

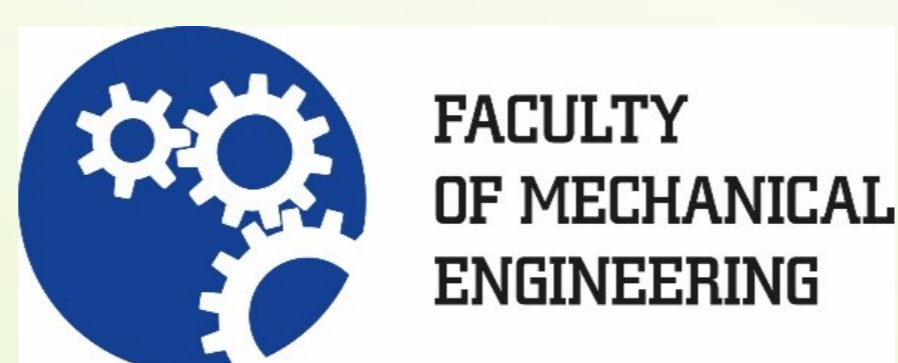


Innowacyjny system sterowania przełożeniem układu napędowego lub wartością momentu obrotowego napędu – badania pilotażowe sygnałów elektromiografii powierzchniowej (EMG) kończyn górnych

Bartosz Wieczorek 1, Łukasz Warguła 1, Agnieszka Marciniak 1, Olga Zharkevich 2, Tatyana Nikonova 2

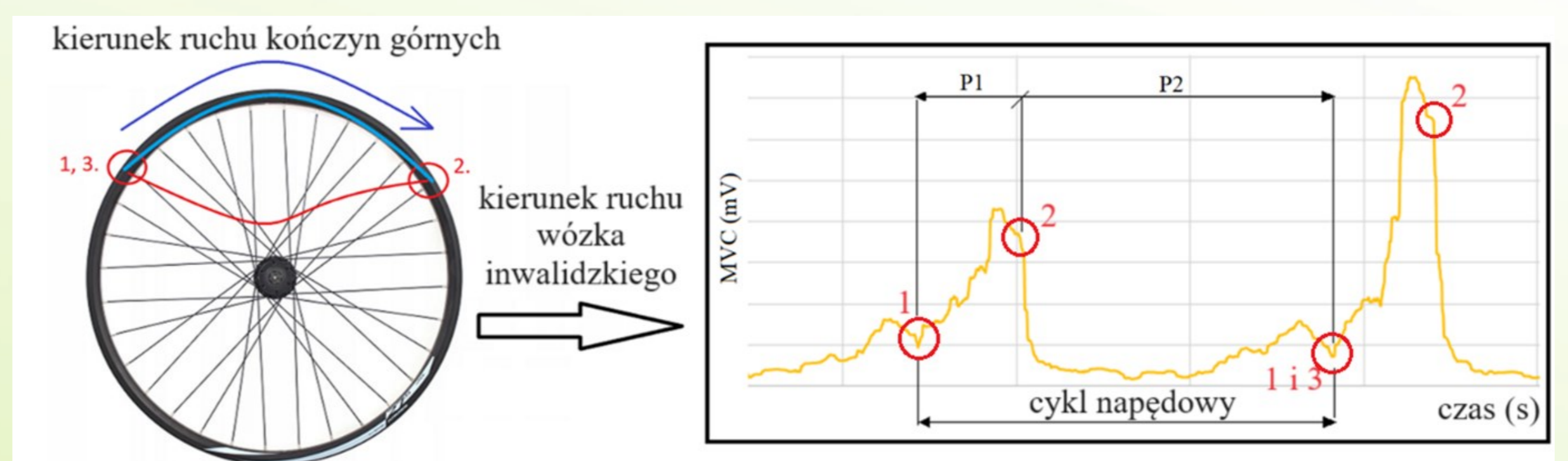
1 Institute of Machine Design, Faculty of Mechanical Engineering, Poznan University of Technology, 60-965 Poznan, Poland

2 Department of Technological Equipment, Mechanical Engineering and Standardization, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda 100027, Kazakhstan



Wprowadzenie

Klasyczne przekładnie mechaniczne stosowane w wózkach inwalidzkich wymagają manualnej zmiany przełożenia, co bardzo często wiąże się z brakiem możliwości równoległego napędzania. Dodatkowo użytkownik sam dopasowuje rodzaj przełożenia, co nie zawsze może być korzystne dla niego pod względem możliwości pokonania jak najdłuższego dystansu. Największą efektywność podczas poruszania się na wózku inwalidzkim jest osiągana przy równym stałym obciążeniu dla mięśni, zmiany częstotliwości oddechania oraz wartości siły przyczyniają się do większego zmęczenia mięśni i skrócenia dystansu poruszania. Nadmierne obciążenie mięśni np. podczas pokonywania wzniesienia ogranicza również komfort poruszania. Chcąc stosować wózki inwalidzkie napędzane manualnie, zapewniające komfort poruszania zbliżony jak w wózkach hybrydowych elektryczno-manualnych wyposażonych w układy napędowe wspomagające, podjęto działania nad opracowaniem układu zmiany przełożenia układu napędowego na podstawie sygnałów elektrycznych generowanych z napięcia mięśni kończyn górnych. Zmiana siły oporów ruchu wózka inwalidzkiego, może być rejestrowana na podstawie sygnałów elektrycznych napięcia mięśni (potencjału bioelektrycznego mięśni) kończyn górnych, co można wykorzystać jako sygnał sterujący w układzie zmiany przełożenia układu napędowego lub wartości obrotowego momentu napędowego w wózku elektrycznym wykorzystującym układ napędowy wspomagający. Celem artykułu jest przeprowadzenie badań rozpoznawczych, wyznaczających grupę mięśni kończyn górnych oraz wartość ich sygnałów umożliwiających opracowanie układu zmieniającego wartość przełożenia na podstawie tych sygnałów. Założeniem układu sterowania jest pomiar napięcia mięśni na jednej z rąk, stąd badania mają na celu również określenie zjawisk symetrii i asymetrii podczas napędzania wózka. Realizację tego celu umożliwiły badania sygnałów elektrycznych napięcia mięśni podczas napędzania wózka inwalidzkiego, gdzie badano prawą i lewą rękę. Na każdej z rąk badano 8 mięśni (dwugłowy ramienia (A), trójgłowy ramienia (B), naramienny głowa środkowa (C), prostownik długi nadgarstka (D), naramienny głowa przednia (E), naramienny głowa tylna (F), czworoboczny, podgrzebieniowy (G)).



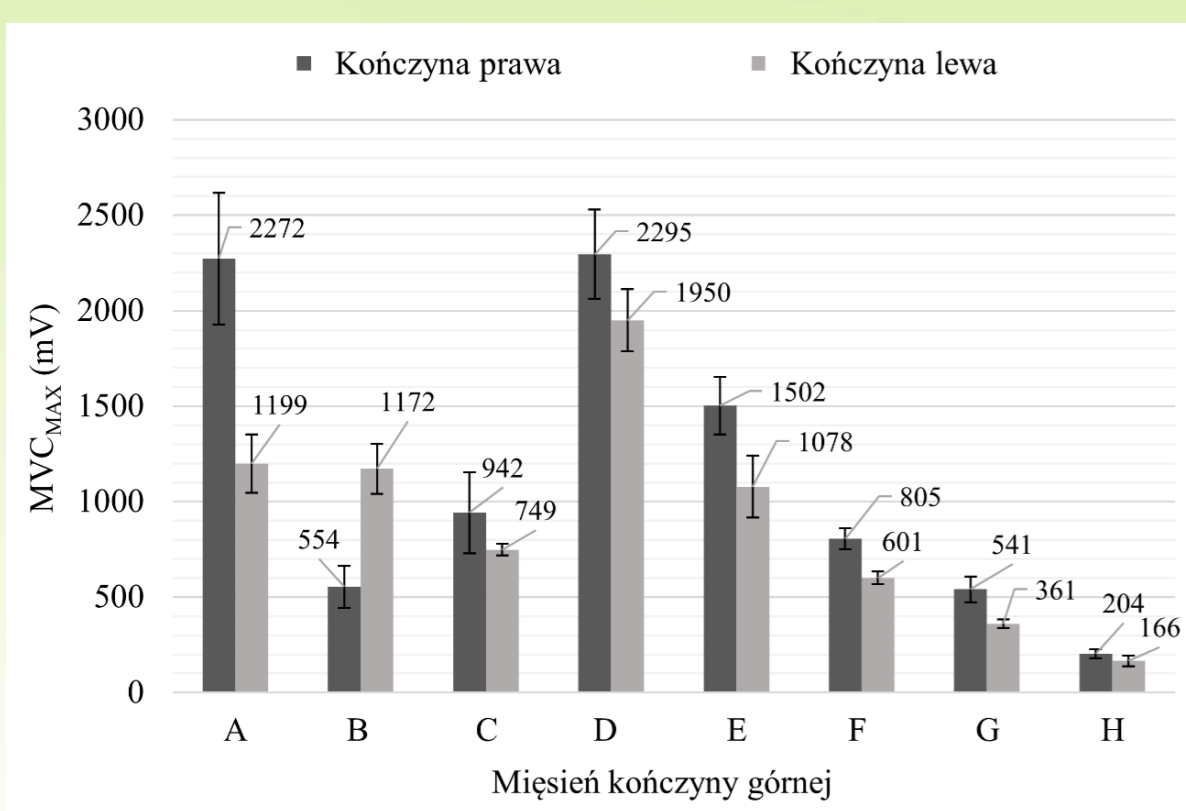
Rys. 3. Charakterystyka MVC w funkcji czasu podczas napędzania wózka inwalidzkiego w przód po równej i twardej nawierzchni

Material i metodyka badań

Do testów wykorzystano powszechnie wykorzystywany ręczny wózek inwalidzki Vermeiren v300 z nominalnym ciśnieniem w kołach, na twardej nawierzchni. W teście brał udział jeden pełnosprawny uczestnik. Uczestnik został scharakteryzowany pod względem: wzrostu (170 cm), wagi (66 kg), wieku (24 lata) maksymalnej siły kończyny górnej generowanej podczas pchania (282 N – prawa ręka dominująca) oraz doświadczenia w poruszaniu się na wózku inwalidzkim (doświadczony – korzystał z urządzenia podczas rehabilitacji po operacji kończyn dolnych). Uczestnik został zapoznany z procedurą badania i wypełnił formularz dobrowolnej zgody. Badania zostały pozytywnie ocenione przez Komisję Bioetyczną Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu uchwałą nr 1100/16 z dnia 10 listopada 2016 r. pod kierunkiem prof. dr hab. P. Chęcińskiego dla zespołu badawczego kierowanego przez dr hab. inż. B. Wieczorka. Autorzy uzyskali pisemną zgodę osoby badanej na publikację wyników badań z jej udziałem. Dane zostały zaprezentowane w sposób zapewniający ich pełną anonimowość.

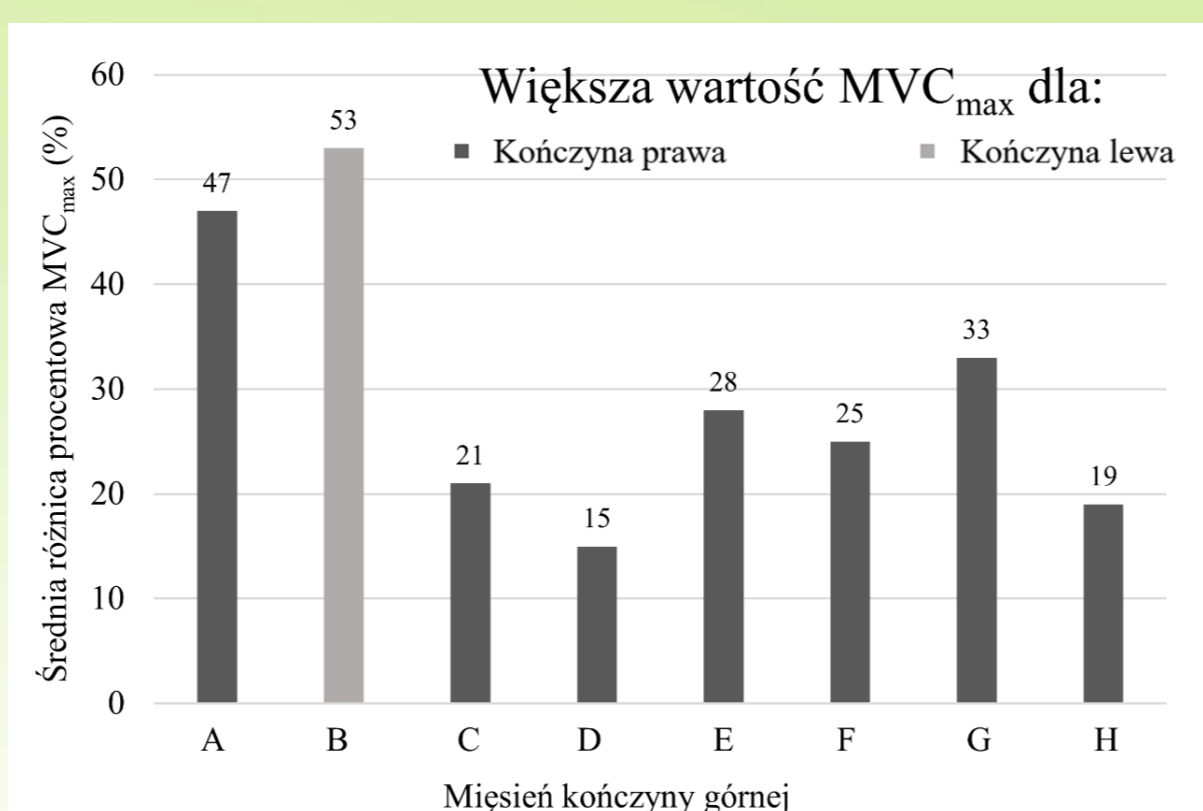
MA = (MVC / MVC_max) * 100%

Wyniki i dyskusja



Rys. 1. Asymetria maksymalnego skurczu dobrowolnego dla prawych i lewych kończyn, gdzie:

- A – mięsień dwugłowy znajdujący się, B – mięsień trójgłowy, C – mięsień naramienny głowy środkowej, D – mięsień prostownik długi nadgarstka, E – mięsień naramienny głowy przednia, F – mięsień naramienny głowa tylna, G – mięsień czworoboczny, H – mięsień podgrzebieniowy



Rys. 2. Porównanie procesntowe różnicy w maksymalnym skurczu mięśni kończyny górnej lewej i prawej, gdzie: A – mięsień dwugłowy znajdujący się, B – mięsień trójgłowy, C – mięsień naramienny głowy środkowej, D – mięsień prostownik długi nadgarstka, E – mięsień naramienny głowy przednia, F – mięsień naramienny głowa tylna, G – mięsień czworoboczny, H – mięsień podgrzebieniowy

Patent

Zgłoszenie patentowe w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej: P.440187, data zgłoszenia 20.01.2022 tytuł: Sposób i system sterowania wózkiem inwalidzkim za pomocą potencjałów bioelektrycznych mięśni, autorzy: Wieczorek Bartosz, Warguła Łukasz, Marciniak Agnieszka.

KONFERENCJA POD HONOROWYM PATRONATEM

Rektora – Komendanta WAT gen. bryg. prof. dr hab. inż. Przemysława Wachulaka

Ministra Rodziny i Polityki Społecznej



Ministra Funduszy i Polityki Regionalnej

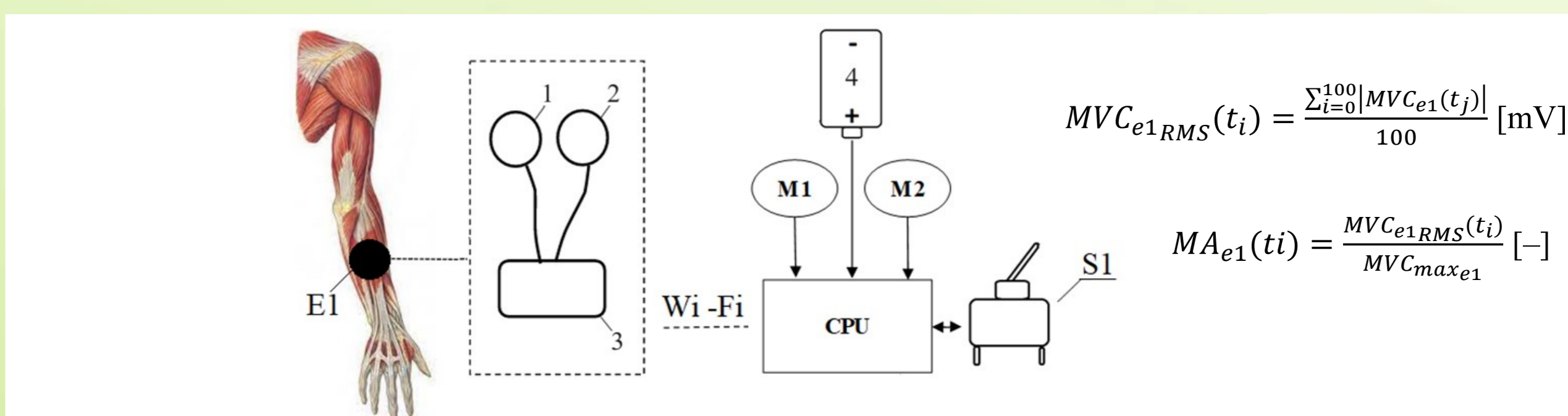


ORGANIZATORZY KONFERENCJI

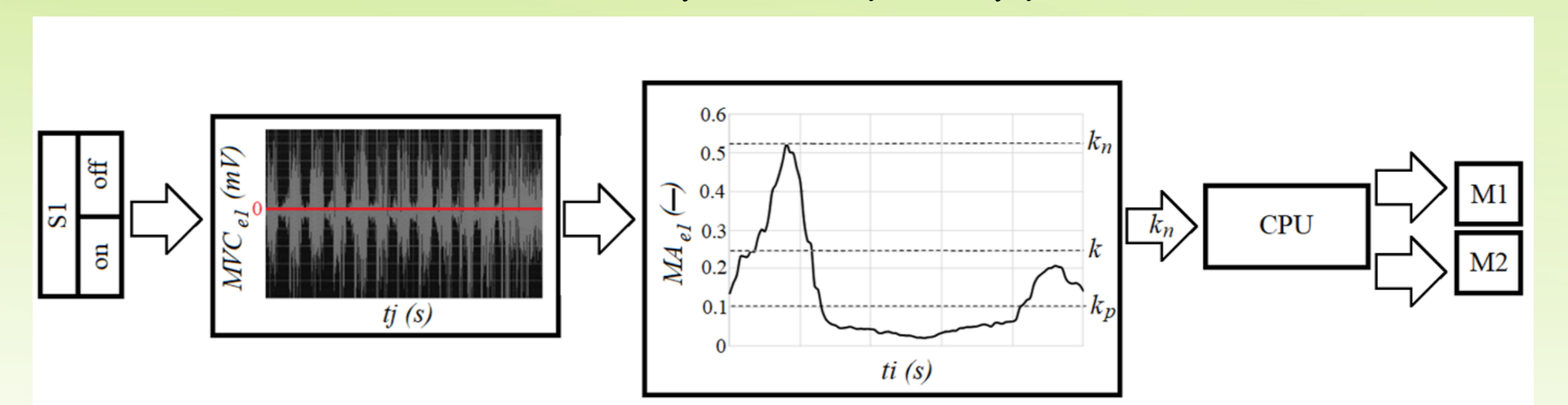


Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej z Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój na lata 2014-2020 (PO WER 2014-2020).

Koncepcja innowacyjnej konstrukcji i algorytm sterowania



Rys. 4. Układ sterowania, gdzie: 1, 2 – elektrody aktywne, 3 – elektroda referencyjna, 4 – ogniwo zasilające układ, E1 – miejsce mocowania elektrod na brzości mięśnia prostownika promieniowego długiego nadgarstka, M1, M2 – silniki elektryczne, S1 – włączniki i wyłącznik układu



Rys. 5. Koncepcja układu sterowania

Conclusions

Sygnał MVC może być stosowany do sterowania układami napędowymi oraz regulowanymi układami przekazania napędów. W wózkach inwalidzkich taki sygnał sterujący może wspierać układy assistive technology wykorzystywane w hybrydowych napędach manualno-elektryczne lub w układach manualnych z elektrycznie sterowanymi przekładaniami. Na podstawie badań pilotażowych zauważyć można, że pomiar MVC dla układu sterowania z jednej kończyny górnej wymaga dokładnej analizy gdyż, asymetria w sygnale MVC mięśni kończyn górnych lewej i prawej może różnić się od 15% do 53%. Najbardziej zbliżoną wartością MVC mięśni lewej i prawej kończyny górnej, badanego użytkownika charakteryzują się mięsień prostownika promieniowego długiego nadgarstka (około 15%). Badania wykazują możliwość stosowania sygnału MVC do innowacyjnych układów sterowania, w układach wspomagających poruszanie, a nie decydujących tylko o kierunku. Dodatkowo przedstawiono koncepcje układu umożliwiającego realizację sterowania ułatwiającego poruszanie osobą niepełnosprawnym i niedołącznym. Wnioskowanie na podstawie przedstawionych wyników jest ograniczone, gdyż badania miały charakter badań pilotażowych i były wykonane na małej grupie badanych osób. W przyszłości badania należy rozszerzyć o większą liczbę użytkowników wózków inwalidzkich lub zastosować indywidualne podejście do projektowania układów wspomagających przemieszczanie osób niepełnosprawnych i niedołącznych.