

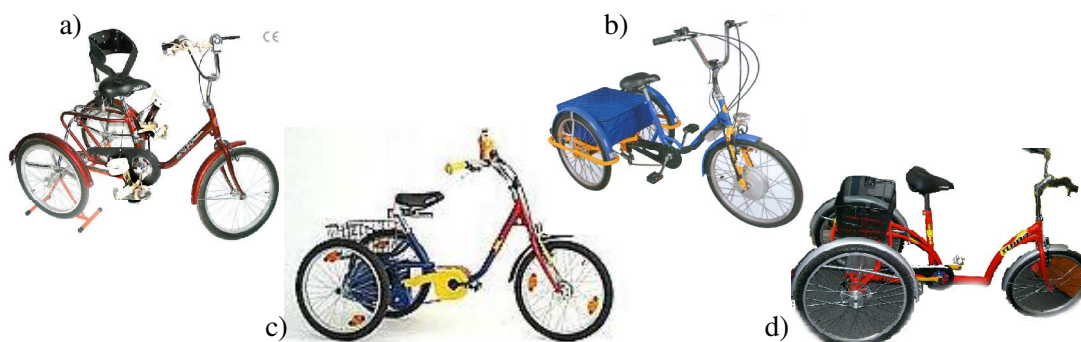
Wojciech WOLAŃSKI, Katedra Mechaniki Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice
Sylwester MATEJA, Koło Naukowe Biomechaniki przy Katedrze Mechaniki Stosowanej,
Politechnika Śląska, Gliwice
Piotr SROCZYŃSKI, Ortolan Sp. z o.o., Przedsiębiorstwo obrotu i produkcji urządzeń
rehabilitacyjnych, Katowice

PROJEKTOWANIE ROWERU REHABILITACYJNEGO DLA DZIECI NIEPEŁNOSPRAWNYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono propozycję trójkołowego roweru dla dzieci niepełnosprawnych wspomagającego ich rehabilitację. Projekt został wykonany w programie Inventor, natomiast obliczeń wytrzymałościowych dokonano w systemie ANSYS. Projekt zrealizowano we współpracy z firmą Ortolan.

1. WSTĘP

Rowerzy trójkołowe są grupą rowerów, które mogą być przeznaczone do rehabilitacji osób z różnymi schorzeniami układu ruchu. Znajdują zastosowanie u osób: chorych na stwardnienie rozsiane, po udarach mózgu i rdzenia kręgowego, z polineuropatią, ze schorzeniami zwyrodnieniowymi i zapalnymi kończyn dolnych. Również mogą z nich korzystać osoby z chorobami reumatoidalnymi, po protezoplastyce kończyn dolnych, z wszelkiego rodzaju schorzeniami wymagającymi rehabilitacji kończyn dolnych. Polecane są także dla osób starszych dla ułatwienia w poruszaniu się. Zajęcia, wykorzystujące rowery trójkołowe podczas rehabilitacji, nazywane są cykloterapią. Ta forma przywracania sprawności kończynom dolnym znajduje coraz większe uznanie wśród fizjoterapeutów, gdyż ćwiczenia w nieznacznym stopniu obciążają układ krążenia, wpływają korzystnie na zmniejszenie tkanki tłuszczowej i zrównoważenie zaburzeń neurovegetatywnych [3].



Rys.1. Rowery trójkołowe dziecięce oferowane na rynku przez:
a) Misiarz, b) Acumobile, c) Draisin, d) Ortolan

Obecnie na rynku polskim istnieje kilka firm, zajmujących się projektowaniem i produkcją trójkołowców, należą do nich m.in. Draisin, Acumobile, Misiarz i Ortolan. Ponieważ zakładów tych nie jest zbyt wiele, a zapotrzebowanie na tego typu sprzęt wciąż rośnie,

postanowiono podjąć próbę zaprojektowania roweru trójkołowego dla dzieci, który ułatwiłby im rehabilitację, a także był przyjemnym i miłym środkiem transportu.

2. PROJEKT ROWERU REHABILITACYJNEGO

2.1. Założenia projektowo-konstrukcyjne

Analiza potrzeb dzieci niepełnosprawnych i przegląd dostępnych na rynku rowerów trójkołowych przeznaczonych dla tych dzieci, pozwoliły na opracowanie założeń projektowo-konstrukcyjnych. Podstawowym założeniem było zastosowanie w projekcie mało spotykanego w innych rowerach trójkołowych mechanizmu różnicowego, umożliwiającego łatwiejsze sterowanie rowerem. Zastosowanie tego mechanizmu dało możliwość uniezależnienia od siebie prawej i lewej półosi przekazujących napęd. Dzięki temu można uzyskać pochylenie tylnych kół, jak w sportowych wózkach inwalidzkich, co pokazano na rysunku 4.

Pochylenie tylnych kół o 10 stopni względem podłoża zapewnia większą sterowność pojazdu, dodatkowo ułatwia manewrowanie rowerem, a także sprawia, że rower staje się bardziej stabilny, a co za tym idzie jest mniej podatny na przewracanie się przy gwałtownych skrętach. Poniżej pokazano gotowy projekt roweru trójkołowego dla niepełnosprawnych dzieci w dwóch wariantach konstrukcyjnych. Na rysunku 2 pokazano rower w wariacie z tylnymi kołami usytuowanymi pionowo, natomiast na rys.3 z kołami ustawionymi skośnie.



Rys.2. Projekt roweru trójkołowego dziecięcego z kołami pionowymi



Rys.3. Projekt roweru trójkołowego dziecięcego z kołami skośnymi



Rys.4. Położenie kół względem podłoża: a) pionowe, b) skośne

Drugim założeniem była uniwersalność konstrukcji rowerka, która umożliwiałaby rodzicom dzieci niepełnosprawnych na ograniczenie dodatkowych kosztów związanych z okresową wymianą środka transportu powodowanego wzrostem dziecka. Dlatego też zaprojektowany rower posiada możliwość regulacji długości ramy, co sprawia, że „rośnie” on wraz z dzieckiem. Na rysunku 5 przedstawiono mechanizm regulacji wielkości ramy rowerku.



Rys.5. Mechanizm umożliwiający regulację długości ramy

Ostatnim, lecz nie mniej ważnym, założeniem był wygląd rowerka, który miał być oryginalny i przyjemny w użytkowaniu. Inspirację do zaprojektowania obecnego kształtu ramy stanowiła natura, a mianowicie łabędzie – symbole gracji i piękna. Poniżej na rysunku 6 porównano kształt ramy rowerka z łabędziem.



Rys.6. Porównanie ramy roweru z łabędziem

2.2. Urządzenia dodatkowe

Dostępne na rynku rowery rehabilitacyjne proponowane są wraz z urządzeniami, mającymi na celu zapewnienie bezpieczeństwa osobom niepełnosprawnym, a także dodatkowego wspomagających ich rehabilitację podczas zajęć cykloterapii. Są to wszelkiego rodzaju stabilizatory kończyn i kręgosłupa. Produkowane są one zazwyczaj przez firmy zajmujące się projektowaniem i wytwarzaniem rehabilitacyjnych rowerów trójkołowych. Poniżej przedstawiono przykłady takich urządzeń.



Rys.7. Urządzenia wspomagające zabiegi cykloterapii [4]

W prezentowanym projekcie również uwzględniono możliwość stosowania urządzeń stabilizujących, a także dostosowania roweru do indywidualnych potrzeb użytkownika. Wersja standardowa proponowana jest z pedałami zaopatrzonymi w noski, które zapobiegają zsunięciu się z nich stóp, a pozostałe urządzenia wspomagające są montowane na specjalne zamówienie.

2.3. Analiza wytrzymałościowa ramy

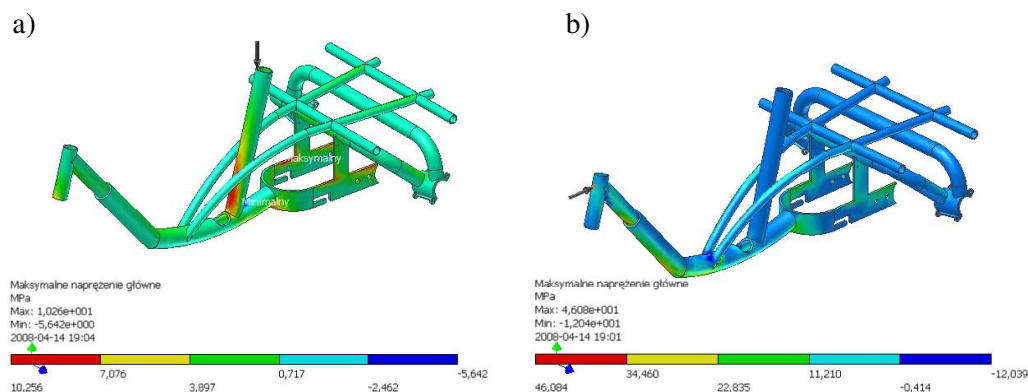
Najbardziej newralgiczną częścią każdego urządzenia, które ułatwia poruszanie się osobom niepełnosprawnym (wózki inwalidzkie, balkoniki, rowerki itd.), jest jego rama. Przenosi ona największe obciążenia w całym układzie i jest najbardziej podatna na wszelkiego rodzaju uszkodzenia. Dlatego też w niniejszym projekcie dokładnej analizie wytrzymałościowej poddano jedynie konstrukcję ramy. Analiza ta została przeprowadzona w programie ANSYS. Materiałem, który zaproponowano na wykonanie ramy jest stal niestopowa o właściwościach przedstawionych w tabeli 1. a do obliczeń przyjęto, że jest:

- liniowy;
- jednorodny;
- izotropowy.

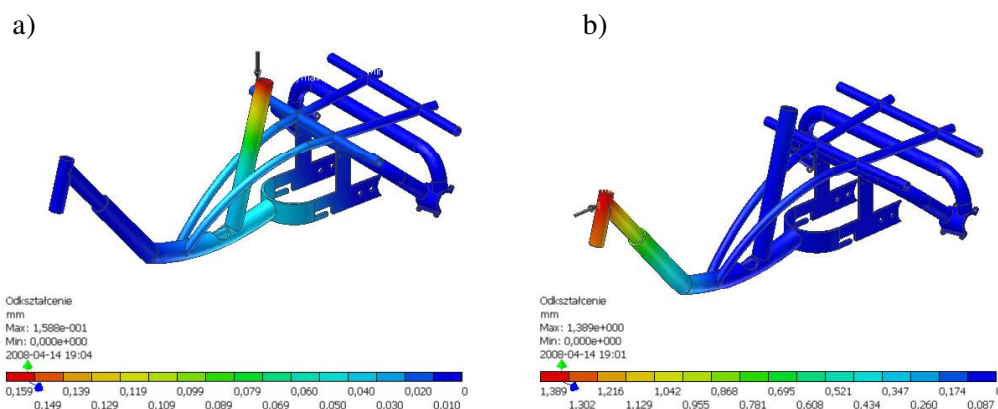
Tabela 1. Właściwości stali, z której wykonana została rama

Właściwości stali	Wartość
Moduł Younga	$2,1 \cdot 10^5$ MPa
Współczynnik Poissona	0,3
Gęstość masy	7,85 kg/m ³
Granica plastyczności	207 MPa
Wytrzymałość na rozciąganie	345 MPa

Badania zostały przeprowadzone zgodnie z normą PN-EN 14765:2007, dotyczącą rowerów dziecięcych, która narzuca wykonanie obliczeń wytrzymałościowych konstrukcji dla dwóch wariantów obciążenia. W pierwszym z nich wartość siły 600N przykładana jest do główki ramy. W drugim natomiast siła o wartości 300N została przyłożona do sztycy, prostopadle do podłoża. Poniżej przedstawiono graficzną reprezentację zadawanych obciążeń oraz rozkład otrzymanych naprężeń i odkształceń ramy dla obydwu próbach.



Rys.8. Rozkład naprężeń występujących w ramie podczas działania siły:
a) przyłożonej do sztycy, b) przyłożonej na główkę



Rys.9. Odkształcenia ramy wywołane działaniem siły:
a) przyłożonej do sztycy, b) przyłożonej na główkę

3. WNIOSKI

Na polskim rynku funkcjonuje bardzo mało firm, zajmujących się produkcją rowerów niestacjonarnych, wspomagających rehabilitację. Dlatego też realizacja projektu jest jak najbardziej uzasadniona, a wręcz konieczna. Cykloterapia jest dziedziną, dającą bardzo dobre efekty w rehabilitacji, gdyż wykonywanie ćwiczeń w plenerze zapewnia korzystniejsze warunki psychiczne pacjentom, a co za tym idzie podczas nich milej spędzają czas.

Zaproponowany w pracy projekt roweru, ze względu na kształt ramy sprawia, że jest on alternatywną metodą dla dzieci niepełnosprawnych w ich rehabilitacji, a atrakcyjny wygląd sprawi, że chętniej będą uczestniczyć w tych zajęciach. Materiał, z którego wytwarzana

będzie rama, jest ogólnodostępny i dość powszechny wśród firm zajmujących się produkcją rowerów, co umożliwi uzyskanie stosunkowo niewielkich kosztów produkcji.

Z przedstawionej analizy wytrzymałościowej można zauważyć, że uzyskane największe naprężenia nie będą powodować trwałych odkształceń i nie stanowią zagrożenia dla życia i zdrowia osób, mających korzystać z projektowanych rowerków. Świadczy o tym wyznaczony przez program ANSYS współczynnik bezpieczeństwa. W newralgicznych miejscach przy łączeniach sztycy podsiodełkowej z ramą i przy mechanizmie regulacji długości ramy osiąga on wartość 10, co oznacza, że otrzymane największe naprężenia są dziesięciokrotnie mniejsze, niż dopuszczalne.

Ponieważ rower, będący przedmiotem tego projektu, realizowany jest we współpracy z firmą, mającą zamiar wprowadzić go na rynek, istnieje duża szansa, że zostanie wytworzony prototyp. Pozwoli to na doświadczalną weryfikację jego wytrzymałości i ocenę skuteczności rehabilitacji dzieci niepełnosprawnych.

LITERATURA

- [1] Dobrzański L.: Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo. WNT, Warszawa 2002.
- [2] Kiwerski J.: Rehabilitacja Medyczna. PZWL, Warszawa 2005.
- [3] Hambly K.: Cycling for knee rehabilitation. (<http://www.kneeguru.co.uk>, 10.04.2008).
- [4] <http://www.draisin.com/pl/index.htm>, (10.04.2008).

PROJECT OF TRICYCLE FOR DISABLED CHILDREN'S REHABILITATION

Summary. This paper is presented the project of tricycle for disabled children, which is designed to rehabilitation them. Mechanical side of this project was made with Inventor 11, but stress and strain of frame was obtained with ANSYS. The project was realized in cooperation with a Ortolan Corporation.