

Innovative rehabilitation lifts – mechanics in medical devices

Innowacyjne podnośniki rehabilitacyjne – mechanika w urządzeniach medycznych

ANNA CZERWIŃSKA
WOJCIECH GŁĄB
MARIUSZ DEJA
DAWID ZIELIŃSKI *

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2020.12.21>

Mechanical devices are now widely used in physiotherapy and other rehabilitation processes. Particular importance is attached to devices enabling easy and effective transport of disabled people. The article presents innovative designs of rehabilitation lifts offered by the Polish manufacturer of lifts and medical accessories, LeviCare company. Moreover, the main assumptions of the research and development project implemented by the company, entitled “Development and testing of an innovative set for the transport and rehabilitation of disabled people on a European scale” are presented. A set of key tests that should be carried out for this type of medical-class devices is indicated.

KEYWORDS: innovative rehabilitation lifts, research on rehabilitation lifts

Urządzenia mechaniczne znajdują obecnie szerokie zastosowanie w fizjoterapii i innych procesach rehabilitacyjnych. Szczególne znaczenie mają urządzenia umożliwiające łatwy i efektywny transport osób niepełnosprawnych. W artykule zaprezentowano innowacyjne konstrukcje podnośników rehabilitacyjnych oferowane przez polskiego producenta podnośników oraz akcesoriów medycznych – firmę LeviCare. Przedstawiono główne założenia realizowanego przez firmę projektu badawczo-rozwojowego pt. „Opracowanie i przetestowanie innowacyjnego w skali europejskiej zestawu do transportu i rehabilitacji osób niepełnosprawnych”. Wskazano zestaw niezbędnych badań, które należy przeprowadzić dla tego typu urządzeń klasy medycznej.

SŁOWA KLUCZOWE: innowacyjne podnośniki rehabilitacyjne, badania podnośników rehabilitacyjnych

Wprowadzenie

Opieka nad osobami z niepełnosprawnością w Polsce wciąż jest ogromnym wyzwaniem dla ich opiekunów, fizjoterapeutów oraz personelu medycznego w placówkach opiekuńczych, a także w ograniczonych przestrzeniach pomieszczeń mieszkalnych, gdzie opiekę sprawują najbliżsi członkowie rodziny. Głównym problemem jest wykonywanie zwykłych, codziennych czynności – z pozoru prostych – jak przesiadanie z wózka inwalidzkiego na łóżko czy też korzystanie z wanny. Wiąże się to z bardzo dużym zaangażowaniem fizycznym osób asystujących, co przyczynia się w wielu przypadkach do

kontuzji, mogących skutkować trwałymi uszkodzeniami, np. zwyrodnieniami stawów.

Projektowanie mobilnych urządzeń do transportu i podnoszenia wymusza przyjęcie specjalistycznego podejścia inżynierskiego z uwagi na wymagania dotyczące łatwości transportu przy równoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa osób niepełnosprawnych oraz obsługujących urządzenie. Z tego powodu konieczne jest opracowywanie urządzeń, których celem jest usprawnienie czynności wykonywanych przez osoby niepełnosprawne, a także znalezienie sposobów na ich łatwy transport.

Przykładami tego typu urządzeń są dynamicznie rozwijające się manipulatory oraz roboty rehabilitacyjne [1, 2], a także inne systemy mechatroniczne wspomagające rehabilitację pacjentów [3, 4]. W procesie projektowania tego typu urządzeń trzeba wziąć pod uwagę zarówno niepełnosprawność fizyczną, jak i – czasami – umysłową osób przyuczanych do obsługi urządzeń rehabilitacyjnych. Coraz częściej w konstrukcjach mobilnych robotów oraz podnośników rehabilitacyjnych stosuje się narzędzia programistyczne z elementami sztucznej inteligencji, systemy nawigacyjne oraz możliwość reakcji na głos czy ruch kończyn, aby zapewnić bezkolizyjne poruszanie się w określonym środowisku.

Jak zaprezentowano w pracy [5], inżynieria medyczna stanowi ważny sektor gospodarczy w naszym kraju. Firma LeviCare – jako polski producent innowacyjnych podnośników oraz sprzętu medycznego – wychodzi naprzeciw tym problemom, niosąc pomoc zwłaszcza opiekunom osób z niepełnosprawnością oraz zapewniając bezpieczny i komfortowy transfer za pomocą podnośników. Firma LeviCare została założona przez dwóch absolwentów kierunku inżynieria mechaniczno-medyczna na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej (rys. 1).

Współpraca inżynierów, fizjoterapeutów oraz opiekunów osób z niepełnosprawnością zaowocowała wielkim sukcesem, czego wyrazem stało się stworzenie doskonałych systemów do opieki i rehabilitacji. Wykorzystanie współczesnych systemów komputerowych do wspomagania konstruowania i wytwarzania przyczyniło się do skrócenia czasu powstawania nowych

* Mgr inż. Anna Czerwińska – Levicare Sp. z o.o., www.levicare.pl, Gdańsk, Polska
Mgr inż. Wojciech Głąb – Levicare Sp. z o.o., www.levicare.pl, Gdańsk, Polska
Dr hab. inż. Mariusz Deja, mdeja@pg.edu.pl, <https://orcid.org/0000-0002-1874-9015> – Katedra Technologii Maszyn i Automatyki Produkcji, Wydział Mechaniczny Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, Polska
Mgr inż. Dawid Zieliński, dawid.zielinski@pg.edu.pl, <https://orcid.org/0000-0003-1953-4064> – Katedra Technologii Maszyn i Automatyki Produkcji, Wydział Mechaniczny Politechniki Gdańskiej, Polska



Fig. 1. LeviCare founders: MSc. Wojciech Głąb, MSc. Michael Buraczewski and the main LeviCare constructor, MSc. Piotr Kędziński
Rys. 1. Założyciele firmy LeviCare: mgr inż. Wojciech Głąb i mgr inż. Michael Buraczewski oraz główny konstruktor LeviCare mgr inż. Piotr Kędziński

wyrobów. Nowoczesne technologie oparte na druku 3D, znajdujące zastosowanie w produkcji skomplikowanych komponentów mechanicznych [6, 7], wraz z zastosowaniem inteligentnych rozwiązań programistycznych przyspieszyły wprowadzanie zaawansowanych produktów na rynki polski i zagraniczny.

Innowacyjne urządzenia do transportu i rehabilitacji osób z niepełnosprawnością

W roku 2018 firma LeviCare uzyskała możliwość realizacji projektu finansowanego z środków unijnych na prace badawczo-rozwojowe pt.: „Opracowanie i przetestowanie innowacyjnego w skali europejskiej zestawu do transportu i rehabilitacji osób niepełnosprawnych”. W ramach projektu powstały nowatorskie rozwiązania podnośników, a przy okazji – nowe miejsca pracy. Realizacja projektu przyczyniła się do znacznego rozwoju firmy i rozszerzenia działalności LeviCare nie tylko w Polsce, ale także w innych krajach europejskich.

Podnośniki rehabilitacyjne

Zasadniczym działaniem systemów transferowych jest bezpieczne i komfortowe przenoszenie podopiecznego. W zależności od stopnia niepełnosprawności, warunków mieszkalnych oraz zastosowania dla każdego pacjenta indywidualnie dobiera się rodzaj podnośnika. Firma LeviCare stworzyła trzy rodzaje podnośników: jezdny, sufitowy oraz ścienny [8].

Podnośniki jezdne

Podnośnik jezdny (rys. 2) powstał dzięki finansowaniu ze środków Unii Europejskiej. Jak sama nazwa wskazuje, jest to podnośnik mobilny, dotychczas naj-



Fig. 2. LeviCare J160 mobile lift
Rys. 2. Podnośnik jezdny LeviCare J160

częściej stosowany w placówkach opiekuńczych ze względu na swoje gabaryty – to właśnie one są jednym z głównych wyzwań, z którymi trzeba się było zmierzyć podczas projektowania.

Taki rodzaj podnośnika powinien mieć odpowiednią geometrię oraz zachować stabilność podczas podnoszenia, gdy zmienia się środek ciężkości. Dodatkowo należało zwrócić uwagę, aby była ona dostosowana do typowych mieszkań, które są zwykle dość ciasne i mają liczne przeszkody architektoniczne, np. progi w drzwiach oraz wąskie przejścia między pomieszczeniami. Innowacją wprowadzoną w podnośniku LeviCare było zastosowanie automatycznego rozstawu płóz bazy jezdnej, by dopasować jej szerokość do wózka inwalidzkiego lub krzesła kąpielowego.

Podnośniki sufitowe

Kolejnym systemem – najbardziej komfortowym i mającym wiele zastosowań – jest podnośnik sufitowy (rys. 3). Oprócz funkcji podnoszenia urządzenia tego typu sprawdzają się również w procesie rehabilitacji.

Zaprojektowanie podnośnika sufitowego wymagało zapewnienia wysokiego współczynnika bezpieczeństwa i zastosowania licznych zabezpieczeń. Jednym z nich było skonstruowanie systemu zabezpieczającego przed nagłym i niespodziewanym rozwinięciem się paska, na którym zostaje podwieszony pacjent. Użyto tu systemu zapadkowego wykorzystującego siłę odśrodkową do hamowania paska. Należało także dobrać baterię o długiej żywotności, ale o jak najmniejszej masie. Koncepcja podnośnika LeviCare zakładała także stworzenie produktu opierającego się w głównej mierze na mechanicznych rozwiązaniach konstruktorskich z małym zaangażowaniem elementów elektronicznych, które są źródłem wielu

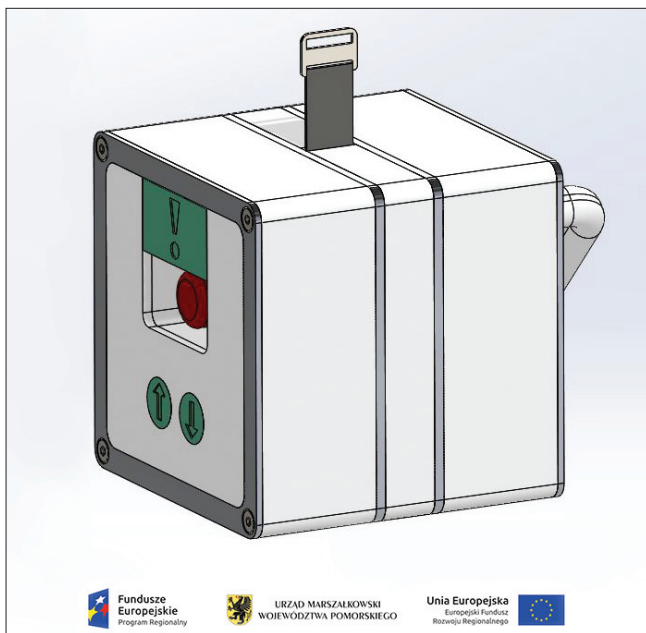


Fig. 3. Virtual model of the LeviCare ceiling lift
Rys. 3. Model wirtualny podnośnika sufitowego LeviCare

usterek w urządzeniach tego typu dostępnych na rynku.

Podnośniki zyskują zupełnie nowe zastosowania dzięki innowacyjnym akcesoriom, takim jak ramię do hipoterapii, które pozwala sadzać osobę na konia, czy też słup montażowy do różnego rodzaju marin i przystani dla łódek.

Realizacja projektu dofinansowanego z Unii Europejskiej umożliwiła doposażenie parku technologicznego firmy LeviCare w drukarkę 3D, która znacznie przyspieszyła proces prototypowania produktów. Dodatkowo technologia ta pozwala na produkcję wybranych części podnośników, np. drukowanie obudowy umożliwiający wybór jej koloru, a do tego jest ona lekka i wytrzymała.

Podnośniki ściennie

Podnośnik ścienny LeviCare Q140 (rys. 4) był pierwszym produktem stworzonym przez założycieli firmy LeviCare. Jego innowacyjność opiera się na połączeniu uniwersalności podnośnika jezdnego oraz komfortu użytkownika podnośnika sufitowego. Podnośnik ten (ramię podnoszące) można przenosić między różnymi pomieszczeniami, w których znajdują specjalne mocujące podstawy ściennie.

Choć podnośnik jest nazywany ściennym, nie jest to jedyny sposób jego montażu. W zależności od warunków architektonicznych mieszkania lub placówki dobierane są odpowiednie techniki montażowe, bez przeprowadzania modernizacji budowlanych. Niewątpliwą zaletą konstrukcji jest też wszechstronna możliwość regulacji podnośnika, dzięki czemu dopasowuje się go do potrzeb użytkowników, np. regulacja długości ramienia czy dobór wysokości podstaw mocujących. Podnośnik jest również wyposażony w systemy bezpieczeństwa, które stosuje się w sytuacjach mogących stwarzać zagrożenia dla osoby podnoszonej.



Fig. 4. LeviCare Q140 wall lift for the disabled
Rys. 4. Podnośnik ścienny dla osób niepełnosprawnych LeviCare Q140

Opis badań wybranych rodzajów podnośników rehabilitacyjnych

Konstrukcje urządzeń medycznych, do których należą podnośniki rehabilitacyjne, muszą spełniać wiele wymagań, co wiąże się z koniecznością przeprowadzenia odpowiednich badań. Badania ogólne podnośników rehabilitacyjnych obejmują pomiary:

- poziomu głośności hałasu podczas podnoszenia – w celu określenia maksymalnej mocy akustycznej podnośnika skorygowanej według charakterystyki częstotliwościowej A;
- tempa rozumianego jako prędkość podnoszenia oraz opuszczania podnośnika;
- trwałości definiowanej jako utrzymanie jakości konstrukcji oraz jej działania zgodnego z przeznaczeniem i po serii wykonanych badań testowych ogólnych oraz szczególnych.

Pomiary są realizowane dla dwóch stanów podnośnika: obciążonego maksymalnym dopuszczalnym ciężarem oraz nieobciążonego. Dodatkowo, oprócz badań ogólnych, każdy typ podnośnika jest poddawany serii badań szczególnych. W przypadku podnośnika jezdnego należą do nich: badania wytrzymałości oraz stabilności statycznej, siły napędowej, a także hamulców. Badania szczególne dla podnośnika sufitowego obejmują natomiast badania wytrzymałości zderzaków oraz ugięcia prowadnicy (szyny).

Podsumowanie i wnioski

Zaprezentowane przykładowe opracowane przez firmę LeviCare podnośniki rehabilitacyjne umożliwiają efektywny oraz wygodny transport osób z niepełnosprawnością. Prace badawczo-naukowe – realizowane zarówno w kooperacji ze środowiskiem przemysłowym, jak i naukowym – warunkują powstanie innowacyjnych i specjalistycznych urządzeń klasy medycznej, spełniających podstawowe wymagania stawiane tego typu urządzeniom. Do takich podstawowych wymagań zalicza się:

- komfortowe i intuicyjne użytkowanie,
- nowoczesną i dyskretną konstrukcję, nie zajmującą przestrzeni użytkowej pomieszczenia, a jednocześnie spełniającą wymagania wytrzymałościowe,

- minimalną ingerencję w strukturę budynku,
- brak konieczności przemeblowania lub przebudowy pomieszczeń,
- możliwość montażu w prawie wszystkich warunkach architektonicznych,
- możliwość indywidualnego dopasowania systemu do potrzeb użytkownika,
- możliwość transferu użytkownika pomiędzy pomieszczeniami bez konieczności opuszczania podnośnika.

Realizowane projekty wraz z wykorzystaniem nowoczesnych technologii wytwarzania i narzędzi programistycznych pozwalają na stworzenie nowych obszarów zastosowania dla tego typu urządzeń medycznych.

Podziękowanie

Prace badawczo-rozwojowe były możliwe dzięki realizacji projektu pn. „Opracowanie i przetestowanie innowacyjnego w skali europejskiej zestawu do transportu i rehabilitacji osób niepełnosprawnych”, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Pomorskiego na lata 2014–2020, Osi Priorytetowej 1: Komercjalizacja wiedzy, Działania 1.1: Ekspansja przez innowacje, Poddziałania 1.1.1: Ekspansja przez innowacje – wsparcie dotacyjne.

LITERATURA

- [1] Dindorf R. „Rozwój i zastosowanie manipulatorów i robotów rehabilitacyjnych”. *Pomiary Automatyka Robotyka*. 4 (2004): 5–9.
- [2] Mikołajewska E., Mikołajewski D. „Bezpieczeństwo pracy z robotami rehabilitacyjnymi”. *Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka*. 2 (2012): 9–11.
- [3] Klimasara W.J., Pilat Z. „Rozwój systemów mechatronicznych wspomagających rehabilitację ruchową człowieka”. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Elektronika*. 182, 1 (2012): 35–50.
- [4] Huścio T., Trochimczuk, R. „Mechatroniczne urządzenie rehabilitacyjne zbudowane na bazie pozycjonera planarnego”. *Mechanik*. 10 (2015): 808–811, <http://dx.doi.org/10.17814/mechanik.2015.10.519>.
- [5] Gacek A., Bąk P., Błacha-Stachowicz B., Augustyniak P., Liebert A., Podbielska H., Maniewski R. „Ocena stanu innowacyjności i warunków rozwoju przemysłu wyrobów medycznych w Polsce”. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica. Inżynieria Biomedyczna*. 19, 4 (2013): 165–175.
- [6] Deja M., Siemiątkowski M., Zieliński D. “Multi-Criteria Comparative Analysis of the Use of Subtractive and Additive Technologies in the Manufacturing of Offshore Machinery Components”. *Polish Maritime Research*. 27 (2020): 71–81, <https://doi.org/10.2478/pomr-2020-0048>.
- [7] Deja M., Zieliński D. “A pilot study to assess an in-process inspection method for small diameter holes produced by direct metal laser sintering”. *Rapid Prototyping Journal*. 26, 2 (2020): 418–436. <https://doi.org/10.1108/RPJ-05-2019-0132>.
- [8] <https://levice.com/> (dostęp: 23.10.2020). ■