



## Téma dizertačnej práce (DzP)

Akademický rok 2026/2027

Názov	<b>MECHANO-BAKTERICÍDNE NANOŠTRUKTÚROVANÉ POVRCHY PRE BIOMEDICÍNSKE APLIKÁCIE</b>		
Inštitúcia	Fakulta elektrotechniky a informačných technológií Žilinská univerzita v Žiline		
Miesto	Žilina, Slovensko		
PhD. program	biomedicínske inžinierstvo		
Školiteľ	prof. Ing. Ladislav Janoušek, PhD. Katedra teoretickej elektrotechniky a biomedicínskeho inžinierstva		
Školiteľ špecialista	Ing. Matej Goraus, PhD. Katedra fyziky		
Forma štúdia	<b>denná</b>		
Dĺžka štúdia	3 roky		
Jazyk štúdia	<b>slovenský</b>		
Dátum nástupu	1.9.2026		
Výskumná oblasť	mikro/nanotechnológie		
Kontakt zadávateľa	Tel. číslo:	E-mail:	Web stránka:
	+421 41 513 2100	ladislav.janousek@uniza.sk	<a href="https://ktebi.uniza.sk/pracovnici-katedry/">https://ktebi.uniza.sk/pracovnici-katedry/</a>

### Anotácia témy DzP

Mechano-baktericídne mikro/nanoštruktúrované povrchy predstavujú novú generáciu antibakteriálnych materiálov inšpirovaných prírodnými štruktúrami, aké sa nachádzajú na krídlach cikád, vážok či na pokožke gekónov. Tieto biologické povrchy dokážu mechanicky narušiť bunkové obaly patogénnych mikroorganizmov bez použitia chemických látok. Moderné nanotechnológie umožňujú takúto nanotopografiu presne replikovať a prispôbovať, avšak mechanizmy fyzikálnej lýzy baktérií nie sú dosiaľ úplne objasnené. Kľúčovou výzvou zostáva identifikovať optimálnu kombináciu parametrov, ako je geometria štruktúr (výška, priemer, rozstup, periodičita), tuhosť a elasticita substrátu, povrchová energia, polarita, hydrofóbnosť či povrchový náboj, ktoré spoločne determinujú mieru bakteriálnej adhézie a následnú mechanickú deštrukciu. Význam výskumu rastie najmä v kontexte globálneho problému antimikrobiálnej rezistencie (AMR), keďže mechanické povrchy predstavujú účinnú, chemicky neaktívnu alternatívu k tradičným antimikrobiálnym povlakom. Mechano-baktericídne povrchy nachádzajú široké uplatnenie v medicíne – od ortopedických, dentálnych a kardiovaskulárnych implantátov cez močové katétre, neurostimulátory a chirurgické nástroje až po povrchy nemocničných zariadení, kde je potrebné účinne potláčať tvorbu biofilmov a minimalizovať riziko infekcií. Dizertačná práca sa zameria na vývoj, výrobu a komplexnú analýzu týchto mikro/nanoštruktúr, skúmanie ich interakcie s rôznymi bakteriálnymi kmeňmi, identifikáciu kľúčových fyzikálnych mechanizmov zodpovedných za bakteriálnu lýzu a na návrh optimalizovaných povrchov pre biomedicínske aplikácie. Výsledkom bude prehĺbenie poznatkov o fyzikálnych princípoch antibakteriálnych povrchov a ich potenciálna implementácia v klinickej praxi.

### Rozšírené informácie, výskumné zodpovednosti a úlohy doktoranda

Výskum nadväzuje na biomimetické princípy prírodných štruktúr, pričom na ich replikáciu v laboratórnych podmienkach sa budú využívať pokročilé litografické techniky, ako sú interferenčná litografia, 3D laserová litografia, grayscale litografia (2.5D litografia) či nanoimprint. Hlavným vedeckým prínosom práce je hĺbková analýza synergie medzi geometriou povrchu, jeho materiálovou tuhosťou, povrchovou energiou, nábojom a elektrostatickými interakciami. V súčasnosti existujú syntetické baktericídne povrchy, ktoré však narážajú na limitáciu v účinnosti,

nakoľko je ich geometria povrchov úzko profilovaná na jeden bakteriálny druh. Cieľom tejto práce bude preveriť účinnosť tzv. kváziperiodických nanoštruktúr, ktoré môžu mať potenciál zvýšiť baktericídne efekty jedného povrchu na viac typov bakteriálnych mikroorganizmov. Práca sa bude venovať zmene geometrie povrchu, periódy, hĺbky, faktoru naplnenia, čo sú kľúčové faktory určujúce efektivitu mechanickej lýzy baktérií. Doktorand bude systematicky skúmať rozdielnu citlivosť grampozitívnych a gramnegatívnych kmeňov a taktiež preverí možnosti modulácie baktericídneho účinku pomocou externých magnetických polí, ktoré môžu ovplyvňovať mobilitu a mechanické zaťaženie buniek. Metodológia kombinuje experimentálnu časť, zahŕňajúcu nanofabrikáciu a detailnú fyzikálnu i mikrobiologickú charakterizáciu pomocou metód SEM a AFM, life/death metóda a CFU. Očakávané výsledky majú vysoký aplikačný potenciál v klinickej praxi, najmä pri vývoji biokompatibilných povrchových úprav pre ortopedické implantáty, katétre a iné medicínske zariadenia, čím prispievajú k zníženiu výskytu nozokomiálnych infekcií a riešeniu globálneho problému antimikrobiálnej rezistencie. Doktorand v rámci svojich úloh preberá plnú zodpovednosť za návrh, výrobu a analýzu vzoriek, realizáciu biologických testov a následnú interpretáciu dát, ktoré budú prezentované formou vedeckých publikácií v karentovaných časopisoch a na medzinárodných konferenciách počas štúdia.

### Profil uchádzača

Požadované zručnosti:

Vzdelanie a odborné zázemie:

- vysokoškolské vzdelanie II. stupňa (Ing./Mgr.) v odbore biomedicínske inžinierstvo, fotonika, nanotechnológie, biochémia alebo v príbuznom technickom smere,
- znalosť tvarovacích litografických techník, práca s optickými komponentami, simulovanie v optických programoch,
- skúsenosť s meracími metódami a laboratórnymi postupmi je výhodou,
- základy biokompatibility materiálov a prehľad využitia biomateriálov v medicíne,
- prehľad o fyzikálnych vlastnostiach materiálov.

Technické a praktické zručnosti:

- skúsenosť s experimentálnou prácou v laboratóriu a vývojom testovacích zostáv
- laboratórnou prácou v oblasti mikrobiológie, materiálového alebo povrchového inžinierstva,
- prácou s mikroskopickými technikami (SEM, AFM, fluorescenčná mikroskopia),
- analýzou a interpretáciou technických alebo biologických dát,
- základmi programovania (Python, C++, MATLAB) alebo spracovaním dát.

Výskumné a osobnostné predpoklady:

- analytické a systematické myslenie so schopnosťou pracovať samostatne, ako aj v tímovom prostredí,
- záujem o aplikovaný výskum s prepojením na priemyselnú prax,
- schopnosť efektívne komunikovať vedecké výsledky (publikácie, konferencie, patenty),
- ochota spolupracovať s priemyselnými partnermi pri rozvoji laboratórnej infraštruktúry,
- ovládanie anglického jazyka (písmom aj slovom).

Táto téma je vhodná pre vysoko motivovaných kandidátov so záujmom o integráciu optických technológií a nanofabrikácií, biomedicínskych aplikácií a inteligentného spracovania dát v kontexte moderných medicínskych prístupov.

Financovanie: -