



SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

Stavebná fakulta

Ing. Patrik Šťastný

Autoreferát dizertačnej práce

Posúdenie vhodnosti nasadenia technológií vkladania dodatočných nepriepustných vrstiev v porovnaní s technológiou bezdrôtového odvlhčovania z pohľadu pamiatkovej obnovy

na získanie akademického titulu:	„philosophiae doctor“, v skratke „PhD.“
v doktorandskom študijnom programe:	3659 Technológia stavieb
v študijnom odbore:	35. Stavebníctvo
Forma štúdia:	denná
Miesto a dátum:	Bratislava, 30.5.2022



Dizertačná práca bola vypracovaná na:

Katedre technológie stavieb, Stavebnej fakulty STU v Bratislave

Predkladateľ:

Ing. Patrik Šťastný

Katedra technológie stavieb

Stavebná fakulta STU v Bratislave

Radlinského 11, 810 05 Bratislava

Školiteľ:

doc. Ing. Oto Makýš, PhD.

Katedra technológie stavieb

Stavebná fakulta STU v Bratislave

Radlinského 11, 810 05 Bratislava

Oponenti:

prof. Ing. Mária Kozlovská, PhD.

Ústav technológie, ekonomiky a manažmentu v stavebníctve

Stavebná fakulta TU v Košiciach

Vysokoškolská 4, 042 00, Košice

Ing. arch. Peter Krušínský, PhD.

Katedra pozemného staviteľstva a urbanizmu

Stavebná fakulta Žilinská univerzita v Žiline

Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina

doc. Ing. Marek Ďubek, PhD.

Katedra technológie stavieb

Stavebná fakulta STU v Bratislave

Radlinského 11, 810 05 Bratislava

Autoreferát bol rozoslaný: 9.6.2022

Obhajoba dizertačnej práce sa bude konať dňa 26.8.2022 o 9:00 h na Katedre

technológie stavieb Stavebnej fakulty STU v Bratislave, Radlinského 11, 810 05 Bratislava

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

Obsah

1. Úvod.....	4
2. Vlhkosť - príčina vzniku	4
3. Ciele a tézy dizertačnej práce.....	5
3.1 Ciele práce.....	5
3.2 Tézy práce	6
3.3 Hypotézy práce.....	6
4. Metódy na vypracovanie stanovených cieľov	6
5. Riešenie formulovaných úloh.....	7
5.1 Formálny opis problému	7
5.2 Metodika práce a opis experimentu	7
5.3 Skúmaný objekt č. 1 – Zichyho kúria v Bratislave	9
5.4 Skúmaný objekt č. 2 – kostol v Trstíne	14
5.4 Skúmaný objekt č. 3 – depozitár KPÚ v Tranve	19
5.5 Skúmaný objekt č. 4 – Révayovský kastiel' v Turčianskej Štiavničke.....	23
5.6 Porovnávacie objekty – neinvazívna technológia bezdrôtového odvlhčovania.....	27
5.6.1 Objekt č. 1 – aplikácia bezdrôtového odvlhčenia	27
5.6.2 Objekt č. 2 – aplikácia bezdrôtového odvlhčenia	28
5.6.3 Čiastový záver k účinnosti technológie bezdrôtového odvlhčenia	29
6. Prínosy dizertačnej práce	30
6.1 Prínos dizertačnej práce pre vedu.....	30
6.2 Prínos dizertačnej práce pre pedagogiku.....	30
6.3 Prínos dizertačnej práce pre prax	30
7. Záver.....	30
Zoznam vybranej literatúry	31
Zoznam publikovaných prác autora	32

1. Úvod

Historické stavby tvoria neoddeliteľnú súčasť kultúrneho dedičstva každého národa. Inak tomu nie je ani u nás. Tieto pamiatky nie sú len hmotným dedičstvom, ale reprezentujú aj históriu krajiny. V mnohých z nich sa odrážajú etapy vývoja kultúry v našich regiónoch.

Tieto stavby postupne degradujú vekom, alebo vplyvom nedostatočnej a zanedbanej údržby. To má za následok ich čiastočnú, alebo aj úplnú deštrukciu. Preto je nutné pristupovať mnohokrát k opakovanej obnove týchto konštrukcií, pričom využívame rôzne stavebné technológie. Ako v mnohých oblastiach renovácií stavieb, tak aj v oblasti sanácie zavlhnutých konštrukcií historických budov sa výrazne podpísal vývoj stavebných technológií a stavebných výrobkov. Tie sú často založené práve na starších princípoch, ktoré nám v spojení s modernými spôsobmi a postupmi a materiálmi vo veľkej miere umožňujú dosiahnuť pozitívne výsledky. Ich následkom je nielen zastavenie zavlňania konštrukcií, ale aj obmedzenie, či dokonca odstránenie deštruktívnych účinkov kryštalizácie vodorozpustných solí nachádzajúcich sa v konštrukciách.

Pri mnohých stavbách, či už historických, alebo aj nových sa dnes stretávame so zavlňaním múrov. Príčin nežiadúceho zavlňania murív je viacero. V mnohých článkoch a publikáciách sa uvádza ako príčina zavlňnutia muriva historických stavieb absencia hydroizolácie. Pravdou však je, že dané tvrdenie nie je úplne správne, keďže už aj v minulosti boli v značnej miere využívané rôzne formy izolácie proti vlhkosti (viď literárne dielo zo začiatku nášho letopočtu Vitruvius: Deset knih o architektúre [1]), ktoré však bohužiaľ postupom času degenerovali, resp. stratili svoju funkčnosť, nakoľko spomínané systémy vyžadovali priebežnú údržbu a ich materiál tiež podliehali rýchlejšej degradácii. Najmä pri izolácii spodných stavieb boli v značnej miere využívané ílové zasypy, drenáže na zníženie hladiny podzemnej vody, asfaltové nátery, ale taktiež sa využívalo obmurovanie pomocou ostro pálených, málo nasiakavých tehál. Aj kvôli uvedeným dôvodom dnes možno pozorovať, že značná časť či už historických, ale aj menej starých budov je napadnutá rôznymi formami nežiadúcej vlhkosti. Tie majú za následok rozpad nielen muriva, ale aj ďalších stavebných materiálov, zvyšovanie tepelných strát. Tiež spôsobujú rôzne respiračné ochorenia osobám, ktoré v týchto priestoroch dlhodobo žijú. Z tohto hľadiska je správne používať pre aplikáciu takýchto technológií označenie sanácia. Tento pojem pochádza z latinského slova sanus a teda zdravý.

2. Vlhkosť - príčina vzniku

Jedným z najvýznamnejších a najrozšírenejších problémov nielen nášho klimatického pásma, ovplyvňujúcich architektonické dedičstvo a taktiež značnú časť historických stavieb je prítomnosť vody v týchto konštrukciách [2, 3, 4]. Ako príklad možno uviesť, že asi polovica obnov pamiatok v Belgicku súvisí s vysokou vlhkosťou a zasolením konštrukcií [7]. Jej pôvod môžeme pripisovať viacerým faktorom, ako sú napríklad rôzne náhodné príčiny súvisiace s prenikaním vody z potrubí, dažďových zvodov, kondenzáciou vodných pár, kapilárnym vzliňaním, difúziou vodných pár, absorpciou, nasiakavosťou a mnohým ďalším javom. Táto vlhkosť vážne ohrozuje zachovanie ale aj funkčnosť historických konštrukcií, pretože je zodpovedná za zníženie mechanického výkonu muriva, nakoľko prítomnosť vody v póroch stavebného materiálu negatívne ovplyvňuje pevnosť v ťahu a tiež v tlaku. Taktiež spôsobuje degradáciu týchto materiálov, ktoré môžu byť neustále vystavované cyklickému zmrazovaniu a následnému rozmrazovaniu, biologickému rozkladu a migrácii a následnej kryštalizácii solí. Vlhkosť tiež prispieva k zvýšeniu tepelnej vodivosti týchto konštrukcií, čo má za následok vysokú spotrebu energie slúžiacej na vykurovanie.

Už roku 1892 H. R. Kenwood opísal v článku Vlhkosť v domoch a okolo nich [5] vplyv vlhkosti prostredia na ľudí, ktorí v tomto prostredí žili a upozornil na fakt, že toto prostredie vyvoláva značné množstvo chorôb. Bohužiaľ tento fakt nebol vôbec dlhé roky zohľadnený. Až v roku 1989 bola Európskou

radou prijatá Smernica o stavebných výrobkoch [6], kde boli predpísané vlhkosťné podmienky prostredia. Konkrétne boli zahrnuté základné podmienky neprítomnosti vlhkosti v murive ako jedna z požiadaviek spĺňajúca hygienické a zdravotné účely stavby.

Z dôvodu vážnych účinkov spojených so stúpajúcou vlhkosťou v murive sa kapilarita vody správne považuje za kľúčový faktor ochrany dedičstva. Napriek tomu je odstránenie stúpajúcej vlhkosti z historických konštrukcií stále náročné [7], a to aj napriek tomu, že fenomén stúpajúcej vlhkosti v historických budovách sa skúma už pomerne dlhú dobu [8]. Výsledkom je, že sa častokrát neodborne odstráni dôsledok vlhkosti z konštrukcie ale nie príčina, a preto sa poruchy po čase znova objavujú, čo má za následok potrebu ďalšej práce a nákladov spojených s ňou. Tu nastáva veľakrát problém najmä z pohľadu implementácie Benátskej charty, ktorej dodržiavanie často bráni realizácii istých technológií sanácie na pamiatkovo chránených objektoch, ktoré vykazujú vysokú účinnosť. To má za následok záporný postoj niektorých úradníkov Krajských pamiatkových úradov (ďalej len KPÚ) k technológiám, ktoré značne narúšajú integritu konštrukcií. Bohužiaľ z medzinárodného pohľadu je otázka spôsobov odvlhčenia historických konštrukcií veľmi úzko spracovaná, o čom svedčí aj počet odborných článkov a publikácií v porovnaní s publikáciami venujúcimi sa samotnej vlhkosti a jej vzniku. Z tohto dôvodu je mnoho článkov k danej problematike nepresných a neodborných, dokonca nie sú podložené ani žiadnym výskumom. To vedie k mnohým nedorozumeniam v riešení tejto problematiky a umožňuje presadenie mnohým neovereným, resp. nefunkčným technológiám na trhu.

3. Ciele a tézy dizertačnej práce

Z predchádzajúcich prehľadov vyplýva, že problém so vzliňajúcou vlhkosťou v pamiatkovo chránených stavbách je problém nie len na Slovensku, ale aj globálny problém poškodzujúci staršie stavby po celom svete. Príčiny zavlňania konštrukcií sú rôzne a sú značne ovplyvnené aj podnebným pásmom, použitým stavebným materiálom, úrovňou údržby stavieb a podobne. Cieľom v práci uvedených výskumov je overenie vybranej skupiny technológií určených na elimináciu negatívnych vplyvov zavlňania pamiatkovo chránených budov.

Účinnosť jednotlivých technológií sanácie zavlňania sa skúma vizuálnymi a inštrumentálnymi metódami in situ, ale tiež laboratórnym testovaním. To umožňuje neustále napredovanie a chápanie v oblasti sanácie budov.

Stále však absentuje ucelená predstava a zjednotenie konkrétnych postupov riešenia vlhkosti a taktiež nie sú zjednotené ani následné postupy pri analyzovaní a vyhodnocovaní týchto technológií. V tom spočíva najväčší problém, nakoľko je veľmi náročné porovnávať výsledky od viacerých autorov opisujúcich skúmanie konkrétnej sanačnej metódy. Realizovaný výskum, ktorý by preukazoval účinnosť skúmaných sanačných technológií by dokázal zabezpečiť optimálny návrh vhodnej sanačnej technológie na odstránenie vlhkosti z historických konštrukcií v čo možno najvyššej účinnosti a optimálnosti pre daný objekt.

3.1 Ciele práce

Primárnym cieľom práce je preukázanie účinnosti vybranej skupiny technológií zabezpečujúcich sanáciu zavlhnutých historických konštrukcií. V prípade tejto práce ide o technológie vytvárania dodatočných nepriepustných vrstiev.

Zároveň bude splnením tohto cieľa podporená potreba nutnosti sanovať zavlhnuté múry pamiatkovo chránených ale aj iných starších budov vytváraním dodatočných nepriepustných vrstiev. To jednak z dôvodu zachovania historických hodnôt, ale aj z dôvodu vytvárania zdravšieho vnútorného prostredia. Staršie budovy veľakrát potrebujú radikálny sanačný zásah. Jeho nasadenie v mnohých

prípadoch naráža najmä na fundamentalistickú interpretáciu Benátskej charty [43] zo strany niektorých pracovníkov Pamiatkových úradov na Slovensku.

Neriešenie sanácie zavlňania využitím skutočne účinných spôsobov môže mať v budúcnosti fatálne následky napríklad na zachovanie dekoratívnej výzdoby stien alebo na stav vo vnútri umiestnených huteľných pamiatok. Tento problém môže tiež významne zhoršiť vnútornú klímu objektov, kde dlhšiu dobu pracujú alebo sa zdržiavajú ľudia. Keďže iné technológie si nemusia s vysokým stupňom zamokrenia poradiť a tieto konštrukcie môžu degradovať. Niekedy až do doby kedy príde k ich kolapsu. Toto tvrdenie bude zároveň podporené aj realizáciou porovnávacích meraní s neinvazívnou technológiou bezdrôtového odvlhčenia (tzv. magnetokinézy) a vyhodnotenie jej účinnosti.

3.2 Tézy práce

- Analýza súčasného stavu sanácie zavlhnutých konštrukcií na Slovensku a v zahraničí
- Syntéza poznatkov o vplyve vlhkosti na konštrukcie a boji so stúpajúcou vlhkosťou
- Realizácia meraní pred a po aplikácii sanačného zásahu
- Komparácia miery zavlhnutia pred a po aplikácii sanačnej technológie
- Komparácia primárneho výskumu s porovnávacím výskumom
- Odporúčanie na aplikáciu poznatkov o účinnosti a vhodnosti skúmanej technológie

3.3 Hypotézy práce

Predmetný výskum prináša množstvo otázok, nejasností a tiež hypotéz spájaných s výberom správnej a tiež účinnej technológie zabezpečujúcej vytvorenie dodatočnej nepriepustnej vrstvy pôsobiacej proti kapilárnej vlhkosti. Pre tento výskum boli zvolené nasledujúce hypotézy, ktoré bolo nutné potvrdiť, resp. vyvrátiť. Tým sa napomohlo k lepšiemu pochopeniu problematiky sanácie historických konštrukcií.

1. Po aplikácii invazívnych technológií využívajúcich princíp vkladania dodatočných nepriepustných vrstiev nastáva výrazný ústup vlhkosti. Pri porovnaní s aplikáciou magnetokinetických metód je tento rozdiel výraznejší.
2. Výsledky skúmania realizovaných sanácií vlhkosti invazívnymi metódami in situ preukážu nutnosť realizácie dodatočných nepriepustných vrstiev na pamiatkovo chránených budovách.
3. Výsledky výskumu môžu ovplyvniť rozhodovanie príslušných KPÚ ohľadne potreby invazívnych sanačných zásahov pri pamiatkovo chránených objektoch.

Tieto hypotézy je možné vyvrátiť alebo potvrdiť na základe výskumu zameraného na nasadenie opísaných technológií a následnou analýzou získaných hodnôt.

Po realizovaní a vyhodnotení výskumov sa môže nadviazať na ďalšie skúmanie konštrukcií, ktoré ostávajú pod úrovňou vlozenej izolácie a taktiež sa môže pristúpiť k sledovaniu vplyvov sanačných omietok, ich funkčnosť, vhodnosť aplikácie včítane overenia ich technickej životnosti a podobne.

Tieto výsledky by tiež mali napomôcť k presadzovaniu skutočne účinných technológií sanácie zavlhnutých stavebných konštrukcií pamiatkovo chránených budov a k zjednoteniu konkrétnych postupov pre uplatnenie výberu správnej technológie.

4. Metódy na vypracovanie stanovených cieľov

Štúdiom zavlňania historických objektov bol nadobudnutý prehľad o danej problematike, ktorá je celosvetovo veľmi rozsiahlym problémom. V rámci skúmania problematiky sa zistili rôzne nedostatky v celosvetovom výskume, ktoré výrazne ovplyvňujú zjednotenie odborných názorov na danú problematiku. Tieto skutočnosti boli potvrdené aj rozdielmi v porovnávacích tabuľkách zameraných na určenie miery vlhkosti v konštrukciách, rovnako tak aj zasolenia konštrukcií.

Na základe nadobudnutých poznatkov a skúseností z predchádzajúcich realizácií bola vyslovená základná hypotéza o potrebe využívania technológií vytvárania účinných bariér prestupu vztlínajúcej vlhkosti v múroch. Takéto dodatočné nepriepustné vrstvy sa javia ako najvhodnejšie riešenie v boji so zavlhňaním historických stavieb.

Výsledkom analýzy problematiky zaoberajúcej sa sanáciou zavlhnutých stavieb bolo definovanie cieľov a tiež predmetnej dizertačnej práce. Pri plnení cieľov boli využívané vedecké metódy, ktorých časťou boli vedecké experimenty realizované in situ. Tie následne vyústili do praktických záverov.

V rámci spracovania dizertačnej práce bolo pre overenie hypotéz a splnenie cieľov použitých niekoľko metód opísaných v nasledujúcich kapitolách.

5. Riešenie formulovaných úloh

5.1 Formálny opis problému

Ako bolo uvedené v predchádzajúcich častiach, vlhkosť historických konštrukcií je globálny problém s ktorým sa stretávame pomerne často a je početne opísaný v mnohých publikáciách [8,9,10]. Bohužiaľ výskumy a publikácie riešiace sanačné zásahy sú spracovávané veľmi zriedka, resp. nemajú častokrát oporu v meraniach a mnohokrát sú spracované len v teoretickej rovine fungovania. To má v mnohých prípadoch za následok nevhodne navrhnutú technológiu určenú k odstráneniu stúpajúcej vlhkosti z konštrukcií a tým pádom nedostatočné izolovanie týchto stavieb.

Globálne existuje viacero metód bojujúcich proti stúpajúcej vlhkosti. Niektoré sú značne spochybňované, respektíve sú predmetom odborných diskusií o ich účinnosti [11, 12, 13], ďalšie sú podrobené viacerým skúmaniam a existuje o nich niekoľko publikácií [14, 15, 16]. Z pohľadu rozsiahlosti týchto technológií by bol predmetný výskum naozaj náročný, a preto sa výskum v rámci tejto práce zameriava na realizáciu invazívnych technológií dodatočných nepriepustných vrstiev. Najmä na aplikáciu technológií podrezávania, zarážania nehrdzavejúcich plechov a technológiu injektáže, ktoré sú častokrát z pohľadu KPÚ nevhodné pre realizáciu na historických objektoch.

Je však potrebné si uvedomiť, že v mnohých prípadoch sú tieto stavby podľa ČSN [17] zamokrené a iné technológie by si s takouto mierou vlhkosti nedokázali poradiť. Preto sa tento výskum orientoval na spomenuté metódy, analyzoval ich účinnosť a v závere budú tieto výsledky porovnané s vybranou neinvazívnou technológiou, ktorá bola aplikovaná na viacerých historických objektoch. Z daného vyplýva, že potreba skúmania sanačných technológií zabráňujúcich vlhnutiu či už historických alebo aj novších stavieb je z hľadiska zabezpečenia ich životnosti a taktiež zdravotnej pohody nevyhnutná. Potrebu výskumov zameraných na boj so stúpajúcou vlhkosťou podčiarkuje aj fakt, že už počas realizácie predmetných výskumov boli publikované viaceré články v renomovaných svetových časopisoch.

5.2 Metodika práce a opis experimentu

Metodika práce a opis experimentu

Metodika práce pre overenie účinnosti vybraných sanačných technológií spočívala v dlhodobom výskume, ktorý bol realizovaný výhradne in situ. Týmto spôsobom malo byť dosiahnuté zabezpečenie výsledkov, ktoré budú odrážať reálny stav a mieru účinnosti technológií aj za cenu vplyvu rôznych faktorov, ktoré by nebolo možné dosiahnuť v laboratórnom prostredí. Z daného hľadiska teda možno hodnotiť, že takýto výskum a výsledky v ňom prezentované sú autentické a možno ich aplikovať priamo pre prax.

V rámci výskumu boli skúmané štyri historické stavby, kde boli realizované invazívne sanačné technológie zabráňujúce stúpaniu vlhkosti. Tie boli navrhnuté z dôvodu vysokej miery zavlhnutia objektov a z predpokladov, že pri takto vysokých zavlhnutiach by ostatné technológie neboli postačujúce pri boji so stúpajúcou vlhkosťou. Pre skúmané budovy bola navrhnutá vo všetkých prípadoch hlavne technológia podrezávania, v kombinácii s injektážou alebo zarážaním plechov. Aj napriek tomu, že tieto metódy možno

považovať za invazívne a z pohľadu Benátskej charty nie príliš vhodné, boli tieto metódy aplikované na týchto objektoch. K návrhu týchto metód napomohli aj predchádzajúce skúsenosti z praxe s alternatívnymi technológiami, ako napríklad technológiou odvetrávania [18] a ich nedostatočná účinnosť pri vysokej miere vlhkosti v konštrukcii. Nakoľko všetky štyri stavby vykazovali vysokú vlhkosť, ktorú možno považovať už za zamokrenie [17], pristúpilo sa k diskusii s úradmi pre ochranu pamiatok, ktoré schválili predmetné návrhy sanácie týchto objektov. Je potrebné uviesť, že ak sú takéto metódy realizované správne, poskytujú okamžité dlhodobé účinky a to prinajmenšom v časti nad fyzickou bariérou [19] a tým predlžujú životnosť týchto budov, ktorých stav bol pred sanáciou dezolátny.

V tejto kapitole bude opísaná všeobecná metodika výskumu. Následne bude jednotlivým stavbám venovaná samostatná kapitola, kde budú uvedené výsledky meraní, pôdorys objektu s vyznačenou aplikovanou technológiou v konkrétnych miestach a taktiež čiastkový záver a miera účinnosti pre opísanú stavbu a použitú technológiu.

Ako prvé sa pristúpilo k vizuálnej obhliadke objektu, ktorá spočívala najmä v stanovení jej technického stavu vid' obr. 6.1 až 6.4. Pomocou vlhkomerov sa pri prvej obhliadke taktiež náhodne stanovila miera zavlhnutia objektu na viacerých bodoch. Z dôvodu skúmania vlhkosti in situ bol využitý príložený kontaktný merač Hygrometer BD2 firmy Dosier Messgeräte, Füssen, avšak pre objektivnosť výsledkov boli využité aj ďalšie zariadenia stanovujúce mieru zavlhnutia konštrukcie (vlhkomer GANN, vlhkomer TESTO 616). Pomocou týchto prístrojov sa realizoval súbor meraní každým prístrojom a tento sa následne vyhodnotil, aby v čo najväčšej miere eliminoval nepresnosti meraní prístroja a podmienok pri meraní. Jednotlivé výsledky sa zaznamenávali do tabuliek.

Meranie obsahu vlhkosti v konštrukcii bolo prvým krokom k získaniu informácií o zdroji vlhkosti, následnému posúdeniu a navrhnutiu vhodnej technológie a úspešnej realizácii sanačného zásahu [140]. Existuje pomerne veľa techník stanovujúcich mieru zavlhnutia konštrukcie, ktoré možno deliť na priame, kde však mnohokrát vŕtaním prichádza k určitým stratám vlhkosti alebo nepriame pri ktorých sú výsledky taktiež ovplyvnené určitými faktormi, ako sú napríklad vplyv počasia, vlhkosť vzduchu a podobne.

Ako bolo opísané vyššie, z dôvodu objektivnosti výsledkov bolo realizovaných viacero meraní na štyroch rôznych historických objektoch, ktorých skúmané konštrukcie tvorilo vo väčšine najmä tehlové murivo, resp. v určitých prípadoch zmiešané murivo. Práve tento materiál (tehlové murivo) a jeho poréznosť spôsobuje jeho vysokú sorpčnosť. Z toho vyplývalo, že nárast vlhkosti v murive má pravdepodobne za následok najmä kapilárnosť. Stupeň zavlhnutia sa stanovoval pred a po realizácii dodatočných technológií zabezpečujúcich izoláciu proti stúpajúcej vlhkosti. Je potrebné poznamenať, že zaznamenávané merania mali preukazovať mieru účinnosti jednotlivých technológií realizovaných na skúmaných objektoch. Už počas prvej obhliadky boli stanovené konkrétne body, kde bola skúmaná vlhkosť meraná počas celého výskumu, aby výsledky pred a po realizácii sanačných technológií preukazovali v čo najvyššej možnej miere, mieru účinnosti aplikovaných technológií. Zároveň sa taktiež spracoval technologický návrh aplikácie vhodnej sanačnej technológie, ktorá bola následne zrealizovaná v jednotlivých častiach objektov. Po realizácii navrhutej technológie dodatočných nepriepustných vrstiev sa pristúpilo k viacerým meraniam, ktoré mali pozorovať úbytok vlhkosti v konštrukciách po aplikácii dodatočnej hydroizolácie a tieto hodnoty boli zaznamenávané do tabuliek, ktoré budú uvedené v ďalších častiach práce. Jednotlivé výsledky boli následne porovnávané a miera vlhkosti bola hodnotená podľa českej normy ČSN P 73 0610 [17], ktorá zatrieduje stupne vlhkosti do 5 skupín. Takýto prehľad zabezpečil možnosť jasného stanovenia záverov o miere funkčnosti navrhutej technológie pre danú stavbu.

Počas prvých meraní a obhliadok jednotlivých stavieb boli odobraté vzorky omietok pre stanovenie miery zasolenia objektov a tieto vzorky boli zaslané na vyhodnotenie do Chemicko-technologického oddelenia Pamiatkového úradu SR. V rámci opísaného výskumu bolo využité hodnotenie pôsobenia iónov solí v murive podľa WTA [20]. Tieto vzorky boli odobraté deštruktívne, to znamená, že boli odsekané časti

konštrukcie do hĺbky v rozmedzí 3-5 cm. Následne boli tieto vzorky poslané na analýzu. Vodorozpustné soli v nich boli stanovené vo vodnom výluhu. Koncentrácia síranov sa stanovovala gravimetricky, chloridov argentometricky a dusičnanov kolorimetricky.

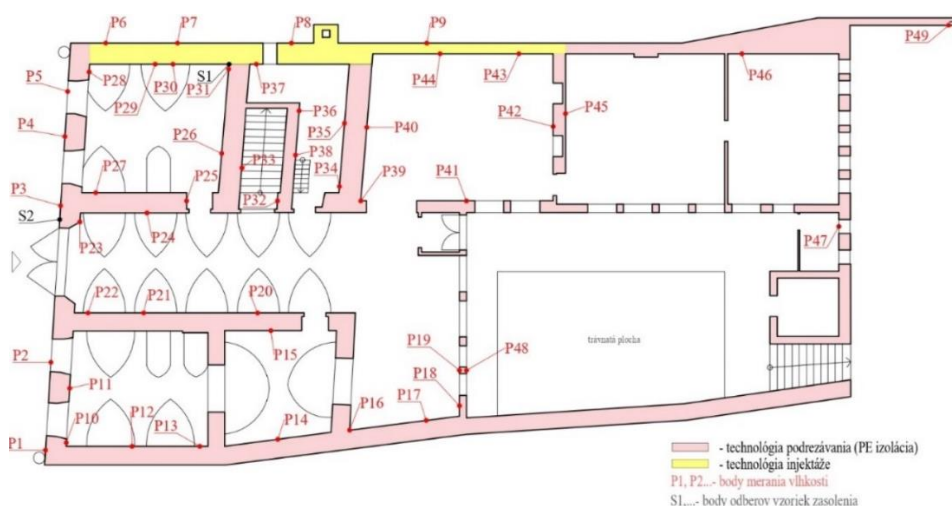
5.3 Skúmaný objekt č. 1 – Zichyho kúria v Bratislave

Prvý skúmaný objekt Kúrie sa nachádza v Bratislave. Po technickej stránke je objekt obdĺžnikového pôdorysu s hrúbkou muriva 60 cm, ktoré je riešené ako zmiešané murivo pozostávajúce z tehál a kameňa.

Predmetom výskumu bolo zhodnotiť mieru účinnosti sanačných technológií. Mieru zavlhnutia interpretuje tabuľka 5.1, a koncentráciu vodorozpustných solí tabuľka 5.2. Jednotlivé body meraní a odberu vzoriek pre stanovenia miery zasolenia sú uvedené v grafickej časti, ktorú reprezentuje obrázok 5.1. V prípade Kúrie bola využitá technológia podrezávania v kombinácii s injektážou. Tá bola využitá iba v časti, kde nebolo možné podrezanie steny objektu.

Injektáž bola realizovaná pomocou hydrofóbného prostriedku na sanáciu vlhkého muriva proti kapilárne vzliňajúcej vlhkosti systémom vrtaných otvorov infúznej clony Remmers Kiesol C, ktorý možno charakterizovať ako bezrozpúšťadlový silanový krém.

Pre vytvorenie novej úložnej škáry v murive bola použitá lanová píla osadená diamantovými hrotmi, ktoré zabezpečovali bezproblémové prerezanie zmiešaného muriva.



Obrázok 5.1: Body merania vlhkosti a zasolenia na objekte kúrie [autor]

Tabuľka 5.1: Výsledky merania vlhkosti v objekte č. 1 – Zichyho kúria v Bratislave

Miesto merania	Výška merania od podlahy [cm]	Hmotnostná vlhkosť [%]			Výška merania od podlahy [cm]	Hmotnostná vlhkosť [%]			Pozn.
		16.5.'17	20.6.'18	14.9.'18		16.5.'17	20.6.'18	14.9.'18	
P1	30	2,8	2,8	2,2	100	5,1	3,6	1,7	Fasáda
P2	30	2,8	3,4	3,0	100	3,8	4,7	4,1	Fasáda
P3	30	3,5	3,8	2,8	100	1,3	1,7	1,5	Fasáda
P4	30	2,5	2,2	2,9	100	7,0	4,8	2,0	Fasáda
P5	50	12,0	2,0	1,8	100	4,3	6,8	2,4	Fasáda

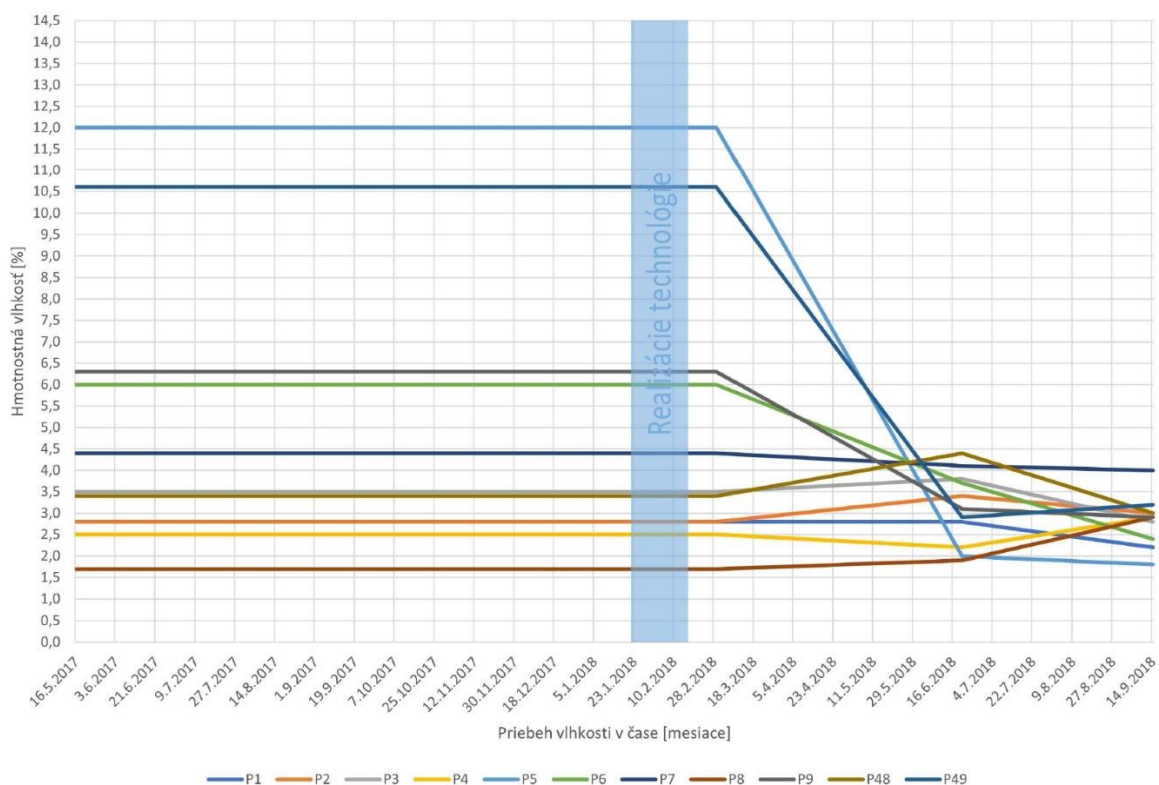
STU

P6	30	6,0	3,7	2,4	120	7,4	6,6	4,6	Omietka
P7	30	4,4	4,1	4,0	120	10,6	11,2	7,6	Murivo
P8	30	1,7	1,9	2,9	150	13,6	9,4	6,0	Fasáda
P9	30	6,3	3,1	2,9	120	11,0	3,3	5,2	Fasáda
P10	10	9,1	3,7	1,5	180	4,4	1,4	1,9	Interiér
P11	10	10,6	3,7	1,8	180	1,2	1,1	1,3	Interiér
P12	10	5,2	6,5	2,2	180	2,0	2,3	2,2	Interiér
P13	10	16,7	5,3	2,6	180	11,9	1,6	2,0	Interiér
P14	10	11,0	1,2	2,0	180	16,4	1,6	1,5	Interiér
P15	10	17,0	2,0	1,8	180	10,4	1,4	1,8	Interiér
P16	10	2,9	3,8	4,2	180	1,9	2,3	3,9	Interiér
P17	10	2,7	2,0	4,3	180	2,5	4,0	3,5	Interiér
P18	10	4,0	4,4	1,8	180	2,2	4,0	2,8	Interiér
P19	10	1,7	1,5	2,5	180	1,9	2,5	2,0	Interiér
P20	10	10,0	3,1	1,0	180	8,5	3,7	2,8	Interiér
P21	10	4,6	3,2	2,3	180	-	-	-	Interiér
P22	30	3,9	2,4	2,4	160	1,1	1,5	4,5	Interiér
P23	30	11,4	2,1	6,3	150	2,0	2,0	3,4	Interiér
P24	30	7,4	6,6	4,0	100	1,9	1,1	4,8	Interiér
P25	30	9,4	1,6	1,8	100	5,4	3,1	3,6	Interiér
P26	30	8,3	7,4	1,1	100	17,3	6,9	2,3	Interiér
P27	30	17,4	8,8	2,0	100	2,9	2,5	5,0	Interiér
P28	50	18,5	2,8	2,3	100	17,5	3,3	3,2	Interiér
P29	30	17,5	2,6	2,3	100	5,1	5,1	2,6	Interiér
P30	30	15,5	0,7	0,8	100	17,4	8,8	6,8	Interiér
P32	30	8,4	8,0	1,7	100	5,0	5,4	5,3	Interiér
P33	30	12,1	5,5	2,0	100	4,7	3,0	2,5	Interiér
P34	30	-	2,7	1,7	150	4,0	2,4	1,9	Interiér
P35	30	10,4	12,5	6,7	100	14,4	6,5	7,1	Interiér
P36	30	17,4	17,5	6,7	100	6,5	3,0	4,1	Interiér
P37	30	10,1	13,2	7,8	100	17,5	17,6	7,1	Interiér
P38	30	17,1	16,4	11,1	100	9,5	9,4	4,0	Interiér
P39	30	1,5	2,6	1,8	100	11,0	2,0	4,9	Interiér
P40	30	1,6	3,1	2,0	100	13,6	13,0	4,9	Interiér
P41	30	2,0	1,9	1,1	100	1,6	2,8	2,2	Interiér
P42	30	3,5	2,1	2,2	100	2,0	4,0	1,7	Interiér
P43	30	11,0	5,6	5,0	100	17,5	17,5	11,5	Interiér
P44	30	17,5	2,7	2,8	100	17,4	14,3	2,5	Interiér
P45	30	5,7	4,6	2,9	100	3,4	6,1	2,4	Interiér
P46	30	3,5	1,9	obklad	100	3,7	1,6	2,7	Interiér
P47	30	1,7	2,2	obklad	100	2,1	2,5	2,1	Interiér
P48	30	3,4	4,4	3,0	100	3,2	1,7	1,4	Pivnica
P49	30	10,6	2,9	3,2	100	9,1	3,1	2,4	Pivnica
Tv _{ext} [°C]		24,4	29,5	10,6					
Φ _{ext} [%]		82,3	46,3	89,0					
T _{stext} [°C]		16,4	21,8	24,3					
Tv _{int} [°C]		22,4	24,5	24,3					

Z prvotných meraní Kúrie ktoré sme uskutočnili 16.5.2017 bolo možné konštatovať zamokrenie objektu podľa ČSN P 73 0610. Nakoľko sa merania realizovali v polovici mája, kedy bola vonkajšia teplota vzduchu a vlhkosť vzduchu pomerne vysoká, na múroch kúrie sa prejavila určitá tepelná zotrvačnosť po zime a múry boli podstatne chladnejšie. To malo pravdepodobne za následok kondenzáciu vodnej pary, ktorá vznikla ochladením teplejšieho vzduchu prúdiaceho z exteriéru. Následne sa vzniknutá vlhkosť premietla na vyšších polohách stien. Boli realizované tri merania. Prvé meranie slúžilo ako posúdenie, nasledujúce merania boli vyhotovené po realizácii sanačných zásahov.

Z výsledkov je zrejmé, že funkčnosť a účinnosť týchto zásahov možno potvrdiť aj po pomerne krátkej dobe výskumu, čo dokazujú grafy 5.1 až 5.4, ktoré reprezentujú merané body a ich vlhkosť v priebehu realizácie výskumu. Úbytok vlhkosti predstavoval v niektorých miestach viac ako 90% pôvodnej hodnoty a celkový úbytok vlhkosti predstavoval v priemere hodnotu 76%. Táto hodnota bola samozrejme ovplyvnená faktom, že v niektorých miestach konštrukcia nevykazovala vysokú mieru zamokrenia, čo sa odrazilo na percentuálnom znížení celkovej vlhkosti. Z obrázkov je zrejmé, že hodnota vlhkosti sa s odstupom času vo väčšine bodov dostáva k hranici 3,0 %, čo možno považovať za veľmi pozitívny jav.

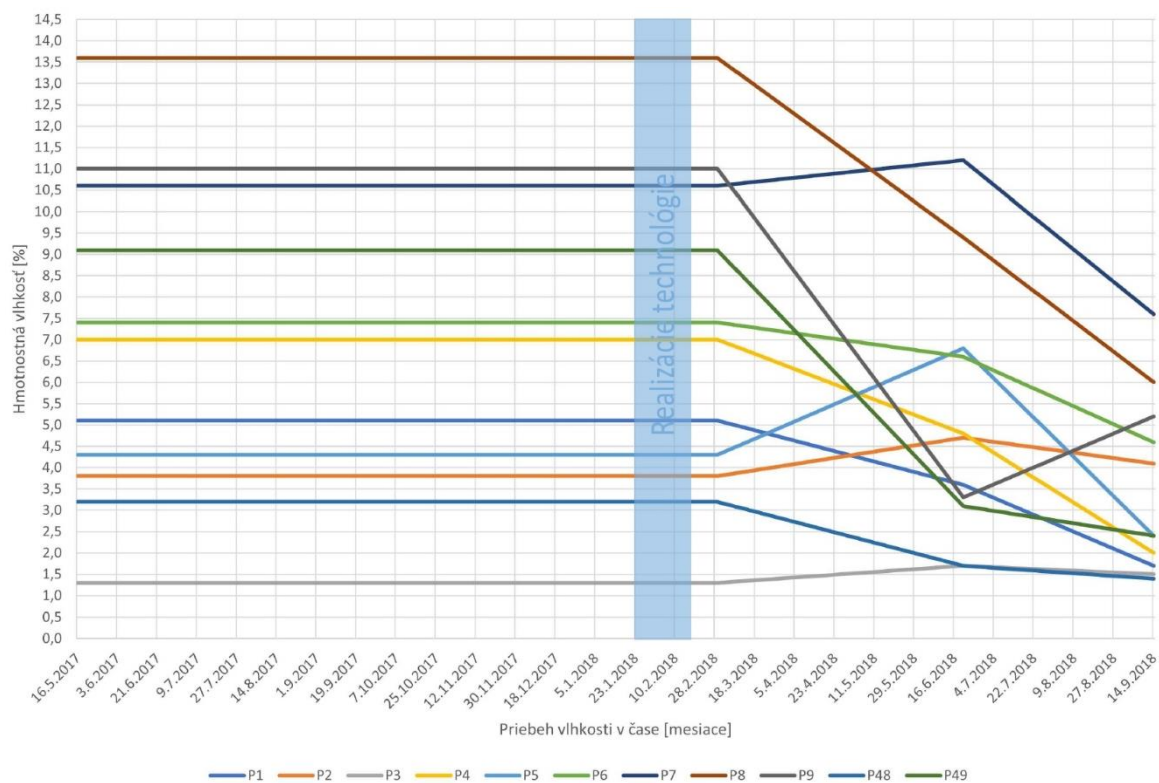
Za zmienku však stoja niektoré miesta ako napríklad miesto P14, P26, P44. V týchto miestach meraní vykazuje vlhkosť vyššie hodnoty vo vyšších miestach, ako hodnoty merané tesne nad podlahou. Ako bolo uvedené vyššie, tieto hodnoty mohla spôsobiť kondenzácia vodných pár. Taktiež tieto hodnoty možno pripisovať aj variabilite meraní. Z pohľadu skúmania technológie je však dôležitý celkový obraz stavu budovy.



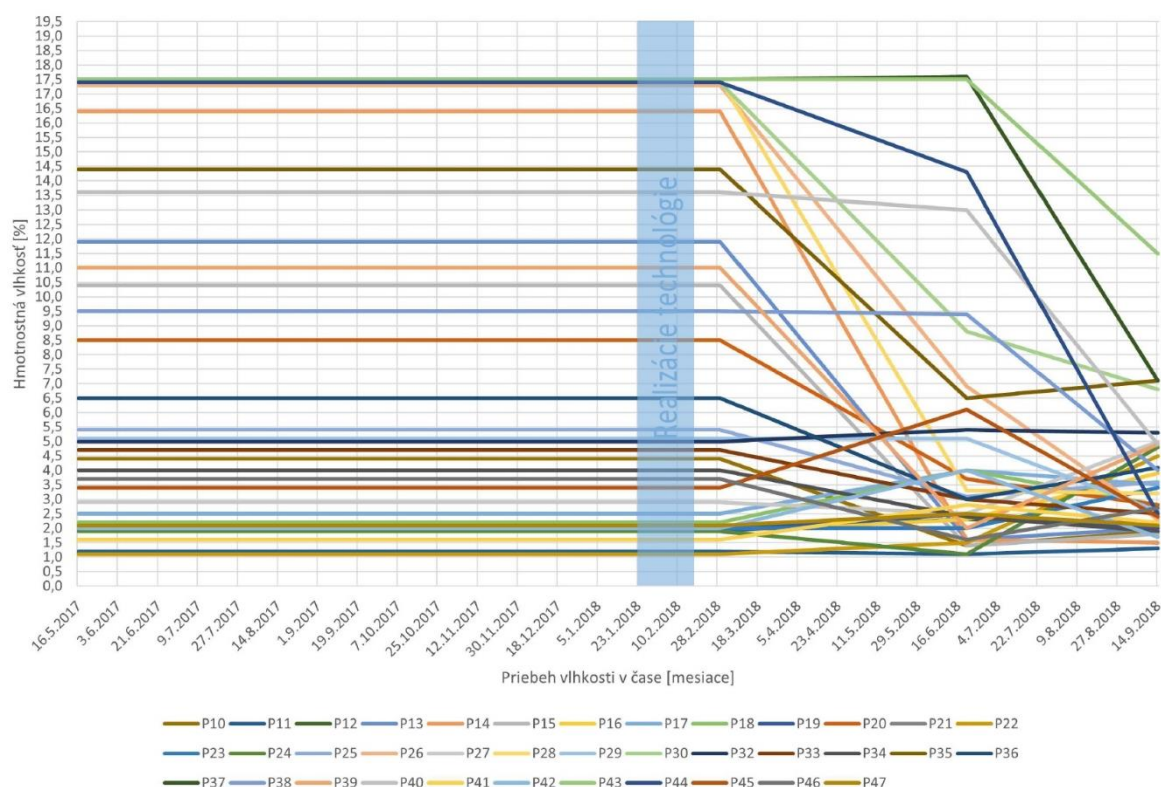
Graf 5.1: Hodnoty vlhkosti na meraných bodoch vo výške 10-30 cm nad podlahou-exteriér. Pozn. krivky symbolizujú iba spojnicu a smerovanie vlhkosti medzi meraniami [autor]



Graf 5.2: Hodnoty vlhkosti na meraných bodoch vo výške 10-30 cm nad podlahou-interiér. Pozn. krivky symbolizujú iba spojniciu a smerovanie vlhkosti medzi meraniami [autor]



Graf 5.3: Hodnoty vlhkosti na meraných bodoch vo výške 100-180 cm nad podlahou-exteriér. Pozn. krivky symbolizujú iba spojniciu a smerovanie vlhkosti medzi meraniami [autor]



Graf 5.4: Hodnoty vlhkosti na meraných bodoch vo výške 100-180 cm nad podlahou-interiér. Pozn. krivky symbolizujú iba spojnicu a smerovanie vlhkosti medzi meraniami [autor]

V rámci výskumu sa taktiež pristúpilo k stanoveniu salinity múrov kúrie. Z omietok kúrie boli odobraté dve skúšobné vzorky počas realizácie prvých meraní dňa 16.5.2017, ktoré boli dané na laboratórne vyhodnotenie do Chemicko-technologického oddelenia Pamiatkového úradu SR [21]. Miesta odberov sú uvedené na obrázku 5.1. Vodorozpustné soli v nich boli stanovené vo vodnom výluhu. Koncentrácia síranov sa stanovovala gravimetricky, chloridov argentometricky a dusičnanov kolorimetricky.

Tabuľka 5.2: Výsledky laboratórnej analýzy vodorozpustných soli na objekte č. 1 – Zichyho kúria v Bratislave

Vzorka	pH	Sírany		Chloridy		Dusičnany	
		[% hm.]	[mmol/kg]	[% hm.]	[mmol/kg]	[% hm.]	[mmol/kg]
S1	5,5	0,61	93	0,04	10	0,1	16
S2	5,5	0,17	17	0,31	85	1,25	202

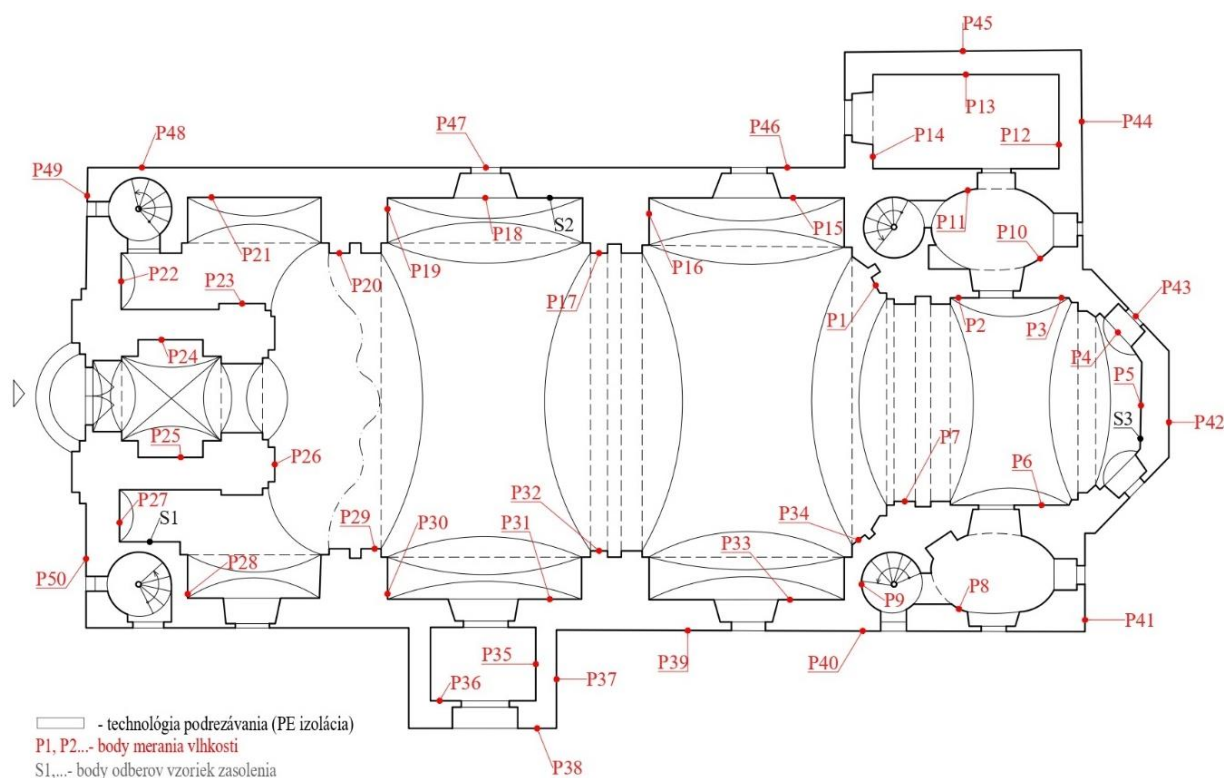
Z výsledkov laboratórnej analýzy (tabuľka 5.2) vyplýva, že podľa WTA E-2-6-99/D sa na fasáde kúrie vyskytuje v bode S2 sa nachádza množstvo chloridov, ktoré možno považovať za strednú záťaž. Tento jav je pravdepodobne spôsobený údržbou chodníka v zimnom období a jeho solením. Táto úvaha je podporená aj faktom, že v blízkosti bodu S2 sa nenachádza žiadna komunikácia a namerané hodnoty sú nízke. Veľmi vysoké zaťaženie dusičnanmi je však ťažké vysvetliť a v danom prípade mohlo ísť o jav spôsobený výkalmi zvierat. Taktiež stredné zaťaženie síranmi podľa [20] v bode S1 mohlo byť spôsobené skladosť uhlia v susednej kotolni. Z daných hodnôt možno konštatovať, že kúria vykazuje len lokálne známky zvýšenej salinity.

5.4 Skúmaný objekt č. 2 – kostol v Trstíne

Druhý skúmaný objekt, kostol sv. apoštolov Petra a Pavla neďaleko mesta Trnava, v obci Trstín. Objekt možno rozlohou definovať ako stredne veľký, obdĺžnikového pôdorysu o výmere 442 m². Výskumom sa zistilo, že objekt je postavený z pálených tehál, ktoré sú založené na kamennom murive. Hrúbka obvodových múrov je približne 90 cm. Počas výskumu bola zistená aj hladina podzemnej vody na úrovni približne 2 m pod úrovňou terénu a objekt je situovaný v miernom svahu, ktorého vrchol je v mieste cintorínu, ktorý sa nachádza za týmto objektom.

Skúmaný kostol vykazoval silné zamokrenie opísané v tabuľke 5.3, a taktiež pomerne vysoký obsah vodorozpustných solí interpretovaný v tabuľke 5.4. Z dôvodu prehľadnosti je taktiež spracovaný pôdorys objektu (obrázok 5.2), na ktorom sú vyznačené jednotlivé body odberov a meraní. V danom prípade bola využitá značne invazívna [19] technológia podrezávania v celom rozsahu objektu.

Prvým krokom pred samotnou realizáciou bola potreba zrealizovať pracovný priestor pre manipuláciu, ktorý spočíval v realizácii výkopu širokého približne 80 cm okolo časti fasády objektu, najmä v zadnej časti, kde bol rozdiel nivelety terénu a podlahy kostola cca 1 m. Následne sa pristúpilo k technológii podrezávania. Pre vytvorenie novej úložnej škáry v murive bola použitá lanová píla osadená diamantovými hrotmi, ktoré zabezpečovali bezproblémové prerezanie zmiešaného muriva.



Obrázok 5.2: Body merania vlhkosti a zasolenia na objekte kostola [autor]

Tabuľka 5.3: Výsledky merania vlhkosti v objekte č. 2 – kostol v Trstine

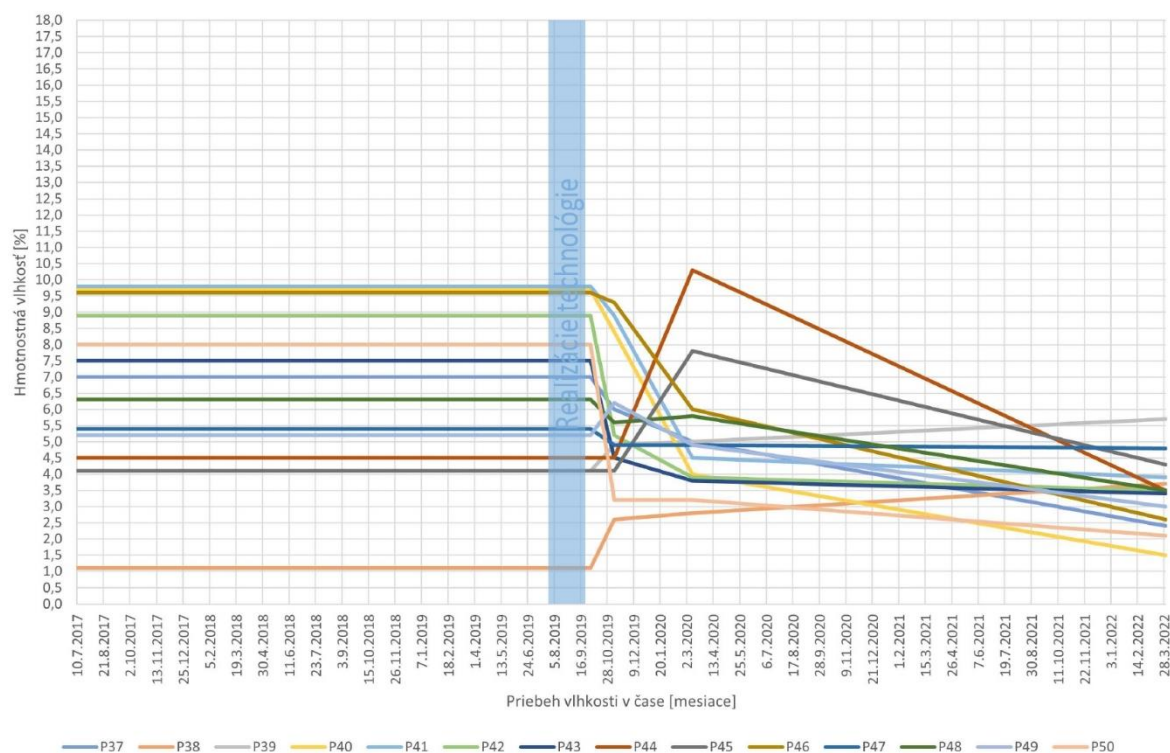
Miesto merania	Výška merania od podlahy [cm]	Hmotnostná vlhkosť [%]				Výška merania od podlahy [cm]	Hmotnostná vlhkosť [%]				Poznámka
	Dátum	10.7. '17	8.11. '19	11.3. '20	30.3. '22		10.7. '17	8.11. '19	11.3. '20	30.3. '22	
P1	30	10,8	10,8	10,1	4,7	150	12,3	12,6	8,0	3,4	Interiér
P2	30	11,3	10,5	9,8	-	150	10,3	8,8	7,4	-	Interiér
P3	30	17,3	17,4	5,9	-	150	12,4	12,4	3,8	-	Interiér
P4	30	17,0	14,2	8,7	-	150	10,8	10,2	8,3	-	Interiér
P5	30	15,7	15,7	4,4	3,9	150	12,4	11,3	2,5	3,4	Interiér
P6	30	16,1	9,3	9,4	5,1	150	11,3	5,7	6,6	3,2	Interiér
P7	30	11,5	6,1	6,4	-	150	14,8	11,6	8,5	-	Interiér
P8	30	14,4	13,3	7,3	-	150	17,4	13,3	5,8	-	Interiér
P9	30	17,4	17,4	8,1	-	150	16,2	15,4	4,2	-	Interiér
P10	30	-	17,4	8,8	-	150	11,4	10,4	2,4	-	Interiér
P11	30	-	12,5	7,6	-	150	17,4	15,4	4,3	-	Interiér
P12	30	3,5	4,5	4,1	-	150	3,0	4,4	0,5	-	Interiér
P13	30	4,0	4,6	1,5	-	150	3,7	4,0	0,4	-	Interiér
P14	30	4,2	5,6	0,5	-	150	3,0	3,8	0,5	-	Interiér
P15	30	11,5	8,7	8,0	5,8	150	16,3	12,4	2,6	2,9	Interiér
P16	30	17,1	12,6	11,4	-	150	13,4	11,4	6,3	-	Interiér
P17	30	16,3	6,5	10,8	-	150	15,4	5,8	4,7	-	Interiér
P18	30	9,4	12,9	12,0	-	150	14,2	10,2	5,3	-	Interiér
P19	30	6,1	5,0	5,4	-	150	12,4	10,0	8,2	-	Interiér
P20	30	5,7	5,7	5,6	-	150	13,4	4,5	4,6	-	Interiér
P21	30	9,2	4,5	4,6	4,0	150	16,4	8,0	5,7	3,6	Interiér
P22	30	17,4	17,4	9,5	-	150	17,4	9,1	6,8	-	Interiér
P23	30	17,4	15,3	8,0	-	150	15,9	13,3	9,8	-	Interiér
P24	30	11,0	16,3	11,4	-	150	12,0	11,7	1,7	-	Interiér
P25	30	13,4	17,4	10,4	-	150	17,3	12,7	7,2	-	Interiér
P26	30	14,5	17,4	7,7	3,4	150	12,6	2,7	2,7	3,0	Interiér
P27	30	-	13,2	4,4	-	150	-	17,4	5,3	-	Interiér
P28	30	16,0	9,5	4,3	-	150	16,0	7,7	-	-	Interiér
P29	30	17,2	5,7	6,1	-	150	14,6	3,8	-	-	Interiér
P32	30	14,9	11,5	5,0	-	150	14,4	3,5	-	-	Interiér
P33	30	5,7	4,1	4,7	3,4	150	13,4	3,3	2,1	3,3	Interiér
P34	30	13,0	16,7	12,6	-	150	16,4	15,3	11,4	-	Interiér
P35	30	7,4	7,9	6,9	2,5	150	14,2	11,2	6,6	2,1	Interiér
P36	30	8,4	6,5	3,7	-	150	14,7	6,3	6,1	-	Interiér
P37	30	7,0	6,0	-	2,4	150	12,3	5,7	6,5	2,0	Fasáda
P38	30	1,1	2,6	2,8	3,7	150	9,8	4,0	5,4	2,2	Fasáda
P39	30	4,1	4,9	-	5,7	150	4,7	3,9	3,0	3,9	Fasáda
P40	30	9,7	8,4	-	1,5	150	8,3	4,1	4,0	2,8	Fasáda

P41	30	9,8	8,9	-	3,9	150	6,8	5,5	4,0	2,8	Fasáda
P42	30	8,9	5,2	-	3,5	150	4,8	3,0	2,9	2,7	Fasáda
P43	30	7,5	4,5	-	3,4	150	5,4	5,1	5,0	0,2	Fasáda
P44	30	4,5	-	10,3	3,5	150	3,1	-	3,3	2,4	Fasáda
P45	30	4,1	-	7,8	4,3	150	3,4	-	3,8	4,0	Fasáda
P46	30	9,6	9,3	-	2,6	150	8,3	1,9	1,0	1,2	Fasáda
P47	30	5,4	4,9	-	4,8	150	13,5	6,8	6,0	2,2	Fasáda
P48	30	6,3	5,6	5,8	3,5	150	10,4	5,5	5,7	1,5	Fasáda
P49	30	5,2	6,2	4,9	3,0	150	8,3	6,5	6,0	0,9	Fasáda
Tv _{z-ext} [°C]		27,2	9,0	10,6	19,8						
Φ _{ext} [%]		69,0	75,0	89,0	37,3						
T _{st-ext} [°C]		18,6	7,5	5,6	12,3						
Tv _{z-int} [°C]		19,4	7,8	8,0	11,5						

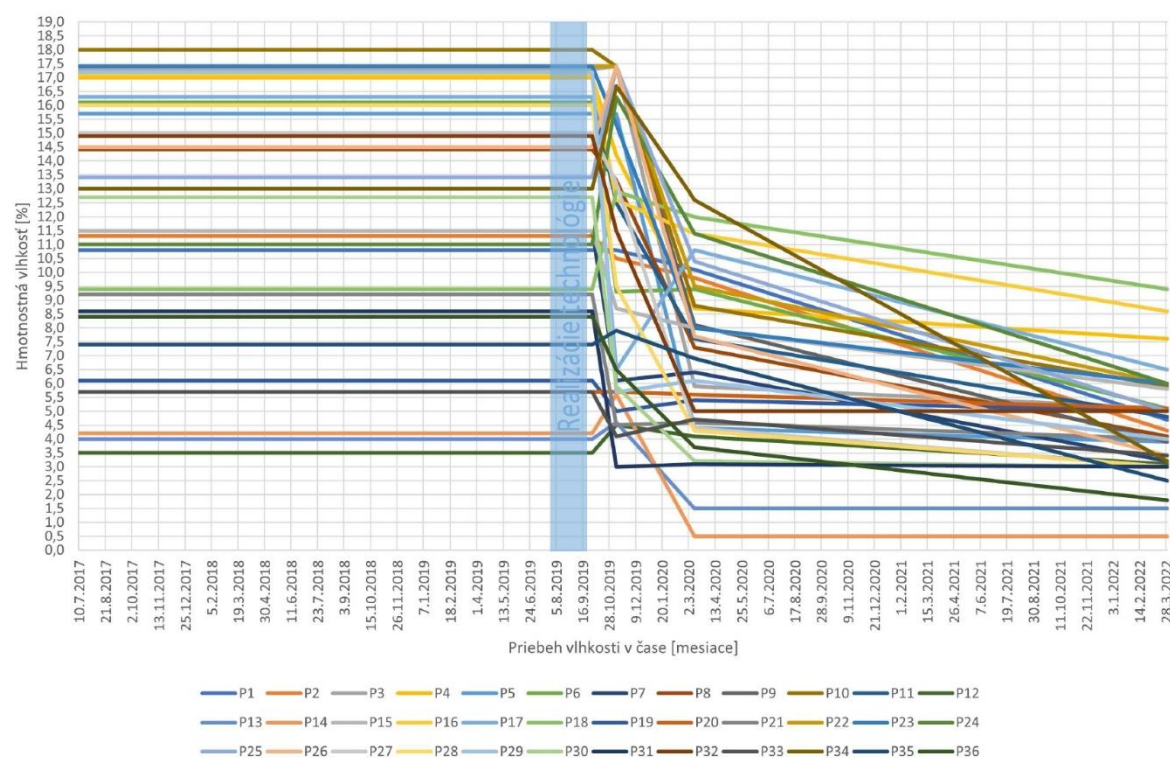
Prvé merania kostola prebehli 10.7.2017 a po ich analýze bolo možné konštatovať značnú mieru zavlhnutia objektu. Následne sa navrhol postup a vhodná technológia sanácie, ktorá bola zrealizovaná 1.11.2019. Druhé meranie bolo vyhotovené cca týždeň po realizácii sanačných opatrení. Aj z tohto dôvodu boli namerané hodnoty podobné prvotnému meraniu. Následne sa pristúpilo k tretiemu meraniu, ktoré bolo realizované po 19 týždňoch čo znamenalo, že konštrukcie mali možnosť túto dobu vysychať. Posledné meranie, ktoré malo preveriť ustupujúcu vlhkosť bolo realizované po viac ako dvoch rokoch. Za tento čas sa predpokladalo, že sanované murivo malo dostatok času na výrazné vysušenie, čo interpretovali aj namerané hodnoty v tabuľke 5.3, a taktiež je ústup vlhkosti viditeľný v grafoch 5.5 až 5.8. Treba podotknúť, že počas posledného merania boli merané len vybrané body najmä z dôvodu aplikácie sanačnej omietky v interiéri objektu. Ako je z posledných meraných hodnôt viditeľné, vlhkosť konštrukcie výrazne klesá a je možné konštatovať úspešnosť tohto sanačného zásahu, nakoľko je zaznamenaný výrazný pokles vlhkosti.

Momentálne možno konštatovať, že v niektorých miestach klesla vlhkosť o 40% až 80% pôvodnej hodnoty.

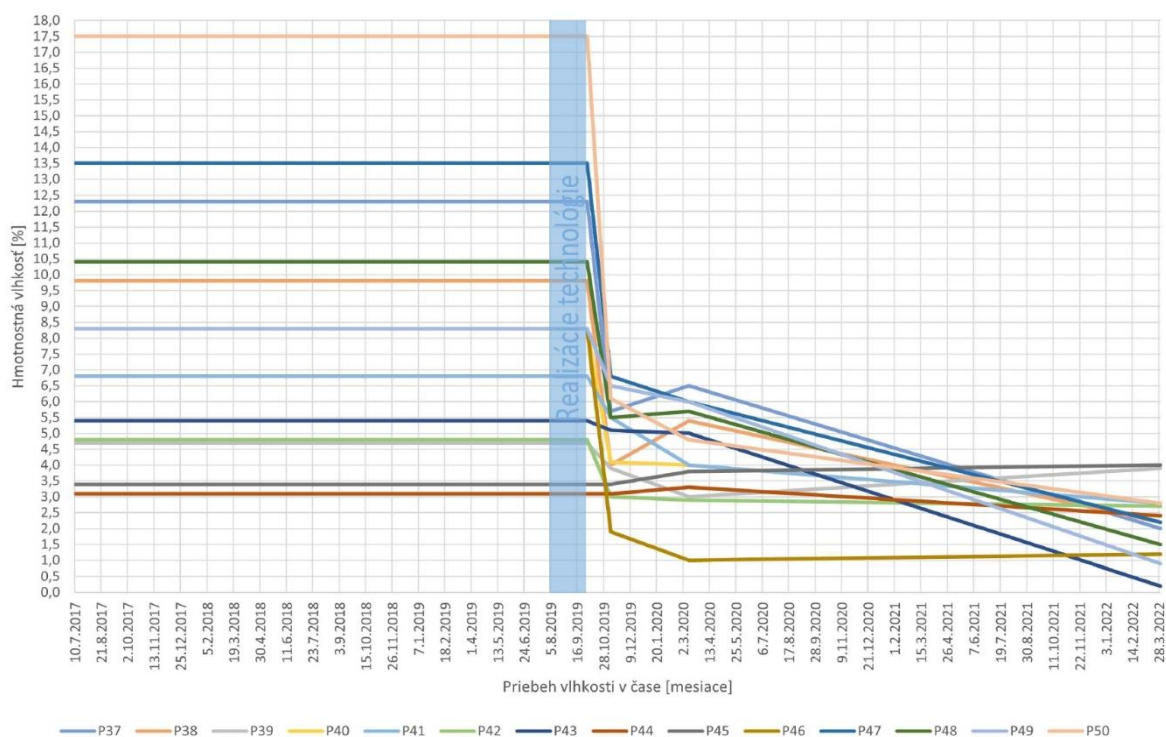
Za zmienku stojí meranie hodnoty vlhkosti pod úrovňou dodatočnej izolačnej vrstvy, ktorej meranie prebehlo v rámci posledných dvoch uverejnených meraní. Po posúdení nameraných hodnôt podľa ČSN P 73 0610 je zrejmé vysoké zamokrenie objektu pod úrovňou dodatočnej izolácie, ktoré dosahuje v niektorých miestach vlhkosť v hodnote až 17,6 %. Treba poznamenať, že tento jav nie je predmetom uverejneného výskumu a bude potrebné venovať tejto problematike samostatnú časť.



Graf 5.5: Hodnoty vlhkosti na meraných bodoch vo výške 30 cm nad podlahou-exteriér. Pozn. krivky symbolizujú iba spojnicu a smerovanie vlhkosti medzi meraniami [autor]

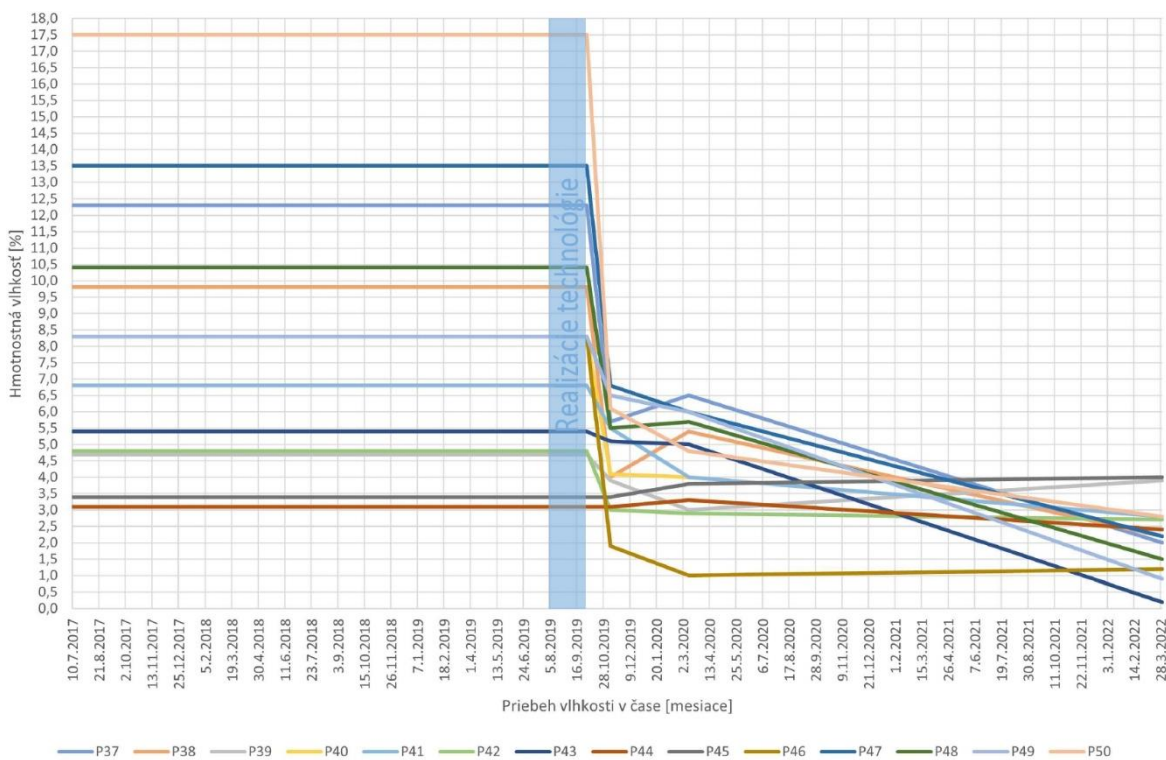


Graf 5.6: Hodnoty vlhkosti na meraných bodoch vo výške 30 cm nad podlahou-interiér. Pozn. krivky symbolizujú iba spojnicu a smerovanie vlhkosti medzi meraniami [autor]



Graf

5.7: Hodnoty vlhkosti na meraných bodoch vo výške 150 cm nad podlahou-exteriér. Pozn. krivky symbolizujú iba spojnicu a smerovanie vlhkosti medzi meraniami [autor]



Graf

5.8: Hodnoty vlhkosti na meraných bodoch vo výške 150 cm nad podlahou-exteriér. Pozn. krivky symbolizujú iba spojnicu a smerovanie vlhkosti medzi meraniami [autor]

Taktiež v rámci výskumu boli dňa 10.7.2017 z omietok kostola odobraté tri skúšobné vzorky, ktoré boli daná na laboratórne vyhodnotenie do Chemicko-technologického oddelenia Pamiatkového úradu SR [22]. Vodorozpustné soli vo vzorkách boli stanovené vo vodnom výluhu. Koncentrácia síranov sa stanovovala gravimetricky, chloridov argentometricky a dusičnanov kolorimetricky. Miesta odberov sú uvedené taktiež na obrázku 5.2.

Tabuľka 5.4: Výsledky laboratórnej analýzy vodorozpustných solí na objekte č. 2 – kostol v Trstíne

Vzorka	pH	Sírany		Chloridy		Dusičnany	
		[% hm.]	[mmol/kg]	[% hm.]	[mmol/kg]	[% hm.]	[mmol/kg]
S1	6,0	1,31	136	0,07	20	0,75	121
S2	6,0	0,64	66	0,01	3	0,75	121
S3	6,0	0,90	93	0,01	2	1,25	202

Z výsledkov laboratórnej analýzy vodorozpustných solí vo vzorkách z kostola (tabuľka 5.4) možno konštatovať, že obsah chloridových aniónov v týchto vzorkách je značne nízky. Je vhodné konštatovať, že podľa [23] je možné považovať tieto hodnoty za nízku záťaž. Avšak obsah dusičnanov vykazuje veľmi vysoké hodnoty, ktoré možno podľa uvedených noriem považovať za vysokú záťaž. Tento fakt súvisí najmä s tesnou blízkosťou cintorína a rozkladu organickej hmoty (telá zosnulých), ktorá je typickým zdrojom týchto druhov solí. Zaujímavý je taktiež zvýšený výskyt síranov vo všetkých vzorkách, ktoré možno z pohľadu hodnotenia zasolenia považovať sa strednú záťaž. Nakoľko objekt neslúži ako žiadna prevádzka kde sa očakáva zvýšený výskyt síranov ani ako spaľovňa pneumatík, či skládka umelých hnojív a zrejme nejde ani o vplyv znečistenia atmosféry, možno tento fakt pripísať pravdepodobne mineralizovaným spodným vodám.

5.4 Skúmaný objekt č. 3 – depozitár KPÚ v Tranve

Tretím objektom zaradeným do výskumu je historická budova využívaná ako depozitár v meste Trnava. Po technickej stránke je objekt pôdorysu tvaru písmena L. Z lokálnych výskumných deštruktívnych sond je zjavné, že objekt je postavený z tehlového muriva, konkrétne plnej pálenej tehly o hrúbke 52 cm.

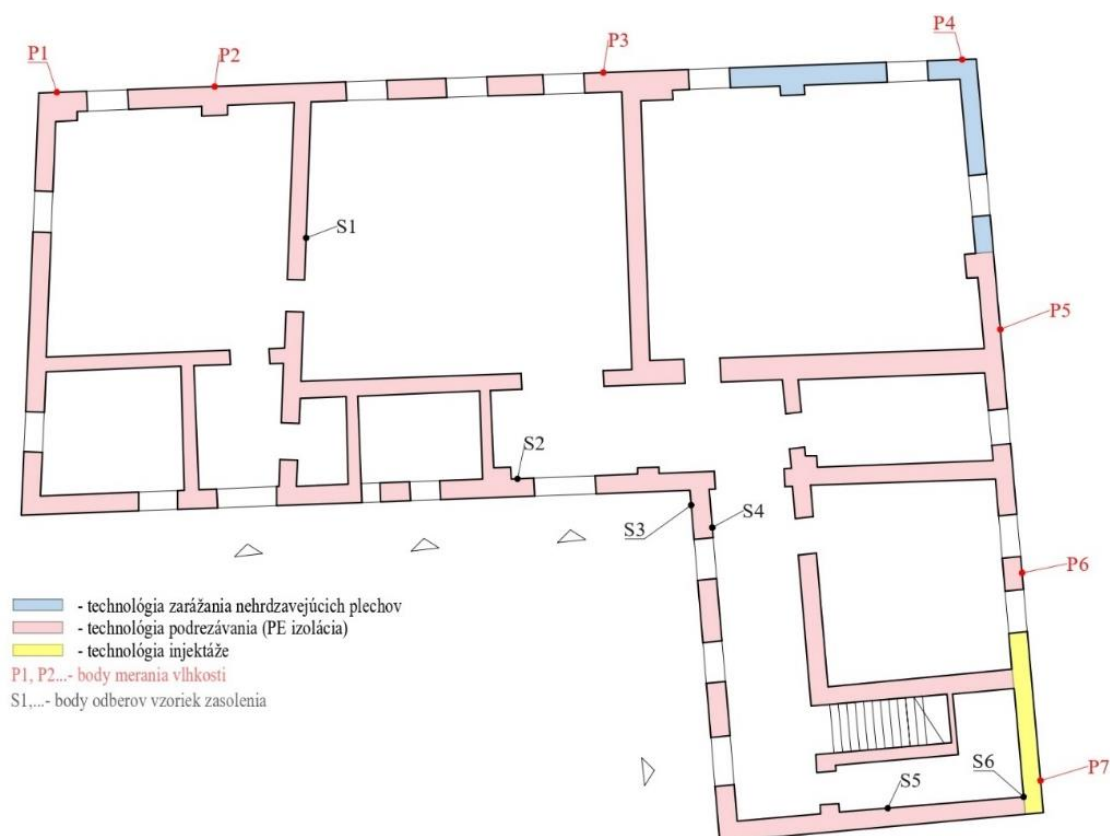
V tomto prípade sa využili viaceré technológie zabezpečujúce dodatočnú izoláciu. Jednotlivé miesta meraní a odberu vzoriek reprezentuje obrázok 5.3, kde sú tieto miesta vyznačené. Treba však uviesť, že pri prvom meraní pred samotnou realizáciou sanačných zásahov bol vykonaných niekoľko meraní na viacerých miestach, avšak po realizácii navrhnutých technológií bola väčšina miest neprístupná, resp. na týchto miestach najmä v interiéri bola aplikovaná sanačná omietka a z daného dôvodu sa neprístupilo k meraniam týchto bodov. K sanácii sa využili technológie podrezávania s využitím PE izolácie a taktiež nehrdzavejúcich plechov a v niektorých miestach iniektáž.

V prípade depozitáru bola iniektáž realizovaná pomocou hydrofóbného prostriedku na sanáciu vlhkého muriva proti kapilárne vzlianjúcej vlhkosti systémom vŕtaných otvorov infúznej clony Remmers Kiesol C, ktorý možno charakterizovať ako bezrozpušťačový silanový krém a ktorý je vhodný pre tehlové murivo, ktoré tvorí sanovanú konštrukciu.

Pre vytvorenie novej úložnej škáry v murive bola použitá lanová píla osadená diamantovými hrotmi, ktoré zabezpečovali bezproblémové prerezanie zmiešaného muriva.

Ako bolo uvedené v predchádzajúcej časti, v rámci realizácie sanačných zásahov bola taktiež využitá technológia iniektáže. Tá bola realizovaná medzi bodmi P6 a P7.

Miera zavlhnutia a množstvo vodorozpustných solí predstavuje tabuľka 5.5 a tabuľka 5.6. Mieru zavlhnutia (namerané hodnoty) v čase reprezentujú grafy 5.9 a 5.10.



Obrázok 5.3: Body merania vlhkosti a zasolenia na objekte depozitára [autor]

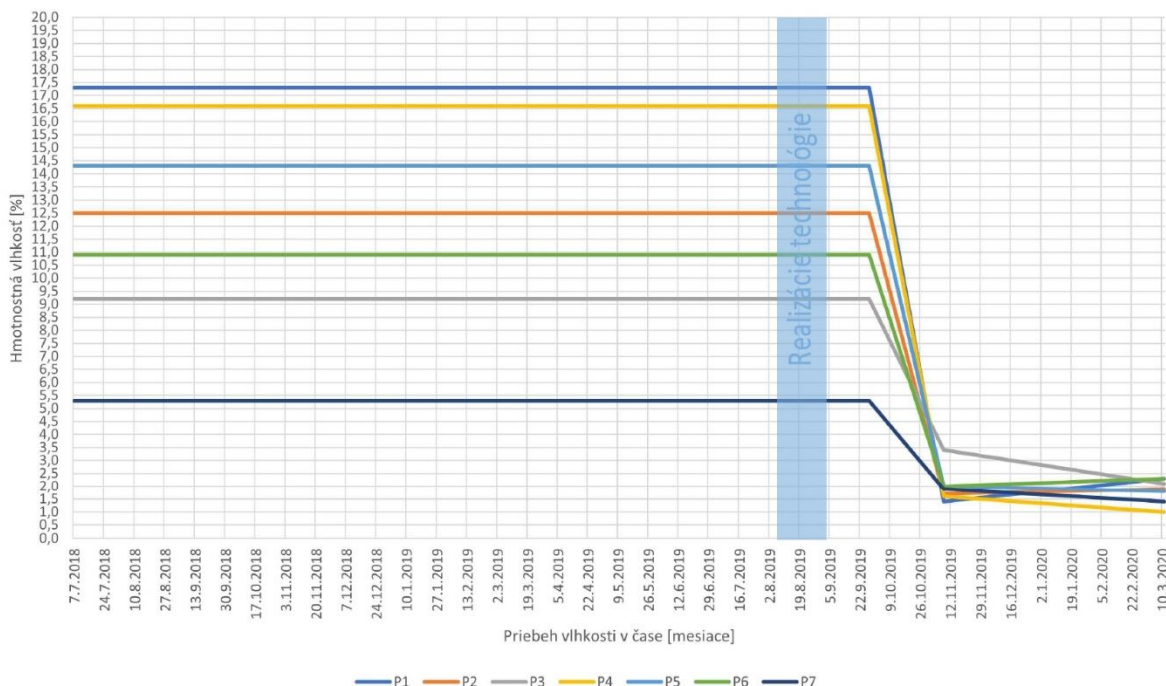
Tabuľka 5.5: Výsledky merania vlhkosti v objekte č. 3 – depozitár KPÚ v Trnave

Miesto merania	Výška merania od podlahy [cm]	Hmotnostná vlhkosť [%]			Výška merania od podlahy [cm]	Hmotnostná vlhkosť [%]			Pozn.
	Dátum	7.7.'17	8.11.'19	11.3.'20		16.5.'17	20.6.'18	14.9.'18	
P1	30	17,3	1,4	2,3	150	2,2	2,1	3,4	Fasáda
P2	30	12,5	1,7	1,9	150	8,7	6,5	6,0	Fasáda
P3	30	9,2	3,4	2,1	150	2,7	1,8	1,4	Fasáda
P4	30	16,6	1,6	1,0	150	11,8	7,7	5,2	Fasáda
P5	50	14,3	2,0	1,8	150	6,0	2,2	2,2	Fasáda
P6	30	10,9	2,0	2,3	150	4,1	2,4	2,5	Fasáda
P7	30	5,3	1,9	1,4	150	6,3	6,0	0,5	Fasáda
Tv _{z,ext} [°C]		27,5	14,0	13,1					
Φ _{ext} [%]		69,0	70,0	66,8					
Tst _{ext} [°C]		22,4	19,5	18,9					
Tv _{z,int} [°C]		26,4	12,6	12,3					

Vlhkosť v objekte depozitára bola prvotne skúmaná a meraná 7.7. 2017. Z analýzy a taktiež vizuálnej obhliadky objektu bolo zrejme výrazné zavlhnutie. Po vypracovaní sanačných opatrení sa pristúpilo k ich realizácii, ktorá prebiehala v dňoch 22.8. až 9.9.2019 teda asi 11 týždňov pred druhým

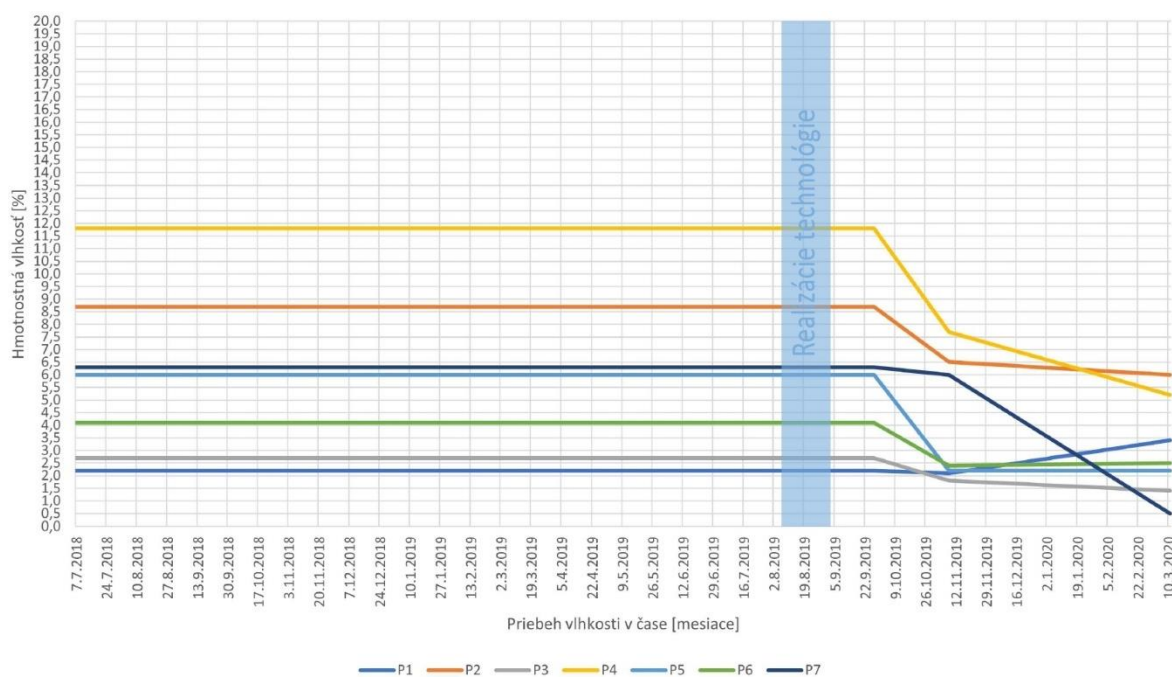
kontrolným meraním. V tomto medzičase mala stena depozitára, zbavená priameho kontaktu s mokrým podložím stavby, možnosť vysychať. Následne s odstupom približne 4 mesiacov sa pristúpilo k poslednému meraniu.

Na základe meraní je zrejmé, že vlhkosť v najmokrejších častiach konštrukcií, v zóne nízko nad terénom, výrazne ustúpila. Z pohľadu ČSN P 73 0610 možno konštatovať vyschnutie konštrukcie, čo dokazujú aj grafy 5.5 a 5.6. To má za následok skutočnosť, že z pôvodne mokrých stien sa stali povrchovo suché steny. Na všetkých kontrolovaných bodoch išla úroveň zamokrenia výrazne dolu v priemere o 65% pôvodnej hodnoty vlhkosti, čo značí úspešnosť sanačných zásahov.



Graf

5.9: Hodnoty vlhkosti na meraných bodoch vo výške 30 cm nad podlahou. Pozn. krivky symbolizujú iba spojnicu a smerovanie vlhkosti medzi meraniami [autor]



Graf

5.10: Hodnoty vlhkosti na meraných bodoch vo výške 150 cm nad podlahou. Pozn. krivky symbolizujú iba spojnicu a smerovanie vlhkosti medzi meraniami [autor]

Za zmienku stojí meranie hodnoty vlhkosti pod úrovňou dodatočnej izolácie. K tomuto meraniu sa pristúpilo v rámci výskumu len v rámci posledného uverejneného merania. Z nameraných hodnôt vyplýva vysoké zamokrenie objektu pod úrovňou izolácie podľa ČSN P 73 0610, kde sa hodnoty vlhkosti pohybovali nad hranicou 10% v niektorých prípadoch až viac ako 15%, avšak tento jav nie je predmetom uverejneného výskumu.

Aj v rámci výskumu tretieho objektu sa pristúpilo k stanoveniu miery zasolenia objektu. Vzorky boli odobraté v rámci prvého merania zavlhnutia objektu dňa 7.7.2018. Z omietok archeologického depozitára bolo deštruktívne odobratých osem skúšobných vzoriek, ktoré boli dané na inštrumentálne laboratorne vyhodnotenie do Chemicko-technologického oddelenia Pamiatkového úradu SR [24]. Miesta odberov sú uvedené na obrázku 5.3. Vodorozpusťné soli v nich boli stanovené vo vodnom výluhu. Koncentrácia síranov sa stanovovala gravimetricky, chloridov argentometricky a dusičnanov kolorimetricky.

Tabuľka 5.6: Výsledky laboratórnej analýzy vodorozpusťných soli na objekte č. 3 – depozitár KPÚ v Trnave

Vzorka	pH	Sírany		Chloridy		Dusičnany	
		[% hm.]	[mmol/kg]	[% hm.]	[mmol/kg]	[% hm.]	[mmol/kg]
S1	6,0	0,10	11	0,13	35	1,50	242
S2	6,0	0,63	66	0,05	15	0,05	8
S3	6,0	0,61	64	0,04	10	0,10	16
S4	6,0	0,98	101	0,02	5	0,02	4
S5	6,0	0,66	68	0,02	5	0,03	4
S6	6,0	2,54	263	0,40	110	0,75	121
S7	6,0	0,10	11	0,02	5	0,05	8
S8	6,0	1,10	114	0,27	75	0,75	121

Výsledky laboratórnej analýzy (tabuľka 5.6) odhalili, že steny depozitára sú podľa WTA E-2-6-99/D vo väčšine miest prekvapivo stredne zaťažené síranmi a na troch miestach interiérovej časti možno pozorovať aj veľmi vysoké zaťaženie dusičnanmi. Pôvod týchto solí je otázný, ale pravdepodobne súvisí s predchádzajúcim využívaním objektu ako skladu umelých hnojív v dobe, keď bol súčasťou majera a obsah dusičnanov by sa taktiež mohol pripísať armádnemu využitiu objektu v minulosti, kde sa mohli tieto soli dostať do konštrukcie najmä dôsledkom laborovania s výbušninami.

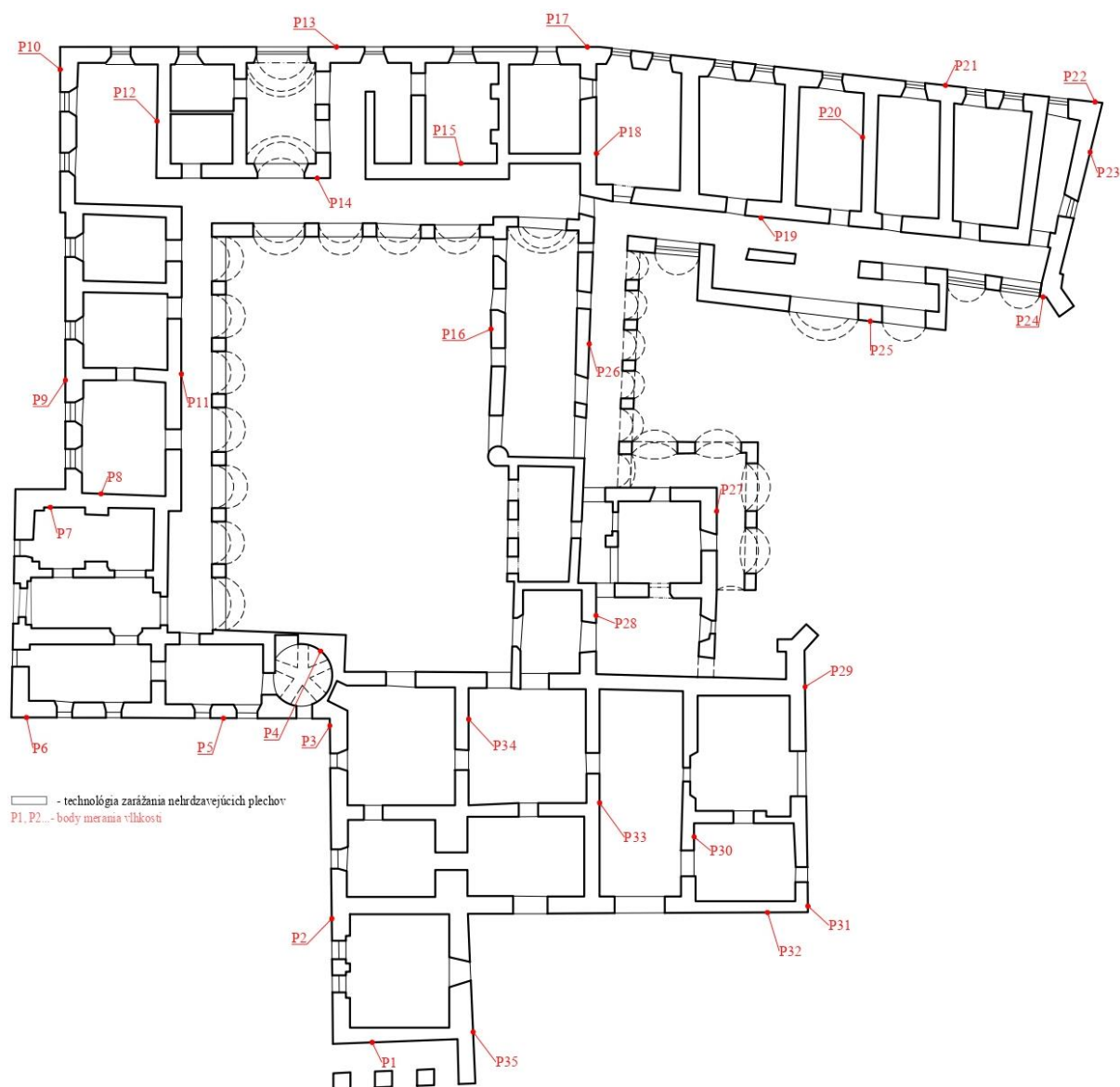
5.5 Skúmaný objekt č. 4 – Révayovský kaštieľ v Turčianskej Štiavničke

Posledným a teda štvrtým objektom, ktorý bol podrobený výskumu je rozsiahla stavba Révayovského kaštieľa v Turčianskej Štiavničke. Objekt má nepravidelný pôdorys s viacerými krídlami, ktoré ohraničujú nádvorie obdĺžnikového tvaru. Celková zastavaná plocha pritom predstavuje asi 2500 m² z ktorých cca 400 m² tvorí práve spomínané nádvorie. Hrúbka jednotlivých obvodových múrov bola 900 až 1100 mm, pričom aj vnútorné nosné steny boli hrubé približne 800 až 900 mm a priečky cca 700 mm. Pri prieskume sa zistilo, že kaštieľ tvorí zmiešané sendvičové murivo (typu gréckeho emplektonu). Z tohto hľadiska sa z pôvodného návrhu podrezávania pristúpilo k realizácii zarážania nehrdzavejúcich plechov.

Čo sa týka realizácie predmetnej technológie, bola aplikovaná technológia zarážania nehrdzavejúcich plechov, nakoľko podrezanie by v tomto prípade bolo komplikované z dôvodu opísanom vyššie.

Mieru zavlhnutia predstavuje tabuľka 5.7. Bohužiaľ nakoľko prvotný výskum pre túto stavbu bol realizovaný ešte v roku 2015, neobsahuje táto analýza zameranie sa na množstvo vodorozpustných solí v danom objekte, preto táto časť nebude v tomto objekte opísaná. Priebeh vlhkosti a účinnosť sanačných zásahov skúmaných v časovom intervale reprezentujú grafy 5.11 a 5.12. Jednotlivé body meraní pre stanovenia miery zavlhnutia sú uvedené v grafickej časti, ktorú reprezentuje obrázok 5.4.

V prípade stavby č. 4 bol realizovaný výskum zameraný na vlhnutie objektu v časovom intervale od roku 2015, kedy sa pristúpilo k prvým zaznamenaným meraniam až po rok 2022. Je nutné uviesť, že tento výskum bude pokračovať aj po zverejnení tejto dizertačnej práce a opísaná stavba bude sledovaná z dlhodobého hľadiska.



Obrázok 5.4: Body merania vlhkosti a zasolenia na objekte kaštieľa [autor]

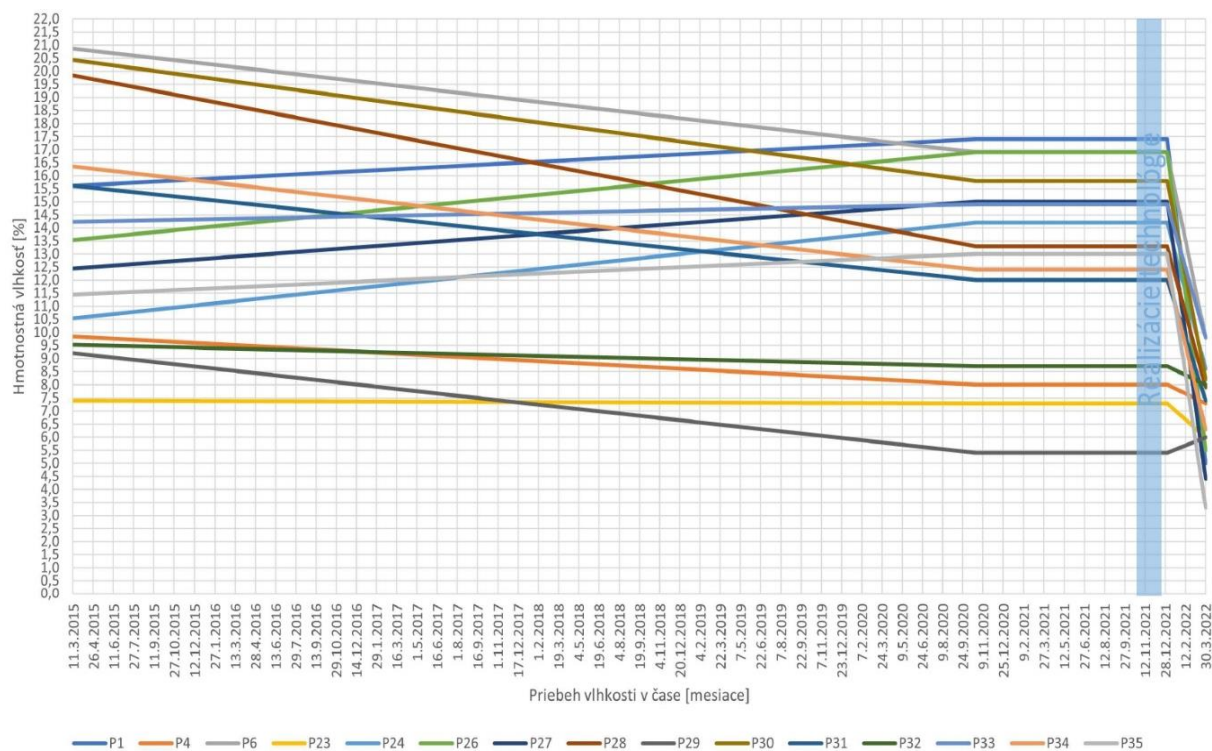
Tabuľka 5.7: Výsledky merania vlhkosti v objekte č. 4 – Révayovský kaštieľ v Turčianskej Štiavničke

Miesto merania	Výška merania od podlahy [cm]	Hmotnostná vlhkosť [%]			Výška merania od podlahy [cm]	Hmotnostná vlhkosť [%]			Pozn.
		11.3.'15	23.10.'20	30.3.'22		11.3.'15	23.10.'20	30.3.'22	
P1	30	15,6	17,4	5,0	100	12,8	12,2	6,3	Exteriér
P4	30	9,8	8,0	7,3	100	8,7	6,0	4,3	Interiér
P6	30	20,9	16,9	9,8	100	17,7	17,0	6,4	Exteriér
P23	30	7,4	7,3	6,0	100	7,0	4,2	3,7	Exteriér
P24	30	10,5	14,2	8,6	100	8,3	9,5	3,8	Exteriér
P26	30	13,5	16,9	5,5	100	11,2	11,9	4,6	Exteriér
P27	30	12,4	15,0	4,4	100	10,4	11,2	3,3	Exteriér

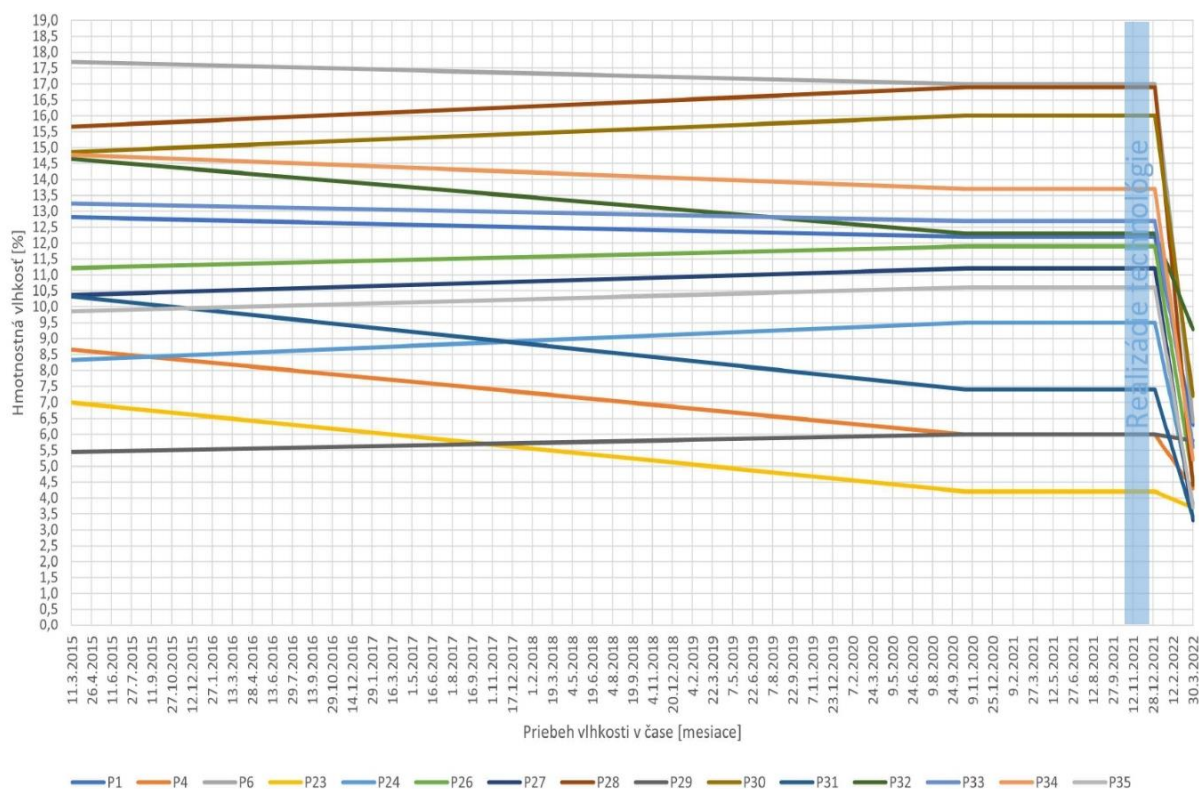
P28	30	19,8	13,3	7,9	100	15,7	16,9	4,4	Interiér
P29	30	9,2	5,4	6,0	100	5,5	6,0	5,8	Exteriér
P30	30	20,4	15,8	8,2	100	14,9	16,0	7,2	Interiér
P31	30	15,6	12,0	7,4	100	10,3	7,4	3,4	Exteriér
P32	30	9,5	8,7	8,0	100	14,7	12,3	9,3	Interiér
P33	30	14,2	14,9	9,8	100	13,3	12,7	5,6	Interiér
P34	30	16,4	12,4	6,3	100	14,8	13,7	5,2	Interiér
P35	30	11,4	13,0	3,3	100	9,9	10,6	3,7	Interiér
$T_{vz_{ext}} [^{\circ}C]$		12,1	13,4	12,2					
$\Phi_{ext} [\%]$		78,4	73,6	62,3					
$T_{st_{ext}} [^{\circ}C]$		6,1	9,2	7,6					

Dňa 11.3.2015 bol na objekte kaštieľa vykonaný prvý výskum zameraný na jeho zavlhnutie. Z prvej obhliadky sa zistilo veľmi vysoké zamokrenie podľa ČSN P 73 0610, ktoré sa dostávalo do pomernej veľkej výšky, kde aj v náhodne vybraných bodoch dosahovala vlhkosť vo výške cca 220 mm úroveň 15% a viac. Tieto hodnoty však mohli byť aj mierne ovplyvnené vysokou relatívnou vlhkosťou vzduchu v dobe merania, ktorá bola spôsobená končiacou sa zimou a nástupom jari, nakoľko toto obdobie v rámci nášho klimatického pásma možno považovať za výrazne vlhké. Napriek tomu bolo možné konštatovať, že vlhkosť v murivách najmä na prízemí objektu je výrazne vysoká. Táto vlhkosť odzrkadľovala fakt, že predmetná stavba nebola riadne izolovaná, čo spôsobovalo kapilárne vztlínanie vlhkosti. Z daného bolo možné sformulovať hypotézu, že objekt mal problémy so vztlínajúcou vlhkosťou už od ranných dôb svojej výstavby.

Následne sa práce na danom objekte zastavili, čo obmedzilo aj výskum. K opakovanému meraniu, ktoré možno nazvať aj posúdenie druhej fázy (kontrolné merania) sa pristúpilo až po piatich rokoch od prvého merania a teda 23.2020, kde boli tieto merania vykonané na totožných miestach, čo zabezpečilo porovnávacie hodnoty. Ako je z tabuľky zrejmé, miera vlhkosti bola opakovane vysoká, čo naznačovalo stále zamokrenie objektu ku ktorému výrazne napomáhala stúpajúca vlhkosť z podlažia. Po týchto meraniach sa pristúpilo k realizácii sanačného zásahu za pomoci zarážania nehrdzavejúcich plechov. Po samotnej realizácii sa následne pristúpilo k meraniu in situ na už sanovaných konštrukciách.



Graf 5.11: Hodnoty vlhkosti na meraných bodoch vo výške 30 cm nad podlahou. Pozn. krivky symbolizujú iba spojnicu a smerovanie vlhkosti medzi meraniami [autor]



Graf 5.12: Hodnoty vlhkosti na meraných bodoch vo výške 100 cm nad podlahou. Pozn. krivky symbolizujú iba spojnicu a smerovanie vlhkosti medzi meraniami [autor]

Z tabuľky 5.7 a taktiež z uvedených grafov 5.11 a 5.12 je zrejmé, že vlhkosť po realizácii predmetnej technológie výrazne ustúpila. Bohužiaľ, z dôvodu pokročilých stavebných prác nebolo možné merať vo všetkých miestach, nakoľko väčšina týchto miest bola omietnutá novou vrstvou omietky. Tento fakt by skreslil jednoznačné konštatovanie a preto sa závery pre danú stavbu stanovili len z vybraných bodov, ktoré boli namerané. Nakoľko tieto body preukazovali výrazný pokles vlhkosti je možné predpokladať, že podobný proces prebiehal aj v tých častiach múrov v ktorých nebolo možné tento fakt overiť pomocou meraní.

5.6 Porovnávacie objekty – neinvazívna technológia bezdrôtového odvlhčovania

Ako porovnanie k invazívnym technológiám a ich účinnosti boli zvolené dva skúmané objekty, na ktorých bola aplikovaná technológia bezdrôtového odvlhčovania, nazývaná tiež magnetokinéza. Táto technológia je dodnes veľmi využívaná najmä v pamiatkovo chránených objektoch, avšak jej účinnosť je značne diskutabilná a dodnes mnohými vedcami značne spochybňovaná.

Princíp fungovania tejto technológie a rešerš výsledkov, ktoré boli publikované z medzinárodného hľadiska je súčasťou kapitoly 3.2.6.4 a nie je nutné ju opisovať v tejto časti.

V tejto kapitole budú zverejnené výsledky meraní vlhkosti konštrukcií, kde boli a dodnes sú tieto zariadenia umiestnené. Tie by mali vytvoriť obraz funkčnosti v porovnaní s technológiami dodatočných nepriepustných vrstiev, ktoré tvoria nosnú časť tohto výskumu a sú hlavnou témou tejto práce.

5.6.1 Objekt č. 1 – aplikácia bezdrôtového odvlhčenia

Výskum pre porovnanie účinnosti bol zameraný na objekt č.1, ktorý pochádza z 19. storočia a technológia magnetokinézy bola v objekte aplikovaná v roku 2003. V tomto období sa hodnoty vlhkosti pohybovali v rozmedzí cca 7,0 až 15,0 %, čo možno považovať za vlhkú až zamokrenú konštrukciu.

Následne sa 17.7. 2020 pristúpilo k prvej obhliadke objektu, kde boli náhodne namerané miesta, ktoré mali odrážať mieru vlhkosti v objekte v danom období. Počas týchto meraní bola vlhkosť v rozmedzí od 6,9 až do 15,6 %, čo predstavovalo takmer totožné hodnoty s prvotnou hodnotou nameranou ešte pred realizáciou. V niektorých miestach murivo vykazovalo len mierne zavlhčenie, čo však možno pripísať sanačným omietkam, ktoré sú aplikované vo väčšej časti objektu. Tie však v mnohých miestach, najmä vekom, stratili svoju funkčnosť.

Po vykonaní prieskumu a analýze jednotlivých hodnôt sa určil dátum prvého merania a stanovili sa predné miesta meraní tak, ako tomu bolo aj pri primárnom výskume zameranom na invazívne sanačné technológie. V rámci výskumu prebehli merania v dňoch 23.7.2020 a 16.7.2021, teda s približne ročným rozstupom. Dovedna bolo stanovených 57 bodov, pre čo najlepšiu a najobjektívnejšiu predstavu o vlhkosti v konštrukcii. Tento výskum je len porovnávací a taktiež z dôvodu rozsiahlosti budú v rámci tejto práce uvedené len vybrané referenčné body, ktoré sú popísané v tabuľke 5.8.

Tabuľka 5.8: Vybrané výsledky merania vlhkosti v objekte č. 1, v ktorom bola aplikovaná technológia bezdrôtového odvlhčovania

Miesto merania	Výška merania od podlahy [cm]	Hmotnostná vlhkosť [%]	Výška merania od podlahy [cm]	Hmotnostná vlhkosť [%]	Pozn.

	Dátum	23.7. '20	16.7. '21		23.7. '20	16.7. '21	
P1	30	9,7	7,3	150	0,9	0,1	
P7	30	14,3	8,7	150	12,2	7,5	2,2m=1,1%
P9	30	10,4	12,5	150	1,2	1,3	
P10	30	6,1	4,6	150	1,5	0,8	
P19	30	13,2	12,3	150	1,1	1,1	
P29	30	11,8	9,1	150	0,9	0,8	
P33	30	9,6	10,5	150	1,6	1,1	
P40	30	10,0	9,7	150	2,2	4,1	
P47	30	8,9	6,8	150	1,3	1,3	
P55	30	5,0	7,2	150	4,7	2,9	
TvZ _{ext} [°C]		20,0	24,0				
Φ _{ext} [%]		50,0	36,0				

Z uvedených hodnôt je zrejmé, že daný objekt neustále vykazuje známky vysokej miery zavlhnutia až zamokrenia. Vo viacerých miestach ako napríklad v bode M7 murivo vykazuje vysoké hodnoty aj vo výške cca 150 cm nad úrovňou podlahy. Vysoké hodnoty by mohli byť spôsobené kondenzáciou vodnej pary, avšak pri kontrolných meraniach vo výške cca 220 cm sa hodnoty vlhkosti pohybovali na úrovni 1,0%, čo podľa ČSN P 73 0610 považujeme za suchú konštrukciu a teda predmetnú hypotézu možno vylúčiť. Pre ešte lepšie utvrdenie a porovnanie miery funkčnosti sme v rámci výskumu pristúpili aj k meraniu zavlhnutia objektu, ktorý je od skúmaného objektu č. 1 vzdialený asi 5 metrov a pochádza z rovnakej doby, je postavený z rovnakých materiálov a taktiež jeho využitie je totožné. Všetky tieto aspekty sú z dôvodu porovnateľnosti veľmi dôležité, nakoľko je jasné, že na oba objekty pôsobia rovnaké vplyvy, avšak v tomto objekte nie je aplikovaná žiadna technológia zabráňujúca jeho vlhnutiu.

Hodnoty v tomto objekte sa pohybovali vo výške 30 cm nad podlahou na úrovni 12,0 až 16,3 % a hodnoty vo výške 150 cm nad úrovňou podlahy v rozmedzí 0,9 – 4,0 %. Tieto hodnoty a vlhkosti sú veľmi podobné práve objektu v ktorom je umiestnené práve zariadenie fungujúce na princípoch bezdrôtového odvlhčenia.

Z predmetných meraní je zrejmé, že totožné hodnoty vlhkosti na oboch objektoch znamenajú vplyv kapilárnej vlhkosti a teda v prípade sanovaného objektu nefunkčnosť tohto systému.

5.6.2 Objekt č. 2 – aplikácia bezdrôtového odvlhčenia

Dňa 23.7.2020 bola vykonaná obhliadka druhého skúmaného objektu s aplikovanou technológiou bezdrôtového odvlhčenia. Toto zariadenie je umiestnené v objekte od roku 2005. V rámci obhliadky a prieskumu sa podarilo získať prvotné merania z doby tesne pred realizáciou a umiestnením opísanej technológie. Pôvodné hodnoty vlhkosti sa v danom objekte pohybovali v rozmedzí 2,0 až 12,0 %. V rámci aplikácie bezdrôtového odvlhčenia sa taktiež pristúpilo k obitiu pôvodných omietok a aplikácii sanačnej omietky do výšky cca 130 cm. Tento postup bol zrealizovaný pred samotným umiestnením zariadenia.

Z vizuálnej obhliadky bola zrejma aplikácia sanačnej omietky na väčšine konštrukcie do výšky cca 130 cm. Pri obhliadke sa pristúpilo k niekoľkým posudzovacím meraniam na náhodne vybraných miestach, kde pri meraní vlhkosti na povrchu sanačnej omietky vykazovala konštrukcia podľa ČSN P 73 0610 len miernu vlhkosť alebo dokonca úplnú povrchovú suchosť, a teda možno konštatovať, že daná omietka plní svoju funkciu. Zaujímavosťou však boli merania nad rovinou aplikácie sanačnej omietky vo výške cca 150

cm. Tu namerané hodnoty prekračovali úroveň 10%, čo možno považovať za zamokrenie konštrukcie. V niektorých miestach bola nameraná vlhkosť v hodnote 17,9%, ktorá bola zároveň aj najvyššou nameranou hodnotou pri realizácii obhliadky. Z prvého prieskumu však možno odhadnúť, že konštrukcia objektu je značne zamokrená, o čom svedčia aj namerané hodnoty.

5.6.3 Čiastový záver k účinnosti technológie bezdrôtového odvlhčenia

Z pozorovaní a výskumov je predbežne zrejmé, že tieto technológie nedokážu dlhodobo bojovať so stúpajúcou vlhkosťou. Nakoľko bol predmetný výskum realizovaný po dlhej dobe s odstupom mnohých rokov nemožno hodnotiť, že v začiatkoch táto technológia nemala istú funkčnosť, nakoľko toto tvrdenie by z daných výskumov nebolo položené relevantnými údajmi.

Je však zrejmé či už z publikovaných meraní alebo taktiež z meraní, ktoré neboli súčasťou publikovaného výskumu (technológia odvetrávania a pod.), že tieto technológie nedokážu dlhodobo bojovať so stúpajúcou vlhkosťou a ich využívanie by malo mať v mnohých prípadoch doplnkový charakter k inej, primárnej technológii.

6. Prínosy dizertačnej práce

6.1 Prínos dizertačnej práce pre vedu

Dizertačná práca, ako aj jednotlivé výstupy a publikované výskumy opísané v predchádzajúcich kapitolách reprezentujú významný prínos pre výskum. Ako bolo v úvodných častiach práce uvádzané, problematikou predmetných technológií sa zaoberá veľmi obmedzené množstvo výskumníkov a rôznych pracovníkov a publikácie zamerané na príbuzné témy sú vo väčšine prípadov ojedinelé, resp. sú zamerané len na teoretickú rovinu problému, ktorá nie je podložená žiadnym experimentálnym výskumom.

Táto práca opisuje vybrané sanačné zásahy a uvádza konkrétne hodnoty vlhkosti v priebehu času pred a po aplikácii invazívnych protivlhkostných zásahov. Tieto hodnoty nám odrážajú skutočný stav vlhkosti v povrchových vrstvách múrov a teda aj skutočnú mieru účinnosti skúmaných technológií.

Zároveň sa týmto otvára možnosť nadviazať na predmetný výskum ďalšími výskumami, ktoré sa môžu zaoberať inými technológiami a ich účinkom v porovnaní s tu opísanými technológiami, alebo sa taktiež možno zamerať na dlhodobý vplyv vlhkosti na konštrukcie pod úrovňou sanačného zásahu, kde sa vlhkosť koncentruje.

6.2 Prínos dizertačnej práce pre pedagogiku

Z pohľadu prínosu dizertačnej práce pre pedagogický proces možno konštatovať, že daná práca plní svoj účel aj v tomto smere. Jednotlivé výskumy napomáhajú k objasneniu funkčnosti jednotlivých metód. Tieto poznatky môžu byť zapracované do pedagogického procesu či už formou prednášok, resp. môžu tvoriť súčasť vysokoškolských učebníc a skrípt. Tie budú následne distribuované medzi študentov, ktorý sa s touto problematikou zaoberajú aj pri riešení zadania v rámci príslušných predmetov, kde študenti riešia taktiež návrh vhodných sanačných opatrení. V praxi by to znamenalo, že pri svojom výskume by mohli študenti využiť podobnú metodiku, aká bola stanovená v rámci výskumov určených k spracovaniu dizertačnej práce a taktiež im táto práca dokáže prispieť k poznaniu spôsobov realizácie jednotlivých technológií, ako aj ich účinnosti.

6.3 Prínos dizertačnej práce pre prax

Predmetný výskum realizovaný a popísaný v dizertačnej práci môže predstavovať pre prax vhodnú pomôcku pri návrhu vhodnej sanačnej technológie na odstránenie vlhkosti či už z historických, alebo novších stavieb. Práca by mala napomôcť pochopiť jednotlivé výhody a nevýhody sanačných technológií a požadované podmienky ich realizácie.

V neposlednom rade by mala práca pomôcť možnosti predstavenia týchto výsledkov jednotlivým KPÚ na Slovensku, ktoré sa na predmetné technológie pozerajú s istou nedôverou. Tá vyplýva v mnohých prípadoch aj z nie vhodnej interpretácie spomínanej Benátskej charty. Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme z pohľadu KPÚ očakávať väčšie pochopenie nutnosti využitia takýchto technológií aj pri pamiatkovo chránených objektoch, ktorých životnosť je vplyvom vysokého zamokrenia značne ohrozená.

Realizáciu tejto skupiny sanačných technológií je však potrebné chápať za podmienok dodržania určených technologických postupov tak, aby sa nimi nenarúšala integrita pamiatky a tá sa zároveň nepoškodzovala nad rámec potrebného sanačného zásahu.

7. Záver

Medzi metódy ktoré sa dajú označiť za najúčinnnejšie možno považovať technológie dodatočných nepriepustných vrstiev, ako aj vytvárania izolačných clôn. Tie sa však realizujú za cenu narušenia integrity historických konštrukcií, čo nie je vždy vhodné najmä z pohľadu pamiatkovo chránených stavieb. V tomto

prípade proti sebe stoja dva rôzne pohľady na stavebné pamiatky. Buď sa do objektov nebude zasahovať deštruktívnymi technológiami a tie sa nechajú ďalej negatívne ovplyvňovať nadmernou vlhkosťou a kryštalizáciou vodorozpustných solí alebo sa budovy vysušia (nad rovinou invazívneho zásahu), ale len za cenu deštruktívneho zásahu. Problém ktorý sa na Slovensku vynára pri posudzovaní sanačných zásahov niektorými Krajskými pamiatkovými úradmi vyplýva z nedostatočnej interpretácie Benátskej charty. Tá požaduje čo najmenej invazívne zasahovanie do historických konštrukcií stavebných pamiatok.

Je zrejmé, že využitie deštruktívnych metód pre vytvorenie dodatočnej izolácie nie je pri niektorých historických stavbách vhodné. Treba však podotknúť, že vo vybraných prípadoch je toto riešenie nevyhnutné pri záchrane pamiatkovo chránených objektov, a teda nemožno chápať Benátsku chartu, ktorá vyžaduje ochranu pôvodného materiálu v budovách historického dedičstva doslovne. Tým by nebolo umožnené účinné riešenie problémov súvisiacich s vlhkosťou. Túto skutočnosť dokazujú aj výsledky meraní zavlhnutia po aplikácii invazívnych metód a dokazujú, že tieto metódy sú vo vybraných prípadoch a po dôkladnom zvážení potrebné. V rámci ďalšieho výskumu bude taktiež nutné zameranie sa na vlhkosť konštrukcie pod úrovňou dodatočnej izolácie, nakoľko je predpoklad, že táto konštrukcia bude naďalej značne namáhaná vlhkosťou.

Zoznam vybranej literatúry

- [1] VITRUVIUS, P. O.: Deset knih o architektuře. Preložil Otoupalík, A. Praha: Svoboda, 1979.
- [2] HALIM, A. A., HALIM A. Z.: An Analysis of Dampness Study on Heritage Building: A Case Study Ipoh Old Post Office Building and Suluh Budiman Building, UPSI, Perak, Malaysia, Journal of Sustainable Development 3, 2010, ISSN 1913-9063.
- [3] LUBELLI B, VAN HEES R. P. J, GROOT C. W. P.: Investigation on the behaviour of a restoration plaster applied on heavy salt loaded masonry, Construction and Building Materials, 2006, Volume 20, Issue 9, p. 691-699, ISSN 0950-0618, DOI <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.02.010>.
- [4] TORRES, I. M.: Wall base ventilation system to treat rising damp: The influence of the size of the channels, Journal of Cultural Heritage, 2014, Volume 15, Issue 2, p. 121-127, ISSN 1296-2074, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2013.03.005>.
- [5] KENWOOD, H. R.: Dampness in and about houses, Public Health, 1892, Volume 5 , p. 247-250, ISSN 0033-3506, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0033-3506\(05\)81595-1](https://doi.org/10.1016/S0033-3506(05)81595-1).
- [6] Council Directive 89/106/EEC of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products .
- [7] FRANZONI, E.: Rising damp removal from historical masonries: A still open challenge, Construction and Building Materials, 2014, Volume 54, p. 123-136, ISSN 0950-0618, DOI <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.12.054>.
- [8] NAZIMUDDIN, A., ALAM, A.K.M.S.: Architectural conservation of Paharpur and Bagerhat. Architectural and urban conservation in the Islamic World, The Aga Khan Trust for Culture, Geneva 1990, p. 110-120.
- [9] FODDE, E., KHAN, M.S.: Moenjodaro: A world heritage site at risk, The Historic Environment: Policy & Practice, 2010, volume 1, issue 1, p. 52-69.
- [10] VANHELLEMONT, Y., DE CLERCQ, H., PIEN, A.: A proposal for test procedure for injection products against rising damp, Hydrophobe V, 5th international conference on water repellent treatment of building materials, April 15–16, Aedificatio Verlag, Freiburg 2008, p. 165-170.
- [11] VLČEK, M., KLEČKA, T., KOLÁŘ, K., KOLÍSKO, J.: Sanace vlhkého zdiva, WTA CZ, 2000, ISBN 80-02-01367-0.

- [12] BURGETOVÁ, E.: Závěry experimentálního ověřování účinnosti magnetokinetické sanační metody, 24. konference Sanace a rekonstrukce staveb 2002, Česká stavební společnost, WTA CZ, Praha 2002, s. 123-128. ISBN 80-02-01502-9.
- [13] KLEČKA, T.: Magnetokinetické metody sanace vlhkosti, (online), Dostupné na: <https://stavba.tzb-info.cz/vlhkost-a-kondenzace-v-konstrukcich/2894-magnetokineticke-metody-sanace-vlhkosti> (3.10.2019).
- [14] MONCZYNSKI, B., KSIT, B., SZYMCZAK-GRACZYK, A.: Assessment of The Effectiveness of Secondary Horizontal Insulation Against Rising Damp Performed by Chemical Injection, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, volume 471, issue 5, ISSN 1757-8981.
- [15] SOCOLOSKI, R. F., MASUERO, A. B.: Evaluation of the efficiency of the treatment for rising damp on walls through the insertion of chemical barriers by gravity, Construction and Building Materials, 2019, volume 210, p. 660-672. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.018>.
- [16] GUIMARÃES, A., FREITAS, V.: Rising damp in heritage buildings hygro-regulated wall base ventilation system, Proceedings of the 3rd International Congress on Science and Technology for the Conservation of Cultural Heritage (TechnoHeritage 2017), 2018.
- [17] ČSN P 73 0610: Hydroizolace staveb, Sanace vlhkého zdiva, Základní ustanovení.
- [18] MAKÝŠ, O.: Affects of Ventilation Technologies for Fighting Moisture in Baroque Masonry. CTM 2014 - Construction Technology and Management, 2014, p. 315-320.
- [19] CAMUFFO, D.: Chapter 8 -Rising Damp Treatment and Prevention, Microclimate for Cultural Heritage (Third Edition), Elsevier, 2019, p. 153-166. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64106-9.00008-0>.
- [20] WTA E-2-6-99/D, Ergänzungen zum Merkblatt 2-2-91/D „Sanierputzsysteme“, 2000.
- [21] HAMÁROVÁ, A.: Protokol o laboratórnych skúškach 31/17, PUSR-2017/12589/37932/ZEL, Pamiatkový úrad Slovenskej republiky, CHTO, Bratislava, 2017.
- [22] HAMÁROVÁ, A., DUBINIOVÁ, L.: Protokol o laboratórnych skúškach 48/17, PUSR-2017/17476-1/58779/ZEL, Pamiatkový úrad Slovenskej republiky, CHTO, Bratislava, 2017.
- [23] BALÍK, M.: Vysušování zdiva I. 3. rozš. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2002. 80 s. ISBN 80 - 247 - 0438 - 2.
- [24] ZVACHOVÁ, S.: Protokol o laboratórnych skúškach 56/18, PUSR- 2018/16300/63820/ZEL, Pamiatkový úrad Slovenskej republiky, CHTO, Bratislava, 2018.

Zoznam publikovaných prác autora

ADC Vedecké práce v zahraničných karentovaných časopisoch

- ADC01 GAŠPARÍK, Jozef - MOTYČKA, Vít - ŠŤASTNÝ, Patrik - SZALAYOVÁ, Sylvia. Multi-Criteria Optimization of Mechanized Earth Processes and Its Impact on Economic and Environmental Sustainability. In *Sustainability [elektronický zdroj]*. Vol. 14, iss. 1 (2022), online, [18] s., art. no. 78. ISSN 2071-1050 (2020: 3.251 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.612 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000741756300001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85121697917 ; DOI: 10.3390/su14010078.
- ADC02 KALÚS, Daniel - GAŠPARÍK, Jozef - JANÍK, Peter - KUBICA, Matej - ŠŤASTNÝ, Patrik. Innovative building technology implemented into facades with active thermal protection. In *Sustainability [elektronický zdroj]*. Vol. 13, iss. 8 (2021), online, [22] s., art. no. 4438. ISSN 2071-1050 (2020: 3.251 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.612 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000645340900001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85104744770 ; DOI: 10.3390/su13084438.

- ADC03 ŠŤASTNÝ, Patrik - GAŠPARÍK, Jozef - MAKÝŠ, Oto. Analysis of moisture and salinity of historical constructions before and after the application of REMEDIATIONS. In *Journal of Building Engineering [elektronický zdroj]*. No. 41 (2021), online, [13] s., art. no. 102785. ISSN 2352-7102 (2020: 5.318 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.974 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000663413800004 ; SCOPUS: 2-s2.0-85107304979 ; DOI: 10.1016/j.jobbe.2021.102785.
- ADC04 ŠŤASTNÝ, Patrik - GAŠPARÍK, Jozef - MAKÝŠ, Oto - CHAMULOVÁ, Barbara - SZALAYOVÁ, Sylvia. Application of Anti-Moisture Technologies in Historical Constructions from the Perspective of Sustainability. In *Applied Sciences [elektronický zdroj]*. Vol. 11, iss. 20 (2021), online, [13] s., art. no. 9659. ISSN 2076-3417 (2020: 2.679 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.435 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000715591300001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85117322926 ; DOI: 10.3390/app11209659.

ADF Vedecké práce v ostatných domácich časopisoch

- ADF01 HELLOVÁ, Katarína Eva - ŠŤASTNÝ, Patrik. Experimentálne sledovanie sorpčných charakteristík minerálnej vlny v klimatickej komore. In *Mladá veda [elektronický zdroj]*. Vol. 8, no. 2 (2020), online, s. 1-8. ISSN 1339-3189.
- ADF02 ŠŤASTNÝ, Patrik - MAKÝŠ, Oto. Verifying the Efficiency of the Undercutting Technology in Remediation of Historical Building Constructures. In *Almanach znalca [elektronický zdroj]*. Roč. 19, č. 1-2 (2019), CD ROM, s. 9-12. ISSN 1336-3174.
- ADF03 ŠŤASTNÝ, Patrik. Zhodnotenie stavu fasády Pálffyovského kaštieľa v Malackách. In *Almanach znalca [elektronický zdroj]*. Roč. 20, č. 1 (2020), CD-ROM, s. 19-22. ISSN 1336-3174.
- ADF04 ŠŤASTNÝ, Patrik. Zhodnotenie stavu zavlhnutia kaštieľa v Dolnej Mičinej. In *Almanach znalca [elektronický zdroj]*. Roč. 20, č. 2 (2020), CD-ROM, s. 25-27. ISSN 1336-3174.
- ADF05 ŠŤASTNÝ, Patrik. Aplikácia invazívneho sanačného zásahu a následná analýza vlhkosti a zasolenia vybranej historickej konštrukcie. In *Mladá veda [elektronický zdroj]*. Vol. 8, no. 2 (2020), online, s. 9-15. ISSN 1339-3189.
- ADF06 ŠŤASTNÝ, Patrik. Case study describing the effectiveness of non-invasive wireless dehumidification technology. In *Mladá veda [elektronický zdroj]*. Vol. 9, no. 1 (2021), online, s. 1-6. ISSN 1339-3189.
- ADF07 ŠŤASTNÝ, Patrik. Zhodnotenie technického stavu a návrh sanačných zásahov pri obnove národnej kultúrnej pamiatky. In *Mladá veda [elektronický zdroj]*. Roč. 9, č. 2 (2021), online, s. 43-54. ISSN 1339-3189.
- ADF08 ŠŤASTNÝ, Patrik. Analysis of the effectiveness of remediation technology working on the principle of wireless dehumidification. In *Mladá veda*. Roč. 9, č. 3 (2021), online, s. 61-68. ISSN 1339-3189.
- ADF09 ŠŤASTNÝ, Patrik - FENINOVÁ, Simona. Verejné obstarávanie stavebných prác v SR a problémy spôsobené pandemiou COVID-19. In *Almanach znalca [elektronický zdroj]*. Roč. 21, č. 1 (2021), CD-ROM, s. 9-11. ISSN 1336-3174.

ADM Vedecké práce v zahraničných časopisoch registrovaných v databázach Web of Science alebo SCOPUS

ADM01 ANTOŠOVÁ, Nad'a - ŠŤASTNÝ, Patrik - PETRO, Marek - KRIŠTOFIČ, Štefan. Application of additional insulation to ETICS on surfaces with biocorrosion. In *Acta Polytechnica*. Vol. 61, no. 5 (2021), s. 590-600. ISSN 1210-2709 (2020: 0.207 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: WOS: 000718126000002 ; DOI: 10.14311/AP.2021.61.0590 ; SCOPUS: 2-s2.0-85121030669.

AFC Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách

AFC01 GAŠPARÍK, Jozef - ŠŤASTNÝ, Patrik - MAKÝŠ, Oto. Technology of Additional Impermeable Layers and Its Use in Restoring of Historical Buildings. In *World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium - WMCAUS 2020 [elektronický zdroj] : proceedings. 15–19 June 2020, Prague, Czech Republic*. 1. vyd. Bristol : IOP Publishing, 2020, online, [6] s., art. no. 022102. ISSN 1757-8981. V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85098009356 ; WOS: 000646533100102 ; DOI: 10.1088/1757-899X/960/2/022102.

AFC02 MAKÝŠ, Oto - GAŠPARÍK, Jozef - ŠŤASTNÝ, Patrik. Contradiction of Methodical and Technological Points of Views on Moisture Fighting Technologies On Walls of Architectural Heritage Buildings. In *World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium - WMCAUS 2020 [elektronický zdroj] : proceedings. 15–19 June 2020, Prague, Czech Republic*. 1. vyd. Bristol : IOP Publishing, 2020, online, [6] s., art. no. 022103. ISSN 1757-8981. V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85097987677 ; WOS: 000646533100103 ; DOI: 10.1088/1757-899X/960/2/022103.

AFC03 MAKÝŠ, Oto - GAŠPARÍK, Jozef - ŠŤASTNÝ, Patrik. Comparison of two different methods for fighting moisture in historic masonry. In *6th World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium - WMCAUS 2021 [elektronický zdroj] : 30th August - 3th September 2021, Prague, Czech Republic*. 1. vyd. Bristol : IOP Publishing, 2021, online, [6] s., art. no. 022012. ISSN 1757-8981. V databáze: DOI: 10.1088/1757-899X/1203/2/022012.

AFC04 ŠŤASTNÝ, Patrik. Posúdenie použitia technológie podrezávania pri historických konštrukciách. In *Juniorstav 2020 [elektronický zdroj] : sborník příspěvků. 22. odborná konference doktorského studia s mezinárodní účastí. Brno, ČR, 23. 1. 2020 = Juniorstav 2020, proceedings of the 22nd International Conference of doctoral Students*. 1. vyd. Brno : ECON publishing, 2020, USB kľúč, s. 121-125. ISBN 978-80-86433-73-8.

AFC05 ŠŤASTNÝ, Patrik. Účinnosť magnetokinetických metód pri sanácii historických konštrukcií. In *Juniorstav 2021 [elektronický zdroj] : sborník příspěvků. 23. odborná konference doktorského studia s mezinárodní účastí. Brno, ČR, 28.1.2021 = Juniorstav 2021, proceedings of the 23th International Conference of Doctoral Students*. 1. vyd. Brno : ECON publishing, 2021, online, s. 133-138. ISBN 978-80-86433-75-2.

AFD Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách

AFD01 CHAMULOVÁ, Barbara - ŠŤASTNÝ, Patrik. Change analysis in terms of schedule impact in the construction phase. In *CTM 2021 - Construction Technology and Management [elektronický zdroj]*

- zdroj] : International Scientific Online Conference. Bratislava, November, 26-27th, 2021. 1. vyd. Brno : Tribun EU, 2021, CD-ROM, s. 53-58. ISBN 978-80-263-1688-6.*
- AFD02 MAKÝŠ, Oto - HRČKA, Michal - ŠROBÁROVÁ, Dominika - ŠŤASTNÝ, Patrik. Effects of technologies focused on fighting moisture. In *ESaT 2018 [elektronický zdroj] : proceedings of the 3rd International Conference on Engineering Sciences and Technologies. Tatranské Matliare, Slovak Republic, 12th - 14th September 2018. 1. vyd. Košice : Technical University of Košice, Faculty of Civil Engineering, 2018, CD-ROM, [4] s. ISBN 978-80-553-2982-6.*
- AFD03 MAKÝŠ, Oto - HRČKA, Michal - ŠŤASTNÝ, Patrik. Brief Evaluation of Moisture Fighting Technologies. 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. 471-476. ISBN 978-0-367-07509-5. V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85068386562.*
- AFD04 ŠŤASTNÝ, Patrik. Analýza vybraných technológií dodatočnej protivlhkostnej izolácie historických konštrukcií. 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. 99-104. ISBN 978-80-227-4972-5.*
- AFD05 ŠŤASTNÝ, Patrik. Preukázanie účinnosti technológie dodatočných nepriepustných vrstiev. In *CTM 2019 - Construction Technology and Management [elektronický zdroj] : proceedings of the International Scientific Conference. December 12-13, 2019 Kočovce, Slovakia. 1. vyd. Brno : Tribun EU, 2019, CD-ROM, s. 143-149. ISBN 978-80-263-1549-0.*
- AFD06 ŠŤASTNÝ, Patrik. Odstránenie vlhkosti z konštrukcií použitím technológie bezdrôtového odvlhčovania. In *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj] : 30th 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 14th 2020, Bratislava, Slovakia. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2020, CD-ROM, s. 128-133. ISBN 978-80-227-5052-3.*
- AFD07 ŠŤASTNÝ, Patrik. Evaluation of the state and proposal of remediation interventions of the National Cultural Monument of the Palfy's Manor house from the perspective of sustainability. In *CTM 2021 - Construction Technology and Management [elektronický zdroj] : International Scientific Online Conference. Bratislava, November, 26-27th, 2021. 1. vyd. Brno : Tribun EU, 2021, CD-ROM, s. 162-169. ISBN 978-80-263-1688-6.*
- AFD08 ŠŤASTNÝ, Patrik - FENINOVÁ, Simona. The most common problems in public procurement of construction works in the Slovak republic caused by the COVID-19 pandemic. In *CTM 2021 - Construction Technology and Management [elektronický zdroj] : International Scientific Online Conference. Bratislava, November, 26-27th, 2021. 1. vyd. Brno : Tribun EU, 2021, CD-ROM, s. 170-175. ISBN 978-80-263-1688-6.*

AFD09 ŠŤASTNÝ, Patrik. Zhodnotenie miery účinnosti technológie bezdrôtového odvlhčovania. In *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj] : 31st Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, 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 13th 2021, Bratislava, Slovakia*. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2021, CD-ROM, s. 124-130. ISBN 978-80-227-5150-6.

BCI Skriptá a učebné texty

BCI01 ŠŤASTNÝ, Patrik. *Technológie dodatočnej protivlhkostnej izolácie historických konštrukcií [elektronický zdroj]*. 1. vyd. Brno : Tribun EU, 2020. CD-ROM, 83 s. ISBN 978-80-263-1615-2.

BDE Odborné práce v ostatných zahraničných časopisoch

BDE01 ŠŤASTNÝ, Patrik. Využitie technológie podrezávania na konštrukcii kúrie a následné posúdenie jej účinnosti. In *TZB-info.cz [elektronický zdroj]*. Roč. 22, č. 16 (2020), online, [7] s. ISSN 1801-4399.

BDF Odborné práce v ostatných domácich časopisoch

BDF01 ŠŤASTNÝ, Patrik - MAKÝŠ, Oto. Partial Evaluation of the Construction - Technical State of the National Cultural Monument - Manor House Malacky, part 1. In *Buildustry [elektronický zdroj]*. Roč. 4, č. 1 (2020), CD-ROM, s. 44-47. ISSN 2454-0382.

BDF02 ŠŤASTNÝ, Patrik. Partial Evaluation of the Construction—Technical State of the National Cultural Monument—Benicky's Manor House, Dolná Mičiná. In *Buildustry [elektronický zdroj]*. Roč. 4, č. 2 (2020), CD-ROM, s. 54-56. ISSN 2454-0382.