



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-19-0290

Výskum a vývoj protetických lôžok dolných končatín vyrábaných aditívnymi technológiami

Zodpovedný riešiteľ **Dr.h.c. prof. Ing. Jozef Živčák, PhD., MPH**

Príjemca **Technická univerzita v Košiciach - Strojnícka fakulta**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Na riešení projektu sa nepodieľalo zahraničné pracovisko.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

podaný úžitkový vzor: Senzorický systém na monitorovanie tlaku vo vnútri protetického lôžka

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1.02 Počet publikácií v zahraničných karentovaných časopisoch:

Accuracy Verification of an Anatomical Model Manufactured Using Low-Cost Additive Production / - 2021. In: Applied Sciences. - Basel (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute Roč. 11, č. 2 (2021), s. 1-19 [online]. - ISSN 2076-3417 (online) Spôsob prístupu: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/2/594/htm>.

[Tóth T, Varga P, Štefanovič B, Bednarčíková L, Schnitzer M, Hudák R, Živčák J]
Measurement of the conductive fabric contact impedance for bioelectrical signal acquisition purposes, Measurement, Volume 217, 2023, 113005, ISSN 0263-2241, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2023.113005>.

[Králiková I, Babušiak B, Šmondrek M]

1.06 Počet vedeckých prác publikovaných v recenzovaných vedeckých časopisoch v SR:
The comparison of the dynamic tests results from sensory platforms. In: Acta Technologia, Roč. 7, č. 4, s. 131-134.

[Michalíková M, Bednarčíková L, Staško R, Živčák J]

Template Design For Transfemoral Prosthetic Socket Development / Branko Štefanovič, Lucia Bednarčíková - 2022. In: Acta Technologia : International Scientific Journal about Technologies. - Šemša (Slovensko) : 4S go, 2015 Roč. 8, č. 3 (2022), s. 105-108 [online]. - ISSN 2453-675X (online)

[Štefanovič B, Bednarčíková L]

Design of an Individual Cover for a Lower Limb Prosthesis: Acta Mechanica Slovaca, Roč. 26, č. 2 (2022), s. 6-11 [print, online]. - ISSN 1335-2393

[Štefanovič B, Breškovič T, Bednarčíková L, Rusnáková S, Hudák R, Živčák J]
 1.07 Počet vedeckých prác publikovaných v recenzovaných vedeckých časopisoch v zahraničí:
 Corellation the body weight to selected stabilometric parameters / Monika Michalíková ... [et al.] – In: Lékař a technika. – Clinician and Technology 2022, vol. 52(1), pp. 8–13 - ISSN 2336-5552 (Online)
 [Michalíková M, Bednarčíková L, Barcalová M, Ižariková G, Živčák J]
 1.09 Počet vedeckých prác publikovaných v nerecenzovaných odborných časopisoch a zborníkoch v zahraničí:
 Custom prosthetic cover development methodology / - 2021. In: Proceedings of 3DBODY.TECH 2021 : 12th International Conference and Exhibition on 3D Body Scanning and Processing Technologies. - Ascona (Švajčiarsko) : Hometrica Consulting s. [1-10] [online, print]. - ISBN 978-3-033-08853-5 Spôsob prístupu: <https://3dbody.tech/cap/papers/2021/2117stefanovic.pdf>.
 [Štefanovič B, Uhrinová R, Michalíková M, Bednarčíková L, Živčák J]
 Custom prosthetic socket production using additive technology / In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ETIKUM 2021, s. 171-174.
 [Ondrejová B, Štefanovič B, Bednarčíková L, Hudák R, Živčák J]
 Comparison of optical handheld 3d scanners suitable for prosthetic and orthotic applications, Proceedings of 3DBODY.TECH 2022 : 13th International Conference and Exhibition on 3D Body Scanning and Processing Technologies. - Ascona (Švajčiarsko) : Hometrica Consulting s. 15-16 . - ISBN 978-3-033-09520-5
 [Štefanovič B, Ondrejová B, Bednarčíková L, Tóth T, Živčák J]
 1.12 Vysokoškolské učebnice vydané v SR:
 Základy protetiky a ortotiky 2. časť/ - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2021. - 142 s. [print]. - ISBN 978-80-553-3797-5.
 [Bednarčíková L, Michalíková M, Danko M, Hudák R, Živčák J]
 The basics of prosthetics and orthotics Part 1 / - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2021. - 123 s. [print]. - ISBN 978-80-553-3983-2.
 [Bednarčíková L, Michalíková M, Danko M, Hudák R, Živčák J]
 Biomechanika ľudského pohybu/ - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2021. - 155 s. [print]. - ISBN 978-80-553-4009-8.
 [Bednarčíková L, Danko M, Živčák J]
 Modelovanie protetických a ortotických prostriedkov/ - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2021. - 66 s. [print]. - ISBN 978-80-553-4017-3.
 [Štefanovič B, Živčák J]
 Modeling of prosthetic and orthotic devices/ - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2021. - 67 s. [print]. - ISBN: 978-80-553-4016-6.
 [Štefanovič B, Živčák J]
 Kapitola v zahraničnej monografii:
 Orthoses Development Using Modern Technologies / - 2021. In: Prosthetics and Orthotics. - London (Veľká Británia) : IntechOpen s. [1-22] [print]. - ISBN 978-1-83962-900-6 Spôsob prístupu: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.95463>.
 [Štefanovič B, Danko M, Michalíková M, Bednarčíková L, Rajtúková V, Tóth T, Trebuňová M, Hudák R, Živčák J]

OSTATNÉ VÝSLEDKY

1. Metodika návrhu transfemorálneho lôžka pomocou CAD softvéru
2. Metodika návrhu transtibiálneho lôžka pomocou CAD softvéru
3. Metodika aditívnej výroby protetických lôžok
4. Metodika 3D skenovania transtibiálneho kýpťa

Uplatnenie výsledkov projektu

Projekt č. APVV-19-0290 bol projektom aplikovaného výskumu, poznatky získané počas riešenia projektu boli a budú uverejnené vo vedeckých a odborných časopisoch, domácich i zahraničných konferenciách. Na základe získaných výsledkov projektu boli vypracované Metodika návrhu transfemorálneho lôžka pomocou CAD softvéru, Metodika návrhu transtibiálneho lôžka pomocou CAD softvéru, Metodika aditívnej výroby protetických lôžok, Metodika 3D skenovania transtibiálneho kýpťa, ktoré budú postúpené do praxe- spoločnosti OTTO BOCK, s.r.o.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Ciele projektu vychádzajú zo súčasných trendov a potrieb v rámci implementácie inovatívnych technológií do návrhu a výroby personalizovaných lôžok protéz dolných končatín. Pre potreby digitalizácie merných podkladov na protézy bola vypracovaná metodika 3D skenovania reziduálnej končatiny pre získanie antropometrických parametrov ako aj morfometrických charakteristík. Ako jeden z najvhodnejších nástrojov na tvorbu digitálneho modelu protetického lôžka sa na základe testovaní javí program Autodesk Meshmixer, ktorého výhodou je, že ide o voľne dostupný softvér. V rámci projektu boli vypracované aj metodiky návrhu transfemorálneho lôžka a metodika návrhu transtibiálneho lôžka pomocou tohto softvéru. Počas riešenia projektu boli mechanicky testované vzorky viacerých materiálov vyrobených aditívnymi technológiami avšak vzorky vyrobené technológiou Multi Jet Fusion z materiálu PA12 vykazujú ideálne biomechanické vlastnosti a sú vhodné pre výrobu protetických lôžok. Cieľom riešeného projektu bol aj návrh a výroba senzorického systému na monitoring tlakových pomerov v personalizovanom skúšobnom lôžku, ktoré sú častou príčinou diskomfortu užívateľa a znemožňuje používanie lôžka. Na základe toho bol vyvinutý integrovaný senzorický systém, ktorý bol testovaný na pacientovi. K najvýznamnejším výsledkom projektu patrí:

- mechanické parametre vzoriek sa nemenia v závislosti od polohy pri výrobe,
- technológia Multi Jet Fusion je vhodná pre výrobu ako z hľadiska mechanického, tak aj ekonomického a ekologického
- monitoring tlakových pomerov kýpet'-lôžko v reálnom čase

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The goals of the project are based on current trends and needs in the implementation of innovative technologies in the design and production of personalized sockets for lower limb prostheses. For the needs of digitization of measurement data for prostheses, a 3D scanning methodology of the residual limb was developed to obtain anthropometric parameters as well as morphometric characteristics. Based on testing, the Autodesk Meshmixer software appears to be one of the most suitable tools for creating a digital model of a prosthetic socket, the advantage of which is that it is freely available software. As part of the project, the transfemoral socket design methodology and the transtibial socket design methodology were developed using this software. During the implementation of the project, samples of several materials produced by additive technologies were mechanically tested, but the samples produced by Multi Jet Fusion technology from the material PA12 show ideal biomechanical properties and are suitable to produce prosthetic sockets. The goal of the solved project was also the design and production of a sensor system for monitoring pressure conditions in a personalized test socket, which are a frequent cause of user discomfort and make the use of the socket impossible. Based on this, an integrated sensory system was developed and tested on a patient.

The most significant results of the project include:

- the mechanical parameters of the samples do not change depending on the position during production,
- Multi Jet Fusion technology is suitable for production both from a mechanical, economic, and ecological point of view
- real-time monitoring of stump-socket pressure ratios