

Názov univerzity: Technická univerzita v Košiciach  
Názov fakulty: Strojnícka fakulta  
Názov katedry: Katedra strojárskych technológií a materiálov  
Akademický rok 2015/2016  
Stupeň vysokoškolského štúdia, ročník: 3/3  
Lektor z vyskej školy: prof. Ing. Janette Brezinová, PhD.

## 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. Juraj Koncz  
Miesto realizácie vzdelávacieho pobytu v zahraničí: Výskumný ústav anorganickej chémie, a.s., Revoluční 84, 400 01 Ústí nad Labem, Česká republika  
Kontaktná osoba: Dr. Ing. Petr Antoš, Ph.D.  
Obdobie realizácie vzdelávania: 13.9. – 16.10.2015

Miesto realizácie vzdelávania v podmienkach podnikovej praxe na Slovensku:  
GETRAG Ford Transmissions Slovakia s.r.o., Perínska cesta 282, 044 58 Kehnec

Lektor z podniku: Peter Leško

# **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

V priebehu mesiaca september a október som absolvoval vzdelávací pobyt v zahraničí v rámci národného projektu „Vysoké školy ako motory rozvoja vedomostnej spoločnosti“, ktorý ponúka takúto možnosť pre študentov druhého a tretieho stupňa vysokoškolského štúdia. Po odporučení podnikom Getrag a vysokou školou, ktorú navštievujem, som nastúpil na pobyt v podniku Výskumný ústav anorganické chemie, a.s. v Českej republike v meste Ústí nad Labem.

Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov Európskej únie a poskytuje študentom možnosť nadobudnúť praktické skúsenosti na krátkodobých ako aj dlhodobých pobytach na rôznych inštitúciách, ústavoch a podnikoch po celom svete. O projekte som sa dozvedel od mojej školiteľky prof. Ing. Janette Brezinovej, PhD. Po konzultáciách s ňou som sa rozhodol využiť túto možnosť a vycestovať na vzdelávací pobyt do výskumného ústavu, kde som plánoval získať cenné výsledky z meraní, potrebné na praktickú časť mojej dizertačnej práce. Rozhodnutie bolo o to jednoznačnejšie, že som v minulosti absolvoval podnikovú prax, čo je podmienkou pre uchádzanie sa o vzdelávací pobyt. Túto podnikovú prax som absolvoval v podniku GETRAG Ford Transmissions, kde som pracoval na optimalizácii procesov brúsenia.

Ako napovedá názov mojej témy „Meranie elektrochemických vlastností povlakov a povrchov“, vo výskumnom ústave som sa venoval meraniam tých elektrochemických vlastností, ktoré je nutné monitorovať pri vyhodnocovaní koróznych vlastností materiálov. Vďaka môjmu mentorovi Dr. Antošovi a zamestnancom ústavu som získal okrem nových praktických skúseností aj množstvo cenných výsledkov, ktoré využijem v mojej práci.

Náklady spojené s pobytom boli hradené z národného projektu „Vysoké školy ako motory rozvoja vedomostnej spoločnosti“.

## **2. Stanovené ciele vzdelávacieho pobytu v zahraničí**

Výskumný ústav anorganické chemie, a.s. rieši v spolupráci so svojimi partnermi z akademickej a tiež podnikateľskej sféry niekoľko rozsiahlych výskumných projektov s podporou Ministerstva priemyslu a obchodu ČR, taktiež rieši komerčné vývojové zákazky väčšieho rozsahu a vykonáva radu ďalších výskumných prác na základe požiadaviek zákazníkov. Vzhľadom k technickému a personálneemu vybaveniu dokáže Výskumný ústav anorganické chemie, a.s. (VÚAnCH) poskytnúť svojim partnerom a zákazníkom spoluprácu v nasledujúcich oblastiach:

- Výskum
- Rafinérsky a petrochemický výskum
- Katalyzátory
- Odpady
- Anorganika
- Patenty
- Projekty

Základnou podnikateľskou aktivitou VÚAnCH je výskumná a vývojová činnosť, obzvlášť v oblasti anorganických technológií. Výskum v oblasti rafinérskej a petrochemickej oblasti je súčasťou aktivít až od roku 2000, kedy sa spoločnosť stala centrálnym výskumným pracoviskom skupiny UNIPETROL.

UniCRE (Unipetrol Centre of Research and Education) je centrum pre výskumné a vzdelávacie aktivity vybudované VUAnCH. Kľúčové smery tohto centra sú zamerané na chemické technológie, teda spracovanie fosílnych a obnoviteľných uhlíkových surovín na pokročilé palivá, dôležité medziprodukty a chemikálie. Výskumné programy UniCRE sú:

- EFFRET – EFFicient REfining Technologies
- ADPET – Advanced PEtrochemical Technologies
- RENTECH – Renewable and ENvironmental TECHnologies
- AMTECH – Advanced Materials TECHnologies
- POZA – Pokusná základňa
- ANALYTIKA – stredisko analytickej chémie

Svoju zahraničnú stáž som absolvoval vo výskumnom centre UniCRE výskumného ústavu anorganickej chémie pod vedením Dr. Ing. Petra Antoša, Ph.D. , ktorý je členom vedeckého tímu pracujúceho na programe AMTECH. Tento program je zameraný na výskum nových typov materiálov s cieľom vyvinúť nové katalyzátory, nové pokročilé materiály odolné vysokým teplotám, plazmaticky modifikované materiály a pod. Harmonogram môjho vzdelávacieho pobytu obsahoval nasledovné vzdelávacie aktivity:

- Nadobudnutie praktických skúseností a zručností v oblasti hodnotenia povrchov a povlakov;
- Nadobudnutie praktických skúseností a zručností v oblasti hodnotenia elektrochemických vlastností povrchov a povlakov využitím moderných koróznych metód;
- Meranie koróznych vlastností povlakov v závislosti na stupni deformácie automobilových plechov;
- Meranie povlakov elektrochemickou impedančnou spektroskopiou v simulovaných prevádzkových podmienkach automobilov.

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

Môj vzdelávací pobyt začal dňa 14.9.2015 v pondelok, kedy som sa ráno o ôsmej stretol so svojím mentorom Dr. Ing. Petrom Antošom, Ph.D. z VÚAnCH. Zároveň som sa zoznámil s ďalším pracovníkom, Mgr. Petrom Ryšánkom, ktorý bol so mnou v denno-dennom kontakte a s ktorým som v prípade neprítomnosti Dr. Antoša na pracovisku riešil vzniknuté problémy. Zároveň som s ním konzultoval niektoré z výstupov z meraní.

Prvý deň som bol oboznámený so štruktúrou výskumného ústavu a spôsobom jeho fungovania. Dr. Antoš ma previedol po pracovisku, aby som sa lepšie orientoval a zaviedol ma do laboratória, kde som mal vykonávať svoje merania. Počas oboznamovania sa s pracoviskom sme sa v jednotlivých laboratóriách pristavili a dohodli sa so zodpovednými pracovníkmi na termíne, kedy sa opäťovne v laboratóriu zastavím a budem bližšie oboznámený s vybavením a možnosťami merania, ktoré sa tu dajú vykonávať. Okrem iného som prvý deň absolvoval školenie požiarnej ochrany a školenie BOZP. Výskumný ústav je pracovisko, ktoré disponuje drahými, citlivými a v niektorých prípadoch aj nebezpečnými prístrojmi, preto sa na toto školenie kládol veľký dôraz. Taktiež pri vykonávaní svojich meraní som mal prísť do kontaktu s chemikáliami, ktoré môžu mať vplyv na zdravie človeka a preto bolo nutné sa oboznámiť so všetkými predpismi a nariadeniami vo vnútri podniku.

Od 15.9. do 18.9. som trávil každý deň v inom laboratóriu, kde mi boli postupne vysvetlené spôsoby merania a vyhodnocovania výsledkov, taktiež s popisom technického vybavenia miestnosti a možnostiach týchto vybavení.

Mojou prvou zastávkou bolo laboratórium na spracovanie, príp. úpravu materiálov rôzneho charakteru. Laboratórium obsahovalo zariadenia ako drvíče, mlyny, separátory, mixéry, ďalej autoklávy a tepelné zariadenia ako ohrievače, chladiče, sušiarne, pece, klimakomory a pod. Všetky tieto zariadenia slúžia k príprave materiálov pred ich ďalším spracovaním alebo testovaním.

Ďalšou zastávkou bolo laboratórium pre štúdium fyzikálnych a mechanických vlastností materiálov. Je vybavené prístrojmi ako trhačky, Sharpyho kladivo, mikrotvrdomer, tvrdomery, zariadenia na meranie zmeny dĺžok, oteruvzdornosti, póravitosti, ako aj na meranie základných charakteristik, ako sú merná hmotnosť a pod. V laboratóriu je teda možné zisťovať informácie o materiáli, ako napr. pevnosť v ťahu a tlaku, mrazuvzdornosť a tepluvzdornosť, oteruvzdornosť, prilnavosť, zmáčateľnosť, nasiakovosť, teplotná a elektrická vodivosť a ī.

Vo štvrtok 17.9. som sa oboznámil s laboratóriom slúžiacim na získavanie informácií o chemickom zložení pevných materiálov a analýzu kvapalných vzoriek, kde mi bol bližšie popísaný princíp röntgenovej fluorescenčnej analýzy (XRF) a röntgenovej difrakčnej fázovej analýzy (XRD). Posledný deň prvého týždňa som absolvoval v laboratóriu so špeciálnymi spektrometrami.

Druhý týždeň môjho vzdelávacieho pobytu som trávil v laboratóriu elektrochémie. Je vybavené modernými prístrojmi na elektrochemické analýzy, ktoré sa využívajú aj pri koróznom monitoringu. Základom laboratória je päťkanálový potenciostat a vybavenie na meranie, ako sú napr. korózne cely, banky s roztokmi, ohrievače roztokov, elektródy a ī. Pomocou nich a pomocou potenciostatu som v priebehu tohto týždňa zahájil prvé merania, pri ktorých mi asistroval Mgr. Ryšánek a vysvetlil ďalšie možnosti prístroja a ďalšie metódy, akými je možné monitorovať korózne procesy v simulovaných prostrediach. Po nadobudnutí nových skúseností s prístrojom som začal s prvými skúškami

povlakovaných vzoriek. Kedže som si z katedry na túto prax priniesol vlastné vzorky, podrobil som testom viaceré povlakované aj nepovlakované materiály, ako pocínované obalové plechy, pozinkované plechy čisté a pasivované, pohliníkované plechy a pod. Dôležitou časťou týchto testov je správne vyhodnotenie a interpretácia elektrochemických vlastností materiálov, ako sú potenciál, korózna prúdová hustota a polarizačný odpor. V závere týždňa som zvyšný čas venoval meraniu elektrochemických vlastností materiálov, ktorých výsledky som už analyzoval v minulosti na našej katedre a bol som zvedavý či mnou namerané staršie dátá sú v súlade s dátami nameranými inde na novšom zariadení. Išlo o titánové zliatiny využívané v biomedicíne na výrobu rôznych implantátov, ktoré sú voperované do ľudského tela. Pri tomto meraní sa ako simulované korózne prostredie použilo prostredie simulujúce ľudské telo, tzv. Hankov roztok. Výsledky poukázali na skutočnosť, že mnou namerané výsledky korešpondujú s výsledkami získanými vo výskumnom ústave.

Od 28.9. som sa venoval meraniu vzoriek, ktorých výsledky použijem ako výstup v praktickej časti mojej dizertačnej práce. Jednalo sa o vzorky pozinkovaných plechov s rôznou hrúbkou zinkového povlaku, ďalej o pozinkovaný a následne pasivovaný povlak a zliatinové povlaky zinok-horčík a zinok-železo. Vzorky boli odobrané zopred vytipovaných oblastí z väčších vzoriek, ktoré boli vystavené deformácii rôznych stupňov. Tieto vzorky mali simulať problematické miesta deformovaných plechov, ku ktorým dochádza v procese lisovania na výrobných linkách karosárni automobiliek. V miestach deformácie dochádza k poškodeniu povlaku a tým je ovplyvnená korózna ochrana materiálu. Roztoky, ktorým boli vzorky vystavené, mali simulať prevádzkové podmienky automobilov, teda sa jednalo o roztoky soli NaCl (simulujúce prevádzku v zimnom období po ceste posypanej soľou) a roztok SARS (simulujúci mierne kyslý dážď, s ktorým prichádza do kontaktu karoséria pri mokrom spáde kyslého dažďa z atmosféry). Kedže tieto merania si vyžadujú určitú dobu na získanie výstupov, tento čas som sa snažil efektívne využiť získaním ďalších informácií o mojich vzorkách. Preto sa tieto podrobili röntgenovej fluorescenčnej analýze, čo je nedeštruktívna skúška na určenie chemického zloženia skúmaného materiálu a röntgenovej difrákčnej analýze pre zistenie fázového zloženia vzoriek.

Po ukončení pilotných meraní vzoriek povlakovaných ocelí sa vzorky nechali ponorené v roztoku a po uplynutí vopred stanovenej doby sa vybrali a znova podrobili skúške pomocou elektrochemickej impedančnej spektroskopie. Takto je možné získať ucelený obraz o správaní sa povlaku, jeho polarizačnom odpore v závislosti na expozičnom čase, keďže čas je významným faktorom pri hodnotení kinetiky korózneho procesu. Na konci vzdelenacieho pobytu, kedy už nebolo možné vykonávať ďalšie ponory z časového hľadiska, boli vzorky podrobene poslednému monitoringu. Mechanicky odstránené korózne produkty boli následne pomocou röntgenovej fluorescenčnej analýzy preskúmané na zloženie. Ešte predtým však bol povrch zosnímaný svetelným mikroskopom pri rôznych zväčšeniach a taktiež povrch základného materiálu bol nasnímaný pomocou elektrónového mikroskopu pre zistenie povrchových trhlín a defektov na povlaku.

Mnou pripravené vzorky boli okrem toho testované pomocou potenciodynamickej skúšky, ktorou sa zistila dielčia, katodická a anodická reakcia, pomocou ktorých bolo možné určiť približné korózne rýchlosť materiálov v daných prostrediach.

## 4. Sumarizácia (naplnenie cieľov)

Vďaka absolvovanému vzdelávaciemu pobytu som mal možnosť nahliadnuť do fungovania špičkového výskumného ústavu, získať informácie o jeho členení, spôsobe vykonávania jednotlivých meraní a pod. Okrem iného som mal tiež príležitosť vidieť v akcii prístroje, ktoré si ku svojej práci vyžadujú špecifické podmienky, vyznačujú sa vysokou presnosťou a tiež vysokou obstarávacou cenou., Vidieť ich na vlastné oči je určite zážitkom. Obzvlášť si však cením praktické skúsenosti získané z meraní elektrochemických vlastností materiálov a nové informácie o možnostiach a spôsoboch využívania výsledkov meraní. Rovnako nenahraditeľné sú skúsenosti získané pri praktických skúškach na zariadeniach, na ktorých som doteraz nemal možnosť merať. Veľkým pozitívom všetkých týchto meraní je fakt, že výsledky mojich meraní budú použité v praktickej časti mojej dizertačnej práce. Dokonca tieto výsledky budú obohatené o ďalšie výstupy z ostatných meraní, s ktorými sa v tézach dizertačnej práce spočiatku nerátalo.

## **5. Odporúčania**

Počas môjho vzdelávacieho pobytu som mal možnosť prakticky si vyskúšať prácu vo výskumnom ústave pracujúcim na testovaní a vývoji moderných materiálov nie len pre strojárenský priemysel. Ústav okrem iného vykazuje komerčnú činnosť. Medzi inými vykonávalo merania pre spoločnosti ako sú Eurosupport Manufacturing Company Czechia, Vodní sklo, a.s., SChem, AGC Flat Glass, RIT a.s. a ī. Človek má možnosť vidieť ústav, ktorý poskytuje všetky možné dostupné riešenia pre výskum a vývoj materiálov, má možnosť získať cenné informácie o možnostiach testovania a môže sa stať rovnocenným členom tímu pracovníkov, ktorí denno-denne pracujú na vylepšovaní vlastností konštrukčných, stavebných a špeciálnych materiálov. Takýto zahraničný pobyt v podniku, alebo vo výskumnom ústave, dá študentovi možnosť overiť si svoje teoretické vedomosti v praxi. V niektorých prípadoch takýto pobyt študenta pomôže aj usmerniť, čo sa týka jeho profesnej budúcnosti. Tiež môže poskytnúť priestor pre získanie cenných výsledkov priamo z podniku, ktoré môže neskôr využiť pri písaní svojej záverečnej dizertačnej práce.

Absolvovanie zahraničného vzdelávacieho pobytu môžem odporúčať, nielen z dôvodu cenných praktických skúseností, ktoré tam človek získa, ale tiež z dôvodu, že podnik môže v budúcnosti nadalej spolupracovať so študentom, príp. školou. Nie je vylúčené, že podnik študenta po ukončení štúdia zamestná. Aj v prípade, že by to tak nebolo, určite takáto skúsenosť pomôže pri ďalšom hľadaní si práce.

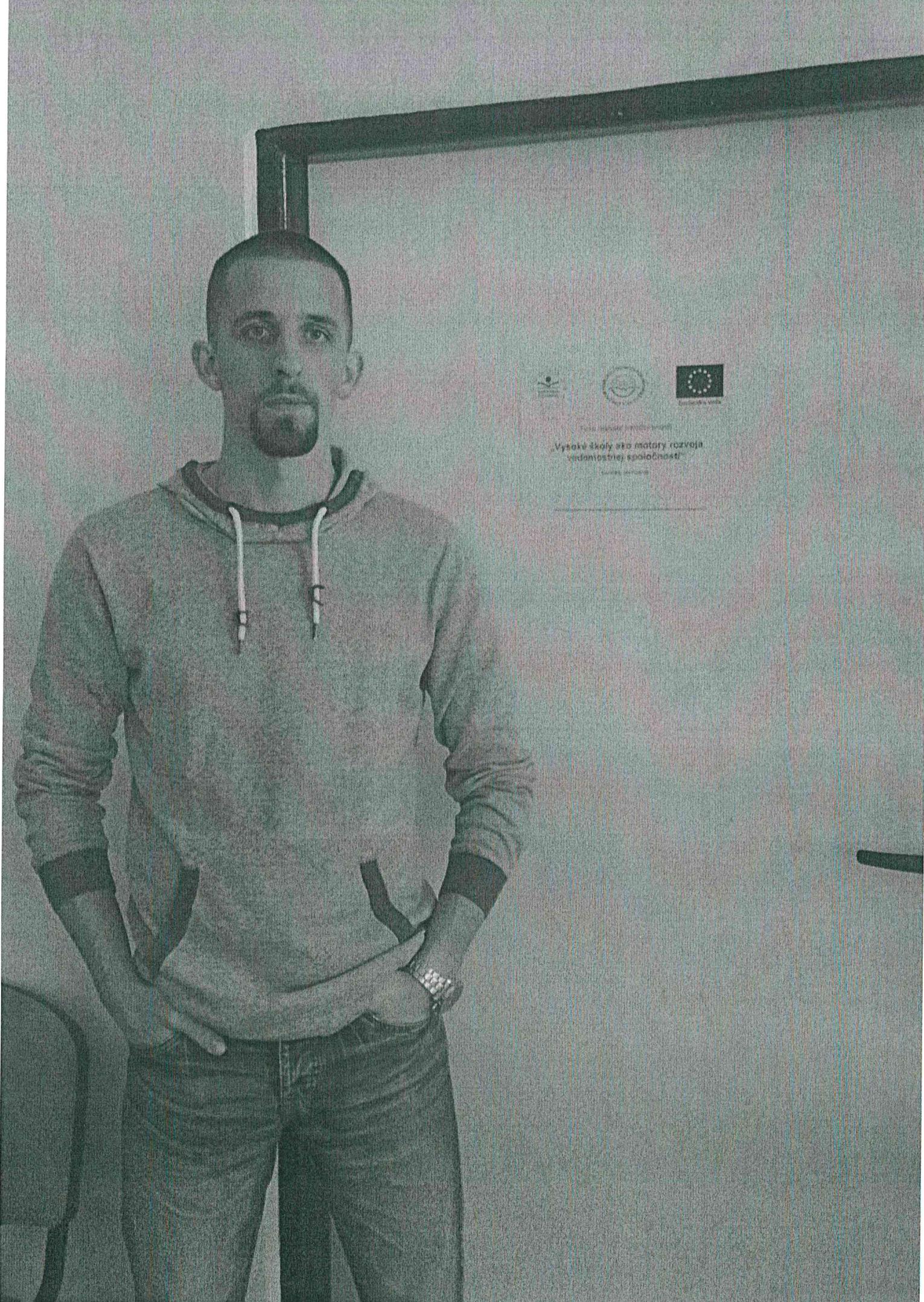
## **6. Záver**

Celkovo hodnotím vzdelávací pobyt veľmi kladne, pretože mi priniesol množstvo teoretických aj praktických skúseností z oblasti materiálového inžinierstva. Mal som možnosť nahliadnuť do fungovania výskumného ústavu a vidieť ako merania prebiehajú v praxi. Pozitívom je aj to, že človek opustí zaužívaný kolobeh v škole a vpadne do kolobehu reálneho podniku a stane sa jeho súčasťou. Neodmysliteľnou súčasťou je potom získanie cenných kontaktov a známostí. Vďaka týmto kontaktom môžem ešte viac prehĺbiť spoluprácu medzi mojou katedrou a výskumným ústavom a tak posilniť participovanie na rôznych projektoch a výstupoch.

## 7. Prílohy



Fotodokumentácia praxe



Súhlasím so zverejnením práce na komunikačnom portáli národného projektu pre potreby monitorovania a popularizácie projektu, prípadne na príslušných médiách vyskej 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.