

**Recenzja rozprawy doktorskiej**  
mgr inż. Wiktorii Marii Wojnarowskiej  
pod tytułem „Model MES kości miednicy do analizy biomechanicznej”

**1. Podstawa prawna opracowania**

Niniejsza opinia została opracowana na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej Politechniki Rzeszowskiej z dnia 13 grudnia 2023, gdzie zostałem powołany na recenzenta w postępowaniu doktorskim mgr. inż. Wiktorii Wojnarowskiej, w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna. Przedmiotem poniższego opracowania jest recenzja rozprawy doktorskiej wykonanej pod kierunkiem dr. hab. inż. Sławomira Miechowicza, profesora uczelni.

**2. Ogólna charakterystyka rozprawy**

Zagadnienia opisu i analizy zagadnień biomechanicznych mają kluczowe znaczenie w rozwoju współczesnej szeroko pojętej praktyki medycznej. Nie stanowią one głównego nurtu działalności lekarzy, ale są znakomitym środkiem dostarczającym dodatkowych informacji o niektórych aspektach stanu zdrowia człowieka, uzupełniając informacje diagnostyczne, trudno dostępne innymi metodami. Dotyczy to zdecydowanie także badań rozpatrywanych w niniejszej rozprawie, obejmujących zarówno mechanikę ruchu jak i wytrzymałość elementów układu kostnego – zbudowanych ze specyficznych materiałów.

Większość prac, badań i wniosków badań biomechanicznych dotyczy obiektów „typowych” dla pewnej grupy ludzi, np. dorosłego mężczyzny. Natomiast specyfiką budowy anatomicznej jest silna zmienność wielkości, kształtu, cech materiałowych tak układu kostnego, jak i układu mięśniowego. Można wtedy mówić o przyjęciu danych dla osobnika N-centylowego. Natomiast stosunkowo rzadko analizuje się obiekty „indywidualne”, odstępujące od typowych obiektów ze względu na przebyte urazy, złamania czy inne jednostki chorobowe.

**Uważam więc, że podjęcie tematu rozprawy jako opracowanie w zintegrowanym podejściu bio-mechaniczno-inżynierskim zindywidualizowanego modelu obliczeniowego, spersonalizowanego zarówno w zakresie geometrii modelu MES, jak i charakterystyki obciążeń jest niezwykle celowe i w pełni uzasadnione, a podejmowana tematyka ważna i aktualna, zarówno w sensie badawczym, jak i wyraźnie użytkowym – w zaawansowanej diagnostyce medycznej.**

Rozprawa napisana jest w języku polskim, na 161 stronach (plus 2 nienumerowane strony streszczeń w języku polskim i angielskim). Zawiera ona 9 rozdziałów, w tym 75 rysunków i 18 tabel. Spis literatury zawiera 149 pozycji (plus 7 odwołań do Internetu) a w tym 6 pozycji współautorskich Doktorantki. Literatura jest bardzo aktualna, 28 pozycji to literatura z roku 2021 lub nowsza.

W tym miejscu muszę podkreślić, iż ze względu na rozbudowany wstęp, opis metody elementów skończonych (MES) i opis modelowania numerycznego kości miednicy – dopiero na 60 stronie pracy pojawia się cel i zakres pracy, jak również teza badawcza. Do tego momentu czytelnik nie bardzo się orientuje „do czego dążymy”. To niestety utrudnia odbiór pracy.

### **3. Struktura i charakterystyka rozprawy**

#### **Rozdział 1. PODSTAWY ANATOMICZNE I ZAGADNIENIA BIOMECHANICZNE (20 stron)**

Rozdział ten zawiera szeroki zakres wstępnych informacji dotyczących kompletowania danych niezbędnych do obliczeń wytrzymałościowych.

Rozdział otwiera opis budowy anatomicznej układu kostnego, z uwypukleniem budowy obręczy miedniczej. Opisana jest zarówno stosunkowo skomplikowana geometria kości miedniczej, jak również charakterystyczna budowa kości człowieka, która łączy stosunkowo „gęste i zbite” fragmenty kości z fragmentami kości o wyraźnie lżejszej strukturze. Ten podział na istotę zbitą i istotę gąbczasta ma zdecydowanie charakter „inżynierski”, łącząc optymalnie efekty ewolucji układu kostnego w strukturę powierzchniowo bardzo twardą, ale jednocześnie bardzo lekką. Własności mechaniczne tych fragmentów budowy kości mają charakter anizotropowy, a jednocześnie bardzo zindywidualizowany, zależny od płci, wieku, stanu zdrowia oraz indywidualnych cech budowy ciała.

Opisana jest także budowa układu mięśniowego, wyraźnie współdziałającego z układem kostnym i zapewniającego odpowiednie oddziaływania, wspomagające stabilność ciała w trakcie ruchu. Układ mięśniowy jest ogólnie opisany, ale w modelu obliczeniowym Doktorantki jest praktycznie pominięty – zostaje zastąpiony oddziaływaniami na obręcz miedniczą przez siły wyznaczone w zewnętrznym oprogramowaniu, dotyczącym biomechaniki ruchu. To istotny element „środowiska”, w którym autorka buduje swój model obliczeniowy. Należy zwrócić uwagę, że jest to element stosunkowo trudny, a jednocześnie bardzo istotny. Trudny – bo nie da się bezpośrednio wyznaczyć sił w mięśniach. Są one wyznaczone na podstawie kinematyki ruchu człowieka, a następnie obliczane przez rozwiązanie odwrotnego zagadnienia dynamiki. Jednocześnie to element modelu obliczeniowego, który ma bezpośredni wpływ na wyniki analizy. Doktorantka posługuje się tu komercyjnym programem *AnyBody Modelling System*. To uznany i drogi produkt, mający ugruntowaną pozycję na rynku takiego oprogramowania. Tym niemniej, kwestia uzyskania dobrych wyników z tego programu, ich prawidłowej interpretacji oraz implementacji do modelu MES – jest wręcz osobnym problemem i może generować szereg pytań.

Autorka w tym rozdziale przybliży także zagadnienia biomechaniki chodu, analizy ruchu, technik śledzenia ruchu – to wszystko to rozważania wstępne, które odpowiednio pomierzone i zinterpretowane – są danymi wejściowymi do programu *AnyBody Modelling System*, z którego dopiero powstają siły obciążające miednicę.

## **Rozdział 2. METODA ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH (11 stron)**

W rozdziale 2 Doktorantka przedstawia zarys metody elementów skończonych, sygnalizuje błędy pojawiające się w tej technice rozwiązywania problemu inżynierskiego i wymienia przykłady zastosowań w biomechanice. MES od wielu lat jest ugruntowanym sposobem rozwiązywania różnorodnych zadań i w ocenie recenzenta rozdział ten nie wnosi żadnych istotnych wiadomości i mógłby być jednym z podpunktów poprzedniego (lub następnego) rozdziału.

## **Rozdział 3. MODELOWANIE NUMERYCZNE KOŚCI MIEDNICY CZŁOWIEKA. (16 stron)**

Rozdział 3. to w zasadzie to, co powinien zawierać połączony rozdział 2 i 3. Autorka przedstawia metodykę poszukiwania źródeł prezentujących informacje specyficzne dla rozwiązania MES jej problemu, czyli danych niezbędnych do opisu mechaniki pracy miednicy – informacji o warunkach brzegowych, które należy postawić w zadaniu oraz o obciążeniach. Obok informacji o materiałach charakterystycznych dla biomechaniki układu kostnego – to komplet informacji wpływających na wyniki.

Natomiast wyraźnie trzeba podkreślić, iż przyjęty w rozprawie sposób wyboru opisu materiału jako materiały homogenicznego i izotropowego jest niezwykle symplistyczny i ustawia wartości liczbowe wyników otrzymywanych przez Doktorantkę w kategorii wyników wyłącznie jakościowych – o raczej bardzo uproszczonych wartościach. Widać to wyraźnie, że ciężar pracy ma spoczywać na szerokości opisu problemu – kosztem dokładności wyników.

Należy jednak wyraźnie sobie zdawać sprawę, że porządny opis rozkładu materiału kostnego to problem sam w sobie – ale jakże wzbogaciłby pracę mającą za cel indywidualizację i personalizację modeli obliczeniowych. Nieco żal, że tak istotny czynnik nie zmieścił się w zakresie wykonywanych analiz.

## **Rozdział 4. PROBLEMATYKA BADAWCZA, CEL I TEZA PRACY (3 strony)**

Dopiero w tym rozdziale, na 60. stronie rozprawy pojawia się cel i zakres pracy – konkret „do czego dążymy”. Wcześniejsze wiadomości prezentowane odbiorcy pracy pozostawiały go w zawieszeniu – nie pozwalając na ocenę ważności przedstawianych aspektów badań. A na pewno były to wiadomości o bardzo zróżnicowanej wadze.

Dopiero teraz materializuje się teza, że **zastosowanie zintegrowanego biomechanicznego opisu łączącego techniki medyczne i inżynierskie, pozwoli na stworzenie zaawansowanego, zindywidualizowanego modelu numerycznego.**

Teza bardzo ambitna i obiecująca – jakże cenny byłby tu dokładniejszy model kości – dający indywidualizację opisu i wyników. Zakres prac prezentowanych w rozprawie jest bez wątpienia szeroki i zasługuje na uznanie – ale obok indywidualizacji geometrii modelu MES i indywidualizacji obciążeń – zamieniłbym bez wahania końcowe elementy wizualizacji wyników z drukarek 3D na implementację rozbudowanego, zindywidualizowanego opisu struktury kości miednicy. Postawiłoby to rozprawę na zupełnie innym poziomie.

## **Rozdział 5. KONCEPCJA OPRACOWANIA MODELU (3 strony)**

Nieco dziwnym zabiegiem jest oddzielenie rozdziału 5. i dalszych mianem „części badawczej”.

Także rozdział 5. (podobnie jak wcześniej rozdział 2.) w odczuciu recenzenta jest sztucznym tworem – w zasadzie będąc integralnym początkiem następnego rozdziału. Poza oczywistymi stwierdzeniami, jakich części anatomii będzie dotyczył model numeryczny, jak pozyskane będą dane geometryczne i obciążenia – jedyną istotną informacją na tych trzech stronach jest uwaga o weryfikacji analiz z pracą Ricciego oraz uwagi o sposobie personalizacji danych.

## **Rozdział 6. OPRACOWANIE MODELU NUMERYCZNEGO (32 strony)**

Rozdział 6. to największy i merytorycznie chyba najważniejszy fragment pracy – tu Doktorantka przedstawia kroki standardowego procesu tworzenia skomplikowanego modelu obliczeniowego. Jest to postępowanie standardowe, ale w wypadku biomechaniki (miednicy) niezwykle istotne, skomplikowane i wymagające wielu decyzji.

Budowa modelu MES (siatka elementów) w takich przypadkach zwykle dotyczy odtworzenia bryłowej geometrii obiektu, a następnie wygenerowanie w tej bryle siatki elementów. Tworzenie bryły o topologii poddającej się automatycznej generacji siatki elementów nie jest zadaniem prostym, zwykle wymaga kilkukrokowej aproksymacji powierzchni zewnętrznej. Doktorantka szczegółowo opisuje tę procedurę. Co istotne, wykorzystuje także radiologiczne dane źródłowe do określenia rozkładu przestrzennego uśrednionej gęstości kości, bazując na stopniach szarości obrazów, odwzorowujących w pewnej mierze tę gęstość. Jest to zabieg choćby częściowo rekompensujący niezwykle uproszczony opis materiału zastępczego kości.

Po wstępnym opisie powierzchni bryły następuje jej odpowiednie wygładzanie i doprowadzenie do postaci podzielnej na w miarę regularną siatkę powierzchniową. Należy tu podkreślić, iż w zasadzie jedynym rozwiązaniem na otrzymanie siatki bryłowych elementów skończonych na skomplikowanej bryle jest triangularyzacja (rzadziej podział na obszary czworokątne) powierzchni zewnętrznej i na tej bazie nabudowywanie elementów czworokątnych i pięciokątnych „wgląb” bryły geometrycznej. Taką procedurę przeprowadza Doktorantka.

Nieco dziwne jest zastosowanie symetryzacji geometrii bryłowej przez przecięcie bryły płaszczyzną i odbicie lustrzane geometrii i wtedy generacji siatki na zsymetryzowanej całości. Znacznie bardziej efektywne byłoby nieodbijanie symetrycznej bryły – ale generacji docelowej siatki na połówkowej geometrii i odbicie lustrzane już gotowej siatki elementów skończonych. Ale prawdopodobnie ograniczenia programu Workbench wymuszają kroki jakie realizuje Doktorantka.

Uzyskane siatki są o różnej gęstości, co odpowiada różnej dokładności opisu geometrii.

Co bardzo istotne, przy opisie i prezentacji siatek obliczeniowych brak jest wyraźnego określenia, jakiego typu elementy są stosowane – czy są to tzw. elementy liniowe lub kwadratowe. To parametry bardzo silnie rzutujące na jakość wyników. Najprawdopodobniej Workbench wymusza elementy o kwadratowych funkcjach kształtu – ale w opisie modeli MES **TRZEBA** koniecznie taką informację podać. Sama liczba węzłów czy elementów nie jest wystarczającą informacją.

Podobnie, cytując za Riccim dane literaturowe – podanie jedynie rozmiaru elementu nie jest informacją wystarczającą. Ricci określa te elementy jako elementy drugiego rzędu (kwadratowe).

W dalszej części rozdziału 6. Doktorantka przedstawia sposób wyznaczenia obciążeń działających na model MES miednicy. Podobnie jak w pracy Ricciego, zastosowano program *AnyBody Modelling System*, pozwalający finalnie na konwersję pomierzonej czujnikami kinematyki ruchu na obciążenia w stawach (tu: przede wszystkim w stawach biodrowych).

Podobnie jak w pracy Ricciego, pojawia się tu szereg wątpliwości wymagających komentarza. (będą one podniesione także w dalszej części recenzji). Jedną z najważniejszych jest kwestia niesymetrii wynikowego obciążenia stawów (czy wynika to z niesymetrii ruchu?). Także odnoszenie się do pracy Ricciego wymaga komentarza. Np. zrównanie obciążenia obu stawów w badaniach Doktorantki następuje w 45% i 95% cyklu chodu (rys 6.22) podczas gdy u Ricciego to zrównanie zachodzi dla 5% i 55% cyklu chodu. Zatem czy porównywanie odpowiednich pozycji między badaniami Doktorantki i wynikami Ricciego jest prawidłowe? Ta wątpliwość jest wyraźna w analizie Tabeli 6.3 gdzie dane Doktorantki i Ricciego są zupełnie niezgodne.

Warunki obciążenia uzupełniają oddziaływania od mięśni, które Doktorantka ilustruje rysunkiem 6.25. W świetle wcześniejszych uwag o symetryzacji geometrii – obraz przedstawiony tu jest mocno niesymetryczny. Co to oznacza?

Dość ogólne w ujęciu MES są także informacje dotyczące warunków brzegowych modelu Doktorantki. Ale nie bez wad jest także opis Ricciego, który w opisie warunków brzegowych używa enigmatycznego zwrotu „*Remote Point linking to the environment*” – który może coś oznacza w Workbenchu, ale jest po prostu niejasny w opisie MES.

Podsumowując rozdział 6. należy stwierdzić, że jest to rozdział absolutnie podstawowy w rozpatrywanej rozprawie. Dane definiowane tu decydują o wynikach obliczeń. Z jednej strony należy zwrócić uwagę na złożoność definicji zadania obliczeniowego – problematyczna geometria, skomplikowana siatka, specyficznie (i do tego eksperymentalnie) wyznaczone obciążenia, niezbyt jasne określenie warunków brzegowych – to wszystko znakomicie utrudnia zadanie obliczeniowe. Z drugiej strony w rozdziale tym powstaje szereg pytań, które należy przedyskutować w trakcie obrony.

## **Rozdział 7. SYMULACJE NUMERYCZNE (21 stron)**

Rozdział 7. przedstawia wyniki obliczeń zadania zdefiniowanego w poprzednim rozdziale. Rozkłady naprężeń i przemieszczeń wyglądają wiarygodnie – i poziom ufności porównałbym do poziomu pewności określania geometrii, siatki, obciążeń i materiałów w rozdziale 6. Porównywanie liczbowe wyników Doktorantki z wynikami Ricciego chyba nie mają większego znaczenia wobec licznych niejasności w definicji **OBU MODELI**. Z pewnością jakościowe porównania są pozytywne i tylko tyle można powiedzieć.

Zastrzeżenia budzi brak ścisłości używanej nomenklatury Doktorantki (w sumie pani **MGR INŻ.**) – nazywanie czynnych obciążeń w stawach biodrowych „reakcjami” i nagminne nazywanie przemieszczeń „odkształceniami”.

W tym rozdziale Doktorantka przedstawia też merytorycznie poprawną, ale nieco chybioną próbę zbadania zależności poziomu naprężeń od gęstości siatki. Automatyczna budowa siatki w Workbenchu zagęszcza siatkę nie zawsze konsekwentnie i w tych samych miejscach. Prowadzi to do efektu, że dla tych samych obciążeń koncentracje naprężeń pojawiają się w różnych lokalizacjach i o różnej wielkości. Jedynym wyjściem byłoby chyba wytypowanie kilku newralgicznych obszarów i

obserwowanie poziomów naprężeń w tych samych miejscach. Natomiast prezentowanie w tabeli 7.1 liczb będących maksimumami skali z rysunków 7.4 nie było dobrym pomysłem. Po prostu najczęściej maksimum te wypadał w zupełnie różnych miejscach. Natomiast poziomy przemieszczeń, jako miernika znacznie bardziej „globalnego” wykazują rozsądną tendencję.

#### **Rozdział 8. SPERSONALIZOWANY MODEL MES KOŚCI MIEDNICY (10 strony)**

Rozdział ten zawiera przykładową implementację zaproponowanej techniki budowy modelu obliczeniowego do przypadku indywidualnego. Przedstawiona jest budowa spersonalizowanego modelu obliczeniowego. Dla tego indywidualnego przypadku medycznego przeprowadzone są pomiary chodu i z niego wyznaczone obciążenia. Ze względu na wyraźną niesymetrię anatomiczną i ruchową – model jest zdecydowanie „osobniczy”. Obciążenia w stawach biodrowych z rysunku 8.4 wykazują wyraźną niesymetrię.

Rozdział ten jest podsumowaniem wykazującym realizację tezy założonej w rozdziale 4.

**W opinii Recenzenta Doktorantka dowiodła, iż przedstawiony w Rozdziale 4. cel pracy został osiągnięty. Została udowodniona teza, że przy zintegrowanym podejściu biomechanicznym można zbudować zaawansowany, zindywidualizowany model numeryczny.**

#### **Rozdział 9. WIZUALIZACJA WYNIKÓW ANALIZY MES (9 strony)**

Ten jakby „dodatkowy” rozdział jest ukłonem w stronę niektórych finalnych odbiorców wyników niniejszej rozprawy. Praca ta częściowo służy społeczności naukowej jako przyczynek do rozwoju analiz biomechanicznych. Jednocześnie może także służyć nie-inżynierom (np. lekarzom) do pogłębienia wiedzy o reakcji układu kostnego na bodźce życia codziennego. Opracowanie metody wizualizacji wyników w nietypowej formie wydruku 3-D na pewno pomoże odbiorcom mniej obeznanym z analizami komputerowymi w zrozumieniu wyników analiz, jakie można otrzymać w badaniach biomechanicznych.

#### **4. Ocena rozprawy**

Z zaprezentowanego omówienia wynika, że przedstawiona do oceny rozprawa spełnia pod względem układu i podziału treści oraz kompletności materiału wymagania stawiane tego typu pracom. Obejmuje ona bardzo wiele wątków skupionych wokół podstawowego tematu pracy. Przyjęty w pracy sposób realizacji badań można uznać za właściwy, a zastosowane metody za odpowiednie dla jej zakresu. We wszystkich obszarach badań Autorka wykazała się wysokimi kompetencjami w zakresie ich planowania, realizacji i analizy. Dotyczy to zarówno analiz numerycznych jak i oceny badań eksperymentalnych.

Praca napisana jest generalnie dobrym, technicznym językiem. Natomiast manierą Autorki są ewidentne błędy w nazewnictwie, które nie powinny mieć miejsca w generalnie bardzo porządnej i dobrze przygotowanej pracy.

#### **a. Nowości naukowe stanowiące oryginalny dorobek doktoranta**

Uważam, że oryginalnym dorobkiem Doktorantki jest przeanalizowanie i rozwiązanie problemu wielośrodowiskowego opisu i analizy skomplikowanych obiektów inżynierskich – jeśli tak można nazwać organizm człowieka. Połączenie aspektów czysto mechanicznych - budowę przestrzennego modelu skończoneelementowego, określenie parametrów ruchu (metodami np. markerów, czujników ruchu) i wynikających z nich sił oraz elementów czysto medycznych – określenie zachowania układu kostnego, współdziałania z mięśniami – jest zadaniem w sumie nie do końca określonym. Jeśli wziąć pod uwagę różnice anatomiczne i osobnicze – to nie ma uniwersalnego modelu obliczeniowego. Zatem podjęcie się próby określenia metody indywidualizacji modelu obliczeniowego jest kolejnym krokiem w prawidłowym kierunku.

#### **b. Krytyczna ocena rozprawy / pytania**

W pracy nie dostrzegłem poważniejszych błędów merytorycznych czy metodycznych – praca jest efektem badań poprawnych warsztatowo i zgodnych ze współczesną wiedzą na temat mechaniki ciała stałego i analiz strukturalnych.

- Sporo wątpliwości budzi porównanie modeli Doktorantki do modeli Ricciego. Czy modele te są na pewno porównywalne?
- Czy model chodu w tych pracach jest identyczny?
- Co oznacza pozycja A i pozycja B (str 93)?  
A- kontakt pięty z podłożem. B- odrywane są palce od podłoża... Ale to RÓŻNE nogi!
- Ricci pisze, że model MES był orientowany w przestrzeni w pozycjach 1 i 2 (A i B) jak w programie AnyBody? Czyli był „przechylany”? Miednica nie zawsze jest poziomo? Czy u Pani była korekta orientacji miednicy?
- Jakie elementy zostały zastosowane – Rys 6.11?
- Skąd wyraźna niesymetria wykresów dla obu stawów biodrowych (Rys 6.19 i 6.20)?
- Wyniki naprężeń i przemieszczeń 7.1 i 7.2. Jakie są jednostki?

#### **c. Uwagi szczegółowe.**

Szczegółowe oceny krytyczne odnoszą się do błędów redakcyjnych. Ze względu na ich niewielką wagę wymieniam je na końcu niniejszej recenzji. Te uchybienia nie wpływają zasadniczo na sumaryczną bardzo wysoką ocenę rozprawy.

### **5. Wnioski końcowe**

W zakończeniu stwierdzam, że wymienione powyżej uwagi i zastrzeżenia oraz wymienione błędy redakcyjne nie mają negatywnego wpływu na moją pozytywną ocenę rozprawy jako całości.

Na podstawie oceny przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej stwierdzam, że podjęte w niej zadanie naukowo-badawcze zostało przez Doktorantkę zrealizowane. Rozprawa zawiera oryginalne osiągnięcia poznawcze i praktyczne. Doktorantka wykazała się przy tym wysokimi kompetencjami w zakresie prowadzonych analiz teoretycznych i numerycznych. Praca dowodzi odpowiedniej wiedzy teoretycznej i praktycznej doktorantki.

Stwierdzam więc, że rozprawa mgr inż. Wiktorii Marii Wojnarowskiej spełnia w całości wymogi określone w Ustawie – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.) i może być dopuszczona do publicznej obrony przed Komisją Doktorską Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej.

### **Drobne usterki i błędy redakcyjne:**

W pracy brak jest informacji nt przyjętego układu jednostek. Czy modele MES i dane wejściowe były zawsze zgodne co do jednostek?. Czy ujednoczenie danych pozostawiono programowi?

Str 72 – mowa jest o siatce „trójkątnej”. Generalnie mówimy tu o siatce „powierzchniowej”

Str 75 – siatka poligonalna – powinno być siatka złożona z wielokątów

Str 78 – elementy tetraedryczne – raczej elementy czworościenne

Str 97 – eliminacja nadmiarowych DOF – co to są „nadmiarowe” stopnie swobody?

Str 98 – kontakt typu BONDED – to nomenklatura Workbencha. Co to oznacza? Kontakt „sklejany”?

Str 100 – zbieżność siatki. To wyniki mają być zbieżne, nie siatka 😊