

Joanna HAMERA¹, Bożena GZIK-ZROSKA², Sławomir SUCHOŃ², Michał BURKACKI²

¹SKN „Biokreatywni”, Wydział Inżynierii Biomedycznej, Politechnika Śląska, Zabrze

²Katedra Biomechatroniki, Wydział Inżynierii Biomedycznej, Politechnika Śląska, Zabrze

KONCEPCJA URZĄDZENIA TRENINGOWEGO DLA OSÓB NIEPEŁNOSPRAWNYCH

Streszczenie: W pracy przedstawiono koncepcję konstrukcji i model bryłowy urządzenia treningowego i rehabilitacyjnego dla osób niepełnosprawnych, ze szczególnym uwzględnieniem osób poruszających się na wózku inwalidzkim. Projekt został wykonany w programie Autodesk Inventor.

Słowa kluczowe: trening, rehabilitacja, sport, tetraplegia, paraplegia, CAD

1. WSTĘP

Uszkodzenie rdzenia kręgowego (URK) jest jedną z najczęstszych przyczyn wystąpienia niepełnosprawności – każdego roku w związku z URK opieki wymaga 250 do 500 tys. osób na świecie [1]. Dysfunkcje funkcjonalne tych osób mogą być niwelowane przez właściwą opiekę medyczną i rehabilitację. Istotnym elementem rehabilitacji osób niepełnosprawnych jest zapewnienie odpowiedniego zaopatrzenia ortopedycznego, urządzeń umożliwiających mobilność oraz przyrządów rehabilitacyjnych i sportowych [2]. Na polskim rynku istnieją różne urządzenia dedykowane osobom niepełnosprawnym, natomiast brakuje nowoczesnego sprzętu treningowego przeznaczonego dla osób poruszających się na wózkach.

Celem pracy było zaprojektowanie urządzenia pozwalającego na przeprowadzenie treningu i rehabilitacji osoby niepełnosprawnej. W projekcie uwzględniono potrzeby i ograniczenia ruchowe osób z URK. Przedstawiony sprzęt treningowy jest przeznaczony do ćwiczeń w domu lub w ośrodku rehabilitacyjnym lub siłowni, także przez samodzielną osobę poruszającą się na wózku. Urządzenie jest kompatybilne z osprzętem kabiny UGUL (Uniwersalny Gabinet Usprawniania Leczniczego) i PUR (Przyłóżkowe Urządzenie Rehabilitacyjne).

2. PROJEKT URZĄDZENIA TRENINGOWEGO

Wobec sprzętu treningowego stawiane są wymagania odnośnie przeprowadzenia zróżnicowanego i efektywnego treningu. Zaprojektowany zgodnie z obowiązującymi normami i wyprodukowany z odpowiednich materiałów powinien zapewnić bezpieczeństwo użytkowania oraz być bezawaryjny. Osoby niepełnosprawne, w tym osoby poruszające się na wózku inwalidzkim, powinny korzystać ze sprzętu dopasowanego do ich ograniczonej sprawności: cechującego się łatwym sposobem zmiany jego konfiguracji i umieszczeniem

najważniejszych elementów w sposób zapewniający komfort użytkowania. Istotnym elementem jest także estetyczna i ergonomiczna konstrukcja.

2.1. Założenia projektowe

Przed przystąpieniem do projektowania przeprowadzona została analiza potrzeb osób z URK oraz proponowanych ćwiczeń i form aktywności [2]. Podstawowym założeniem było przystosowanie urządzenia do treningu domowego, co wiązało się z zapewnieniem jak najmniejszych wymiarów i możliwości zasłonięcia urządzenia, aby nie zajmowało wiele miejsca w pomieszczeniu. Zdecydowano się na zaprojektowanie sprzętu dającego możliwość na przeprowadzenie treningu oraz rehabilitacji z wykorzystaniem ćwiczeń z wolnym ciężarem oraz ćwiczeń zwiększających zakres ruchu w stawach. Znaczącymi aspektami są także: cena (koszt wyprodukowania i cena rynkowa) oraz estetyczny i ciekawy wygląd urządzenia.

2.2. Opis urządzenia

Urządzenie składa się z następujących podzespołów: ramy, ramienia oraz elementów służących do regulacji jego położenia (tzw. „suwak”), stosu obciążników razem z regulacją obciążenia, systemu krążków i linek, obudowy i dodatkowego osprzętu (np. uchwytów na ręce, podwieszek lub drążka). Parametry urządzenia zaprezentowano w Tab. 1. Model urządzenia został zaprezentowany na Rys. 1.

W procesie projektowania zdecydowano się na konstrukcję, która zapewniła ruchomość ramion urządzenia w trzech płaszczyznach. Taką funkcjonalność zapewnia budowa ramienia oraz suwaka poruszającego się po prowadnicy (Rys. 2.). Zmiana położenia ramienia jest możliwa przez zastosowanie tulei z tworzywa sztucznego, dźwigni, sprężyny gazowej oraz tarczy z blokadą.

Urządzenie wyposażone jest w dwa niezależne stopy obciążników każdy o łącznej masie 30 kg. Do wyboru obciążenia wykorzystano wózki poruszające się na prowadnicach (Rys. 3.). Układ rolek i linki potrzebny do podnoszenia obciążników został zaprojektowany w sposób umożliwiający utrzymanie stałej długości linki w różnych położeniach ramienia oraz wózka, do którego montowany jest osprzęt (Rys. 4.).

Dodatkowym osprzętem do urządzeń tego typu są, np. podwieszki, mankiety, uchwyty i drążki. W przedstawionym urządzeniu położenie osprzętu stosowanego do ćwiczeń może być zmieniane z użyciem wózka poruszającego się na długości ramienia.

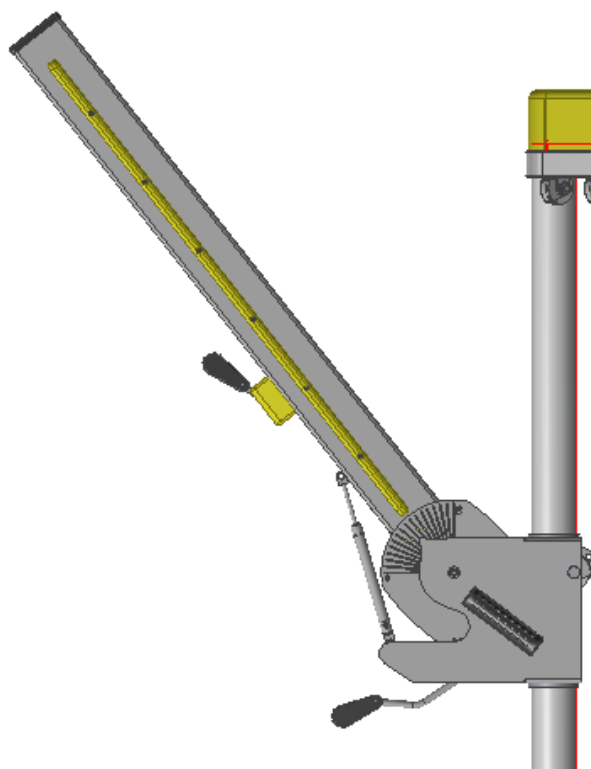
Stosunkowo niewielki rozmiar i możliwość zasłonięcia urządzenia po skończonym treningu pozwala na przeprowadzenie ćwiczeń w domu. Zaletą urządzenia jest prostota obsługi. Może być wykorzystywane razem z łóżkiem rehabilitacyjnym lub ławką do ćwiczeń. Prostota konstrukcji, użycie łatwo dostępnych elementów i materiałów (profile i blachy stalowe oraz aluminiowe) oraz wykorzystanie prostych procesów technologicznych obniżają koszty wyprodukowania urządzenia.

Tabela 1. Dane techniczne urządzenia

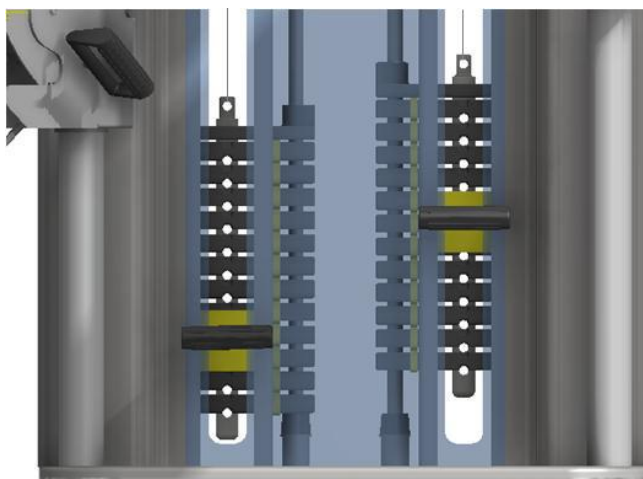
Nazwa	Wymiar
Wymiary gabarytowe (wys. x szer. x gł.)	1770 x 805 x 530 mm
Masa	185 kg
Obciążenie	2 x 30kg (2 x 12 x 2,5kg)
Maksymalna waga użytkownika	100 kg
Wymiar ramienia (wys. x szer. x dł.)	80 x 96 x 1000 mm
Zakres ruchu w płaszczyźnie strzałkowej	0° - 90°
Zakres ruchu w płaszczyźnie czołowej	950 mm
Zakres ruchu w płaszczyźnie poprzecznej	0° - 90°
Wymagana przestrzeń pomieszczenia	1800 x 2500 x 2000 mm



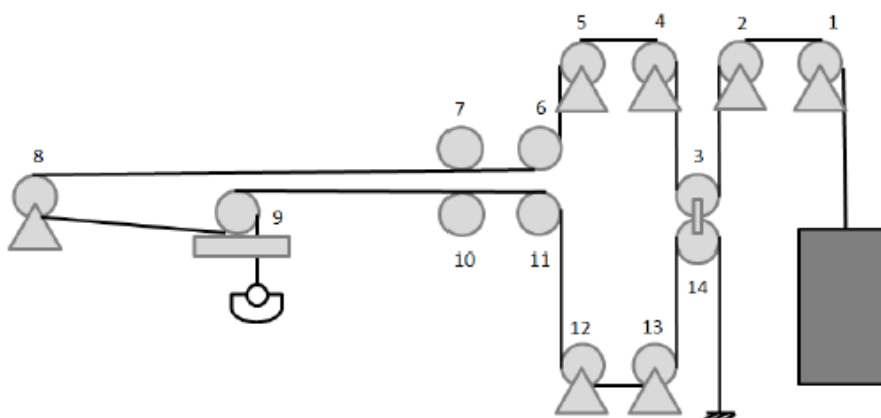
Rys. 1. Model urządzenia treningowego



Rys. 2. Ramię urządzenia z wózkiem oraz elementami służącymi do regulacji położenia



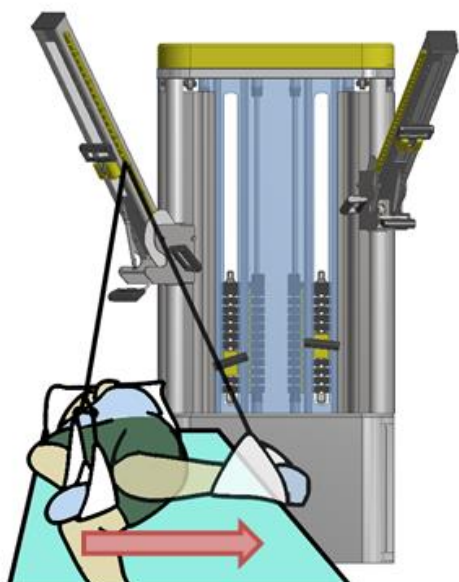
Rys. 3. Wybór obciążenia – wykorzystanie wózków poruszających się na prowadnicach



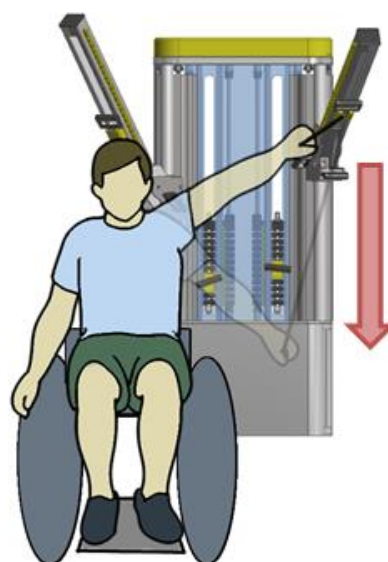
Rys. 4. Schemat przedstawiający układ rolek dla jednego ramienia i stosu obciążników

Ćwiczenia zalecane osobom z URK powinny być dobierane indywidualnie, wykonywane w sposób prawidłowy, a poziom trudności powinien być stopniowany. Wybór rodzaju ćwiczeń oraz wykorzystywanego osprzętu powinien należeć do fizjoterapeuty. Konstrukcja urządzenia pozwala na przeprowadzenie różnego rodzaju ćwiczeń, np. ćwiczeń czynnych w odciążeniu (Rys. 5.) lub ćwiczeń czynnych w odciążeniu z oporem (Rys. 6.), a także ćwiczeń samowspomagających oraz czynnych z oporem.

W celu rozpoczęcia ćwiczeń użytkownik powinien przesunąć zewnętrzną obudowę urządzenia przy pomocy uchwytów oraz ułożyć ramiona urządzenia w odpowiedniej pozycji oraz zamontować dodatkowego osprzęt, a następnie wybrać obciążenie. Jeśli trening jest przeprowadzany z wykorzystaniem ławki treningowej lub łóżka rehabilitacyjnego należy dobrać wysokość leża oraz kąt oparcia, natomiast jeśli użytkownik korzysta z wózka inwalidzkiego aktywnego powinien zablokować możliwość poruszania się. W czasie treningu pozycja elementów urządzenia może być swobodnie zmieniana. Po skończonym treningu należy uporządkować miejsce ćwiczeń, zdemontować dodatkowy osprzęt i położyć w miejscu do tego przeznaczonym. Ramiona urządzenia należy ułożyć w pozycji wyjściowej, tj. ułożyć w maksymalnej pozycji pionowej oraz obrócić do wewnątrz urządzenia. Jeśli wszystkie elementy zostały zdemontowane i prawidłowo ułożone, użytkownik może zasłonić urządzenie obudową zewnętrzną.



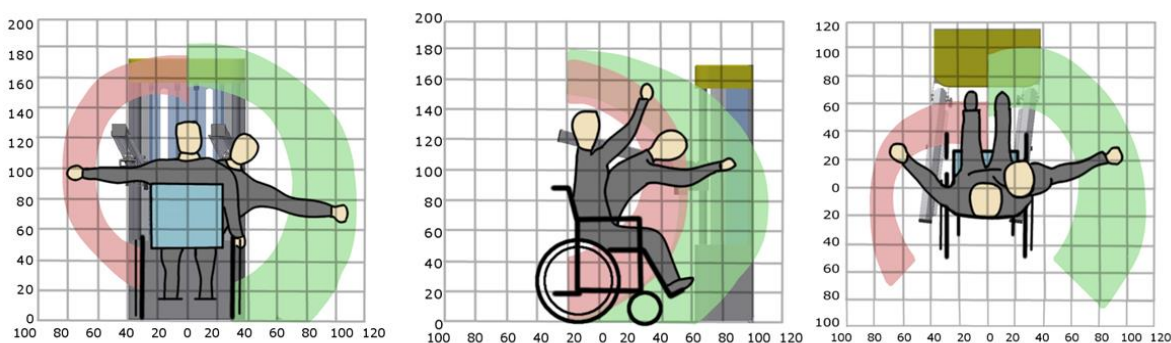
Rys. 5. Ćwiczenie czynne w odciążeniu – zginanie i prostowanie goleni [na podst. 5]



Rys. 6. Ćwiczenie czynne w odciążeniu z oporem – przywodzenie i odwodzenie ramienia [na podst. 5]

3. ANALIZA ERGONOMICZNOŚCI

Podczas projektowania urządzenia respektowano ograniczone możliwości funkcjonalne osoby poruszającej się na wózku inwalidzkim [3]. Określono zasięg kończyn górnych osoby z URK, a następnie dostosowano elementy urządzenia w taki sposób, aby zapewnić komfort użytkownika (Rys. 7.). Elementy odpowiadające za regulację obciążenia i ramion urządzenia są wyraźnie widoczne i łatwo dostępne – zostały umieszczone w centralnym miejscu urządzenia, do którego osoba na wózku ma najlepszy dostęp. Zostały wykorzystane uchwyty na ręce o kształcie uniemożliwiającym wysunięcie się ręki podczas ćwiczeń, o powierzchni zabezpieczonej przed ślizganiem się. Miejsca będące potencjalnym zagrożeniem dla użytkownika, zostały zabezpieczone zgodnie z obowiązującymi normami, np. stos obciążników został odseparowany od reszty urządzenia, krawędzie profili zaokrąglono. W widocznym miejscu została także umieszczona instrukcja użytkownika [4]. Porównując koncepcję do stosowanych powszechnie rozwiązań typu atlas, urządzenie pozwala na wykonywanie ćwiczeń w pozycji leżącej oraz siedząc na wózku. Przedstawione rozwiązanie posiada również większe możliwości regulacji co powoduje zwiększeniem zasięgu dla kończyn górnych tym samym umożliwiając realizację założonych funkcji.



Rys. 7. Zasięg kończyn górnych osoby poruszającej się na wózku inwalidzkim (kolor czerwony bez wychylenia, kolor zielony z pochylonym tułowiem), skonfrontowany z wymiarami urządzenia.
Od lewej: płaszczyzna czołowa, płaszczyzna strzałkowa, płaszczyzna poprzeczna

4. PODSUMOWANIE

Prezentowane urządzenie umożliwia przeprowadzenie zróżnicowanego treningu i rehabilitacji osób z URK. Osoba niepełnosprawna może wykonywać ćwiczenia zwiększające siłę mięśniową oraz zakres ruchu w stawach. Urządzenie jest kompatybilne z osprzętem kabiny UGUL i PUR. Do ćwiczeń mogą być wykorzystywane łóżko rehabilitacyjne i ławka do ćwiczeń. Ze względu na zastosowane rozwiązania w projekcje urządzenie może być wykorzystywane samodzielnie przez osobę poruszającą się na wózku w warunkach domowych bez ciągłego nadzoru fizjoterapeuty lub pod okiem terapeuty w odpowiednim ośrodku.

LITERATURA

- [1] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs384/en/>
- [2] Kosmol A.: Teoria i praktyka sportu niepełnosprawnych, Red. Kosmol A., AWF w Warszawie, Warszawa, 2008.
- [3] Jasiak A., Swereda D.: Ergonomia osób niepełnosprawnych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2005.
- [4] PN-EN 957-1:2006. Stacjonarny sprzęt treningowy. Część 1: Ogólne wymagania bezpieczeństwa i metody badań.
- [5] <https://www.physiotherapyexercises.com/>

PROJECT OF THE TRAINING DEVICE FOR A PERSON ON A WHEELCHAIR

Abstract: The paper presents a proposal for a training and rehabilitation device for people with disabilities, with a special focus on people moving in a wheelchair. The project was designed in Autodesk Inventor.