

Agata GUZIK, Katedra Mechaniki Stosowanej, Politechnika Śląska
Michał BOBROWSKI, **Łukasz MAŃKA**, **Paweł PTAK**, **Michał SOWA**, **Sebastian KRAL**, **Maciej KIELAR**, **Waldemar BIELAMOWICZ**, **Daniel PIETRUSIŃSKI**, **Paweł KOKUŁA**, **Krzysztof KRUKOWSKI**, **Mateusz DUDA**, Koło Naukowe Biomechaniki przy Katedrze Mechaniki Stosowanej Politechniki Śląskiej

MODERNIZACJA LEKKIEGO WÓZKA INWALIDZKIEGO DLA POTRZEB OSOBY Z USZKODZENIEM RDZENIA KRĘGOWEGO NA POZIOMIE L4 – L5

Streszczenie. Praca przedstawia etapy modernizacji lekkiego wózka inwalidzkiego napędzanego siłą mięśni, mające na celu ułatwienie lokomocji osoby z niedowładem kończyn dolnych spowodowanym uszkodzeniem rdzenia kręgowego, bądź w następstwie innych schorzeń. Prace polegały na zastosowaniu napędu elektrycznego wraz z odpowiednim układem sterowania. Głównym celem projektu była chęć pokazania tego, iż koszty związane z modernizacją są niewspółmiernie niższe od kosztów fabrycznego wózka inwalidzkiego z napędem elektrycznym.

1. WSTĘP

Wózek inwalidzki jest najczęstszym środkiem lokomocji (czasami jedynym) osób z porażeniem kończyn dolnych spowodowanym urazami kręgosłupa i nie tylko [2]. Dynamiczny rozwój przemysłu i środków komunikacji, jak również zwiększenie aktywności ludzi, spowodowały wzrost występowania urazów, których następstwem jest niedowład kończyn dolnych, a co za tym idzie niemożność samodzielnego poruszania się. W grupie użytkowników wózków inwalidzkich jest wiele osób, które z różnych powodów nie mogą same napędzać urządzeń. Dąży się do tego, aby osoby niepełnosprawne były samodzielne i w jak największym stopniu mogły poradzić sobie w normalnym życiu. Aby to umożliwić wielu producentów wózków inwalidzkich posiada w swoim asortymencie wózki napędzane silnikami elektrycznymi. Koszt takiego urządzenia jest bardzo wysoki, dlatego elektryczny wózek stał się swego rodzaju luksusem, na który stać niewielu niepełnosprawnych. Wcale tak nie musi być i głównie to chciano udowodnić tworząc niniejszy projekt. Niewiele trzeba, aby ze zwykłego wózka po kilku przeróbkach stworzyć elektromechaniczną konstrukcję, dzięki której osoba niepełnosprawna stanie się samodzielną i będzie mogła żyć o wiele wygodniej. Projekt ten został specjalnie przygotowany dla czternastoletniej dziewczyny, która w wyniku wypadku komunikacyjnego doznała uszkodzenia rdzenia kręgowego na poziomie L4 – L5 i w następstwie nie potrafi samodzielną się poruszać. Wszystkie prace zostały wykonane z myślą o tej osobie, ale z powodzeniem po niewielkich modyfikacjach urządzenie może być wykorzystywane przez wszystkie inne osoby niepełnosprawne, dla których niezbędnym narzędziem do poruszania się jest właśnie wózek inwalidzki.

2. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

Głównym założeniem projektu była minimalizacja kosztów, przy szczególnym zachowaniu najwyższych środków bezpieczeństwa podczas użytkowania wózka oraz jego długoletnia bezawaryjna praca. Mając do dyspozycji lekki wózek inwalidzki, należało także jak najmniej naruszać jego fabryczną postać, co pozwoliło otrzymać zwartą, wytrzymałą i w pełni funkcjonalną konstrukcję. Nową postać urządzenia należało dostosować, do wszystkich aktualnych norm odnoszących się do tego rodzaju urządzeń, przez zastosowanie napędu dającego odpowiednią prędkość użytkowania, a co za tym idzie bezpieczną eksploatację jak i odpowiedniego osprzętu potrzebnego do korzystania z urządzenia. Ostatnim etapem projektowania było wykonanie obliczeń weryfikujących wytrzymałość całej konstrukcji oraz analizę całego urządzenia przy pomocy metody elementów skończonych.

3. ETAPY PRAC

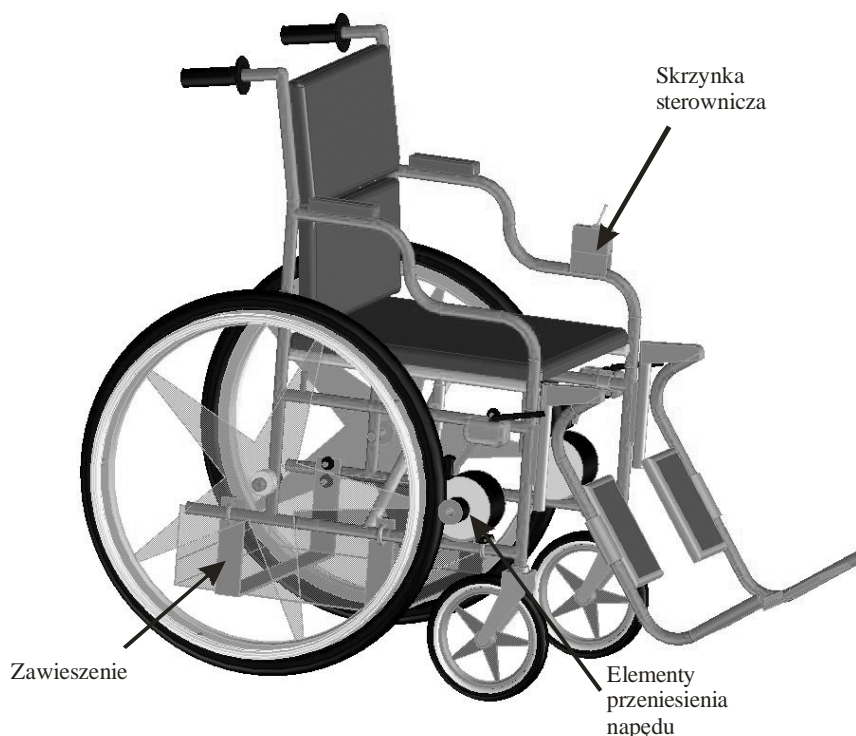
Materiałem wyjściowym do pracy był wózek inwalidzki napędzany siłą mięśni, do którego zostały dołączone w odpowiedni sposób silniki szeregowo prądu stałego o mocy 250W każdy. Jak widać na rys.1. jest to konstrukcja „lekka” nie posiadająca specjalnie masywnej konstrukcji.



Rys. 1. Lekki wózek inwalidzki

Na osiach silników zamocowano stalowe tuleje o średnicy zewnętrznej 25 mm, które następnie zostały pokryte warstwą gumy o grubości 10 mm, co dało zewnętrzną średnicę 45 mm. Każdy silnik został przymocowany za pomocą dwóch obejm do ramy wózka, tak, aby gumowy wałek przylegał do opony. Wykorzystując zjawisko tarcia gumowych tulei o opony kół urządzenie wprawiane jest w ruch. Dalszym etapem było wykonanie zawieszenia, które umożliwiło montaż elementów układów sterowania i układów mocy, łącznie z zasilaniem, które stanowi akumulator rozruchowy 12 V, o pojemności 92Ah. Podstawę obudowy wykonano z blachy aluminiowej A2, utwardzonej, o grubości 1,5 mm wygiętej w kształcie litery U. Całość zawieszono na dwóch płaskownikach o szerokości 40 mm i grubości 4 mm wygiętych na gorąco także na kształt litery U, do których została

zamocowana aluminiowa podstawa. Płaskowniki natomiast zostały podwieszane do ramy wózka, przy pomocy ścisków $\varnothing 7$ mm. [3] Na podstawie umieszczono dwa radiatory typu T3 o długości 330 mm każdy, do których przymocowano osiem tranzystorów mocy typu KD502, które są sterowane z elektronicznego układu sterowania. Pomiędzy radiatorami znajduje się akumulator. Po zewnętrznej stronie każdego z radiatorów znajdują się przełączniki typu R15, oraz elektroniczne układy sterowania, a także przełącznik 35A, który w całym układzie działa jak wyłącznik główny, sterowany za pomocą stacyjki. Na przedniej ścianie obudowy zamocowano gniazda do podłączenia silników, ładowania akumulatora i gniazdo LPT do podłączenia skrzynki sterowniczej z joystickiem. Skrzynka sterownicza zamontowana jest na ramce lewego podłokietnika (osoba jest leworęczna). Za pomocą joysticka oraz klawiszy zamontowanych na skrzynce, steruje się wszystkimi funkcjami urządzenia, do których można zaliczyć: jazdę w przód, w tył, skręcanie (obracanie wokół własnej osi), skręcanie podczas jazdy (duży promień skrętu). Elementy, które zostały dodane do wejściowej konstrukcji przedstawiono na rys. 2. Urządzenie posiada możliwość płynnej regulacji prędkości jazdy przy pomocy potencjometru. Przyciskami znajdującymi się na panelu można włączać i wyłączać światła i kierunkowskazy, a także światła awaryjne. Stan naładowania akumulatora wskazywany jest przez woltomierz diodowy. Uruchomienie głównego zasilania następuje przez przekręcenie kluczyka w stacyjce. Z tyłu wózek dodatkowo został wyposażony w optyczny czujnik odległości, który ułatwia jazdę w tył, przez co manewr ten został bardzo ułatwiony.

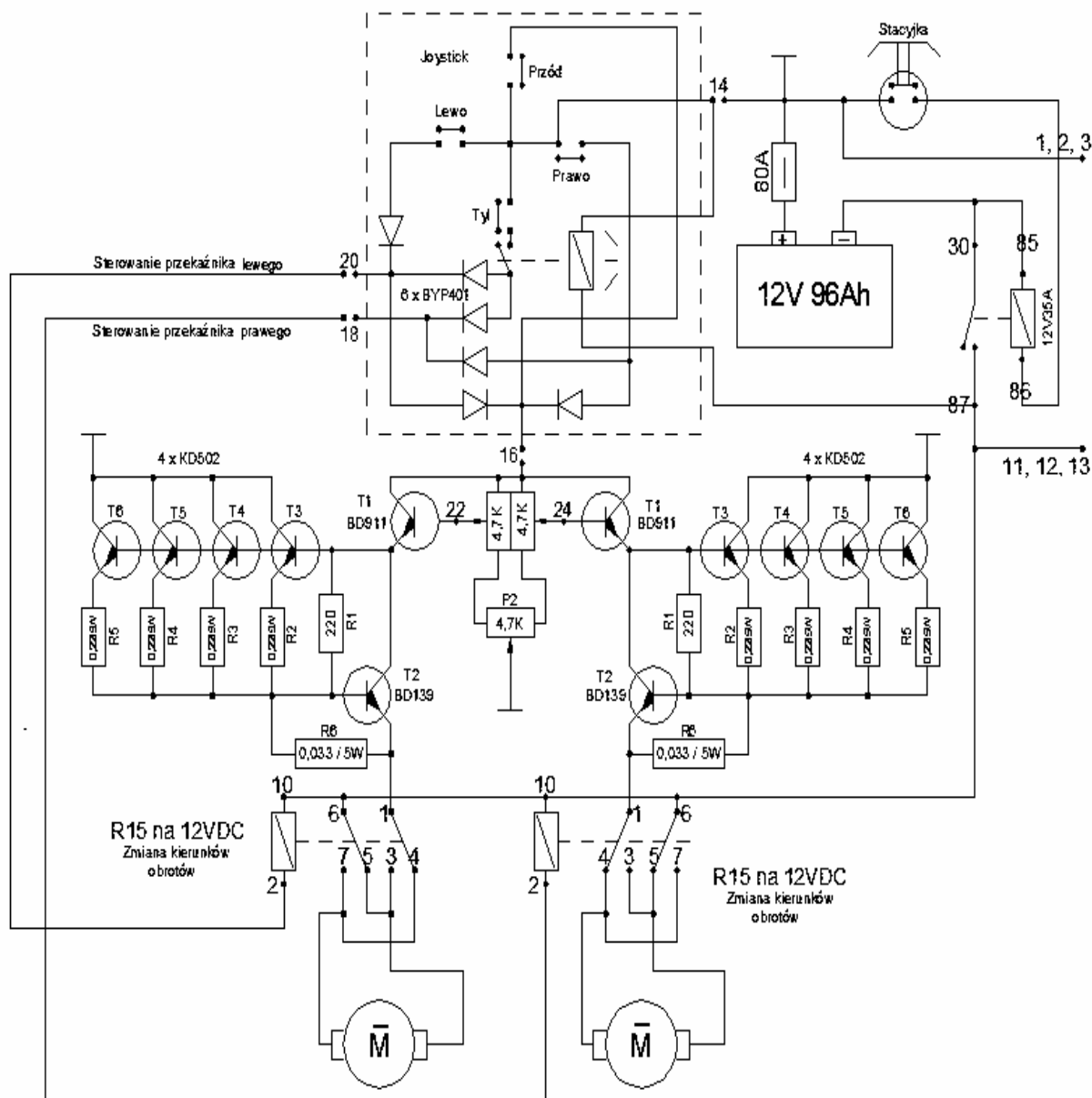


Rys. 2. Widok wózka po wykonaniu wszystkich prac związanych z modernizacją

4. UKŁAD STEROWANIA

Układ został opracowany dla wózka napędzanego dwoma silnikami, z których każdy napędza jedno koło. Takie rozwiązanie napędu gwarantuje doskonałą manewrowość wózka. Kierowanie wózkiem odbywa się przy pomocy jednej ręki. Funkcję kierownicy spełnia joystick, przeznaczony do ciągłego jego trzymania w czasie jazdy. Jego puszczenie powoduje natychmiastowe wyłączenie napędu. Ma to szczególne znaczenie w przypadku, gdy

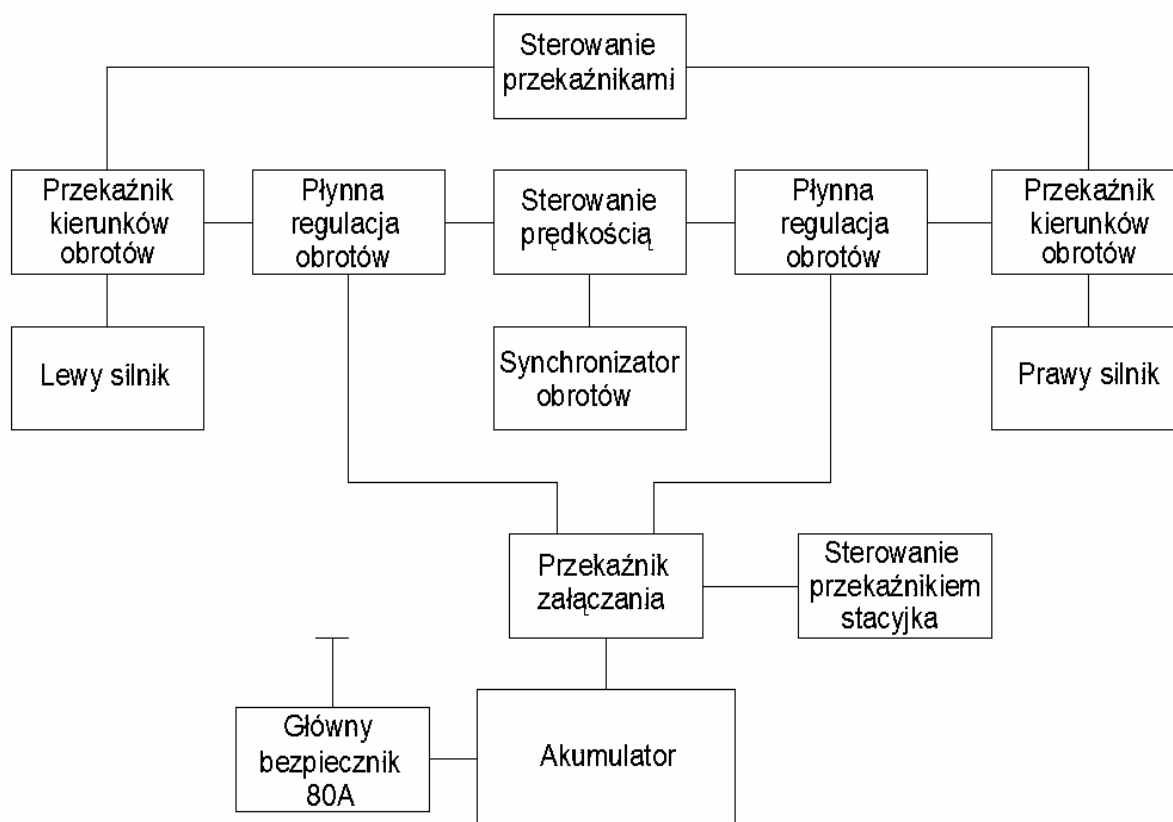
użytkownik wózka cierpi na chwilowe utraty przytomności, bądź chwilowe niedyspozycje spowodowane swym stanem zdrowia i jest swego rodzaju zabezpieczeniem przed niechcianymi ruchami.



Rys. 3. Schemat strukturalny układu sterowania

Część elektroniczna składa się z modułu sterowania i z czterech tranzystorów mocy typu KD502 o mocy 150 W i 15 A każdy, co daje łączną moc 600 W i 60 A na jeden silnik. Dla równego rozkładu prądów płynących przez tranzystory włączono w ich emiterach pięciowatowe rezystory o oporności 0,22 Ω każdy. Tranzystor T2 pełni funkcje zabezpieczenia silnika przed wymuszaniem się nadmiernie dużego prądu, a tym samym jego przegrzaniem. Nie dopuszcza on do przepływu prądu o wartości wyższej niż 1,2 maksymalnego prądu silnika. Schemat połączenia poszczególnych elementów przedstawia rys. 3. Działanie układu przedstawia się w następujący sposób: Gdy prąd płynący przez silnik wzrośnie do odpowiedniej wartości (1,2 x maksymalny prąd silnika) nastąpi wysterowanie tranzystora T2. Spowoduje to zmniejszenie oporności łączy kolektor – emiter i tym samym zmniejszenie napięcia na bazie tranzystorów T3, T4, T5, T6, co z kolei spowoduje ich przytkanie i zmniejszenie prądu przepływającego przez silnik. Tranzystor T1 wraz

z równolegle połączonymi tranzystorami T3, T4, T5 i T6 pełni rolę wzmacniacza prądowego (układ Darlingtona). Baza tranzystora T1 sterowana jest za pomocą potencjometru liniowego, umożliwiając płynną regulację prędkości jazdy. Potencjometr P2 umożliwia płynną regulację rozkładu napięcia pomiędzy silnikami. Takie rozwiązanie umożliwia skręcanie podczas jazdy na wprost i w tył po odpowiednio dużym łuku, według potrzeb. Obracanie wózka w miejscu jest realizowane poprzez zmianę biegunowości napięcia za pomocą przełącznika R15. Tranzystory mocy umieszczono na radiatorach (bez podkładek izolacyjnych), a radiatory przymocowano do podstawy aluminiowej [1].



Rys.4. Schemat blokowy układu sterowania

Montaż tranzystorów na radiatorach, bez izolacji, był możliwy, ponieważ biegun dodatni akumulatora znajduje się na obudowie wózka, a biegun ujemny poprowadzony został przewodami. Takie rozwiązanie jest bardzo korzystne z punktu widzenia odprowadzania ciepła wydzielanego przez tranzystory mocy. Schemat blokowy przedstawiony na rys. 4 przedstawia zasadę działania układu sterowania. Ponadto wózek został wyposażony w oświetlenie przednie i tylne, kierunkowskazy, a także światła awaryjne. Sterowanie oświetleniem odbywa się z pulpitu sterowniczego. Ponadto wózek został wyposażony w optyczny czujnik zbliżeniowy, umieszczony z tyłu, który wyłącza zasilanie silników, gdy za wózkiem znajduje się przeszkoda, w odległości nie większej niż 200 mm. Realizowane jest to poprzez wewnętrzny styk czujnika NZ, który rozłącza odpowiedni styk w joysticku [1].

5. WYKAZ KOSZTÓW MODERNIZACJI

W tabeli 1 pokazano wykaz kosztów poszczególnych części projektu. Ceny te są cenami detalicznymi.

Tabela 1. Wykaz kosztów modernizacji

Lp.	Wykaz elementów	Cena [zł]
1	Silniki	370
2	Układ mocy	700
3	Układ sterowania	200
4	Zawieszenie	130
5	Osprzęt	100
S U M A		1500

6. PODSUMOWANIE

Jak można zauważyć koszt przeróbek nie jest bardzo wysoki i mógłby być jeszcze niższy, gdyby wszystkie potrzebne elementy były zakupione po cenach hurtowych. W niniejszym projekcie pokazano, iż niewielkim nakładem kosztów można wykonać w pełni mechaniczny wózek inwalidzki, który może odbiega od fabrycznych względami estetycznymi, ale spełnia swoje funkcje i z powodzeniem może służyć osobie niepełnosprawnej przez wiele lat.

LITERATURA

- [1] „Radioelektronik” artykuł pt. Sterowanie elektrycznego wózka inwalidzkiego; 4-5/82
- [2] Dega W.: Ortopedia i rehabilitacja, PZWL Warszawa 1968
- [3] Dietrich M.: Podstawy konstrukcji maszyn, Tom 2, WNT, 2003

MODERNIZATION OF LIGHT WHEEL-CHAIR FOR A PERSON WITH INJURY OF SPINAL CORD ON THE L4-L5 SEGMENT

Abstract. Paper presents modernization stages of light wheel-chair driven by force of muscles in order to facilitate a locomotion of a paraplegic person after spinal cord injuries or other traumas. In the project of wheel-chair electrical drive with applicable control system was used. The main aim of that project was to show that modernization costs are incomparably lower than costs of ready-made wheel-chair with electrical drive.