

# XVII Konferencja Naukowo-Techniczna

# TKI2024

## TECHNIKI KOMPUTEROWE W INŻYNIERII

15- 18 października 2024

### Projekt wózka inwalidzkiego dla psów ras lekkich oraz ciężkich z niedowładem kończyn miednicznych

Martyna Witkowska<sup>1</sup>, Marcin Konarzewski<sup>2</sup>, Michał Stankiewicz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Koło Naukowe Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej, Wojskowa Akademia Techniczna

<sup>2</sup>Wydział Inżynierii Mechanicznej, Instytut Mechaniki i Inżynierii Obliczeniowej, Wojskowa Akademia Techniczna  
email: martyna.witkowska@student.wat.edu.pl, marcin.konarzewski@wat.edu.pl, michal.stankiewicz@wat.edu.pl

**STRESZCZENIE:** Celem niniejszej pracy jest projekt wózka inwalidzkiego dla psów z niedowładem kończyn miednicznych. Konstrukcję zaprojektowano z przeznaczeniem dla psów ras tzw. miniaturowych. W związku z istnieniem wielu ras psów o różnych wymiarach, na podstawie analizy literaturowej opracowano mechanizm regulacji, aby użytkownik miał możliwość dopasowania konstrukcji do indywidualnych potrzeb zwierzęcia. Jednym z założeń projektu była dostępność części i łatwość montażu wózka w całość. Zostało to spełnione za sprawą możliwości wydrukowania głównych elementów konstrukcji w technologii druku 3D (FDM) na drukarce o standardowych wymiarach stołu roboczego. Pozostałe części zostały dobrane jako gotowe rozwiązania. Powstały model poddano analizom wytrzymałościowym w celu sprawdzenia jak przyjęte założenia projektowe wpłyną na parametry konstrukcji. Analiza przeprowadzonych badań pozwoliła na opracowanie wniosków oraz przyjęcia dodatkowych założeń. W kolejnym etapie, który realizowano w ramach pracy w Kole Naukowym Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej na podstawie wcześniejszego projektu opracowano wózek inwalidzki dla psów ras ciężkich wzbogacony o system wciągania niepełnosprawnego zwierzęcia, mający usprawnić wkładanie psa w ramię wózka bez konieczności bezpośredniego podnoszenia całej masy ciała psa przez opiekuna.

**SŁOWA KLUCZOWE:** wózek inwalidzki, pies, system wciągania, niedowład kończyn miednicznych

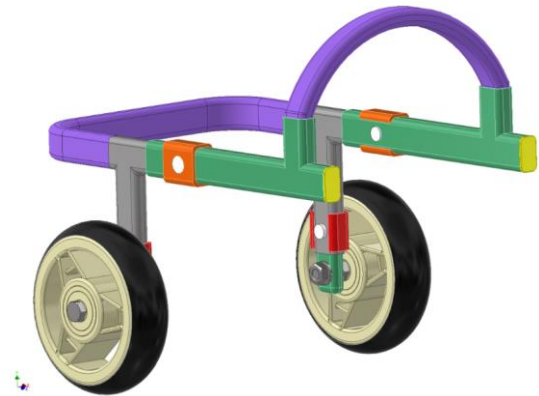
#### 1. Wstęp

Współistnienie ludzi i zwierząt stanowi fundamentalny aspekt życia społecznego. Niezmiennie od tysięcy lat najpopularniejszym ssakiem towarzyszącym człowiekowi jest pies. Zwierzęta te podobnie jak ludzie także doświadczają różnego rodzaju chorób, które często powodują u nich problemy z codziennym funkcjonowaniem np. swobodnym przemieszczaniem się [2-4]. Połączenie wiedzy z dziedziny inżynierii biomedycznej i weterynarii motywuje do dostarczania specjalistycznych rozwiązań, które poprawiają mobilność niepełnosprawnych zwierząt [1]. Istnieje wiele rozwiązań wózków inwalidzkich dla psów dostępnych dla konsumenta. W większości przypadków są one jednak kosztowne, często nieestetyczne oraz wymagają bezpośredniego kontaktu ze zwierzęciem. Z tego względu podjęty został temat niniejszej pracy.

#### 2. Model geometryczny

W pracy przedstawiono projekt wózka inwalidzkiego dla psa z niedowładem kończyn miednicznych. Docelowymi użytkownikami niniejszego wózka inwalidzkiego są psy ras miniaturowych (m.in. Maltańczyk, York, Jamnik czy Pudiel Miniatury). Do założeń projektowych należą również takie aspekty jak: dostępność, łatwość montażu i stosunkowo lekka konstrukcja. Zostało to osiągnięte poprzez wykorzystanie technologii druku 3D oraz elementów powszechnie dostępnych na rynku. Na rys.1 przedstawiono zaprojektowany model wózka inwalidzkiego dla psów z niedowładem kończyn

miednicznych. Wózek posiada mechanizm regulacji zapewniający większą uniwersalność zaproponowanego rozwiązania. Całość składa się z elementów zaprojektowanych od podstaw oraz elementów gotowych takich jak np.: koła i śruby mocujące.

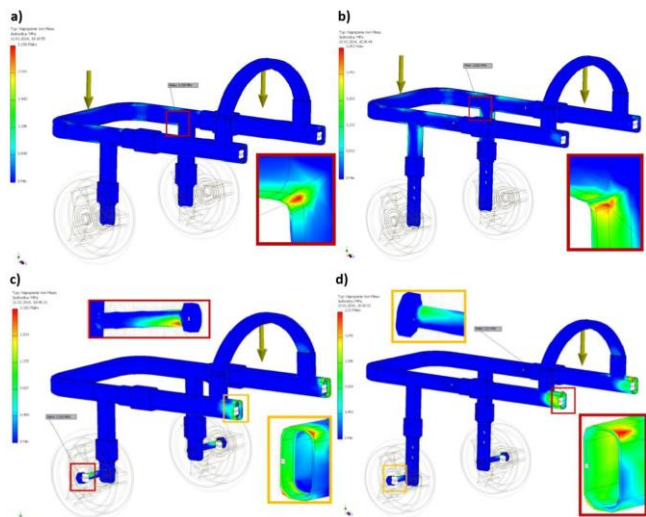


Rys. 1. Model geometryczny wózka inwalidzkiego dla psa z niedowładem kończyn miednicznych

#### 3. Analiza numeryczna

W procesie projektowym niezbędnym jest sprawdzenie konstrukcji np. pod kątem wytrzymałościowym. W związku z powyższym przeprowadzono numeryczne analizy wytrzymałościowe dla konstrukcji wózka inwalidzkiego. Miały one na celu sprawdzenie wytrzymałości ramy wózka w wariancie dla minimalnego oraz maksymalnego poziomu mechanizmu regulacji.

Dodatkowo dla każdego położenia powstały warianty modelu numerycznego różniące się od siebie sposobem utwierdzenia i miejscem przyłożenia siły, a więc zamocowania ciała psa w uprzęży do ramy wózka. Wartość siły przyjęta za masę ciała psa wynosi 80 N. Poniżej (rys. 2) przedstawiono przykładowe mapy rozkładu naprężenia zredukowanego [MPa] dla różnych wariantów analiz. Konstrukcję sprawdzono pod kątem podatności na przemieszczenie, naprężenie, a także współczynnik bezpieczeństwa.



Rys. 2. Mapy naprężenia zredukowanego [Mpa]

#### 4. Wnioski

Weryfikacja zaprezentowanego rozwiązania pozwoliła na ocenę wytrzymałościową zamodelowanej konstrukcji. Wyniki uzyskane na podstawie przeprowadzonych analiz wskazały, iż różnica w zastosowanym utwierdzeniu nie wpływa na wartości parametrów. Znaczącym jest sposób w jaki niepełnosprawny pies mocowany jest w wózku inwalidzkim, a więc wariant obciążenia. Korzystniejszym rozwiązaniem dla konstrukcji jest rozłożenie masy ciała psa na dwie obręcze. Znaczące jest to również dla utrzymania naturalnej pozycji kręgosłupa zwierzęcia podczas użytkowania tego rodzaju urządzenia. Także zastosowanie tworzywa ABS do wytworzenia konstrukcji wózka jest zasadne. Uzyskane wartości naprężenia pozwalają sądzić, iż zaprojektowana konstrukcja cechuje się wysoką sztywnością, co niewątpliwie korzystnie wpłynie na komfort użytkowania wózka. Zaprojektowany system regulacji wózka nie wpływa negatywnie na jego właściwości wytrzymałościowe, zaś znacząco poprawia uniwersalność prezentowanej konstrukcji, umożliwiając jej łatwe dopasowanie do psów ras miniaturowych o różnych wymiarach.

#### 5. Kontynuacja projektu

Schorzenia układu ruchu psów dotyczą również ras dużych. W przypadku niepełnosprawnego zwierzęcia ważącego około 40 kg umieszczenie go w wózku inwalidzkim staje się wyzwaniem dla opiekuna. Człowiek jest zmuszony podnieść ciężar w niewygodnej pozycji obciążając tym samym odcinek lędźwiowy kręgosłupa [5]. Był to kluczowy powód dla Koła Naukowego Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej do podjęcia

kontynuacji pracy nad tym tematem. Celem jest dostosowanie konstrukcji wózka inwalidzkiego dla psów ras dużych oraz wzbogacenie konstrukcji o system wciągania ciała psa do ramy wózka (rys.3).



Rys. 3. Wstępny projekt wózka inwalidzkiego wraz z systemem wciągania

Założenia projektowe dotyczą: mechanizmu regulacji ramy, konstrukcja ma być prosta w złożeniu, a umieszczenie sparalizowanego psa sprawne i bezwysiłkowe.

#### 6. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych statycznych analiz wytrzymałościowych stwierdzono, iż założenia realizowanej pracy zostały w pełni osiągnięte. Uzyskane wyniki wskazały, iż różnica w zastosowanym utwierdzeniu nie wpływa na wartości parametrów. Kluczowe znaczenie ma dobranie uprzęży, sposobu w jaki niepełnosprawny pies jest mocowany w wózku inwalidzkim. Analiza wózka dla skrajnych wariantów zastosowanego poziomu mechanizmu regulacji pozwoliła ocenić również jego jakość. Na podstawie otrzymanych wyników można uznać, iż jest ona zadowalająca. W przypadku otrzymanych wartości współczynnika bezpieczeństwa można stwierdzić, iż niewykluczonym byłoby podjęcie próby zmniejszenia wymiarów przekrojów konstrukcji w celu ograniczenia ilości zużytego materiału, a tym samym kosztów produkcji powstałego wózka inwalidzkiego przeznaczonego dla psów. W związku z potencjałem projektu do dalszego rozwoju temat jest kontynuowany w KN BiIB.

#### Literatura

- [1] Chalayon P, Soontornvipart K, Tangwongsan C., Standing analysis of healthy and abnormal canines using force platform system, Proceedings of the 10th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, Krabi: IEEE (2013). p 6.
- [2] Kleczkowska K., (2017) Zwierzęta domowe w starożytnej Grecji i Rzymie, Kraków.
- [3] Prochor P., Ignatiuk K., (2015) Projekt wózka inwalidzkiego dla psa po amputacji kończyny przedniej, Aktualne Problemy Biomechaniki.
- [4] Ridan T., Marczak I., Głab G., Zbrońska I., (2018) Zoofizjoterapia w usprawnianiu małych zwierząt, Animal physiotherapy in the rehabilitation of small animals. pp 134–146.
- [5] Stark H., Fischer M.S., Hunt A., Young F., Quinn R., Andrada E., (2021) A three-dimensional musculoskeletal model of the dog, Sci Rep 11:11335. doi: 10.1038/s41598-021-90058-0.