



autor: mag inż. Maciej Łomiak promotor: dr hab. inż. Krasoń Wiesław, prof. WAT

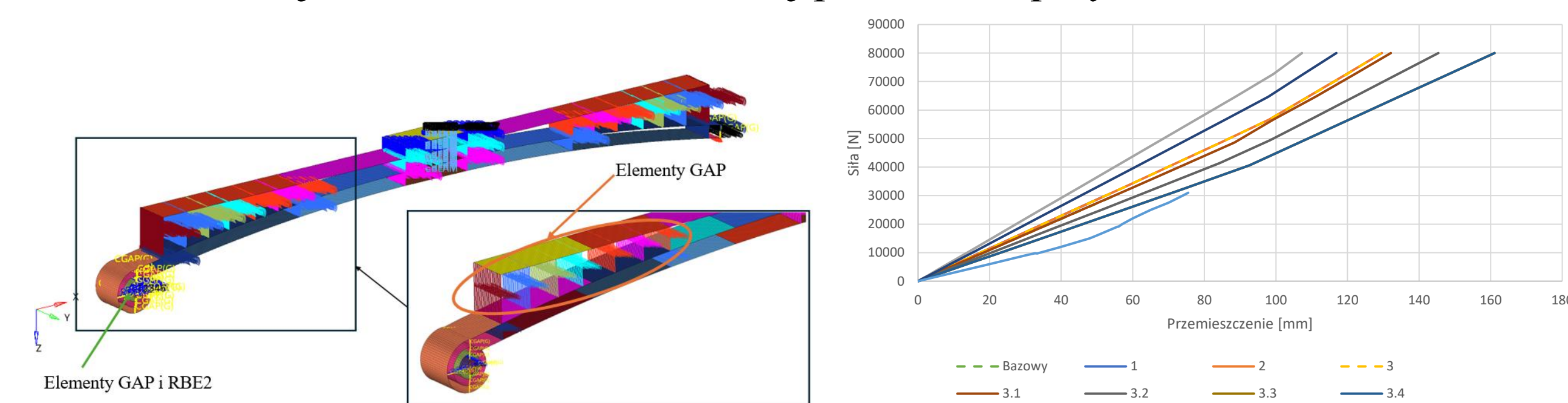
Analiza numeryczna wytrzymałości wózka kolejowego z biliniowymi resorami wielopiórowymi

Wprowadzenie

Celem pracy jest przeprowadzenie analizy wytrzymałościowej wózka kolejowego z zastosowaniem resorów wielopiórowych biliniowych. W pracy zidentyfikowano obszary narażone na występowanie maksymalnych naprężeń oraz określenie największych przemieszczeń ruchomych podzespołów zawieszenia wózka. Praca obejmowała: wyznaczenie charakterystyk sprężystych resoru biliniowego, projekt konstrukcyjny wózka z dwoma i trzema resorami, przygotowanie modelu numerycznego i analizy numeryczne MES.

Wyznaczenie charakterystyk sprężystych

W celu wyznaczenia charakterystyk sprężystych resoru biliniowego przygotowano model resoru, gdzie do odwzorowania kontaktu pomiędzy piórami wykorzystano elementy GAP ze szczeliną. Po przeprowadzeniu analiz wielu wariantów udało się po dostrojeniu modelu resora otrzymać charakterystykę najbardziej zbliżoną do charakterystyki z eksperymentu z literatury. Dla obciążenia wynoszącego 30 [kN] przemieszczenie uzyskane w analizie numerycznej było o około 8% mniejsze od wartości zmierzonej podczas eksperymentu.

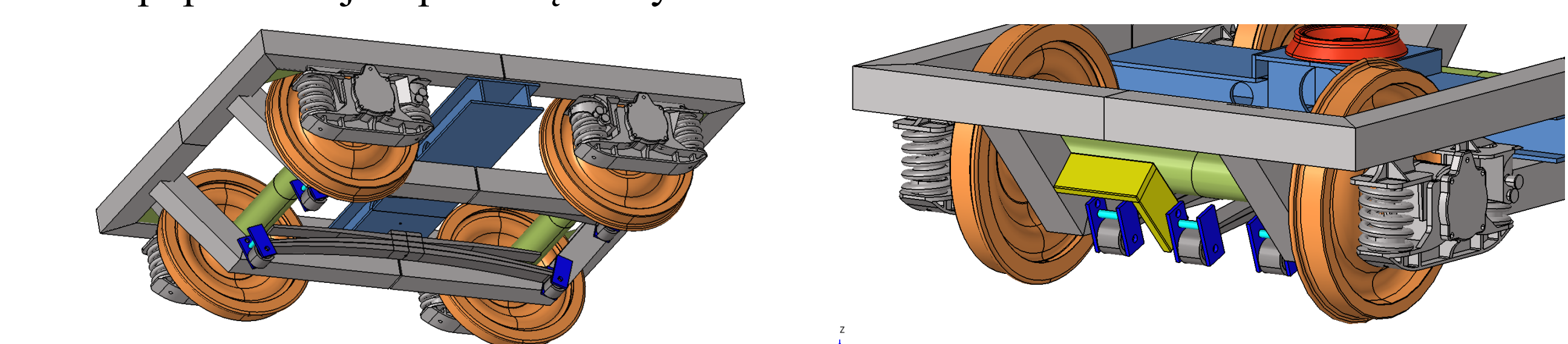


Model do wyznaczenia charakterystyk sprężystych

Porównanie charakterystyk z modeli powłokowych resoru z eksperymentem

Projekt konstrukcyjny wózka

Do wykonania projektu konstrukcyjnego wózka wykorzystano konstrukcję wózka zamodelowano w ramach pracy inżynierskiej. Dodatkowo zaprojektowano wieszaki na których resory biliniowe są zamocowane oraz do zamocowania trzeciego resora centralnie mocowane, które przyspawano do części ukośnej ramy. Resory są zamocowane obustronnie na dwóch wieszakach, połączonych ze sobą tuleją. Wieszak bliżej ramy jest przymocowany za pomocą śrub pozwalających na obrót wokół osi wzdłużnej śruby. Takie zamocowanie pozwala odwzorować rzeczywistą pracę elementu sprężystego. Resor jest połączony z wieszakami i do belki poprzecznej za pomocą śruby.

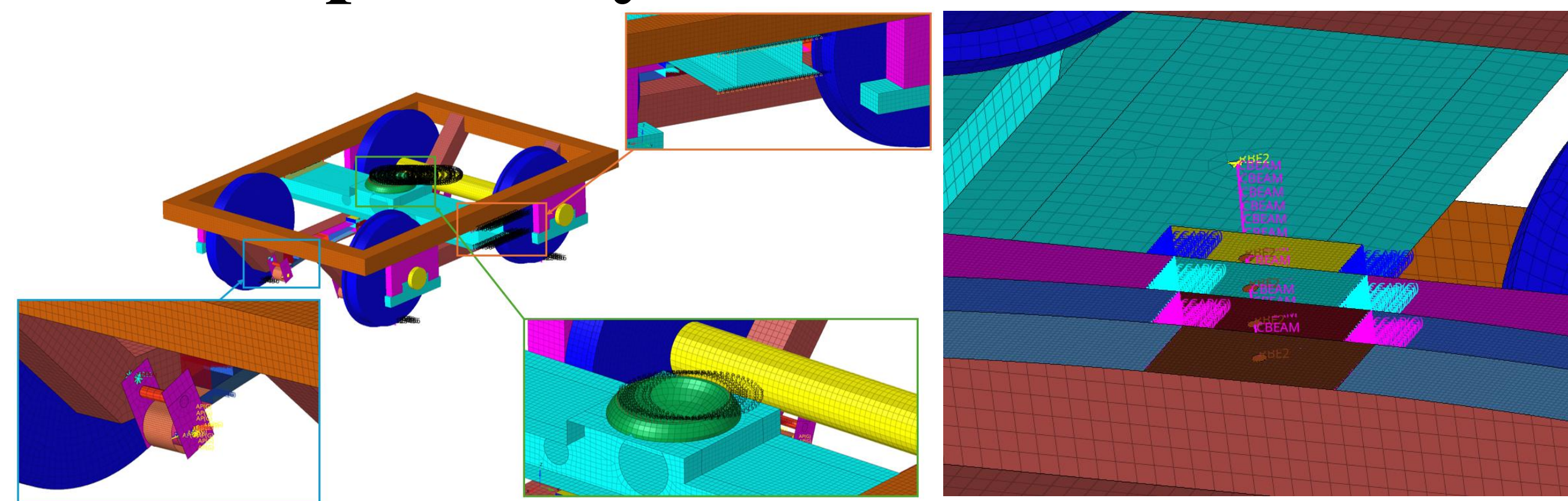


Projekt konstrukcyjny wózka z dwoma resorami biliniowymi

Projekt konstrukcyjny wózka z trzema resorami biliniowymi

Model do obliczeń MES

W celu przeprowadzenia analizy MES dokonano uproszczenia modelu, eliminując elementy geometryczne nieistotne dla globalnej sztywności konstrukcji. Zestawy kołowe i maźnice zamodelowano jako elementy bryłowe, natomiast pozostałe podzespoły jako elementy powierzchniowe. W modelu zastosowano stal sprężynową 50HF oraz stal konstrukcyjną 18G2A.



Model do obliczeń MES

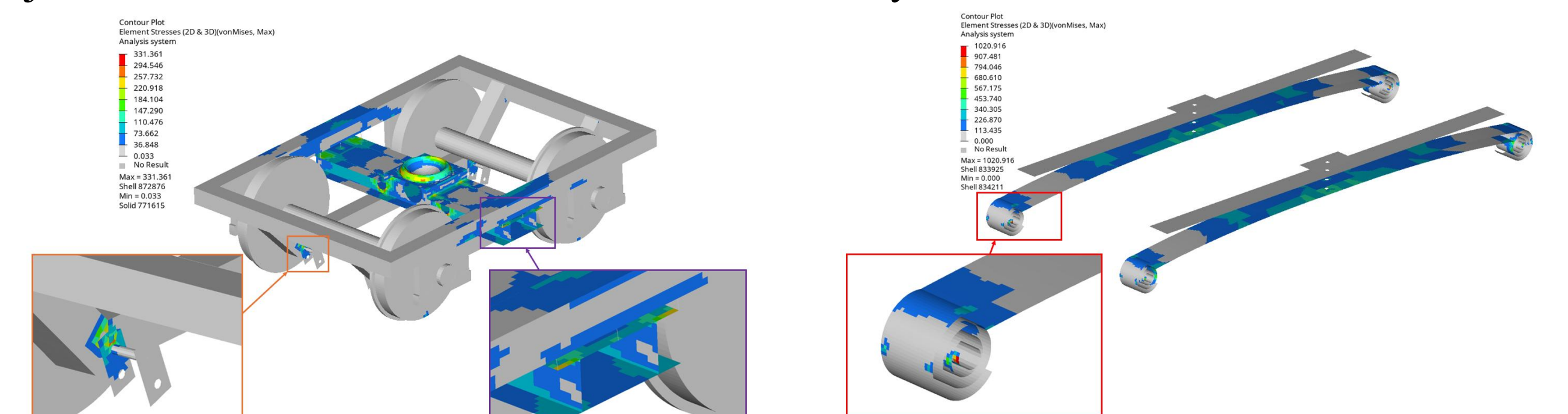
Zamodelowane połączenia śrubowe

Wyniki badań numerycznych

Poniżej zaprezentowano wyniki analiz wózka z dwoma resorami z elementów powłokowych, dwoma z elementów bryłowych oraz z trzema resorami zarówno z elementów powłokowych i bryłowych.

Wariant	Maksymalne naprężenia HMM w ramie, osiach, kołach, maźnicach, belce poprzecznej, czopie skrepu [MPa]	Maksymalne naprężenia HMM w wieszakach i tulei [MPa]	Maksymalne naprężenia HMM w piórach resorów [MPa]	Maksymalne naprężenia HMM w całych resorach [MPa]	Maksymalne przemieszczenia pionowe [mm]
Wariant 4	331,4	283,3	507,8	1021	34,76
Wariant 5	289,5	153	382,5	1324	38,02
Wariant 6	320,8	271,3	485,1	1844	33,68
Wariant 7	278,6	186,3	271,1	1034	35,35

Warianty od 4 włączenie konstrukcje są w pełni wytrzymałe, uzyskane wyniki naprężeń mieszczą się w zakresie sprężystym. Jedynie w niektórych wariantach granica sprężystości stali sprężynowej jest przekroczona w uszach resoru. Zawyżone wartości naprężeń w tym miejscu wynikają z działania karbu numerycznego, gdzie jest niedostateczna liczba elementów kontaktowych.



Mapa naprężeń zredukowanych HMM wariantu 4 na elementach ze stali konstrukcyjnej

Mapa naprężeń zredukowanych HMM wariantu 4 na resorach biliniowych

Wnioski

- Podczas wyznaczenia charakterystyk sprężystych resoru biliniowego, dostrojono numerycznie krzywą siła-przemieszczenie nieznacznie odbiegającą od wyznaczonej na podstawie zależności wartości z testu stanowiskowego obciążenia resoru.
- Wykonano wielowariantowe analizy numeryczne w nieliniowym zakresie quasistatyki, które pozwoliły wskazać wariant konstrukcji spełniający założenia, w pełni wytrzymały wraz z akceptowalną masą.
- Ważną zmianą w modelu wózka było wprowadzenie sprężyn w modelu, które odwzorowały pracę maźnic.
- Dołożenie trzeciego resora pozwoliło na zmniejszenie naprężeń we wszystkich komponentach. Stwierdzono, że przy max obciążeniu 500 [kN] trzeci resor nie jest potrzebny.
- Analizy z resorami wykonanymi z elementów bryłowych pozwoliły na potwierdzenie uzyskanych wyników.
- Weryfikacją uzyskanych wyników powinny być badania stanowiskowe zaprojektowanej konstrukcji w celu potwierdzenia czy projekt jest wytrzymały.
- Konstrukcja spełnia warunek kinematyczny jakim było nieprzekroczenie odległości nad główką szyny równej 130 [mm] przez najbardziej obciążony komponent.

Specjalność: **MASZYNY INŻYNIERYJNO-BUDOWLANE I DROGOWE**

