

# Řízení rehabilitačního ergometru nové generace

*Bc. Martin Červa, Ing. Josef Černožský, Ph.D.*

## ABSTRAKT

Úkolem této diplomové práce bylo navrhnout a realizovat řídicí software pro rehabilitační ergometr nové generace. Byla provedena analýza funkčních bloků pro silově momentové řízení. Dále byla realizována synchronizace servomotorů ovládající pedály, na čemž je funkce tohoto ergometru založena. Nakonec byla navržena a vytvořena nultá verze rozhraní člověk stroj.

## ÚVOD

Ergometr je zařízení podobné rotopedu s možností přesně definovaného zatížení. Ovládání zátěže je u ergometrů elektronické. Využití těchto přístrojů je buď pro sledování srdce pacienta při přesně definované zátěži, nebo pro rehabilitační účely. Ergometry jsou vyráběny buď v bicyklovém provedení, nebo v provedení běžícího pásu.

Současná nabídka rehabilitačních ergometrů založených na kruhovém pohybu umožňuje rehabilitaci dolních i horních končetin. Tyto přístroje dovolují nastavit zatížení a na základě rozdílu period pohybu vykonaných levou a pravou končetinou monitorovat jejich vytížení. Žádný z těchto přístrojů však nenabízí možnost nastavit proměnné zatížení v rámci jedné otáčky, možnost nastavit rozdílné zatížení pro pravou a levou končetinu, aktivní dopomoc při překonávání pro pacienta problematického místa a nezávislé měření výkonu pravé a levé končetiny.

Rehabilitační přístroj, jímž se zabývá tato práce, je inovativní díky zavedení elektronické hřídele mezi pedály namísto hřídele pevné. Tato změna eliminuje veškeré nepříznivé ovlivnění pedálů navzájem zhoršující nejen rehabilitační proces, ale především naměřené výsledky vytížení levé a pravé končetiny. Díky možnosti separátního řízení pohonů pro levý a pravý pedál zde bylo možné implementovat nastavení různé zátěže či aktivní dopomoci pro oba pedály zvlášť. Dále toto řešení umožňuje nastavení proměnné zátěže v rámci jedné otáčky a nezávislé měření výkonu pravé a levé končetiny.

## PRINCIP ŘEŠENÍ

Jak již bylo zmíněno v úvodu, pevná hřídel zde byla nahrazena hřídelí elektronickou. Tímto způsobem jsou propojeny dva synchronní servomotory, ke kterým jsou upevněny pedály. Motory jsou připojeny k servozsilovači, který je řízen PLC automatem.

Zátěž není u tohoto ergometru řešena jako překonávání odporu, jak je tomu u běžných ergometrů a rotopedů. Je zde využíváno momentového řízení. Proti pohybující se končetině působí

kroucí moment, který je možné přesně definovat. Elektronická hřídel je zde realizována prostřednictvím elektronické vačky.

Elektromotory, pohybující s pedály jsou v této úloze rozděleny na řídicí a řízené. Pokud se pravý pedál nachází v poloze záběru, stává se řídicím (pravý elektromotor je přepnut do režimu Master, levý do režimu Slave). Na levý elektromotor je přenášen kroucí moment a je kopírován pohyb pravého pedálu, pouze s pootočením o 180°. Po dosažení levého pedálu polohy záběru se levý pedál stane řídicím (levý elektromotor je přepnut do režimu Master, pravý do režimu Slave) a proces se opakuje. V Aktivní části pohybu končetiny je možné přizpůsobit zátěž podle rehabilitačních potřeb (kroucí moment působící proti pohybu končetiny, nebo pomocný kroucí moment). Při správném nastavení by mělo být dosaženo efektu, kdy bude mít pacient s jednou končetinou slabší pocit ekvivalentního vytížení obou končetin.

K nastavování klíčových parametrů slouží softwarová vizualizace, kterou je možné ovládat pomocí dotykového panelu integrovaného na PLC automatu.

## **SOFTWARE**

Software zařízení je rozdělen na řídicí část a část vizualizace. Řídicí část programu se stará o nastavení funkčních bloků, inicializaci, přesné a bezpečné přepínání mezi osami. Vizualizace obsahuje ovládací prvky a dále prvky diagnostické.

Byly zde vytvořeny dva rehabilitační režimy. Prvním je režim konstantního výkonu a frekvence. Parametry výkon a frekvenci definuje uživatel a na jejich základě je následně dopočítáván kroucí moment. Druhým režimem je režim proměnného kroucího momentu, kde je možné nastavit různý kroucí moment pro každý stupeň otáčky a navíc pro každou končetinu zvlášť. Kroucí moment je možné nastavit také jako aktivní dopomoc.

## **ZÁVĚR**

Výsledkem této diplomové práce je řídicí software a rozhraní člověk-stroj určený pro rehabilitační zařízení bicyklového typu. Zařízení obsahuje dva druhy rehabilitačních režimů. Dále jsou zde obsaženy diagnostické prvky pro sledování průběhu rehabilitace. Systém je možné implementovat do zařízení pro rehabilitaci dolních a horních končetin. Díky zátěži založené na aktivním momentovém působení je zde také možnost rehabilitace pacientů s amputovanou končetinou.