

Agnieszka CHOJNACKA, Grzegorz MILEWSKI, Katedra Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki, Instytut Mechaniki Stosowanej, Politechnika Krakowska

MODEL ZĘBA PRZEDTRZONOWEGO LECZONEGO ENDODONTYCZNIE UWZGLĘDNIAJĄCY RÓŻNE KLASY UBYTKÓW KORONY

Streszczenie. W pracy przedstawiono „uniwersalny” numeryczny model zęba przedtrzonowego leczonego endodontycznie z wykorzystaniem wkładów koronowo-korzeniowych. Trójwymiarowy model bryłowy powstał w wyniku procesu digitalizacji rzeczywistego obiektu poprzez konwersję chmury kartezyjskich współrzędnych w programie CAD CATIA. Wszechstronność modelu umożliwia analizę numeryczną metodą elementów skończonych odbudowy korony zęba dla różnych klas ubytków.

1. WSTĘP

Schorzenia endodontyczne są zasadniczym powodem bólu zębów, zarówno tych bardzo silnych, jak i tych przewlekłych, ćmiących, ciągnących się tygodniami i miesiącami. Powodem jest infekcja miazgi zębowej nazywanej potocznie nerwem. Miazga zęba to delikatna tkanka wypełniająca kanał zęba. Objętościowo nie jest jej wiele, jest jednak wyjątkowo bogato unerwiona. Jeśli ulegnie zakażeniu (zwykle przez ubytek próchniczny) powstaje obrzęk, a ponieważ jest zamknięta w nie rozciągliwej komorze zęba obrzęk ten powoduje wzrost ciśnienia, ucisk na zakończenia włókien nerwowych i silny ból. Zwykle dolegliwości te mogą być opanowane przez odpowiednie leczenie, a ząb uratowany.

Obecnie pacjenci znacznie częściej wolą zachować własne zęby aniżeli je usunąć i uzupełnić protetycznie. Z każdym rokiem endodoncja w praktykach dentystrycznych ma coraz większe znaczenie, co wymusza pogłębianie wiedzy i zdobycie większych umiejętności niż te, które jeszcze kilka lat temu były wystarczające.

Do dziś rozpowszechniony pogląd, aby leczenie endodontyczne przeprowadzać w ciągu kilku wizyt z zastosowaniem wkładek antyseptycznych oraz wypełnieniem kanału (często niedostatecznie przygotowanego) pastą, jest aktualnie nie do przyjęcia. Dlatego lekarze praktycy idą w kierunku coraz lepszego mechanicznego opracowania kanałów korzeniowych oraz ich szczelnego wypełniania.

W części przypadków wystarcza wypełnienie za pomocą materiału kompozytowego. Zupełnie inaczej ma się rzecz w przypadku zębów bocznych, dla których występują duże wartości obciążeń zgryzowych towarzyszących miażdżeniu i zuciu pokarmów. Tam ryzyko zniszczenia korony zęba leczonego kanałowo wypełnionego wyłącznie materiałem kompozytowym jest bardzo duże, zwłaszcza w przypadku przedtrzonowców. Dlatego też zęby te należy wzmocnić stosując wkłady koronowo-korzeniowe, co znacznie zmniejsza ryzyko ich zniszczenia.

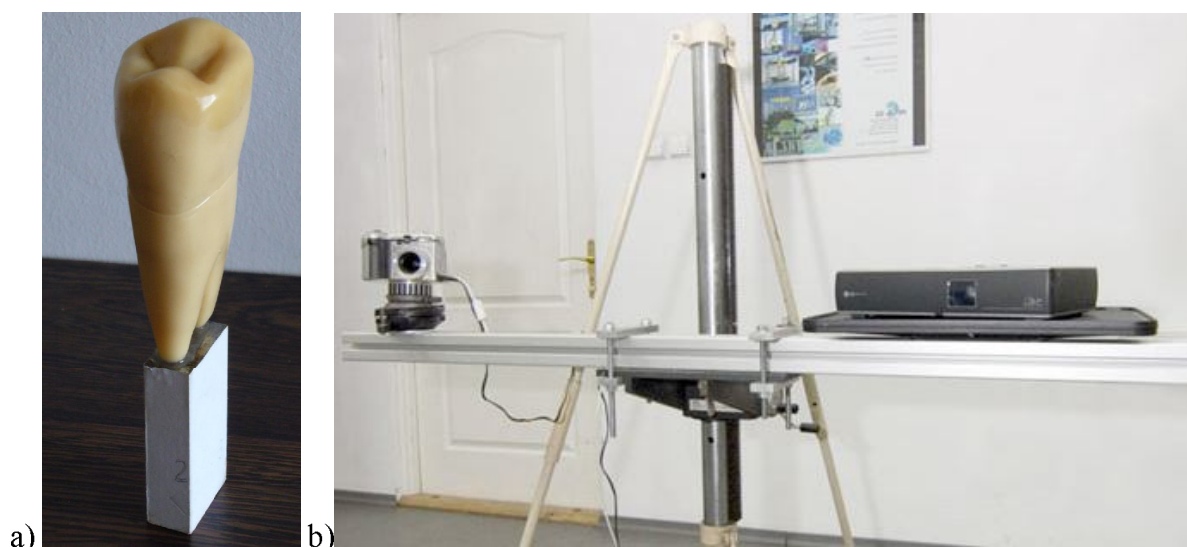
Nie tylko materiał, z jakiego wykonany został wkład jest ważny. Istotną rolę odgrywa także głębokość jego osadzenia w kanale, jak również liczba wkładów użytych do odbudowy. W celu określenia optymalnych wielkości tych parametrów stworzony został uniwersalny

komputerowy model zęba, w którym możliwe jest uwzględnienie wszystkich klas ubytków korony. Został on stworzony z myślą o dalszych analizach w komercyjnych programach numerycznych. Jako model wzorcowy przyjęto najslabszy, najczęściej ulegający zniszczeniu pierwszy ząb przedtrzonowy szczęki w najczęściej występującej konfiguracji dwukorzeniowej i dwukanałowej.

2. ETAPY TWORZENIA MODELU

2.1. Generowanie chmury punktów pomiarowych

Do stworzenia modelu komputerowego wykorzystany został model fizyczny zęba przedtrzonowego wykonany z żywicy epoksydowej w skali 5:1 (rys.1a). Do automatycznego pomiaru kształtu obiektów trójwymiarowych wykorzystany został skaner 3D firmy Smarttech (rys.1b).



Rys. 1. a) Model fizyczny zęba przedtrzonowego, b) Skaner 3D firmy Smarttech

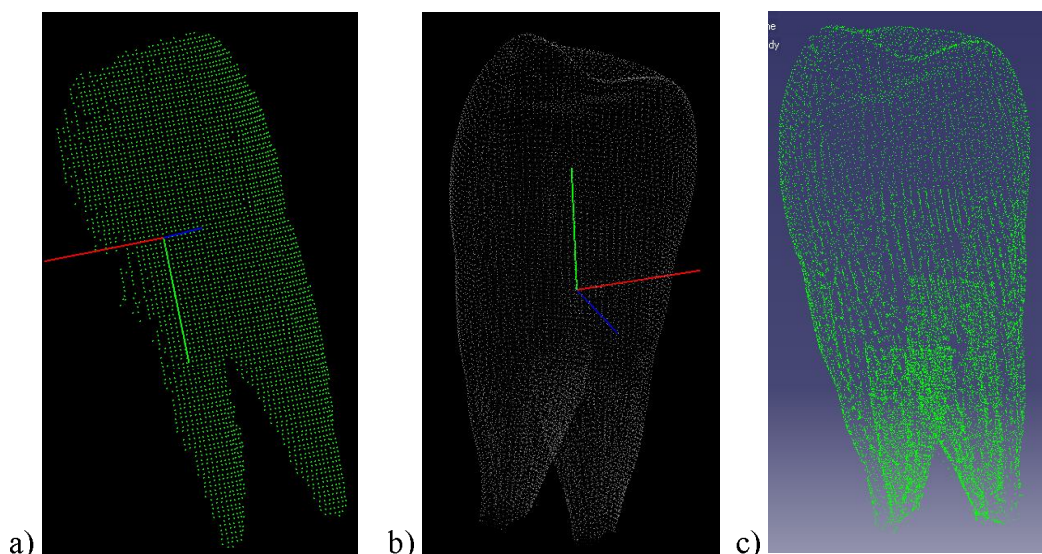
Ten optyczny system pomiarowy bazuje na projekcji prążków-izolinii oraz na rejestracji obrazu poprzez fotograficzny aparat cyfrowy. W systemie tym współrzędne obiektu (x,y,z) wyznacza się poprzez przeskalowanie map fazowych obliczonych poprzez analizę zdeformowanych obrazów prążkowych. W przypadku Skanera 3D firmy Smarttech wykorzystane jest strukturalne światło białe. Algorytmy łączenia danych pobranych z wielu kierunków dają możliwość otrzymania trójwymiarowej reprezentacji powierzchni obiektu badanego w postaci chmury punktów scharakteryzowanych kartezjańskimi współrzędnymi (x,y,z).

Przedstawiony w pracy model zęba przedtrzonowego skanowany był z dziesięciu kierunków. Następnie powstałe w wyniku tych skanów, chmury punktów (rys.2a.) zostały poddane procesowi filtracji w programie Mesh 3D firmy Smarttech wykonanemu w następującej kolejności: usunięcie nieciągłości, usunięcie szumu, usunięcie grup punktów, wygładzenie chmur. Następnie chmury zostały dopasowane i połączone (rys.2b.), a wyniki zapisane w pliku tekstowym.

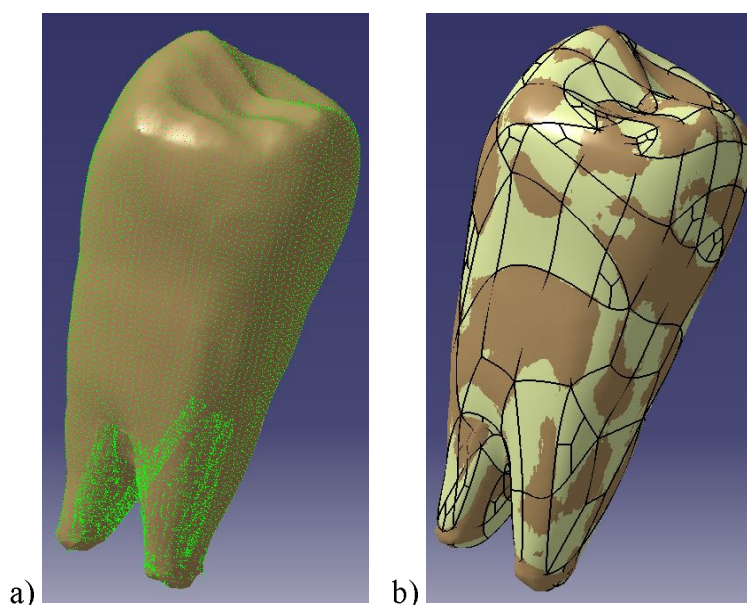
2.2. Model bryłowy przedtrzonowca

Kolejnym etapem tworzenia modelu było zaimportowanie stworzonego pliku tekstowego do programu CAD CATIA (rys.2c). Na otrzymaną chmurę punktów nałożono siatkę trójkątów (rys.3a), a następnie po zmeszowaniu rozpięto odpowiednie powierzchnie (rys.3b).

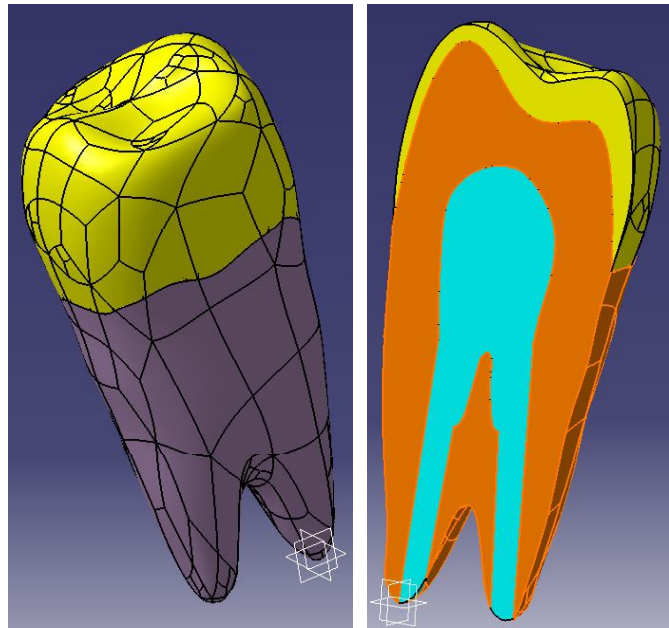
Mając powierzchnię zewnętrzną zęba możliwe było stworzenie wszystkich jego struktur wewnętrznych, a mianowicie szkliva, zębiny, komory miazgi i kanałów korzeniowych, a także wkładów koronowo-korzeniowych. Struktury te zostały wykonane przez izometrię, translację i rotację odpowiednich elementów powierzchni zewnętrznej – procedury modelowania interaktywnego programu CATIA. Dalszym etapem było stworzenie brył odpowiadających odpowiednim strukturom zęba (rys.4).



Rys.2. Chmura punktów: a) skan z jednego kierunku, b) po połączeniu wszystkich skanów, c) importowana w programie CATIA



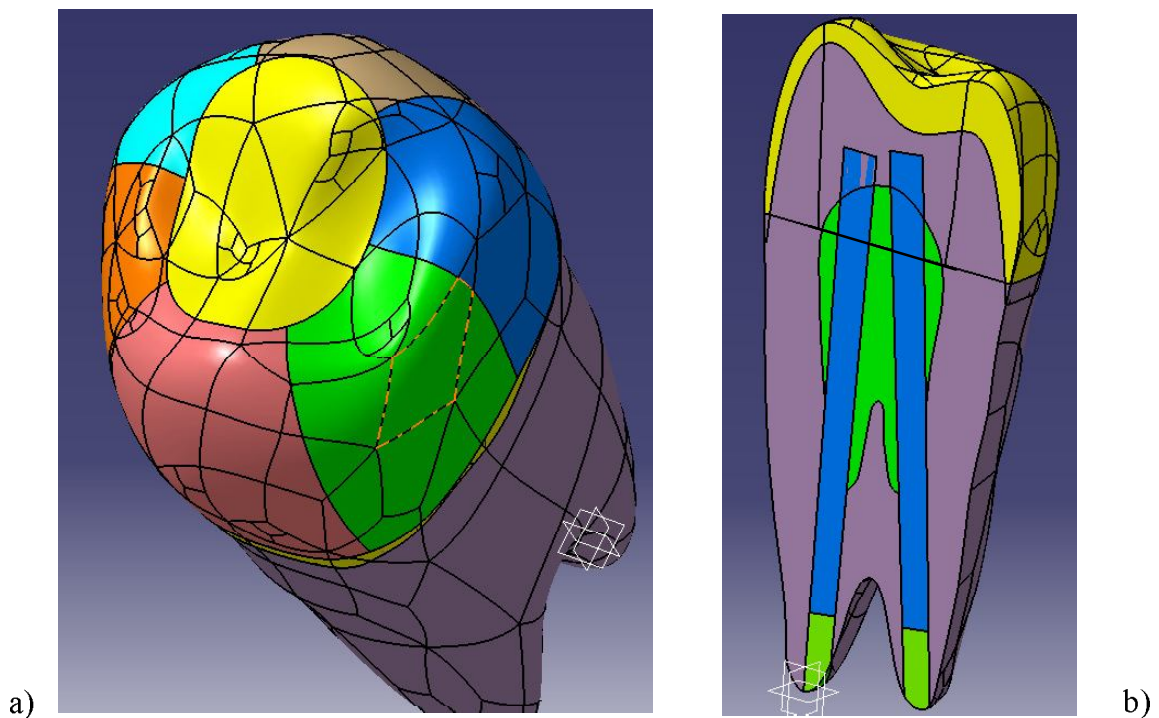
Rys.3. a) Procedura meszowania nałożona na chmurę punktów, b) powierzchnie rozpięte na siatce elementów trójkątnych



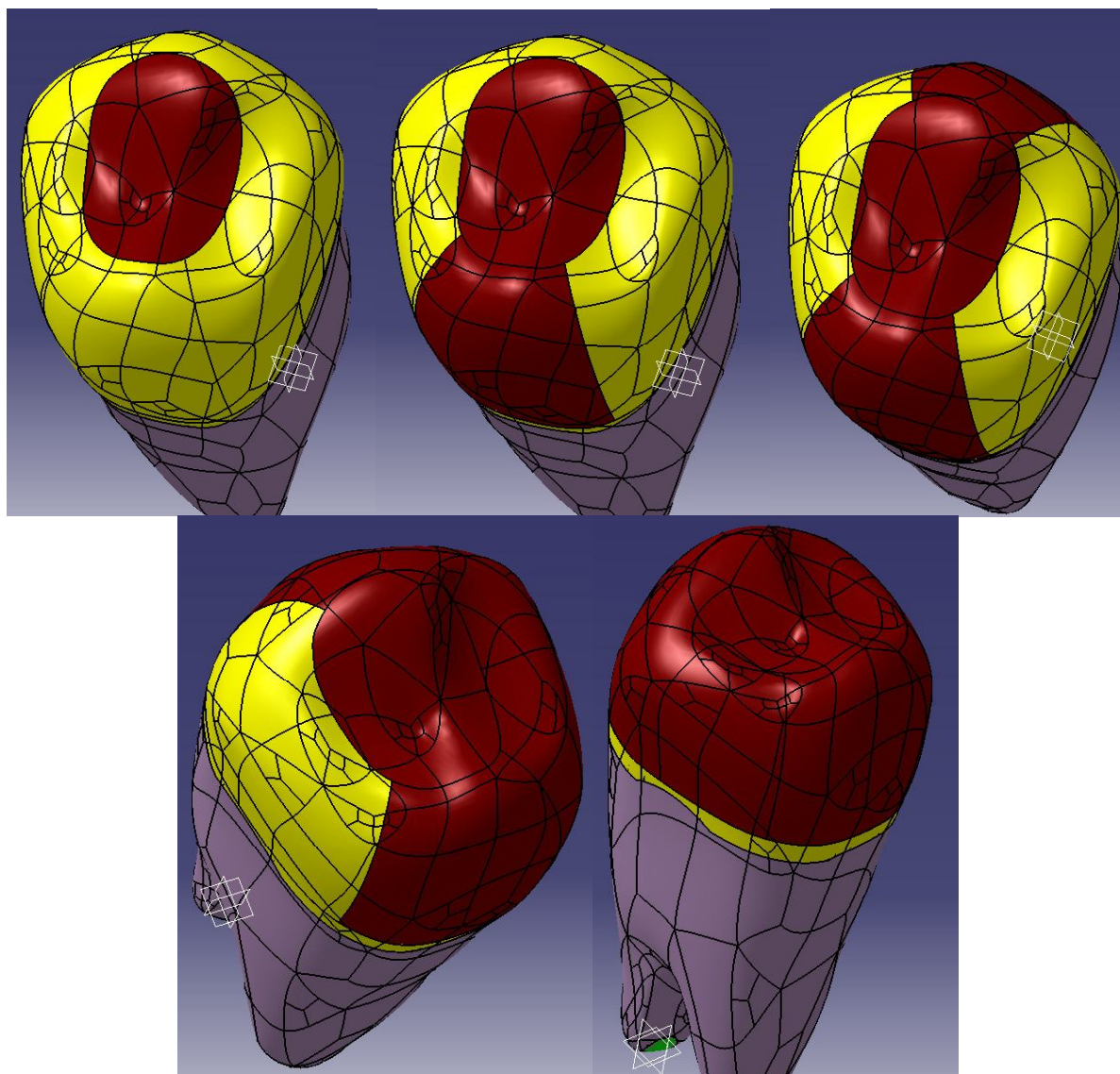
Rys.4. Model zęba z rozróżnieniem struktur wewnętrznych

2.3. Model uniwersalny przedtrzonowa dla różnych klas ubytków

W celu stworzenia uniwersalnego modelu który uwzględniałby różne klasy ubytków zęba leczonego endodontycznie, korona podzielona została na siedem brył (rys.5). Dodane zostały także bryły modelujące wkłady koronowo – korzeniowe. Odpowiednie przypisywanie własności materiałowych bryłom powstałym po podziale umożliwi analizę konkretnych klas ubytków z uwzględnieniem liczby wykorzystanych wkładów oraz głębokości ich zakotwiczenia (rys.6).



Rys.5. a) Podział korony zęba na elementy bryłowe, b) przekrój przez struktury wewnętrzne



Rys.6. Typowe, najczęściej występujące klasy ubytków korony zęba przedtrzonowego

Taki podział bryłowy daje dużą liczbę kombinacji zamodelowania ubytku do dalszych analiz numerycznych, które będą przeprowadzone w programie metod elementów skończonych ANSYS dla typowych norm zgryzowych. Przykładowe analizy wytrzymałościowe obliczeń numerycznych MES zostaną przedstawione w trakcie prezentacji.

LITERATURA

- [1] Guldener P.H.A., Langeland K.: Endodontologia, wyd.2, PZWL, Warszawa 2001
- [2] Jańczuk Z.: Stomatologia zachowawcza. Zarys kliniczny, PZWL, Warszawa 1999
- [3] Tronstad L.: Endodoncja kliniczna, PZWL, Warszawa 2004
- [4] Wyleżoł M.: CATIA. Podstawy modelowania powierzchniowego i hybrydowego, Helion, Gliwice 2003
- [5] <http://www.smarttech.pl>

MODEL OF ENDODONTICALLY TREATED PREMOLAR TOOTH WITH REGARDS TO VARIOUS CLASSES OF CROWN DESTRUCTION

Summary. he paper presents the ‘universal’ numerical model of premolar tooth treated endodontically with the use of root dowels. The spatial block model was created by means of digitizing process of real tooth scanning due to the conversion procedure of set of points characterized by Cartesian coordinates to CAD CATIA program. Versatility of the model enables the numerical strength analyses of tooth crown reconstructions with regards to various classes of crown destructions.