

**Agnieszka MUSIOLIK, Adrian ZBILSKI, Edyta SACHA**, Koło Naukowe Biomechaniki przy Katedrze Mechaniki Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice

## KONCEPCJA MANIPULATORA REHABILITACYJNEGO

Streszczenie. Przedmiotem projektu jest manipulator rehabilitacyjny, czyli urządzenie techniczne przeznaczone do realizacji niektórych funkcji kończyny górnej człowieka. Manipulator ma być przymocowany do wózka inwalidzkiego, w celu ułatwienia osobie niepełnosprawnej wykonywania codziennych czynności manipulacyjnych.

Manipulator został zaprojektowany przez studentów Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

### 1. WSTĘP

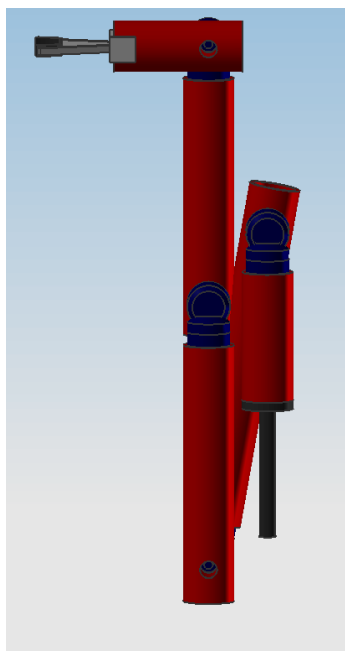
Celem projektu było zamodelowanie manipulatora rehabilitacyjnego, czyli mechanizmu bionicznego, który będzie ułatwiał wykonywanie pewnych czynności manipulacyjnych osobom niepełnosprawnym, poruszającym się na wózku inwalidzkim. Manipulator ma przede wszystkim pełnić funkcje wysięgnikową i podnośnikową, które ułatwią osobie niepełnosprawnej dostęp do przedmiotów znajdujących się powyżej lub poniżej zasięgu kończyny górnej.

Podczas projektowania manipulatora głównymi założeniami były: postać konstrukcyjna, masa urządzenia, koszty oraz łatwość montażu i eksploatacji.

Podstawowym problemem było znalezienie optymalnej postaci konstrukcji urządzenia, która umożliwiłaby zamontowanie manipulatora do wózka inwalidzkiego, po to, aby mógł on spełniać zadane funkcje. Oczywiście istnieje wiele rodzajów wózków inwalidzkich, zróżnicowanych pod względem budowy, więc otrzymane rozwiązanie musi być na tyle uniwersalne, aby można je było łatwo wykorzystać dla innych modeli.

Kolejnym etapem rozważań było uwzględnienie funkcji zarówno podnośnikowej manipulatora, jak też wysięgnikowej. Manipulator ma w znacznym stopniu ułatwiać osobie niepełnosprawnej dostęp do przedmiotów, dlatego też urządzenie składa się z kilku elementów (cztery ramiona i chwytak), przy czym ostatnie ramię jest przedłużeniem chwytaka, a więc wydłużeniem zasięgu manipulatora.

Miejsce zamontowania manipulatora do wózka inwalidzkiego zaprojektowane zostało w taki sposób, by po pierwsze - uzyskać zwartą konstrukcję, a po drugie – by w czasie ruchu uzyskać taką postać, która zredukuje siły bezwładności działające na układ. (Rys. 1).



Rys. 1. Model manipulatora po złożeniu

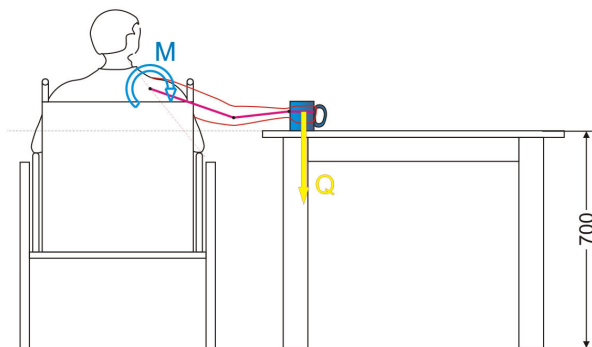
Następnym punktem projektu było uwzględnienie rodzaju napędu manipulatora. Rozwiązanie mechaniczne nie przyniosłoby żądanych efektów, zatem należało skorzystać z elementów elektrycznych. Do poruszania ramion manipulatora zastosowano silniki elektryczne prądu stałego, których kierunek obrotów zależy od polaryzacji. Ruchy wykonywane przez chwytak możliwe są dzięki mniejszym, lżejszym silnikom. Takie rozwiązanie pozwoli uzyskać prostą obsługę urządzenia, gdyż do działania wyżej wymienionych silników nie są wymagane żadne sterowniki, zatem usunięto całkowicie problem awaryjności urządzenia, związanej z wprowadzeniem elektroniki, jak również uzyskano istotną zaletę, jaką jest prostota obsługi.

Ostateczny koszt manipulatora mieści się w granicach 200 zł, przede wszystkim dlatego, że został on zbudowany z łatwo dostępnych, prostych elementów konstrukcyjnych (rury z PCV, pręty gwintowane i elementy mocujące), a także poprzez zastosowanie stosunkowo tanich silników elektrycznych (znacznie tańszych niż np. silniki krokowe czy serwonapędy).

## 2. PRZEZNACZENIE MANIPULATORA

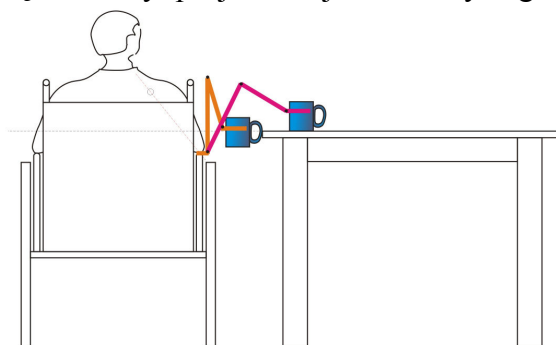
Manipulator został stworzony aby pomóc osobom, które oprócz tego, że zmuszone są poruszać się na wózku inwalidzkim, cierpią również na niedowład kończyn górnych, na podłożu ortopedycznym lub neurologicznym. Osoby te często mają trudności z koordynacją ruchową, albo też ich patologicznie ukształtowana postawa ciała uniemożliwia wykonywanie codziennych czynności. Takie osoby dzięki manipulatorowi przytwierdzonemu do ich wózka będą miały znacznie łatwiejszy dostęp do wielu miejsc, począwszy od przedmiotów znajdujących się w głębi stołu, szafy, poprzez zdejmowanie przedmiotów umiejscowionych powyżej zasięgu ręki osoby siedzącej na wózku, aż do wyciągania i podnoszenia elementów z nisko położonych szuflad lub z podłogi.

Rozpatrując elementarny przypadek podniesienia kubka ze stołu, wyróżnić można następujące sytuacje:



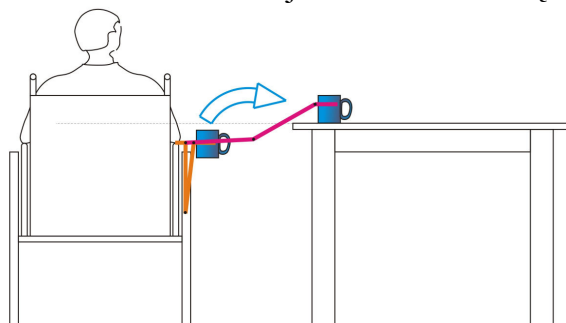
Rys. 2. Rysunek sytuacji podnoszenia elementu ze stołu przez osobę niepełnosprawną

Pacjent podnosi szklankę ze stołu. Na jego staw barkowy działa moment, wywołany siłą ciężkości kubka  $Q$  na promieniu  $r$ , o długości kończyny górnej pacjenta. Podniesienie kubka powoduje ból, bądź uczucie dyskomfortu, w zależności od stopnia niepełnosprawności danej osoby. Chcąc wyeliminować tego typu problem, wmontowuje się manipulator rehabilitacyjny, który w takich sytuacjach będzie służył pacjentowi jako kończyna górna.



Rys. 3. Schemat pierwszy konstrukcji manipulatora

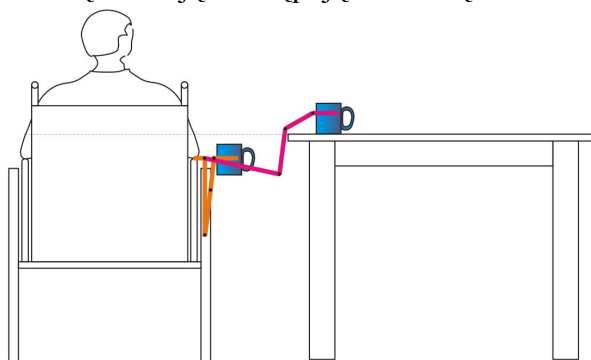
Pierwsza z możliwości ukazana na powyższym rysunku przedstawia manipulator, zamocowany w okolicach podłokietnika wózka inwalidzkiego. Można jednak zauważyć, iż taka postać konstrukcyjna nie jest zbyt trafnym rozwiązaniem dlatego, że ramię manipulatora wystaje wysoko nad wózkiem. Konstrukcja nie jest zwarta, co spowoduje powstanie znacznych sił bezwładności w czasie ruchu. Nie jest to zatem rozwiązanie optymalne.



Rys. 4. Schemat drugi postaci konstrukcyjnej manipulatora

Kolejny przypadek, przedstawiony na powyższym rysunku ukazuje takie rozwiązanie, w którym manipulator zamocowany jest odwrotnie niż w poprzedniej sytuacji, co sprawia, że wyeliminowany zostaje problem niepożądanych sił bezwładności. Konstrukcja jest zwarta, sztywna i manipulator spełnia poprawnie dane zadanie. Jednakże w tym przypadku wózek musi być znacznie oddalony od stołu, z którego zabiera kubek, w wyniku czego ramię działania siły ciężkości kubka  $Q$  się wydłuży i tym samym wzrosną wartości momentów działających na ramiona manipulatora.

Tego zjawiska można uniknąć stosując następujące rozwiązanie:



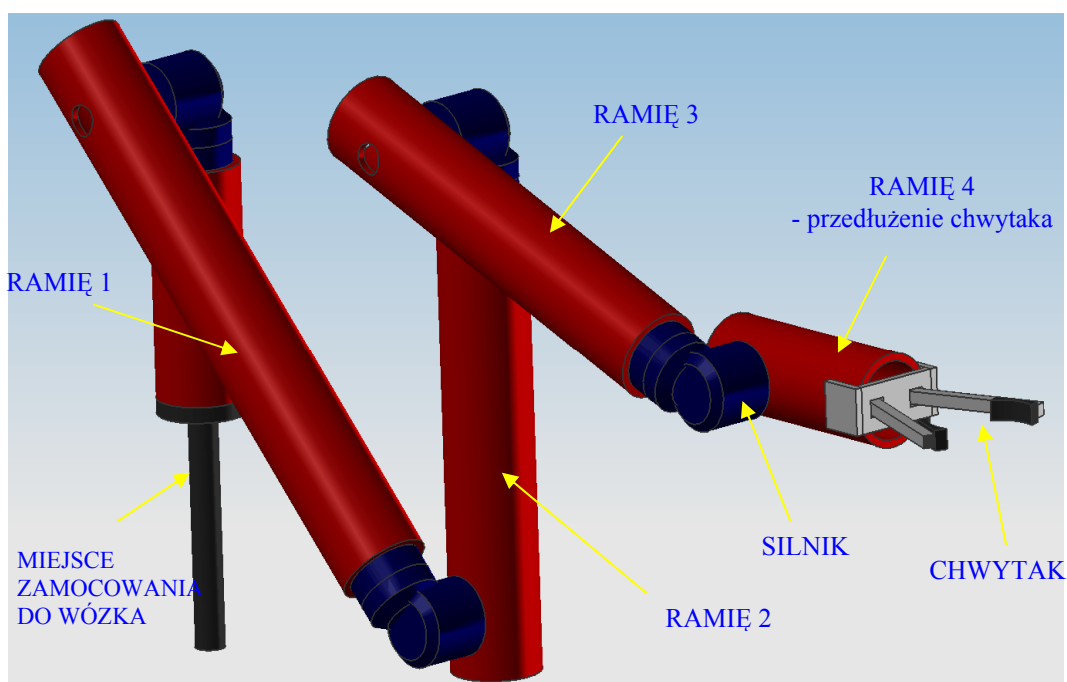
Rys. 5. Schemat optymalnej postaci konstrukcyjnej manipulatora

W tym przypadku ramię manipulatora, połączone z chwytakiem podzielone jest na dwie części. Dzięki temu w czasie ruchu kąty pomiędzy ramionami będą mniejsze, mimo że nie zmieniają się wymiary manipulatora. Ponadto wózek może stać bliżej stołu, dzięki czemu zmniejszą się wartości momentów. To rozwiązanie można uznać za optymalne.

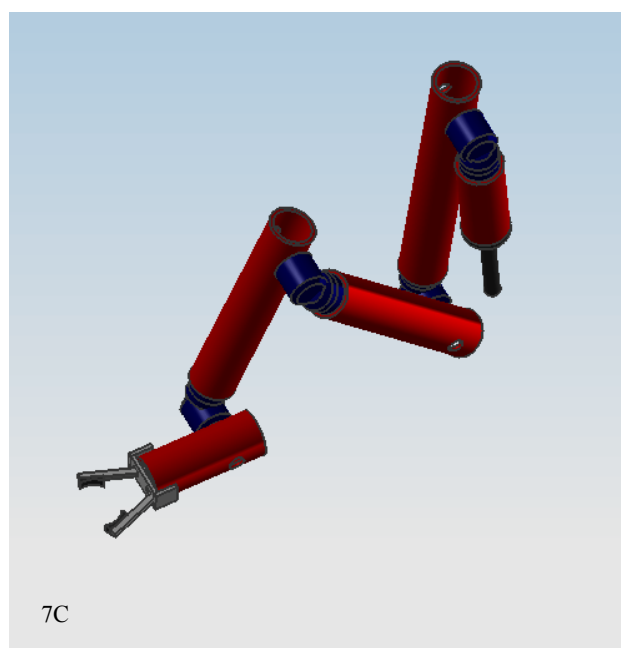
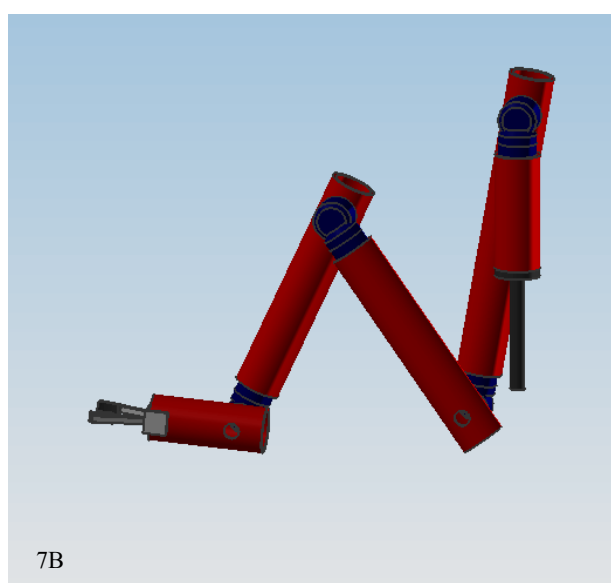
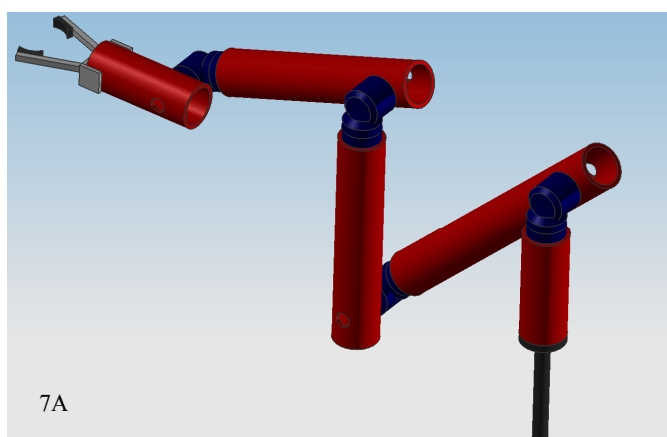
### 3. ZASADA DZIAŁANIA MANIPULATORA

Manipulator zbudowany jest z elementu zapewniającego przymocowanie go do wózka inwalidzkiego, czterech ramion oraz elementu chwytającego (Rys. 6).

Połączenia kolejnych ramion są jednakowe. Zasada działania jest następująca: silniki elektryczne, posiadające wbudowaną przekładnię ślimakową wmontowane są w rury PCV. Z racji tego, że pomiędzy czopem silnika a czopem wyjściowym przekładni występuje kąt  $90^{\circ}$ , możliwe było łatwe połączenie sąsiadujących ramion. Dzięki takiemu rozwiązaniu prostowanie i zginanie ramion manipulatora zachodzi w dostatecznie szybkim tempie, a jednocześnie możliwe jest uzyskanie wielu różnych położeń manipulatora, w zależności od potrzeb pacjenta. Przykładowe położenia przedstawione są na Rys. 7A, 7B, 7C.

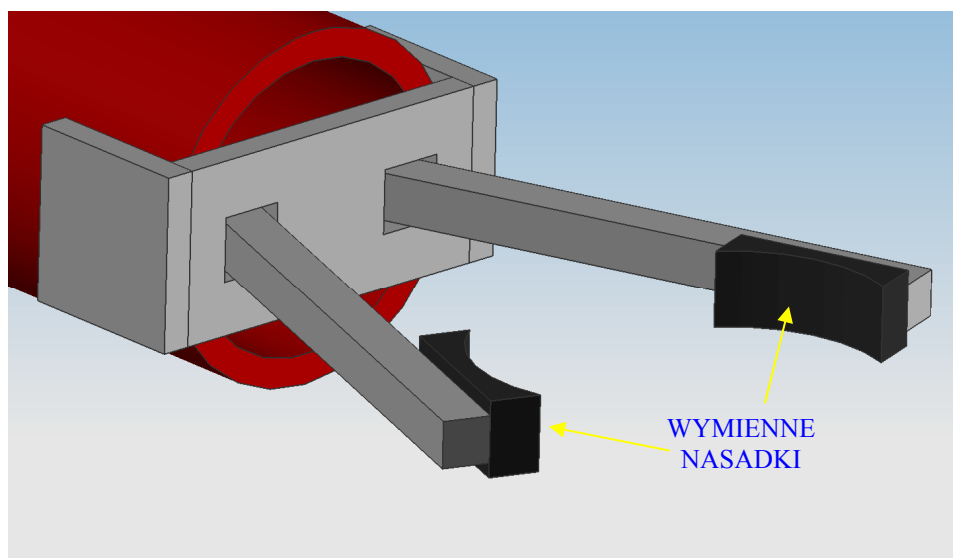


Rys. 6. Model manipulatora rehabilitacyjnego



Rys. 7. Przykładowe położenia manipulatora

Najważniejszym elementem manipulatora jest chwytak (Rys. 8), który powinien być uniwersalny, czyli przeznaczony do przenoszenia różnego rodzaju przedmiotów. Aby to osiągnąć, element ten może być wyposażony w komplet kilku par nasadek przeznaczonych do różnych materiałów.



Rys. 8. Model chwytaka manipulatora z wymiennymi nasadkami

#### 4. WNIOSEK KOŃCOWY

Projekt manipulatora powstał w odpowiedzi na zauważony problem osób niepełnosprawnych, poruszających się na wózku inwalidzkim. Urządzenie ma pomóc w wykonywaniu podstawowych czynności życiowych, związanych z manipulacją przedmiotami. Do jego głównych zadań należy podawanie przedmiotów do przestrzeni, w której pacjent jest w stanie się poruszać. Podawanie elementów możliwe jest także z podłoża, co jest bardzo przydatne w sytuacji, gdy przedmiot upadnie.

#### LITERATURA

- [1] Praca zbiorowa pod redakcją Adama Moreckiego i Józefa Knapczyka: Teoria i elementy manipulatorów i robotów, WNT Warszawa 1999.

### CONCEPTION OF REMEDIAL MANIPULATOR

Summary. The topic of this project is a remedial manipulator, fixed to the wheelchair. That device provide a possibility to make some manipulative function. It is recommended to the handicapped person, who also suffer from upper limb dysfunction.

The manipulator was designed by students of Silesian University of Technology in Gliwice.