

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
STAVEBNÁ FAKULTA

**Ing. Barbora Belániová**

**Autoreferát dizertačnej práce**

Patológia kontaktných zateplňovacích systémov  
Analýza využitia technológie „Double ETICS“ na zateplenie s biokoróziou

**na získanie: vedecko-akademickej hodnosti philosophiae doctor**

**Odbor doktorandského štúdia:** 3659 Technológia stavieb

**Študijný odbor:** Stavebníctvo

**Forma:** denná

Bratislava, 2020

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre technológie stavieb Stavebnej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

Predkladateľ:

**Ing. Barbora Belániová**  
Stavebná fakulta STU v Bratislave  
Katedra technológie stavieb  
Radlinského 11, 810 05 Bratislava

Školiteľ:

**doc. Ing. Nad'a Antošová, PhD.**  
Stavebná fakulta STU v Bratislave  
Katedra technológie stavieb  
Radlinského 11, 810 05 Bratislava

Externý konzultant:

**doc. Ing. Elena Piecková, PhD.**  
Lekárska fakulta  
Slovenská zdravotnícka univerzita  
Limbová 12, 833 03 Bratislava

Oponenti:

**1. Prof. Ing. Pavol Ďurica, CSc.**  
Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta,  
Katedra pozemného stavitelstva a urbanizmu,  
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina

**2. doc. Ing. Pavel Svoboda, PhD.**  
Stavebná fakulta ČVUT v Prahe  
Katedra technológie stavieb  
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

**3. Ing. Martin Greguš, PhD.**  
Externý spolupracovník Stavebnej fakulty STU v Bratislave

**Autoreferát bol rozoslaný dňa:** 29. júla 2020.

Obhajoba dizertačnej práce sa bude konať dňa 24.08.2020 o 9.00 hod. pred komisiou pre obhajobu dizertačnej práce na Katedre technológia stavieb Stavebnej fakulty STU v Bratislave.

prof. Ing. Stanislav Unčík, PhD.  
Dekan Stavebnej fakulty

## **Obsah**

1.	Úvod.....	4
2.	Analýza súčastného stavu rizika vývoja biokórozie na povrchoch „Double ETICS“ .....	5
3.	Ciele, tézy a hypotézy práce.....	7
4.	Experimentálna časť práce .....	8
4.1	Špecifikácia experimentu a metodika práce .....	8
4.2	Zistovanie teplotných a vlhkostných podmienok v súvrství „Double ETICS“ .....	10
4.2	Určovanie prítomnosti mikroorganizmov v „Double ETICS“ .....	11
5.	Výsledky práce .....	12
5.1	Vyhodnotenie zberu teplotných a vlhkostných hodnôt v súvrství „Double ETICS“ ....	12
5.2	Porovnanie výsledkov z mykologických odberov.....	14
5.3	Odporúčania pre návrh modifikácie požiadaviek na prípravu povrchu podkladu pod „Double ETICS“ .....	16
6.	Záverečné zhodnotenie, diskusia a odporúčania .....	18
7.	Teoretické a praktické prínosy práce.....	19
7.1	Poznatky pre ďalší rozvoj vedy (teoretické prínosy).....	19
7.2	Poznatky pre prax (praktické prínosy).....	20
	Vybraný zoznam použitej literatúry .....	20
	Zoznam publikáčnej činnosti.....	22

## **1. Úvod**

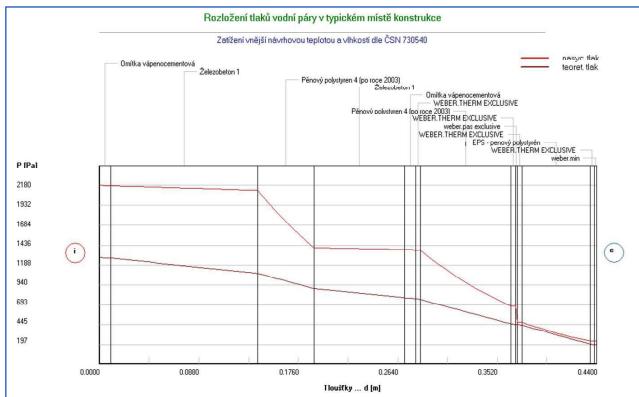
Proces zateplňovania fasád sa na Slovensku začal od roku 1991. Zateplenie prinieslo zniženie tepelných strát obvodovým plášťom budovy, ale aj odstránenie mnohých nedostatkov vzniknutých na obvodových stenách. Realizáciou vonkajších tepelno-izolačných kontaktných systémov ( ďalej ako ETICS ) sa dosiahne vzhľad obvodového plášťa porovnatelný s novostavbou. Počas tohto obdobia boli zistené viaceré opakujúce sa poruchy na ETICS. Môžu byť spôsobené zvyčajne nesprávnu realizáciou alebo nesprávnym návrhom. Najčastejším problémom je biologické napadnutie, ktorému sa práca venuje. Na odstránenie a opravu existujú stanovené a overené technológie, ktorých dĺžka životnosti nie je vyhovujúca a dostatočne dlhá. Cieľom teoretickej a experimentálnej časti dizertačnej práce je analýza rizika tvorby a rozvoja biokorózie v styku pôvodného zateplenia a novej dodatočnej tepelnoizolačnej konštrukcie – doteplenia. Z výsledkov analýzy bude návrh úpravy, doplnenia technologických pravidiel a kontrolných plánov pri realizácii inovatívnej technológie obnovy zateplených budov. Prvá analytická časť práce sa venuje riešeniam problémov s biokoróziou na konštrukciách, analyzuje stav súčasných poznatkov o technológiách na odstránenie mikroorganizmov z kontaktných zateplňovacích systémov a stav poznatkov o rizikách využívania novej technológie na obnovu zateplňovania u nás aj v zahraničí. Teoretická časť je zameraná na rozbor alternatívnych riešení tepelnoizolačných vrstiev v konštrukcii zdvojeného zateplenia a preverovanie rozdielov tepelno-technických a vlhkostných parametrov vo vzduchovej medzere zdvojenej konštrukcii. Dôraz je kladený na analýzu rizika vzniku vhodných vlhkostných podmienok pre rozvoj mikroorganizmov vo vzduchovej medzere, ktorá sa vytvorí v súvrství po aplikovaní nových vrstiev kontaktného doteplenia. Druhá časť práce je venovaná experimentálному overeniu predpokladov a hypotéz o možnom riziku rozvoja biokorózie v súvrství. V experimentálnej časti je navrhnutá schéma postupu verifikácie teoretických predpokladov *in situ*. Následne je uvádzaný opis dlhodobého monitoringu teplotných charakteristik v konštrukcii zdvojeného zateplenia a okolitom prostredí spolu s diagnostikou prítomnosti mikroorganizmov podľa navrhнутej schémy. V záverečnej časti je experiment vyhodnotený a prezentovaný výsledkami záznamov kritických teplotných anomalií, ktoré môžu byť zdrojom kondenzácie vo vzduchovej medzere medzi pôvodným a novým zateplením. Verifikácia pôvodných predpokladov a hypotéz je umocnená vyhodnotením biologických odberov vykonávaných počas experimentu podľa navrhнутej schémy. Výstupom z dizertačnej práce je návrh kontrolného mechanizmu pre zabezpečenie kvality prípravy pôvodného podkladu pred aplikáciou zdvojeného zateplenia.

## **2. Analýza súčasného stavu rizika vývoja biokórozie na povrchoch „Double ETICS“**

Na znižovanie energetickej náročnosti stavieb na Slovensku sú neustále vyvíjané tlaky od Európskej únie. Podľa aktuálnej smernice o minimálnych požiadavkách na energetickú hospodárnosť nových a obnovovaných budov do decembra 2020, zostáva realizácia izolácie obvodového plášťa stále aktuálnou tému. Aktuálnou sa stáva aj požiadavka na opravu a údržbu existujúcich kontaktných zateplňovacích systémov. [1] Počas obdobia zateplňovania boli zistené viaceré opakujúce sa poruchy na kontaktnom zateplňovanom systéme. Najčastejšie poruchy vznikajú po 3 až 5 rokoch od realizácie kontaktného zateplňovacieho systému. Množstvo z nich sa vyskytuje na panelových bytových domoch, ktoré sú za posledné obdobie hromadne zateplňované. Prejavujú sa prílišným poklesom povrchovej teploty a kondenzáciou vodnej pary, a tak zhoršujú stav panelových budov a následky týchto porúch sú viditeľné na kontaktnom tepelnoizolačnom systéme. [2]

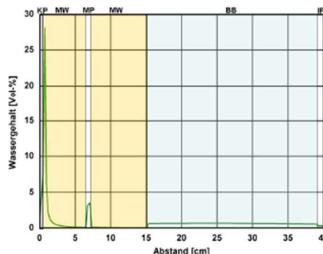
Viacero výskumov sa zaobera sledovaním hygrotermálneho správania fasády [3] a novými riešeniami obnovy napadnutých fasád biokoróziou [4,5]. Je známe [6], že mikrobiálna aktivita má závažný vplyv na trvanlosť stavebných materiálov a nie len na zateplňovací systém. Z praktického hľadiska, podľa [7] je potrebné riešiť identifikáciu všetkých symptomov, ktoré majú vplyv na vznik mikroorganizmov. Vyžadujú si vývoj metód na sledovanie stavu povrchu fasády v čase a ich odstraňovanie. Dnešná situácia životnosti opatrení a technológií pre odstránenie biologického napadnutia kontaktných zateplňovacích systémov nie je veľmi priaznivá. Nakoniec doteraz využívané metódy sú účinné len krátkodobo s potrebou pravidelného opakovania, úlohou výskumu je stanovenie a overenie vhodnej technológie pre trvalé riešenie biokorózie.

Efektívne nové riešenie pre riešenie mikroorganizmov na povrchu zateplňovacích systémov je rozvíjajúca sa radikálna technológia a zároveň obnova existujúcej konštrukcie ETICS - technológia zdvojeného zateplenia („Double ETICS“). Na začiatku výskumu technológie „Double ETICS“ boli vykonané rozbori alternatívnych riešení konštrukcií zdvojeného zateplenia. Bolo potrebné zistiť rozdiely v tepelno-technických a vlhkostných parametroch zdvojenej konštrukcie. [8] Z teoretických výpočtov obr. č. 1 [9] a z podľa predchádzajúcich výskumov [10,11] vyplýva, že pri ideálnom stave realizácie a dodržaní všetkých technologických pravidiel je teoreticky možný vznik vhodných vlhkostných pomerov pre riziko rozvoja mikroorganizmov v medzeralách medzi pôvodným podkladom a novým zateplením.



Obr. č. 1: Rozloženie tlakov vodnej pary v „Double ETICS“ (autor)

Príkladom je aj výskum [12], v ktorom dlhodobo sledovali kondenzáciu vodných pár v súvrství konštrukcie ETICS, a zisťovali miesta, kde by mohlo nastať hromadenie vlhkosti. Na porovnanie výsledkov výskumu sa použili rôzne druhy a hrúbky konštrukcií a tepelných izolácií. Výsledky výskumu ukazujú, že môže dôjsť k dlhodobému akumulovaniu čiastočnej vlhkosti v zdvojenom systéme ETICS, vid. obr. 2. Dlhodobo vyskytujúce sa vlhkostné podmienky v súvrství vytvárajú priaznivý stav pre rozvoj mikroorganizmov, ktoré môžu byť zanesené do súvrstvia z pôvodnej omietky.



Obr. č. 2: Obsah vlhkosti v súvrství „Double ETICS“ po 5 rokoch od realizácie [12]

Na základe poznatkov z danej problematiky zdvojeného zateplňovania a vplyvu biokorózie na kontaktný zateplňovací systém boli identifikované aké faktory ovplyvňujú ich vznik a aký majú dopad na obvodovú konštrukciu a samotný izolant a omietku. Bolo nutné získať vedomosti z nových procesov zhotovovania kompozitnej konštrukcie a jej tepelno-technické posúdenie z dôvodu predpisov a pravidiel návrhu. Výsledkom princípov riešenia otázky biokorózie na zateplenie bolo aj zadefinovanie a stanovenie cieľov a téz dizertačnej práce.

### **3. Ciele, tézy a hypotézy práce**

#### **Ciel' práce**

Hlavným cieľom práce je úprava, doplnenie technologických pravidiel a kontrolných plánov pri realizácii inovatívnej technológie obnovy zateplených budov z hľadiska rizika tvorby a rozvoja biokorózie v styku pôvodného zateplenia a novej dodatočnej konštrukcie doteplenia.

Pre splnenie cieľa boli stanovené nasledovné čiastkové ciele:

1. Zistenie teplotných a vlhkostných podmienok v súvrství konštrukcie „Double ETICS“ pomocou prístrojovej diagnostiky a vyhodnotenie z hľadiska možnosti rozvoja mikroorganizmov.
2. Určenie prítomnosti mikroorganizmov v styku pôvodnej a novej konštrukcie zateplenia v súvislosti s aplikáciou variantnej technológie prípravy podkladu pod „Double ETICS“.
3. Návrh modifikácie požiadaviek na úpravu povrchu podkladu pod „Double ETICS“ v technologických a normových pravidlach

#### **Tézy práce**

- Analýza súčasného stavu problematiky technológií pre riešenie biokorózie ETICS u nás a v zahraničí.
- Analýza súčasného stavu problematiky vzniku biokorózie v doteplňovaných stavebných konštrukciách u nás a v zahraničí.
- Syntéza poznatkov o tepelnovo-vlhkostných podmienkach a technológiách prípravy podkladu vo vzťahu k biokorózii v zloženej (kompozitnej) konštrukcii.
- Komparácia teoreticky stanovených tepelnovo-vlhkostných podmienok v konštrukcii „Double ETICS“ so životnými podmienkami mikroorganizmov na stavebných konštrukciách.
- Vedecký experiment pre overenie (verifikáciu) predpokladov rozvoja mikroorganizmov v konštrukcii „Double ETICS“ v závislosti od technológie prípravy podkladu.
- Aplikácia poznatkov do systému kontroly kvality pripravenosti podkladu pod „Double ETICS“ v súvislosti s biokoróziou

#### **Hypotézy práce**

Z analýzy problematiky rias na zateplení a štúdia podkladov vyplýva, že na povrchu ETICS boli v predchádzajúcom období identifikované skupiny mikroorganizmov nachádzajúce sa bežnom vzdušnom a vodnom prostredí, ale aj v značnom zastúpení mikroorganizmy

vegetujúce v štrbinách, preliačinách a štruktúre omietky bez nutnosti svetla. Z uvedeného vyplývajú nasledovné hypotézy:

1. mikroorganizmy nájdené na zateplení vytvárajú pri príaznivých životných podmienkach opodstatnené riziko degradácie materiálov súvrstvia „Double ETICS“
2. pri dlhodobe príaznivých vlhkostných podmienkach medzi pôvodným povrchom zateplenia a novou konštrukciou vzniká vysoké riziko rozvoja mikroorganizmov v súvrství „Double ETICS“
3. stanovenie kontroly kvality vykonanej prípravy podkladu založené na zisťovaní prítomnosti mikroorganizmov v styku pôvodného súvrstvia ETICS a novej doteplenej konštrukcie je zásadnou technologickou operáciou pri zabezpečení kvality a životnosti zdvojenej konštrukcie ETICS

Tieto predpoklady a tvrdenia je možné preukázať alebo vyvrátiť na základe štúdia prostredia vhodného alebo nevhodného pre vývoj biokorózie vo vzduchovej medzere pôvodného zateplenia a nového súvrstvia zateplenia. Zo zistených údajov je možné potvrdiť alebo vyvrátiť predpoklad rizika prítomnosti mikroorganizmov.

#### **4. Experimentálna časť práce**

Každá nová aplikovaná technológia na riešenie biokorózie si vyžaduje experimentálne overenie jej účinnosti a dobu odolnosti. Rovnaké overovanie životnosti, očakávanej účinnosti, zmeny vlastností, rozvoja mikroorganizmov, čiže aj rezistencie voči mikroorganizmom je potrebné vykonať aj pre zdvojené zateplenie. Z hľadiska výskytu mikroorganizmov je pri realizácii obnovy zateplenia konštrukciou „Double ETICS“ dôležitá príprava podkladu, na ktorý bude nový zateplňovací systém aplikovaný.

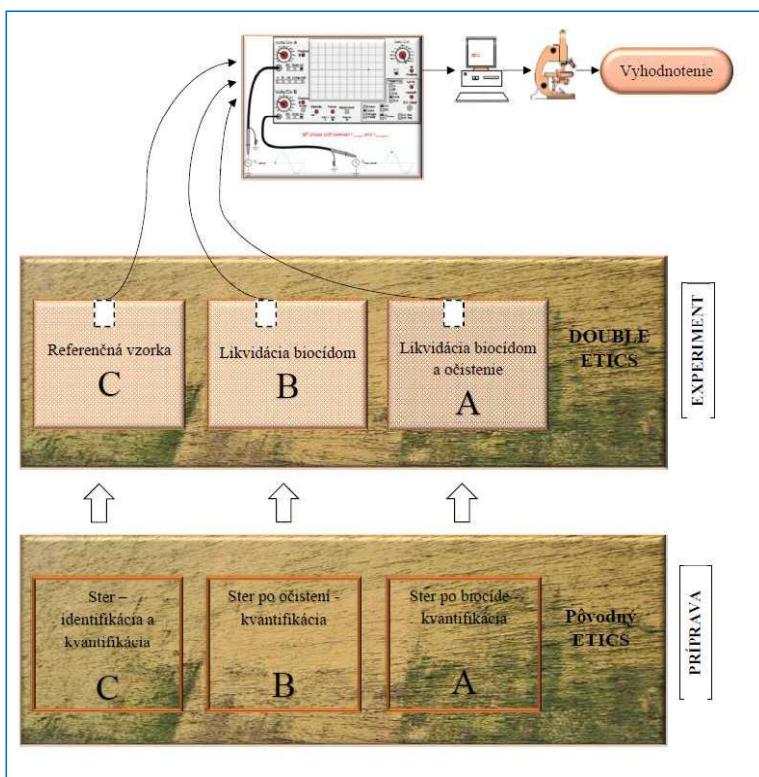
##### **4.1 Špecifikácia experimentu a metodika práce**

Metodika práce pre overenie predpokladov rozvoja mikroorganizmov spočívala v dlhodobom experimente *in situ*, bez nutnosti simulácie vnútorného a vonkajšieho prostredia. Týmto spôsobom som chcela dosiahnuť zabezpečenie autentických tepelno-vlhkostných podmienok v celej konštrukcii zateplenia. V rámci experimentu boli vzorky dodatočného zateplenia situované priamo na bytovom dome s mikroorganizmami na pôvodnom zateplení. Bytový dom je situovaný v Hlohovci. Fasáda pre realizovaný experiment je typickým predstaviteľom ETICS s kolonizáciou mikroorganizmov na povrchu. Obvodovú konštrukciu tvoria pôrobetónové panely s brizolitovou omietkou. Pôvodný kontaktný zateplňovací systém bol vyhotovený v roku 2008. Tvorila ho pôvodná tepelná izolácia z expandovaného penového

polystyrénu hrúbky 50 mm s akrylátovou povrchovou úpravou. Na severnej časti fasády bola v značnom rozložení viditeľná biokorózia v podobe machov, rias zeleného sfarbenia.

Podľa návrhu boli umiestnené tri skupiny vzoriek, kde jedna skupina slúžila ako porovnávací etalon pre určenie množstva a typu mikroorganizmov na pôvodnom zateplení a možnosti rozvoja v súvrství. Pri ďalších dvoch skupinách vzoriek bola uplatnená konzervatívna technológiá pre likvidáciu mikroorganizmov, ktorá by mala byť súčasťou prípravy podkladu pod aplikáciu zdvojeného zateplenia. V jednej skupine vzoriek bola príprava podkladu vykonaná len s aplikáciou chemických prípravkov na očistenie podkladu. Druhá skupina bola čistená chemicky aj s opľachnutím tlakovou vodou. Po očistení bol vykonaný odber pre určenie množstva úhybu mikroorganizmov.

Zadaná teoretická predstava zvoleného experimentu bola zhotovená v zmysle diagramu:



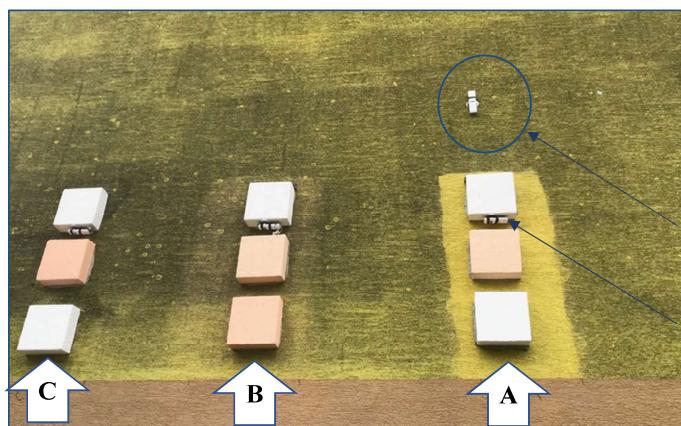
Obr. č. 3: Schéma experimentu in situ (autor)

Pred osadením vzoriek bolo potrebné vykonať tepelnotechnické posúdenie novej konštrukcie zdvojeného zateplenia s hrúbkou izolantu 100mm, ktoré sa nachádza v prílohe č. 1 dizertačnej práce. Výpočet vzorky novej konštrukcie ETICS bol stanovený na základe parametrov nových izolačných dosiek Capatect Dalmatin [13] – tepelnoizolačné dosky z expandovaného polystyrénu dvojsfarebného bielosivého hrúbky 100 mm podľa [14 ,15], a omietok novej generácie s vysokou odolnosťou voči biologickým atakom [16-20]. Rozmery vzoriek vychádzali z teoretického návrhu 300 x 300 mm, ktorý sa používa pri vnemovom výbere napr. farebného stvárnenia fasády objektu.

Umiestnených bolo deväť vzoriek, rozdelených do skupín po tri vzorky.

- vzorky skupiny A s dekontamináciou (chemický prípravok Capatox na odstránenie mikroorganizmov na povrchu omietky) a s predchádzajúcim očistením tlakovou vodou
- vzorky skupiny B s dekontamináciou(chemický prípravok Capatox na odstránenie mikroorganizmov na povrchu omietky) bez očistenia tlakovou vodou
- vzorky skupiny C, podklad nebol upravený ostat ponechaný s pôvodným biologickým materiálom

Vzorky, každej skupiny boli na fasáde zložené z troch fragmentov nad sebou vo vzdialnosti 0,15 m a 1,2 m medzi jednotlivými skupinami z dôvodu vylúčenia ovplyvňovania výsledkov (obr. č. 4).

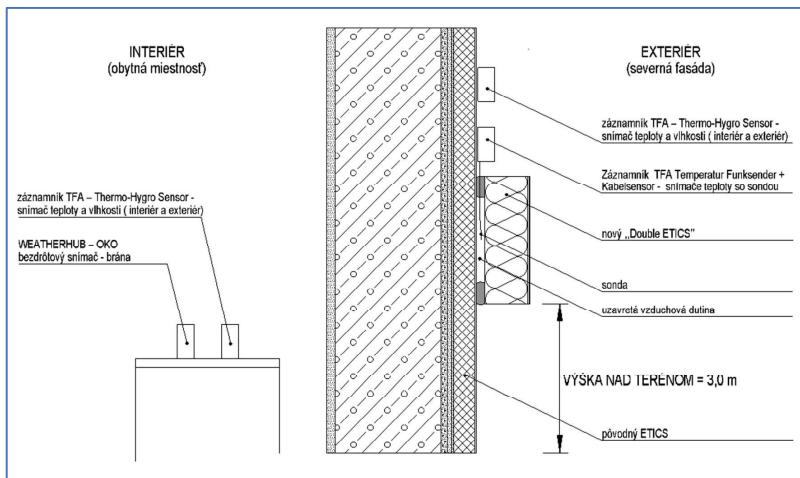


Obr. č. 4: Osadenie vzoriek a prístrojovej techniky in situ (autor)

#### 4.2 Zisťovanie teplotných a vlhkostných podmienok v súvrství „Double ETICS“

Medzi hlavné úlohy experimentu bol dlhodobý monitoring a zisťovanie teplotných a vlhkostných podmienok vo vzduchovej medzere zdvojeného zateplenia v skutočných

poveternostných podmienkach počas jednorocného obdobia. Na overenie teplotných a vlhkostných podmienok v medzere bolo použité inteligentné zariadenie pre bezdrôtovú kontrolu a záznam klimatických podmienok WeatherHub SmartHome System, ktoré pozostáva zo zariadenia WEATHERHUB – OKO s bezdrôtovým snímačom a záznamníkom hodnôt vnútornej a vonkajšej teploty a vlhkosti. Použité boli tri záznamníky - TFA Temperatur Funksender + Kabelsensor - bezdrôtové snímače teploty so sondou na kabli umiestnené priamo na fasáde bytového domu. Zaznamenávaná bola teplota exteriéru a pomocou sondy teplota v súvrství pôvodnej a novej konštrukcie zateplenia. Ďalšie dva záznamníky TFA – Thermo-Hygro Sensor - bezdrôtové snímače teploty a vlhkosti boli umiestnené vo vnútri bytového domu, v byte na prízemí, v miestnosti susediacej s experimentálnou obvodovou stenou a priamo na fasáde. Tieto záznamníky sledovali a zhromažďovali dátu o vlhkosti vzduchu.



Obr. č. 5: Zvislý rez konštrukciou „Double ETICS“ so schémou rozloženia zariadení systému WeatherHub SmartHome System (autor)

#### 4.2 Určovanie prítomnosti mikroorganizmov v „Double ETICS“

Nakoľko téma je medzioborová určovanie mikroorganizmov bolo vykonané špecializovanom laboratóriu na oddelení mikrobiológie v Slovenskej zdravotníckej univerzite.

Vzorky sa odoberali v troch fázach:

- 1) pred prípravou povrchu pri obhliadke objektu a zistovaní stavu zateplňovacieho systému
- 2) po aplikácii chemických prostriedkov pred nalepením vzoriek
- 3) po ukončení experimentu, pre zistenie účinnosti prípravy podkladu.

Na základe týchto trojfázových odberov sú po ukončení experimentu porovnávané druhové zastúpenia a množstevné údaje o vyskytujúcich sa mikroorganizmoch v súvislosti s priamym dopadom prípravy podkladu pôvodného zateplenia pred použitím technológie doteplenia.

## 5. Výsledky práce

### 5.1 Vyhodnotenie zberu teplotných a vlhkostných hodnôt v súvrství „Double ETICS“

Teplotné a vlhkostné charakteristiky prostredia s umiestnením fragmentov konštrukcie „Double ETICS“ boli merané pre každú skupinu vzoriek osobitne. Záznam z viacerých mesiacov preukazuje fázové posuny medzi vnútorným prostredím medzery a vonkajším prostredím nového zateplenia, čo napovedá existencii vhodných vlhkostných stavov vo vzduchovej medzere. Pri priaznivých teplotách je možný rozvoj druhov mikroorganizmov, ktoré nie sú závislé na prirodzenom osvetlení.

Zo zberu údajov v čase sú zaznamenané anomálie v podobe poklesu teploty vo vzduchovej medzere a zároveň zvýšeniu povrchovej teploty, ktoré sa vyskytujú niektorých ojedinelých alebo po sebe nasledujúcich dňoch v každom mesiaci. Anomálie boli zistené v každom ročnom období. Najviac frekventované mesiace sú zároveň podľa [21] svojimi teplotami a vlhkosťou okolitého vzduchu typickými reprezentantmi vhodných podmienok pre vegetáciu a rozvoj mikroorganizmami v akomkoľvek prostredí.

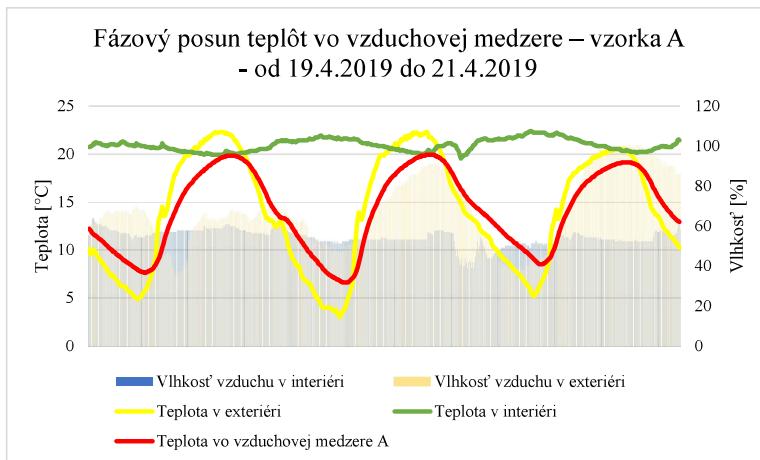
Z ročného merania teploty a vlhkosti vyplýva, že priaznivé vlhkostné a teplotné podmienky medzi pôvodným povrhom a novou konštrukciou vznikajú práve v zistených fázových posunoch kedy nastáva pokles teploty vo vzduchovej medzere. Riziko kondenzácie je pravdepodobné práve v týchto zistených intervaloch. Najrizikovejšie sú jarné a jesenné mesiace z dôvodu vegetačného obdobia mikroorganizmov.

#### Vyhodnotenie najkritickejších mesiacov:

Počas jarných mesiacov boli zaznamenané fázové posuny zníženia meranej teploty v štrbinu voči okolitému exteriérovému prostrediu vo väčšom počte. Keďže sa predpokladá už v zimných mesiacoch vznik vlhkosti v konštrukcii a teplota v exteriéri v jarných mesiacoch nebola ešte dostatočne vysoká je pravdepodobné kumulovanie vlhkosti v konštrukcii. V jarnom období majú mikroorganizmy rozvinuté vegetačné obdobie, a práve preto toto obdobie považujem z hľadiska biokorózie stavebných materiálov za rizikové.

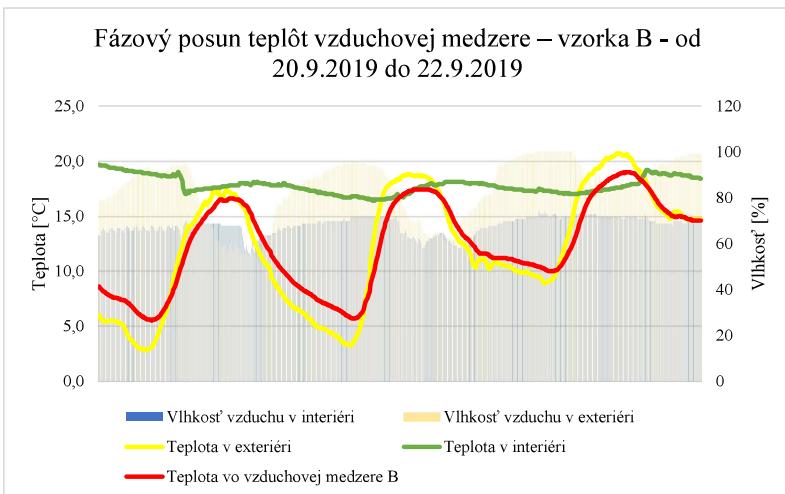
- V marci bolo obdobie z anomaliemi napríklad v dňoch od 21. marca do 24. marca pri každej zo vzoriek. Interval nastal práve v obedňajších hodinách, kedy je vzduch okolia zohriatý najviac, pri následnom poklese vonkajšej teploty k večerným hodinám. Veľký

teplotný rozdiel medzi dennými a nočnými teplotami je pre tieto mesiace typickým prejavom. Podobný priebeh teplôt nastal aj v mesiaci apríl a máj.



Graf č. 1: Príklad záznamu fázového posunu teplôt vo vzduchovej medzere a okolí, záznam vzdušnej vlhkosti v mesiaci apríl 2019 konštrukcie „DOUBLE ETICS“ vzorka A (autor)

V jesenných mesiacoch sa fázové intervaly s poklesom teplôt medzi vzduchovou medzerou a povrchom konštrukcie zmenšili, keďže nedochádzalo k tak výraznému prehrievaniu fasády, teplotný rozdiel medzi dňom a nocou bol ustálený a anomálie boli zaznamenané ojedinele. Avšak keď nastal pokles teploty vo vzduchovej medzere bol veľmi výrazný. Keďže pre mikroorganizmy je jesenné obdobie s nižšími teplotami a vyššou vzdušnou vlhkosťou opäť príaznivé pre ich rozvoj, toto obdobie vzhľadom k početnosti takýchto fázových posunov považujem za rovnako rizikové s predpokladom vzniku vlhkosti v konštrukcii.



*Graf č. 2: Príklad záznamu fázového posunu teplôt vo vzduchovej medzere a okolí, záznam vzdušnej vlhkosti v mesiaci september 2019 konštrukcie „DOUBLE ETICS“ vzorka B (autor)*  
Hypotéza sa experimentom potvrdila. Teoretické simulácie vo vzduchovej medzere, vytvárajú príaznivé podmienky pre rast mikroorganizmov a v prípade nečistenia podkladu vzniká vyššie riziko rozvoja mikroorganizmov ako pri dekontaminovanom podklade, čo môže mať negatívny dopad na degradáciu novej tepelnej izolácie.

## 5.2 Porovnanie výsledkov z mykologickej odberov

Z výhodnotenia záznamov teplotných a vlhkostných podmienok vyplýva, že z hľadiska rozvoja mikroorganizmov v zdvojenej konštrukcii zateplenia sú najrizikovejšie mesiace jarného a jesenného obdobia.

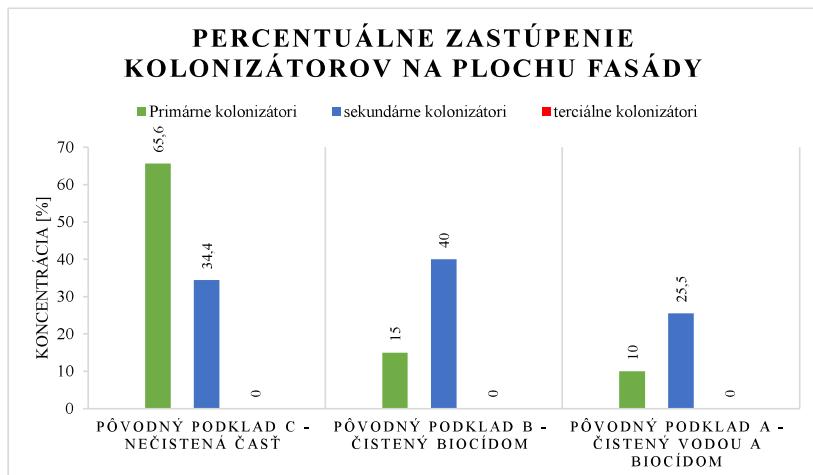
Vyhodnotenie výsledkov prítomnosti mikroorganizmov v styku pôvodnej a novej konštrukcie zateplenia s aplikáciou variantnej technológie prípravy podkladu preukazuje prítomnosť mikroorganizmov v medzere po ukončení 12 mesačného monitoringu v minimálnom rozsahu. Avšak dôležitým zistením je, že ide o mikroorganizmy, ktoré pre svoj rozvoj vyžadujú dlhodobo zvýšenú vlhkosť prostredia alebo substrátu.

Z výsledkov z výhodnotenia mykologickej analýzy vyplýva, že koncentrácia mikroorganizmov sa zmenšila dokonca pri skupinách vzoriek s očistením podkladu boli odbery sterilné. Najviac vyskytujúce sa s pomedzi mikroorganizmov boli vlákňité huby nachádzajúce sa vo vonkajšom prostredí hlavne v chladnom ročnom období, rozdelené do skupín podľa [22]:

- primárne kolonizátori - vzdušné huby, všadeprítomné , kolonizujú podklady vrátane stavebných materiálov na ich povrchoch.

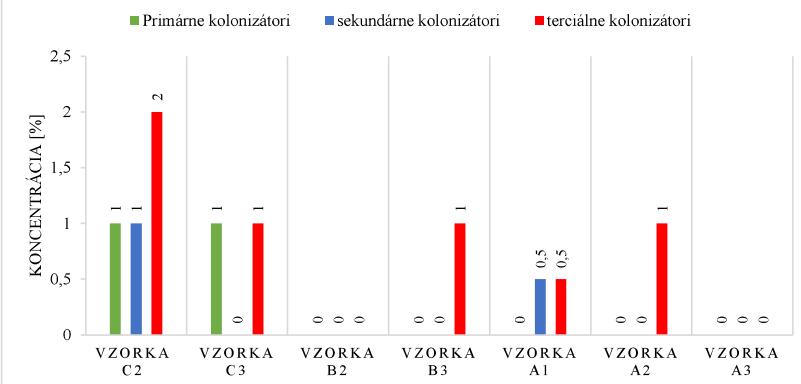
- sekundárne kolonizátori - huby nachádzajúce sa v rastlinnom živom aj odumretom materiály a reagujú na aktuálnu vlhkosť.
- terciálne kolonizátori - sú najmä kvasinky a huby nachádzajúce sa v rastlinnom živom aj odumretom materiály. Ich rozvoj je podmienený prítomnosťou živých či odumretých primárnych kolonizátorov a z hľadiska požiadaviek vyžadujú pomerne stály a dlhodobý príjem vzdušnej vlhkosti alebo stálu vlhkosť podkladu.

Prítomnosť terciálnych kolonizátorov v odobratých a laboratórne vyhodnocovaných vzorkách z experimentu indikuje dlhodobo zvýšenú vlhkosť podkladu. Zastúpenie, čiže koncentrácia jednotlivých skupín v závislosti od potreby zdrojov vlhkosti je vyjadrená v nasledujúcich grafoch.



Graf č. 3: Porovnanie zastúpenia kolonizátorov z odberov pôvodného povrchu zateplenia - bez terciálnych kolonizátorov pred aplikáciou „Double ETICS“(autor)

## PERCENTUÁLNE ZASTÚPENIE KOLONIZÁTOROV NA PLOCHU FASÁDY



Graf č. 4: Porovnanie zastúpenia kolonizátorov - odbery z pôvodného povrchu zateplenia vo vzduchovej medzere po odstránení časti doteplenia (autor)

Z výsledkov mykologických odberov vyplýva najmä, že mikroorganizmy, ktoré sa nachádzajú po odobratí doteplenia na povrchu pôvodného zateplenia - teda vo vzduchovej medzere - indikujú dlhodobú prítomnosť zvýšenej vlhkosti. Ide najmä o druhy kvasiniek závislých na dlhodobej vlhkosti.

### **5.3 Odporúčania pre návrh modifikácie požiadaviek na prípravu povrchu podkladu pod „Double ETICS“**

Návrh modifikácie požiadaviek na úpravu povrchu podkladu pod „Double ETICS“ rozumieme úpravu podmienok v príprave podkladu v technologických pravidlach. Experimentom bol vo vzduchovej medzere po ročnom sledovaní vývoja preukázaný najvyšší nárast prítomnosti terciálnych mikroorganizmov vyžadujúcich dlhodobú vlhkosť ovzdušia alebo podkladu pri vzorkách skupiny C, ktoré neboli pred doteplením žiadnym spôsobom zbavené mikrobiologického materiálu.

Cieľom výskumu bolo tiež overenie spôsobu vykonania prípravy podkladu s mikroorganizmami pred aplikáciou technológie „Double ETICS“. Pri skupine vzoriek A bola koncentrácia nárastu prítomnosti mikroorganizmov veľmi nízka, v niektorých prípadoch odber preukázal sterilitosť. Preto za optimálny návrh prípravy podkladu považujem technologický postup, ktorý bol použitý pri skupine vzoriek A. Uvedený postup navrhujem zahrnúť ako do normových požiadaviek na prípravu podkladu pred aplikáciou nového alebo obnovovaného zateplenia, tak aj do technologických pravidiel výrobcov ETICS.

Zásady pre overenie vlastností podkladu z hľadiska výskytu mikroorganizmov zostávajú bez špecifikácie, bez metodických pokynov pre overenie biologického napadnutia. V štandardoch na realizáciu zateplenia chýbajú akékoľvek odporúčania na vykonanie opatrení vedúcich k splneniu požiadavky na podklad, ktorý musí byť bez biologického napadnutia. Na základe toho výstupom výskumu je stanovenie zásad pri overovaní vlastnosti pôvodného povrchu zateplňovacieho systému z hľadiska výskytu mikroorganizmov a kontroly vykonaných opatrení. Stanovenie zásad vyplýva z experimentom overeného technologického postupu prípravy podkladu dekontamináciou a overeného spôsobu kontroly kvality dekontaminácie a ich uplatnenie v praxi je potrebné zabezpečiť úpravou tabuľky č. 2 v STN 73 2901:

*Tabuľka 1: Doplnené úlohy pri posudzovaní parametrov pôvodného povrchu zateplňovacieho systému a príprava podkladu zateplenia. (autor)*

Posúdenie podkladu doplnenie požiadavky		Príprava podkladu doplnenie požiadaviek		
Kontrolný proces	Kontrola podkladu napadnutia mikroorganizmami	Kontrola kvality čistenia povrchu	Kontrola kvality podkladu dekontamacia povrchu od mikroorganizmov	Kontrola vlhkosti a teploty podkladu
Spôsob kontroly	Odborné posúdenie, <b>odberové skúšky</b>	Vizuálna kontrola	Vizuálna kontrola, Odborné posúdenie, <b>odberové skúšky</b>	Príložný vlhkomer a teplomer
Predpis, norma	Doplnenie do STN 732901, technol. pravidla výrobcu	Technol. pravidlo výrobcu	Doplnenie do STN 732901 technol. predpisu výrobcu ETICS	STN EN ISO 13788, technol. pravidlo výrobcu

Odporúčania, návrhy riešení, metodické usmernenia na vykonanie opatrení vedúcich s splneniu požiadaviek na podklad, ktorý musí byť bez biologického napadnutia je potrebné do normových zásad doplniť o nasledovné pracovné postupy:

- na kontrolu napadnutia podkladu mikroorganizmami je potrebné odborné posúdenie spolu s mykologickými odbermi, pri ktorom sa zistí koncentrácia znečistenia biokoróziou
- pri značnom znečistení hrubých nánosov potrebné je očistiť pomocou kefy či metličky
- povrch fasády umyť pomocou tlakovej vody
- nechať dostatočne vyschnúť podľa technologického predpisu výrobcu biocídneho prípravku min. 6 hod.
- aplikácia prípravku určeného na plochy znečistené biokoróziou – biocídny prípravok nanášať valčekovaním celoplošne, v dvoch na seba kolmých smeroch (aplikovanie striekaním či štetkou nie je odporúčané, nakoľko je technologicky zložité zabezpečiť súvislú a neprerušenú vrstvu prípravku a v prípade veterného počasia je viac než pravdepodobná nežiadúca kontaminácia prípravkom okolitého prostredia)
- mokrý povrch je potrebné nechať uschnúť podľa technologického predpisu min. 6 h.
- následná kontrola podkladu po dekontaminácii povrchu od mikroorganizmov sa vykoná pomocou mykologických odberov, pri ktorej sa zistí úbytok koncentrácie znečistenia.

## **6. Záverečné zhodnotenie, diskusia a odporúčania**

Hlavným cieľom práce bolo teda overiť vhodnosť realizácie tejto technológie pre obnovu zateplených budov z hľadiska rizika tvorby a rozvoja mikroorganizmov v styku medzi pôvodným zateplením a novou konštrukciou zateplenia, a navrhnuť opatrenia na zníženie takéhoto rizika. Z tejto úvahy vychádzali základné hypotézy vedeckého skúmania a čiastkové ciele pre preukázanie, či vyvrátenie hypotéz.

Jedným z čiastkových cieľov bolo zachytiť teplotné a vlhkostné podmienky súvrství konštrukcie „Double ETICS“ pomocou prístrojovej diagnostiky. Z výhodnotenia meraní vyplýva, že nastali kritické teploty s fázovým posunom a potencionálne obdobia s rizikom vzniku kondenzácie. Anomálie boli zistené v každom ročnom období. Jav je možné si vysvetliť tým, že rôzne akumulačné vlastnosti materiálov (novej izolácie a pôvodnej omietky) obklopujúce vzduchovú medzeru ako materiál s dokonalým prepúšťaním tepelného žiarenia, môže na týchto povrchoch práve v dňoch, kedy boli zaznamenané teplotné výkyvy, vytvárať kondenzáciu. Vyslovená hypotéza o rizikách a možnostiach vzniku zvýšenej vlhkosti v medzere medzi pôvodným a novým zateplením bola experimentom potvrdená.

Pre verifikáciu hypotézy o vlhkých povrchoch v uzavorennej medzere medzi pôvodným a novým zateplením bol súčasne vykonaný experiment, ktorého cieľom bolo preukázanie prítomnosti mikroorganizmov v styku pôvodnej a novej konštrukcie doteplenia - „Double

ETICS“. Pri zvýšenej vlhkosti je rozvoj mikroorganizmov na povrchoch s biokoróziu nezvratný, aj napriek neprítomnosti svetla. Prítomnosť mikroorganizmov bola diagnostikovaná odbermi a vyhodnocovaná v špeciálnom laboratóriu.. Zvýšená prítomnosť mikroorganizmov bola zaznamenaná práve pri neočistenom podklade pri vzorkách skupiny C. Podľa laboratórnych výsledkov boli na pôvodnom povrchu zateplenia vo vzduchovej medzere zloženej konštrukcie identifikované terciálne mikroorganizmy. Ich rozvoj je podmienený dlhodobým výskytom a pôsobením primárnych kolonizátorov stavebných materiálov a stálou dlhodobou vlhkosťou. Výsledky mikrobiologickej druhovej analýzy mikroorganizmov potvrdili ako vyslovenú hypotézu možnom rozvoji mikroorganizmov v súvrství „Double ETICS“, tak aj hypotézu o možnom riziku vzniku vlhkosti v konštrukcii

Záverečná časť práce bola venovaná návrhu opatrení na uplatnenie inovatívnej technológie „Double ETICS“ v praxi aj na obnovu fasád s biokoróziou. Cieľom navrhnutých opatrení je zníženie rizika tvorby mikroorganizmov v súvrství zdvojenej konštrukcie zateplenia. Ide najmä o návrh modifikácie požiadaviek na úpravu podkladu pod „Double ETICS“ v technologických pravidlach a normových požiadavkách, doplnenie metodického usmernenia na vykonanie opatrení vedúcich s splneniu požiadaviek na podklad, ktorý musí byť bez biologického napadnutia a doplnenie kontrolných procesov k výkonu opatrení. Výstupom je mechanizmus kontroly kvality pôvodného podkladu pred aplikáciou, realizáciou zdvojeného zateplenia v podobe kontrolno-skúšobného plánu, kontrolno-skúšobného listu a protokolu, ktoré sa nachádzajú v prílohách dizertačnej práce.

## **7. Teoretické a praktické prínosy práce**

### **7.1 Poznatky pre ďalší rozvoj vedy (teoretické prínosy)**

Získané poznatky je možné využiť ako v ďalšej výskumnej činnosti tak aj v praxi alebo v pedagogickom procese, napríklad vo výuke predmetu Patológia stavieb, Kvalita stavebných procesov, Technológia stavieb.

Vyhodnotený experiment preukazuje, že je vhodné sa touto tematikou zaoberať. Túto tému je možné rozvíjať a súbor informácií o skutočnom stave vlhkostných a teplotných podmienok v kompozitnej konštrukcii „Double ETICS“ je možné neskôr využiť v ďalších výskumoch vlastností zloženej konštrukcie zateplenia alebo pri simulácii prostredia v oblasti zisťovania životnosti zdvojenej konštrukcie.

Výsledky z experimentu je možné využiť na overenie predpokladaných úrovni hodnotenia kvality prípravy podkladu vo vzťahu k biologickému napadnutiu. Z výsledkov je možné napríklad v budúcnosti stanoviť, či skutočne predpokladaný úhyb mikroorganizmov na úrovni

napr. 50% z pôvodného množstva je dostatočný alebo príliš optimistický na to, aby nenastal ich rozvoj vo vzduchových medzérach novej kompozitnej konštrukcie. Preto bude potrebné hranicu kontroly kvality prípravy podkladu posunúť. Metodika práce by pozostávala zo simulácie zaznamenaných vlhkostných a teplotných hodnôt v laboratórnych podmienkach, v klimatickej komore, kde by namerané hodnoty na vzorky pôsobili minimálne 5 rokov. To je doba rezistencie omietky alebo doba účinnosti dekontaminačného prípravku voči mikroorganizmom.

## **7.2 Poznatky pre prax (praktické prínosy)**

Zo záverov dizertačnej práce a vykonaného výskumu vyplýva, že konštrukcia „Double ETICS“, primárne určená na obnovu existujúceho zateplenia s výskytom trhlín alebo na zlepšenie tepelnej ochrany budov, je vhodná aj na obnovu zateplenia s biokoróziou.

Vhodnosť technológie bola overená zisťovaním prítomnosti mikroorganizmov vo vzduchovej medzere medzi pôvodným zateplením a doteplením. Jej použitie je však možné za predpokladu dodržania technologických pravidiel na prípravu podkladu. Technologický postup uvedený v kap. 5.3 autoreferátu ako aj návrh na zabezpečenie kontroly kvality prípravy podkladu čistením a dekontamináciou uvedený v dokumentoch prílohoej časti dizertačnej práce považujem za prínos pre prax z možnosťou okamžitého uplatnenia.

Za priamy prínos pre prax tiež považujem návrh na úpravu normových požiadaviek uvedený v kap. 5.3 autoreferátu a v tabuľke č. 1.

## **Vybraný zoznam použitej literatúry**

- [1] Directive of the European Parliament and of the Council no.2012/27/EU on energy efficiency and amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC – smernica európskeho parlamentu a rady 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti, ktorou sa menia a dopĺňajú smernice 2009/125/ES a 2010/30/EÚ a ktorou sa zrušujú smernice 2004/8/ES a 2006/32/ES
- [2] Šála, J. - Machatka, M.: *Tepelné technické vady a poruchy panelových budov a jejich sanace*. Praha/Brno 2002, ISBN 80-902689-7-8
- [3] Breuer, K., Hofbauer, W., Krueger, N., Mayer, F., Scherer, C., Schwerd, R., Sedlbauer, K., Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit von Bioziden in Bautenbeschichtungen, Sonderdruck aus: Bauphysik 34 (2012), Heft 4, Seite 170-182, ISSN: 1437-0980
- [4] Valentinia, F.; Diamantia, A.; Palleschi, G.: New bio-cleaning strategies on porous building materials affected by biodeterioration event. Applied Surface Science, 2010, č. 256, s. 6550-6563, ISSN 0169-4332
- [5] Daniotti, B.; Spagnolo, S. L.; Galliano, R.: The Durability Experimental Evaluation of

Photocatalytic Cement-Based Materials, In: 12th International Conference on Durability of Building Materials and Components, Portugal Porto, April 2011, č. 1, s. 212-219, ISBN 978-972-752-132-6

- [6] Gaylarde, C.; Ribas Silva, M.; Warscheid, Th.: Microbial impact on building materials: an overview. *Materials and Structures*, 2003, roč. 36, č. 5, s. 342–352, ISSN 1359-5997
- [7] Terpakova, E.; Estokova, A.: Analytical support in solving bio-corrosion of facade systém ETICS. In: Section Green Buildings Technologies and Materials, 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, June 28 - July 6, 2016, Book6 Vol. 2, 33-40 pp, ISBN 978-619-7105-69-8
- [8] Belániová, B.; Antošová, N.; Šuppejová, L.: Solution of problems of ETICS with biocorrosion. In *Building Defects 2017*, proceedings of the 9th International Scientific Conference. České Budějovice, Czech Republic, November 23-24, 2017, č. 146, s. 205-213. ISBN 978-2-7598-9032-3.
- [9] Tepelné posudky softvér Svboda Teplo študentská verzia.
- [10] Barreira, E. - Peixoto de Freitas, V.: Importance of thermography in the study of ETICS finishing coatings degradation due to algae and mildew growth. 10 DBMC - International Conference On Durability of Building Materials and Components, LYON (France), April 2005, s. 17-20
- [11] Hartwig, M. K.; Krus, M.; Fitz, C.; Hofbauer, W.; Scherer Ch.; Breuer, K.: Accelerated Test Procedure to Assess the Microbial Growth Resistance of Exterior Finishes. In: 12th International Conference on Durability of Building Materials and Components, Portugal Porto, April 2011, č. 1, s. 260-267, ISBN 978-972-752-132-6
- [12] Krus, M. - Rösler, D.: Hygrothermische Berechnung der Einsatzgrenzen unterschiedlicher Systeme bei der Aufdoppelung von Wärmedämmverbundsystemen. *Bauphysik* 33, Berlin, Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, 2011, ISSN 1437-0980
- [13] <https://www.montana.sk/caparol-dalmatin-70f-fasadny-polystyren-p151.html>
- [14] Smernica Európskeho parlamentu a Rady č. 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti, ktorou sa menia a dopĺňajú smernice 2009/125/ES a 2010/30/EÚ a ktorou sa zrušujú smernice 2004/8/ES a 2006/32/ES
- [15] STN 73 2901/01: 2015 Zhotovovanie vonkajších tepelnoizolačných kontaktných systémov (ETICS)
- [16] [http://www.caparol.sk/caparol\\_pim\\_import/caparol\\_sk/products/ti/239867/TI\\_Capatect\\_S\\_I\\_Reibputz\\_SK\\_SLO.pdf](http://www.caparol.sk/caparol_pim_import/caparol_sk/products/ti/239867/TI_Capatect_S_I_Reibputz_SK_SLO.pdf)

- [17] [http://www.caparol.sk/caparol\\_pim\\_import/caparol\\_sk/products/ti/231901/TI\\_ThermoSa\\_n\\_SK\\_SLO.pdf](http://www.caparol.sk/caparol_pim_import/caparol_sk/products/ti/231901/TI_ThermoSa_n_SK_SLO.pdf)
- [18] [http://www.caparol.sk/caparol\\_pim\\_import/caparol\\_sk/products/ti/231818/TI\\_CarboSol\\_SK\\_SLO.pdf](http://www.caparol.sk/caparol_pim_import/caparol_sk/products/ti/231818/TI_CarboSol_SK_SLO.pdf)
- [19] [http://www.caparol.sk/caparol\\_pim\\_import/caparol\\_sk/products/ti/231814/TI\\_Muresko\\_SK\\_SLO.pdf](http://www.caparol.sk/caparol_pim_import/caparol_sk/products/ti/231814/TI_Muresko_SK_SLO.pdf)
- [20] [http://www.caparol.sk/caparol\\_pim\\_import/caparol\\_sk/products/ti/240060/TI\\_Capatect\\_186M\\_SK\\_SLO.pdf](http://www.caparol.sk/caparol_pim_import/caparol_sk/products/ti/240060/TI_Capatect_186M_SK_SLO.pdf)
- [21] Kolláriková, Z., Piecková, E., Sternová, Z., Droba, E.: *Rast mikrokošpických vláknitých hub („plesní“) na stavebných materiáloch*. Správca bytových domov 2, 2007, 3: 38 – 40.
- [21] Piecková E., Pivovarová, Z., Sternová, Z., Droba, E.: Building materials vs. fungal colonization – model experiments. In: Brebbia, C. A. (Ed.): Environmental Health Risk IV. WitPress, Southampton, UK, 2007. p.71 – 78.

### Zoznam publikáčnej činnosti

#### Vedecké práce v ostatných zahraničných časopisoch

- ADE01 ANTOŠOVÁ, Naďa - MINAROVIČOVÁ, Katarína - **BELÁNIOVÁ, Barbora**. Treatment of external thermal insulation composite system (ETICS) with bio corrosion with respect to environment protection. In *Vestnik MGSU*. Vol. 13, no. 9 (2018), s. 1106-1111. ISSN 1997-0935. V databáze: DOI: 10.22227/1997-0935.2018.9.1106-1111.
- ADE02 ANTOŠOVÁ, Naďa - **BELÁNIOVÁ, Barbora** - PIECKOVÁ, Elena. Experimentálne skúšanie podmienok rozvoja biokorózie v konštrukcii "Double ETICS". In *Czech Journal of Civil Engineering [elektronický zdroj]*. Vol. 5, iss. 1 (2019), online, s. 7-15. ISSN 2336-7148.
- ADE03 **BELÁNIOVÁ, Barbora** - LEHOTSKÁ, Dominika - ANTOŠOVÁ, Naďa. Základný výskum riešenia biokorózie ETICS na Slovensku. In *Czech Journal of Civil Engineering [elektronický zdroj]*. Vol. 3, iss. 1 (2017), online, s. 7-19. ISSN 2336-7148.
- ADE04 **BELÁNIOVÁ, Barbora** - ANTOŠOVÁ, Naďa - KOSÁK, Martin - VAVRÍK, Ivan. Výber technológie pre sanáciu kontaktného zateplňovacieho systému. In *Czech Journal of Civil Engineering*. Vol. 4, iss. 1 (2018), online, s. 7-17. ISSN 2336-7148.

#### Vedecké práce v ostatných domácich časopisoch

- ADF01 ANTOŠOVÁ, Naďa - **BELÁNIOVÁ, Barbora**. Metodika kontroly podkladu pri obnove zateplňovacieho systému bytových domov. In *Nehnutelnosť a bývanie [elektronický zdroj]*. Roč. 12, č. 2 (2017), online, s. 12-21. ISSN 1336-944X.

- ADF02 ANTOŠOVÁ, Naďa - **BELÁNIOVÁ, Barbora**. Analýza technológií pri riešení trhlín ETICS. In *Buildustry [elektronický zdroj]*. Roč. 2, č. 2 (2018), CD-ROM, s. 34-39. ISSN 2454-0382.
- ADF03 ANTOŠOVÁ, Naďa - **BELÁNIOVÁ, Barbora**. Údržba ETICS bez negatívnych vplyvov. In *Eurostav*. Roč. 25, č. 9 (2019), s. 32-36. ISSN 1335-1249.
- ADF04 **BELÁNIOVÁ, Barbora** - ANTOŠOVÁ, Naďa. Technology of Double Thermal Insulation for the Repair and Energy Optimization of Existing Thermal Insulation Composite Systems. In *SSP - Journal of civil engineering*. Vol. 12, iss. 1 (2017), s. 97-107. ISSN 1338-9024. V databáze: DOI: 10.1515/sspjce-2017-0010.

#### **Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách**

- AFC01 ANTOŠOVÁ, Naďa - **BELÁNIOVÁ, Barbora**. Technology of double thermal insulation as a repair and energetic optimization of existing thermal insulation composite systems. In *Advanced Building Construction and Materials 2016 (ABCM 2016) [elektronický zdroj] : proceedings of the scientific conference with international participation. December 10, 2016, Luhačovice, Czech Republic*. 1. vyd. Ostrava : VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Safety Engineering, 2016, CD-ROM, s. 102-109. ISBN 978-80-248-4003-1.
- AFC02 **BELÁNIOVÁ, Barbora** - ANTOŠOVÁ, Naďa - ŠUPEJOVÁ, Lucia. Solution of problems of ETICS with biocorrosion. In *MATEC Web of Conferences [elektronický zdroj] : 9th International Scientific Conference Building Defects (Building Defects 2017). 23 - 24 November 2017, České Budějovice*. Vol. 146, (2018), online, [8] s. ISSN 2261-236X. V databáze: SCOPUS ; DOI: 10.1051/matecconf/201814603007.
- AFC03 **BELÁNIOVÁ, Barbora** - ANTOŠOVÁ, Naďa. Methodology of verification for risk the biocorrosion development in the layers of "Double ETICS". In *10th International Scientific Conference Building Defects (Building Defects 2018) [elektronický zdroj] : České Budějovice, Czech Republic, November 29-30, 2018*. 1. vyd. Les Ulis (France) : EDP Sciences, 2019, online, [5] s., art. no. 03004. ISSN 2261-236X. V databáze: DOI: 10.1051/matecconf/201927903004.

#### **Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách**

- AFD01 ANTOŠOVÁ, Naďa - **BELÁNIOVÁ, Barbora**. Diagnostika ETICS s biokoróziou. In *Komplexná obnova bytových domov 2016. Zelená úsporám energie pri kvalitnej obnove [elektronický zdroj] : zborník prednášok. Podbanské, SR, 23. - 25. 11. 2016*. 1. vyd. Bratislava : Združenie pre podporu obnovy bytových domov, 2016, USB kľúč, s. 47-50. ISBN 978-80-972493-1-1.
- AFD02 ANTOŠOVÁ, Naďa - **BELÁNIOVÁ, Barbora**. Kontrola kvality realizácie "double ETICS". In *Komplexná obnova bytových domov 2017. Kvalitne a komplexne, efektívne a udržateľne : zborník prednášok z XI. medzinárodnej odbornej konferencie. Podbanské, SR, 22. - 24. 11. 2017*. 1. vyd. Bratislava : Združenie pre podporu obnovy bytových domov, 2017, S. 53-58. ISBN 978-80-972493-4-2.
- AFD03 ANTOŠOVÁ, Naďa - **BELÁNIOVÁ, Barbora** - CHAMULOVÁ, Barbara - JANUŠOVÁ, Katarína - TAKÁCS, Jakub. The protection of environment during

- cleaning ETICS with biocides. In *Advances and Trends in Engineering Sciences and Technologies III : proceedings of the 3rd International Conference on Engineering Sciences and Technologies (ESaT 2018). Tatranské Matliare, Slovak Republic, 12-14 September 2018*. 1. vyd. London : CRC Press, Taylor & Francis Group, 2019, S. 281-286. ISBN 978-0-367-07509-5. V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85068391451.
- AFD04 **ANTOŠOVÁ, Naďa - BELÁNIOVÁ, Barbora.** Aplikácia zdvojeného zateplenia na biokorózny povrch ETICS. In *Komplexná obnova bytových domov 2019. Energetická náročnosť a kvalita vnútorného prostredia budov : zborník prednášok z XIII. medzinárodnej odbornej konferencie. Podbanské, SR, 22. - 22. 11. 2019*. 1. vyd. Bratislava : Združenie pre podporu obnovy bytových domov, 2019, S. 56-61. ISBN 978-80-972493-8-0.
- AFD05 **BELÁNIOVÁ, Barbora.** "Double ETICS" ako riešenie pre likvidáciu mikroorganizmov na povrchu zateplenia. In *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj] : 27th Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Applied Mechanics, Geodesy and Cartography, Landscaping, Building Technology, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Theory and Environmental Technology of Buildings, Water Resources Engineering. 25. October 2017, Bratislava, Slovakia*. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2017, CD-ROM, s. 219-225. ISBN 978-80-227-4751-6.
- AFD06 **BELÁNIOVÁ, Barbora - ANTOŠOVÁ, Naďa.** Riziko vývoja biokorózie v súvrství "Double ETICS". In *Komplexná obnova bytových domov 2018. Budovy s takmer nulovou potrebu energie : zborník prednášok z XII. medzinárodnej odbornej konferencie. Podbanské, SR, 21. - 23. 11. 2018*. 1. vyd. Bratislava : Združenie pre podporu obnovy bytových domov, 2018, S. 119-123. ISBN 978-80-972493-6-6.
- AFD07 **BELÁNIOVÁ, Barbora.** Experimentálne zisťovanie rizík vývoja biokorózie v súvrství "Double ETICS". In *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj] : 28th Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Applied Mechanics, Building Technology, Geodesy and Cartography, Landscaping, Theory and Environmental Technology of Buildings, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Water Resources Engineering. October 24th 2018, Bratislava*. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2018, CD-ROM, s. 103-109. ISBN 978-80-227-4864-3.
- AFD08 **BELÁNIOVÁ, Barbora.** Pozorovanie podmienok rozvoja biokorózie v konštrukcii „Double ETICS“ pomocou experimentálneho skúšania. In *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj] : 29th Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Applied Mechanics, Building Technology, Geodesy and Cartography, Landscaping, Theory and Environmental Technology of Buildings, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Water Resources Engineering. October 16th 2019, Bratislava*. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2019, CD-ROM, s. 67-72. ISBN 978-80-227-4972-5.

#### Odborné práce v ostatných domácich časopisoch

BDF01 ANTOŠOVÁ, Naďa - **BELÁNIOVÁ, Barbora**. Diagnostika a obnova ETICS s biokoróziou. In *Almanach znalca [elektronický zdroj]*. Roč. 16, č. 3 (2016), CD-ROM, s. 21-25. ISSN 1336-3174.

BDF02 ANTOŠOVÁ, Naďa - **BELÁNIOVÁ, Barbora**. Kontrola podkladu pri obnove ETICS. In *Almanach znalca [elektronický zdroj]*. Roč. 18, č. 1 (2018), CD-ROM, s. 34-36. ISSN 1336-3174.

**Rôzne publikácie a dokumenty, ktoré nemožno zaradiť do žiadnej z predchádzajúcich kategórií**

GII01 **BELÁNIOVÁ, Barbora** - BISTÁK, Andrej - ANTOŠOVÁ, Naďa. Vzdelávacia cesta študentov Katedry technológie stavieb SvF. In *Informácie SvF STU*. Roč. 16, č. 3 (2016), s. 4.

GII02 BISTÁK, Andrej - **BELÁNIOVÁ, Barbora** - ANTOŠOVÁ, Naďa - MAKÝŠ, Oto. Prečo sú exkurzie technológov na stavebnej výnimočné? In *Spektrum*. Roč. 25, č. 4 (2018), s. 20-21. ISSN 1336-2593.