

VIII

STUDENCKA SESJA
NAUKOWA



40 lat kierunku Technologia

Kielce, 7 czerwca 2010

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

Andrzej Drozd

prof. dr hab. Aleksander Śładkowski

Katedra Logistyki i Transportu Przemysłowego

Wydział Transportu Politechniki Śląskiej

ANALIZA I PROPOZYCJA PRZEBUDOWY STANOWISKA KOMPLETACJI NAKŁADKI SŁUPKA I OKIENNIC W MAGAZYNIE SISTEMA POLAND

1. Wstęp

Operacja kompletacji procesie magazynowym polegają na pobieraniu elementów ze stosów lub urządzeń do składowania w celu utworzenia zbioru zapasów zgodnie ze specyfikacją asortymentową i ilościową dla określonego odbiorcy [1].

W magazynie firmy Sistema Poland istnieje kilkanaście wydzielonych stanowisk kompletacyjnych poza strefą składowania, zwanych również sekwencjami. Odbywa się na nich realizacja zamówień na poszczególne detale, napływających z linii montażowych fabryki Fiata w Tychach.

Największy problem występuje w obrębie stanowiska nakładki słupka środkowego i okiennic, czyli elementów tapicerki wewnętrznej samochodu. Związane jest to ze zbyt długim czasem oczekiwania na realizację zamówienia, przez co firma ma problem ze sprostaniem wymaganiom zwiększonej produkcji.

Poprzez przeprowadzenie odpowiedniej analizy czasu pracy na stanowisku, stwierdzono, że największe straty spowodowane są poprzez dwuelementowe nakładki słupka środkowego, które znajdują się w ażurowych skrzyniach oraz każda sztuka jest osobno foliowana. Utrudnia to pobieranie detalu i nie pozwala na przyspieszenie prac.

Problematyczna nakładka składa się z dwóch elementów:

- Poszycie centralne dla strony lewej i prawej (rys. 1a)
- Poszycie centralne, które występuje w 3 różnych odmianach dla lewej i prawej strony (rys. 2a):
 - bez regulacji

- z regulacją
- AIRBAG



Rys. 1. a) poszycie centralne, b) poszycie centralne bez regulacji, z regulacją, AIRBAG

Drugim aspektem jest zbyt duża ilość jednostek ładunkowych z asortymentem podlegającym kompletacji, dzięki czemu powierzchnia stanowiska wynosi 168m^2 , a pracownik jest zmuszony do pokonywania długich odcinków.

2. Propozycja palety technologicznej

2.1. Cel i zastosowanie palety technologicznej

Najważniejszym zadaniem zaproponowanej palety technologicznej jest ułatwienie pobierania detali przedstawionych na rys. 1b oraz brak konieczności foliowania każdej sztuki. Pojemność ażurowych skrzyń wynosiła 164 elementy a nowa paleta jest w stanie pomieścić 240 sztuk.

Jednak bardzo ważnym aspektem jest możliwość umieszczenia na jednej jednostce ładunkowej 3 różnych odmian poszycia centralnego (rys. 1b). Pozwoli to na wyeliminowanie 6 skrzyń ażurowych, a wprowadzenie w zamian dwóch zaproponowanych palet technologicznych.

2.2. Konstrukcja palety technologicznej

Paleta została zaprojektowana w sposób pozwalający na łatwość wykonania, a jej wymiary zostały dostosowane do elementów znajdujących się na niej, aby pojemność była jak największa, przy zachowaniu odpowiednich gabarytów nieutrudniających przewozu na naczepie tira oraz późniejszych prac rozładunkowych.

Dane gabarytowe:

Długość: 1600 mm

Szerokość: 1200 mm

Wysokość: 1620 mm

Masa własna: 227 kg



Rys. 2. Paleta technologiczna

Jest to rodzaj palety słupkowej, wykonanej z profili stalowych zamkniętych kwadratowych, które połączono spawając metodą MIG ze sobą. Metoda ta została wybrana, ponieważ jest bardzo ekonomiczna a spawy mają dużą wytrzymałość. Konstrukcja została zaprojektowana na stalowej blasze gorącowałcowanej o grubości

10 mm, o profilu wyjściowym 2000mm x 1500 mm, z którego metodą cięcia wykonano wymiar 1780mm x 1380mm.

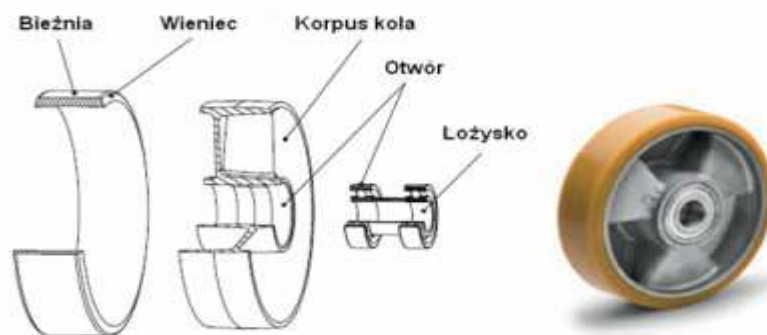
Następnie poprzez gięcie, materiał blachy został zagięty na bokach po 90mm z każdej strony, gdzie w dalszej kolejności wycięto odpowiednie profile przystosowane pod widły wózka widłowego, aby ułatwić prace załadunkowe i rozładunkowe.

Konstrukcja jest bardzo stabilna poprzez zastosowanie elementów wzmacniających łączących obie strony palety, które wykorzystano do przyspawania podłużnych cienkich stalowych prętów gładkich. Długość wynosi 50 cm a średnica 10 cm. Grubość została podyktowana poprzez okrągły otwór znajdujący się w słupkach środkowych dwuelementowych (rys.1b), który wynosi 20 cm. Zwiększenie średnicy pręta wiązałyby się z utrudnieniami związanymi podczas ściągania elementów.

2.3. Dobór zestawu kołowego

Koła jezdne są elementami umożliwiającymi przemieszczanie sprzętu, urządzeń czy maszyn, w których są zamontowane. Wykorzystują do tego ruch toczny, charakteryzujący się dużo mniejszymi oporami tarcia niż ruch ślizgowy. Siła potrzebna do przezwyciężenia oporów tarcia jest, więc relatywnie mniejsza.

Standardowe koło składa się z następujących elementów:



Rys. 3. Budowa koła jezdnego

Na prawidłowy dobór koła składa się wiele czynników, związanych z jego obciążeniem, funkcjonalnością, środowiskiem pracy, rodzajem ładunku, napędu itd. Częstym błędem popełnianym przy takim wyborze jest kierowanie się tylko własnościami wytrzymałościowymi koła lub nawet wyłącznie jednym parametrem – obciążalnością statyczną. Dobrane w ten sposób koło może nie tylko ulec zniszczeniu,

może też spowodować uszkodzenie podłoża, a nawet narazić zdrowie operatora danego urządzenia.

W celu dobrania odpowiedniego zestawu kołowego dla zaprojektowanej palety zostały przeanalizowane następujące czynniki:

- rodzaj i własności podłoża
- środowisko
- rozmiar i typ ładunku
- prędkość i rodzaj ruchu
- manewrowość

Wynikiem analizy przeprowadzonej dzięki informacją i wzorom zawartym na stronie firmy ELESA+GANter [9] najbardziej odpowiedni będzie zestaw kołowy o następujących parametrach:

- materiał bieżnika z poliuretanu, ponieważ może przenosić większe obciążenia niż bieżnik z gumy,
- standardowe środowisko pracy, a zakres temperatury 0-20 st. C,
- obciążenia pojedynczego koła $Q= 1957$ [N],
- opory toczenia koła $S= 1467,5$ [N],
- występowanie ruchu manualnego, gdzie prędkość nie przekracza 4km/h,
- bardzo duża manewrowość na krótkich odcinkach, dlatego istotne jest aby zastosować obudowę skrętną.

Posiadając powyższe dane techniczne, z katalogu firmy ELESA+GANter zostały dobrane 4 zestawy kołowe oznaczone symbolem RE.F5-100-SSL [5].



Rys. 4. Zestaw kołowy RE.F5-100-SSL

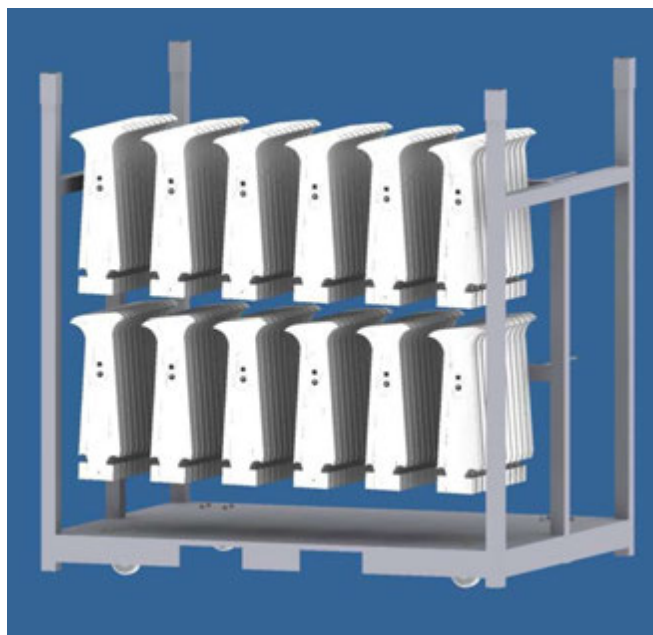
Dobre zestawy kołowe zostały przymocowane do palety technologicznej, za pomocą zestawu śrub, podkładek i nakrętek dobranych z katalogu firmy TECHSTAL [8].



Rys. 5. Mocowanie zestawu kołowego do palety technologicznej

2.4. Obliczenia wytrzymałościowe

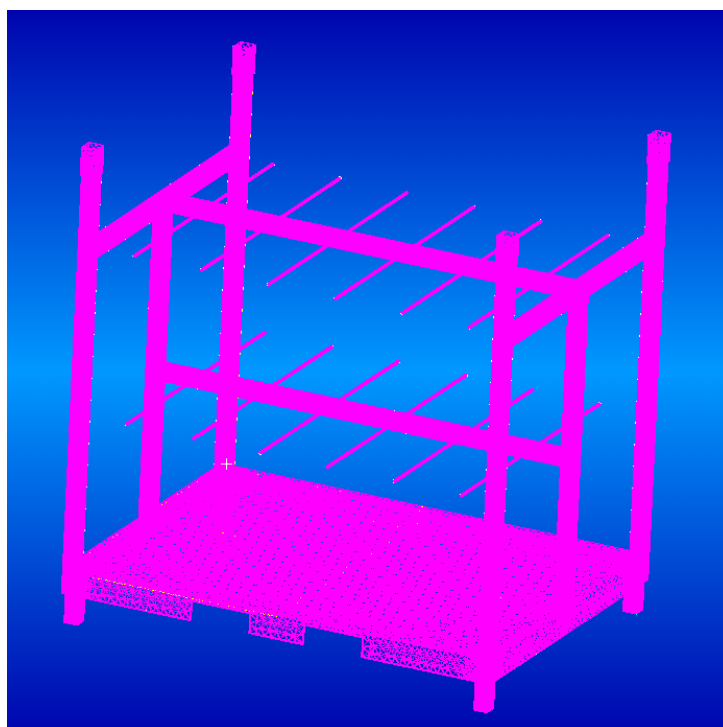
Za pomocą analizy MES zbadano wytrzymałość konstrukcji palety pod wpływem działających na nią sił pochodzących od zawieszonych elementów (rys. 6). Sam proces analizy polegającym na budowanie modelu i przeprowadzenie symulacji numerycznej został opisany w kolejnych punktach [4].



Rys. 6. Model palety technologicznej z zawieszonymi elementami

2.4.1. Wygenerowanie siatki dla modelu bryłowego palety technologicznej

Pierwszym etapem było zapisanie modelu bryłowego utworzonego w programie AUTODESK INVENTOR [2, 3] jako plik z rozszerzeniem *.SAT. Następnie po utworzeniu bazy danych w programie MSC.PATRAN plik został wczytany do programu.



Rys. 7. Siatka bryłowa palety technologicznej

Następnym zadaniem było nałożenie siatki bryłowej trójwęzłowej, na zaimportowany model (rys. 7) składającej się z około 400 tys. elementów.

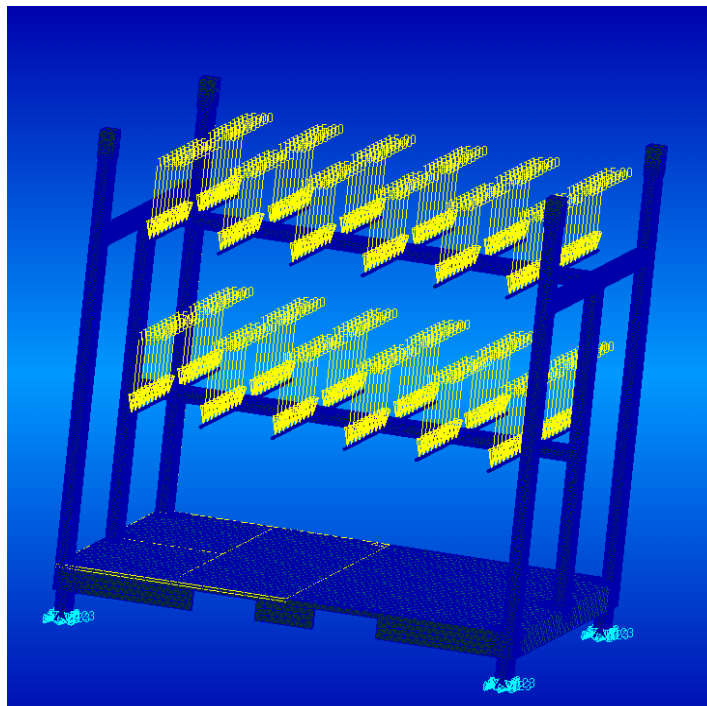
2.4.2. Właściwości fizyczne palety

Aby opisać właściwości materiału- stali, z jakiego wykonana jest konstrukcja, w zakładce „materials” wprowadzono następujące parametry:

- **moduł Younga** - inaczej moduł odkształcalności liniowej albo moduł sprężystości podłużnej. Dla stali wynosi $E=2,1 \cdot 10^{11}$ [Pa],
- **współczynnik Poissona** - jest to stosunek odkształcenia poprzecznego do odkształcenia podłużnego przy osiowym stanie naprężenia. Dla stali został przyjęty $\nu=0,3$.

2.4.3. Warunki brzegowe

Dla przeprowadzenia prawidłowej analizy wytrzymałościowej konieczne było odpowiednie określenie warunków brzegowych (rys. 8), na które składają się miejsca przytwierdzenia (wskazane przez jasno-niebieskie strzałki), oraz siły oddziałujące na pręty gładkie (żółte strzałki) [4].



Rys. 8. Model palety z mocowaniem i działającymi siłami

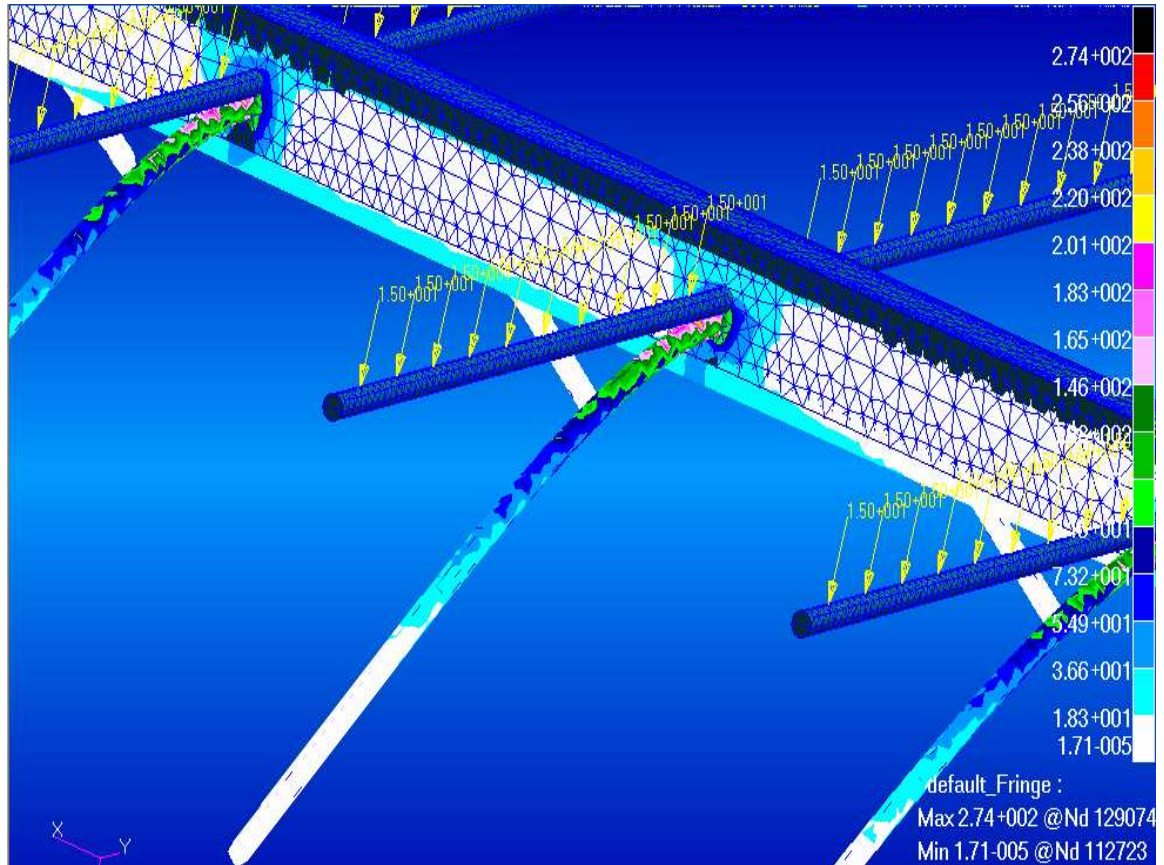
Paleta będzie stała na podłożu, więc jako przytwierdzenie wskazano wszystkie węzły znajdujące się na dolnych powierzchniach profilu zamkniętego kwadratowego stykającego z podłożem.

Na każdym gładkim pręcie będzie ulokowane 10 nakładek (rys. 1b), a każda o wadze 1,5 kg. Dlatego dla analizy MES przyjęto, że na każdy pręt działa 10 sił o wartości obciążenia 15 N. Siły te zostały przytwierdzone w węzłach punktowo z zachowaniem odpowiednich odległości.

2.4.4. 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 [4].

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



Rys. 9. Model rozkładu naprężeń przymocowanego pręta

Zgodnie z przypuszczeniami największe naprężenia wystąpiły na pręcie, w bliskiej odległości mocowania do profilu stalowego. Wartość naprężenia odczytanego z rys. 9 oscyluje w przedziale 145-274 [MPa]. Maksymalne naprężenie działa na bardzo małej objętości pręta i nie stanowi zagrożenia dla bezpieczeństwa konstrukcji, jest wręcz trudno zauważalne na przedstawionym rys. 9. Miejsce w którym zostaną zamocowane pręty charakteryzuje się maksymalnym naprężeniem sięgającym granicy 80 [MPa] i jest to wartość również stosunkowo niewielka.

2.5. Kosztorys wytworzenia palety

Zakres usług obejmujących wykonanie palety technologicznej:

- ciecie blachy o wymiarach 2000 mm x 1500 mm na wymiar 1780 mm x 1380 mm,
- gięcie blachy o wymiarach 1780 mm x 1380 mm i grubości 10 mm na długość 90 mm z każdej strony,
- wycinanie profilu pod widły wózka widłowego o wymiarach 70 x 220 mm w blasze o grubości 10 mm,
- cięcie profili stalowych kwadratowych na odpowiednie wymiary,
- cięcie okrągłych prętów gładkich na długość 500 mm,
- spawanie profili stalowych kwadratowych,
- przyspawanie okrągłych prętów gładkich o średnicy 10 mm,
- przymocowanie 4 zestawów kołowych skrętnych za pomocą śrub M8, nakrętek M8 i podkładek.

Ilość potrzebnego materiału:

- 1 szt. blachy ze stali konstrukcyjnych o podwyższonej wytrzymałości oraz ze stali konstrukcyjnych o wymiarach 2000 mm x 1500 mm i grubości 10 mm ze stali 18G2, masa arkusza 235,5 kg,
- 12m prętów okrągłych gładkich zimno giętych,
- 14m profilu stalowego kwadratowego zimno giętego 50 mm x 50 mm x 2 mm,
- 4 zestawy kołowe RE.F5-100-SSL, które zostały dobrane z katalogu firmy Eles+Gantner,
- 16 śrub z łbem sześciokątnym, z gwintem M8 na całej długości,
- 32 nakładki płaskie dla gwintu M8,

- 16 nakrętek sześciokątnych M8.

Całkowity koszt potrzebnych materiałów wynosi około 1007 zł. Szczegółowe zestawienie cenowo sporządzone na podstawie cen katalogowych zostało przedstawione poniżej [5, 6, 7, 8].

Rodzaj materiału	Cena
• blacha stalowa o wymiarach 2000 mm x 1500 mm i grubości 10 mm	588,75 zł
• pręt stalowy okrągły gładki (1 szt. x 12 m)	18,00 zł
• profili stalowy zamknięty 50 mm x 50 mm x 2mm	122,85 zł
• 4 szt. zestawu kołowego RE.F5-100-SSL	250,00 zł
• 16 szt. śrub mocujących M8	15,00 zł
• 32 szt. podkładki płaskie	5,00 zł
• 16 szt. nakrętek sześciokątnych M8	8,00 zł

Następnym etapem było stworzenie kosztorysu dotyczącego wykonywanych usług z zakupionym materiałem. W tabeli poniżej podano przybliżone ceny na podstawie informacji uzyskanych od pracowników firmy Konwektor [10].

Tablica 1

Cena usług na podstawie firmy "Konwektor"

Usługa	Koszt całkowity[zł]
cięcie blachy laserowe	40
gięcie blachy	80
wycinanie profilu	60
Wywiercenie otworów w blasze	80
cięcie profili stalowych kwadratowych	140
cięcie okrągłych prętów gładkich	168
spawanie profili	210
Przypawanie okrągłych prętów	120
przymocowanie zestawów kołowych	200
Koszt wszystkich usług	1098

Dość wysoką stawką charakteryzuje się montaż 4 zestawów kołowych oraz proces spawania, który w tym wszystkim jest najważniejszy, a jakość wykonanych spawów powinna być jak najlepsza, aby konstrukcja była stabilna i wytrzymała.

Jednak koszt wykonania takiej jednostki ładunkowej kształtujący się w okolicach 2100 zł jest bardzo opłacalny w perspektywie zatrudniania kolejnej osoby do prowadzenia prac kompletacyjnych. Jednorazowy wydatek w postaci kilku tys. zł w zależności od ilości zamówionych palet, zwróci się po kilku miesiącach zakładając że przeciętny pracownik zarabia 3 tys. zł brutto. Trzeba zaznaczyć, że poprzez sprostanie wymaganiom klienta co do ilości realizowanych zleceń w ciągu jednej zmiany, firma generuje kolejne zyski, dzięki czemu inwestycja zwróci się w bardzo szybkim okresie.

3. Podsumowanie

Przeprowadzona analiza MES wykazała, że zaprojektowana paleta technologiczna wywiąże się ze swoich zadań.

Mimo zadania maksymalnego obciążenia działającego na pręty nie pojawiło się zagrożenie uszkodzenia konstrukcji.

Prosta budowa i wykonanie z elementów katalogowych, powoduje, że koszt wykonania takiej jednostki jest bardzo przystępny.

Poprzez wdrożenie palety technologicznej na stanowisko istnieje możliwość wprowadzenia nowego rozmieszczenia asortymentu, dzięki czemu osiągniemy zamierzony cel, jakim jest skrócenie czasu kompletacji, poprzez dogodniejsze pobieranie elementów oraz krótsze odcinki do pokonania przez pracownika.

Literatura

1. Dudziński Z., Kizyn M.: *Vadameceum gospodarki magazynowej*, ODDK, Gdańsk, 2002.
2. Kapias K.: *INVENTOR. Praktyczne rozwiązania*, Helion, Gliwice, 2002.
3. Noga B., Kosma Z., Parczewski J.: *INVENTOR*, Helion, Gliwice, 2009.
4. Sładkowski A., Opasiak T. FEM model of flexible coupling ASR type. *Transport Problems*. V.2, no.3, 2007. P. 109-114.
5. Koła i zestawy kołowe RE.F5, Eles+Ganter, 2010.
6. Kształtowniki konstrukcji zamkniętych, Stalprodukt Centrostal Sp. z o.o., 2010.
7. Pręty okrągłe gładkie i żebrowane, Stalprodukt Centrostal Sp. z o.o., 2010.
8. Wyroby złączone ze stali nierdzewnej i kwasoodpornej, Techstal s.c. , 2009.
9. http://www.elesaganter.info.pl/wpcontent/uploads/file/pdf/Dane_techniczne_zestawy_kolowe.pdf (25.04.2010)
10. <http://www.konwektor.pl/technologie.php> (10.05.2010)