

Technická univerzita v Košiciach  
Strojnícka fakulta  
Katedra Biomedicínskeho inžinierstva a merania  
Akademický rok 2014/2015  
III. stupeň vysokoškolského štúdia, ročník 2.  
Lektor z vysokej školy: Doc. Ing. Radovan Hudák

**ZÁVEREČNÁ PRÁCA**  
**ZO VZDELÁVACIEHO POBYTU V ZAHRANIČÍ**  
**realizovaného s podporou národného projektu „Vysoké školy ako motory**  
**rozvoja vedomostnej spoločnosti“, ITMS kód projektu 26110230120**

Meno a priezvisko študenta: Ing. Irenej Poláček  
Miesto realizácie vzdelávacieho pobytu v zahraničí: ORTOTIP d.o.o., Maribor, Slovinsko  
Kontaktná osoba: prof. Dr. Igor Drstvenšek  
Obdobie realizácie vzdelávania: od 15.09.2014 do 14.10.2014

Miesto realizácie vzdelávania v podmienkach podnikovej praxe na Slovensku:  
CEIT Biomedical Engineering s.r.o., Košice  
Lektor z podniku: Ing. Martin Lisý

## Obsah

1. Úvod.....	3
2. Stanovené ciele vzdelávacieho pobytu v zahraničí.....	4
3. Priebeh praxe (metodika plnenia cieľov).....	5
4. Sumarizácia (naplnenie cieľov) .....	7
5. Odporúčania.....	8
6. Záver .....	9
7. Prílohy.....	10

# 1. Úvod

Vzdelávací pobyt v zahraničí je možné absolvovať v rámci národného projektu „Vysoké školy ako motory rozvoja vedomostnej spoločnosti“, ktorý ponúka možnosť zahraničnej praxe študentom II. a III. stupňa vysokoškolského štúdia.

Cieľom projektu je prispôsobenie vysokoškolského vzdelávania reálnym potrebám praxe, vytvorenie prepojenia vysokej školy s podnikovou praxou a zlepšenie pozície absolventa na trhu práce a v podnikaní.

Študenti, ktorí absolvujú v rámci projektu vzdelávanie v podmienkach podnikovej praxe na Slovensku, môžu po odporúčení podnikom a vysokou školou absolvovať vzdelávací pobyt v zahraničnom podniku alebo výskumnej inštitúcii a tým zvýšiť svoje odborné znalosti, skúsenosti a kompetencie.

Ja som vzdelávanie v podmienkach podnikovej praxe na Slovensku absolvoval vo firme CEIT Biomedical Engineering s.r.o., Košice. Po absolvovaní praxe mi bol na základe odporúčania lektora z vysokej školy a lektora z podniku umožnený jednomesačný vzdelávací pobyt vo firme ORTOTIP v Maribore, Slovinsko.

Téma mojej praxe bola zameraná na nastavenia parametrov pre testovanie výroby Ti64 mostíkov a koruniek na EOSINT M280, výskum v oblasti korelácie rozmerov lebky oproti výške a váhe, vyhodnotenie CT dát mostíkov a práca na stroji MLabCusing.

V rámci národného projektu mi bol poskytnutý finančný príspevok na cestovné, stravné a ubytovanie, ako aj potrebná administratívna, organizačná a metodická podpora zo strany odborných a administratívnych zamestnancov projektu.

## 2. Stanovené ciele vzdelávacieho pobytu v zahraničí

Cieľom vzdelávacieho pobytu bolo získanie praktických skúseností v súvislosti s výrobou dentálnych implantátov metódou Rapid Prototyping (RP) známou ako 3D tlač.

Počas vzdelávacieho pobytu som pracoval na konkrétnej úlohe s názvom „Nastavenia parametrov pre testovanie výroby Ti64 mostíkov a koruniek na EOSINT M280, Výskum v oblasti korelácie rozmerov lebky oproti výške a váhe, vyhodnotenie CT dát mostíkov, práca na stroji MLabCusing“.

Novodobá 3D technológia poskytuje výrobu dentálnych komponentov na mieru konkrétnemu pacientovi. Ide o technológiu využívajúcu počítačové modely (CAD/CAM), ktoré sa stali alternatívou klasických metód odliatkov a voskových techník. Fyzický model môže byť vyrobený na základe údajov získaných zo základných medicínskych zobrazovacích techník, a to počítačovej tomografie (CT) alebo magnetickej rezonancie (MRI), prípadne na základe 3D scanu odliatku čeľuste. Pri RP technológii vzniká 3D model priamo na základe modelu vytvoreného s podporou počítača. Model je vytváraný postupným spekaním a vrstvením kovového prášku, vysoko výkonným laserom. Hlavnou výhodou aditívnej výroby je zníženie prevádzkového času a lepšia zhoda implantátu s požadovaným tvarom, čo vedie k zvýšeniu kvality implantátov, zvýšeniu spokojnosti pacientov a k zníženiu nákladov pri liečbe.

Pre výrobu komponentov sa doteraz používal prášok zliatin titánu. Spoločnosť ORTOTIP využíva pre výrobu dentálnych implantátov zliatiny kobalt - chróm. Prístroje používané na výrobu sa líšia v základných parametroch, ako je napríklad už spomínaný materiál výroby, výkon lasera atď.

Firma ORTOTIP patrí medzi popredné firmy v oblasti 3D tlače. Firma získala za minulý rok dva medzinárodné patenty a jeden patent v rámci Slovinska. Pri riešení praktickej úlohy som sa dostal do priameho kontaktu s komerčnou výrobou dentálnych implantátov, mostíkov a koruniek. Ich výroba musí byť na vysokej odbornej úrovni, vyrobené produkty sú priamo implantované pacientom.

Katedra Biomedicínskeho inžinierstva a merania nedávno zakúpila prístroj na výrobu dentálnych implantátov metódou RP zo zliatin kobalt – chróm. Skúsenosti získané počas vzdelávacieho pobytu vo firme ORTOTIP sú pre mňa veľmi cenné predovšetkým pri práci s týmto druhom zliatin. Mojej práci viem pridať hodnotu v zmysle zlepšenia postupov v oblasti dentálnej výroby a porovnávacej analýzy postupov v jednotlivých výskumoch. Okrem práce na prístroji som získal zručnosti vo vytváraní 3D modelov v programe Exocad.

### 3. Priebeh praxe (metodika plnenia cieľov)

Prax v spoločnosti ORTOTIP som začal 16.09.2014. Najprv ma previedli priestormi spoločnosti a boli mi ukázané stroje, ktorými spoločnosť disponuje, a na ktorých by som sa mal naučiť pracovať, čo je hlavným cieľom tejto praxe. Po krátkej exkurzii sa prešlo k povinnému školeniu BOZP. To už sa začalo krátke školenie práce v programe exoCAD a ukážka základných funkcií pre tvorbu koruniek a mostíkov. Postupne som začal samostatne pracovať so softvérom exoCAD a konzultovať jednotlivé kroky s ostatnými pracovníkmi spoločnosti. K práci na stroji som sa ešte osobne nedostal, ale stále som sa zúčastňoval na výrobnom procese.

Keď som mal v práci voľnejšie, študoval som metodiku testovania nastavenia parametrov výroby. Táto metodika by mala pomôcť v budúcnosti rýchlejšie a optimálne nastaviť parametre výroby na stroji ConceptLaser MLab Cusing a EOSINT M280 pre produkciu dentálnych náhrad pomocou aditívnej výroby. Stroj MLab, rovnaký ako v spoločnosti ORTOTIP, zakúpila Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania na Technickej univerzite v Košiciach.

Dňa 23.1.2014 som sa v spoločnosti prof. Drstvenška zúčastnil na exkurzii na druhej prevádzke spoločnosti ORTOTIP v Murskej Sobote a bol som prevedený po priestoroch oddelenia biomedicínskeho inžinierstva Univerzity v Maribore a priestoroch, kde má spoločnosť ORTOTIP, ako bývalý "spin-off", svoje podporné pracovisko.

Keďže ORTOTIP je malá spoločnosť, nemal som stopercentný prístup k dentálnej výrobe. Keď som nemohol práve byť v procese výroby, s čím sa aj počítalo dopredu, tak som spracovával metodiku merania CT snímok lebiek. Pri týchto meraniach išlo o porovnanie parametrov lebiek s parametrami BMI indexu. Po spracovaní metodiky merania som mal prejsť k samotnému meraniu. Merať som mal CT snímky lebiek, ktoré poskytla spoločnosť CEIT Biomedical Engineering s.r.o., avšak nebolo možné získať späť BMI údaje a k tomu aj vek a pohlavie osoby, pretože pri CT vyšetrení sa tieto údaje nezapisujú a na ich výdaj by bolo potrebné požiadať ošetrojúcich lekárov, ktorí predpísali danému pacientovi CT vyšetrenie. To by však bol zdĺhavý a zložitý proces. Preto sme s doc. Ing. Hudákom zo spoločnosti CEIT Biomedical Engineering s.r.o., ponúkli Prof. Dr. Drstvenškovi spoluprácu na tomto projekte, kde by sme boli schopní, s povolením vedenia nemocnice, zbierať CT snímky spolu s patričnými údajmi pre ich výskum a poprípade ich aj merať. Pána Dr. Drstvenška sme oboznámili s touto ponukou, ktorej bol naklonený. Ja som mu odovzdal spísanú presnú metodiku merania daných rozmerov lebiek spolu s mäkkým tkanivom a túto úlohu sme uzavreli.

Po uzavretí problematiky ohľadom lebiek, som sa začal venovať problematike presnosti výroby dentálnych náhrad. Išlo o uzavretie prípadu, ktorý spoločnosť ORTOTIP spolu s Univerzitou v Maribore a Technickou univerzitou v Košiciach riešili už pred dvoma rokmi. Spoločnosť ORTOTIP vyvinula špeciálnu žihaciu pec, vďaka ktorej vie uvoľniť vnútorné pnutia v dentálnej náhrade naindukované počas výroby a tým predísť zdeformovaniu výsledného produktu v dôsledku pôsobenia týchto vnútorných pnutí. Ako jediní dokážu

vyrábať celé 14 - 16 členné dentálne mostíky, čo dokazuje, že sú špička v odbore. Pre účely overenia presnosti vyrobili 3 typy mostíka, ktoré boli nasnímané v Centre počítačovej tomografie Katedry biomedicínskeho inžinierstva a merania, Technickej univerzity v Košiciach pre získanie aktuálneho 3D STL modelu mostíka. Tento mostík bol potom zaslaný späť do Mariboru, kde bola naň aplikovaná prvá vrstva povrchovej keramiky a proces snímania sa zopakoval. Potom boli aplikované všetky ostávajúce vrstvy keramiky a znova sa snímanie zopakovalo. Z týchto meraní sme dostali tri 3D STL modely, ktoré som porovnával s nominálom, teda s modelom, ktorý bol navrhnutý ako ideálny. Porovnával som tom vo freeware softvéri GOM V8 Inspect. Získané výsledky som spracoval do 11- stranového článku, ktorý ešte musí prejsť korekciou angličtiny a musia sa doplniť nejaké ostávajúce formálne údaje a ak ho príjmu, bude publikovaný v Rapid Prototyping Journal a v jednom z odborných časopisov o dentálnej protetike.

Ukončením tohto článku som ukončil aj pôsobenie v spoločnosti ORTOTIP a rozlúčil sa s Dr. Drstvenšekom, ktorý odcestoval na konferenciu iCAT, ktorú organizuje, a na ktorej mi ponúkol účasť, ktorú som pre iné povinnosti musel, bohužiaľ, odmietnuť.

#### **4. Sumarizácia (naplnenie cieľov)**

Prax mi dala praktické aj teoretické zručnosti vo viacerých oblastiach týkajúcich sa biomedicínskeho inžinierstva, implantológie a dentálnej protetiky. Dúfam, že poznatky získané v spoločnosti ORTOTIP mi pomôžu pri práci na katedre, na ktorej študujem 3. stupeň, na strojoch, ktoré by mali prísť v dohľadnej dobe. Samozrejme, čím viac som išiel do hĺbky každej problematiky, ktorej som sa venoval, za ten relatívne krátky čas, prichádzal som na nové a ďalšie otázky, či problémy, ktoré som musel riešiť. Takže nakoniec odchádzam, možno, s viac otázkami ako som prišiel, no už nie sú tak triviálne ako boli predtým, než som prišiel. Ďalej už musím na odpovediach pracovať sám a dúfam, že kontakty na profesionálov v danej oblasti, nadobudnuté na tejto zahraničnej stáži, mi v tom pomôžu, pretože to isto nebude mesačná cesta.

## **5. Odporúčania**

V súvislosti so získanými odbornými skúsenosťami odporúčam v pokračovaní a prehĺbení spolupráce medzi spoločnosťou ORTOTIP, Mariborskou univerzitou, Technickou univerzitou v Košiciach a spoločnosťou CEIT Biomedical Engineering s.r.o.

Tieto inštitúcie a spoločnosti majú všetky predpoklady aby sa navzájom dopĺňali a spolu napredovali v oblasti invazívnej implantológie, od návrhu implantátu, jeho testovanie až po samotnú výrobu platových a titánových implantátov pre craniomaxillofaciálnu oblasť a tiež koruniek pre dentálnu výrobu, keďže tieto spoločnosti sú jediné svojho druhu v strednej a východnej a juhovýchodnej Európe.

Avšak po absolvovaní stáže v spoločnosti ORTOTIP, poprednom a dlhoročnom výrobcovi dentálnych a craniomaxillofaciálnych náhrad additívnou výrobou, by som odporúčal Technickej univerzite v Košiciach výrazne zlepšiť výuku a jej zameranie v oblasti implantátov, biomechaniky, mechaniky a biomateriálov pre segment invazívnej implantológie.



## 6. Záver

Hlavným prínosom vzdelávacieho pobytu vo firme ORTOTIP sú pre mňa praktické znalosti nadobudnuté pri práci v skúsenom tíme a s novou technológiou, ktorú používajú už 5 rokov. To znamená, že majú prepracované know-how a vycyhané všetky „muchy“ celého výrobného procesu, či už v štádiu návrhu alebo samotnej výroby.

Prínos vzdelávacieho pobytu spočíva aj v tom, že pokiaľ na Slovensku som mal na prácu a konzultáciu vo firme iba niekoľko hodín denne, niekedy ani nie hodinu, tak v zahraničí som bol celý deň vo firme. Teda možnosť práce bola väčšia, objem práce bol väčší, a zostal aj čas na odborné konzultácie.

Vedomosti a zručnosti získané v spoločnosti by som chcel uplatniť na Technickej univerzite v Košiciach a tiež v spoločnosti CEIT Biomedical Engineering, ktorá plánuje začať podnikat' s segmente dentálnej výroby, oblasti na ktorú som bol školený na zahraničnej praxi v spoločnosti ORTOTIP d.o.o. vďaka projektu „Vysoké školy ako motory rozvoja vedomostnej spoločnosti“, prostredníctvom ktorého som mal možnosť túto napĺňajúcu stáž prepracovať.

## 7. Prílohy

Fotodokumentácia praxe v spoločnosti ORTOTIP.











Súhlasím so zverejnením správy na komunikačnom portáli národného projektu pre potreby monitorovania a popularizácie projektu, prípadne na príslušných médiách vysokej školy, kde študujem.

Podpis študenta:

Dátum odovzdania:

Kancelária národného projektu „Vysoké školy ako motory rozvoja vedomostnej spoločnosti“ vyhlasuje, že za obsah produktu zodpovedá výlučne autor a Európska komisia ani kancelária národného projektu nenesú zodpovednosť za akékoľvek použitie informácií obsiahnutých v danej záverečnej správe.