu leczenia szyną, przechodzimy do ponownej deprogramacji i do wykonania wax-up i mock-up lub jeśli to możliwe albo konieczne – uzupełnienia tymczasowego długoczasowego. Ten etap pozwoli na dokładne sprecyzowanie efektów, jakie możemy zaoferować pacjentowi wobec jego oczekiwań. I tu znowu z pomocą przychodzi technologia cyfrowa – w postaci programu SmileMe Mirror (programy do pokazywania sposobów uzupełnień i efektów). Zaplanowane uzupełnienia tymczasowe możemy wyfrezować z PMMA, co znacznie skraca czas oczekiwania pacjenta i pozwala na uzyskanie produktu dobrej jakościowo, który posłuży w razie konieczności znacznie dłużej niż klasyczne uzupełnienie wykonywane w gabinecie lub pracowni analogowo. Po ewentualnych korektach kształtu na życzenie pacjenta czy też innych detali poprawiających funkcję, wykonujemy skan modeli z pracą tymczasową lub wax-up'em albo skan wewnątrzustny bezpośrednio w jamie ustnej pacjenta.

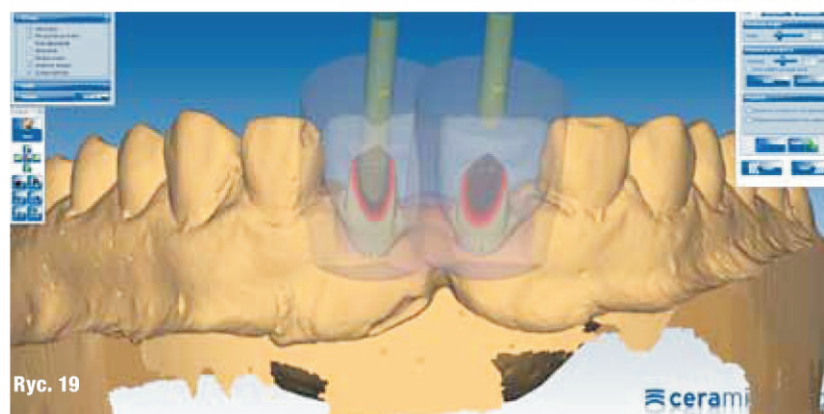
Ryc. 18 Podbudowy pod łączniki indywidualne.

Ryc. 19 Projekt łącznika indywidualnego pod zaprojektowaną koronę.

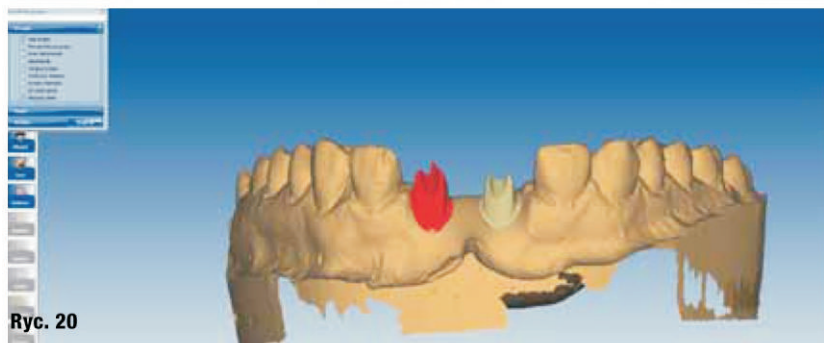
Ryc. 20 Łączniki indywidualne.



Ryc. 18



Ryc. 19



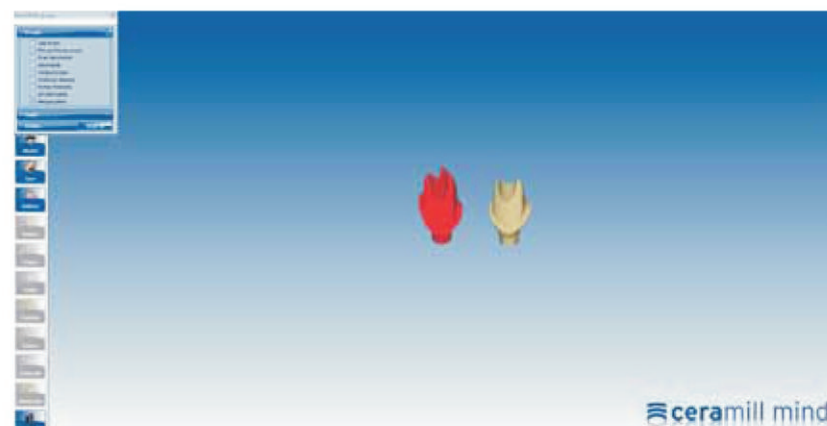
Ryc. 20

9. Finał. Po tak przygotowanym planowaniu, a w praktyce pewności, że jesteśmy w stanie dać pacjentowi to, czego oczekuje i na co się z nim umówiliśmy, przystępujemy do ostatecznego wykonania leczenia. Implantolog wkręca implanty na podstawie wcześniej wydrukowanego w systemie wydruku 3D klucza implantologicznego i jeśli to możliwe, od razu obciąża je tymczasowymi koronami przygotowanymi z PMMA. Ta procedura sprawdza się szczególnie przy implantacji natychmiastowej. Poza tym, że jest opatrunkiem, pozwala pięknie zachować brodawkę dziąsłową. Wszyscy implantolodzy doskonale zdają sobie sprawę z tego, jak bardzo trudne jest ponowne „wybudowanie” brodawki dziąsłowej, jeśli ją utracimy. Przy implantacji natychmiastowej i tymczasowej koronie wykonanej w technologii CAD/CAM, dostosowanej w gabinecie, minimalizujemy ryzyko powikłań z tym związanych.

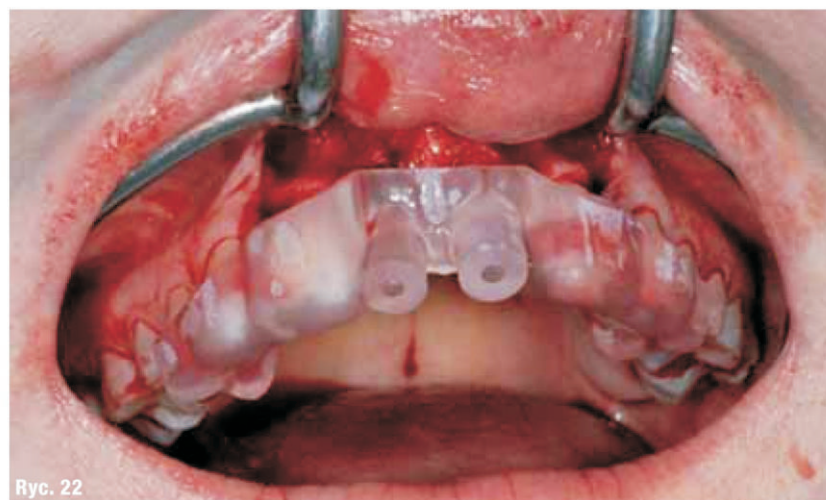
Żeby sprostać wymaganiom pacjentów i skrócić do minimum czas oczekiwania na pracę finalną, rozpoczęliśmy ostatnio współpracę z firmą Zimmer, która w swojej ofercie wprowadziła kilka lat temu implanty z metalu trabekularnego. Dlaczego ten rodzaj implantów? Trabecular Metal Implant to pierwszy na świecie implant wykonany z biokompatybilnego i pasywnego pierwiastka Ta (tantal). Technologię stosowaną od przeszło dekad w implantach ortopedycznych firma Zimmer wykorzystywała do produkcji implantów stomatologicznych. Powstał w ten sposób materiał trójwymiarowy o strukturze kości gąbczastej. Umożliwia on formującą się tkance kostnej nie tylko obrastanie implantu od zewnątrz, ale również wrastanie w jego strukturę, co zwiększa stabilizację. Firma podaje, że dzięki zastosowaniu implantów Trabecular Metal możliwe jest zakończenie leczenia w czasie 2 tygodni od implantacji. Ostateczną decyzję o czasie trwania leczenia podejmuje lekarz w oparciu o indywidualne predyspozycje pacjenta.

Wykonanie pracy docelowej, kiedy dokładnie wiemy, jak ona powinna wyglądać, to już tylko czynności techniczne. Czasem bardzo skomplikowane, ale są sekwencją poszczególnych kroków dobrze wcześniej zaplanowanych.

Najważniejszym elementem naszej procedury jest sposób przekazywania informacji od poszczególnych uczestników leczenia kolejnym. Zawsze są one w jednym miejscu, dostępne w każdej chwili i z każdego miejsca na świecie, a wskazówki od poprzednika, dobrze uporządkowane, pozwalają na podejmowanie konkretnych decyzji co do dalszego przebiegu leczenia. Poprzez dobre „zarządzanie pacjentem” minimalizujemy liczbę



Ryc. 21



Ryc. 22



Ryc. 23

Ryc. 21_Połączenie bazy z łącznikiem.

Ryc. 22_Szablon.

Ryc. 23_Trabecular Metal Implant.

Ryc. 24_Wizualizacja 3D modeli ortodontycznych.

Ryc. 25_Rejestracja przebiegu leczenia.

Ryc. 26_Pozycjonowanie wirtualnych zamków.

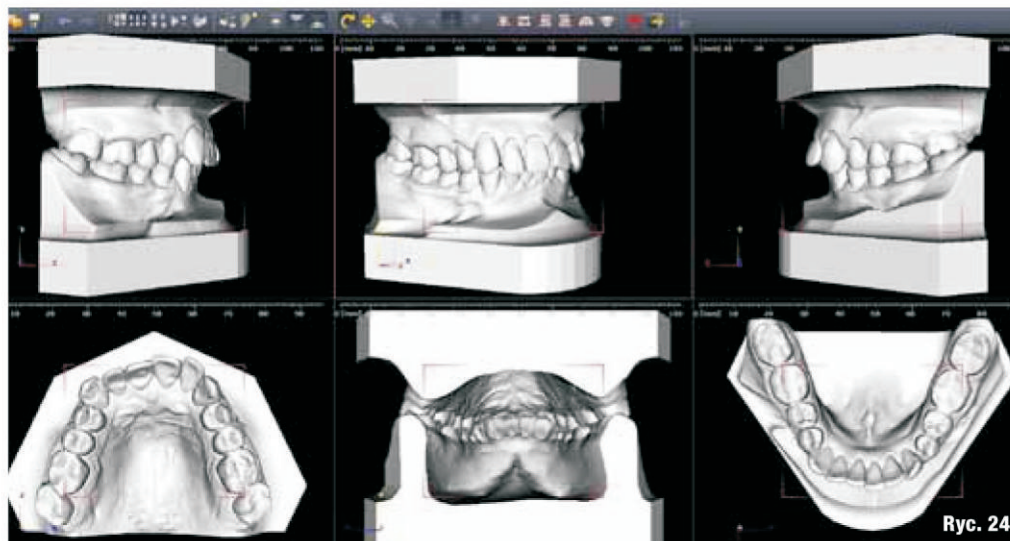
jego wizyt diagnostycznych i czas potrzebny na uzyskanie satysfakcjonującego efektu. Bez „za-
przyjaźnienia się” z danymi w formie cyfrowej taka sytuacja byłaby niemożliwa.

W praktyce implantolog, nie widząc zupełnie pacjenta, mając wgląd w wykonane wcześniej procedury, mógłby na umówiony dzień zabiegowy przyjechać z gotowym szablonem chirurgicznym, świetnie dobranymi implantami i wyfrezowanymi koronami tymczasowymi. Oczywiście, to przypadek dość jednostkowy, bo lekarz lubi skon-

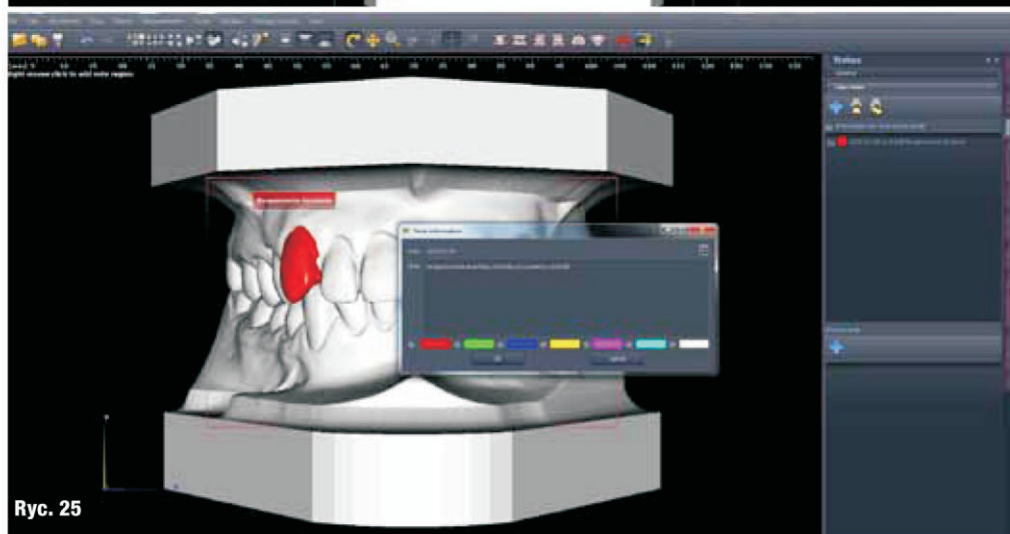
sultować wcześniej pacjenta i przede wszystkim zdobyć jego zaufanie, ale to, że jest to w ogóle możliwe, to właśnie efekt DIGITALIZACJI!

Nie udałooby się takie zakończenie, gdyby nie programy typu DDS-Pro. Jest to oprogramowa-

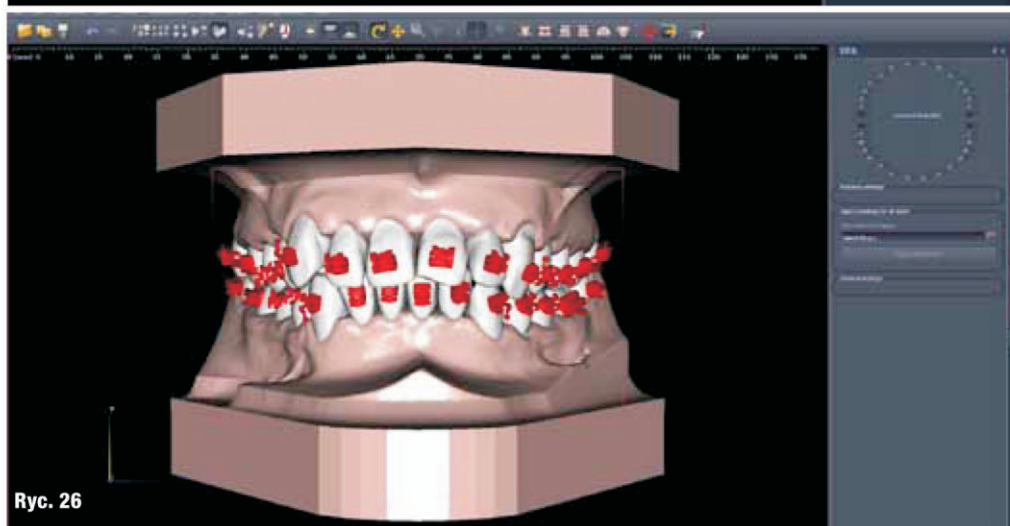
nie przeznaczone do planowania implantacji, a także zabiegów ortognatycznych z wykorzystaniem tomografii komputerowej oraz skanów modeli laboratoryjnych zapisanych w formacie stl. Pozwala również na wykorzystanie modeli z wax-up do planowania leczenia protetyczne-



Ryc. 24



Ryc. 25



Ryc. 26

Ryc. 21_Połączenie bazy z łącznikiem.

Ryc. 22_Szablon.

Ryc. 23_Trabecular Metal Implant.

Ryc. 24_Wizualizacja 3D modeli ortodontycznych.

Ryc. 25_Rejestracja przebiegu leczenia.

Ryc. 26_Pozycjonowanie wirtualnych zamków.