

NIEOCZYM Aleksander

PROJEKTY KONCEPCYJNE ZMIAN KONSTRUKCYJNYCH URZĄDZEŃ ROLNICZYCH ZWIĘKSZAJĄCYCH ICH FUNKCJONALNOŚĆ

Streszczenie

W artykule zamieszczono opisy oraz charakterystykę funkcjonalną prototypowych urządzeń. Modyfikacji uległy typowe maszyny przeznaczone do współpracy z ciągnikiem rolniczym. Zastosowane zmiany zwiększają zakres ich zastosowań. Przedstawiono rysunki złożeniowe i modele bryłowe wybranych elementów. Dokonano analizy wytrzymałościowej z zastosowaniem metody elementów skończonych (MES).

WSTĘP

W ostatnich latach obserwuje się coraz szersze zastosowanie maszyn i urządzeń w gospodarstwie rolnym. Są to nie tylko maszyny współpracujące z ciągnikiem i przeznaczone do prac polowych ale także liczne urządzenia przeznaczone do pracy w obrębie gospodarstwa np. rębaki do drewna czy przenośniki do słomy i siana. Część z tych maszyn i urządzeń wytwarzana jest od podstaw w przydomowych warsztatach w pojedynczych egzemplarzach. Spotyka się także maszyny, które powstały w wyniku dokonania modyfikacji w typowych fabrycznych wyrobach, są one wynikiem wiedzy praktycznej i intuicji twórców. Coraz częściej modyfikacji dokonuje się w oparciu o wykonane projekty oparte obliczeniami wytrzymałościowymi.

1. KOSIARKA Z BIJAKOWYM ZESPOŁEM TNĄCYM

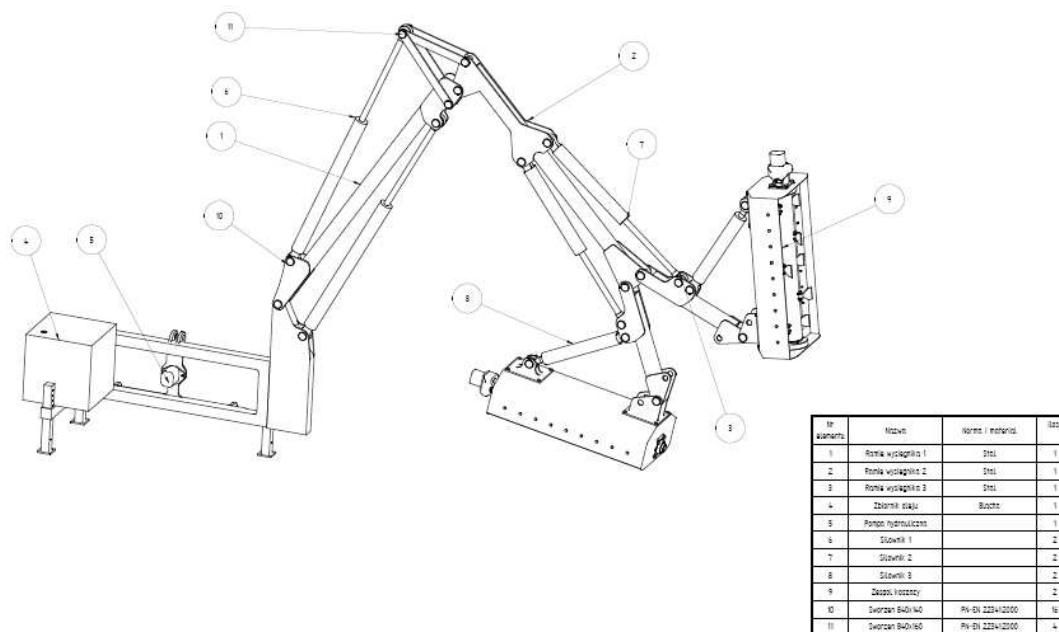
Kosiarki bijakowe początkowo przeznaczone były tylko do koszenia poboczy dróg i rowów, z czasem znalazły także zastosowanie przy koszeniu użytków zielonych [2,3]. Kosiarki konstruowane do koszenia poboczy i rowów mocowane są na specjalnych wysięgnikach (rys. 1). Za najlepsze warunki do cięcia przyjmuje gdy stosunek prędkości roboczej maszyny (V_m) do prędkości obwodowej bijaków (V_o) wynosi 1 : 20. W oparciu o standardową kosiarkę wykonano dokumentację konstrukcyjną urządzenia z dwoma zespołami koszącymi. Głównym jej przeznaczeniem jest pielęgnacja dwóch naprzeciwległych płaszczyzn rowu, wykaszanie poboczy dróg, skarp, przeciwskarp. W przypadku gdy zachodzi konieczność koszenia jedną sekcją koszącą np. gdy występuje tylko jednostronna skarpa, drugą należy bezwzględnie odłączyć (odłączyć napęd drugiej sekcji tnącej).



Rys. 1. Przykładowe kosiarki bijakowe w trakcie pracy [2,3]
 Źródło: [2, 3]

1.1. Budowa kosiarki

Rysunek 2 przedstawia widok ogólny projektu koncepcyjnego kosiarki. W celu uproszczenia i większej czytelności w projekcie nie zamieszczono przewodów hydraulicznych oraz ich połączeń

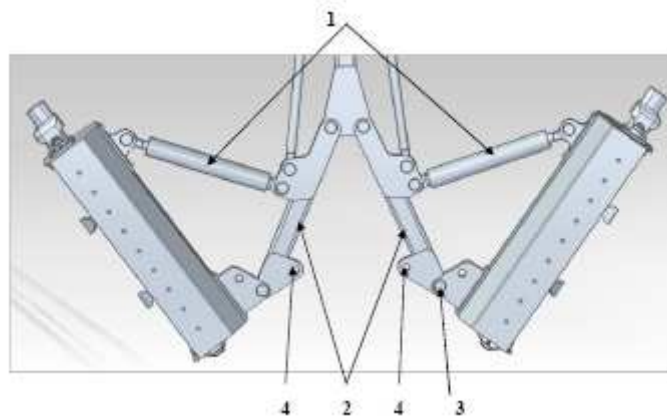


Rys. 2. Rysunek złożeniowy kosiarki: 1 – ramię główne, 2 – ramię ustalające, 3 – ramię mocujące, 4 – zbiornik oleju, 5 – pompa hydrauliczna, 6, 7, 8 - siłowniki hydrauliczne, 9 – zestaw koszący, 10- sworzeń B40x140, 11 – sworzeń B40x166 .

Źródło: rysunek autora

Główne ramię wysięgnika 1 połączone jest z ramą, na której znajduje się zbiornik oleju 4 oraz pompa hydrauliczna 5 z wejściem na wałek odbioru mocy (WOM). Ramiona: ustalające 2 i mocujące 3 są połączone kolejno przez siłowniki 7, 8, które regulują położenie całej kosiarki. Wszystkie elementy połączone są obrotowo za pomocą sworzni 10, 11. Ramię 1 oraz ramiona mocujące 3 przy zespołach koszących wykonane są z zamkniętych profili o

przekroju poprzecznym 100x90mm. Środkowe ramię - ustalające 2 jest z profilu o wymiarach 100x80mm. Głównym zespołem kosiarki są głowice koszące (dwie kosiarki bijakowe). Szerokość robocza każdej z nich wynosi 1,1m. Oba zespoły tnące mogą być ustawione niezależnie w dowolnej płaszczyźnie, co pozwala na dopasowanie się do kształtu przekroju poprzecznego rowów. Rama zawieszana jest na tylnym trzypunktowym układzie zawieszenia ciągnika (TUZ). Tylny WOM w zależności od ciągnika należy ustawić na prędkość obrotową 540 obr/min lub 1000 obr/min. Podczas pracy wał bijakowy obraca się z prędkością około 2500 obr/min



Rys. 3. Połączenie członów koszących z wysięgnikiem. 1 – siłowniki, 2 – ramię mocujące, 3 – sworzeń, 4 – miejsce na zaczepienie linki ściągnącej.

Źródło: rysunek autora

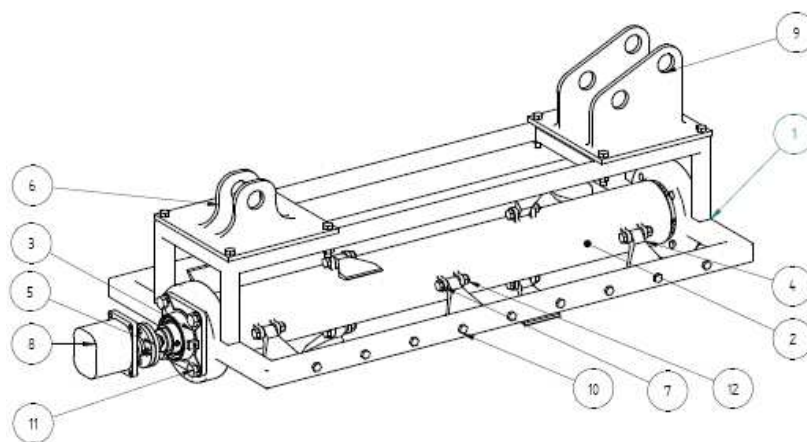
Szczegóły mocowania członów koszących przedstawia rys. 3. Siłownik 1 jest zamontowany po przeciwnej stronie kosiarki w stosunku do ramienia mocującego 2. Człon koszący jest więc mocowany w dwóch skrajnych punktach co zwiększa stabilność układu koszącego oraz zapewnia symetryczne rozłożenie masy. Dzięki takiemu zamocowaniu zespoły koszące mogą pracować w dowolnych położeniach. Siłowniki 1 w trakcie pracy zapewniają odpowiednią odległość od podłoża. Po rozłożeniu kosiarka może również kosić na płaskiej powierzchni. Oba zespoły koszące mogą być spięte w punktach 4 linką zabezpieczającą oba człony przed rozsuwaniem się.

Siłowniki zastosowane w projekcie są to siłowniki tłokowe dwustronnego działania. Położenie zespołu koszącego zapewniają modele: H-TS080.40.0500, H-TS080.40.0600, siłownik najdłuższy przy głównym członie wysięgnika posiada symbol H-TS080.40.1000.

Napęd maszyny zapewnia pompa hydrauliczna HPPZ25-28U. Pompa ta charakteryzuje się możliwością dostosowania prędkości obrotowej do warunków obciążenia czyli posiada dużą elastyczność. Znamionowa prędkość obrotowa zawiera się w przedziale 500-3500 obr./min a ciśnienie maksymalne 280 bar. Pompa umożliwia otrzymanie szerokiego zakresu mocy na wyjściu, niezbędnego do zmiennych warunków pracy podczas koszenia. Silnik hydrauliczny zamienia energię kinetyczną cieczy w energię mechaniczną. Jego działanie jest odwrotne do pracy pompy hydraulicznej, dochodzi tu do zamiany wysokiego ciśnienia hydraulicznego na ruch obrotowy. W projekcie zastosowano silnik firmy Bosch AZMF – 10 – 22.5UFB20ML o maksymalnym ciśnieniu oleju hydraulicznego 180 bar i prędkości obrotowej w przedziale 500 - 3000 obr/min

Zbiornik oleju wykonany jest z blachy o grubości 3mm oraz o wymiarach 500x500x500 mm. Ze względu na ciężar zbiornika wypełnionego olejem, został umieszczony po przeciwnej stronie wysięgnika, stanowi więc w pewnym sensie przeciwwagę dla kosiarki. Zbiornik mieści 125 litrów oleju, czyli zapewnia niezbędną ilość potrzebną do zasilania układu hydraulicznego. Elementy składowe zespołu koszącego przedstawione zostały na rys. 4.

Waga pojedynczego zespołu tnącego została oszacowana na podstawie podobnych rozwiązań konstrukcyjnych i wynosi ok. 220 - 250kg



Rys. 4. Rysunek złożeniowy zespołu koszącego (bez osłon): 1 – silnik hydrauliczny, 2 – sprzęgło, 3 – obudowa wraz z łożyskiem, 4 – wał bijakowy, 5 – bijaki, 6 – rama zespołu tnącego.

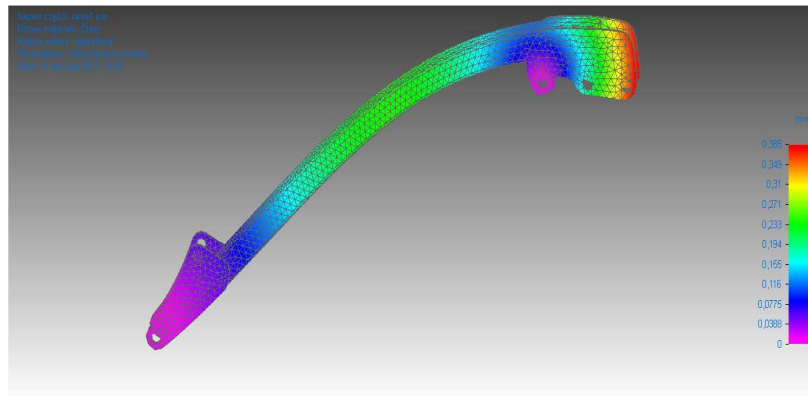
Źródło: rysunek własny autora

Na wale znajdują symetrycznie rozmieszczone się gniazda mocowania 10 noży bijakowych. Wał poprzez sprzęgło napędzany jest przez silnik hydrauliczny, nominalna prędkość obrotowa wału wynosi 2500 obr/min. W projekcie zastosowano noże ze stali do ulepszenia cieplnego 40HM. Każdy z noży zamocowanych na wale noż musi mieć identyczną wagę, aby kosiarka nie wpadała w wibracje. Śruby do gniazd mocowane są za pomocą śrub M12 klasy 12.8.

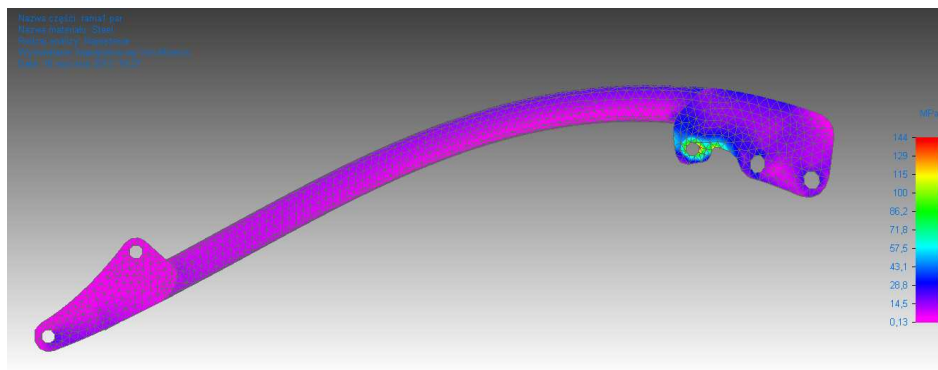
1.2. Obliczenia wytrzymałościowe wybranych elementów

Analizie wytrzymałościowej poddano trzy ramiona wysięgnika. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem metody elementów skończonych (MES) będącej modułem programu Solid Edge ST5. Wyniki analizy wytrzymałościowej:

1-Ramię główne – rys. 5 i rys. 6. Element w górnej części obciążony siłą o wartości 10000N, jej wartość została oszacowana na podstawie teoretycznej wagi elementów. Największe odkształcenia występują w miejscu mocowania z ramieniem ustalającym i wynoszą około 0,388 mm. W środkowej części ramy zaobserwowano zwiększone odkształcenie, ale nie przekraczają one 0,23 mm. Na całej długości ramienia występują naprężenia o wartości nie przekraczającej 14 MPa. Wzrost naprężeń do 115 MPa obserwuje się w miejscu zamocowania siłownika. W celu zmniejszenia wartości naprężeń w tym fragmencie należy zlikwidować wyfrezowanie pomiędzy dwoma otworami, ponieważ stanowi ono rodzaj karbu, na którym następuje spiętrzenie naprężeń

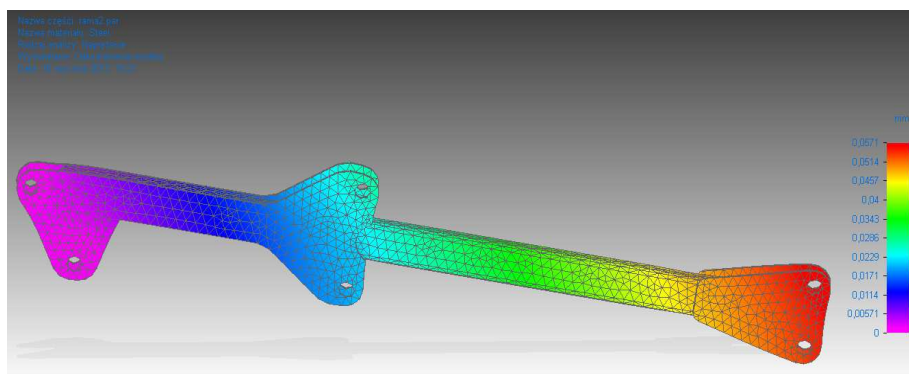


Rys. 5. Rozkład odkształceń ramienia głównego
 Źródło: badania własne autora

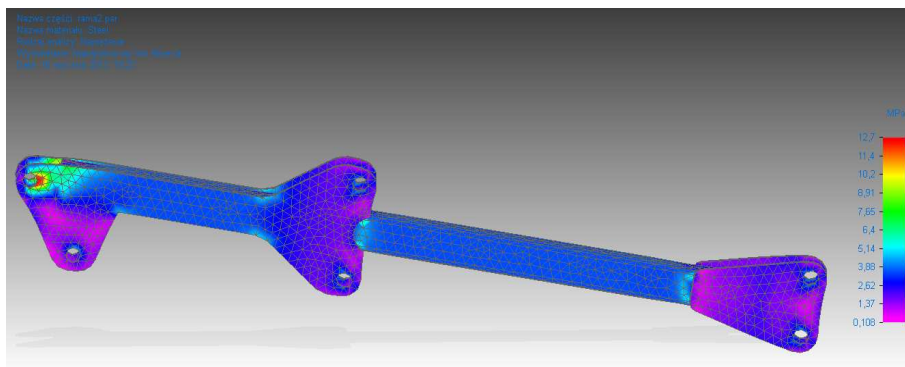


Rys. 6. Rozkład naprężeń ramienia głównego
 Źródło: badania własne autora

2-Ramię ustalające – rys. 7, rys. 8. Siły obciążające są rozłożone symetrycznie a ich punkty przyłożenia odpowiadają punktom mocowania ramienia mocującego oraz mocowaniu siłowników hydraulicznych. Sumaryczna wartość sił wynosi 7000N. Odkształcenia w drugim modelu posiadają pomijalnie małe wartości. Największe wartości odkształceń obserwuje się w miejscu mocowania siłowników łączących się z ramionami mocującymi. Naprężenia w całym ramieniu nie przekraczają wartości 4 MPa. Największe występują w miejscu łączenia profili oraz w miejscu utwierdzenia, ich maksymalna wartość to 12,7MPa. W porównaniu do naprężeń dopuszczalnych dla materiału ($\sigma = 358,5$ MPa) są to naprężenia pomijalnie małe.

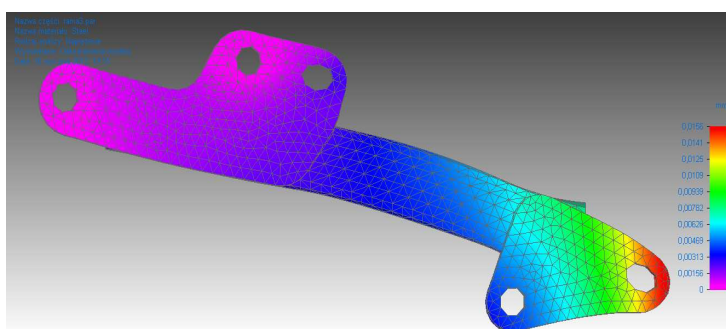


Rys.7. Rozkład odkształceń
 Źródło: badania własne autora

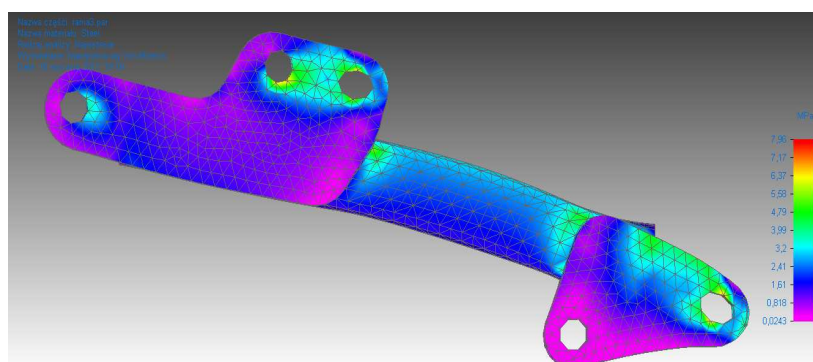


Rys. 8. Rozkład naprężeń
Źródło: badania własne autora

3- Ramię mocujące – rys. 9, rys. 10. Łączna wartość sił obciążających wynosi 2500N i jest przyjęta na podstawie ciężaru zespołu koszącego. Odształcenia są bardzo małe, w miejscu działania siły są osiągają wartość maksymalną wynoszącą 0,0156 mm. Największe wartości naprężeń występują w miejscach wykonania otworów, ich wartość to 8MPa.



Rys.9. Rozkład odkształceń.
Źródło: badania własne autora

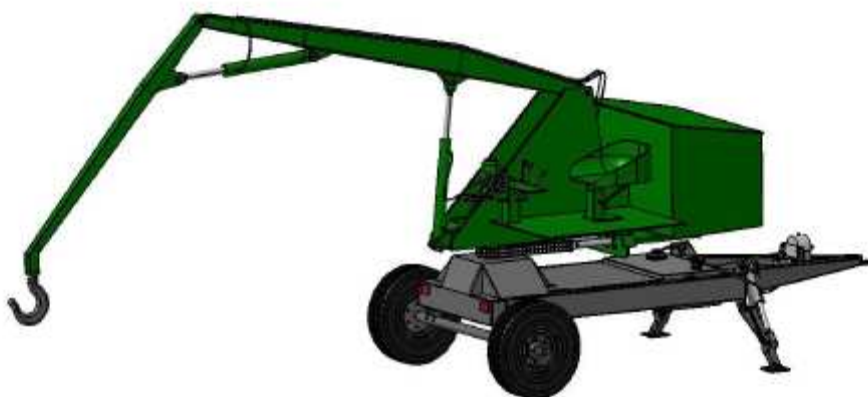


Rys. 10. Rozkład naprężeń.
Źródło: badania własne autora

2. DŹWIG

Kolejna konstrukcja prototypowa to dźwig (rys. 11) sprzężony z ciągnikiem rolniczym i napędzany przez WOM. Maszyna ta powstała w wyniku przekonstruowania wysięgników oraz końcówki roboczej ładowacza chwytakowego [1,4]. Zastosowanie haka w miejscu chwytaka umożliwia podnoszenie ciężarów nie tylko w gospodarstwie rolnym ale też na przydomowej budowie. Dźwig może pracować z ciągnikami o nominalnej sile uciągu od 9 kN do 14 kN. Zastosowana pompa olejowa PZ3-32/16-2-142 jest napędzana od WOM (o max prędkości obrotowej 430 obr/min) za pomocą przekładni zębatej KTM 8227-214-060-310 oraz przegubowego wałka teleskopowego. Parametry techniczne:

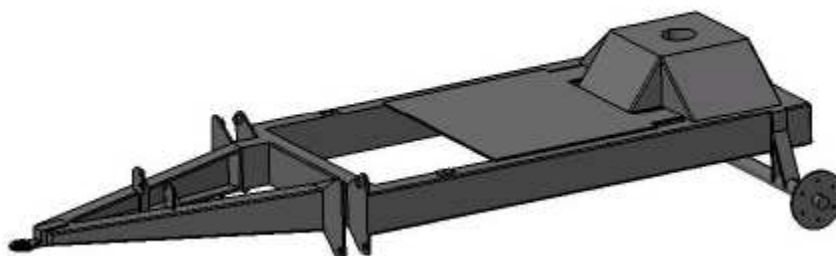
- Udźwig – 500 kg
- Max wysokość podnoszenia od podłoża – 4050 mm,
- Max wysięg przy ustawionych poziomo wysięgnikach – 5000 mm
- Wymiary: wysokość z opuszczonymi wysięgnikami 1959 mm, długość z wysięgnikami ustawionymi poziomo – 7350 mm, szerokość -1830 mm



Rys. 11. Model bryłowy dźwigu

Źródło: rysunek autora

Podwozie (rys. 12) wykonane jest jako jednoosiowa przyczepa, jest elementem podstawy dźwigu, na którym zamocowany jest korpus z wysięgnikami. Jest to konstrukcja powstała w wyniku zespawania ceowników i tworząca profil zamknięty o wymiarach 170x80x8. Podpora mocująca korpus o wymiarach 900x465x200 mm



Rys. 12. Model bryłowy podwozia

Źródło: rysunek autora

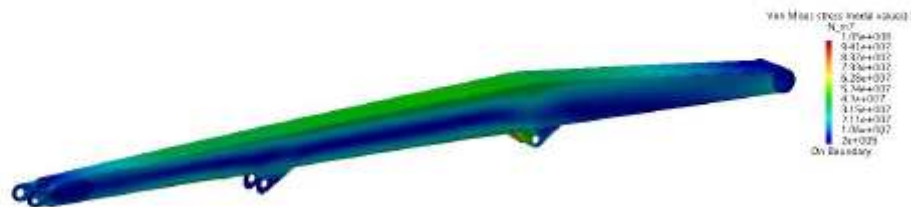
Korpus jest zespołem spawanym o wymiarach 2200 x 1690 mm. Wbudowana jest kolumna obrotu, na której osadzony jest przegub hydrauliczny łączący wszystkie przewody wychodzące z siłowników. W przedniej części znajduje się pulpit sterujący oraz fotel, natomiast w tylnej części korpusu znajduje się przeciwwaga w kształcie ściętego prostopadłościanu o objętości 750 dm³. Korpus obraca się dzięki dwóm siłownikom hydraulicznym, połączonych przez łańcuch z kołem łańcuchowym. Z pozycji na wprost korpus może obracać się po 135° w obie strony.

Dźwig posiada dwa wysięgniki: długi i krótki. Wysięgnik główny o długości 3000 mm przymocowany jest do korpusu za pomocą tulei łożyskowych i sworznia. Jest to konstrukcja spawana z ceowników o grubości 5 mm. W jej dolnej części umocowane są uszy przeznaczone do łączenia wysięgników z siłownikami. Wysięgnik długi połączony jest z krótkim (długość 2000 mm), na końcu którego znajduje się hak. Masa wysięgnika długiego wynosi 80 kg, krótkiego 28 kg. W całej konstrukcji występuje 6 siłowników: dwa sterujące wysięgnikami o skoku 630 mm, dwa sterujące podporami o skoku 200 mm, dwa obracające korpusem o skoku 630 mm

2.1. Analiza wytrzymałościowa

Analizę wytrzymałościową MES wykonano z wykorzystaniem programu Catia v5. Przyjęto materiał wysięgników – stal S235, granica plastyczności $Re=216$ MPa. W celu uproszczenia analizy zostały odebrane wszystkie stopnie swobody. Wysięgniki zostały obciążone siłą o wartości 4900 N.

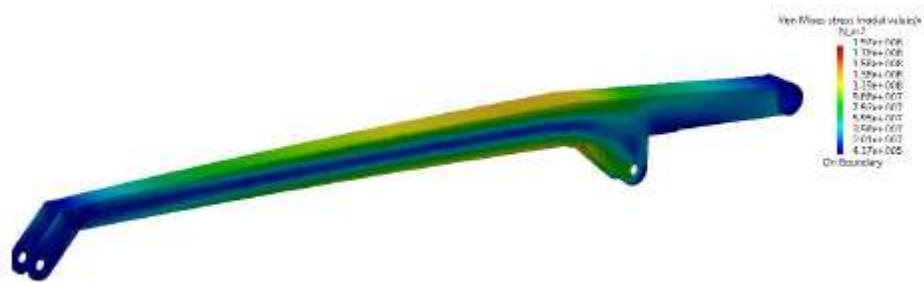
1-Wysięgnik długi: maksymalne naprężenia mają wartość 105 MPa i koncentrują się w miejscu połączenia z siłownikiem. Średnie naprężenia mają wartość 50 MPa i występują na całej długości wysięgnika. Max przemieszczenia występują na końcu wysięgnika i posiadają wartość 7,34 mm



Rys. 13. Wyniki naprężeń długiego wysięgnika

Źródło: badania własne autora

2-Wysięgnik krótki: maksymalne naprężenia posiadają wartość 197 MPa, przemieszczenia na końcu wysięgnika 19 mm

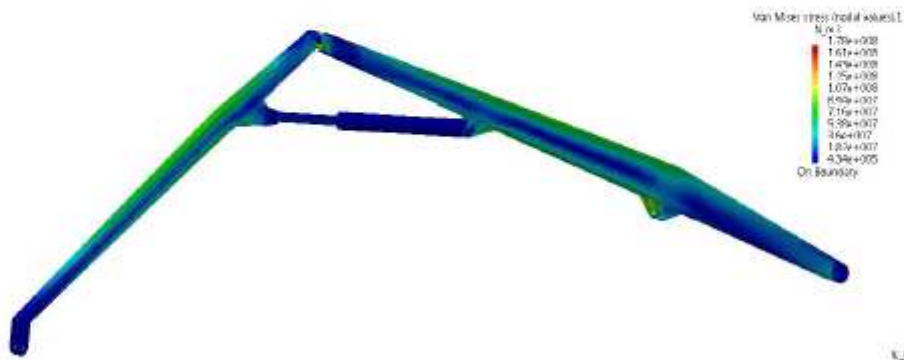


Rys.14. Wysięgnik krótki – rozkład naprężeń
 Źródło: badania własne autora

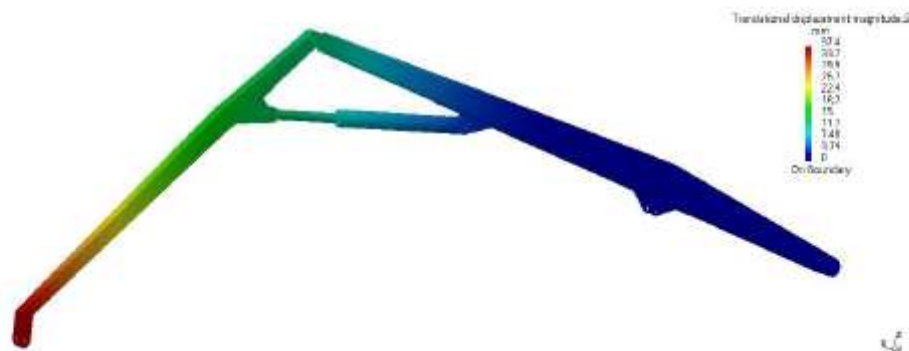


Rys. 15. Wysięgnik krótki – rozkład przemieszczeń
 Źródło: badania własne autora

Analizie MES poddano także złożenie wysięgników. Złożeniu nadano zamocowanie takie jakie posiada w rzeczywistości podczas pracy. Został utwierdzony koniec wysięgnika głównego w miejscu połączenia go z korpusem. Obciążenie o wartości 4900 N zostało przyłożone w miejscu haka. Przy największym obciążeniu i obciążeniu na wysokości 1 m nad podłożem, największe naprężenia posiadają wartość 178 MPa. Max przemieszczenia występują na końcu krótkiego wysięgnika (miejsce zamocowania obciążenia) i mają wartość 37 mm.



Rys. 16. Rozkład naprężeń w złożeniu wysięgników
 Źródło: badania własne autora



Rys. 17. Rozkład przemieszczeń w złożeniu wysięgników
Źródło: badania własne autora

PODSUMOWANIE

Dokumentacja techniczna oraz analiza wytrzymałościowa była przeprowadzana w oparciu o wykonane prototypy urządzeń. Badania z zastosowaniem MES potwierdziły prawidłowość wykonania, w żadnym z elementów naprężenia nie przekroczyły naprężeń dopuszczalnych. W przypadku kosiarki należałoby dokonać optymalizacji konstrukcji ramion poprzez zmianę przekroju poprzecznego profili.

BIBLIOGRAFIA

1. Agromet-Warfama FMR: Ładowacz chwytakowy podczepiany, instrukcja użytkowania i obsługi z katalogiem części wymiennych.
2. <http://seve.pl/102-kosiarka-bijakowa-tylno-czolowa-samasz-kb.html>
3. Instrukcja obsługi „Ramie wysięgnikowe: KWT 550, KWT 650, CAMEL 900, KOLIBER 400”, „Głowice koszące: KW 110, KW 125, KW 140, LAMA 120” – Samasz Sp. z o. o., Wydanie nr 5,
4. Pol – Mot „Warfama” S.A.: Ładowacz chwytakowy podczepiany, katalog części zamiennych. Dobrze Miasto 2006

CONCEPTUAL PROJECTS OF CHANGES OF STRUCTURAL AGRICULTURAL DEVICES INCREASING THEIR FUNCTIONALITY

Abstract

Descriptions and functional characteristics of prototype devices were placed in the article. The standard machines intended for the cooperation with the farm tractor underwent the alteration. Applied changes are increasing the scope of their applications. Were described assembly drawing and solid models of chosen elements. They made endurance analysis with applying the finite element method (of MES).

Autor:

Dr inż. **Aleksander Nieoczym** – Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Zamościu, Instytut Przyrodniczo – Techniczny, e-mail: a.nieoczym@pollub.pl