

Paweł Marecki, Adam Stanio

Koncepcja hydraulicznego podnośnika serwisowego z napędem spalinowym o udźwigu 30 kN

JEL: L62 DOI: 10.24136/atest.2018.451

Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

W artykule omówiona została koncepcja mobilnego podnośnika serwisowego. Jest on wyposażony w hydrauliczny układ roboczy z napędem spalinowym. Podnośnik przeznaczony jest dla mobilnych serwisów obsługujących samochody osobowe, małe dostawcze i inne pojazdy.

Słowa kluczowe: podnośniki, naprawa pojazdów.

Wstęp

Powiększająca się liczba serwisów samochodowych, a co za tym idzie rosnąca konkurencja, wymaga narzędzi niezbędnych do prowadzenia obsług technicznych oraz napraw także poza terenem warsztatu w miejscu wystąpienia awarii, docierając bezpośrednio do klienta. Są to między innymi podnośniki samochodowe. Coraz bardziej pożądane są rozwiązania uniwersalne, które mogą działać poza obrębem warsztatu, które można łatwo przetransportować, bez konieczności czasochłonnego demontażu i ponownego montażu. Na rynku dostępnych jest wiele rozwiązań podnośników, ale cechują się one niedostateczną mobilnością. W artykule zaprezentowano koncepcję hydraulicznego podnośnika serwisowego z napędem spalinowym o udźwigu 30 kN.

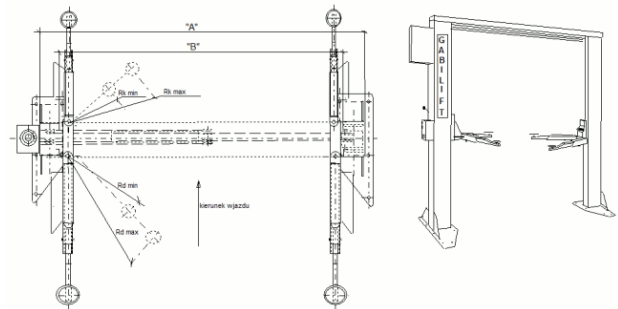
1. Przegląd rozwiązań podnośników serwisowych

Najpopularniejszym rozwiązaniem są podnośniki hydrauliczne, gdzie ruch roboczy realizowany jest przez siłownik o ruchu posuwisto-zwrotnym. Na rysunku 1 przedstawiono typowy podnośnik nożycowy wyposażony w siłowniki hydrauliczne.



Rys. 1. Podnośnik hydrauliczny nożycowy z rampą najazdową [6]

Oprócz mechanizmów nożycowych istnieją, również często wykorzystywane podnośniki dwukolumnowe (rys. 2). W każdej kolumnie zamontowane są dwa rozkładane ramiona o regulowanej długości, co pozwala na dostosowanie punktów podparcia do obsługiwanego pojazdu. Budowa jest jednak dużo bardziej skomplikowana niż w przypadku podnośników nożycowych.



Rys. 2. Podnośnik hydrauliczny dwukolumnowy [9]

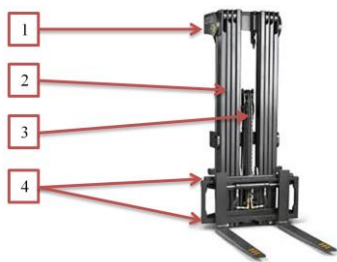
Podane wyżej typy podnośników wykorzystuje się w halach warsztatowych, które muszą być odpowiednio do nich przystosowane (zachowanie minimalnej wysokości stropu). Dodatkowo wymagają one dostępu do instalacji elektrycznej. Coraz częściej stosuje się mobilne podnośniki hydrauliczne, które mogą służyć w pomieszczeniach warsztatowych oraz poza nimi (rys. 3). Ręczna pompa hydrauliczna uniezależnia użytkownika od konieczności pracy w pobliżu źródeł prądu. Najczęściej są to jednak podnośniki o małych gabarytach i możliwościach podnoszenia. Większe podnośniki pomimo siły którą dysponują, są wrażliwe na wszelkie nierówności podłoża, na którym pracują. Posiadają również elektryczny napęd pomp hydraulicznych, przez co zakres ich zastosowania jest drastycznie ograniczony.



Rys. 3. Mobilny podnośnik hydrauliczny Finkbeiner FHB 3000 [7]

Ciekawym rozwiązaniem jest mobilny, elektrohydrauliczny podnośnik Finkbeiner FHB 3000 (rys. 3). Pozwala on na komfortową pracę, dobrą widoczność i swobodny dostęp do wybranych części pojazdu. Układ hydrauliczny jest zabudowany w ramie podnośnika i wymusza on ruch ramion wyposażonych w układ dźwigni samopoziomujących podchwyty.

Podczas przeglądu rozwiązań konstrukcyjnych, wzięto pod uwagę rozwiązania stosowane w wózkach widłowych (rys. 4). Są to podnośniki mobilne, a osprzęt jest poruszany układem hydraulicznym. Wózki widłowe posiadają zwartą konstrukcję dzięki czołowemu mechanizmowi podnoszenia.



Rys. 4. Budowa czołowego mechanizmu podnoszenia [8]

1 - rama zewnętrzna; 2 - ramy wewnętrzne; 3 - para łańcuchów odpowiadająca za unoszenie karetki; 4 - prowadnice umożliwiające boczne rozsuwanie widel

Rozwiązanie stosowane w wózkach widłowych z powodzeniem może być wykorzystane w projektowanym podnośniku samochodowym.

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu rozwiązań urządzeń serwisowych opracowano założenia do koncepcji podnośnika hydraulicznego. Projektowana konstrukcja powinna charakteryzować się:

1. wysoką mobilnością w tym zdolnością do przemieszczania się po drogach publicznych;
2. możliwością uniesienia samochodu niezdolnego do przemieszczenia się;
3. umiejscowieniem ramion podtrzymujących samochód w ten sposób aby jak najmniej zasłaniały jego podwozie, co ma na celu umożliwić demontaż kół, układu wydechowego, skrzyni biegów itp.;
4. wysoką statecznością także w warunkach terenowych oraz przy obniżonej nośności gruntu;
5. kompaktowością - możliwość składania mechanizmu podnoszenia oraz podpór do pozycji transportowej tak, aby nie przekraczać wymiarów dopuszczalnych pojazdu poruszającego się po drodze publicznej.

Najkorzystniejszym rozwiązaniem będzie połączenie mechanizmu podnoszenia wózka widłowego (maszt, rama, karetki), teleskopowego siłownika hydraulicznego oraz regulowanych ramion stosowanych w podnośnikach kolumnowych. Mechanizm masztowy powinien pozwolić na podniesienie bryły samochodu na wysokość nie mniejszą niż 1800 mm. Dodatkowo należy zastosować rozkładane boczne podpory konstrukcji podnośnika, aby zapobiec możliwości utraty stateczności.

2. Założenia projektowe

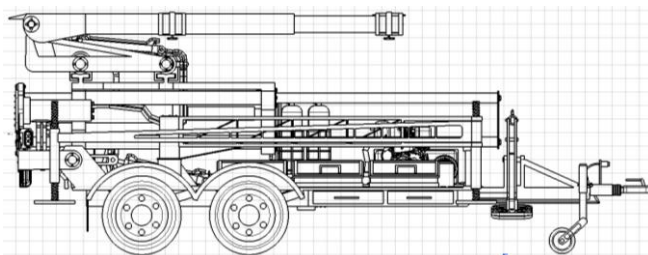
Projektowany podnośnik serwisowy zamontowany na przyczepie musi spełniać wymagania zawarte w „Obwieszczeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 27 października 2016 r., w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia” [1].

Na podstawie powyższego określono najważniejsze parametry projektowanego urządzenia przedstawione poniżej:

1. maksymalna wysokość: 4000 mm;
2. maksymalna szerokość: 2500 mm;
3. maksymalna długość przyczepy: 12000 mm;
4. maksymalna długość (pojazd silnikowy plus przyczepa): 18750 mm;
5. maksymalny nacisk na oś: 10000 kg;
6. dopuszczalna masa całkowita dla przyczepy jednoosiowej z hamulcami: 3500 kg.

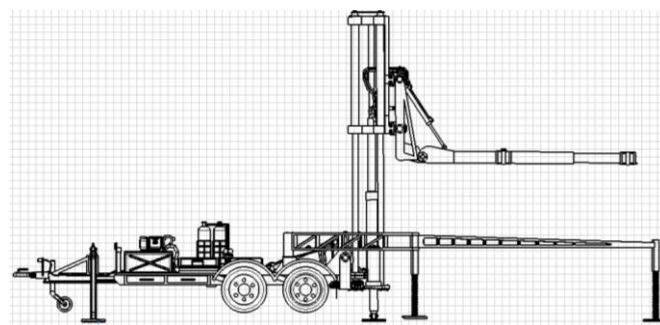
Na podstawie dokonanego przeglądu oraz uwzględniając przepisy prawne opracowano koncepcję podnośnika samochodowego, który umieszczono na podwoziu przyczepy samochodowej. Przy-

czego wyposażona zostanie w podpory główne (poziomujące) oraz podpory stabilizujące. Osprzęt roboczy podnośnika będzie składany do pozycji transportowej oraz rozkładany do pozycji roboczej. Źródłem napędu będzie silnik spalinowy umieszczony w przedniej części przyczepy, który będzie napędzać układ hydrauliczny oraz elektryczny.



Rys. 5. Widok ogólny podnośnika w położeniu transportowym

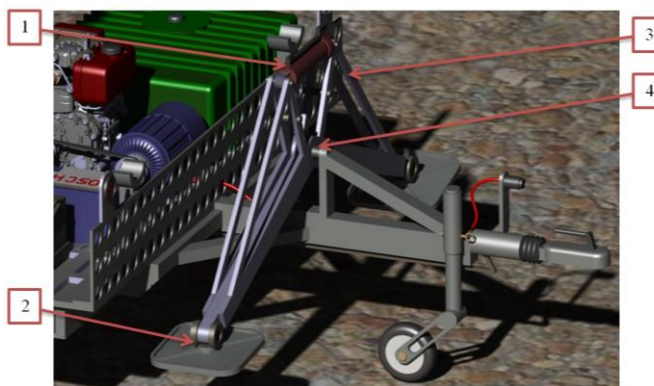
Ruch poszczególnych elementów będzie realizowany za pomocą siłowników hydraulicznych. Ogólny widok podnośnika w położeniu transportowym przedstawiono na rysunku 5. Położenie robocze podnośnika przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Położenie robocze podnośnika

Główne elementy układu hydraulicznego tzn. pompa, zbiornik i rozdzielacz znajdują się tuż obok silnika spalinowego i będą stanowiły przeciwwagę dla osprzętu roboczego, znajdującego się w tylnej części platformy.

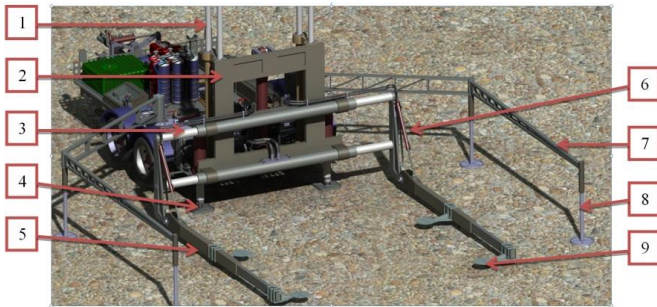
W celu wypoziomowania urządzenia w położeniu roboczym podwozie podnośnika zostanie wyposażone w podpory znajdujące się w tylnej i przedniej części przyczepy. Podpora (rys. 7) w przedniej części posiadać będzie budowę dwuczłonową połączoną wahlawie z ramą przyczepy.



Rys. 7. Położenie robocze podnośnika

1 - siłownik podparcia przedniego, 2 - stopa podparcia przedniego, 3 - ramiona podparcia przedniego, 4 - oś obrotu podparcia przedniego

Podczas podnoszenia cała konstrukcja będzie podparta w ten sposób w trzech miejscach, dwóch znajdujących się z tyłu platformy i jednym z przodu.



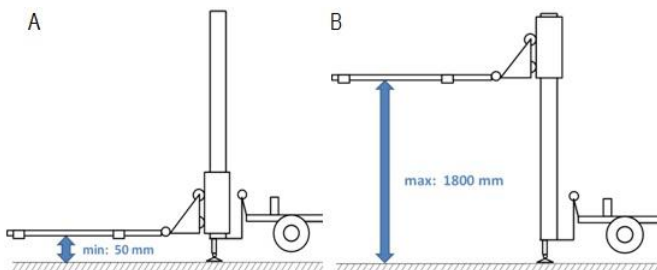
Rys. 8. Widok osprzętu podnośnika

1 - prowadnice masztu, 2 - karetki, 3 – siłowniki zmiany rozstawu ramion, 4 - stopy podpór głównych (tylnych), 5 - ramię podnośnika, 6 - siłowniki rozkładania ramion; 7 - podpora stabilizująca, 8- stopy podpór stabilizujących, 9- podchwyt samochodowy

Dodatkowo podwozie podnośnika wyposażone będzie w podpory pomocnicze mające zapewnić wysoką stabilność urządzenia (rys. 8). Składają się one z 4 części: dwóch kratownic połączonych sworzniem oraz dwóch śrubowych stóp. Podpory będą rozkładane ręcznie przez operatora.

Głównym elementem roboczym podnośnika jest karetki z ramionami o hydraulicznie regulowanym rozstawie. Do karetki przymocowane są dwie prowadnice. Znajdujący się w nich siłownik wymusza przemieszczanie się ramion w kierunku bocznym. Karetki jest unoszona na odpowiednią wysokość za pomocą siłownika teleskopowego. Przemusza się ona wzdłuż czterech prowadnic. Zastosowanie czterech prowadnic usztywnia konstrukcję masztu co pozwala na przenoszenie większych obciążeń.

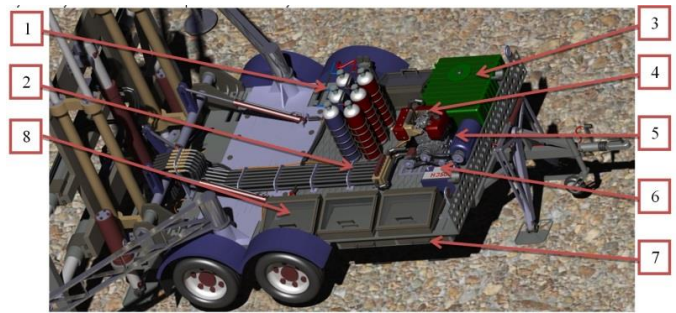
Na rysunku 9 przedstawiono minimalny i maksymalny wysięg podnośnika. Minimalny prześwit obsługiwanego pojazdu wynosi 100 mm.



Rys. 9. Zasięg podnoszenia

a - wysokość minimalna (około 50 mm), b - maksymalna wysokość podnoszenia (1800 mm)

Podnośnik oprócz swojego głównego osprzętu roboczego będzie wyposażony w dodatkowe urządzenia i narzędzia, które mogą być wykorzystane w naprawie pojazdu.



Rys. 10. Proponowane rozmieszczenie wyposażenia (widok ogólny)
1 - butle z gazami spawalniczymi, 2 – elementy układu hydraulicznego (rozdzielacz, przewody), 3 - zbiornik z olejem hydraulicznym, 4 - silnik spalinowy, 5 - generator prądu, 6 - akumulator 12V, 7 - szuflady narzędziowe, 8 - skrzynie narzędziowe

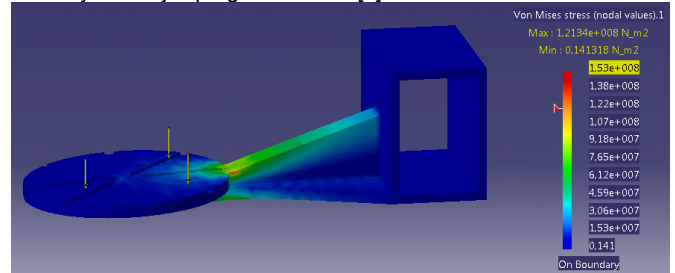
Przewiduje się umieszczenie generatora prądu przemiennego, sprężarki, sprzętu spawalniczego i inne narzędzia elektryczne i ręczne. Przykładowa koncepcja rozmieszczenia niektórych z wyżej wymienionych elementów została przedstawiona na rysunku 10.

3. Wybrane analizy wytrzymałościowe projektowanego podnośnika

Analizie wytrzymałościowej zostały poddane kluczowe elementy konstrukcji takie jak podchwyt, karetki, maszt, prowadnice, belki nośne, rami podpór zabezpieczających, śruby podpór, sworznie.

Istotnym elementem, który trzeba było poddać analizie wytrzymałościowej jest podchwyt, na którym będzie spoczywała część masy samochodu. Cały podnośnik posiada cztery takie podchwyt. Ich rozmieszczenie widoczne jest na rysunku 8.

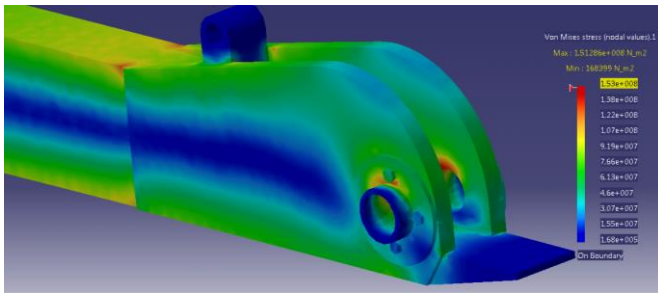
Podchwyt są rozmieszczone pomiędzy osiami samochodu. Założono, że obciążenie będzie miało charakter statyczny, oraz że podchwyt będą obciążone jednakowo. Jako materiał przyjęto stal S235. Na rysunku 11 przedstawiono wyniki analizy numerycznej MES wykonanej w programie Catia [5].



Rys. 11. Analiza MES podchwytu podnośnika

Maksymalne naprężenia występujące w badanym elemencie nie przekraczają 121 MPa, co jest wartością dopuszczalną ($k_g = 153$ MPa).

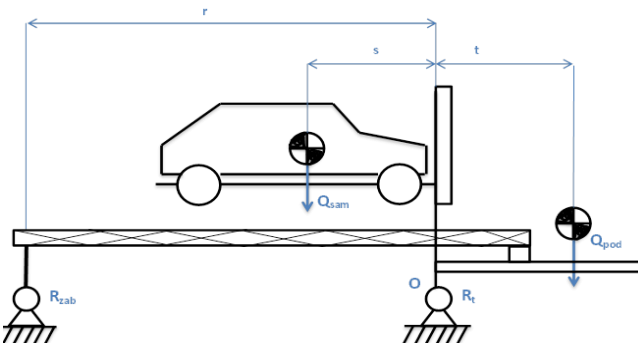
Następnym elementem, który poddano analizie wytrzymałościowej jest belka ramienia podnośnika rys 12.



Rys. 12. Analiza MES ramienia podnośnika

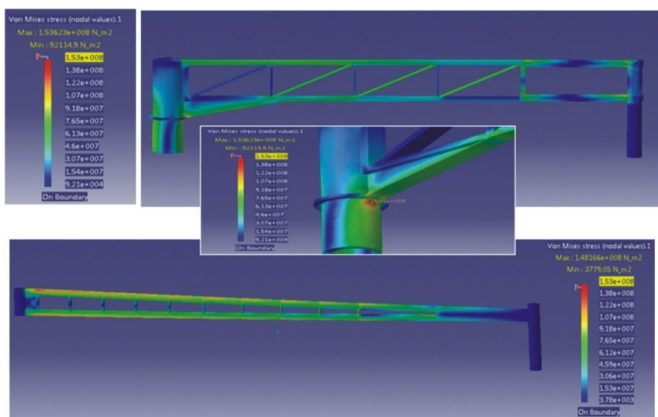
Podnośnik posiada dwie takie belki (po obu stronach). Jako obciążenie przyjęto połowę ciężaru podnoszonego samochodu czyli 15 kN. Siła jest przyłożona na końcu belki. Przekrój stanowi kształtownik zamknięty prostokątny. W jego środku przemieszcza się druga część ramienia o przekroju prostokątnym pełnym. Maksymalne naprężenia, po niezbędnych modyfikacjach ramienia, nie przekraczają 151 MPa.

Istotnymi elementami konstrukcji, które również zostały poddane analizie MES są ramiona stabilizujące. Do obliczeń przyjęto schemat obciążenia jak na rys. 13.



Rys. 13. Siły działające na ramię podpory zabezpieczającej

Przeprowadzona analiza wykazała, że naprężenia w żadnym miejscu poszczególnych elementów podpór stabilizujących nie przekraczają dopuszczalnych 153 MPa (rys.14).

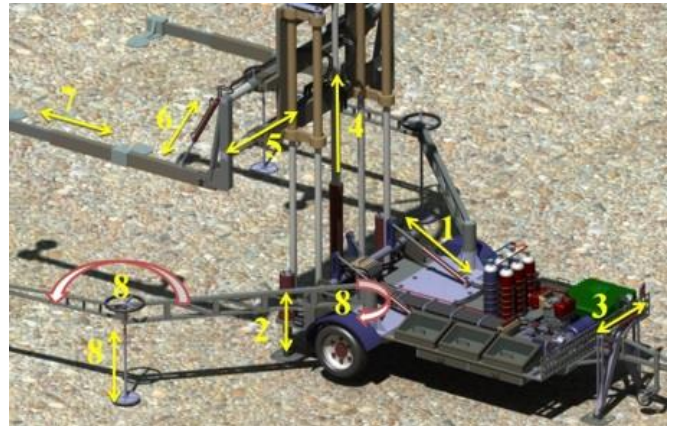


Rys. 14. Analiza MES elementów podpory stabilizującej

Posługując się programem Catia oszacowano masę całej konstrukcji na poziomie 2700 kg. Jest to masa całego osprzętu podnośnika. Zgodnie z założeniami konstrukcyjnymi masa całkowita urządzenia nie powinna przekraczać 3500 kg. Daje to 800 kg na masę podwozia, układu hydraulicznego, silnika oraz dodatkowego wyposażenia (narzędzia i sprzęt serwisowy).

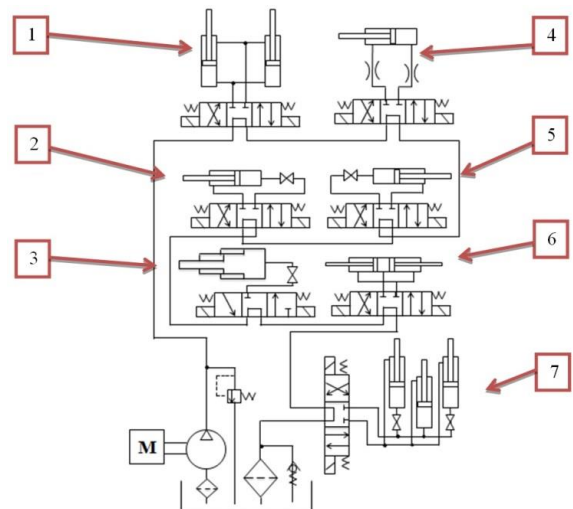
4. Wstępny projekt hydraulicznego układu napędowego

Na podstawie rozkładu sił działających na osprzęt roboczy oraz uwzględniając założenia odnośnie przyjętej kolejności wykonywanych ruchów roboczych podczas ustawiania urządzenia i przygotowania podnośnika do pracy opracowano hydrauliczny układ napędowy. Kolejność wykonywanych ruchów przy rozkładaniu podnośnika przedstawiono na rys. 15.



Rys.15. Kolejność wykonywanych ruchów przy rozkładaniu podnośnika

W wyniku przeprowadzonych obliczeń oraz doboru poszczególnych elementów [2, 3, 4] powstał układ hydrauliczny, którego schemat przedstawiono na rysunku 16. Odpowiednie działanie układu ma zapewnić pompa zębata o wydajności 17 [dm³/min].



Rys. 16. Schemat układu hydraulicznego

1 - rozkładanie ramion; 2 - opuszczanie/podnoszenie podpory głównej lewej; 3 - podnoszenie karetki; 4 - opuszczanie/podnoszenie podpory przedniej; 5 - opuszczanie/podnoszenie podpory głównej prawej; 6-regulacja szerokości ramion; 7- podnoszenie/opuszczanie maszty

Przyjęty układ hydrauliczny z założenia miał być maksymalnie uproszczony, a co za tym idzie tani w budowie, łatwy w obsłudze oraz podatny na ewentualne naprawy.

Podsumowanie

Zaprojektowany podnośnik posiada zdolność do przemieszczania się po drogach publicznych oraz możliwość uniesienia samochodu niezdolnego do przemieszczania się.

Ramiona podtrzymujące samochód zostały umiejscowione w ten sposób, aby jak najmniej zasłaniały jego podwozie, dając

możliwość demontażu każdej części. Dodatkowo ramiona posiadają duży zakres ruchu dzięki czemu mogą się dostosować do różnych pojazdów – samochody osobowe, lekkie dostawcze, quady i inne.

Zastosowano podpory stabilizujące obiekt (podnośnik - samochód). Umożliwiają one zwiększenie maksymalnego udźwigu oraz poprawiają stateczność.

Rozmiary urządzenia są zgodne z przepisami normatywnymi.

Podnośnik posiada własne źródło napędu układu hydraulicznego - silnik spalinowy.

Na platformie podnośnika znajduje się wystarczająco dużo miejsca, aby zamieścić dodatkowe wyposażenie takie jak: szuflady i skrzynie narzędziowe, instalację do spawania gazowego, instalację wysokiego napięcia.

Została przeprowadzona wstępna optymalizacja rozmiarów poszczególnych elementów konstrukcji w celu zapewnienia jak najniższej masy przy zachowaniu wymaganej wytrzymałości. Masa podnośnika wynosi w przybliżeniu 3500 kg.

Każda z podpór głównych jest sterowana oddzielnie, przez co istnieje możliwość dokładnego wypoziomowania konstrukcji podnośnika (w zależności od potrzeb).

Podnośnik może być wykorzystywany w mobilnych serwisach oraz przez różne służby techniczne.

Bibliografia:

1. Adamczyk A. „Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa” Warszawa 2016
2. Lipski J. „Hydrauliczne urządzenia” Warszawa 1968

3. Pronar Sp. z o.o. „Katalog wyrobów pneumatyki i hydrauliki” Narew 2018
4. <http://www.hafner.pl/silowniki-tloczyskowe/seria-solid>
5. <https://helion.pl/ksiazki/catia-wykorzystanie-metody-elementow-skoczonych-w-obliczeniach-inzynierskich-krzysztof-sokol,catwym.htm#format/d>
6. <https://www.ceneo.pl/oferty/podnosnik-nozycowy>
7. <http://www.sosnowski.pl/pl/products/9/finkbeiner-fhb-3000>
8. <http://softwareall.info>
9. <http://www.sksservice.pl/124,atl-tch-sae-40>.

The concept of a hydraulic service lift with an internal combustion drive with a lifting capacity of 30 kN

The article discusses the concept of a mobile service lift. It is equipped with a hydraulic working system with an internal combustion drive. The lift is designed for mobile services serving passenger cars, small vans and other vehicles.

Keywords: lifts, vehicle repairs.

Autorzy:

dr inż. **Paweł Marecki** – Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny w Warszawie, pawel.marecki@wat.edu.pl.

mgr inż. **Adam Stanio** – Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny w Warszawie.