

**Jacek GRALEWSKI**, Katedra Podstaw Techniki i Ekologii Przemysłowej, Politechnika Łódzka, Łódź

**Grzegorz BOGUSŁAWSKI**, Katedra Podstaw Techniki i Ekologii Przemysłowej, Politechnika Łódzka, Łódź

## **ANALIZA NUMERYCZNA PROTEZY SZKIELETOWEJ PODPARTEJ OZĘBNOWO I ŚLUZÓWKOWO**

Streszczenie. W pracy przeprowadzono analizę stanu naprężenia i odkształcenia wybranej konstrukcji protezy szkieletowej oraz reakcji podporowych dla różnych przypadków obciążeń. Uzyskane wyniki obliczeń protezy pozwolą określić sztywność i wytrzymałość konstrukcji, a reakcje podporowe pozwolą wyznaczyć obciążenia zębów filarowych. Analizę przeprowadzono za pomocą metody elementów skończonych w programie ANSYS. Model 3D protezy został stworzony poprzez skanowanie ręcznym skanerem optycznym rzeczywistej protezy szkieletowej gdzie po uzyskaniu chmury punktów został poddany wygładzaniu, stworzono model powierzchniowy a następnie przekonwertowano do postaci bryłowej. Analiza stanu naprężenia i odkształcenia pozwoli uzyskać odpowiedź gdzie występują koncentracje naprężeń w protezie oraz w jaki sposób proteza pod wpływem obciążenia siłami zgryzowymi przenosi siły na zęby oporowe.

### 1. WSTĘP

W praktyce protetycznej zauważa się często, że elementy protez nie wytrzymują występujących podczas żucia obciążeń i ulegają trwałym odkształceniom i uszkodzeniom. Powodem występowania tych zjawisk jest niedostateczna sztywność konstrukcji oraz źle dobrane wymiary przekrojów w stosunku do działających sił. Leczenie protetyczne protezami szkieletowymi polega na odbudowaniu powierzchni zwarcia przy częściowych brakach uzębienia. Bardzo istotne jest właściwe rozplanowanie elementów przytrzymujących protezę, oraz proteza powinna być właściwie zaprojektowana i dokładnie wykonana. Źle zaprojektowana proteza powoduje nieprawidłowy sposób przenoszenia sił z protezy na zęby oporowe oraz utrudnione utrzymanie higieny wokół zębów oporowych. W konsekwencji może doprowadzić z czasem do powstania choroby przyzębia, rozchwiania zębów oporowych i ich utraty. Istotne jest więc zbadanie i poznanie zachowanie się protezy w jamie ustnej pacjenta i stworzenie takiej geometrii aby spełniała wszelkie wymagania związane ze stabilnością konstrukcji.

### 2. PRZEDMIOT BADAŃ

Przedmiotem badań jest wybrana rzeczywista proteza szkieletowa przedstawiona na rys. 1. W myśl klasyfikacji braków częściowych jest to klasa druga z jednostronnym brakiem skrzydłowym i kolejnym brakiem międzyzębowym w pozostałym uzębieniu części bocznej (według Kennedy'ego).



Rys.1. Proteza szkieletowa

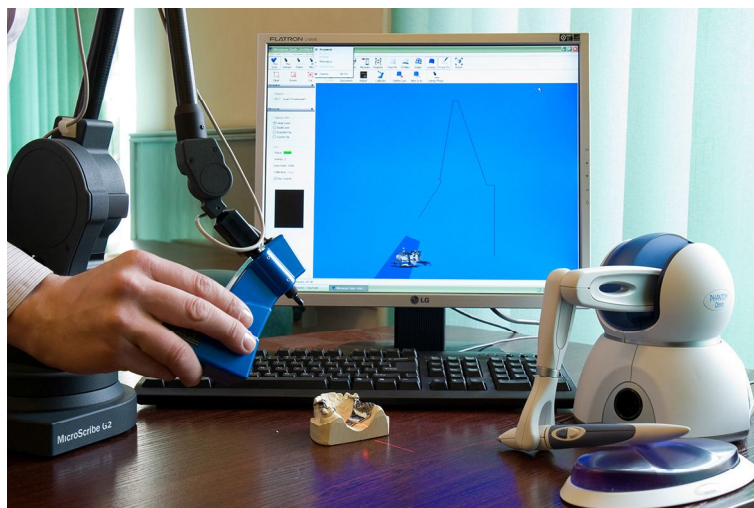
Proteza zbudowana jest z dwóch siodeł połączonych płytą podniebienną i elementów mocujących takich jak ciernie i klamry. Konstrukcje wykonano metodą wosku traconego, za pomocą odlewarki odśrodkowej używając do tego stopu Vironit - CoCrMo.

### 3. STATYKA PROTEZY

Retencja i podparcie w protezie szkieletowej są determinowane poprzez podparcie ozębnowo – śluzówkowe. Podparcie wyłącznie ozębnowe stwarza najlepsze warunki do stabilizacji powierzchni zwarcia, zaś śluzówkowe utrudnia uzyskanie okluzyjnej integracji. Podłoże śluzówkowe ulega deformacji, w skutek czego nie można ostatecznie przewidzieć stabilizacji protezy. W związku z kilkunastokrotnie mniejszą odpornością zębów na działanie sił poziomych w porównaniu z wytrzymałością na działanie sił pionowych (osiowych) bardzo istotne jest poznanie obciążenia jakie proteza pod wpływem sił żucia przekazuje na zęby filarowe. Konstrukcja protetyczna powinna przekazywać siłę żucia możliwie najbardziej osiowo na przyzębie filarów, bez momentów przechylających i obrotowych. Podczas prawidłowej funkcji żucia proteza przesuwa się poziomo po podłożu śluzówkowym i ozębnowym. Z tego względu elementy mocujące powinny być tak zaprojektowane i rozmieszczone by wspólnie przeciwdziałać przemieszczeniom poziomym.

### 4. BUDOWA MODELU NUMERYCZNEGO

Do budowy modelu numerycznego, i umieszczenia punktów podporowych (zębów filarowych) posłużono się rzeczywistą konstrukcją protezy szkieletowej. Za pomocą ramienia pomiarowego MicroScribe G2LX z zainstalowanym skanerem optycznym MicroScan przedstawionym na rys. 2 sczytano kontury obiektu i wprowadzono je do komputera w postaci pełnego trójwymiarowego obrazu. Następnie w aplikacji będącej oprogramowaniem MicroScana wygładzono powierzchnie.



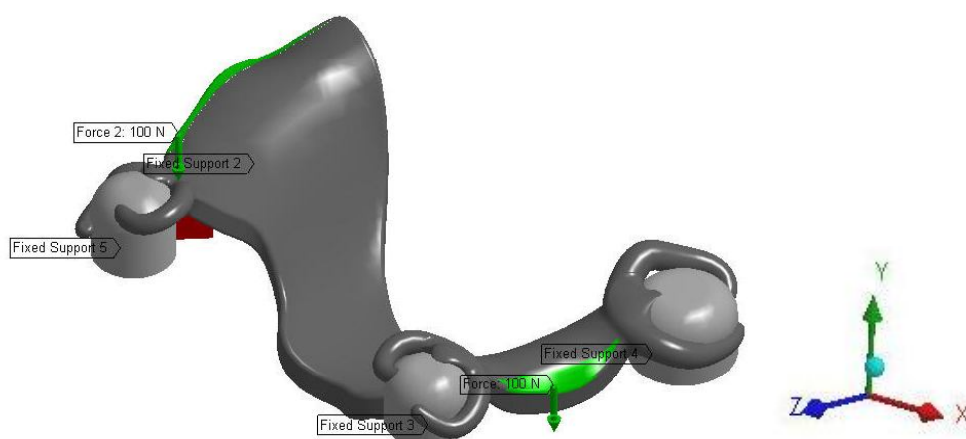
Rys. 2. MicroScribe G2LX ze skanerem optycznym MicroScan

## 6. OBLICZENIA NUMERYCZNE

Do obliczeń wytrzymałościowych zastosowano program ANSYS 8.0. W pierwszej kolejności przeprowadzono dzielenie modelu protezy szkieletowej na elementy skończone. Do obliczeń przyjęto model składający się z 13600 elementów połączonych 23447 węzłami typu 10 – Node Quadratic Tetrahedron.

Podstawowe własności mechaniczne stopu, którego wykonano protezę to: gęstość  $\rho = 8.2 \text{ g/cm}^3$ , umowna granica plastyczności  $R_{e0.2} = 625 \text{ MPa}$ , wytrzymałość na rozciąganie  $R_m = 910 \text{ MPa}$ , moduł Young' a  $E = 225000 \text{ MPa}$ , liczba Poissona  $\nu = 0,29$ .

W kolejnej fazie zostały określone właściwości materiałowe i warunki brzegowe - podparcie oraz obciążenie protezy. Przyjęto następujące dane materiałowe: dla zębów moduł Young' a  $E = 6700 \text{ MPa}$ , liczba Poissona  $\nu = 0,47$ , dla dziąsła moduł: Young' a  $E = 600 \text{ MPa}$  i liczba Poissona  $\nu = 0,46$ .



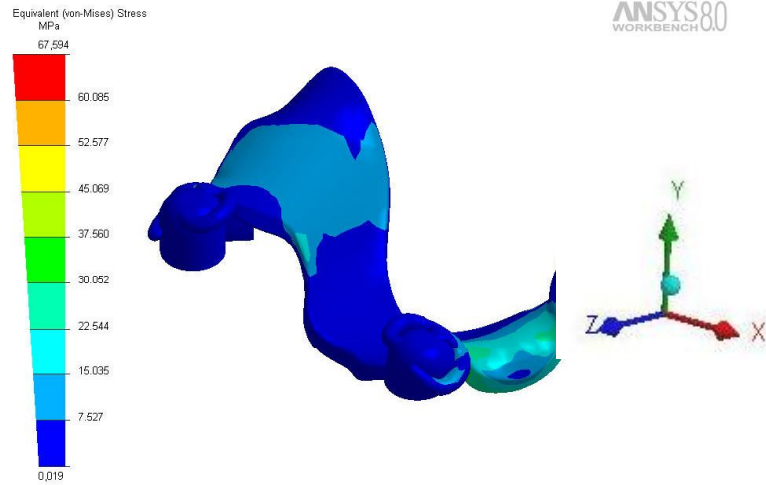
Rys. 3. Model objętościowy protezy z zaznaczonym schematem obciążenia i podparcia.

Tabela 1. Przyjęty model obciążenia

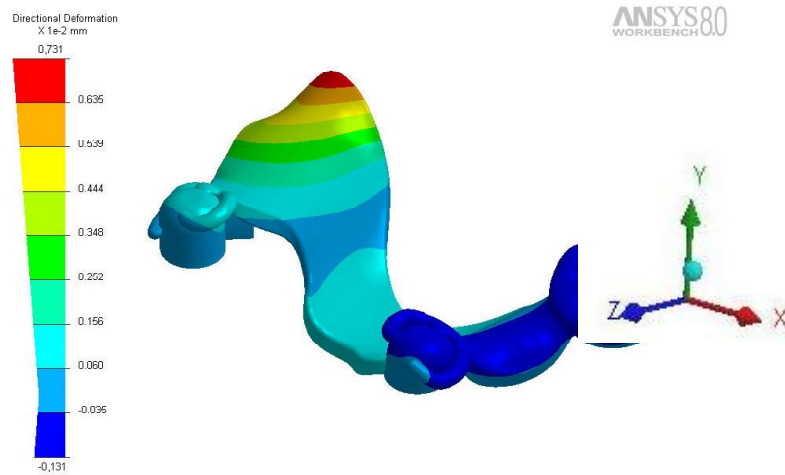
P 1 (brak międzyzębowy) [N]	100
P 2 (brak skrzydłowy) [N]	100

## 7. WYNIKI

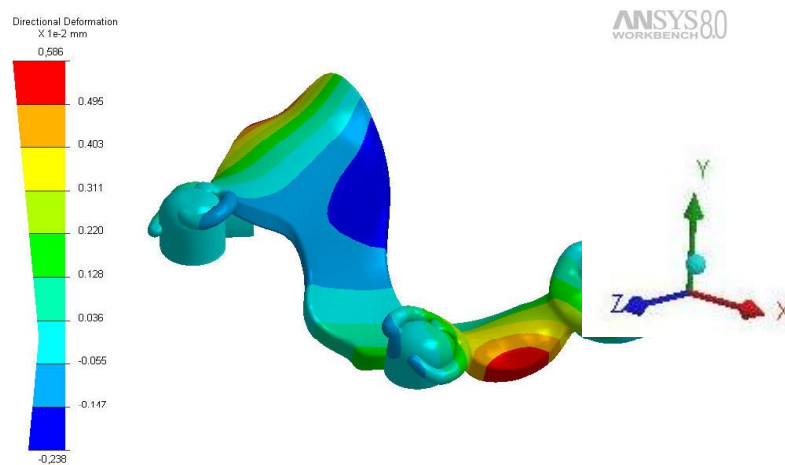
Rezultaty analizy wytrzymałościowej metodą elementów skończonych przedstawiono w postaci graficznej dla wyżej przestawionego wariantu obciążenia konstrukcji szkieletowej.



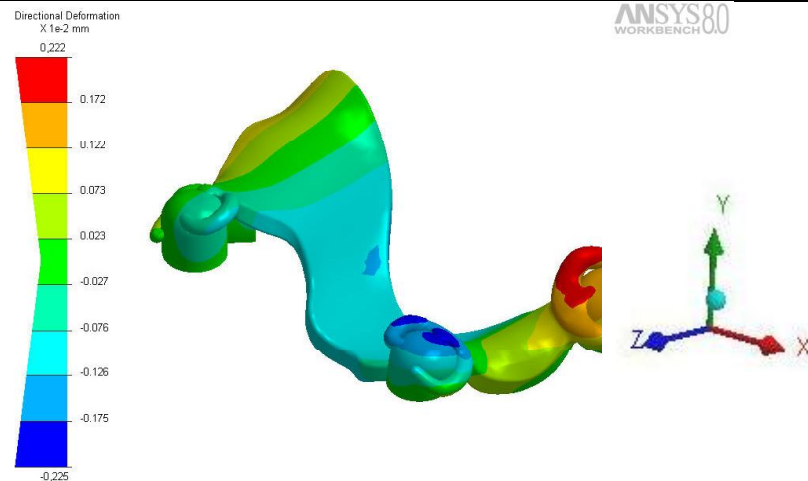
Rys. 4. Naprężenia zredukowane [MPa]



Rys. 4. Odształcenie w osi x



Rys. 4. Odształcenie w osi y



Rys. 4. Odształcenie w osi z

## 8. WNIOSKI

Pierwsze wstępne obliczenia numeryczne dla wybranego przedstawionego przypadku obciążenia wykazały że istnieje oś obrotu zawarta między klamrami. Taki przypadek jest niekorzystny, gdyż powoduje niestabilność konstrukcji. Pozostałe wnioski zostaną przedstawione na konferencji.

## LITERATURA

- [1] A.Hohmann, W.Hielscher: Kompendium Techniki Dentystycznej - Protezy częściowe, Wydawnictwo Kwintesencja 1998 r.
- [2] A. Budkiewicz: Protezy Szkieletowe, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2004 r.
- [3] J.D. Walter: Konstrukcje ruchomych protez częściowych, Wydawnictwo Medyczne Sanmedica, Warszawa 1994r.
- [4] L. Hupfaufa: Protetyka stomatologiczna, Protezy częściowe, Wydawnictwo Urban & Partner, Wrocław 1997r.
- [5] S. Łączek: Wprowadzenie do systemu elementów skończonych Ansys, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 1999 r.
- [6] O. Zienkiewicz: Metoda elementów skończonych, Wyd. Arkady, Warszawa 1973 r.
- [7] B. Młotkowska-Dejak: Komputerowa analiza naprężeń powstających w tkankach podłoża pod wpływem obciążeń mostów, Protetyka stomatologiczna XLII 3-4 1992r.
- [8] R. Jabłoński, A. Dubojska: Zasady projektowania ramion klamer i podparć, Quintessence techniki dentystycznej, Tom I, numer 2/1996r.
- [9] Gralewski J, Bogusławski G.; Wytrzymałość mostów protetycznych; Aktualne problemy biomechaniki Zeszyt nr1; Zeszyty naukowe Katedry Mechaniki Stosowanej Zakładu Mechaniki Ogólnej i Biomechaniki, 2007, str 203-209
- [10] Grądzki R. , Gralewski J. , - Statics of the skeletal prosthesis- numerical analysis. Zeszyty Naukowe Katedry Mechaniki Stosowanej Politechniki Śląskiej 26/2006 127-132 str

## **NUMERICAL ANALYSIS OF STATIC PARTIAL DENTURE SUPPORTED PERIODONTIUM END GUM**

Summary. The papers deals with the stress and strain analysis for arbitrary chosen construction of denture. The constrain reaction for different load cases was consider. The results of calculation allow to specify stiffness and strength for analysed denture. The obtained reaction allow to define the load subjected the teeth. The ANSYS software based on finite element method was employed for calculation. To create the virtual geometry of denture the opticalscanner was used. From the cloud of points the 3D model of denture geometry was build. In the first step the outer surface of denture was created and then in the second step from the surface the solid model was generated.