

# Analiza numeryczna wpływu modyfikacji powierzchni na wytrzymałość połączenia pojedynczego zęba siecznego z protezą szkieletową

Joanna Taczała<sup>1</sup>, Krzysztof Krupanek<sup>1</sup>, Jacek Sawicki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź  
e-mail: [joanna.taczała@p.lodz.pl](mailto:joanna.taczała@p.lodz.pl), [krzysztof.krupanek@p.lodz.pl](mailto:krzysztof.krupanek@p.lodz.pl), [jacek.sawicki@p.lodz.pl](mailto:jacek.sawicki@p.lodz.pl)

**Streszczenie:** Ze względu na problem z utrzymaniem pojedynczego zęba siecznego w protezie szkieletowej zdecydowano się przeprowadzić szereg symulacji komputerowych. Analizowano poprawę połączenia za pomocą wytworzenia rowków w kształcie litery „V”, „T”, okrągłych, pionowych, w centrum oraz jamy diatorycznej na powierzchni zęba. Wykonano analizę statyczną po przez przyłożenie siły odpowiadającej procesowi odgryzania pokarmu. Analizowano rozchodzenie się naprężeń prowadzących do wyłamania zęba sztucznego z płyty protezy. Finalne wyniki porównano z wynikami uzyskanymi przez innych badaczy.

**Słowa kluczowe:** analiza numeryczna, techniki dentystyczne, proteza szkieletowa, połączenie, zęby

## 1. PROBLEM BADAWCZY

Protezy szkieletowe nie są odbudową protetyczną refundowaną przez Narodowy Fundusz Zdrowia. W związku z tym pacjent musi zapłacić z własnej kieszeni za taki rodzaj odbudowy. Są to protezy, które dzięki zastosowaniu metalowego szkieletu utrzymują się w ustach pacjenta lepiej, są bardziej wytrzymałe i zajmują mniej miejsca. Uzupełnienia takie wymienia się więc dopiero w przypadku starcia zębów filarowych lub obniżenia wyrostka zębodołowego. Wymiana protezy następuje więc po ok 4 latach. Niestety pacjenci z odbudowanym pojedynczym zębem siecznym w przedniej części protezy zgłaszają potrzebę naprawy już po kilku miesiącach. Potwierdzają to pozycje literaturowe (1), (2). Wypadanie z protez zębów siecznych to aż 33% przypadków, w których niezbędne jest wykonanie naprawy.

Wszyscy badacze opierają swoje badania w rozpatrywaniu protezy wykonanej całkowicie z akrylu. Przedstawiają więc zadowalające wyniki utrzymania zęba w akrylu, co nie ma przełożenia na przypadek protezy szkieletowej, w której jest zdecydowanie mniej miejsca na żywicę akrylową.

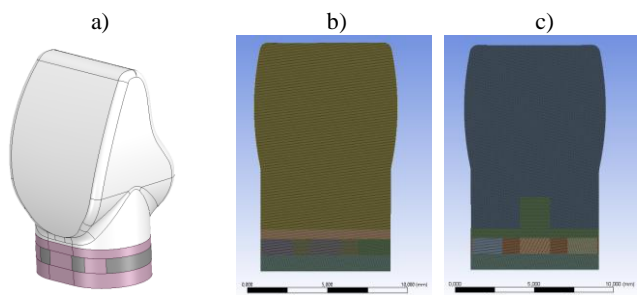
## 2. PRZEDMIOT I CEL PRACY

Została wykonana analiza numeryczna metod połączeń klejonych z wykorzystaniem dodatkowego rozwinięcia powierzchni między zębem sztucznym a płytą protezy wykonanymi z poli(metakrylanu metylu) rozpatrywanymi w przypadku protez szkieletowych. Celem pracy było znalezienie najbardziej odpowiednich rowków (metody rozwinięcia powierzchni) preparowanych na powierzchni zębów sztucznych o jak najbardziej odpowiednim kształcie- czyli wywołującym najmniejsze naprężenia prowadzące do wyłamania zęba.

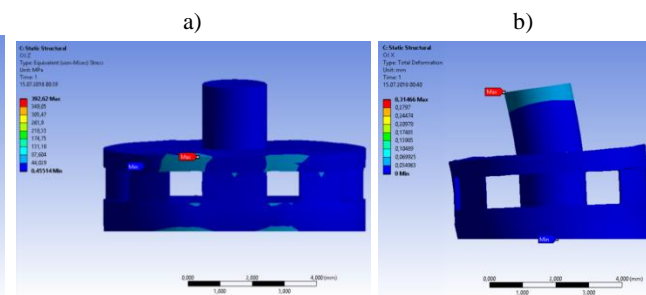
## 3. METODYKA BADAŃ

Zaczęto od przeanalizowania dostępnej literatury pod kątem próby poprawy połączenia między zębem sztucznym a płytą protezy. Następnie wyodrębniono publikacje, w których badano połączenia wykorzystujące rowki. Technicy dentystyczni- aby poprawić połączenie w sposób mechaniczny- wykonują wiertłami i frezami nacięcia w kształcie rowków na zębach od strony kontaktu z akrylem. Podczas etapu laboratoryjnego tworzenia protezy- akryl zapływa do utworzonego rowka. Badacze w swych analizach zastosowali rowki: w kształcie litery „V” (3), okrągłe, pionowe i w kształcie litery „T” (4), w centrum (5) oraz jamę diatoryczną (6).

Do obliczeń numerycznych używano programu ANSYS (Ansys Inc., Canonsburg, USA) z modułem SpaceClaim. Wykonano uproszczony model zęba siecznego z uwzględnieniem fragmentu szkieletu oraz akrylu zapływającego w metalowy szkielet (**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania. a)**).



**RYCINA 1:** a) Model 3D fragmentu protezy szkieletowej (kolorem białym zaznaczono ząb sztuczny, kolorem różowym-akryl płyty protezy, a szarym- fragment metalowego szkieletu, b) model bez preparacji, c) model z wykonanym rowkiem okrągłym



**RYCINA 2:** Uzyskane wyniki z analizy rowka okrągłego: a) naprężenia, b) deformacje

Wykonano również rowki o kształtach takich samych jak w literaturze. Przekrój modelu z utworzonymi rowkami zaprezentowano na **RYCINA 1 b), c)**. Następnie utworzono siatkę niezbędną do obliczeń numerycznych. Finalnym etapem była statyczna analiza. Obciążenie przykładane było pod kątem 45° do krawędzi siecznej bowiem w warunkach naturalnych właśnie takie siły działają na zęby sieczne podczas procesu odgryzania pokarmów. Skupiono się na akrylu wypełniającego rowek okrągły i opływającego metalowy szkielet protezy. Widać, że maksymalne naprężenia występują w części przedniej akrylu (okolice wargowej części zęba siecznego), czyli w kierunku działania przyłożonej siły. Największe deformacje pojawiają się natomiast w najgłębszej części rowka (element najbardziej zagłębiony w zębie).

#### 4. PODSUMOWANIE

Wykonane symulacje pokazują, że kształt rowka wpływa na pojawiające się deformacje oraz rozkład naprężeń. Większy wpływ niż kształt na naprężenia ma nadal kierunek przyłożonej siły. Jednak wg badaczy wykonanie rowka zwiększa jakość połączenia. Najlepszy efekt daje zastosowanie zarówno chemicznej preparacji jak i rozwinięcie powierzchni za pomocą rowków. Chemiczną preparacją jest użycie substancji poprawiających adhezję (tzw. „klejów” czy „bondów” opartych głównie na monomerze). Materiał ten działa jak rozpuszczalnik na powierzchnię zęba i wytrawia warstwę PMMA rozwijając dzięki temu powierzchnię.

#### 5. LITERATURA

1. Patil SB, Naveen BH, Patil NP. Bonding acrylic teeth to acrylic resin denture bases: a review. Gerodontology. 2006 Sep;23(3):131–9.
2. Darbar UR, Huggett R, Harrison A. Denture fracture: A survey. Br Dent J. 1994 May 7;176(9):342–5.
3. Palitsch A, Hannig M, Ferger P, Balkenhol M. Bonding of acrylic denture teeth to MMA/PMMA and light-curing denture base materials: The role of conditioning liquids. J Dent. Elsevier Ltd; 2012;40(3):210–21.
4. Phukela SS, Chintalapudi SK, Sachdeva H, Dhall RS, Sharma N, Prabhu A. Comparative evaluation of different mechanical modifications of denture teeth on bond strength between high-impact acrylic resin and denture teeth: An in vitro study. J Int Soc Prev Community Dent. Wolters Kluwer -- Medknow Publications; 2016;6(2):161–6.
5. Consani RLX, Hilka /, Naoe T, Mesquita MF, Sinhoreti MAC, Wilson /, et al. Effect of Ridge-lap Surface Treatments on the Bond of Resin Teeth to Denture Base.
6. Meloto C, Silva-Concilio L, C M Rodrigues-Garcia R, De la Torre Canales G, Barbosa C. Effect of surface treatments on the bond strength of different resin teeth to complete denture base material. Acta odontológica Latinoam AOL. 1984;26(1):37–42.