

## PROJEKT I ANALIZY ORTEZY STAWU KOLANOWEGO

### Wstęp

Celem niniejszej pracy było wykonanie projektu ortezy stawu kolanowego wspomagającej wyprost kończyny dolnej w stawie kolanowym podczas chodu, a następnie przeprowadzenie weryfikacji poprawności jej działania.

W ramach części praktycznej pracy urządzeniem do sEMG zostało zbadane napięcie mięśnia czworogłowego uda i mięśnia dwugłowego uda podczas wyprostowania kończyny dolnej w stawie kolanowym. Badanie przeprowadzono dla kilku cykli w różnych ustawieniach – w staniu, w chodzeniu oraz w leżeniu. Na podstawie wyników podjęto próbę określenia siły potrzebnej do wyprostowania kończyny podczas chodu.

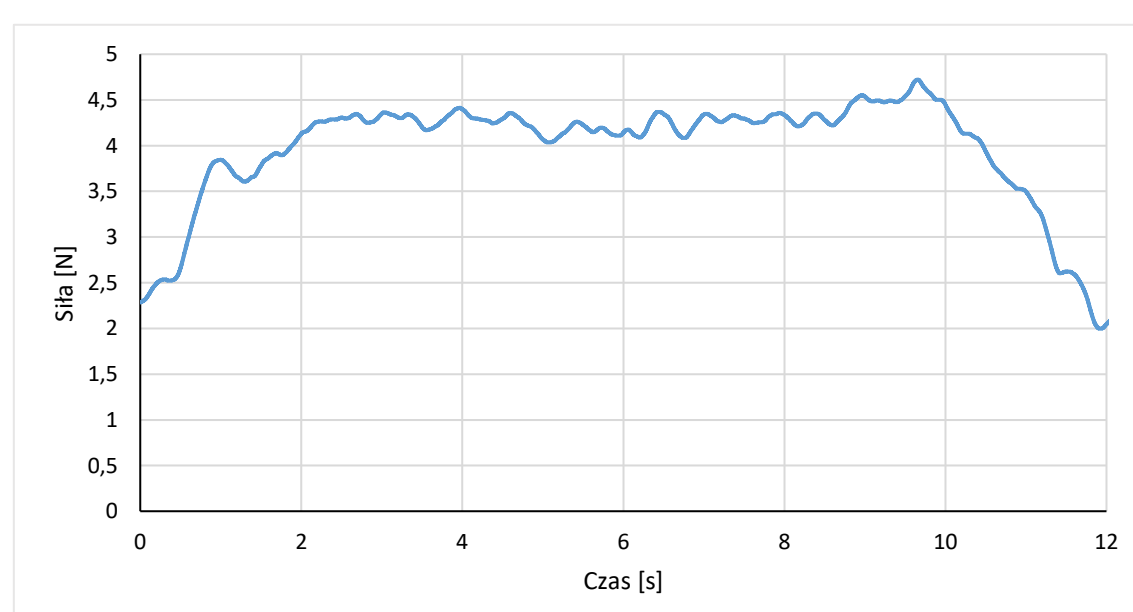
Następnie przy pomocy programu Autodesk Inventor została zaprojektowana orteza stawu kolanowego. Projekt obejmował elementy wykonane za pomocą konwencjonalnych technik wytwarzania oraz z wykorzystaniem techniki druku 3D, która wspomaga dopasowanie ortezy do konkretnego pacjenta. Kolejnym krokiem było przeprowadzenie analiz wytrzymałościowych, a następnie wydruk ortezy w technologii druku 3D. Ostatnim etapem była weryfikacja poprawności jej działania na pacjentce.

### Weryfikacja działania

W ramach weryfikacji przeprowadzono 6 prób pomiaru siły z wykorzystaniem czujnika siły w systemie Noraxon MR3. W pierwszych trzech próbach badano wartość siły wytworzonej przez całą ortezę, zaś w trzech kolejnych – wartości generowanej przez poszczególne połowy ortezy (Rys.4). Następnie wykonano wykresy (Rys.5).



Rys.4. Pomiar siły generowanej przez połowę ortezy



Rys.5. Wykres siły od czasu dla jednej z prób

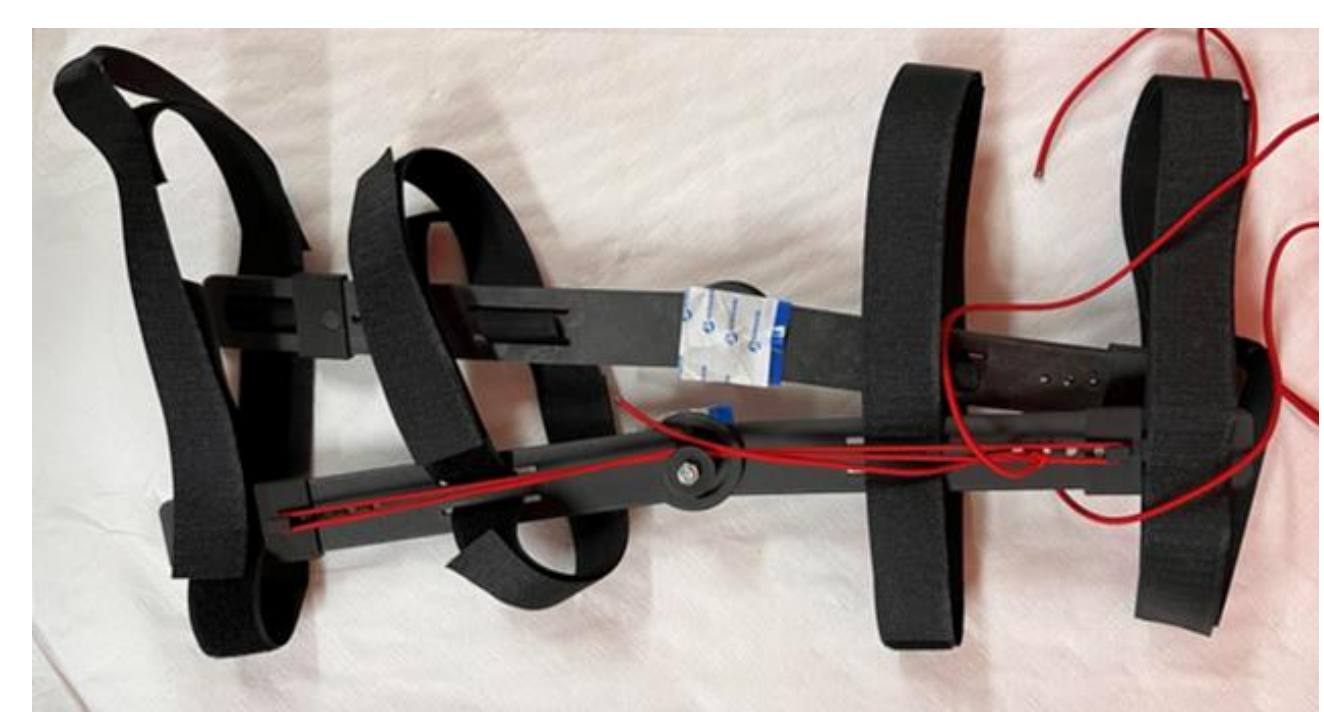
Dodatkowo działanie ortezy zweryfikowano na pacjentce. Pierwszym krokiem było dopasowanie ortezy, co zostało zrobione za pomocą pasów regulujących (Rys.3). Następnie pacjentka oceniała, jakie napięcie linki sprężynującej jest dla niej odpowiednie. Po dostosowaniu, pacjentka miała za zadanie przejść się swobodnie, czego dokonała na bieżni z prędkością 3 km/h. Potwierdzeniem działania ortezy jest pozytywna opinia uzyskana w trakcie wywiadu przeprowadzonego przez fizjoterapeutkę z pacjentką, która potwierdziła, iż orteza wspomaga na odpowiednim poziomie wyprost jej stawu kolanowego w ostatniej fazie tego ruchu.

### Budowa prototypu

W celu zbudowania prototypu ortezy wspomagającej wyprost stawu kolanowego wykorzystano metodę druku 3D. Zaprojektowane w programie Autodesk Inventor elementy wydrukowano na drukarce 3D Markfoga z kompozytu – nylonu z posiekany włókno węglowe. Wydrukowane elementy (Rys.1) złożono i połączono ze sobą za pomocą śruby, następnie dodano pasy na rzepy oraz linkę sprężynującą (Rys.3) Waga otrzymanego prototypu wyniosła 162 g, czyli była dość niska na tle ortezy dostępnych na rynku.



Rys.1. Wydrukowane elementy



Rys.2. Złożona orteza wraz z rzepami i linkami sprężynującymi



Rys.3. Orteza na pacjentce podczas chodu

### Wnioski

1. Orteza spełniła zamierzone zadanie – wspomaga wyprost w stawie kolanowym.
2. Zastosowane do wydruku materiały zostały dobrze dobrane (kompozyt nylonu z włókno węglowe na szyny, polipropylen na nasuwki regulujące).
3. Wycięcie szyn z metalu spowodowałoby wzrost wytrzymałości ortezy oraz mniejsze odkształcenia materiału, co zmniejszyłoby ich deformację, ale jednocześnie zmniejszyłoby również dopasowanie do ciała pacjentki.
4. Dwie części ortezy generują różne siły m.in. ze względu na różnice w naciąganiu linek sprężynujących. W praktyce fizjoterapeutycznej należałoby opracować metodykę pomiaru tego napięcia oraz możliwość szybkiej korekcji.
5. Otrzymany prototyp ortezy ma bardzo małą masę, przez co jest lekkim urządzeniem wspomagającym, co jest pożądane przez pacjentów.
6. Ortezy wspomagające wyprost stawu kolanowego są przydatne w leczeniu wielu jednostek chorobowych oraz w celu im zapobiegania.
7. Orteza wspomagająca wyprost stawu kolanowego pozwala na reedukację chodu lub wspomaga przywrócenie prawidłowego wzorca chodu.

Specjalność: **BIOMECHATRONIKA I SPRZĘT REHABILITACYJNY**