

VIII

STUDENCKA SESJA
NAUKOWA



40 lat kierunku Techniczne

Kłobowice, 7 czerwca 2006

POLITECHNIKA ŚLĄSKA

Wydział Transportu



VIII Studencka Sesja Naukowa

Katowice 07.06.2010 r.



40-lat kształcenia na kierunku Transport

Streszczenia

Katowice 2010 r.

| | | |
|--|--|----|
| Michał Oberski | Wykorzystanie oprogramowania MSC ADAMS Car w badaniach symulacyjnych dynamiki pojazdu samochodowego | 21 |
| mgr inż. Paweł Sobczak, mgr inż. Bogusław Śleziak | Modyfikacja metody pomiaru stanu technicznego zawieszzeń pojazdów samochodowych na stanowisku harmonicznym | 22 |
| mgr inż. Paweł Sobczak, mgr inż. Bogusław Śleziak | Modyfikacja stanowiska o wymuszeniu harmonicznym do badań zawieszzeń pojazdów samochodowych | 23 |

Katedra Logistyki i Transportu Przemysłowego (RT-3)

| | | |
|--|---|----|
| Marcin Bała, prof. dr hab. Aleksander Śładkowski | Opracowanie blokady wieszaka windy D5 dla „Fiat Auto Poland” S.A. | 24 |
| Andrzej Drozd, prof. dr hab. Aleksander Śładkowski | Analiza i propozycja przebudowy stanowiska kompletacji nakładki słupka i okiennic w magazynie Sistema Poland | 25 |
| Leszek Dziewior, dr inż. Bogna Mrówczyńska | Przygotowanie danych pomiarowych GPS jako danych wejściowych do programu rozwiązującego problem komiwojażera | 26 |
| Paweł Idzik, prof. dr hab. Aleksander Śładkowski | Analiza transportu wewnętrznego w firmie Leiber Poland | 27 |
| Jerzy Jankowicz | Sprawozdanie z działalności Szkolnego Koła Naukowego Logistyki „LogistiCAD” w roku akademickim 2009/10 | 28 |
| Krzysztof Misiek, dr inż. Damian Gąska | Badanie wytrzymałości nowego typu członu powtarzalnego długiego przenośnika taśmowego w PGE KWB „Bełchatów” S.A. | 29 |
| Tomasz Niepokojczycki, dr inż. Czesław Pypno | Kasety do gromadzenia długich odcinków taśm przenośnikowych oraz możliwości ich transportu | 30 |
| Marcin Ochendusko, prof. dr hab. Aleksander Śładkowski | Redukcja maksymalnych naprężeń występujących w dźwigarach bramowej suwnicy kontenerowej firmy FAMAK S.A. metodą elementów skończonych | 31 |
| Tomasz Skwierczyński, dr inż. Damian Gąska | Wpływ rodzaju kompletacji na proces magazynowania na przykładzie opracowań BSS Polska | 32 |
| Monika Szymczyk, dr inż. Maria Cieśla | Analiza łańcucha dostaw nowych samochodów na podstawie przedsiębiorstwa CAT Polska | 33 |
| Justyna Urgacz, dr inż. Piotr Nowakowski | Analiza porównawcza systemów logistycznych zbiórki odpadów zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego w krajach rozwiniętych | 34 |

Marcin Bała

prof. dr hab. Aleksander Śładkowski

Katedra Logistyki i Transportu Przemysłowego

Wydział Transportu Politechniki Śląskiej

OPRACOWANIE BLOKADY WIESZAKA WINDY D5

1. Wstęp

Systemy transportu międzyoperacyjnego są jednym z najważniejszych elementów linii montażowych. Od właściwości dobranego systemu transportu zależy wydajność linii jak również bezpieczeństwo pracy.

Na liniach produkcyjnych w fabryce Fiata znalazły swe zastosowanie przenośniki taśmowe, przenośniki podwieszane, jak i urządzenia dźwignicowe – windy.

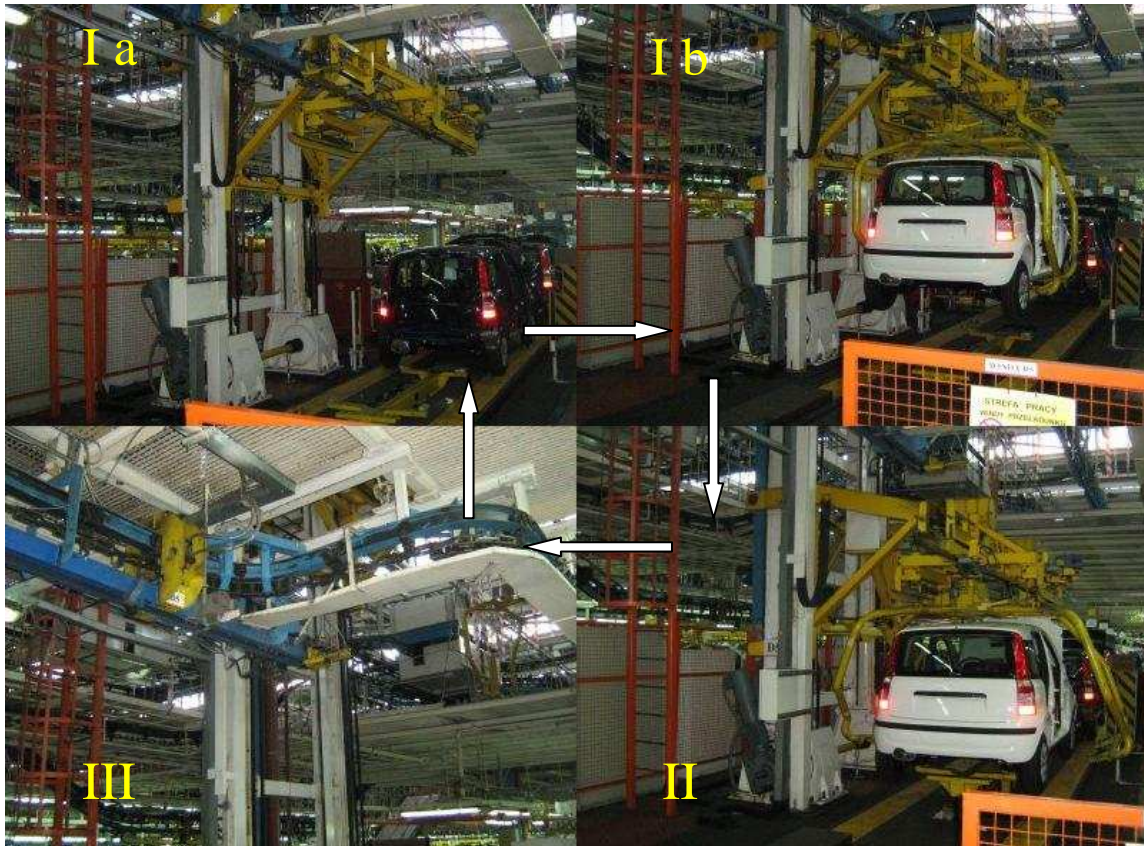
Windą - nazywamy urządzenie podnoszące zainstalowane na stałe, obsługujące ustalone poziomy. Urządzenie porusza się pomiędzy prowadnicami pionowymi lub takimi, których pochylenie w stosunku do pionu jest mniejsze niż 15° [1].

Jedną z urządzeń pełniących funkcje przeładunkowe jest winda D5 zainstalowana na linii produkcyjnej Fiata Pandy. Odbywa się na niej rozładunek z przenośnika podwieszanego na przenośnik podłogowy.

Winda składa się z konstrukcji nośnej – dwóch słupów połączonych poprzecznymi belkami, po których porusza się wieszak.

Pracę windy D5 można podzielić na następujące etapy rys. 1:

- wjazd z przenośnika specjalnej zawieszki z nadwoziem na wieszak windy – poziom II,
- opuszczenie wieszaka i zwolnienie nadwozi z zawieszki na przenośnik podłogowy - poziom I,
- wjazd wieszaka na poziom III i umieszczenie zawieszki ponownie na przenośniku podwieszanym,
- powrót do pozycji początkowej i oczekiwanie na kolejną zawieszkę z nadwoziem-poziom II.



Rys. 1. Cykl pracy windy D5: I) a - postój windy w pozycji początkowej, b - wjazd zawieszki z nadwoziem, II) umieszczenie nadwozia na przenośniku podłogowym, III) zalokowanie zawieszki na przenośniku podwieszanym

Praca windy została poddana analizie, która wykazała pewne braki konstrukcyjne urządzenia, a mianowicie konieczność zamontowania blokady unieruchamiającej wieszak.

2. Opracowanie blokady wieszaka windy D5

2.1 Cel i zastosowanie blokady

W chwili wjazdu zawieszki z nadwoziem z przenośnik podwieszanego na windę następuje opuszczenie wieszaka o kilka mm, a następnie powrót do pozycji prawidłowej. Ponieważ z racji wytrzymałości materiałowej jest to zjawisko niepożądane (może pojawić się zmęczenie materiału), zadaniem blokady jest mechanicznie zablokowanie wieszaka i nie pozwolenie na zmianę pozycji.

2.2 Analiza blokady i wybór miejsca montażu

Dla odpowiedniego doboru blokady przeprowadzono przegląd podobnych urządzeń zastosowanych w fabryce Fiata - rys. 2.

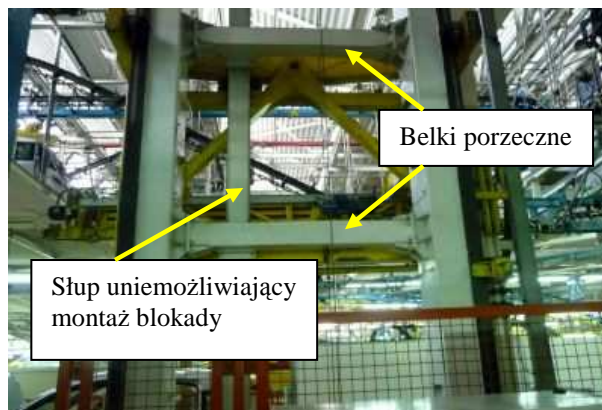


Rys. 2. Przykłady blokad zastosowanych na innych windach

Wykonana analiza, pozwoliła poznać właściwości blokady, jak również powody w postaci konstrukcji windy uniemożliwiającej montaż podobnych rozwiązań.

Główne problemy wywołujące konieczność zastosowania nowatorskiego rozwiązania blokady zostały przedstawione na rys. 3 i są to:

- belki poprzeczne zamontowane pomiędzy słupami,
- słup zamocowany na belkach poprzecznych.

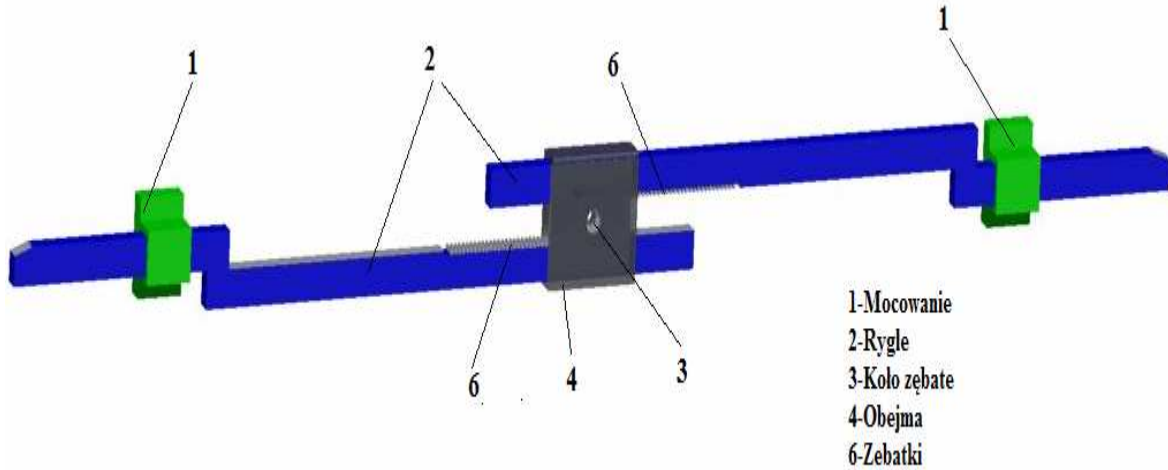


Rys. 3. Elementy konstrukcyjne windy D5 uniemożliwiający montaż mobilnych blokad

Stwierdzono, że rozwiązaniem tego problemu jest umiejscowienie blokady na słupach windy(szybie windy) po przeciwnej stronie co wieszak.

2.3 Konstrukcja blokady

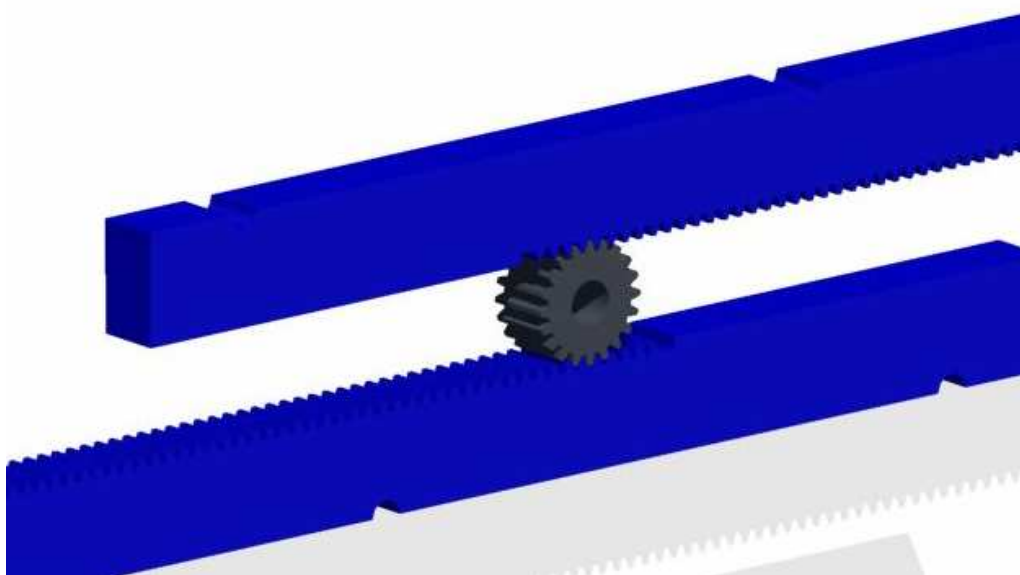
Blokada została zaprojektowana w sposób pozwalający na łatwość wykonania, oraz obsługi. Składa się z małej liczby elementów, dzięki czemu zwiększa się jej współczynnik bezawaryjności.



Rys. 4. Schemat blokady stworzony w programie Autodesk INVENTOR

Urządzenie blokujące składać się będzie z następujących elementów:

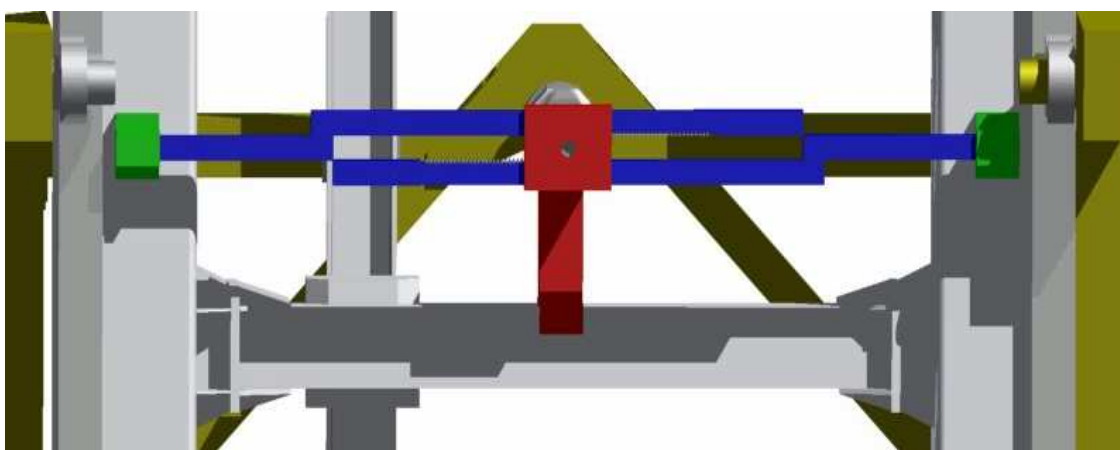
- rygle (zasuwki) – to dwa ruchome elementy blokady, przemieszczające się względem siebie w kierunku poziomy, po rozsunięciu będą stanowiły punkt podporu wieszaka windy,
- elementy mocujące – zaliczamy do nich zarówno mocowania, jak i obejmę, są to elementy, za pomocą których blokada będzie przytwierdzona do konstrukcji nośnej windy. Mocowania będą przytwierdzone do słupów windy, natomiast obejmę opierać się będzie na konstrukcji przymocowanej do belki poprzecznej,
- mechanizm ruchu – na mechanizm składa się koło zębate współpracujące z dwoma wyprofilowanymi w ryglach zębatkami (rys. 5). Koło zębate o module $m=2,5$ i liczbie zębów 20 dobrano z katalogu firmy Pivexin-Tech.



Rys. 5 Model koła zębatego współpracującego z zębatkami rygli. Na rysunku widoczne również wpustki na wyłączniku krańcowe sterujące pracą blokady

2.4 Zasada działania, sterowanie pracą blokady

Blokada pozostaje odblokowana (rys. 6) aż do momentu otrzymania informacji od czujnika indukcyjnego zbliżeniowego, że wieszak znalazł odpowiedniej pozycji. Następuje rozruch silnika napędzającego koło zębate, które współpracując z zębatkami rygli rozsuwają je.



Rys. 6. Winda D5 z zwolnioną blokadą

Po osiągnięciu pozycji blokowania wyłącznik wysyła sygnał zatrzymania pracy silnika oraz zwolnienia blokady B5 przenośnika podwieszanego, następuje wjazd nadwozia z przenośnika na wieszak windy.



Kolejnym etapem jest zwolnienie blokady, tym razem silnik napędza koło w kierunku przeciwnym jak w początkowej fazie cyklu. Praca silnika trwa aż do momentu otrzymania kolejnego sygnału informującego o powrocie przez zasuwę do pozycji odblokowanej. Sygnał ten równocześnie uruchamia dalszą pracę windy.

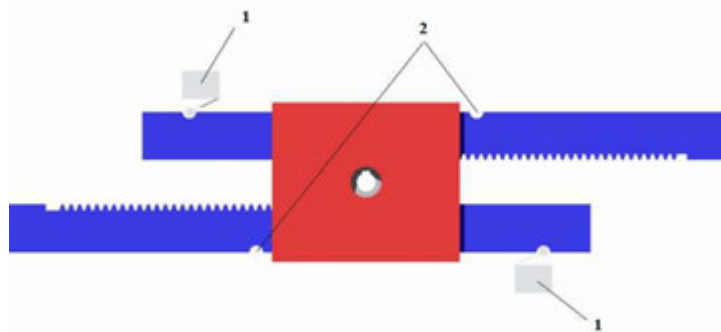
Blokada pozostaje odblokowana, aż do otrzymania kolejnego sygnału, że wieszak jest gotów na przyjęcie kolejnego nadwozia.

Dla zapewnienia bezpieczeństwa pracy blokady z windą zainstalowano czujnik indukcyjny zbliżeniowy, oraz wyłączniki krańcowe. Krótki opis urządzeń został zawarty w tab. 1.

Tablica 1

Opis urządzeń sterujących pracą blokady

| Nazwa urządzenia | Opis działania | Rysunek poglądowy |
|------------------------------------|--|---|
| Zbliżeniowy czujnik bezpieczeństwa | Powszechnie wykorzystywane są w układach automatyki przemysłowej do precyzyjnego określenia położenia ruchomych części maszyn i urządzeń. Zadanie czujnika polega na dostarczeniu informacji do systemu, że ruchoma część urządzenia (wieszak) znalazła się w odpowiedniej pozycji |  |
| Wyłącznik krańcowy | Zapewnia odpowiednią pracę blokady, dostarcza do systemu informację, że zasuwę znajdują się w odpowiednim położeniu i można wykonywać kolejne operacje. |  |



Rys. 6 Położenie wyłączników krańcowych (1), oraz zagłębienia w ryglach (2) pozwalające na zmianę sygnału nadawanego przez wyłącznik

Zastosowanie dwóch zagłębień w jednym ryglu ograniczyło liczbę wyłączników do dwóch. Stosując takie rozwiązanie projektując system sterowania należy założyć, że:

- pierwsza zmiana sygnału z „1” na „0” na wyłączniku oznacza osiągnięcie pozycji zablokowanej,
- druga zmiana sygnału z „1” na „0” oznacza powrót do pozycji początkowej,
- dodatkowo każda przerwa w dostawie prądu powodująca przerwanie pracy blokady powinna powodować powrót do pozycji startowej pracy i rozpocząć cykl na nowo.

2.5 Obliczenia wytrzymałościowe

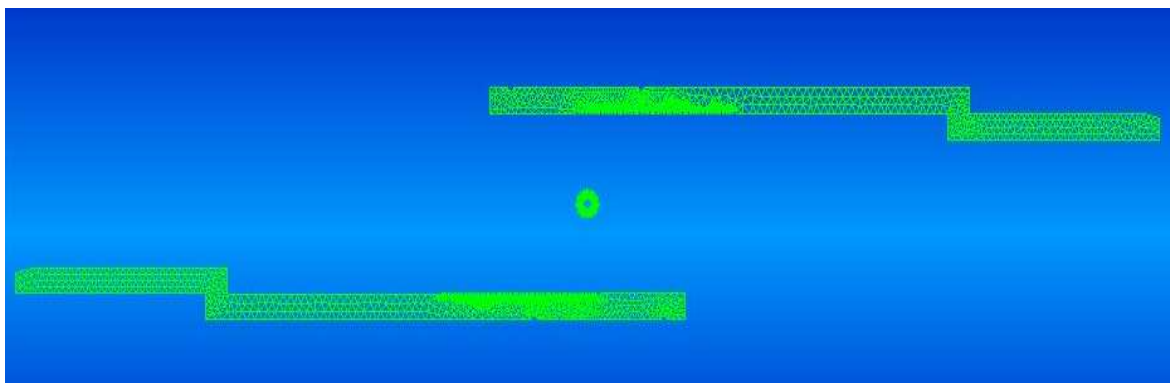
Za pomocą analizy MES zbadano wytrzymałość konstrukcji blokady, sam proces analizy tj. budowanie modelu i przeprowadzenie symulacji numerycznej został opisany w kolejnych punktach.

2.5.1 Wygenerowanie siatki dla modelu blokady

Pierwszym krokiem było przekształcenie stworzonego obiektu bryłowego w model powierzchniowy, a następnie wprowadzenie go do programu MSC.Patran.

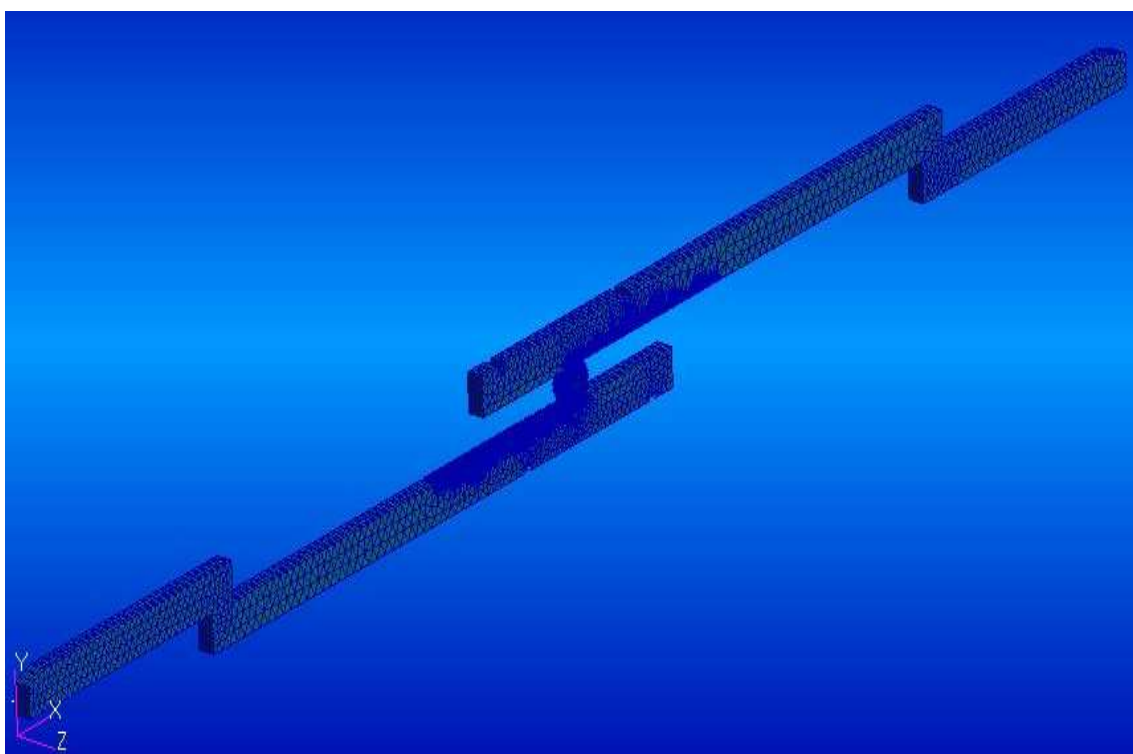
Korzystając z integracji systemu Autodesk Inventor z aplikacją MSC.Patran model powierzchniowy w formacie *.SAT został wprowadzony do preprocesora.

Z powierzchniowego modelu dobierając odpowiednio liczbę węzłów została wygenerowana płaska siatka składająca się z elementów trójwęzłowych (rys. 7),



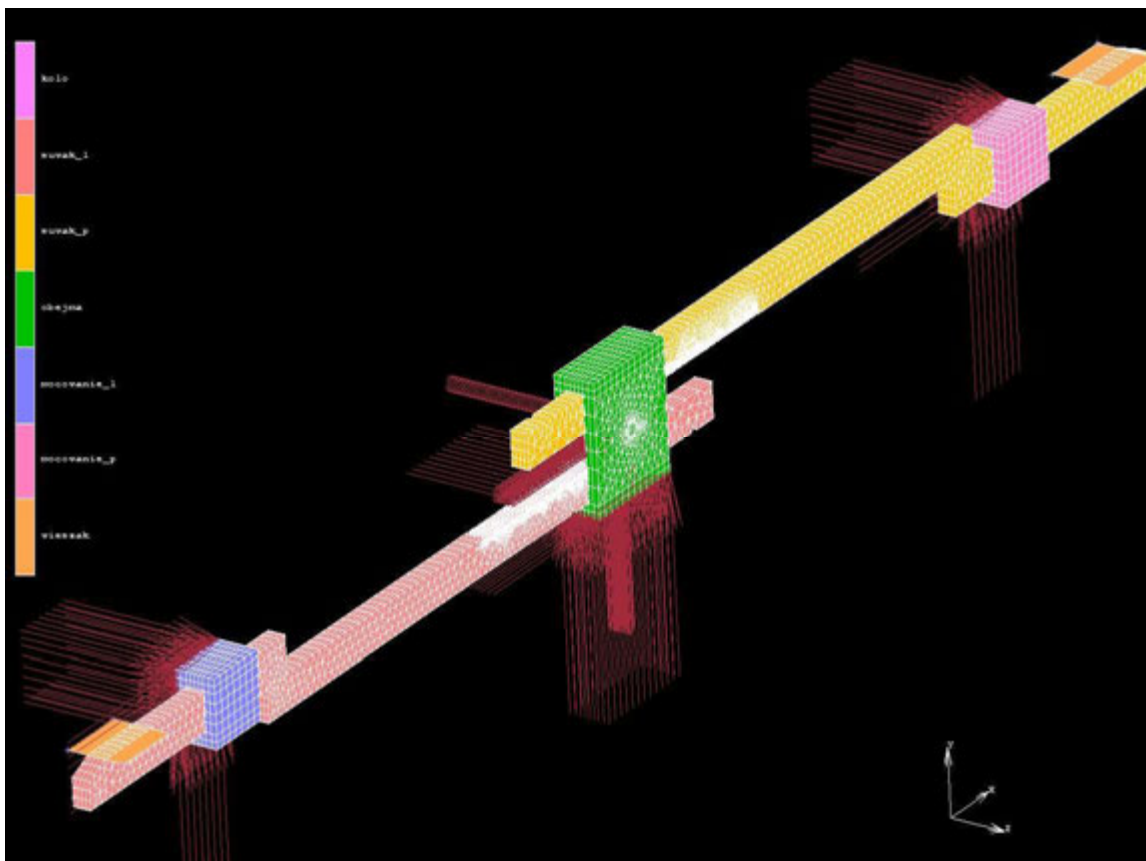
Rys. 7 Rozsunięte elementy blokady z wygenerowaną siatką płaską

z której następnie wypchano siatkę bryłową (rys. 8), odpowiadającą uproszczonemu, rzeczywistemu modelowi blokady.



Rys. 8 Siatka bryłowa elementów blokady

Do wcześniej wygenerowanych elementów dodano elementy mocowania i obejmę, a następnie w MSC Marc wszystkie elementy pogrupowano na ciała kontaktowe. Każdy element w celach poprawnej identyfikacji otrzymał inny kolor (rys. 9) [2].



Rys. 9 Model blokady z podziałem na elementy kontaktowe

2.5.2 Właściwości fizyczne blokady

W celu opisanie właściwości fizycznych materiału – stali, z której została wykonana blokada wprowadzono:

- **moduł Younga** - inaczej moduł odkształcalności liniowej albo moduł sprężystości podłużnej. Dla stali wynosi $E=210000$ [MPa],
- **współczynnik Poissona** - jest to stosunek odkształcenia poprzecznego do odkształcenia podłużnego przy osiowym stanie naprężenia. Dla stali wynosi $\nu=0,3$,
- **współczynnik tarcia** – wielkość charakteryzująca siłę tarcia. Dla tarcia stal po stali wynosi $\mu=0,01$.

2.5.3 Warunki brzegowe

Dla przeprowadzenia prawidłowej analizy wytrzymałościowej konieczne było odpowiednie określenie warunków brzegowych (rys. 9), na które składają się miejsca przytwierdzenia (wskazane przez czerwone strzałki), oraz siły oddziaływujące na elementy blokady (pomarańczowe powierzchnie).

W naszym przypadku przytwierdzeniu podległy następujące elementy:

- mocowania – ponieważ elementy te przyspawane są do słupów przyjęto, że przytwierdzone będą wszystkie węzły wzdłuż krawędzi tworzących powierzchnie przymocowaną do słupa,
- obejmą – element ten przymocowany będzie dolną powierzchnią, dlatego przyjęto, że przytwierdzone będą wszystkie węzły wzdłuż krawędzi tworzących dolną powierzchnię,
- koło zębate – osadzone na wale, dlatego przyjęto, że przytwierdzeniu podlegną wszystkie węzły znajdujące się na powierzchni stykowej do powierzchni wału napędowego.

Wszystkie obciążenia jakie przyjęto to siły wynikające z ciężaru wieszaka opierającego się na ryglach. Analizie poddano ekstremalną sytuację kiedy to na wieszaku windy znajduje się nadwozie, a siła wynikająca z ciężaru wieszaka nie jest ograniczona, żadnym dodatkowym zabezpieczeniem i wraz z nadwoziem wynosi $Q=18000$ [N].

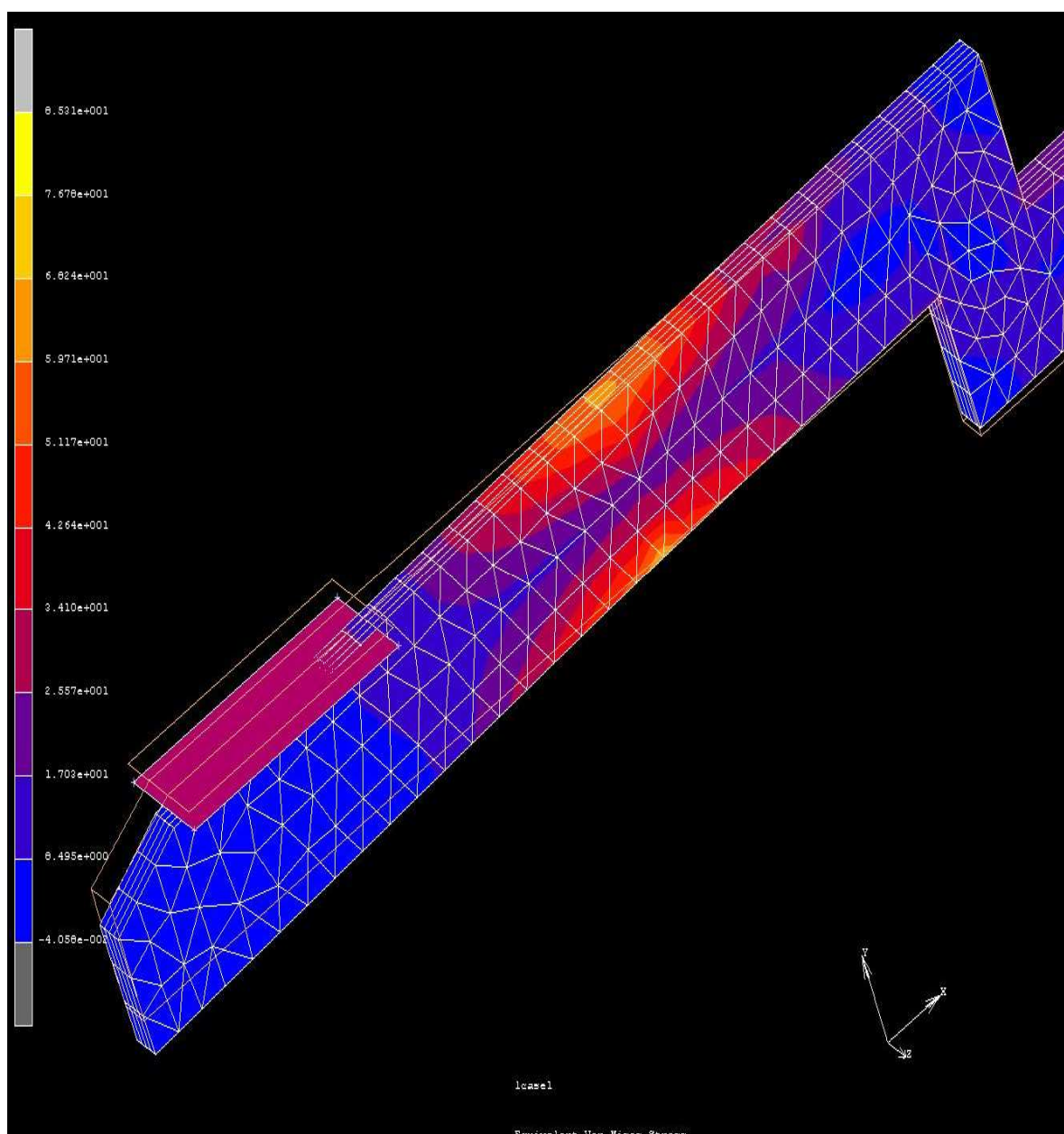
Ponieważ wieszak opiera się o rygiel nie punktowo, a powierzchniowo, dlatego dla analizy MES przyjęto, że i siła wynikająca z jego ciężaru będzie również przyłożona do powierzchni suwaków, na której nastąpi podparcie wieszaka.

2.5.4 Analiza wytrzymałościowa

Po zdefiniowaniu rodzaju materiału, rodzaju elementów skończonych, zbudowaniu siatki elementów skończonych opisujących w odpowiednim uproszczeniu model rzeczywisty, oraz dokładnym określeniu warunków brzegowych uzyskano model gotowy do rozpoczęcia odpowiednich obliczeń numerycznych [3].

Następnym krokiem to już tylko analiza wykonana przez MSC Marc, a jej wyniki zostały przedstawione poniżej.

Zgodnie z przypuszczeniami największe naprężenia wystąpiły w miejscu podparcia rygla o mocowanie (rys. 10).

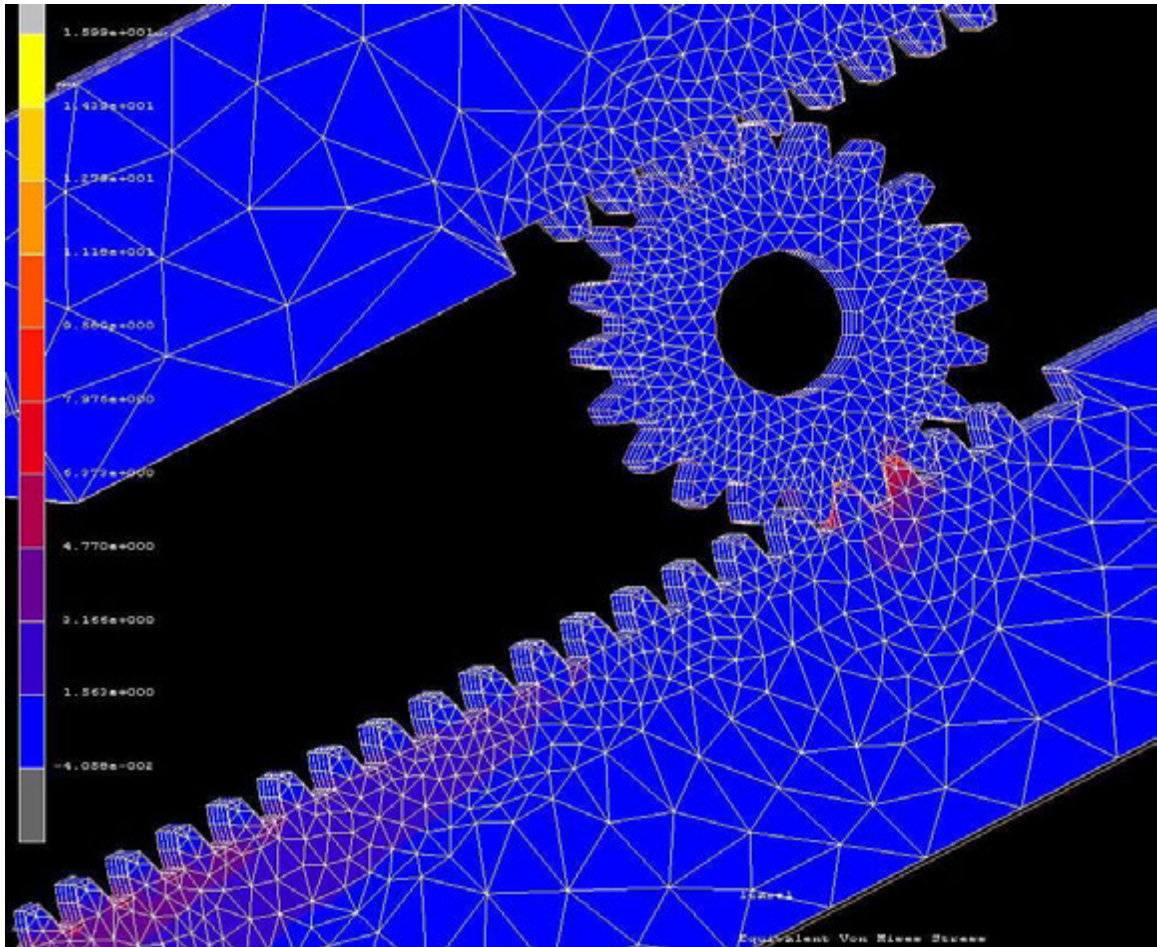


Rys. 10 Model rozkładu naprężeń rygla

Maksymalne naprężenia odczytane z rys.10 – kolor żółty, sięgają granicy 77 [MPa], jest to wartość stosunkowo niewielka, działająca na bardzo małej objętości rygla, nie stanowi zagrożenia dla bezpiecznego działania blokady.

Dla lepszej wizualizacji odkształcenia przedstawiono w skali 10 krotnie większej od wyników rzeczywistych.

Dalszej analizie symulacji numerycznej poddane zostało miejsce współpracy koła zębatego z zębatkami suwaków – rys. 11.



Rys. 11 Model rozkładu naprężeń współpracującego koła zębatego z zębatkami

Tym razem wykres naprężeń przedstawiony jest w skali rzeczywistej, przyczyną tego jest fakt, że stosując większą skalę wywołałibyśmy wzajemne nakładanie się zębów koła i zębatki, co mogłoby przyczynić się do błędnej interpretacji wykresu.

Jak doskonale widać na wykresie największe naprężenia wystąpią w miejscu styku koła zębatego z zębatką dolną i osiągną wartość rzędu 15 [MPa]. Uzyskana wartość jest kilkukrotnie mniejsza od naprężenia maksymalnego, które wystąpiło w miejscu oparcia rygla o mocowanie.

Wyniki dla drugiego rygla są porównywalne jak do pierwszego suwaka, dlatego ich prezentacja została pominięta.

3. Wnioski

Analiza MES wykazała, że zaprojektowana blokada wywiąże się z swoich zadań poprawnie, zapewniając bezpieczeństwo pracy windy D5.

Mimo obciążenia jej siłą znacznie większą od siły działającej w rzeczywistości nie pojawiło się zagrożenie uszkodzenia urządzenia blokującego, a prosta budowa i wykonanie jej z elementów katalogowych obniży koszt wyprodukowania, ułatwi eksploatację i naprawy serwisowe.

Literatura

1. Kwaśniewski J.: Dźwigi osobowe i towarowe. Budowa i eksploatacja. Wydawnictwo AGH, Kraków 2004.
2. Sładkowski A.: Accuracy Analysis of the Solution of Spatial Contact Problem by Means of the FEM. *Mechanika*. 2005, No 3 (53). P. 17-21.
3. Sładkowski A., Sitarz M.: Analysis of Wheel – Rail Interaction Using FE Software. *Wear*. 2005, No 258. P. 1217-1223.