

Nad'a Antošová¹, Barbora Belániová²

METODIKA KONTROLY PODKLADU PRI OBNOVE ZATEPLOVACIEHO SYSTÉMU BYTOVÝCH DOMOV

METHODOLOGY OF SUBSTRATE CONTROL IN RENEWAL OF THE CONTACT THERMAL INSULATION SYSTEM FOR APARTMENT BLOCKS

Abstract

During implementation of double external thermal insulation contact system is required, the same rules must be followed and used the same control mechanisms as for realization the new thermal insulation construction. The analysis of the problem of controlling the surface of the substrate before the realization of the double thermal insulation system in terms of the occurrence of the biological attack on the original thermal insulation is the aim of the contribution. The output of the analysis is the proposal of a control mechanism for quality assurance of the substrate from the point of view of the destruction of microorganisms and the proposal of a methodical procedure for the quality verification of the realization of the preparation of the substrate for double insulation.

1. Úvod

Moderný dizajn budovy sa nachádza mnohokrát v konflikte s úsporou energie a odolnosťou voči biologickému napadnutiu. Mikrobiologický rast na fasádach za vhodných podmienok (dostatočná vlhkosť a teplota, prítomnosť živín) je úplne prirodzený proces. Obdobie napadnutia povrchu fasády zateplenia trvá dlhšiu dobu. Z tohto dôvodu napadá hlavne stavebné plochy, ktoré sú málo zaslnené a nemajú dostatočnú priepustnosť vzduchu a tým pomalšie sušenie. Jedná sa hlavne o severné, severovýchodné časti budov a tiež oblasti zatienenia [1].

Z výskumov tiež vyplýva, že viac sú napádané omietky akrylátové a silikónové. Tento materiál spôsobuje, že doba sušenia povrchu omietky je dlhšia oproti silikátovej omietke alebo omietke s minerálnymi zložkami. Dlhodobý vlhký povrch omietky vytvára vhodné podmienky pre tvorbu biologického filmu. Hoci nedochádza k žiadnym zmenám v tepelných a mechanických vlastnostiach systému, biologická deformácia má obrovský estetický dopad.

Úlohou dlhodobého výskumu je zisťovanie životnosti technológie zdvojenej konštrukcie zateplenia z hľadiska biokorózie, pričom za ukončenie životnosti sa považuje nová kolonizácia mikroorganizmov na povrchu alebo obnovená kolonizácia v súvrství pôvodnej a novej konštrukcie zateplenia. Keďže rast mikrobov v prírodných podmienkach je príliš pomalý a aby sme udržali kroky plánmi vývoja priemyselných produktov či technológií a tiež aj vyhovelí požiadavkám EÚ, bolo by užitočné vykonať zrýchlenú skúšku kvality obnovy povrchu pre nové technológie zateplenia[2].

¹ Nad'a Antošová , doc. Ing., PhD., STU, Stavebná fakulta, Katedra technológie stavieb, Radlinského 11, 811 07 Bratislava, nada.antosova@stuba.sk

² Barbora, Belániová, Ing., STU, Stavebná fakulta, Katedra technológie stavieb, Radlinského 11, 811 07 Bratislava, barbora.belaniova@stuba.sk

2. Metodika výskumu

Výber riešenia odstránenia biokorózie na povrchu ETICS vychádza zo základných cieľov, ktoré na vybranú technológiu kladieme a čo od nej očakávame. Odstránením rozmnožovania mikroorganizmov na fasáde chceme zabezpečiť dlhodobú odolnosť voči riasam pomocou stavebných procesov[3]. Na odstraňovanie mikroorganizmov na kontaktných zatepl'ovacích systémoch v praxi sú používané dve základné technológie, podľa rôznej životnosti, finančnej a technickej náročnosti. Technológie na riešenie súčasných problémov sú funkčné, s priamym mechanickým alebo chemickým zásahom do povrchu ETICS. Výber vhodnej technológie závisí od umiestnenia objektu, požiadaviek na ochranu životného prostredia, veku a stavu ETICS. Ide o technológie:

1. konzervatívne

Pôsobia tak, že odstraňujú mikroflóru mechanickým, fyzikálnym, chemickým zabitím biologických buniek, a následne sa odstráni celá živá hmota vrátane organických zložiek.

Medzi konzervatívne technológie sa zaraďuje:

- dekontaminácia chemickým prípravkom
- pravidelná údržba čistením s biocídnym prípravkom - preventívne opatrenie proti opakovanému vzniku biokorózie
- obnova omietky s ochrannou zložkou proti vzniku mikroorganizmov

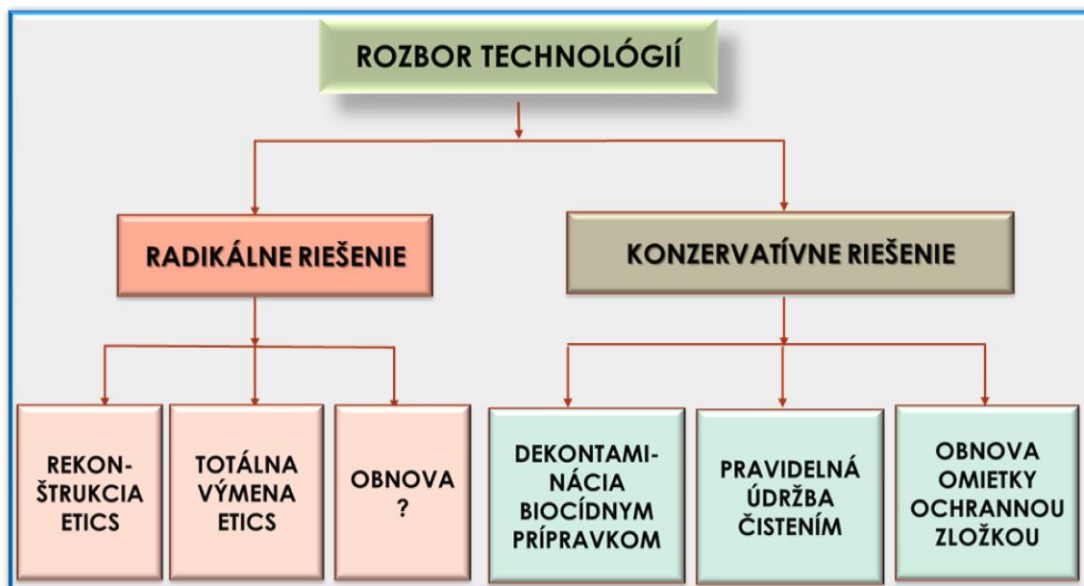
2. radikálne

Radikálne technológie vyžadujú zásah do existujúcej konštrukcie, obvykle sa vymieňa alebo dopĺňa vrchná vrstva zateplenia – farebná omietka, prípadne farebná omietka spolu s výstužnou vrstvou, do ktorej sa pridajú biocídy. Ak sa však preukáže, že mikroorganizmy prerastajú do súvrstvia kontaktného zateplenia, obvykle konštrukcia vykazuje aj iné poruchy a nedostatky a je potrebné sanovať alebo vymeniť celú konštrukciu zateplenia.

Medzi radikálne technológie sa zaraďuje:

- rekonštrukcia ETICS
- totálna výmena zateplenia

Ich realizácia je finančne náročná, pozostáva okrem realizácie nových vrstiev alebo celého súvrstvia aj s odstraňovania pôvodných častí či celku kontaktného zateplenia. Zahŕňa náklady na odvoz a likvidáciu odpadu, pričom separácia odpadu je prácna [3].



Obrázok 1: Rozdelenie základných technológií na odstránenie biologického napadnutia
(autor)

3. Technológia zdvojeného zateplenia

Efektívnym riešením pre riešenie mikroorganizmov na povrchu zatepl'ovacích systémov je rozvíjajúca sa radikálna technológia:

- Obnova existujúceho ETICS konštrukciou zdvojeného zateplenia („Double ETICS“)

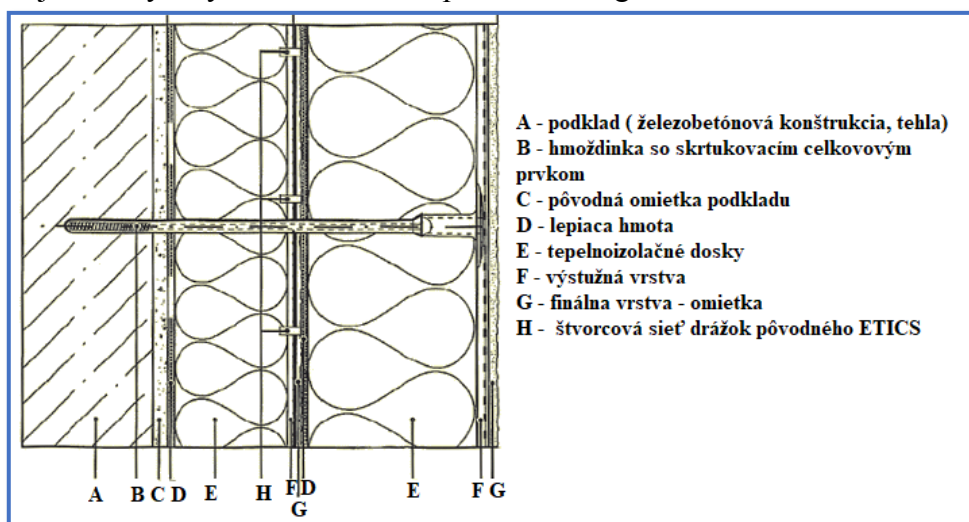
Táto radikálna metóda sa využíva (s výhľadom požiadaviek legislatívy do roku 2020) pri nedostatočných mechanických, alebo tepelno-technických vlastností ETICS, pri zníženej hydrofóbnosti omietky a pri výskyte viacerých porúch a nedostatkov.



Obrázok 2: Ukážka napadnutia fasády bytového domu mikroorganizmami

Zdvojené zateplenie je technológia, ktorou predpokladáme nielen zlepšenie vlastností pôvodného zateplenia, ale aj riešenie na odstránenie rias. Konštrukcia pozostáva [4]:

- Z pôvodného kontaktného zateplenia
- Novej tepelnej izolácie s rovnakými difúznymi vlastnosťami ako je pôvodný systém
- Kotvenia novej izolačnej vrstvy
- Novej výstužnej vrstvy
- Novej omietky s vyššou odolnosťou proti mikroorganizmom



Obrázok 3: Skladby konštrukcie zdvojeného zateplenia (autor)

Podstatou zdvojeného zateplenia „Double ETICS“ je pridanie ďalšej tepelnoizolačnej vrstvy, výstužnej vrstvy a novej omietky na existujúce zateplenie. V praxi sú spracované základné technické pravidlá, ktoré určujú základné podmienky a spôsoby riešenia zosilnenia izolačnej vrstvy zdvojením tepelnoizolačnej vrstvy bez strhnutia predchádzajúcich vrstiev [5].

Otázkou vo vzťahu k mikroorganizmom zostáva nepoznaná skutočnosť, ako sa budú správať v styku medzi pôvodným a novým zateplením.

4. Kontrola kvality povrchu pokladu

4.1. *Kontrola kvality podkladu pod ETICS*

Podľa STN 73 2901, čl. 4.1.1, sú okrem mechanických vlastností stanovené aj nasledovné požiadavky na podklad:

- „Podklad vhodný na uplatnenie ETICS musí byť vyzretý, bez prachu, mastnoty, dostatočne vyschnutý..... a biologického napadnutia a aktívnych trhlín.“

Norma v čl. 4.2.1, Posudzovanie a overovanie podkladu predpisuje zásady pre overovanie vlastností podkladu ako napr.:

- „Overovanie vlastností podkladu sa uskutočňuje podľa požiadaviek investora, projektanta, prípadne ďalších oprávnených účastníkov zabudovania ETICS.....“

Ďalej sú spracované a odporúčané metódy na overenie vlastností podkladu. Norma tiež odporúča základné koncepčné riešenia na odstránenie zistených nedostatkov.

- „Na odstránenie jednotlivých nedostatkov podkladu pri jeho príprave sa odporúčajú opatrenia uvedené v tabuľke č. 2 STN 73 2901.“

Zásady pre overenie vlastností podkladu z hľadiska výskytu mikroorganizmov zostávajú bez špecifikácie, bez metodických pokynov pre overenie biologického napadnutia. Zároveň v štandardoch na realizáciu zateplenia chýbajú akékoľvek odporúčania na vykonanie opatrení vedúcich k splneniu požiadavky na podklad, ktorý musí byť bez biologického napadnutia.

4.2. *Kontrola kvality povrchu podkladu pod „double ETICS“*

Pre zhotovovanie zdvojeného zateplenia platia rovnaké pravidlá a normové zásady ako pri realizácii a príprave realizácie pôvodného kontaktného zateplenia [6]. Podľa príručky [7] pre realizáciu zdvojeného zateplenia je pred začatím akýchkoľvek stavebných prác potrebné:

- celkové vizuálne posúdenie existujúceho ETICS (zaprášenie, výkvety, poruchy, trhliny, napadnutie mikroorganizmami, dodržanie dilatačných škár).

Následne je vyžadovaná kontrola podkladovej konštrukcie:

- spôsob upevnenia lepením existujúceho ETICS,
- umiestnenie kotiev,
- stav, hrúbka a druh tepelno-izolačného materiálu.

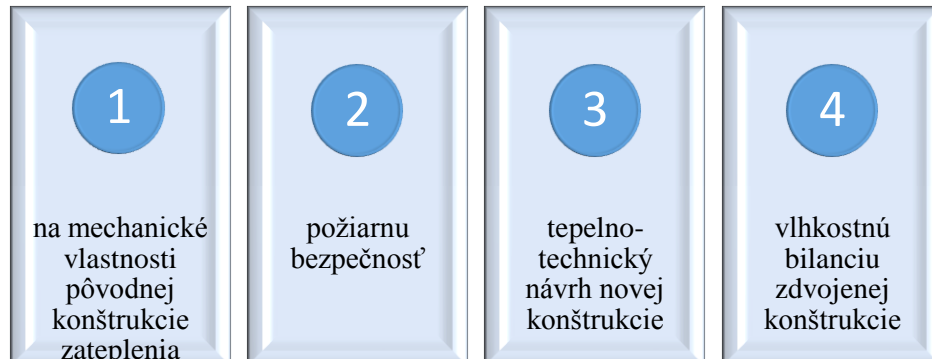
Dôraz je kladený najmä na mechanické vlastnosti pôvodnej konštrukcie zateplenia. Potrebné je preto vykonať diagnostiku na statickú únosnosť nosnej konštrukcie obvodového plášťa pre prítlačenie novou izoláciou a statické zaistenie doteplenia.

Z hľadiska požiarnej bezpečnosti sa pred návrhom a realizáciou doteplenia zisťuje charakteristika objektu: požiarne výška objektu, druh tepelnoizolačného materiálu z požiarneho hľadiska, riešenie požiarnej bezpečnosti pri otvoroch. Po všetkých vyhovujúcich výsledkoch kontrolných posúdení existujúceho ETICS je možné navrhnúť nové súvrstvie zdvojenej konštrukcie ETICS.

Základným procesom je tepelnotechnický návrh, ktorý musí byť spracovaný v súlade s aktuálnymi požiadavkami štandardov a legislatívy vrátane posúdenia kondenzačných pomerov v doteplňovanej konštrukcii.

Vlhkostnú bilanciu celej konštrukcie je nutné navrhnúť tak, aby nedochádzalo ku kondenzácii vodných pár [8]. Po vykonaní diagnostiky pôvodnej konštrukcie, návrhu a

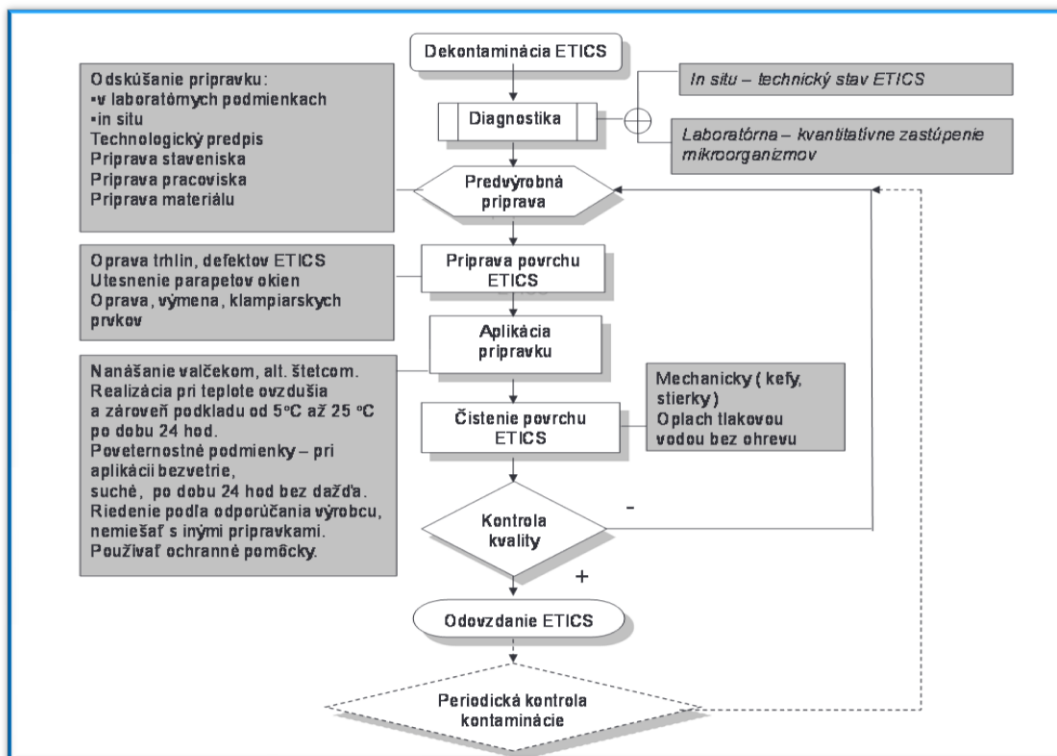
posúdení tepelno-technickej a vlhkostnej bilancie novej kompozitnej konštrukcie sa vyžaduje overenie vzájomnej chemickej a fyzikálnej znášateľnosti zabudovaných a novoaplikovaných materiálov. Avšak akékoľvek odporúčania, návrhy riešení alebo metodické usmernenia pri posudzovaní, odstraňovaní a kontrole vykonaných opatrení chýbajú aj v prípade zdvojeného zateplenia.



Obrázok 4: Rozdelenie hlavných požiadaviek na poklad (autor)

4.3. Kontrola kvality podkladu pôvodnej konštrukcie ETICS vo vzťahu k mikroorganizmom

Mikroorganizmy na povrchoch stavebných konštrukcií zadržiavajú vodu a svojou činnosťou spôsobujú ich degradáciu, čo nie je v súlade s požiadavkami platných normových požiadaviek, ktoré na konštrukciu kladieme. Preto je potrebné aj v prípade realizácie „doteplenia“ mikroorganizmy najprv zlikvidovať.



Obrázok 5: Metodika likvidácie mikroorganizmov na povrchu existujúcej konštrukcie zateplenia (cyklická údržba) so zahrnutím kontroly kvality [3].

Postup realizácie je totožný s postupom pri dekontaminácii a obnove povrchu existujúcich konštrukcii ETICS [3]:

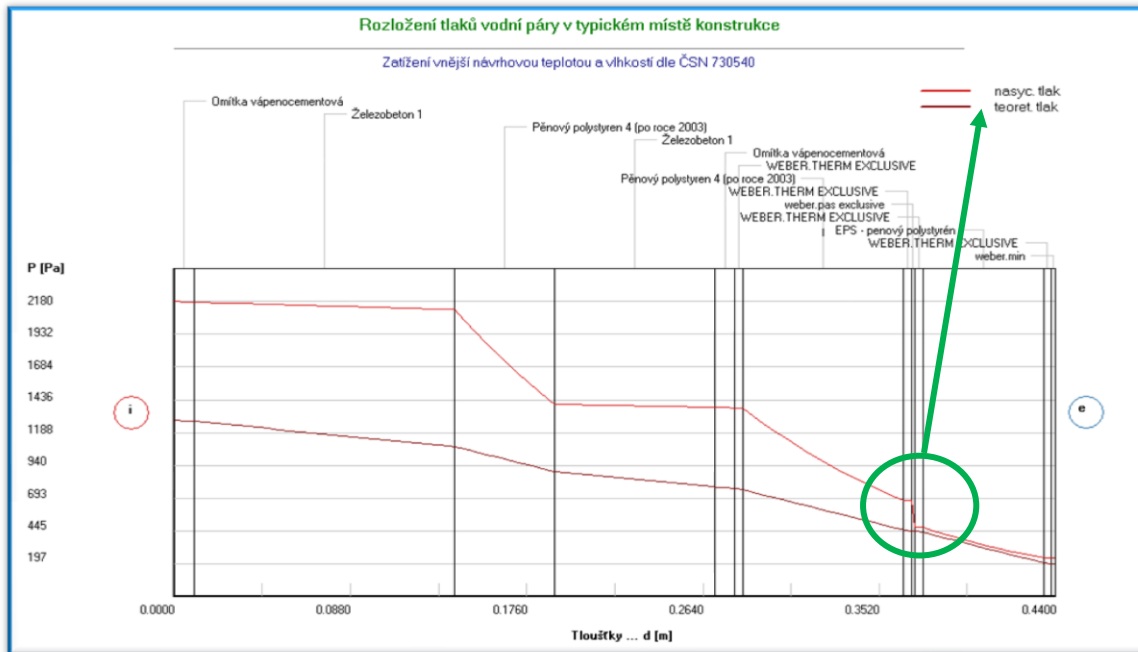
1. Odber pôvodného biologického materiálu,
2. Stanovenie typu, rozsahu a množstva biologického nánosu (napr. na m² plochy),
3. Laboratórne overenie biocídnych účinkov na mikroorganizmy (množstvo, koncentrácia),
4. Overenie laboratórnych účinkov v praxi (lokálne na malej ploche),
5. Aplikácia štetcom, valčekovaním alebo nástrekom (zvážiť vhodnosť realizácie),
6. Očistenie vodným prúdom pod tlakom (min po 24 hod),
7. Najvhodnejší časový horizont pre aplikáciu biocídnych prípravkov je obdobie vegetačného rozvoja mikroorganizmov, rias, húb - jar alebo jeseň.
8. Dekontamináciu biocídnym prípravkom je nutné realizovať za suchého, bezveterného počasia, kedy teplota okolia a zároveň povrchu ETICS dlhodobo (aspoň 24 hod) neklesne pod 5°C a dosiahne maximálne 25°C.

Pre zabezpečenie kontroly kvality realizácie vykonaných opatrení pre zlikvidovanie biologického napadnutia je potrebné vykonať kontrolné odbery biologického materiálu a overiť účinnosť, plnoplňnosť aplikácie.

Návrh metodiky overenia kvality spočíva vo vykonaní odberov 7 dní po aplikácii prípravkov na odstránenie mikroorganizmov. Hodnotenie výsledkov, ich kvantitatívne vyjadrenie dostatočnej účinnosti však chýba.

5. Metodika zisťovania kvality likvidácie biologického napadnutia ETICS

Je všeobecne známe, že mikroorganizmy potrebujú pre svoj rozvoj prísun určitého spektra svetla, prísun živín, ktoré si dokážu zabezpečiť z odumretých zložiek a najmä vhodné teplotno-vlhkostné pomery. Z hľadiska rozvoja mikroorganizmov na pôvodnom povrchu zateplenia sú dôležité vlhkostné pomery v mieste napojenia a rozloženia tlakov vodnej pary v typickom mieste konštrukcie pri zdvojenom ETICS. Simuláciou najviac vyskytujúcej sa realizácie lepenia izolačných dosiek a simuláciou teplotných pomerov boli zaznamenané možné kritické miesta pre vytváranie vhodných vlhkostných pomerov práve v mieste styku pôvodného a nového ETICS.



Obrázok 6: Rozloženie tlakov vodnej pary pre konštrukciu s izoláciou na báze polystyrénu. Ideálny stav realizácie. Spracované podľa [9].

Z uvedeného je pravdepodobné, že existuje riziko rozvoja mikroorganizmov na pôvodnom podklade v štrbinách s novým zateplením. Akým spôsobom, a či vôbec sa budú rozvíjať neskôr medzi vrstvami, to je úloha zisťovania efektívnosti tejto technológie z pohľadu riešenia mikroorganizmov a určenia jej životnosti. Cieľom ďalšieho výskumu je teda vytvoriť a kvantifikovať kontrolný mechanizmus (účinnosť likvidácie a očistenia), ktorým sa neumožní rozvoj mikroorganizmov v styku medzi novým a pôvodným kontaktným zateplením. V závislosti od kvality prípravy podkladu – očistenia – je následne možné určiť životnosť technológie „double“ ETICS vo vzťahu k rastu a rozvoju mikroorganizmov.

Určenie účinnosti je možné vykonať na základe štúdia vegetácie a rozvoja mikroorganizmov v štrbinách pôvodného zateplenia a nového súvrstvia. Hypotéza zabezpečenia kvality prípravy podkladu spočíva v hodnotení účinnosti likvidácie po 7 dňoch od aplikácie prípravkov.

Predpokladané hodnotenie kvality je navrhované minimálne v dvojúrovňovej stupnici, kedy:

1. Za účinné opatrenie bude považovaný výskyt biologického materiálu menší ako 50% z pôvodného odberu v určenom počte kontrolných vzoriek
2. Za neúčinné opatrenie bude považovaný výskyt biologického materiálu v kontrolných odberoch rovný alebo väčší ako 50% z pôvodného odberu, v určenom počte kontrolných vzoriek.

V prípade neúčinného opatrenia bude nutné čistenie dekontaminačnými prípravkami opakovať.

6. Návrh experimentu a mechanizmus hodnotenia kvality prípravy povrchu

Kontrola kvality prípravy povrchu v styku súvrstvia ETICS a nového zateplenia sa dokáže stanoviť v laboratórnych podmienkach.

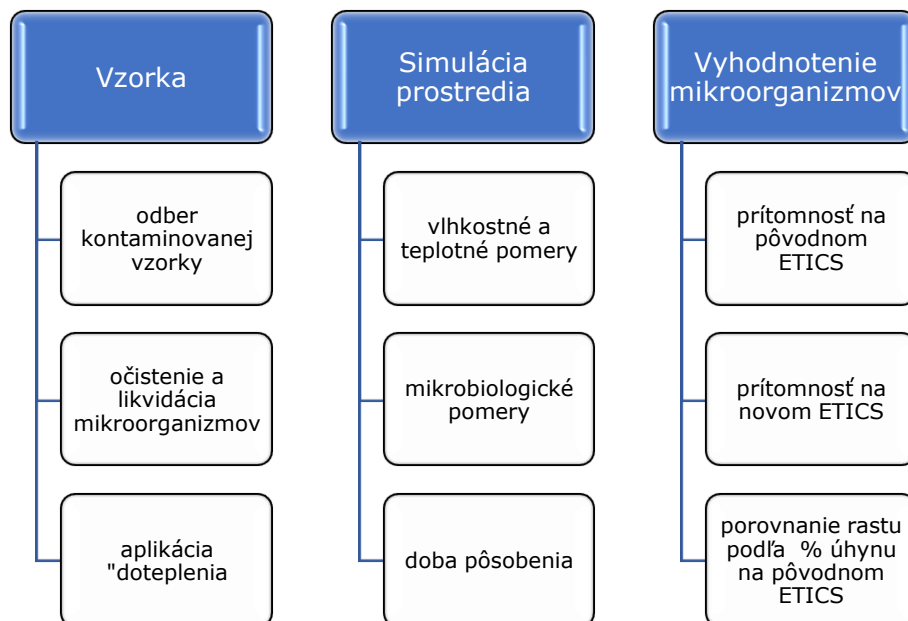
Postup realizovania experimentu na vzorkách vyhotovených s najviac vyskytujúceho sa materiálu na Slovensku s rôznymi typmi omietok:

1. odobratie existujúceho zateplenia s napadnutím riasami rozmerov 35 x 35 cm
2. vzorka pôvodného zateplenia sa očistí chemickým prípravkom
3. časť vzoriek sa očistí tlakovou vodou a časť sa nechá bez očistenia
4. vyhotoví sa jedna vzorka bez akejkoľvek prípravy
5. na takto pripravené vzorky v počte 6 kusov sa aplikuje nové zateplenie
6. vzorky sa umiestnia do klíma komory kde sa nasimuluje vonkajšie prostredie a dĺžka pôsobenia [10,11]

Metodika laboratórneho zisťovania prítomnosti mikroorganizmov v súvrství „double ETICS“ pre určenie kontroly kvality prípravy podkladu pozostáva:

- Z dôkladnej prípravy vzoriek
- Simulácie prostredia - biologické, vlhkostné a teplotné namáhanie
- Simulácie cyklov teplotného a vlhkostného namáhania v klíma komore
- Vyhodnotenie vzoriek

Na základe záverov z predchádzajúceho výskumu je vybratá jedna oblasť SR so záznamom zateplení s biologickým napadnutím. Simulované budú zistené vlhkostné, zrážkové, teplotné a veterné podmienky vyskytujúce sa v danej oblasti za viacročné obdobie (zdroj SHMÚ). Predpokladáme, že tieto údaje sú kľúčové pre rozvoj mikroorganizmov na stavebných materiáloch. Doplnené bude pôsobenie mikroorganizmami, ktoré sa nachádzajú v danom prostredí.



Obrázok 7: Schéma experimentu pre určenie kontroly kvality likvidácie biologického napadnutia podkladu (autor)

Čas pôsobenia simulovaných klimatických pomerov je nastavený tak, aby zodpovedal troj až päť ročnému obdobiu. Toto obdobie bolo zvolené ako doba, po ktorú je schopný biocídny prípravok po očistení fasády pôsobiť. Po tejto dobe obvykle stráca použitý prípravok účinnosť, čiže technológia dekontaminácie a čistenia má ukončenú životnosť, a je potrebné ju opakovať[4].

Vzorky sa budú hodnotiť vizuálne, s dokumentovaním stavu povrchu vzorky a mikrobiologickou skúškou prítomnosti mikroorganizmov. Prítomnosť sa zisťuje medzi vrstvami pôvodnej a novej konštrukcie a tiež aj na novej povrchovej vrstve omietka zateplenia. Získané údaje sa následne porovnávajú. Vzorky s rôznymi omietkami v pôvodnej

časti zateplenia sa budú vzájomne porovnávať a zisťovať sa bude prítomnosť a rýchlosť rozvoja mikroorganizmov [12].

Z vyhodnotenia očakávame rozdielne výsledky v prípade:

- A. vzorky s dekontamináciou s očistením tlakovou vodou
- B. vzorky s dekontamináciou bez očistenia tlakovou vodou
- C. vzorky bez prípravu podkladu - bez dekontaminácie

Z experimentu očakávame tiež overenie predpokladaných úrovni hodnotenia kvality prípravy podkladu vo vzťahu k biologickému napadnutiu. Z výsledkov vyplynie, či skutočne predpokladaný úhyn mikroorganizmov na úrovni 50% z pôvodného množstva je dostatočný alebo príliš optimistický na to, aby nenastal ich rozvoj v štrbinách novej kompozitnej konštrukcie.

Záver a diskusia

Akakoľvek obnova povrchu stavebného materiálu a konštrukcie bez dôkladnej likvidácie biologického materiálu sa v minulosti neosvedčila a výsledky obnovy nespĺnili očakávania. Príkladom je množstvo „opravných“ fasádnych náterov, ktoré často ešte v rámci plynúcej záruky degradujú, odlupujú sa alebo vykazujú pľuzgiere či trhliny. Likvidácia mikroorganizmov na povrchoch stavebných konštrukcií je neodmysliteľnou súčasťou technologických predpisov. Technologické postupy na odstránenie mikroorganizmov sa pomaly dostávajú aj do povedomia odborníkov na stavebnom trhu.

Kontrolný mechanizmus, ktorým by bola zabezpečená kontrola kvality realizácie technológií však absentuje. Predpokladáme, že výsledky experimentu preukážu okrem určenia potrebného množstva úhynu mikroorganizmov na zabezpečenie kvality prípravy podkladu aj predĺženie odolnosti zateplenia voči mikroorganizmom. Ak sa na nových vrstvách zateplenia použije omietka s biocídnou ochranou, veríme že táto technológia je okrem očakávanej obnovy vlastností pôvodného ETICS pre vlastníkov poškodených objektov zaujímavým riešením aj pre trvalé riešenie biokorózie.

Literatúra

- [1] 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
- [2] 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, XII DBMC, Porto, PORTUGAL (2011), ISBN: 978-972-752-132-6
- [3] Antošová, N. Analýza poznania príčin a technológií riešení biokorózie ETICS a model zabezpečenia ich rezistencie. 1. vyd. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2014. 122 s. ISBN 978-80-227-4302-0
- [4] Belániová, B., Antošová, N., Lehotská, D., Základný výskum riešenia biokorózie ETICS na Slovensku, Czech Journal of Civil Engineering 2017 / 2
- [5] Vnější kontaktní zateplovací systémy ETICS 01 -2014 – Technická pravidla cechu pro zateplování budov ČR, O.S.
- [6] STN 73 2901/01: 2015 Zhotovovanie vonkajších tepelnoizolačných kontaktných systémov (ETICS)
- [7] Technické informácie 3 - Zásady navrhovania a zhotovovania zdvojeného ETICS, Občianske združenie pre zatepľovanie budov, Bratislava, 16 s., ISBN 978-80-8076-126-4

- [8] STN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov
- [9] Tepelné posudky softvér Svoboda Teplo študentská verzia.
- [10] Ivanova, E., The biodegradation of layered silicates under the influence of cyanobacterial actinomycetes associations. *Geophys Res Abstr* 2013;15:2013
- [11] ASTM D4404-10. Standard test method for determination of pore volume and pore volume distribution of soil and rock by mercury intrusion porosimetry. American Society for Testing and Materials, 2010.
- [12] UNI EN 15886:2010. Conservation of cultural property e test methods e colour measurement of surfaces. Ente Nazionale Italiano di Unificazione, 2010.