

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Analýza příčin vlhkosti objektu
včetně sanace**

Alena Stará

2017

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miloslava Popenková, CSc.

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze 2017

.....

Alena Stará

Poděkování

Děkuji především paní Ing. Miloslavě Popenkové, CSc. za odborné rady a vedení při zpracování této práce. Dále bych ráda poděkovala Ing. Pavlu Melicherovi za poskytnutí projektové dokumentace. Poděkování patří také paní Ing. Dítě Klosové za umožnění přístupu do objektu a panu Patriku Klossovi za poskytnuté podklady a fotografie. V neposlední řadě děkuji své rodině za zázemí a podporu, kterou mi dávali během mého studia. Zvláštní poděkování patří potom mé matce, která je mi v životě největší oporou.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Stará	Jméno: Alena	Osobní číslo: 370459
Zadávající katedra: K 122 - Katedra technologie staveb		
Studijní program: (B3651) Stavební inženýrství		
Studijní obor: (3607R045) Příprava, realizace a provoz staveb		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Analýza příčin vlhkosti objektu včetně sanace	
Název bakalářské práce anglicky: Analysis of the causes of moisture in building, including restoration	
Pokyny pro vypracování: Viz. příloha	
Seznam doporučené literatury:	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Miloslava Popenková, CSc.	
Datum zadání bakalářské práce: 23.2.2017	Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017 <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)
-----------------------	---------------------

Příloha:

I) Pokyny pro vypracování

Bakalářská práce bude obsahovat teoretickou a praktickou část zaměřené na příčiny, důsledky a možná řešení proti dlouhodobému působení vlhkosti v objektu. Praktická část bude obsahovat popis a historii objektu, zjednodušený stavebně technický průzkum, vlhkostní průzkum, průzkum salinity, analýzu viditelných poruch a návrh sanačního opatření na vybrané problémy související s vlhkostí.

Analýza příčin vlhkosti objektu včetně sanace

Bakalářská práce se zabývá analýzou negativního vlivu dlouhodobého působení vlhkosti ve stavbách a následným návrhem sanace. Cílem teoretické části práce je seznámit se s možnými příčinami, důsledky a opatřeními souvisejícími s pronikáním vlhkosti do konstrukcí. Teoretické znalosti jsou následně aplikovány na památkově chráněném objektu rodinného domu, který se nachází v Praze v ulici Strahovská. V praktické části autor analyzuje poznatky získané z provedených průzkumů, zejména stavebně technického a vlhkostního, a na jejich základě navrhuje vhodné sanační opatření.

Klíčová slova:

Vlhkost, sanace, průzkum, analýza vlhkosti, salinita

Analysis of the causes of moisture in building, including restoration

The bachelor thesis deals with the analysis of the negative influence of the long-term effect of moisture in buildings and its restoration. The purpose of the theoretical part is to recognize the possible reasons, consequences and measures related to the penetration of moisture into constructions. The theoretical knowledge is then applied to a listed building of a family house located in Prague, Strahovska Street. In the practical part the author analyzes the knowledge gained from the conducted surveys, especially from surveys of construction and moisture, and proposes appropriate restoration measures.

Keywords:

Moisture, restoration, survey, analysis of the moisture, salinity

OBSAH

ÚVOD	11
1 Příčiny zvýšené vlhkosti v budovách	13
2 Zdroje vlhkosti	15
2.1 Voda srážková	15
2.2 Voda obsažená v zemním prostředí.....	16
2.3 Voda vzlínající.....	17
2.4 Vodní pára obsažená v okolním vzduchu	17
2.5 Voda zabudovaná do konstrukce	18
2.6 Voda obsažená v konstrukci v důsledku rovnovážné (sorpční) vlhkosti	18
2.7 Voda obsažená v konstrukci v důsledku difúze vodní páry	19
2.8 Voda unikající z rozvodů technických zařízení budov v důsledku poruchy	19
3 Důsledky vlhkosti – vliv na konstrukce	20
3.1 Účinky mechanické	20
3.2 Účinky fyzikální	20
3.3 Účinky chemické	20
3.4 Účinky biologické	20
4 Průzkumy vlhkých konstrukcí budov	21
4.1 Hydrogeologický průzkum	21
4.2 Stavebně – historický průzkum	21
4.3 Stavebně – technický průzkum	21
4.4 Mykologický průzkum	22
4.5 Průzkum salinity	22
4.6 Průzkum vlhkostní.....	23
5 Metody měření vlhkosti	25
5.1 Destruktivní metody	25
5.1.1 Stanovení vlhkostního profilu a odběr vzorků	25
5.1.2 Gravimetrická (vážková) metoda	26
5.1.3 Chemické metody.....	26
5.2 Nedestruktivní metody	27
5.2.1 Kapacitní metoda měření vlhkosti.....	27

5.2.2	<i>Odporová metoda měření vlhkosti</i>	27
5.2.3	<i>Vodivostní metoda</i>	28
5.2.4	<i>Mikrovlnná metoda</i>	28
5.2.5	<i>Radiometrická metoda</i>	28
5.2.6	<i>Metoda impedanční spektroskopie</i>	28
6	Způsoby sanací vlhkých staveb	29
6.1	Metody základní	30
6.1.1	<i>Mechanické metody</i>	30
6.1.2	<i>Chemické metody</i>	33
6.1.3	<i>Elektro-fyzikální metody</i>	36
6.2	Metody doplňkové	37
6.2.1	<i>Vzduchové izolační systémy</i>	38
6.2.2	<i>Sanační omítkové systémy</i>	41
6.2.3	<i>Úpravy v okolí terénu</i>	42
6.2.4	<i>Drenážní systémy</i>	42
6.2.5	<i>Větrání objektů</i>	43
7	Analýza vlhkosti objektu rodinného domu č. p. 203 na Strahově včetně návrhu sanace	44
7.1	Popis a umístění objektu	44
7.2	Stavebně historický průzkum objektu	45
7.3	Zjednodušený stavebně technický průzkum	47
7.3.1	<i>Základové konstrukce a geologické poměry</i>	47
7.3.2	<i>Svislé konstrukce</i>	47
7.3.3	<i>Vodorovné konstrukce</i>	48
7.3.4	<i>Schodiště</i>	49
7.3.5	<i>Krov a střecha</i>	49
7.3.6	<i>Komínová tělesa</i>	51
7.3.7	<i>Výplně otvorů</i>	51
7.3.8	<i>Povrchové úpravy</i>	54
7.3.9	<i>Technické zařízení budovy</i>	55
7.4	Mykologický průzkum	56
7.5	Analýza poruch	56
7.5.1	<i>Zakreslení viditelných poruch</i>	56
7.6	Vlhkostní průzkum a průzkum salinity	61
7.6.1	<i>Měření kapacitním vlhkoměrem</i>	61

7.6.2	<i>Vážková metoda</i>	62
7.6.3	<i>Měření salinity</i>	62
7.6.4	<i>Vyhodnocení průzkumu</i>	67
7.7	Příčiny a důsledky zvýšené vlhkosti	67
7.8	Návrh sanačního opatření	73
7.8.1	<i>Sanační opatření 1</i>	73
7.8.2	<i>Sanační opatření 2 – vlastní návrh</i>	77
ZÁVĚR		92
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		95
SEZNAM OBRÁZKŮ		98
SEZNAM TABULEK		101
SEZNAM PŘÍLOH		102

ÚVOD

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku vlhkosti zejména ve starších a historických objektech, které mají nefunkční nebo chybějící vodotěsnou izolaci. Obsahově je práce rozdělena na dvě části. První část se věnuje nejčastějším projevům, příčinám, zdrojům vlhkosti a negativním důsledkům působení vlhkosti na konstrukce. Dále základním průzkumům prováděným za účelem výběru vhodné sanační metody. Na závěr první části jsou potom uvedena vybraná hlavní a doplňková sanační opatření. Cílem první části je obecné seznámení se s příčinami vlhnutí zdiva a metodikou návrhu sanace.

Druhá část je věnována historickému, památkově chráněnému objektu rodinného domu na Strahově, vybudovaném v 1. polovině 17. století v souvislosti s přestavbou gotického fortifikačního systému a výstavbou nového barokního. Řešený objekt je sužován zvýšenou vlhkostí zejména v přízemí, a kvůli tomu nemůže být přízemní byt užíván pro bydlení. Viditelné vlhkostní mapy jsou doprovázeny výkvěty solí, na vlhkých zdech vegetují plísně a dřevěné prvky jsou napadeny dřevokaznými škůdci. V minulosti byl proveden koncepční návrh řešení sanace, který nebyl památkáři schválen zejména kvůli použitým materiálům a značnému mechanickému poškození původního historického obvodového zdiva. Práce řeší vlastní šetrnější návrh sanace s přihlédnutím k nedostatkům zamítnutého opatření.

Cílem práce je seznámit se s historií objektu provedením stavebně historického průzkumu se zaměřením na nalezení možných problémů souvisejících s vlhkostí již v dávné minulosti. Následuje zjednodušený stavebně technický průzkum a analýza poruch způsobených vlhkostí. Analýza spočívá ve vizuální prohlídce se zakreslením viditelných poruch, vlhkostním průzkumu, laboratorním měření salinity a v popisu zjištěných příčin vlhkosti a jejich důsledků. Z analýzy objektu a vyhodnocení provedených průzkumů je možné vyvodit závěry o současném stavu konstrukcí a provést návrh vhodných sanačních opatření, resp. jejich kombinaci. Koncept návrhu opatření je zakreslen do půdorysu přízemí a doplněn schémata detailů sanačních opatření ve vybraných místech.

Řešený historický objekt je památkově chráněný, a je potřeba dbát na výběr vhodné sanační metody a materiálů. Velice důležitá je také spolupráce se zástupcem památkové péče v celém průběhu návrhu. V publikaci Odvlhčování staveb uvádí Michael Balík: „*Sanační úpravy, jsou-li včas konzultovány, by neměly být zamítnuty.*“ [4]

1 Příčiny zvýšené vlhkosti v budovách

Možných příčin zvýšené vlhkosti ve stavbách může být celá řada. U novodobého stavitelství se setkáváme zejména s vadným návrhem izolace objektu již v projektové fázi, kdy dochází například k neodbornému posouzení základových podmínek a v návaznosti na to k návrhu nedostatečné izolace. Další vadou projektové dokumentace může být opomenutí návrhu izolace. Pokud se izolace do stavby neumístí během realizace, může být doplněna dodatečně. Ovšem takovéto úpravy jsou velmi komplikované, pracné, finančně nákladné a často stav zdiva z hlediska vlhkosti dále zhoršují. [4] [6]

Další příčinou zavlhnutí zdiva může být vadné provedení izolace, ačkoli byla v projektu navržena správně. *„Mezi nejčastější vady při provádění izolací patří podcenění detailů styků vodorovných a svislých plošných konstrukcí – tzv. zpětných spojů, vadné napojování izolačních pásů, provádění prací za nevhodných klimatických podmínek a chybné řešení detailů ukončení izolací a ochranných vrstev při styku s terénem.“* [4]

U stávajících staveb se správně navrženými i provedenými izolacemi, může vzniknout problém při změně podmínek, pro které byly zhotoveny. Jedná se zejména o změnu ve způsobu užívání například suterénních prostor, vybudování nových staveb v bezprostřední blízkosti, nevhodné provedení nových chodníků, změnu úrovně podzemní vody, její kolísání, změnu ve vytápění apod. Původem poruch zdiva v důsledku působení volné vody je také změna požadavků na stavbu. To znamená, že prostory mohly v původním využití vyhovovat, ale novým požadavkům už nevyhoví. Příkladem je komerční využití polosuterénů na kanceláře, obchody apod. [6]

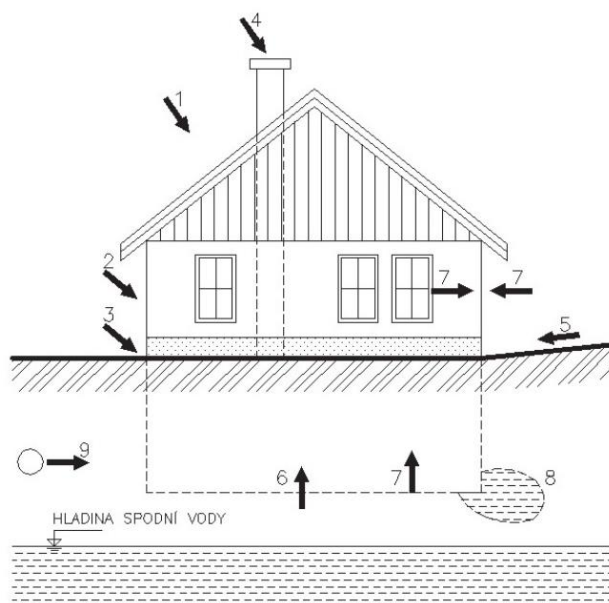
Zvýšenou vlhkost může zapříčinit také nedostatečná údržba objektu, kterou rozumíme například zanášení drenáží, střešních svodů a žlabů, zatékání poškozenými konstrukcemi apod. Neporozuměním původního systému řešení větrání objektu můžeme nevhodnými stavebními zásahy zapříčinit problémy s vlhkostí, které se předtím vůbec nemusely vyskytovat. Jedná se například o zazdění větracích průduchů či použití nepropustných materiálů na vnějším líci zdiva, které brání difúzi vodních par. [3] [4]

Konec životnosti hydroizolačních a stavebních materiálů je vážným problémem zejména u starších budov či historických objektů. V mnoha případech se jedná dokonce o úplnou absenci izolace. Další příčinou bývá dešťová voda hromadící se u obvodového zdiva na špatně vyspádovaných zpevněných plochách, která prosakuje k patě základů a odtud následně vzlíná do zdiva. [6]

2 Zdroje vlhkosti

Voda může do stavebních konstrukcí pronikat ve skupenství kapalném či plynném.

- 1) Voda atmosférická – vlhkost vzduchu, srážky, druhotně ji doprovází např. chemismus.
- 2) Voda podpovrchová – dělíme ji na půdní, gravitační, kapilární a podzemní.
- 3) Vlhkost provozní – důsledek technologického procesu probíhajícího uvnitř budovy [4]



Obr. 1: Příčiny vlhnutí zdiva [1]

1 – voda srážková – déšť, sníh, 2 – voda srážková hnaná větrem, 3 – voda srážková odšťukující, 4 – srážková voda pronikající komínovými a větracími průduchy, 5 – srážková voda povrchová, 6 – voda vzlínající, 7 – voda kondenzovaná, 8 – voda působící hydrostatickým tlakem, 9 – porucha kanalizace nebo vodovodního řádu [1]

2.1 Voda srážková

Srážková voda působí v podobě dešťových kapek na vnější konstrukce objektu, jako jsou střecha, obvodové zdivo, komínové zdivo (komínový průduch), architektonické prvky (balkony, římsy apod.). Působí-li současně

s deštěm vítr, jedná se o vodu srážkovou hnanou větrem. V místě soklů působí navíc ještě voda srážková odstříkující, která je příčinou zvýšeného vlhkostního namáhání. V jarních měsících, jsou sokly navíc namáhány tajícím sněhem, v zimním období jsou namáhány solemi z chemického posypu chodníků a komunikací. Proti srážkové vodě je konstrukce střechy chráněna střešní krytinou a zároveň má odvodňovací systém, který odvede vodu ze střechy pryč. Obvodové konstrukce jsou chráněny omítkami a fasádními nátěry. Velká pozornost musí být věnována nejvíce namáhané soklové části objektu. Soklové části se omítají soklovými omítkami či se obkládají. Případný chodníček kolem soklu je třeba spádovat směrem od obvodové konstrukce, aby zde nedocházelo k zadržování vody a následnému zasakování této vody k patě základů. Komíny jsou obvykle zakryty stříškami, které zamezí pronikání vody do komínových průduchů. Architektonické prvky bývají namáhány vodou srážkovou, hnanou větrem i odstříkující a je třeba je velmi dobře chránit například vhodným a správně provedeným oplechováním. [6]

2.2 Voda obsažená v zemním prostředí

Na konstrukce podlahy a obvodové stěny, které jsou v přímém kontaktu se zeminou, působí voda obsažená v zemním prostředí. Jedná se o zemní vlhkost, gravitační vodu či vodu tlakovou. Provedením hydrogeologického průzkumu stanovíme mimo jiné správné hydrofyzikální namáhání spodní stavby a vyhneme se tak případnému chybnému návrhu izolace u novostaveb, či vadnému návrhu sanace u starších budov. Dodatečné opravy nesprávného návrhu jsou vždy velmi komplikované, pracné a z finančního hlediska nákladné. Pokud je hladina podzemní vody v dostatečné hloubce pod úrovní základové spáry nebo se v místě objektu nevyskytuje, tak se jedná o vodu, která nevytváří spojitou hladinu – zemní vlhkost. Gravitační voda působí na konstrukce spodní stavby hydrostatickým tlakem a může vytvořit spojitou hladinu. Větším hydrostatickým tlakem působí voda tlaková, u které se spodní stavba objektu nachází pod hladinou podzemní vody. V návaznosti na zjištěné hydrofyzikální namáhání dle hydrogeologického posudku, můžeme navrhnout odpovídající typ hydroizolace spodní stavby. [6] [13]

2.3 Voda vzlínající

Vzlínání vody je vyvoláno kapilárními a sorpčními silami. Zděné konstrukce obsahují větší či menší množství pórů, jimiž je umožněn transport vody z horninového prostředí. Lze konstatovat, že čím menší je průměr kapilárních pórů, tím výše vystoupá voda do pórovitého materiálu. Z praxe je ověřeno, že výška, do které vystoupá voda u cihelného zdiva, se pohybuje kolem 1,5 m. Vlhkost vody, která zdivem vzlíná, je dána také množstvím vody obsaženém v podloží, či přítomností rybníků a řek a souvisí i s propustností zeminy. U hutných stavebních materiálů jako jsou například betony, nedochází k tak významnému vzlínání. Vzhlínající voda sebou často nese rozpuštěné soli (chloridy, sírany, dusičnany), které postupem času krystalizují a vytvářejí známé solné výkvěty a dále přispívají k postupné degradaci zdiva a omítek. S problémem vzhlínání se setkáváme především u starších staveb, u kterých již hydroizolace není funkční nebo dokonce zcela chybí. [4] [9] [30]

2.4 Vodní pára obsažená v okolním vzduchu

Pokud je atmosférický vzduch plně nasycen vodními parami, má hodnotu relativní vlhkosti 100 %. Po překročení rosného bodu přejde část páry do kapalného skupenství. Vzduch s relativní vlhkostí 0 % se nazývá suchý vzduch a v praxi se nevyskytuje. Kondenzace vodních par nastává na povrchu konstrukce nad terénem i pod terénem. Ke kondenzaci vodní páry na povrchu konstrukce dochází v případě, když je teplota na povrchu nižší, než je teplota rosného bodu páry obsažené ve vzduchu. Dalším případem, kde voda může kondenzovat je nezaizolované nebo špatně izolované vedení instalačního či teplovodního potrubí. Kritickými místy pro vznik kondenzace jsou zejména místa tepelných mostů v obvodových stěnách, vnitřních stěnách, střeších apod. Zvyšování nároků na energetické úspory budov výměnou oken, která jsou velmi těsná, má za následek nárůst relativní vlhkosti vzduchu a důsledkem je vznik kondenzace. U starších zpravidla historických objektů, které se vyznačují velkou tloušťkou stěn je i v jarních měsících teplota na povrchu konstrukcí nízká i po zvýšení teploty okolního vzduchu. Vnikne-li teplý vlhký venkovní vzduch do interiéru objektu, dojde ke kondenzaci vodní páry. Toto bychom měli brát v úvahu zejména při větrání interiérů historických

staveb v jarních i letních měsících. Naopak v zimním období obsahuje vzduch malé množství vodní páry, při vstupu do interiéru se ohřívá a jeho relativní vlhkost klesá. Další příčinou vzniku zvýšené produkce vodní páry může být změna v užívání vnitřního prostoru. [4] [6] [7] [9]

Tab. 1: Zdroje vlhkosti v budovách [4]

Zdroj vlhkosti	Množství vlhkosti v (g/hod)
Člověk	50-300
Koupelna	700-2600
Kuchyně	600-1500
Sušárna	200-500

2.5 Voda zabudovaná do konstrukce

Voda zabudovaná do konstrukce je jev zcela přirozený a většinou nebývá důvodem žádných poruch. Problém může nastat tehdy, pokud se voda uzavře mezi dvě vrstvy s vysokým difúzním odporem, protože tím se zamezí jejímu samovolnému odpařování. Chybný návrh a neodborné provedení mohou být dalšími důvody závad. K „vnesení“ vody do konstrukce dochází při mokřích technologických procesech, jako jsou zdění, omítky, potěry apod. Konstrukce zhotovená mokřím procesem má nejdříve vysokou počáteční (výrobní) vlhkost, která vysycháním postupně klesá na tzv. vlhkost praktickou. Doba vysychání se v závislosti na druhu materiálu pohybuje obvykle mezi 2-7 lety. [6]

2.6 Voda obsažená v konstrukci v důsledku rovnovážné (sorpční) vlhkosti

Každý pórovitý materiál pohlcuje vodní páru obsaženou ve vzduchu až do ustálení rovnovážného stavu, který po určitý časový úsek nevykazuje úbytek ani přírůstek. Tento jev nazýváme rovnovážnou vlhkostí. Sorpční vlhkost, která je rozdílná pro různé druhy materiálů, závisí na teplotě, relativní vlhkosti vzduchu a na jeho barometrickém tlaku. Pokud se při konstantní teplotě zvyšuje relativní vlhkost vzduchu, materiál páru přijímá a my hovoříme

o tzv. sorpci. Naopak při klesající relativní vlhkosti se uvolňuje vodní pára z materiálu do okolního prostředí a zde hovoříme o tzv. desorpci. [6] [9]

2.7 Voda obsažená v konstrukci v důsledku difúze vodní páry

V našich klimatických podmínkách je po většinu roku rozdíl mezi vlhkostí, resp. teplotou vzduchu v interiéru objektu a exteriéru. Ve snaze vyrovnat tyto rozdíly vznikají vlhkostní a tepelné toky skrz obalové konstrukce stavby. Jev, který se nazývá difúze, není nic jiného než snaha o vyrovnání tlakových rozdílů z místa s vyšším parciálním tlakem do místa s tlakem nižším. V našich podmínkách se převážnou část roku jedná o směr z interiéru do exteriéru. Vodě obsažené v konstrukci v důsledku difúze vodní páry se v praxi i při dosažení ideální skladby konstrukce za standardních okrajových podmínek nevyhneme. Musíme vycházet z této skutečnosti a zohlednit to do návrhu obalových konstrukcí. Návrh obvodových konstrukcí a střešních pláštů musí být odborně zpracován a podložen tepelně technickými výpočty. [4] [6]

2.8 Voda unikající z rozvodů technických zařízení budov v důsledku poruchy

Zdrojem vlhkosti konstrukcí bývá i voda, která uniká při závadách na rozvodech vody, kanalizace a ústředního topení. Únik vody se projevuje dvěma hlavními způsoby, a to buď náhlou havárií, nebo postupným nepatrným únikem. U náhlých havárií například vodovodního potrubí, nedochází většinou ke škodám velkého rozsahu. Závady jsou obvykle brzy zjištěny a ihned opraveny. Naopak v případě, kdy voda uniká v malém množství delší dobu, jsou škody v daleko větším rozsahu. Tyto závady jsou totiž většinou oku skryté a zjistíme je většinou až po několika měsících či letech, kdy se projeví jejich negativní důsledky. Tyto dlouhodobé problémy mohou mít i vliv na statiku objektu. Příčinami postupného zavlhání jsou například nefunkční těsnění na armaturách, netěsný spoj potrubí, prasklý svár apod. [6] [11]

3 Důsledky vlhkosti – vliv na konstrukce

Působení nadměrné vlhkosti ve stavebních konstrukcích může mít za následek poruchy související s degradací a ztrátou stability konstrukcí nebo i celé stavby, zdravotní potíže obyvatel, zhoršení životního prostředí či estetické vady a poruchy.

3.1 Účinky mechanické

Mechanické účinky se projeví změnou mechanických vlastností daných konstrukcí. Vlivem působící vlhkosti, která je obsažena v konstrukci, resp. materiálu může docházet k objemovým změnám důsledkem jichž je vznik trhlin, drcení materiálu, rozvrstvení materiálu a deformace konstrukcí. [4]

3.2 Účinky fyzikální

Fyzikální účinky se projevují změnou fyzikálních vlastností daných konstrukcí. Vlivem nadměrně působící vlhkosti dochází ke zvětšování hmotnosti konstrukce. Působící voda má dále negativní vliv na tepelně izolační vlastnosti a pevnost konstrukcí. Vlhkost obsažená v pórech kapilár materiálů zvyšuje jejich difúzní odpor a snižuje tím prodyšnost a mikroventilační schopnost. Nasycené materiály mají větší vodivost, snižuje se jejich mrazuvzdornost v důsledku toho i životnost konstrukce. [4] [8]

3.3 Účinky chemické

Transport škodlivých látek, nejčastěji rozpuštěných solí, je umožněn transportním médiem – vodou. Chemické účinky se v konstrukcích projevují především krystalizací solí, která má za následek tvorbu výkvětů až úplnou destrukci materiálů. Při chemické korozi materiálů dochází ke změnám jejich chemického složení a v důsledku toho ke změnám jejich vlastností. [4] [8]

3.4 Účinky biologické

Neoddělitelnou součástí zvýšené vlhkosti ve stavbách je přítomnost tzv. biotických činitelů. Mezi tyto škůdce řadíme například bakterie, řasy, lišejníky, houby, hmyz, plísně, mechy atd. Změnu vlastností konstrukcí vlivem biologických účinků mají na svědomí vyšší a nižší rostliny, jejichž kořeny prorůstají do konstrukce či bakterie a plísně způsobující hnilobu. [4] [8]

4 Průzkumy vlhkých konstrukcí budov

Pro to, abychom mohli navrhnout komplexní sanační návrh, je nejdříve zapotřebí zpracovat rozbor, který zahrnuje zejména posouzení skutečného stavu, dochované historické informace, posouzení základových poměrů z hlediska působící vlhkosti a informace o chemickém a biologickém napadení stavby. Tyto získané podklady souhrnně nazýváme průzkumy, které lze dělit dle hloubky zpracování na průzkumy nutné, které je zapotřebí zpracovat pokaždé a průzkumy doplňující, které představují například porovnání s podobnými stavbami, materiály atd. Níže uvedené průzkumy jsou zpravidla nutné pro zpracování návrhu sanace. [4] [13]

4.1 Hydrogeologický průzkum

Jedná se o průzkum okolního horninového prostředí, jehož účelem je určit hydrofyzikální, geotechnické, mechanické vlivy atp. Základem hydrogeologického průzkumu je určení součinitele propustnosti zeminy a také výskyt podzemní vody, resp. její hloubky či kolísání. Součástí je zpracování chemického rozboru vody. Hydrogeologický průzkum je velmi důležitý kvůli správnému určení hydrofyzikálního namáhání spodní stavby. Podceněním průzkumu či získaných informací může dojít k chybnému návrhu sanace. Již bylo zmíněno, že dodatečné opravy jsou vždy komplikované, velmi nákladné a pracné. [13]

4.2 Stavebně – historický průzkum

Stavebně – historický průzkum je potřeba zejména při zpracování projektové dokumentace objektů historických či památkově chráněných. V první fázi hledáme, zda se dochovala archivní dokumentace, na základě které se můžeme dozvědět například to, jaké přestavby na objektu v minulosti proběhly, jak se měnil účel užívání objektu či zda stavba neměla v minulých letech problémy s vlhkostí. V druhé fázi se provádí podrobný průzkum na budově. [13]

4.3 Stavebně – technický průzkum

Stavebně – technický průzkum se provádí v předstihu před zahájením projekční přípravy. Vhodným doplněním je i rozhovor s uživateli objektu.

Průzkumem zjišťujeme především konstrukční systém objektu, složení a kvalitu použitých materiálů, viditelné poruchy se všemi souvislostmi, způsob užívání stavby, stavební úpravy, který byly v minulosti provedeny a dále například okrajové podmínky vnitřního prostředí a exteriéru. Zpracování bývá textové i grafické. [4] [11] [13]

4.4 Mykologický průzkum

Při zvýšené vlhkosti je riziko napadení dřevěných konstrukcí stropů, podlah, krovů apod. dřevokaznými škůdci. Nejčastěji jsou dřevěné prvky napadány dřevokaznými houbami, jejichž známým představitelem je houba dřevomorka, a dále hmyzem, hnilobou a plísní. Mykologickým průzkumem zjišťujeme i původ jejich výskytu a míru poškození konstrukce. [11] [13]

4.5 Průzkum salinity

Průzkumem salinity zjišťujeme množství vodorozpustných solí (síranů, chloridů a dusičnanů) obsažených ve zdivu. Na základě laboratorně odebraných vzorků (vzorky se odebírají z různých míst) se stanoví skutečný obsah solí (laboratorně). Působící soli škodí zdivu a omítkám především krystalizací, hydratací a hyroskopickou nasákavostí. Soli krystalizují v pórech materiálu, zvětšují zde svůj objem a mají za následek degradaci zdiva a omítek. Hydratací solí dochází také k jejich objemovým změnám. Mezi nejvíce nebezpečné patří ty, u kterých dochází k hydrataci při obvyklých teplotách prostředí vnitřního i vnějšího. Hyroskopické soli jsou takové, které přijímají vodní páru ze vzduchu a zadržují ji v kapalné formě. Tyto soli jsou původcem známých nevzhledných výkvětů na povrchu konstrukcí. [11] [13]

Tab. 2: Tabulka limitních hodnot solí ve zdivu podle ČSN P 73 0610 [20]

Stupeň zasolení zdiva	Obsah solí v mg / g vzorku a v procentech hmotnosti					
	Chloridy		Dusičnany		Síraný	
	mg/g	% hmotnost	mg/g	% hmotnost	mg/g	% hmotnost
nízký	< 0,75	< 0,075	< 1,0	< 0,1	< 5,0	< 0,5
zvýšený	0,75 až 2,0	0,075 až 0,20	1,0 až 2,5	0,1 až 0,25	5,0 až 20	0,5 až 2,0
vysoký	2,0 až 5,0	0,20 až 0,50	2,5 až 5,0	0,25 až 0,50	20 až 50	2,0 až 5,0
velmi vysoký	> 5,0	> 0,50	> 5,0	> 0,50	> 50	> 5,0

4.6 Průzkum vlhkostní

Vlhkostní průzkum je jeden z nejdůležitějších pro návrh vhodné sanační metody. Zjišťujeme jím hmotnostní vlhkost, tedy poměr mezi hmotností vody ve vzorku ke hmotnosti vysušeného vzorku. Klasifikace vlhkosti zděných konstrukcí je uvedena v platné normě ČSN P 73 0610 [20]. Tato klasifikace je vztažená na konstrukce objektů, jejichž místnosti jsou využívány pro pobyt osob, stěny jsou z cihel plných pálených, vápenopískových či kamenných (opuka, pískovec, ...) vyzdívané na běžnou maltu (vápennou, vápenocementovou nebo cementovou).

Tab. 3: Klasifikace vlhkosti zděných konstrukcí podle ČSN P 73 0610 [20]

Stupeň vlhkosti	Vlhkost zdiva w v % hmotnosti
Velmi nízká	$w < 3$
Nízká	$3 \leq w < 5$
Zvýšená	$5 \leq w < 7,5$
Vysoká	$7,5 \leq w \leq 10$
Velmi vysoká	$w > 10$

Hodnoty stupně vlhkosti velmi nízké a nízké nejsou vzhledem k potřebám sanace zásadní a nedochází při nich k destrukci omítek mrazem. Při vlhkosti nižší, než je zvýšená hodnota, se nemusejí projevit viditelné poruchy. Hranicí pro aplikaci sanačních povrchových metod je zvýšená vlhkost. V prostoru, který je vymezen hodnotami zvýšené a vysoké vlhkosti, se můžeme rozhodnout mezi použitím sanačního opatření povrchového nebo radikálního. Návrh radikální sanační metody je podmíněn vlhkostí vysokou, resp. velmi vysokou, způsobující na zdivu viditelné závady. M. Balík [2] na základě zkušeností z praxe považuje za důležité při klasifikaci hmotnostní vlhkosti zdiva přihlídnout také ke způsobu využívání přilehlých prostor. [4] [13] [2]

Tab. 4: Klasifikace zvýšené a vysoké hmotnostní vlhkosti zdiva w [%] v závislosti na využití vnitřních místností podle [2]

Hmotnostní obsah vody ve zdivu				
Typ budovy	Část budovy	w [%] zvýšená	w [%] vysoká	
Objekty určené k bydlení (včetně hotelů, penzionů)	Pokoje	4	6	
	Interní chodby	5	6	
	Externí chodby	6	7	
	Omítnuté sklepy	8	10	
Suterény ke komerčnímu využití	Místnosti	5	7	
	Chodby, schodiště	6	7	
Školy, banky, administrativní budovy	Interní pracoviště, učebny	4	6	
	Ostatní	6	6	
Vytápěné shromažďovací prostory		7	8	
Muzea, galerie, depozitáře		5	7	
Kostely, nevytápěné haly		8	9	
Archivy, sklady papíru a srovnatelných materiálů		4	6	
Fasády	Budou opatřeny sanačními maltami	9	11	
	Ostatní	7	9	
Opukové nebo cihelné rezné zdivo		Bude spárováno sanačními materiály	9	13

5 Metody měření vlhkosti

Aby mohla být stavba odvlhčena, je nejdříve zapotřebí vlhkost změřit a zjistit stupeň zavlhčení. Správnost měření záleží na typu použitého přístroje, který by měl vyhovovat technickým požadavkům jako je citlivost, životnost, možnost rychlého a opakovaného měření, odolnost atd. Měřicí metody i přístroje se stále inovují a zdokonalují. Dalším požadavkem pro měření je znalost materiálů a konstrukcí, které chceme měřit. [10]

Metody měření dělíme do dvou základních skupin. Pokud je zapotřebí pro zjištění vlhkosti odebrat vzorek, jedná se o metodu destruktivní. Při této metodě je narušena konstrukce v místě odběru vzorku. Opakem je metoda nedestruktivní, při níž stanovíme vlhkost materiálu například příložným přístrojem, bez porušení konstrukce. M. Balík [4] dělí měření dále na metodu přímou a nepřímou. Rozdíl v těchto dvou metodách je ve veličině, kterou měříme. Přímou metodou zjišťujeme množství vody v materiálu oddělené od pevné složky. U nepřímé metody, která je nedestruktivní, se na základě měnící se vlhkosti materiálu měří daná fyzikální veličina (elektrický odpor, elektrická kapacita atd.). [4]

5.1 Destruktivní metody

5.1.1 Stanovení vlhkostního profilu a odběr vzorků

Pro stanovení příčiny vlhkosti zdiva a míry zavlhčení je zapotřebí zpracovat tzv. vlhkostní profil, který je tvořen odběrem série vzorků. Odebíráme vždy minimálně tři vzorky v jedné ose, přičemž je doporučeno, aby měl každý jinou hloubku. Vlhkost v odebraném vzorku je vyhodnocena pomocí vážkové metody, která je podrobněji popsána dále v textu. Na rozdíl od stejně nasákavých materiálů je porovnání různě nasákavých materiálů složitější a musíme u nich stanovit jejich nasákavost. U těchto vzorků porovnáváme stupeň nasycení materiálu vodou. Při vyhodnocení zakreslíme hranici mezi vlhkým a suchým zdivem v řezu, tzv. čelo zavlhčení.

Před samotným odběrem vzorku je zdivo nejdříve očištěno – zbaveno omítky. Následně se provede odběr ručním odsekáním vzorku pomocí trubkového sekáčku do hloubky cca 100 mm. Při odběru vzorku pomocí

vrtačky je třeba zohlednit chybu při odpaření části vlhkosti. Výsledky měření jsou závislé na tom, zda odebraný vzorek a jeho velikost jsou dostatečně charakteristické pro danou stavbu či konstrukci. [4]

5.1.2 Gravimetrická (vážková) metoda

Gravimetrická metoda je jednou z nejběžnějších při určování vlhkosti materiálu. Jedná se o normovou metodu, jejíž postup je popsán v normě ČSN EN ISO 12570 [17]. Spočívá v odběru vzorku nejčastěji za pomoci ručního odsekání či příklepové vrtačky s jádrovým vrtákem. Zkušební vzorek je ihned po odebrání uzavřen do parotěsné nádoby či fólie, zabraňující ztrátě vlhkosti a převezen do laboratoře. Zde se zváží, vysouší do ustálené hmotnosti a znovu zváží. Hmotnost vody se stanoví rozdílem hmotnosti vlhkého a suchého vzorku. Pro určení hmotnostní vlhkosti vzorku použijeme následující vzorec, kde m je hmotnost vzorku ihned po odběru a m_s je hmotnost vysušeného vzorku.

$$u_m = \frac{m - m_s}{m_s} \cdot 100 [\%] [4]$$

Za pomoci sušících vah, lze určit vlhkost odebraného vzorku in situ, ale pouze pro určitou hmotnost rozdrčeného vzorku. Výhodou hmotnostní metody je její vysoká přesnost. Mezi její hlavní nevýhody patří zejména časová náročnost při vysoušení vzorku, a tedy čekání na výsledné informace a kvůli destruktivnímu charakteru nemožnost opakování měření ve stejném místě. [4]

5.1.3 Chemické metody

Nejpoužívanější chemickou metodou je metoda karbidová. Na rozdíl od gravimetrické metody ji lze vyhodnotit přímo na stavbě. Nevýhodou je horší přesnost. Její hlavní využití je k měření sypkých materiálů, jako jsou písky, jíly apod. Dále se používá při měření vlhkosti v konstrukci podlah, pro které je zakotvena v normě ČSN 74 4505 [21]. Vzorek je odebírán v celé tloušťce podlahy, ručně nebo za pomoci pneumatického kladiva. Rozdrčený a zvážený vzorek je vložen do nádoby kam se přidají ampule karbidu vápníku a ocelové kuličky, které ampule rozdrtí. Metoda karbidu vápníku využívá chemickou reakci vody s karbidem vápenatým. Vzniká při ní mimo jiné acetylen, který je měřítkem pro určení vlhkosti zkoušeného vzorku. Množství acetylenu

v nádobě je stanoveno pomocí manometru. Výsledná vlhkost se udává v tzv. procentech CM, které se liší od procent hmotnostních stanovených gravimetrickou metodou. [4]

5.2 Nedestruktivní metody

5.2.1 Kapacitní metoda měření vlhkosti

Patří mezi elektrické metody měření vlhkosti a není zakotvena v normě. Jedná se o nepřímou metodu měření povrchové vlhkosti zdiva. Příložnými vlhkoměry můžeme měřit vlhkost materiálu do hloubky max. 50 mm pod povrch.

Pomocí kapacitní metody měříme dielektrickou konstantu hmoty, jež citlivě závisí na vlhkosti. Dle relativní permitivity ϵ je posuzována citlivost metody. Pro běžné stavební materiály jako jsou zdivo, beton atd. je hodnota relativní permitivity v rozmezí 1-10, pro vodu 82, pro vzduch 1. Z této skutečnosti lze usoudit, že i malé množství vody obsažené v materiálu má za následek výraznou změnu zmiňované fyzikální veličiny. Okolní teplota má na naměřené hodnoty zanedbatelný vliv stejně jako soli rozpuštěné ve vodě, což je velkou výhodou této metody. Další výhodou je, že můžeme měřit v širokém rozmezí vlhkostí. Přístroj musí být kalibrován zvlášť pro každý materiál, což je nevýhoda této metody. Při vlhkosti větší jak 6 % naměříme obvykle větší rozptyl hodnot, se kterým potom klesá přesnost. Avšak při vlhkosti přibližně 0-6 % je tato metoda relativně přesná. [1] [4]

5.2.2 Odporová metoda měření vlhkosti

Při této metodě měříme měrný odpor pórovitého materiálu o známé délce, který je velmi závislý na měnící se vlhkosti. Elektrická vodivost materiálu se zvyšuje s rostoucí vlhkostí a zároveň klesá měrný elektrický odpor. Obvyklé užití odporové metody je při měření vlhkosti dřeva. Přejímový odpor mezi elektrodou a měřeným materiálem je hlavním faktorem ovlivňujícím negativně přesnost měření. Měření může dále ovlivnit například teplota, nerovnoměrné rozložení vlhkosti v materiálu, obsah solí v materiálu atp. Pro nezasolené zdivo s rovnoměrně rozloženou vlhkostí můžeme dosáhnout poměrně přesných výsledků. [1] [4]

5.2.3 Vodivostní metoda

Stejně jako u odporové metody je princip založen na zvyšování vodivosti materiálu s rostoucím obsahem vody. Měříme elektrickou vodivost materiálu za pomoci dvou elektrod. Měření pomocí této metody používáme u materiálů, které jsou elektrické nevodiče, například zdivo, beton, dřevo atp. [1]

5.2.4 Mikrovlnná metoda

Základem mikrovlnné metody je poznatek, že vlhkost, zvláště potom volná voda v pórovitém materiálu, má vliv na útlum mikrovlnného záření procházejícího tímto materiálem. Vlhkost je měřena v celém objemu látky s vysokou citlivostí měření. Mikrovlnný měřič má na straně vysílače generátor mikrovlnného záření a na straně přijímače je opatřen přijímací anténou, která je přes detekční diodu propojena s voltmetrem. Zařízení je určeno zejména pro laboratorní účely a měří se jím vlhkost sypkého materiálu. [1]

5.2.5 Radiometrická metoda

Radiometrickou metodou měříme objemovou hmotnost, a měření je založeno na principu zpomalení rychlých neutronů atomy vodíku. Zpomalení ve vlhkém prostředí tedy způsobují srážky rychlých neutronů s vodíkovými jádry. Jako zdroj rychlých neutronů je užíván směsný zářič americium a beryllium. Jakmile dosáhnou tyto rychlé neutrony tepelné rovnováhy s jádry prostředí, jsou zaregistrovány detektory pomalých neutronů. Ty jsou připojeny na vyhodnocovací jednotku, která zpracovává měření. Odezva detektoru je závislá na vlhkosti, tedy čím větší vlhkost, tím větší odezva. [1]

5.2.6 Metoda impedanční spektroskopie

Jedná se o laboratorní metodu využívající k analýze vlastností látky frekvenční závislosti impedančních charakteristik. [1]

6 Způsoby sanací vlhkých staveb

Voda je nedílnou součástí našeho každodenního života a život samotný by bez ní nebyl možný. Nicméně je také schopna napáchat obrovské škody na majetku či na lidských životech. Vystavení lidského organismu dlouhodobému působení vlhkosti ovlivňuje nepříznivě zdraví člověka. Zvýšenou vlhkost obvykle doprovází přítomnost plísní, což negativně přispívá ke zhoršení podmínek pro zdravé bydlení. Přítomnost vody ve stavebních konstrukcích či vlhkost vzduchu v interiérech budov má dále negativní dopad na statiku (např. únosnost a pevnost), na tepelněizolační vlastnosti, estetiku atd. [13]

Především u starších a historických staveb se setkáváme s nutností sanování. M. Balík v [4] uvádí: „*Řešit snížení vlhkosti bez respektování příčin poruch je předem navrženou vadou.*“ Proto před započítáním sanačních prací, provádíme podrobné průzkumy za účelem zjištění příčin závad, na základě kterých, můžeme teprve navrhnout vhodná sanační opatření pro konkrétní objekt. Sanační návrh je téměř vždy kombinací dvou a více metod, přičemž je velice důležité určení, která metoda bude hlavní a která doplňková. S rozrůstajícím se trhem roste i počet sanačních metod, materiálů a technologií, což působí nepříznivě na zorientování se v dané problematice. Neodbornost investorů a komerční zájmy firem mají obvykle za následek výběr nevhodné nebo zbytečně nákladné metody. Proto je nasnadě poradit se s odborníkem, který se na základě praktických zkušeností dokáže lépe orientovat v daném okruhu problémů a navrhnout tak metodu přiměřenou životnosti stavby s přihlédnutím na její historii a využívání. [13]

V publikaci [6] rozděluje M. Balík způsoby dodatečného vysoušení zdiva a prevenci proti pronikání vody do dvou základních typů. Prvním jsou *úpravy utěsňující a hydrofobní*, které mají zabránit pronikání vlhkosti do zdiva. Jedná se zejména o případy, kdy je již hydroizolace objektu nefunkční nebo zcela chybí. Druhým typem jsou *úpravy zajišťující navíc odvádění vody nahromaděné ve zdivu*. Rozumíme tím způsoby, které nepůsobí přímo na vlhkost v konstrukci, ale napomáhají snadnému a rychlému odchodu vlhkosti z vnitřní části objektu do venkovního prostředí [12]. Další dělení

nalezneme v [13], kde J. Solař metody sanace vlhkého zdiva dělí na *základní* a *doplňkové*. Základní metody dále dělí do tří hlavních skupin. První skupinou jsou metody mechanické, mezi které patří probourávání a podřezávání zdiva či zarážení izolačních plechů. Druhou skupinou jsou metody chemické (injektáže), s rozdělením na beztlakové, tlakové a zvláštní. Poslední skupinou jsou elektro-fyzikální metody (elektroosmotické a elektrochemické). Mezi doplňkové metody uvádí vzduchové izolační systémy, sanační omítkové systémy, drenážní systém, úpravy v okolí terénu, jílové těsnící vrstvy atp. [13]

6.1 Metody základní

Jedná se o sanační práce, které po svém provedení zabraňují pronikání vlhkosti do konstrukcí.

6.1.1 Mechanické metody

Principem je vytvoření prostoru ve stavební konstrukci a následném vložení hydroizolace, která vytvoří clonu bránící dalšímu pronikání vlhkosti do této konstrukce. [12]

6.1.1.1 Probourávání zdiva

V době přibližně před třiceti lety to byl běžně užívaný způsob sanace zdiva. V dnešní době se jedná o méně užívanou metodu, ke které se přistupuje, pokud nelze aplikovat jinou alternativu. Probourávání zdiva je prováděno ručně nebo za pomoci elektrických či pneumatických kladiv. Proces je pracný, časově náročný a při ručních pracích velice namáhavý. Z hlediska provádění rozlišujeme probourávání zdiva dle tloušťky zdiva na dva typy. Prvním je *probourávání zdiva o tloušťce menší než 600 mm*, kdy se ve zdivu vysekají otvory (široké obvykle 800-1200 mm), které se následně vyčistí, zapraví a vloží se do nich hydroizolace (s přesahy 100-150 mm pro následné navázání hydroizolací). Velikost otvorů je volena v závislosti na kvalitě zdiva (soudržnosti a pevnosti) a výšce zdících prvků. Zároveň nesmí být narušena celková statika. V rámci jedné zdi nejdříve probouráme otvory v rozích, následně pod meziokenními pilíři a dále ve zbývajících částech. Po vložení hydroizolace se otvory zazdí. Druhým typem je *probourávání zdiva o tloušťce větší než 600 mm*, který je obdobný, ale probourávání je provedeno nadvrátek. Zdivo nejdříve vybouráme do poloviny, povrch, kam má přijít hydroizolace

očistíme, zapravíme a následně položíme hydroizolační pás. Ten vkládáme také s přesahy 100-150 mm na obou stranách, v místě zatím nevybouraného zdiva se pás ohne nahoru. Otvor dozdíme a postup opakujeme pro druhou polovinu zdiva, přičemž na sebe napojíme hydroizolační pásy. [13]

6.1.1.2 Ruční podřezávání zdiva

Stejně jako předchozí typ se v dnešní době už ruční podřezávání zdiva ve větší míře nepoužívá. Avšak díky podstatně nižší ceně oproti jiným metodám se s ním občas ještě setkáváme. Metodu lze použít pouze u zdiva s vodorovnou ložnou spárou. K řezání používáme ruční pilu (tzv. břichatku) pomocí které se v ložné spáře odstraní malta. Řez se následně vyčistí a vloží se do něj hydroizolace. Ta se vkládá s přesahy, aby ji bylo možné následně napojit na hydroizolaci podlah. Materiál clony volíme pevnější (např. plech, sklolaminát atd.) s ohledem na to, že se bude zasouvat do malého prostoru. Spára se následně vyklínuje pomocí plastových klínů a vyplní cementovou maltou. Při prořezávání spár se postupuje od rohů a dále pak v úsecích délky 800-1200 mm. Je vhodné, aby se řez provedl ve výšce vodorovné hydroizolace podlahy, kvůli snadnému napojení na hydroizolaci vloženou. Při tomto řešení ale musíme rozebrat část skladby podlahy v blízkosti stěny, což není vždy možné. [12] [13]

6.1.1.3 Strojní podřezávání zdiva

Ruční podřezávání je velice namáhavé a zdlouhavé proto se s ohledem na zvýšení produktivity práce začaly pro podřezávání používat strojní pily s elektrickým či motorovým pohonem. Zdivo lze stejně jako u ručního podřezávání ve spáře, ale některými typy pil také mimo ni, což je výhodou. Před započítím prací je třeba odstranit omítku do určité výšky v místě budoucího řezu, tak aby byla zřetelná ložná spára. Úseky, ve kterých se řezy provádí, jsou v rozmezí 800-1200 mm, po proříznutí se pila zastaví. Následující postup vkládání hydroizolace odpovídá postupu při ručním řezání. Spáru vyčistíme, vložíme vhodnou pevnou hydroizolaci (PEHD, LEHD, sklolaminát apod.) s přesahy, vyklínujeme a zainjektujeme cementovou maltou. [12] [13]

a) Podřezávání zdiva řetězovou pilou

Podřezávání řetězovou pilou lze použít pouze u cihelného zdiva do tloušťky 1,0 m s vodorovnou ložnou spárou. V místě sanované zdi musí být vytvořen pevný rovný podklad (šířka cca 1,5m) pro pojiždění pily. K pohyblivému podvozku je připevněna ocelová vodící lišta, na které je osazen řetěz. Následuje již výše popsany postup proříznutí a vyčištění spáry a vložení hydroizolace. Udává se, že pilou lze za den podřezat zhruba 20 m zdiva. Výhodou je poměrně vysoká rychlost a snadná manipulace. Nevýhodami jsou prašnost závisující na vlhkosti zdiva a nutnost vytvoření pojezdového podkladku. [12] [13]

b) Podřezávání zdiva lanovou pilou

Používá se pro všechny druhy zdiva (cihelné, kamenné, betonové atd.) v jakékoli tloušťce, bez ohledu na umístění ložné spáry. Řezy mohou být provedeny vodorovně i svisle. Stejně jako u předchozího řešení musíme vytvořit stabilní rovný podkladek. Řezací lano je tvořeno ze vzájemně napojovaných segmentů dlouhých cca 300 mm, které je možné při závadě nebo opotřebení libovolně vyměňovat. Jádro segmentu tvoří ocelové lano zakončené diamantovým prstenem. Prodloužení lana je umožněno přidáním segmentu a naopak. Na koncích stanoveného úseku se vyvrtají otvory, jimiž se provleče lano, které se nasadí na vodící kladky a na oběžné kolo a konci se spojí. Tvar lana je redukován pomocí kladek a oběžného kola, tak aby bylo stále napnuté. Chlazení lana při řezání je zajištěno vodou. Před samotným řezáním je nutné vyhledat umístění vedení instalací, aby nedošlo k jejich poškození. Postup po prořezání spáry je stejný jako u předcházejícího řešení. Za den je možné touto metodou podřezat přibližně 8-12 m zdiva. Nevýhodou je vysoká cena práce závislá na pořizovacích nákladech zařízení. Další nevýhodou je vnášení chladící vody do konstrukcí a do prostoru kolem, což může vést k tvorbě vrstvy bláta. [12] [13]

c) Podřezávání zdiva kotoučovou pilou

Jedná se o metodu, která se u nás využívá pouze výjimečně. Na podřezávání se používají ruční pily s průměrem kotouče až do 1,2 m. Hlavní nevýhodou je, že metoda je použitelná pro zdivo do tloušťky 150 mm,

protože čím je větší kotouč pily, tím se zhoršuje manipulace. Chlazení je opět prováděno vodou, což přináší nevýhody uváděné již v předchozím řešení. Výhody jsou trvanlivost, malá poruchovost a rychlost (na rovných stěnách). [12] [13]

6.1.1.4 Zarážení izolačních plechů do zdiva (HW systém)

Hydroizolace je tvořena deskou z nerezavějícího vlnitého plechu (tloušťky 1,5 mm), který bývá opatřen hroty, kvůli lepšímu pronikání do zdiva. Plechy jsou do vodorovných spár zdiva zaráženy mechanickým způsobem pomocí pneumatického nebo elektrického kladiva připojeného k pojízdné stoličce. Vkládaná hydroizolace se musí o 2 až 3 vlny překrývat v místě spojů nebo jsou použity desky se zámkem. Aby byla ložná spára viditelná, provede se před započítím prací oklepání omítky v požadovaném rozsahu. Dále se vyznačí místa, kudy vedou instalace, aby nedošlo k jejich porušení. Plechy lze zarážet z jedné strany pro zdivo do tl. 1,0 m nebo z obou stran pro tloušťku zdiva do 2,0 m. Na straně zarážení je potřeba zajistit manipulační plochu, při oboustranném zarážení musí být tedy z obou stran. V literatuře je uváděno, že denní pracovní výkon činí 30-40 m. Díky použití plechu z nerezavějící oceli je životnost hydroizolace prakticky neomezená. Dalšími výhodami je rychlost a poměrně čistá práce bez znečišťování okolí vodou či prachem. Mezi nevýhody patří vysoká cena (závisí se na použitém materiálu), použití metody pouze u zdiva s vodorovnou ložnou spárou, vznik netěsného spoje na styku plechů a vliv rázů při zatlačování. [12] [13]

6.1.2 Chemické metody

U chemických metod je hydroizolace tvořena chemickou látkou, která se do zdiva vpraví do předem vytvořených otvorů. Tímto způsobem je vytvořena bariéra proti vztlínající vodě. Injektážní přípravky mají vyšší propustnost z hlediska difúze vodní páry či vztlínající vody než materiály metod mechanických. Účinnost použité injektáže je závislá na typu chemického přípravku. K chemickým metodám se přistupuje zejména v případech, kdy není možné užití mechanických způsobů sanace, například z důvodů památkové péče, finančních nebo technických. Injektáže lze aplikovat do cihelného, kamenného nebo smíšeného zdiva, nelze je provádět u

dutinového zdiva. U poréznějších materiálů bude větší spotřeba injektážní látky než u méně porézních.

Před zahájením prací se v místě budoucích vrtů otluče omítka v požadovaném rozsahu. Otvory se vrtají v jedné nebo ve dvou řadách s průměrem vrtu přibližně 15-42 mm, v hloubce kratší, než je tloušťka zdiva. Vrty jsou od sebe vzdáleny obvykle v rozmezí 100 – max. 120 mm a jsou provedeny ve sklonu 15-45°. Pokud je stěna silnější, provádíme vrty z obou stran. Dbáme na to, aby došlo k propojení s podlahovými nebo vertikálními hydroizolacemi. [12] [13] [14]

Chemické clony působí ve zdivu na základě těchto principů:

- **utěsňující kapiláry:**
 princip je takový, že aplikovaná injektážní látka zaplní póry, ve kterých ztuhne pomocí chemické reakce;
- **zužující kapiláry:**
 průřez pór je zúžen aplikací injektážní látky a dochází ke snížení kapilární nasákavosti;
- **odpužující vodu (hydrofobizační):**
 jedná se o zamezení kapilární vzlínivosti za pomoci hydrofobizace stěn pórů. Nemění se průřez ani struktura pórů a výhodou je že se dá opakovat po tom, co přestane být účinná. V dnešní době jsou rozšířenými hydrofobizačními prostředky například silikonové emulze;
- **kombinující jednotlivé principy:**
 kombinuje těsnící a hydrofobizační vlastnosti (kombinuje princip zúžení kapilár a odpuzování vody). [4]

6.1.2.1 Injektáže beztlakové a s hydrostatickým tlakem

Běžným a nejpoužívanějším typem jsou beztlakové injektáže. Těsně nad vyvrtaný otvor se zavěsí nádobka nebo nálevka s injektážním prostředkem a plnění vrtů probíhá beztlakově pouze účinkem kapilárních sil. Při hydrostatickém plnění je nádoba se směsí zavěšena ve výšce 0,2-2 m nad vrt a díky převýšení vznikne přetlak, který vtlačí kapalinu do otvoru. Otvory

jsou vrtány v rozteči, která závisí na typu zdiva a jeho nasákavosti. Velikost, hloubka a sklon vrtů jsou popsány výše. Důležitou zásadou je že u stěn menší tloušťky musí vrt procházet minimálně jednou ložnou spárou a u silnějších minimálně dvěma. Vrty důkladně očistíme, než začneme injektovat. Pro beztlakové injektáže jsou vhodné nízkoviskózní roztoky, jejichž výhodou je snadná hloubková penetrace. Aplikace beztlaké infúze je vhodná při stupni zavlhčení zdiva $C_w < 60 \%$. Pokud je stupeň zavlhčení větší, provedeme injektáž tlakovou, nebo nejdříve snížíme vlhkost za účelem dosažení požadované hodnoty stupně zavlhčení. [4] [12] [13]

6.1.2.2 Injektáže tlakové

Příprava otvorů pro vrty se provádí stejným způsobem jako u beztlakové infúze. Metoda je vhodná do stupně zavlhčení zdiva $C_w < 80 \%$. Plnění se provádí tlakovou hadicí, která je do otvoru osazena přes injektážní ventil zajišťující těsné uzavření vrtů. Používá se tlaku přibližně 0,6 MPa. Trhliny, dutiny a vadná místa se projeví tak, že nedosáhneme požadovaného tlaku a zvýší se zde spotřeba injektované směsi. [4] [12] [13]

6.1.2.3 Injektáže zvláštní

a) Termicky aktivovaná injektáž

Princip této metody spočívá v tom, že po vyvrtání otvorů se zdivo v jejich místě vysuší (teplota cca 200 °C) a následně se aplikuje injektážní látka (roztavený parafín). Délka ohřevu zdiva probíhá v časovém rozmezí 12 - 24 hodin v závislosti na druhu a tloušťce materiálu a vlhkosti. V procesu není využívána voda, což je výhodou.

b) Metoda následné infúze

Metoda vychází z postupné aplikace dvou injektážních prostředků, přičemž jeden má utěšňující a druhý hydrofobizační účinky. Pro napouštění se používají ekologicky nezávadné materiály.

c) Rubová injektáž

Aplikuje se pod úroveň terénu na kontaktu rubové strany podzemního zdiva a přilehlé zeminy. Vrty jsou provedeny v celé tloušťce zdiva tak, aby se injektážní hmota dostala až na styk vnější strany zdiva se zeminou. Používá

se pro vytvoření dodatečné hydroizolace podzemní části stavby proti zemní vlhkosti i tlakové vodě. Vhodnou infuzní hmotou jsou gely a hydrogely, tedy hmoty reagující s vodou, které následně vytvoří pružnou hydroizolační vrstvu.

d) Plošná injektáž

Metodu užíváme tam, kde není možné nebo je velmi problematické vytvořit svislou hydroizolaci na vnějším líci zavlhlé zdi. [4] [13]

6.1.3 Elektro-fyzikální metody

Elektro-fyzikální metody využívají stejnosměrný elektrický proud, který v kapilární soustavě způsobuje, že se kladné náboje společně s molekulami vody pohybují směrem ke katodě. Jedná se o tzv. elektrokinetický či elektroosmotický jev.

6.1.3.1 Metoda aktivní elektroosmózy

Metoda spočívá v aplikaci kladné elektrody pod omítku, respektive do vysekané drážky a záporné elektrody do země. Výkon napájecího zdroje je pouze několik wattů, pracovní napětí se pohybuje většinou do 6 V. Životnost závisí především na použití materiálu anody (kladné elektrody), která musí mít dostatečnou elektrochemickou odolnost. Běžné jsou uhlíkové elektrody, dražší variantou mohou být elektrody titanové. Metoda aktivní elektroosmózy je jedinou elektroosmotickou metodou zakotvenou v normě ČSN P 73 0610 [20] a jedná se o jednu z nejvyužívanějších elektroosmotických metod. Tato nedestruktivní metoda je vhodná pro památkově chráněné a historické objekty. Bohužel u těchto objektů bývá časté, že obsahují vysoké množství hydrokopických solí a zdivo má kyselý charakter ($\text{pH} < 6$). Pokud je tomu tak, metodu u nich nelze provést. Elektroosmotická metoda neúčinkuje na působení tlakové vody a není s ní možné zamezovat difúzi vodní páry skrz zdivo. [12] [13]

6.1.3.2 Metoda pasivní elektroosmózy

Stejně jako předešlá metoda se skládá z elektrody umístěné pod omítkou a elektrody umístěné v zemním tělese. Materiál elektrod je z mědi nebo oceli (obě ze stejného materiálu) a jsou spojené nakrátko. Mezi elektrodou uloženou v maltovém loži ($\text{pH} = 12-4$) a elektrodou uloženou v zemi

(pH = 6) vzniká elektrické pole s malým napětím (0,2 – 0,5 V). V závislosti na životnosti této metody (1-3 roky) je její využití v současné praxi takřka nulové.

6.1.3.3 Galvanoosmóza

Na rozdíl od pasivní elektroosmózy jsou elektrody z rozdílných materiálů vedoucích elektrinu. Elektroosmotický jev je zapříčiněn přítomností dvou zmíněných rozdílných elektro-vodivých materiálů a vlhkosti v konstrukci, které dohromady vytvářejí tzv. galvanický článek, což je vlastně zdroj napětí. Stejně jako pasivní elektroosmóza se v současné praxi již nevyskytuje.

6.1.3.4 Kombinovaná aktivní elektroosmóza s chemickou injektáží

Metoda spočívá v utěsnění pórů zdiva o velkém průměru vhodnou infuzní elektro-vodivou látkou v kombinaci s aktivní elektroosmózou, která je účinná proti vztlínající vlhkosti v mikropórech.

6.1.3.5 Magnetokineze

Neboli elektronické vysokofrekvenční metody, které fungují tak, že se uvnitř budovy umístí přístroj (nebo více) vysílající elektromagnetické vlny. Skládá se ze dvou fyzikálních jevů. Prvním je magnetoosmóza, která zjednodušeně řečeno pomocí super slabého elektromagnetického pole stlačuje vlhkost v kapilárním systému zdiva směrem dolů. Druhým je magnetoforéza, která přivede do pohybu pevné částice (např. soli) obsažené v kapilární vodě. Soli se usazují v omítce, proto je vhodné staré omítky zachovat po určitou dobu dle technologie výrobce, před tím než budou otlučeny. Nevýhodou metody je, že odsolovací účinky mohou mít vliv na nové omítky. Nelze ji aplikovat proti tlakové vodě. Její funkce je podmíněna nepřetržitým provozem přístroje. [12] [13]

6.2 Metody doplňkové

Jedná se o doplňkové metody základních sanačních opatření a pouze napomáhají snadnému a rychlému odvádění vlhkosti z konstrukcí ven. Níže jsou uvedeny pouze vybrané doplňkové metody, je jich ale mnohem více.

6.2.1 Vzduchové izolační systémy

Jedná se o metodu, kterou dnes označujeme za historickou, a často se využívá u památkově chráněných objektů. V kombinaci se sanačními omítkami či ještě s úpravou terénu kolem objektu může být tento způsob použit bez aplikace základní metody. Samozřejmostí je, že je tomu tak pouze v individuálních případech, není to pravidlem.

Důvody, proč se navrhují vzduchové izolační systémy, jsou:

- a) například u památkově chráněných objektů není možný mechanický zásah do nosného systému,
- b) v původním řešení objektu vzduchový izolační systém byl, ale novodobými stavebními úpravami (nevhodnými) byl uzavřen a je potřeba ho obnovit, nebo alespoň využít jako doplňkový systém další metody,
- c) neodborný návrh vzduchoizolačního systému, který by ale po úpravách mohl být využíván pro sanaci. [13]

V [13] jsou vzduchové izolační systémy rozděleny na *vzduchové dutiny* a *ostatní vzduchové izolační systémy*.

6.2.1.1. Vzduchové dutiny

Účinnost vzduchových dutin je relativně nízká, hmotnostní vlhkost lze jimi snížit o pouhých 2-3 %, proto se sanace pomocí vzduchových dutin provádí zejména při hmotnostní vlhkosti zdiva menší než 10 %. Principem je oddělení stavební konstrukce od zdroje vlhkosti vzduchovou dutinou s trvalou cirkulací vzduchu. Cirkulace vzduchu v dutině může být buď přirozená s vhodným rozmístěním nasávacích a výdechových otvorů zajišťujících trvalý přísun a odvod vzduchu, anebo může být s nuceným prouděním vzduchu, které je zajištěno pomocí ventilátorů. [13]

a) Vzduchové dutiny stěnové

Mohou být provedeny *na vnější straně obvodových stěn* nebo *na vnitřní straně obvodových stěn*. [13]

- **Na vnější straně obvodových stěn**

Provádějí se jako otevřené (anglické dvorky) nebo zakryté pod úrovní terénu a dále jako provětrávané soklové dutiny nad úrovní terénu.

- **Otevřený systém (tzv. anglický dvorek)**

Je tvořen odsazenou opěrnou zdí, která je obvykle zhotovena z prostého betonu, kamene nebo železobetonu v tloušťce závislé na statickém zatížení. Důležité je, aby konstrukce anglického dvorku byla vodotěsná. Dno dvorku je ve spádu od obvodové konstrukce objektu a odvodnění je provedeno pomocí vpustí, které jsou zaústěny do kanalizace nebo potrubím do trativodu. Shora je dutina zakryta většinou ocelovým roštem anebo je z boku opatřena zábradlím. Výhoda této metody je, že nepotřebuje nádechové a výdechové otvory. Mezi nevýhody patří zejména pronikání srážkové vody, hromadění napadaných nečistot, které je třeba odstraňovat a vliv na estetiku stavby. [4] [12].

- **Zakrytý systém (tzv. štola)**

Na rozdíl od předchozího řešení je shora zakryt například železobetonovou deskou. Cirkulace vzduchu je zajištěna pomocí otvorů, které vzduch přivádí a zase odvádí, vytváří se zde tzv. „komínový efekt“. Pro odvod vzduchu se často využívá nepoužívaný komínový průduch. Obdobně jako v předcházejícím případě je dno ve spádu směrem od konstrukce do vpusti, která je napojena na kanalizaci. Dutina je uzavřená, obnažené zdivo v ní tedy není pohledové. Zdivo je při realizaci nutné očistit, zbavit omítky a vyškrábat v něm spáry do hloubky min. 20 mm. Z důvodu pronikání srážkové vody, nejsou nasávací či výdechové otvory prováděny ve stropě dutiny. Strop musí být izolován v souladu s ČSN P 73 0600 [18] a ČSN P 73 0606 [19] proti stékající vodě. Dále je vhodné použít izolaci proti zemní vlhkosti na stěny a dno, případně doplnit o drenáž (u nepropustných zemin) na vnějším líci dutiny. Pro zaizolování se používají asfaltové i fóliové hydroizolace. Zastropení dutiny může být provedeno i v určité hloubce pod terén, pokud to situace vyžaduje. [4] [12]

- **Provětrávané soklové dutiny**

Soklové části jsou ve větší míře namáhány především odstříkující vodou. Princip provětrávaného soklu je obdobný jako u štoly. Mezi obvodovou konstrukcí objektu a konstrukcí soklu se vytvoří vzduchová dutina o minimální šířce 50 mm. Proudění vzduchu je zajištěno stejně jako u štol nasávacími a výdechovými otvory. Materiály používané na soklech mohou být stejné jako na zbytku objektu nebo s parametry odolnějšími proti povětrnostním vlivům. Založení soklové části se provádí na hydroizolaci. Sokly je možné řešit jako zděné, zavěšené nebo z profilovaných plastových fólií. [4] [12]

• **Na vnější straně obvodových stěn**

Vzhledem ke svému výškovému umístění je dělíme na: *pod úrovní podlahy a nad úrovní podlahy*. Princip stěn pod úrovní podlahy je shodný s principem štol.

- **Stěnové dutiny nad úrovní podlahy**

Stejně jako v ostatních případech je zde zapotřebí zajistit správnou cirkulaci vzduchu za pomoci nádechových a výdechových otvorů. Nejlepším řešením vzhledem k vlhkosti v místnosti je provedení výdechového otvoru do exteriéru (nasávání je z interiéru), z místnosti se tak bude odvádět vlhký vzduch ven a zároveň bude zajišťován odvod difundující vodní páry v předstěně. Předsazené stěny jsou budovány jako cihelné příčky na celou výšku místnosti. Předstěnu lze vytvořit i z materiálů odolných vlhkosti jako jsou umělohmotné desky, sádkarton či dřevo. Kotvící prvky desek musí být uspořádány tak, aby nebránily proudění vzduchu. Neodvětrávané vzduchové dutiny je nevhodné použít při sanaci vzlínající vlhkosti ze zemního prostředí naopak vhodné použití je při povrchové kondenzaci na stěnách uvnitř objektu. [4] [12]

b) Vzduchové dutiny podlahové

Jedná se o běžný způsob používaný v Čechách v souvislosti se sanací zdiva. Vzduchová mezera se provádí zastropením například železobetonovými stopními deskami, dřevěnými trámy, VŽ plechy apod. Tento způsob je vhodný u památkově chráněných objektů. Další variantou je

vytvoření vzduchové mezery pomocí speciálních tvarovek. Na českém trhu jsou například tvarovky zvané „iglú“ z HDPE termoplastu. Tyto plastové tvarovky se následně zalijí betonem s vloženou výztuží (kari sítí). Následuje souvrství podlahy. Vzhledem k tomu, že jsou tvarovky plastové, lze očekávat, že u památkově chráněných objektů bude metoda s tvarovkami památkáři zamítnuta.

Samozřejmostí je vybudování nádechových a výdechových otvorů. Pokud je v objektu nevyužívaný komín, je vhodným řešením napojit na něj vzduchovou mezeru. Pro zlepšení cirkulace vzduchu lze v komínové hlavě osadit ventilační turbínu. [4] [13] [5]

6.2.1.2. Ostatní vzduchové systémy

Sanace systémem kanálků (Knapenovy kanálky, kanálkový způsob) je v klimatických podmínkách České republiky málo účinná a vzhledem k tomuto faktu se prakticky nenavrhuje. Další způsob je použití profilovaných PE fólií. Jejich použití je omezeno zejména na vnějším líci nad úrovní terénu, kde tvoří pouze provětrávaný sokl a měly by být kombinovány pro zamezení vztlínající vlhkosti s mechanickou či chemickou metodou. Pod terénem je jejich využití na svislé straně pro odvádění vody k drenážnímu potrubí a zároveň jako ochranná vrstva hydroizolace. Provětrávané drenážní systémy jsou dalším způsobem sanace. Zda je tento systém účinný, nebylo doposud řádně zkoumáno. Provětrávaný drenážní systém umístěný v podloží pod objektem je zmiňován v souvislosti se snižováním koncentrace radonu. [4]

6.2.2 Sanační omítkové systémy

Sanační opatření bývají zpravidla kombinací několika metod. Zdivo je po provedení sanace vlhké ještě několik měsíců či let, v závislosti na materiálu a tloušťce zdiva, vlhkosti, teplotě atd. Ponechat povrchy bez úpravy by bylo neestetické. Běžné prostředky, které se využívají u novostaveb, nelze kvůli vysoké vlhkosti konstrukce aplikovat. Proto se používají omítky sanační, které jsou definovány jako *„suchá maltová směs s vysokou porozitou a paropropustností při současně velmi nízké kapilární vztlínivosti“* [4]. Sanační omítky mají pórovitost větší než 40 % a zároveň nízký difúzní odpor (faktor difúzního odporu je menší než 12). Oproti běžným omítkám mají póry větší

průměr. Tyto omítky jsou vnitřně hydrofobizované což znamená, že v nich nedochází ke vzlínání vody a nedochází k vystupování solí na povrch a tím k tvorbě výkvětů.

Sanační omítky jsou obvykle tvořeny podhosem, který tvoří spojovací vrstvu mezi zdivem a omítkou. Následuje vrstva základní omítky, která je určena k vyrovnaní podkladu či ukládání solí. Vrchní vrstvou je sanační omítka. Jako finální povrchová úprava je na sanační omítku obvykle aplikována štuková vrstva, která zajistí finální estetický vzhled. Směrnice WTA CZ 2-9-04 formuluje požadavky na sanační omítky. [13] [14]

Aby omítka vykazovala požadované vlastnosti, je vždy nutné striktně dodržet postup daného výrobce. Příprava před aplikací sanační omítky spočívá v očištění zdiva a vyškrábání spár ho hloubky min. 20 mm. Omítku následně aplikujeme do výšky minimálně 800 mm nad úroveň vlhkostní mapy. Nátěry používané na omítky nesmí uzavřít sanační omítky z hlediska difúze, proto lze používat nátěry s difúzní tloušťkou $s_d < 0,2$ m. U venkovního zdiva musí být omítka oddělena od terénu výškou alespoň 50 mm, aby nedocházelo ke vzlínání vody do omítky. [13]

6.2.3 Úpravy v okolí terénu

Jedná se o úpravy především terénu kolem objektu, kdy je nutné odvést vodu, která se zde hromadí, pryč od obvodových konstrukcí stavby. Především vlivem času dochází ke změnám v situaci kolem objektu a voda k objektu přitéká, namísto aby odtékala. Je tedy zapotřebí vyspádovat plochu kolem stavby směrem pryč, aby byla voda systematicky odváděna a také aby na ploše nestála. Dále vlivem nevhodných stavebních úprav může dojít k navýšení terénu, přičemž už se neprovede svislá hydroizolace do požadované výšky nad upravený terén. [12]

6.2.4 Drenážní systémy

Jedná se o doplňkové opatření základních sanačních a hydroizolačních systémů. Navrhuje se například v případě, že je stavba založena v nepropustném podloží (nad hladinou podzemní vody). Díky nepropustnému podloží by docházelo k hromadění vody u paty základů, která by na zdivo působila hydrostatickým tlakem. Umístěním drenáže zajistíme bezpečný

odvod vody. V případě že je budova založena ve svahu je vhodné drenážní potrubí dát do větší vzdálenosti od paty základů, protože je zde riziko působení vody stékající po svahu hydrostatickým tlakem. Drenáž nenavrhuje, pakliže je budova založena v propustném podloží a pokud je stavba založena pod hladinou podzemní vody. [13]

6.2.5 Větrání objektů

Dle hygienických požadavků by měly mít obytné místnosti 50 % výměnu vzduchu za hodinu. V dnešní době v důsledku snižování tepelných ztrát jsou v objektech instalována velice těsná okna i dveře. Důsledkem je zvyšování vlhkosti v nevětraných interiérech. Míra větrání dnes závisí většinou na lidském faktoru. [12]

7 Analýza vlhkosti objektu rodinného domu č. p. 203 na Strahově včetně návrhu sanace

7.1 Popis a umístění objektu

Historický objekt strážního domku č. p. 203 se nachází na parcele č. 289 v ulici Strahovská v katastrálním území Hradčany. Byl vybudován v první polovině 17. století v souvislosti s přestavbou gotického opevnění a výstavbou nového barokního. Je přímo přistavěn k hradební zdi zvané „Hladová“. Novodobá podoba je z roku 1970, kdy byla provedena kompletní rekonstrukce. Objekt je v současnosti užíván pro bydlení pouze v druhém podlaží a obytném podkroví, přízemí není vzhledem k aktuálním problémům s vlhkostí vhodné pro bydlení. Součástí objektu je přístavba garáže, která je ale novodobým řešením a nemá žádnou historickou hodnotu. Objekt strážního domku č. p. 203 je jako nemovitá kulturní památka zapsán pod číslem 39795/1-1030 v Ústředním seznamu kulturních památek. Nachází se v ochranném pásmu památkové rezervace hl. m. Prahy (číslo ÚSKP 333), v městské památkové rezervaci (číslo ÚSKP 1028) a v historickém centru Prahy, které je součástí světového dědictví Unesco (číslo ÚSKP 1). [26] [27]

Vzhledem ke světovým stranám je objekt svým uličním průčelím orientován na jihozápad. Terén je v bezprostřední blízkosti objektu rovinný, výška terénu přibližně odpovídá výšce čisté podlahy v přízemí. Podél uličního průčelí a průčelí na jihovýchod je betonový chodníček, v průčelí severovýchodním (do klášterních zahrad) je dlažba.



Obr. 2: Ortofoto s orientačním vyznačením objektů [26]

7.2 Stavebně historický průzkum objektu

Historie objektu sahá až do první poloviny 17. století. Pro dataci vzniku objektu je určující mědirytina Volprechta van Ouden – Allena z roku 1685, kde je objekt zachycen u „Hladové zdi“ s nově přistavěnou částí opevnění. Původně jednopatrový objekt byl vybudován v souvislosti s raně barokní výstavbou fortifikačního systému. V pozdním baroku proběhla přestavba a zvýšení objektu, které mělo souvislost s vojenským obranným charakterem, a později objekt sloužil i jako vojenské vězení. Dům své číslo popisné dostal až v roce 1915 a novodobá adaptace je z roku 1970.

Ve stavebně historickém průzkumu je uveden velice důležitý zápis z hlediska vlhkosti, kdy Magistrát hl. města Prahy oznámil hospodářskému odboru hl. města Prahy, že šetřením, které zde bylo provedeno 3. 4. 1947, byla zjištěna zvýšená vlhkost v obytné místnosti ve východním traktu domu (v přízemí objektu). Místnost popisují jako vlhkou, nevlídnou a studenou. Uvádějí, že obvodové stěny jsou tak silné, že je ani slunce neprohřeje. V dolních partiích zdí je omítka silně zavlhlá a dřevěná podlaha je vlhkostí a plísní zničená. V šetření je dále uvedeno, že nájemník větrá okna, ale pouze v době své přítomnosti, jelikož je objekt odlehlý a daná místnost se nachází v přízemí. V závěru doporučují, aby po uvolnění místnosti dosavadním nájemníkem, nebyla nadále místnost užívána k bydlení, ale pronajímána jako skladiště. O zhruba dva měsíce později Magistrát hl. města Prahy hospodářskému odboru hl. města Prahy napsal, že v šetření, které bylo provedeno 3. 4. 1947 v části pronajímané jiným nájemníkem, doporučují také, aby se již nadále prostory nevyužívaly jako obytné, ale pouze jako skladovací.

V roce 1967 byla na základě PD povolena přístavba garáže a oplocení pozemku. V roce 1970 proběhla celková rekonstrukce objektu (výměna oken, dveří, podlah). V rámci těchto stavebních úprav došlo i k několika dispozičním změnám za účelem uvedení prostor do původního historického stavu. Důležitým prvkem bylo vybudování centrálního topení s kotelnou umístěnou v přízemí. Splaškové vody z objektu byly odváděny do septiku, v blízkosti se nenacházel kanalizační řad. Dům byl napojen na přípojku vody a elektřiny. Svislé nosné konstrukce byly vybudovány z kamenného a smíšeného zdiva a

dle průzkumu v té době byly v dobrém stavu bez statického poškození. Valené klenby byly v té době také bez statického narušení a dřevěné trámové stropy, podlahy, omítky a řemeslné výrobky byly po rekonstrukci v dobrém stavu.

V roce 2005 byla provedena další rekonstrukce, která se však týkala pouze bytové jednotky nacházející se v patře objektu. Do bytové jednotky v přízemí nebylo stavebními úpravami zasahováno. Hlavním účelem těchto úprav byla výměna veškerých vnitřních rozvodů a některých stavebních prvků, které byly daleko za hranicí jejich životnosti. Součástí projektu bylo vybudování schodiště do půdního prostoru, takže vzniklo obytné podkroví. Rekonstrukce měla podpořit historický charakter stavby a odstranit novodobé prvky, které byly součástí nevhodných návrhů z minulých let. Byla provedena výměna střešní krytiny včetně klempířských prvků, oprava krovu, oprava komínů, repase oken a dveří, nová podlahová souvrství (PVC nahrazeno dlažbou či dřevěnou podlahou). Ústřední vytápění již bylo na hranici životnosti a pro byt v patře bylo nahrazeno elektrickým etážovým.

Za zmínku stojí, že v letech 1910-1993 dům obýval významný český režisér Elmar Klos. U objektu se nachází busta Marie Laudové, herečky Národního divadla, která byla Klosovou babičkou. Dnes objekt obývají potomci těchto známých českých osobností. Nad vchodem do domu je domovní symbol ve tvaru sluníčka z keramiky, od známého českého sochaře-keramika Jana Kutálka.



Obr. 3: Busta Marie Laudové (vlevo) [Vytvořeno autorem]

Obr. 4: Domovní znak Sluníčka od Jana Kutálka (vpravo) [Vytvořeno autorem]

7.3 Zjednodušený stavebně technický průzkum

Stávající nepodsklepený objekt má dvě nadzemní podlaží a obytné podkroví. Má obdélníkový půdorys o rozměrech cca 15,0 x 13,5 m. Přistavěná garáž má půdorysné rozměry přibližně 4,2 x 7,0 m. Objekt je zastřešen valbovou střechou, v níž jsou umístěny čtyři vikýře. Jedná se o rodinný dům o dvou bytových jednotkách. Bytová jednotka v patře je po rekonstrukci již řadu let užívána k bydlení, byt v přízemí je vzhledem k vysoké vlhkosti nevyužíván. Hlavní vstup do objektu je z ulice a nachází se v jihozápadním průčelí. Vedlejší vstup je umožněn ze zahrady v severozápadním průčelí. Stavba má významný historický charakter, je památkově chráněná a nachází se v památkově chráněných oblastech.

7.3.1 Základové konstrukce a geologické poměry

Dle geologických map se daná oblast nachází v soustavě Českého Masivu, kde převládají především zpevněné sedimenty (slínovec písčítý a jílovec spongilitický). [25]

Objekt je založen na základových pasech z kamene. V rámci zjednodušeného stavebně technického průzkumu, nebyly základové konstrukce podrobněji zkoumány. Není známá přesná hloubka základové spáry. V sanačních opatřeních je počítáno s dostatečnou hloubkou založení, ale ve skutečnosti může být objekt na některých místech založen mělčeji.

7.3.2 Svislé konstrukce

Svislé nosné konstrukce objektu (obvodové i vnitřní) jsou vybudovány z kamenného či smíšeného zdiva z cihel (cihel plných pálených dále jen CPP) a opuky. Tloušťka nosných zdí se pohybuje v přízemí nejčastěji od 0,8 – 2,0 m. V patře jsou zdi od 0,3 – 0,8 m. V uličním průčelí jsou k obvodové stěně přistaveny šikmé opěrné pilíře. Nenosné konstrukce jsou tvořeny z CPP rozdílných tloušťek pohybujících se od 0,1 – 0,4 m. Zajímavý je fakt, že severovýchodní průčelí objektu tvoří kamenná „Hladová zeď“. Objekt je k této zdi přistavěn.

Při průzkumu byly skladby zdiva patrné v místech, kde bylo zdivo z estetického hlediska ponecháno pohledové, anebo v místech opadané omítky. Přistavěná garáž je vyzděna z CPP tloušťky 300 mm.



Obr. 5: Zdivo v místě opadané omítky (vlevo) [Vytvořeno autorem]

Obr. 6: Pohledové kamenné zdivo (vpravo) [Vytvořeno autorem]

7.3.3 Vodorovné konstrukce

Strop je nad většinou přízemí klenutý tvořený valenou cihelnou klenbou. Strop nad chodbou 1.09 je dřevěný trémový, nad garáží je tvořen železobetonovou trémovou deskou. V druhém podlaží je trémový dřevěný strop, podkroví je shora zaklopeno sádkokartonovým podhledem.



Obr. 7: Valená klenba v 1.NP v místnosti č. 106 (vlevo) [Vytvořeno autorem]

Obr. 8: Cihelné zdivo klenby v místě poruchy (vpravo) [Vytvořeno autorem]

7.3.4 Schodiště

V objektu se nachází jedno hlavní schodiště, které spojuje obě nadzemní podlaží. V rámci rekonstrukce v roce 2005 bylo vybudováno ještě jedno schodiště z druhého patra do podkroví. Hlavní schodiště v místnosti 101 je jednoramenné, přímé, vetknuté, s dřevěnými stupni. První dva stupně tohoto schodiště jsou vybetonované, první obložený keramickým obkladem, druhý dřevěným. Nachází se hned za hlavním vstupem do domu a má 17 stupňů. Před vstupem do bytu v druhém podlaží není žádná podesta. Poslední schod tvoří práh dveří do bytu, což není příliš komfortní. Dřevěná nášlapná vrstva je již značně opotřebovaná dlouhodobým užíváním. Schodiště druhé, které překonává výšku mezi druhým podlažím a podkrovím je dřevěné, tvaru L se 16 stupni.



Obr. 9: Hlavní schodiště do 2.NP [Vytvořeno autorem]

7.3.5 Krov a střecha

V roce 2005 proběhla rekonstrukce krovu a výměna střešní krytiny. Pro účely této práce byla vypůjčena stavební dokumentace (včetně fotografií z rekonstrukce) s popisem stavebních úprav od pana Patrika Klosse (majitele bytu v 2.NP). Před rekonstrukcí byl proveden mykologický průzkum (pouze v rámci rekonstrukce v 2.NP), kterým se zjistilo napadení krovu dřevokaznými škůdci. Podmínkou rekonstrukce byla výměna silně napadených částí a masivní ochrana biocidními přípravky. Nyní je objekt zastřešen valbovou střechou s prejazovou krytinou. Ve střeše jsou osazeny čtyři vikýře a jeden výlez ke komínu (k hlavnímu komínu uprostřed dispozice). Krov má stojatou vaznicovou soustavu. Zateplen je minerální vatou tloušťky 160 mm. Vzhledem k tomu, že je střecha poměrně nová, tak na ní nejsou viditelné závady,

nezatéká do ní. Je zde ale problém, který z dlouhodobého hlediska může způsobit a nejspíše také způsobí snížení životnosti krovu. Při rekonstrukci střechy nebylo vyvedeno (z neznámých důvodů) větrací potrubí kanalizace nad střechu. Je zaústěno do prostoru krovu, bude zde zvyšovat vlhkost a tím snižovat životnost dřevěných konstrukcí a zvyšovat riziko napadení dřevokaznými škůdci, pro které se zde tímto vytvoří vhodné prostředí. Součástí rekonstrukce byla výměna okapních žlabů a svodů. Žlaby a svody jsou z měděného plechu. Svody jsou zaústěny pod terén. Není známo, kam a jak daleko je voda od objektu odváděna. Hromosvod není na střeše osazen. Střecha nad garáží je také valbová s prejzovou krytinou a dřevěným krovem. Na obr. 30 je zachyceno velice problematické místo úžlabí mezi střechou a kamennou zdí, kde je velmi vysoké riziko hromadění vody. Do úžlabí je také zaústěn odvodňovací chrlič z terasy v 2.NP. Žlab a svod ze střechy garáže jsou z poplastovaného plechu. Svod je vyústěn nad terén v těsné blízkosti objektu.



Obr. 10: Rekonstrukce střechy RD v r. 2005 [Foto: Patrik Kloss]



Obr. 11: Střecha RD stávající stav v r. 2017 [Vytvořeno autorem]

7.3.6 Komínová tělesa

V objektu se nachází dvě komínová tělesa. Větší komín nacházející se uprostřed dispozice byl dle historického průzkumu průlezný. Odváděl spaliny z kotle umístěného v místnosti 104 (kotelna). Druhý komín se nachází v severovýchodním průčelí při hradební zdi a nejsou o něm dále žádné záznamy. Není napojen na žádný zdroj vytápění. Oba komíny jsou vyzděny z CPP. Vzhledem k rozsahu stavebně – technologického průzkumu, nebylo možné určit, zda jsou komíny funkční. V rámci rekonstrukce 2005 byly opraveny hlavy obou komínů.



Obr. 12: Komín - rekonstrukce v r. 2005 před opravou (vlevo) [Foto: Patrik Kloss]

Obr. 13: Komín - rekonstrukce v r. 2005 po opravě (vpravo) [Foto: Patrik Kloss]

7.3.7 Výplně otvorů

7.3.7.1 Výplně dveřních otvorů

Hlavní vstupní dveře se nacházejí v jihozápadním průčelí objektu. Jedná se o jednokřídlé dřevěné dveře osazené v kamenné pískovcové zárubni. V horní třetině dveřního křídla je malé okénko opatřené mříží. Dveře mají hnědý nátěr. Vedlejší vstupní dveře v severozápadním průčelí jsou vzhledově mnohem prostší než hlavní vstupní dveře. Jsou dřevěné s hnědým nátěrem a podélným okénkem osazeným v horní polovině dveří. Zárubeň

těchto dveří je ocelová. Vjezd do garáže je opatřen dřevěnými dvoukřídlými vraty, v hnědém nátěru.



Obr. 14: Dveře v kamenném portálu - hlavní vstup [Vytvořeno autorem]

Interiérových dveří je zde několik typů. Prvním jsou dveře dřevěné s původním kováním profilované stejně jako vstupní dveře, křídla jsou plná bez prosklení (viz obr. 15), osazené jsou v dřevěných obložkových zárubních. Druhým typem jsou dvoukřídlé dveře dřevěné, v dřevěných obložkových zárubních. Křídla jsou plná s negativním profilováním, natřené bílou barvou. Tyto dva uvedené typy se nacházejí v přední hlavní části přízemí domu. V zadní části objektu (po průchodu chodbou číslo 107) se nachází další typy dveří. Jednak jsou zde dřevěné dveře s původním kováním, které jsou osazené v kamenném portálu. Dále dřevěné dveře v obložkové zárubni s plným křídlem s negativní profilací a voštinové dveře v ocelové zárubni.

V druhém nadzemním podlaží se po rekonstrukci nacházejí dveře dřevěné v dřevěné obložkové zárubni.



Obr. 15: Dveře interiérové jednokřídlé dřevěné (vlevo) [Vytvořeno autorem]

Obr. 16: Dveře interiérové dvoukřídlé dřevěné (vpravo) [Vytvořeno autorem]

7.3.7.2 Výplně okenních otvorů

Veškerá okna v uliční fasádě jsou dřevěná špaletová se zděnou špaletou, skla jsou jednoduchá. Vnitřní křídla jsou otvíravá dovnitř, venkovní křídla ven. Venkovní křídla jsou dělena vodorovnými příčkami na třetiny. V prostředním díle je vždy ještě větrací okénko. Okna mají bílý nátěr. Zbývající okna jsou kastlová s jednoduchým sklem. Vnější i vnitřní křídla těchto oken jsou všechna otvíravá do interiéru. V místnosti číslo 108 (koupelna) je osazeno okno dřevěné jednoduché. V severovýchodním průčelí jsou dřevěné jednokřídlé francouzské dveře s dvojsklem, v hnědém nátěru. Okna v garáži jsou s jednoduchým zasklením v kovovém rámu.

Okna v přízemí hlavního objektu jsou opatřena ocelovými mřížemi, a to buď na interiérové straně, nebo v prostoru mezi okny nebo na fasádě z exteriéru.



Obr. 17: Okno kastlové (vlevo) [Vytvořeno autorem]



Obr. 18: Okno špaletové (vpravo) [Vytvořeno autorem]

7.3.8 Povrchové úpravy

Průčelí objektu rodinného domu jsou ze tří stran hladká, omítaná, světle žlutého odstínu. Ze zadní severovýchodní strany je fasáda rezná bez omítek. V průčelí na jihozápad je obvodová stěna posílena opěrnými pilíři. Stěna na jihovýchod je v patě u terénu rozšířena a směrem nahoru se zužuje. V patře jsou okna rámována šambránami, které jsou typickým barokním znakem. Ostění v přízemí jsou hladká bez šambrán. V uličním průčelí jsou hlavní vstupní dveře a francouzské okno osazeny v kamenných pískovcových portálech. Nad vstupními dveřmi se nachází domovní znak z keramiky s reliéfem sluníčka. Po obvodě objektu je v druhém nadzemním podlaží v úrovni ukončení střechy římsa. Garáž je také v hladké omítce ve světle žlutém odstínu.

Omítky na stropěch a stěnách v interiérech jsou hladké bílé. Místnost 111 je pouze nahrubo omítnuta. Místnost 108 (koupelna) je obložena keramickým obkladem. Keramický obklad byl také v místě, kde původně stála kuchyňská linka v místnosti 103.

Z exteriérové strany se v předních průčelích kolem objektu nachází betonový chodníček, ze zadní strany směrem do zahrad je dlažba. V interiéru jsou nášlapné vrstvy v přízemí tvořeny keramickou dlažbou, dřevěnými parketami či betonovou nášlapnou vrstvou. Ve většině místností je povrchová úprava daleko za hranicí své životnosti. V druhém podlaží byly podlahy v rámci

rekonstrukce v roce 2005 sjednoceny na dřevěné či z keramické dlažby a v současnosti jsou v dobrém stavu. Podlaha v garáži je betonová.



Obr. 19: Jihozápadní uliční průčelí [Vytvořeno autorem]



Obr. 20: Severovýchodní průčelí [Vytvořeno autorem]

7.3.9 Technické zařízení budovy

V rámci stavebních úprav v roce 2005 byla v bytě v druhém podlaží provedena rekonstrukce připojovacích potrubí vody a kanalizace, které se napojily v úrovni podlahy na stávající stoupací potrubí (litinové). Dále se osadily nové zařizovací předměty. Byly provedeny nové rozvody ústředního vytápění, jejichž zdrojem je elektrokotel.

V přízemí objektu se nachází rozvody vody a kanalizace v chátrajícím stavu odpovídajícím jejich stáří. Zařizovací předměty jsou za hranicích jejich životnosti. V roce 1970 zde bylo vybudováno centrální topení s kotelnou. Toto zařízení již není provozuschopné.

7.4 Mykologický průzkum

V roce 2013 byl v přízemí objektu proveden mykologický průzkum na základě požadavku investora. V rámci tohoto průzkumu byly posuzovány dřevěné podlahy, dveře a další dřevěné prvky z hlediska výskytu dřevokazných škůdců a podlahy a zdi z hlediska plísní.

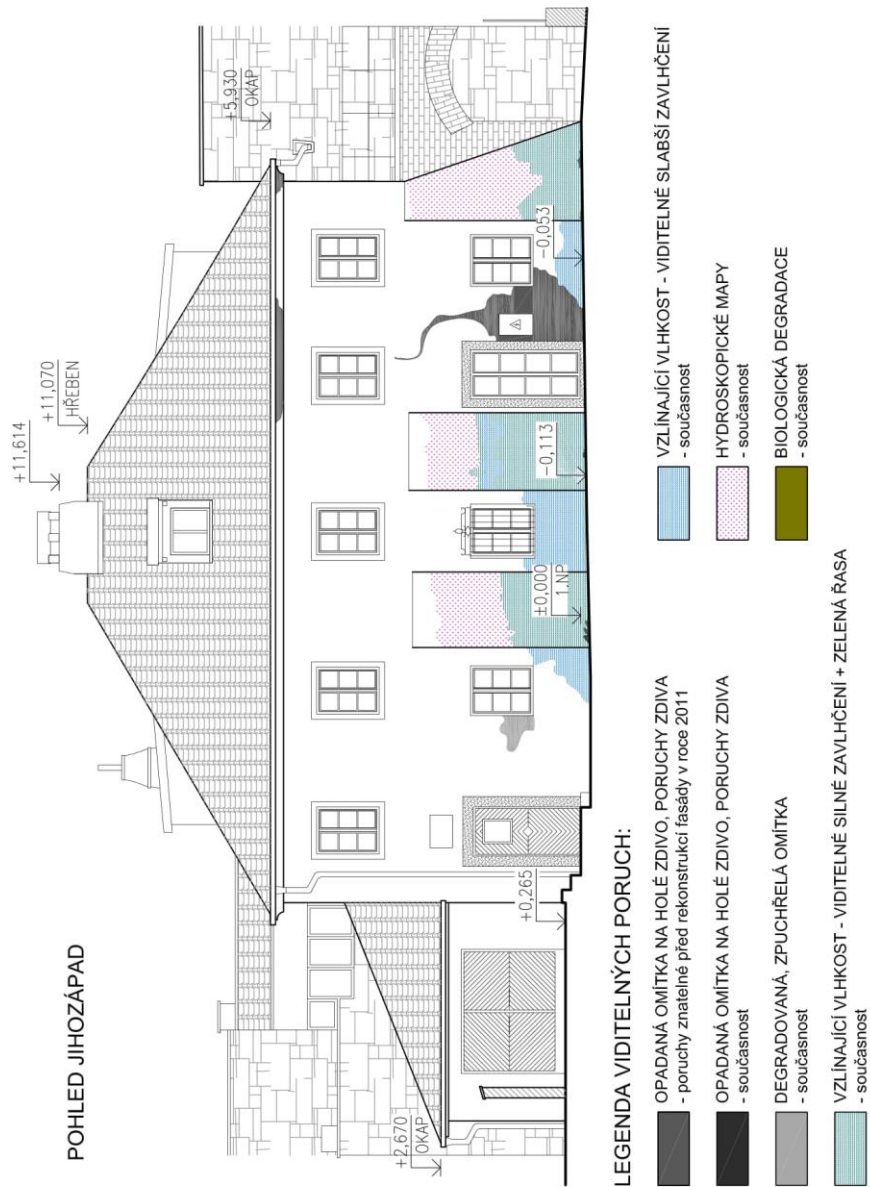
Za účelem zjištění škůdců v podlahách byla provedena sonda do podlahy v místnosti 105 a 106. Průzkumem bylo zjištěno, že v parketách v místnosti 105 se nenachází žádní škůdci. Odběrem vzorku v místnosti č. 106 z parkety u vlhké zdi a z podlahové lišty u vlhkého zdiva byla zjištěna přítomnost dřevokazného hmyzu z čeledi červotočovitých. Další vzorek byl odebrán v místnosti č. 111 z prahové části zárubně, která byla napadena dřevokaznou houbou outkovkou a dřevokazným hmyzem z čeledi červotočovitých. Nebyl zde ale prokázán aktivní stav houby. Pro účely zjištění výskytu plísní byly odebrány vzorky v místnostech 105 a 106 z omítek, násypů podlah, spodního líce parket. Ve výsledcích vyšly vysoké hodnoty nárůstu plísní. V podlahách a kolem obvodových stěn chybí funkční hydroizolace, je zde zadržována vlhkost a tím se tvoří prostředí vhodné pro růst a šíření plísní.

7.5 Analýza poruch

V této části se práce zabývá analýzou nejvážnějších poruch historického objektu především z hlediska vlhkosti. Vlhkost v přízemí objektu, která je doprovázena přítomností dřevokazných škůdců a plísní, je hlavním důvodem, proč nemůže být přízemí objektu obýváno. Je zde vytvořeno prostředí, které je lidskému zdraví nebezpečné.

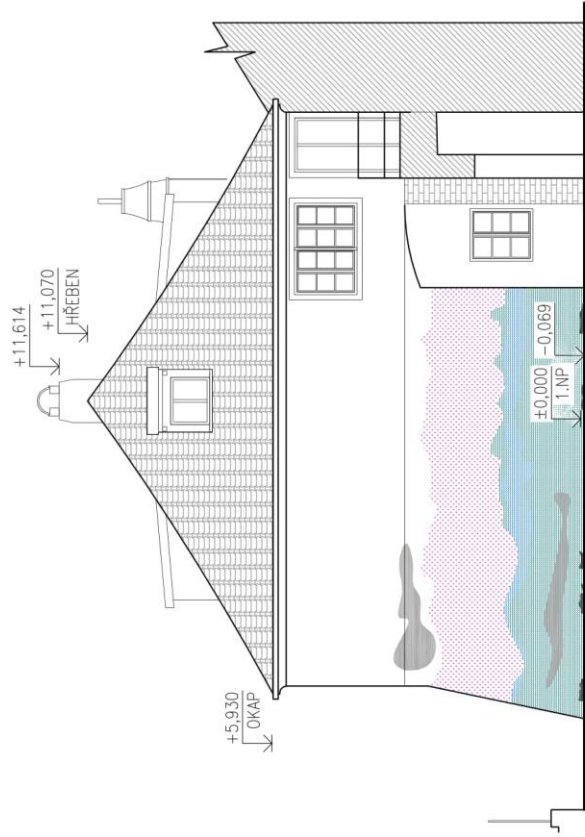
7.5.1 Zakreslení viditelných poruch

Přítomnost vlhkosti v objektu je zcela zřejmá. Je doprovázena vlhkostními mapami na stěnách, výkvěty solí a nepříjemným pachem plísně v interiéru. Před rekonstrukcí fasády v roce 2011 byly na fasádě zřejmé i další poruchy, které nebyly způsobeny vlhkostí. Pro přehlednost jsou všechny tyto vizuální poruchy zakresleny do zjednodušené výkresové dokumentace, která byla vytvořena pro účely této práce na základě zapůjčené projektové dokumentace.










Obr. 21: Vyznačení poruch – JZ fasáda [vytvořeno autorem]

POHLED JIHOVÝCHOD

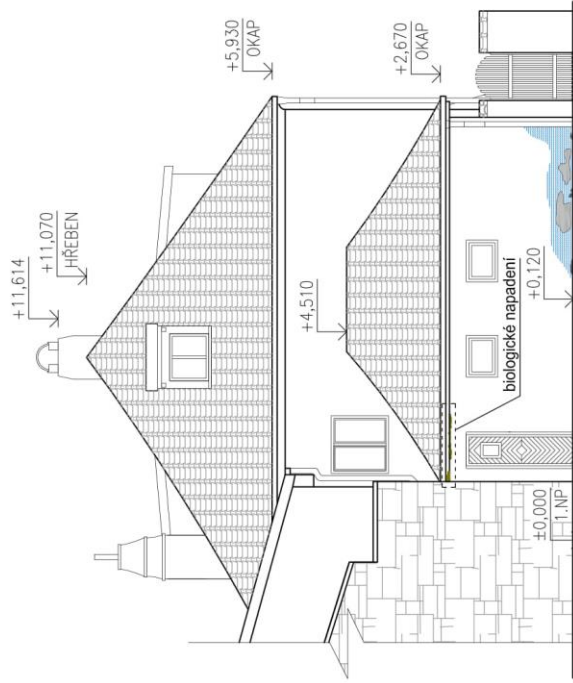


LEGENDA VIDITELNÝCH PORUCH:








	OPADANÁ OMÍTKA NA HOLE ZDIVO, PORUCHY ZDIVA - poruchy znatelné před rekonstrukcí fasády v roce 2011		VZLNĚJÍCÍ VLHKOST - VIDITELNĚ SLABŠÍ ZAVLHČENÍ - současnost
	OPADANÁ OMÍTKA NA HOLE ZDIVO, PORUCHY ZDIVA - současnost		HYDROSKOPICKÉ MAPY - současnost
	DEGRADOVANÁ, ZPUCHŘELÁ OMÍTKA - současnost		BIOLOGICKÁ DEGRADACE - současnost
	VZLNĚJÍCÍ VLHKOST - VIDITELNĚ SILNĚ ZAVLHČENÍ + ZELENÁ ŘASA - současnost		

Obr. 22: Vyznačení poruch – JV fasáda [vytvořeno autorem]

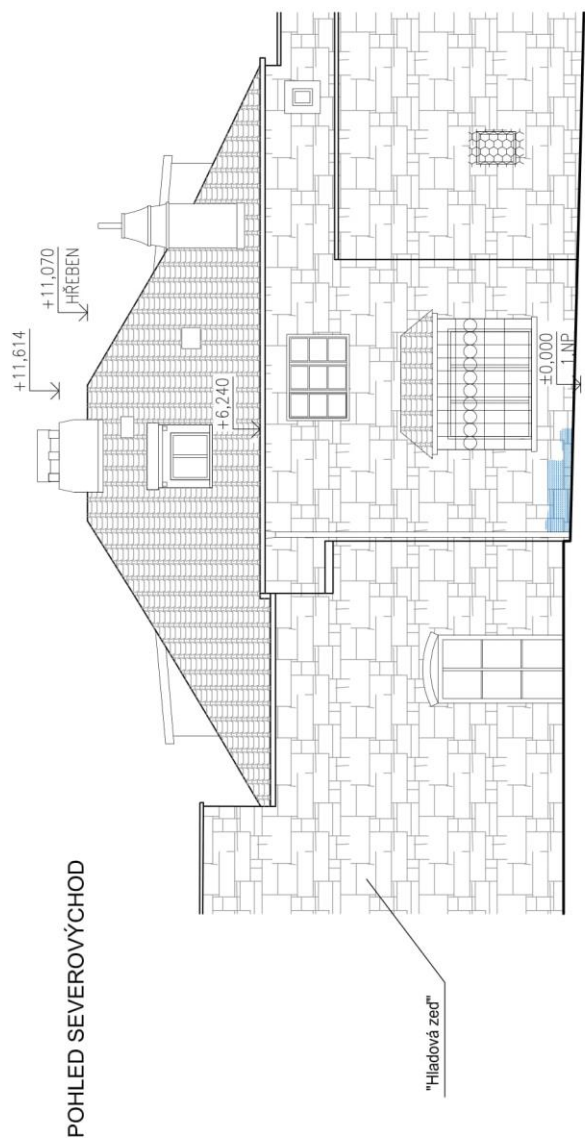
POHLED SEVEROZÁPAD



LEGENDA VIDITELNÝCH PORUCH:

	OPADANÁ OMÍTKA NA HOLE ZDIVO, PORUCHY ZDIVA - poruchy znatelné před rekonstrukcí fasády v roce 2011		VZLNĚJÍCÍ VLHKOST - VIDITELNĚ SLABŠÍ ZAVLHČENÍ - současnost
	OPADANÁ OMÍTKA NA HOLE ZDIVO, PORUCHY ZDIVA - současnost		HYDROSKOPICKÉ MAPY - současnost
	DEGRADOVANÁ, ZPUCHŘELÁ OMÍTKA - současnost		BIOLOGICKÁ DEGRADACE - současnost
	VZLNĚJÍCÍ VLHKOST - VIDITELNĚ SILNĚ ZAVLHČENÍ + ZELENÁ ŘASA - současnost		

Obr. 23: Vyznačení poruch – SZ fasáda [vytvořeno autorem]



LEGENDA VIDITELNÝCH PORUCH:

 VZLIŇAJÍCÍ VLHKOST - VIDITELNÉ SLABŠÍ ZAVLHČENÍ
- současnost

Pozn.:

Průčelí objektu směrem do zahrad je tvořeno kamennou "Hladovou zdi". Nejsou zde jiné viditelné poruchy než vzliňající vlhkost v místě střešního svodu.

Obr. 24: Vyznačení poruch – SV fasáda [vytvořeno autorem]



Obr. 25: Historický pohled na objekt [Zdroj: Stavebně historický průzkum-SÚRPMO, 06/1983]

Z dochované archivní dokumentace (viz obr. 25) je vidět zasolení zdiva, kde jsou na fasádě objektu znatelné rozsáhlé hydroskopické mapy.

7.6 Vlhkostní průzkum a průzkum salinity

„Vlhkost zdiva se projevuje vznikem zřetelně zavlhlých tmavých ploch na povrchu zdiva, odpadáváním omítky, jejím rozpadem v důsledku soustředění rozpustných solí, napadením mikroorganismy, bakteriemi, plísněmi, řasami a houbami.“ [11] Po provedení výše uvedených průzkumů je zřejmé, že objekt je sužován vlhkostí, která se projevuje zejména v přízemí objektu.

7.6.1 Měření kapacitním vlhkoměrem

Předmětná historická stavba je památkově chráněná, proto byla pro měření vlhkosti vybrána nedestruktivní metoda měření kapacitním vlhkoměrem. Pro účely měření byl zapůjčen kapacitní vlhkoměr ALMEMD 2290-8. Výhodou této metody je, že teplota a malý obsah solí nemají velký vliv na výsledky měření. Sonda, která se připojí k přístroji, je přikládána k povrchu konstrukce a naměřené hodnoty vlhkosti v % se zobrazují na digitálním displeji. Jedná se pouze o orientační měření, pomocí kterého ale získáme celkem dobrý přehled o míře zavlhčení měřených konstrukcí. Aby bylo možné do určité míry kalibrovat přístroj, byly odebrány vzorky pro určení vlhkosti pomocí gravimetrické (vážkové) metody. Ihned po odebrání vzorků byla změřena jejich vlhkost pomocí kapacitního vlhkoměru. Potom byla

stanovena orientační odchylka pro kalibraci přístroje ve dvou výškových úrovních. První úroveň pro výšku do 0,5 m a druhá od 0,5 m do výšky 1,8 m.

Vlastní měření kapacitním vlhkoměrem bylo prováděno vždy v jednom místě ve třech výškových bodech z exteriéru a to v 0,3 m, 1,2 m a 1,8 m nad přilehlým terénem. V interiéru byly měřeny v každém bodě dvě hodnoty ve výškách 0,1 a 1,1m nad čistou podlahou. Uvedené výšky byly vybrány na základě vlhkostní mapy nacházející se na zdi tak, abychom získali co nejlepší představu namáhání různých stěn v různých výškách.



Obr. 26: Kapacitní vlhkoměr ALMEMD 2290-8 [Vytvořeno autorem]

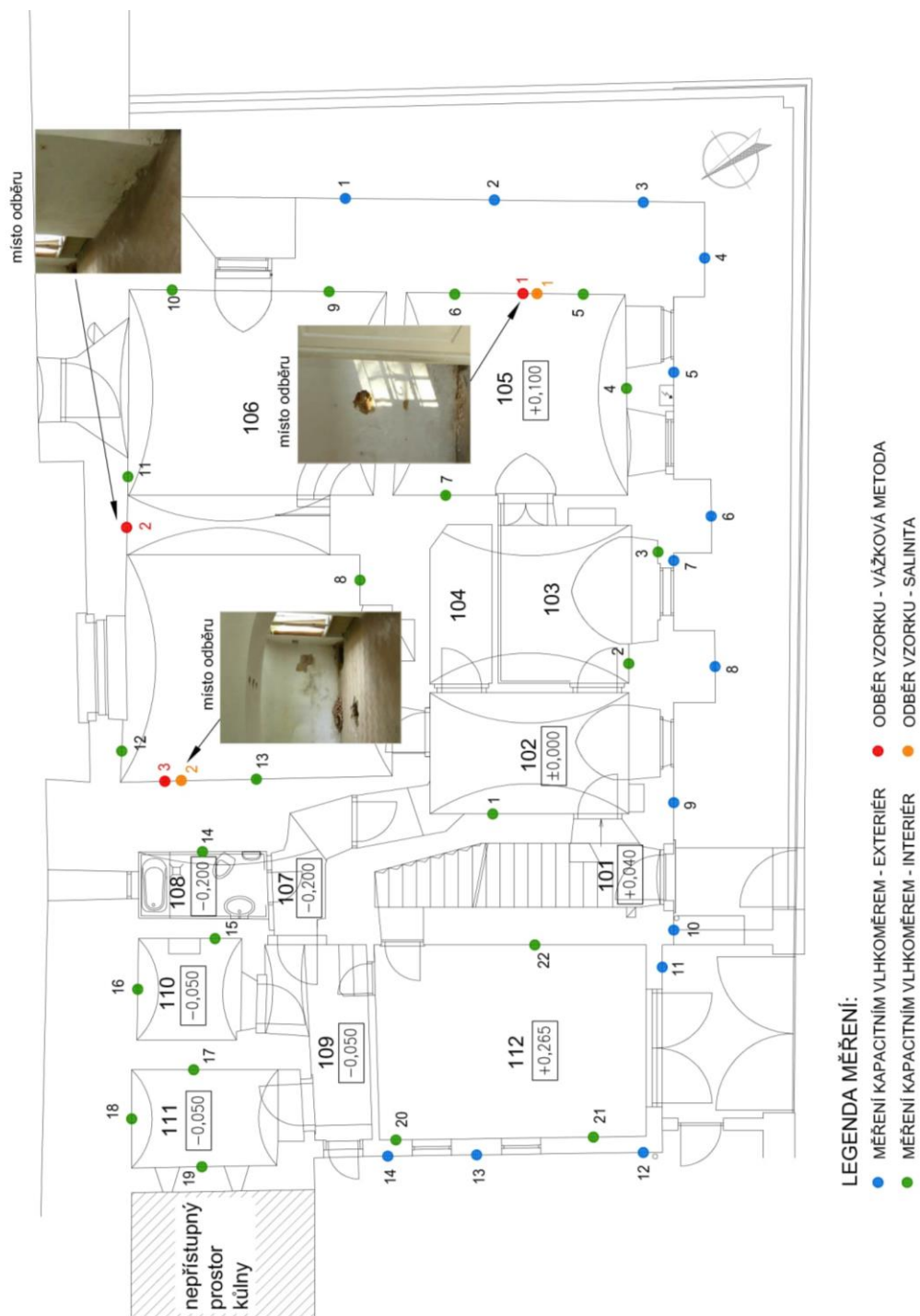
7.6.2 Vážková metoda

Za účelem kalibrace přístroje byl proveden odběr vzorků v interiéru, pro zjištění hmotnostní vlhkosti pomocí laboratorní vážkové metody. Metoda je již podrobně popsána v kapitole 5.1.2. Je nutné upozornit, že místa odběru vzorků byla pouze z poškozených míst a památka tedy jimi nijak neutrpěla. Vzorky byly odebrány ručně za pomoci kladívka do hloubky zhruba 6 - 7 cm (více nebylo možné, aby nedošlo k většímu poškození). V místnosti číslo 105 byly odebrány tři vzorky, jeden v místě u podlahy a další dva ve výšce 1,1 a 1,5 m nad podlahou. V místnosti 106 pak byly vzorky odebrány na dvou dalších místech. Jeden ve střední části místnosti u „Hladové zdi“ hned u podlahy. Druhý pak nalevo od okna ve výšce 0,1 a 1,5 m nad podlahou v poškozených místech.

7.6.3 Měření salinity

Vzorky pro určení přítomnosti vodorozpustných solí byly odebrány ve stejných místech jako vzorky pro určení vlhkosti gravimetrickou metodou. V místnosti 105 byl odebrán ve výšce 1,5 m nad podlahou a v místnosti 106

(nalevo od okna) také ve výšce 1,5 m nad čistou podlahou. Vzorky byly odevzdány do laboratoře, kde se stanovil obsah vodorozpustných solí pomocí iontové chromatografie ve vodném extraktu. Iontová chromatografie je fyzikálně chemická metoda, při níž jsou složky směsi rozdělovány mezi stacionární a mobilní fázi. Mobilní pohyblivá fáze je voda.



Obr. 27: Místa měření a odběrů vzorků – vlhkost a salinita [Vytvořeno autorem]

Tab. 5: Klasifikace vlhkosti zděných konstrukcí podle ČSN P 73 0610 [20]

Stupeň vlhkosti	Vlhkost zdiva w v % hmotnosti
Velmi nízká	$w < 3$
Nízká	$3 \leq w < 5$
Zvýšená	$5 \leq w < 7,5$
Vysoká	$7,5 \leq w \leq 10$
Velmi vysoká	$w > 10$

Tab. 6: Měření vlhkosti kapacitní metodou – exteriér [Vytvořeno autorem]

Místo měření - fasáda	Měřený bod	Výška nad podlahou/terénem [m]	Vlhkost [%]	Stupeň vlhkosti (dle ČSN P 73 0610)	
JV	1	0,3	12,3	Velmi vysoká	
		1,2	8,2	Vysoká	
		1,8	6,8	Zvýšená	
	2	0,3	11,8	Velmi vysoká	
		1,2	7,5	Vysoká	
		1,8	5,9	Zvýšená	
	3	0,3	12,0	Velmi vysoká	
		1,2	7,8	Vysoká	
		1,8	5,0	Zvýšená	
JZ	4	0,3	10,9	Velmi vysoká	
		1,2	7,4	Zvýšená	
		1,8	3,8	Nízká	
	5	0,3	10,2	Velmi vysoká	
		1,2	6,6	Zvýšená	
		1,8	3,5	Nízká	
	6	0,3	12,2	Velmi vysoká	
		1,2	10,0	Velmi vysoká	
		1,8	6,5	Zvýšená	
7	0,3	10,7	Velmi vysoká		
	1,2	5,5	Zvýšená		
	1,8	3,0	Nízká		
JZ	8	0,3	13,2	Velmi vysoká	
		1,2	8,4	Vysoká	
		1,8	6,3	Zvýšená	
	9	0,3	10,0	Velmi vysoká	
		1,2	7,3	Zvýšená	
		1,8	3,3	Nízká	
	10	0,3	6,1	Zvýšená	
		1,2	3,5	Nízká	
		1,8	2,5	Velmi nízká	
	11	0,3	3,9	Nízká	
		1,2	3,4	Nízká	
		1,8	1,7	Velmi nízká	
	SZ	12	0,3	6,3	Zvýšená
			1,2	4,2	Nízká
			1,8	2,6	Velmi nízká
13		0,3	7,0	Vysoká	
		1,2	4,8	Nízká	
		1,8	2,2	Velmi nízká	
14	0,3	5,0	Zvýšená		
	1,2	3,6	Nízká		
	1,8	2,1	Velmi nízká		

Tab. 7: Měření vlhkosti kapacitní metodou – interiér [Vytvořeno autorem]

Místo měření - místnost	Měřený bod	Výška nad podlahou/terémem [m]	Vlhkost [%]	Stupeň vlhkosti (dle ČSN P 73 0610)
102	1	0,1	3,1	Nízká
		1,1	1,0	Velmi nízká
103	2	0,1	8,8	Vysoká
		1,1	5,4	Zvýšená
	3	0,1	7,0	Nízká
		1,1	4,2	Zvýšená
105	4	0,1	10,2	Velmi vysoká
		1,1	6,4	Zvýšená
	5	0,1	11,4	Velmi vysoká
		1,1	7,8	Vysoká
	6	0,1	12,9	Velmi vysoká
		1,1	7,9	Vysoká
	7	0,1	11,5	Velmi vysoká
		1,1	6,0	Zvýšená
106	8	0,1	7,0	Zvýšená
		1,1	3,1	Nízká
	9	0,1	11,1	Velmi vysoká
		1,1	8,4	Vysoká
	10	0,1	7,4	Zvýšená
		1,1	10,8	Velmi vysoká
	11	0,1	9,7	Vysoká
		1,1	4,8	Nízká

Místo měření - místnost	Měřený bod	Výška nad podlahou/terémem [m]	Vlhkost [%]	Stupeň vlhkosti (dle ČSN P 73 0610)
106	12	0,1	9,0	Vysoká
		1,1	3,1	Nízká
	13	0,1	8,2	Vysoká
		1,1	3,2	Nízká
108	14	0,1	8,4	Vysoká
		1,1	4,1	Nízká
110	15	0,1	9,6	Vysoká
		1,1	5,8	Zvýšená
	16	0,1	10,1	Velmi vysoká
		1,1	5,3	Zvýšená
111	17	0,1	11,5	Velmi vysoká
		1,1	7,7	Vysoká
	18	0,1	13,5	Velmi vysoká
		1,1	7,1	Zvýšená
	19	0,1	11,1	Velmi vysoká
		1,1	8,1	Vysoká
112	20	0,1	4,5	Nízká
		1,1	2,1	Velmi nízká
	21	0,1	4,7	Nízká
		1,1	2,9	Velmi nízká
	22	0,1	3,0	Nízká
		1,1	1,3	Velmi nízká

Tab. 8: Měření vlhkosti gravimetrickou metodou [Vytvořeno autorem]

Místo měření - místnost	Měřený bod	Výška nad podlahou/terénem [m]	Stupeň vlhkosti [%]	Vlhkost w v% hmotnosti (dle ČSN P 73 0610)
105	1	0,02	14,0	Velmi vysoká
		1,1	8,0	Vysoká
		1,5	6,1	Zvýšená
106	2	0,02	9,5	Vysoká
106	3	0,1	8,8	Vysoká
		1,5	3,9	Nízká

Tab. 9: Tabulka limitních hodnot solí ve zdivu podle ČSN P 73 0610 [20]

Stupeň zasolení zdiva	Chloridy [%]	Dusičnany [%]	Sírany [%]
Nízký	do 0,075	do 0,1	do 0,5
Zvýšený	0,075 – 0,20	0,1 – 0,25	0,5 – 2,0
Vysoký	0,20 – 0,50	0,25 – 0,50	2,0 – 5,0
Velmi vysoký	více než 0,5	více než 0,5	více než 5,0

Tab. 10: Měření salinity [Vytvořeno autorem]

Místo měření - místnost	Měřený bod	Chloridy [%]	Dusičnany [%]	Sírany [%]
105	1	0,2	1,0	0,4
106	2	0,4	2,2	0,05
Stupeň zasolení		Vysoký	Velmi vysoký	Nízký

7.6.4 Vyhodnocení průzkumu

Z provedeného průzkumu vyplývá, že zdivo objektu je ve spodních partiích namáháno převážně velmi vysokou vlhkostí a je silně zasoleno. Mimo vlhkost a zasolení je zdivo viditelně biologicky napadeno zelenou řasou. Lze konstatovat, že chybí funkční opatření proti vlhkosti. Zdivo přízemí je zatěžováno především srážkovou vodou, která zatéká do podloží a odtud vzlíná do zdiva. Venkovní šikmé opěrné pilíře jsou velmi vlhkostně namáhaná místa. Jsou přímo vystaveny srážkové vodě. Vlhkostní mapy zde dosahují až k vrcholu pilířů. Nejvyšší hodnoty vlhkosti v interiéru byly naměřeny v místnostech 101 a 106. Obecně jsou místnosti v prvním nadzemním podlaží velice málo větrány. Větrání je zde závislé především na lidském faktoru. Ústřední vytápění v přízemí není funkční, místnosti jsou dlouhodobě nevytápěny. Stěny jsou prochladlé a v důsledku srážení vodní páry na povrchu jsou orosené. Hodnoty vlhkosti v % dosahovaly zejména u podlahy, respektive terénu velmi vysokých hodnot. Cílem vlhkostního měření bylo získat představu o míře zavlhnutí zdiva. Poznatky jsou dále využity v kapitole 7.8.2 ke stanovení funkčního sanačního opatření. Zasolení zdiva, které zde dosahuje vysokých hodnot (chloridy) a velmi vysokých hodnot (dusičnany) je dalším problémem, který je třeba vyřešit. Řešení je uvedeno taktéž v kapitole 7.8.2.

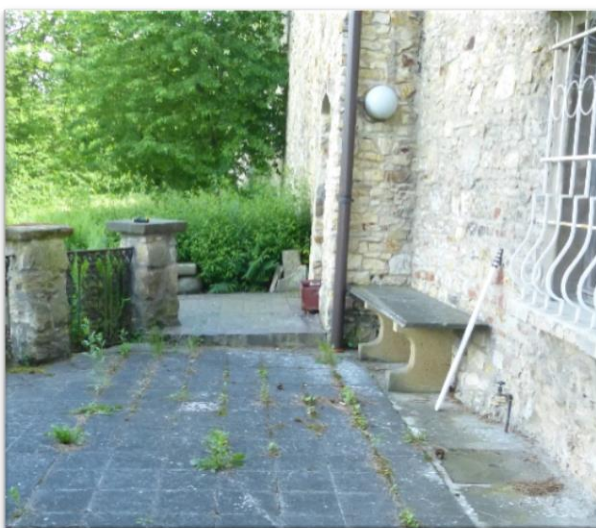
7.7 Příčiny a důsledky zvýšené vlhkosti

Kolem objektu rodinného domu na jihozápad a jihovýchod se nachází betonový chodníček (beton s oblázky), který je vlivem času již značně zchátralý. Mimo to je také špatně spádovaný což má za následky dlouhodobé zadržování srážkové vody na povrchu a dále zatékání vody k patě opukového zdiva. Logickým následkem je vlhnutí zdiva v přízemí. Odvod dešťové vody ze střechy objektu je zajištěn systémem žlabů a svodů. Svody jsou zaústěny pod povrch chodníčku, respektive dlažby v opačném průčelí. Není známo, jak daleko a jestli vůbec je voda odváděna do větší vzdálenosti od objektu, kde by byl umožněn její vsak. Můžeme předpokládat, že tomu, tak není a voda, která stéká ze střechy, se hromadí v podloží blízko obvodového zdiva, odkud je následně transportována kapilárním systémem vzhůru do zdiva. Dle pana P. Klosse (majitele bytu v 2.NP) se při přívalových deštích voda v předzahrádce

nahromadí a občas vystoupí tak vysoko, že zateče přes práh až do objektu. Mezi objektem garáže a částí „Hladové zdi“ je vytvořeno úžlabí (viz obr. 30). Do úžlabí je zaústěn chrlič z terasy v 2.NP. V úžlabí je voda pravděpodobně dlouhodobě zadržována a prosakuje do střešní konstrukce nad garáží. O průsaku vody také svědčí závažné biologické napadení (viz obr. 31). Díky zatékající vodě je v těchto místech vytvořeno vhodné prostředí pro život a růst biologických škůdců. Podle nahnědlé barvy a bíle zbarvených okrajů se můžeme domnívat, že se jedná o houbu dřevomorku. Pro rozsah zasažení by bylo nutné demontovat část střešní krytiny, abychom viděli, jak jsou na tom dřevěné prvky krovu. Houba se ale nešíří jen dřevem, ale také zdivem. Kromě toho, že narušuje strukturu dřeva, omítek a zdiva, má negativní vliv na zdraví člověka, způsobuje alergie.



Obr. 28: Zaústění dešťového svodu pod terén – JZ průčelí [Vytvořeno autorem]



Obr. 29: Zaústění dešťového svodu pod terén – SV průčelí [Vytvořeno autorem]



Obr. 30: Úžlabí mezi střechou garáže a zdí [Vytvořeno autorem]



Obr. 31: Římsa na přístavbě garáže – biologické napadení [Vytvořeno autorem]



Obr. 32: Dřevěný strop nad místností 109 – biologické napadení [Vytvořeno autorem]

Dalším problémem je odstříkující voda, která namáhá především spodní partie obvodového zdiva. V zimním období je navíc tato spodní část namáhána sněhem. Šikmé opěrné pilíře přistavěné k obvodové zdi jsou přímo namáhány srážkovou vodou, která po nich stéká. Na objektu vzhledem k jeho stáří chybí funkční hydroizolace. Vodě tedy nic nebrání, aby zatékala k obvodovým konstrukcím. V důsledku působící vlhkosti je omítka v patním místě zdi opadaná a značně zchátralá. Na zdech jsou viditelné vlhkostní mapy, které v některých místech dosahují až do výšky opěrných pilířů, tedy až do úrovně podlahy v druhém podlaží. Na vlhké venkovní fasádě se daří zeleným řasám, jak můžeme dobře vidět na *obr. 33*. Přítomnost řas nejenže hyzdí vzhled objektu, ale také přispívá k degradaci podkladu, na němž se vyskytuje.



Obr. 33: Vzlínající vlhkost, zelená řasa a hyroskopické mapy na JV fasádě (vlevo) [Vytvořeno autorem]

Obr. 34: Vzlínající vlhkost, zelená řasa a hyroskopické mapy na JZ fasádě (vpravo) [Vytvořeno autorem]

Další viditelnou poruchou hyzdící vzhled fasády jsou bílé hyroskopické mapy způsobené vodorozpuštěnými solemi. Přepravním prostředkem pro tyto soli je právě voda, která postupuje kapilárami vzhůru do zdiva. Postupným vysycháním vody dochází ke krystalizaci solí a vzniku nevzhledných map. Ve výsledku jsou výkvěty solí nejen napohled neestetické, ale zároveň také přispívají k degradaci omítek a pojiv zdiva.

Komín, který se nachází u „Hladové zdi“ v severovýchodním průčelí není opatřen komínovou hlavicí a nic tedy nebrání zatékání srážkové vody do komína. Zobrazení poruch patrných na fasádě objektu viz *kapitola 7.5.1*. Poruchy v interiéru jsou úzce spjaté s exteriérovými. Příčiny a důsledky vlhkosti uvnitř objektu jsou popsány dále v textu. Vzhledem k problémům s vlhkostí je na objektu zapotřebí provést radikální sanační opatření. Návrhem sanačních opatření se tato práce zabývá v *kapitole 7.8*.

Známý a charakteristický problém u historických staveb je kondenzace vzdušné vlhkosti na chladném povrchu zdiva. Objekt je v přízemí nevytápěn, což ještě více podporuje rosení zdí. Příkladem je větrání v jarním období, kdy se do interiéru dostane teplý venkovní vzduch, a na studených neprohřátých zdech začne plošně kondenzovat přebytečná vlhkost. V případě řešeného objektu, se můžeme domnívat, že kvůli značné tloušťce stěn, které se nejspíše nikdy neprohřejí, bude pára kondenzovat i během celého léta. Tato vlhkost vede k destrukci omítek a následně i zdiva. V zimním období voda přítomná ve zdivu zvětší svůj objem a přispívá tak k dalším destrukčním pochodům.

Vlhkostní mapy jsou stejně jako z exteriéru v interiéru dobře patrné. Omítka je v těchto místech opadaná a zpuchřelá. Tmavší místa na provlhle omítce značí větší míru zavlhčení. Zpravidla pozorujeme, že největší vlhkost se nachází u podlahy objektu. Výška čisté podlahy je ve většině míst zhruba na úrovni venkovního terénu.



Obr. 35: Vzlínající vlhkost – interiér [Vytvořeno autorem]

Voda vzlínající ve zdivu sebou nese rozpuštěné chemické látky zejména soli. Tyto soli jsou hygroskopické, to znamená, že mají schopnost přejímat vodu z okolního vzduchu, a tím přispívají k dalšímu vlhnutí zdiva. Svými krystalizačními a hydratačními tlaky přispívají ke korozi materiálů. [11] Průzkumem salinity byla zjištěna přítomnost všech druhů solí, zejména dusičnany a chloridy. Dusičnany souvisí s rozkladem organických hmot a dostávají se do půdy zatékáním například z žump, septiků a kanalizačních vedení. [8] Tento fakt vyvolává otázku stavu těsnosti kanalizační jímky či svodného potrubí pod terénem. Velmi vysoká koncentrace dusičnanů byla naměřena v obou sondách. Například stěna u koupelny v místnosti 107 je velmi silně zasolena (viz obr. 36). Chloridy pocházejí především z posypových solí, které se užívají v zimním období na komunikacích. Zdrojem síranů jsou především kyselá deště. Mohou být ale také součástí stavebních hmot zejména zdících materiálů (cihly, cementová omítka), ze kterých se vyluhují. [8]



Obr. 36: Výkvěty solí – chodba 107 [Vytvořeno autorem]

Lze konstatovat, že vlhkost v objektu není dlouhodobě v dobrém stavu. Svědčí o tom i zápisy z 50. let 20. století. Dle výše uvedených poznatků je zapotřebí zabránit zatékání vody ke konstrukcím a provést sanaci zdiva z hlediska vlhkosti a zasolení. Současně by měl být vyřešen problém s kanalizací, která je zjevně dávno za hranicí své životnosti.

7.8 Návrh sanačního opatření

7.8.1 Sanační opatření 1

Na základě požadavku investora byl Ing. L. Balíkem pro objekt vytvořen koncepční návrh sanačních opatření (vnitřních i vnějších). Návrh vnějších sanačních úprav byl zpracován a upraven ve spolupráci s Ing. L. Balíkem do zjednodušené stavební dokumentace, která byla spolu s koncepcí vnitřních opatření předložena památkářům předtím, než měla být podána ke stavebnímu řízení. Návrh nebyl památkáři schválen z důvodů, které jsou uvedeny dále v textu.

Sanační opatření (vnější a vnitřní) vycházelo ze stavebně technického průzkumu a ze zkušeností projektanta z obdobných staveb. Pro koncepční návrh nebyl proveden vlhkostní průzkum, průzkum salinity ani další průzkumy (historický, mykologicky apod.). V první etapě se mělo jednat pouze o sanační opatření vnější, která by byla v druhé etapě doplněna o vnitřní sanační opatření. Na základě toho, že byla první etapa zamítnuta, tak se druhá etapa dále nezpracovávala a zůstala pouze v koncepčním návrhu.

7.8.1.1 Sanační opatření vnější

Návrh vnějších sanačních opatření reaguje na fakt, že nášlapné vrstvy kolem objektu jsou již dožilé, poškozené a špatně vyspádované. V důsledku toho je dešťová voda dlouhodobě zadržována na povrchu a dále dochází k zavádění vody k obvodové konstrukci objektu, kde se vsakuje k patě základů. Především odtud tedy dochází k vlhnutí zdiva. Vnější opatření bylo věnováno těmto bodům:

- zajištění kvalitní, pevné a esteticky přijatelné nášlapné vrstvy,
- řízené odvedení povrchové dešťové vody mimo objekt,
- snížení tlaku a řízené odvedení podzemní vody mimo objekt,
- vytvoření hydroizolační bariéry na vnější straně podzemní části obvodového zdiva.

Návrh úpravy nášlapných vrstev a terénu kolem objektu se zabýval pouze jihovýchodní a jihozápadní stranou objektu. Severovýchodní strana nebyla řešena, ačkoli je zde podobný problém s dožitou nášlapnou vrstvou a

zatékáním vody k patě „Hladové zdi“. Přistavěná garáž také nebyla předmětem koncepčního návrhu.

1) Bourací práce

V „Hladové zdi“ měl být vyvrtán otvor Ø 130 mm v hloubce 1 m pod terénem jádrovým vrtem kvůli prostupu drenážní trubky skrz tuto zeď. Drenáž měla odvádět vodu kolem objektu a kolem oplocení pryč do zahrad za objektem, více viz následující odstavec č. 2) Výkopové práce. V místě, kde bylo zapotřebí provést vrt, má zeď šířku přibližně 2 m. Dále měly být do obvodového zdiva řešeného objektu vyvrtány (jádrový vrt) nádechové a výdechové otvory pro cirkulaci vzduchu ve vytvořené dutině z IPT desek a pro proudění vzduchu do vzduchové dutiny podlah (podlahy byly předpokládány v koncepci provětrávané dutinové). K četnému vrtání do původního historického obvodového zdiva se památkáři postavili negativně, a vrtání velkého množství otvorů zamítli.

2) Výkopové práce

Výkopové práce souvisely s návrhem drenáže kolem objektu a kolem oplocení. Výkop kolem domu byl navržen v šířce přibližně 0,8 m od objektu a hloubce 0,9 m, kolem plotu potom v šířce 0,5 m a hloubce 0,2 – 0,6 m. Zde je třeba podotknout, že drenáž by měla být uložena v takové hloubce, aby v potrubí nedocházelo k zamrznání dešťové vody. Proto by mělo být drenážní potrubí uloženo do minimální hloubky 0,6 m pod upravený terén. Za plotem u vstupní podesty se měla osadit přečerpávací jímka, pomocí které by byla voda odváděna dále do vsaku. Vsakovací zařízení nebylo předmětem návrhu. Výkop pro jímku byl o rozměrech 1x1x1,5 m. Drenážní potrubí vedoucí podél jihovýchodního průčelí objektu byla před „Hladovou zdí“ propojena. Skrz zeď dále prostupovalo plné potrubí, které mělo odvádět dešťovou vodu (drenážním potrubím délky cca 15 m) dále do zahrad nacházejících se za severovýchodním průčelím objektu.

3) Základové konstrukce a hydroizolace

Na dno všech výkopů byl navržen betonový podkladek, který měl být vyspádovaný (spád 5 %) směrem ke drenáži. Zřízení podkladku mělo zabránit pronikání vody až k patě základu, a mělo podpořit správný odvod vody

směrem k drenážnímu potrubí. Podkladek by měl být s protispádem směrem ke drenážnímu potrubí, což není v projektu navrženo (řešení s protispádem viz *obr. 38*). Obnaženou část kamenného základového zdiva bylo třeba očistit, vyjmout nesoudržné kameny a zpevnit vápennou maltou. Dále se měla aplikovat stěrková nebo živičná hydroizolace do výšky 250 mm nad upravený terén. Zde je nutné podotknout, že aplikace asfaltových pásů na obnažené kamenné zdivo, není bez úplného vyrovnání podkladu možná. Proto by zde bylo nasnadě použít zmíněnou hydroizolační stěrku. V návrhu je hydroizolace vytažena do výšky 250 mm nad upravený terén. Lépe by měla být tato hydroizolace vytažena do výšky 300 mm. V jihovýchodním průčelí byla v koncepci navržena větraná dutina pomocí IPT desek. V návrhu od projektanta je tato větraná dutina navržena po celém řešeném obvodu, tedy v jihovýchodním a jihozápadním průčelí. Podél obnažených základů měly být postaveny plastové IPT desky, horkovzdušně svařené na spojích. Z vnější strany desek bylo navrženo zateplení perimetrem tloušťky 100 mm. IPT desky (případně i perimetr) měly být z vrchní strany kryty systémovou lištou.

4) Ostatní práce

Plastová přečerpávací jímka se měla osadit do výkopu a následně zabetonovat. Osazované potrubí, které spojovalo drenáže a které procházelo skrz „Hladovou zed“ mělo být uzavřené (neperforované). Drenážní potrubí uložené na betonové podkladky bylo perforované. Potrubí mělo být obalené v geotextílii (300 g/m²) a výkop zasypan štěrkem frakce 32 – 64 mm. Prostup „Hladovou zdí“ měl být utemován. Do zbytku výkopu měla být navracena zemina (hutněná). Do výkopu by ale mohla být navracena pouze propustná zemina, nikoli zemina jílovitá málo propustná. Jako nášlapná vrstva byla uvažována zámková dlažba do štěrkového lože. V dlažbě kolem opěrné zídky nesoucí plot měl být vybudován žlábek pro povrchové odvodnění s přepadem do přečerpávací jímky. Zámková dlažba měla být vyspádována směrem od objektu do povrchového žlabu.

7.8.1.2 Sanační opatření vnitřní

Vnitřní sanační opatření měla reagovat na opatření vnější. Hlavní opatření spočívalo ve vytvoření provětrávaných dutinových podlah

v kombinaci s hydroizolací zdiva formou chemické infuzní clony. Doplňkovou metodou měla být sanační omítka z interiérové strany objektu.

1) Vnitřní dutinové podlahy

Návrh spočíval v částečném řízeném odvádění nasycených vodních par, skrz dutinu vytvořenou v podlaze, mimo objekt. Podlahy byly rozděleny do samostatně provětrávaných úseků. Navržená nová skladba podlahového souvrství (od spodu):

- původní zemina,
- vyrovnávací štěrkový podsyp frakce 16 -32 mm – tl. 40 mm
- geotextílie 300 g/m²,
- IPT10 desky vzájemně svařované za tepla – tl. 100 mm,
- podkladní beton podlahy C16/20 s vloženou kari sítí 150/150/4 – tl. 50 mm nad IPT desky,
- tepelná izolace EPS – tl. 100 mm,
- systémová skladba podlahového topení – předpoklad tl. 50 mm (alt. betonový potěr tl. 50 mm, atd.),
- nášlapná vrstva – jako předpoklad byla keramická dlažba.

Podkladní betonovou vrstvu nad IPT desky by bylo vhodné udělat ve vrstvě alespoň 70 mm (aby se dala vyztužit kari sítí). Chybně je navrženo vyztužení betonové vrstvy tl. 50 mm nad IPT desky kari sítí (stejně tak betonového potěru), kvůli nedostatečnému krytí výztuže. V podlahách je navrženo podlahové topení a jako nášlapná vrstva keramická dlažba. Toto řešení je v pořádku. Pokud by chtěl však investor podlahu z masivního dřeva, měl by pouze omezený výběr, protože by mohl vybírat pouze z výrobků, které jsou pro podlahové topení určeny. V této části návrhu se památkáři nesouhlasně vyjádřili k použití IPT desek z hlediska použitého materiálu – plastu.

2) Chemická infuzní clona

Chemická infuzní clona (dále jen clona), byla navržena v rozsahu daném koncepčním návrhem. Clona působí proti vzlínající vlhkosti tak, že ve vodorovné rovině funkčně uzavře zdivo. Aby se stala vodě-nepropustnou,

musí být naplněna chemickou směsí, která má hydrofobní, event. utěšňující účinky. Jako příklad je uvedena ekologicky nezávadná směs Aquafin – F. Vrtvy byly navrženy o průměru 14 - 16 mm v osově vzdálenosti 120 mm se sklonem do 30°. Aplikace pomocí tlakové injektáže pod předepsaným tlakem min. 2 bary. Z důvodu zamezení vytečení injektážní hmoty je délka vrtu stanovena jako tloušťka zdi mínus 100 mm. Provádění injektáže bylo stanoveno po 1 m, přičemž se měly dělat záznamy o spotřebě materiálu. Před samotnou injektáží se provádí hydroizolační stěrka v páse 150 mm nad a pod vrtaný otvor, kvůli tomu, aby injektážní materiál neodtéká spárami mimo zdivo.

3) Sanační omítky

Sanační omítky měly být aplikovány v rozsahu daném koncepčním projektem. Byla doporučena dvouvrstvá sanační omítka na vápenné bázi. Skladba omítky následovně: podhoz (50 % plochy), jádro 15 mm, vrchní vrstva 15 mm, štuk 3 mm. Finální nátěr nesměl difúzně uzavřít navrženou skladbu, proto bylo doporučeno použít materiál s ekvivalentní difúzní tloušťkou s_d max 0,2 m.

7.8.2 Sanační opatření 2 – vlastní návrh

7.8.2.1 Návrh opatření – výběr nejvhodnější sanační metody

Na základě vlastního provedeného stavebně technického průzkumu, vlhkostního průzkumu a průzkumu salinity je přistoupeno k návrhu sanačního opatření hlavního objektu rodinného domu zejména z hlediska působící vlhkosti. V návrhu je také nutné přihlídnout k problému se zjištěnými biologickými škůdci. Objekt je památkově chráněn a navržené řešení bylo proto konzultováno s pracovníci Národního památkového ústavu. Pokud jsou sanační úpravy včas konzultovány a navrženy v součinnosti s požadavky památkářů, neměly by být zamítnuty [4]. Návrh vychází také z požadavku investora, aby bylo možné byt v přízemí užívat k bydlení. Výsledkům průzkumů a jejich zhodnocení jsou věnovány předešlé kapitoly. Na základě provedené analýzy lze aplikovat výběr vhodného sanačního opatření, respektive jejich kombinace.

Níže jsou uvedeny úvahy dle [2], na které bychom měli znát odpovědi, než se rozhodneme o metodě a jejím rozsahu.

- Vyžaduje využití objektu skutečně zásah do zdiva?
- Jaké souvislosti bude mít navrhovaná metoda s dalšími stavebními pracemi?
- Je reálné tuto metodu použít vzhledem k provozu budovy?
- Neznamená navrhovaná metoda takové zásahy do zdiva, které by byly neslučitelné s jeho historickým (eventuálně památkovým) charakterem? Nebudou ohroženy stavební detaily, štuky, malby, dřevěné prvky apod.?
- Je navrhovaná metoda z hlediska nákladů úměrná hodnotě objektu a jeho využití?

Mezi těmito úvahami se pohybuje autor společně se stavebníkem a hledá se kompromis založený například na životnosti použité technologie, finanční stránce, rozsahu atp. [2]

V tab. 11 je uveden přehled základních metod a jejich aplikace. Nejsou zde uvedeny například drenážní a jiné systémy, které pomáhají odvést vodu pryč od konstrukcí. Jedná se pouze o případy z hlediska vlhkosti. Zasolení zdiva či napadení biologickými škůdci má většinou souvislost s vlhkostí a je nutné, aby byly řešeny v součinnosti s odvlhčením objektu. [2]

Tab. 11: Předběžný přehled metod a jejich aplikace [4]

Metoda	Příčina a druh vlhkosti						
	Vzlinající				Atmosférická	Provozní	Kondenzační
	Nízká $w_h < 4\% \text{ hm.}$	Zvýšená $4\% < w_h < 7,5\% \text{ hm.}$	Vysoká $7,5 < w_h < 10,5\% \text{ hm.}$	Velmi vysoká $w_h > 10,5\% \text{ hm.}$			
Vkládání dodatečných hydroizolačních pásů, desek, fólií, plechů		•	○				
Aplikace zvláštních povlaků, omítek, dalších hmot, úpravy difuzní nebo utěšňovací	•	○			○	•	•
Elektroosmózy		•					
Vzduchové úpravy	•	○			○		
Horizontální a vertikální clony infuzními vrty		•					
Stavební úpravy okolí, přestavby, odvodnění, dispozice	○	○	○	•	•	○	○

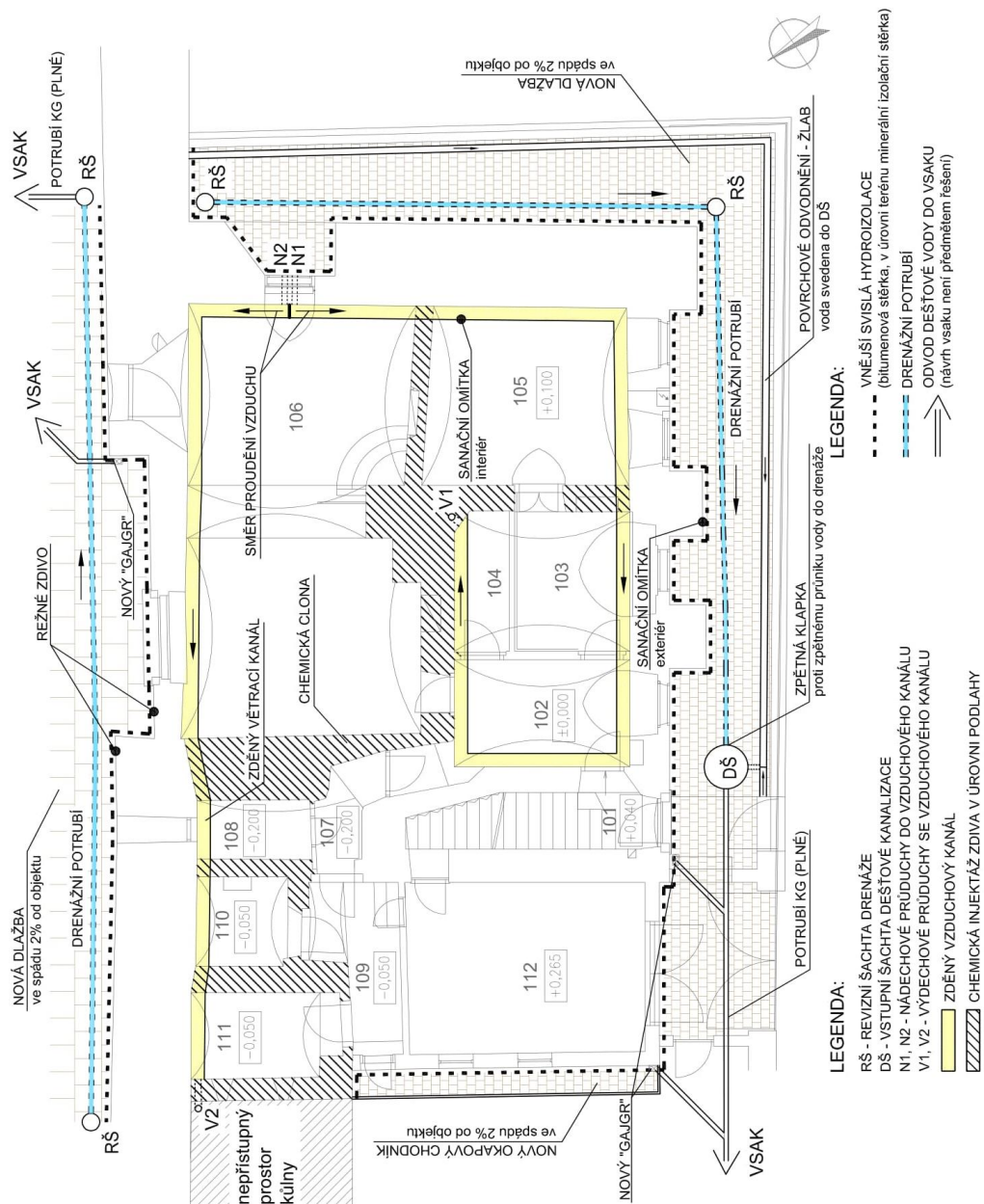
Poznámka: Orientační přehled metod a jejich optimální aplikace je řešena tak, že každému druhu metody je přiřazena nejvhodnější metoda (•). Jiná možná metoda je označena (○).

7.8.2.2 Sanační opatření vnější

1) Odvod dešťové vody od objektu

Minimalizování zatékající vody k obvodovým stěnám a k základům je důležitou podmínkou sanace. Jak je již popsáno v kapitole 7.7, voda zatéká k obvodovému zdivu, respektive k základům kvůli špatně vyspádovaným zpevněným plochám kolem objektu. Další zatékání je zapříčiněno střešními svody, které jsou zaústěny pod terén v těsné blízkosti objektu.

Na níže uvedeném schématu (*obr. 37*) je znázorněn návrh nové dešťové kanalizace. Kolem jihovýchodního a jihozápadního průčelí objektu je navržena drenáž. Pro revizi a čištění je na začátku větve drenáže a v každém jeho lomu osazena revizní šachta (např. plastová fy. Wavin). Drenáž je zaústěna do vstupní revizní jímky umístěné za oplocením napravo od vstupu na pozemek. Ústí drenáže do jímek je vždy opatřeno zpětnou klapkou, aby se voda nevracela zpět do drenážního potrubí. Ze vstupní revizní jímky jsou vody dále odváděny potrubím KG do vsakovací nádrže tvořené vsakovacími tunely (např. tunely Garantia od fy. Nicoll). Napojení střešních svodů na odvodňovací potrubí je nutné řešit pomocí lapačů střešních splavenin, které zamezují zanášení potrubí nečistotami ze střechy. Lapačem střešních splavenin bude opatřen také svod v severovýchodním průčelí. Voda bude od objektu odváděna potrubím KG do vsakovací nádrže tvořené vsakovacími tunely. Návrh likvidace dešťové vody vychází z ČSN 75 9010. Návrh vsakovacího zařízení není předmětem této práce. [22]



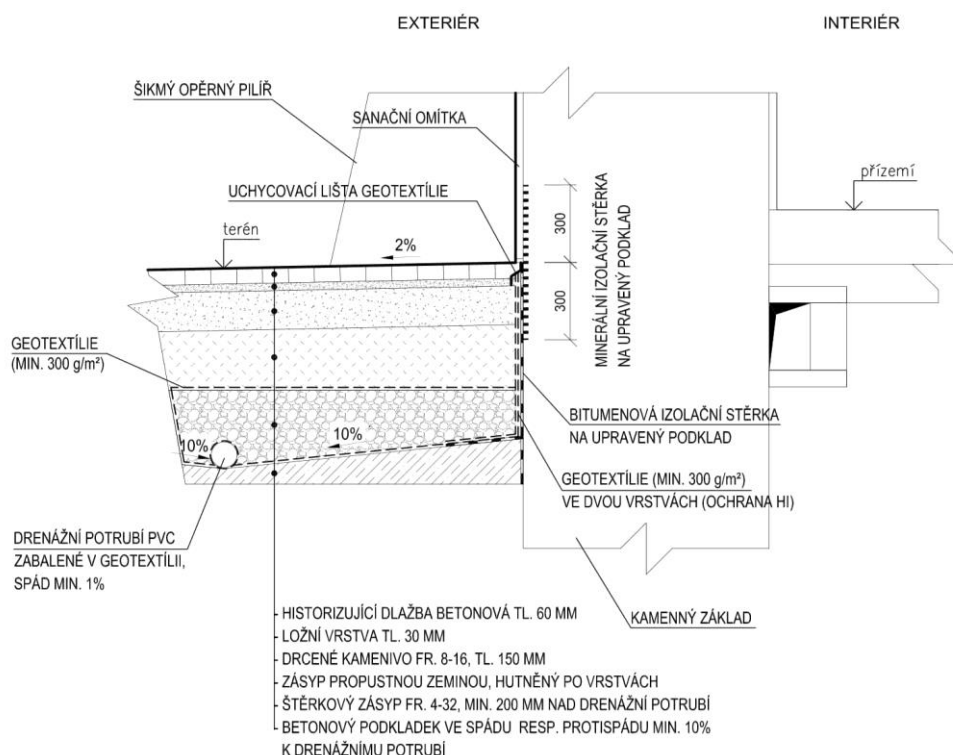
Obr. 37: Schéma návrhu sanačního opatření [Vytvořeno autorem]

2) Svislá hydroizolace obvodových stěn

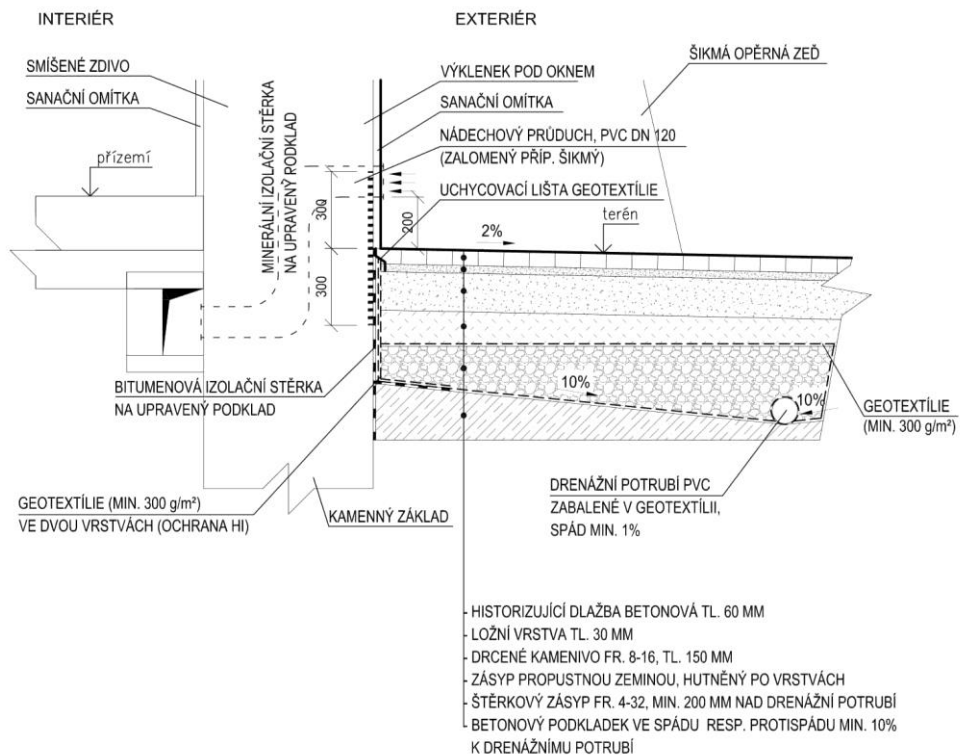
Kolem obvodového zdiva objektu se provede výkop v šířce 0,8 m do nezámrazné hloubky 1,0 m. Hloubka výkopu je závislá na hloubce založení zdiva. Pro účely této práce je předpokládáno, že hloubka založení obvodového zdiva je dostatečná. Na vnější rub stěn bude provedena svislá hydroizolace. Pro nerovné obvodové historické zdivo je vhodné použít bitumenovou izolační stěrku (např. stěrka K2 fy. Remmers), která odpovídá směrnici WTA 4-6-05. [16] Stěrka se nanáší na rovný, čistý, pevný, odmaštěný podklad zbavený

ostrých hran a výčnělků. Vyrovnání podkladu se provede pomocí hydraulické malty (např. fy. Remmers). Hydroizolační stěrka se aplikuje minimálně ve dvou vrstvách. Zakrytí bitumenového povlaku je možné až po dostatečném vyschnutí a je důležité, aby byl povrch ochráněn proti mechanickému poškození při navracení zpětného výkopu. Hydroizolace je chráněna dvojitou vrstvou geotextílie přichycenou ke zdivu v úrovni terénu pomocí uchycovací lišty. Na vyrovnaný podklad je v místě terénu aplikována minerální izolační stěrka, která je vytažena do výšky 300 mm nad upravený terén. V severovýchodním průčelí je stěrka ukončena v drážce pod kamennou fasádou viz *obr. 40*. Na dně výkopu je proveden betonový podkladek ve spádu 10% směrem od objektu (s protispádem na straně od objektu), na kterém je usazena drenáž. Geotextílie je navázaná na drenážní potrubí, tedy drenážní potrubí je do ní zabaleno. Prostupy přípojek obvodovým zdivem jsou opatřeny průchodkami, na které se napojí hydroizolace a jsou utěsněny. [13]

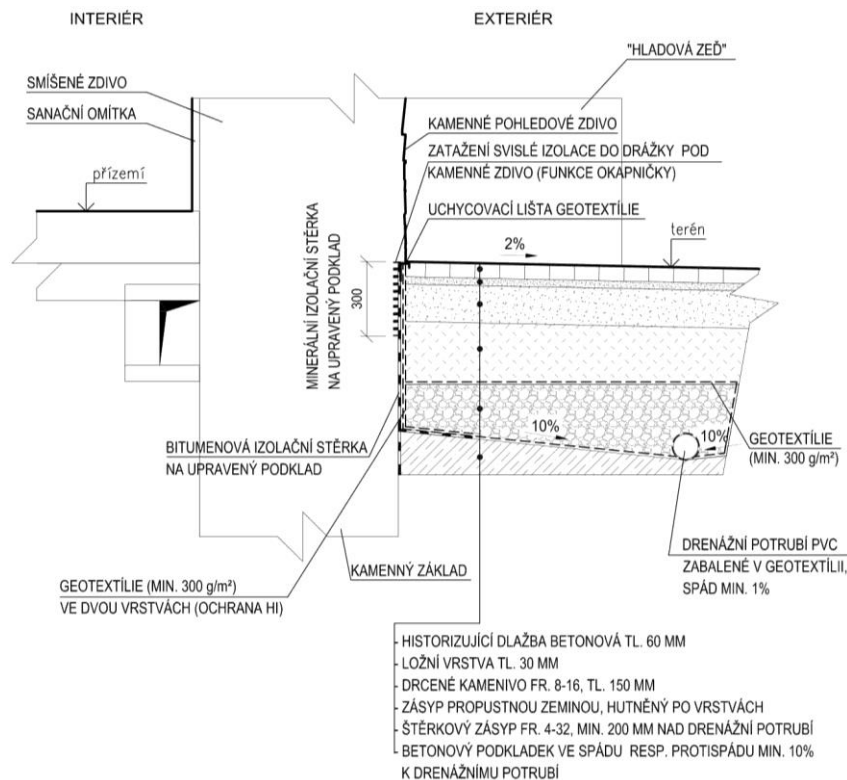
Šikmé opěrné pilíře jsou kritickým místem s výrazným vlhkostním namáháním srážkovou vodou. Proto zde bude minerální stěrka nanесena po celé výšce a přetažena do stran na okolní zdivo v šířce 0,3 m. [29]



Obr. 38: Vnější sanační opatření – svíslá izolace u obvodové zdi v místě výklenku pod oknem v JZ průčelí [Vytvořeno autorem]



Obr. 39: Vnější sanační opatření – svislá izolace u obvodové zdi v místě výklenku pod oknem v JV průčelí (nádech do vzduchového kanálu) [Vytvořeno autorem]



Obr. 40: Vnější sanační opatření – svislá izolace u obvodové zdi v místě výklenku pod oknem v SV průčelí [Vytvořeno autorem]

3) Úprava přilehlého terénu

Kolem objektu je provedena nová zpevněná plocha, v místech podél zdí u zatravněných ploch je nový okapový chodníček. Návrh řešení je patrný z *obr. 37*. Důraz je kladen na to, aby nové zpevněné plochy byly spádovány s minimálním spádem 2 % od objektu. Vzhledem k tomu, že je úroveň venkovního terénu v některých místech zhruba na stejné úrovni jako výška čisté podlahy v interiéru, je navrženo snížení terénu o 0,15 m. Nové nášlapné vrstvy jsou z historizující betonové dlažby, kterou vyrábí např. fy. Prefa Brno. Výběr dlažby je závislý na historickém charakteru stavby. Dle konzultace s památkáři je tento návrh přijatelný. Dlažba je použita jak pro pochozí plochy, tak pro pojezdové (u vjezdu do garáže) pro vozidla do 3,5 t. Skladba souvrství pro pochozí plochy je patrná z *obr. 38*. Pro pojezdové plochy je dlažba tloušťky 80 mm kladena do ložné vrstvy tl. 30 mm. Směrem dolů následují vrstvy drceného kameniva frakce 8-16 mm v tloušťce 100 mm, dále frakce 16-32 mm v tl. 200 mm, vrstva štěrkopísku fr. 0-8 mm tl. 100 mm a hutněná navracená zemina z výkopu. Zemina pro zásyp musí být z propustného materiálu a hutnění probíhá po vrstvách 300 mm. Pokud se ukáže, že je zemina z výkopu jílovitá, tedy nepropustná (špatně propustná), nebude pro zpětný zásyp použita a bude obstarán vhodný materiál (zemina). Kolem drenážního potrubí je proveden štěrkový obsyp frakce 4 - 32 mm v minimální výšce 0,2 m nad potrubí. Nový chodníček kolem objektu je doplněn o povrchový žlab, který odvádí vodu ze zpevněné plochy do vstupní jímky na dešťovou vodu (a dál do vsaku). [28]

4) Vnější povrchové úpravy

Stávající venkovní omítka je vápenná, hladká bez oddělené podezdívky. Severovýchodní průčelí je kamenné. Poruchy omítek souvisí se zvýšenou vlhkostí ve spodních partiích zdiva, přítomností vodorozpustných solí a s působením povětrnostních vlivů.

a) Sanační omítky

Sanační omítky nejsou považovány za „odvlhčovací“ omítky. Zdivo je po jejich aplikaci nadále vlhké a zasolené. Použití sanačních omítek je pouze doplňkovým prvkem hlavního sanačního opatření (izolace proti vodě)

popsaného výše. Objekt podléhá památkové ochraně a s ohledem na to je potřeba zvolit správný postup sanování vnějších povrchových úprav. Památkově chráněné stavby jsou specifickým případem, kdy se veškeré sanační úpravy musí konzultovat s odborným pracovníkem památkové péče. Sanace povrchových úprav si žádá také součinnost odborného technologa. Základním požadavkem je zachování původních omítek v co největším možném rozsahu. Na řešeném objektu je omítka do výšky opěrných pilířů vlhká a částečně degradovaná. Proto je nevržena její výměna. Před otlučením omítky se provede na několika místech sonda, pomocí které se určí, zda nejsou pod omítkou zachovány pozůstatky starších historicky cenných omítek. Pracovní postup na obnově povrchových úprav se podobá práci restaurátora. [13]

Z vizuálního a vlhkostního průzkumu je patrné, že vlhkost v některých místech sahá až do výšky opěrných pilířů. V dalším kroku je potřeba stanovit výšku, do které bude původní omítka nahrazena novou sanační. V pokynech výrobců je většinou požadavek, aby se původní omítka odstranila do výšky 0,8 – 1,0 m nad úroveň viditelného zavlhnutí zdiva. To je však u památkově chráněných objektů v rozporu, protože je zde snaha zachovat v co největší možné míře původní soudržné omítky. Proto je v našem případě navržena výměna omítek pouze do výšky opěrných pilířů. Pokud by bylo provedenými sondami zjištěno, že omítky ve vyšších partiích nejsou historicky cenné, byla by výška upravena dle pokynů výrobců vybraného sanačního omítkového systému. [13]

Všeobecně uznávaný standard pro sanační omítkové systémy je předpis WTA 2-9-04, který ale není normou a není právně závazný. Po odstranění stávajících omítek (do výšky opěrných pilířů) se provede pečlivé očištění zdiva. Spáry budou proškrábány do hloubky cca 2 cm. V místech, kde je zdivo nesoudržné, budou rozpadlé kusy vyměněny. Před nanesením podhazu budou spáry doplněny. Je vždy potřeba dodržet, aby celý omítkový systém byl od jednoho výrobce, jinak bychom nedosáhli požadovaných vlastností, které od sanační omítky očekáváme. Vždy je také třeba postupovat výhradně dle pokynů výrobce. Pro náš případ byl vybrán omítkový systém firmy Remmers. Na trhu je však další řada výrobců jako například Quic-Mix,

Cemix apod., které nabízejí obdobné výrobky. Před nanesením podhozu, se nasákové smíšené zdivo navlhčí – povrch musí být matně vlhký. Podhoz se nanese síťovitě na zdivo, tak aby byl stupeň pokrytí podkladu větší než 50 - 70 %, tl. max. 5 mm. Technologická přestávka pro nanesení následné vrstvy omítky je 1-2 dny (dle výrobce). Podhoz nám zajistí přilnavost další vrstvy. Následuje vyrovnávací pórovitá podkladní omítka. Jedná se o omítku akumulující soli, vhodnou pro podklad zatížený solemi. Nanáší se v tloušťce 10 - 40 mm v jedné vrstvě tak, že se nanese tenká vrstva, která se nechá zavadnout a následně se doplní na požadovanou tloušťku. Následuje minimální technologická přestávka 7 dní, která je stanovena výrobcem. Po uplynutí technologické přestávky se nanese vlákny armovaná sanační omítka. Tato omítka se nanáší v tl. 2 - 3 cm v jedné vrstvě. Stejně jako podkladní omítka se nanese nejprve v tenké kontaktní vrstvě a následně se doplní na požadovanou tloušťku. Vybraná čerstvě nanesená sanační omítka se musí ihned stáhnout navlhčeným hřebem a nahrubo latí. Po technologické přestávce (1 mm podkladní nebo sanační omítky = 1 den zrání omítky, nejdříve však po 7 dnech dle WTA 2-9-04) se nanese štuková vrstva vhodná na sanační omítky v tloušťce 2 - 5 mm. Povrch štukové omítky se upravuje plstěným hladítkem a bude proveden ve struktuře odpovídající původnímu povrchu. Dle vizuální prohlídky, nejsou omítky ve vyšších partiích poškozeny. Štukování by se provedlo také na celé ploše zachovávaných omítek. [14] [29]

b) Povrchové úpravy

Po vyzrání omítek bude fasáda barevně sjednocena, odstín se stanoví vzorkováním. Fasáda se natře modifikovanou vápennou barvou ve dvou vrstvách s příslušnou penetrací. Vápenné nátěry mají dobrou paropropustnost a difúzní tloušťku $s_d \leq 0,05$ m, což vyhovuje požadované hodnotě $s_d \leq 0,2$ m pro povrchovou úpravu sanačních omítek (dle WTA). [4]

c) Kamenná fasáda

Režné zdivo v severovýchodní fasádě bude lokálně vyspraveno, případně doplněno, opraví se spáry (voděodolné spárování) a sníží se koncentrace solí metodou „falešného líce“ viz níže. Na povrch bude nanesen hydrofobizační nátěr.

d) Metoda „falešného líce“

Z vizuální a chemické analýzy vyplývá, že je zdivo silně zasolené. Na povrchu fasády jsou znatelné rozsáhlé hydroskopické mapy. Protože nemůže být kvůli zachování co největší plochy stávající omítky dodržen pokyn výrobců sanačního omítkového systému, aby se omítka otloukla cca 0,8 m nad hranici vlhké části, přistoupíme v přechodové části k metodě „falešného líce“. Touto metodou snížíme koncentraci solí ve zdivu. Metoda je vhodná zejména při přítomnosti dobře rozpustných solí – chloridů a dusičnanů. Navlhčený materiál se obkládá vlhkým absorbentem (buničina, různé porézní omítky atp.), do kterého se postupně soli usadí a kde zkrystalizují. Proces se dle potřeby opakuje. Na stejném principu fungují tzv. absorpční omítky, které se nechávají působit po dobu 1 - 2 let. S přihlédnutím k ceně, byla ale vybrána metoda „falešného líce“. Po několika aplikacích lze metodou dosáhnout k poklesu solí o 80 – 90 %. [4] [13]

5) Ostatní úpravy a opatření

Nadstřešní části komínů (komínové hlavy) budou zakryty komínovými stříškami. Vzhledem k charakteru stavby budou použity historizující betonové komínové hlavice tvaru křížové klenby či obloukové.

Dřevěné a zděné konstrukce musejí být sanovány z hlediska zjištěného výskytu dřevokazných škůdců. Je navržena kompletní výměna krovu nad garáží. Podrobné řešení sanace proti biologickým škůdcům není předmětem této práce.

Stávající objekt nemá instalovaný hromosvod. V prováděcí vyhlášce 268/2009 Sb. [23] stavebního zákona 183/2006 Sb. [24] je v §36 uvedeno následující: „*Ochrana před bleskem se musí zřízovat na stavbách a zařízeních tam, kde by blesk mohl způsobit a) ohrožení života nebo zdraví osob, zejména ve stavbě pro bydlení, stavbě s vnitřním shromažďovacím prostorem, stavbě pro obchod, zdravotnictví a školství, stavbě ubytovacích zařízení nebo stavbě pro větší počet zvířat, ... d) škody na kulturním dědictví, popřípadě jiných hodnotách, zejména v obrazárně, knihovně, archivu, muzeu, budově, která je kulturní památkou, ...*“. Proto je doporučena instalace nového hromosvodu odbornou osobou dle příslušných předpisů.

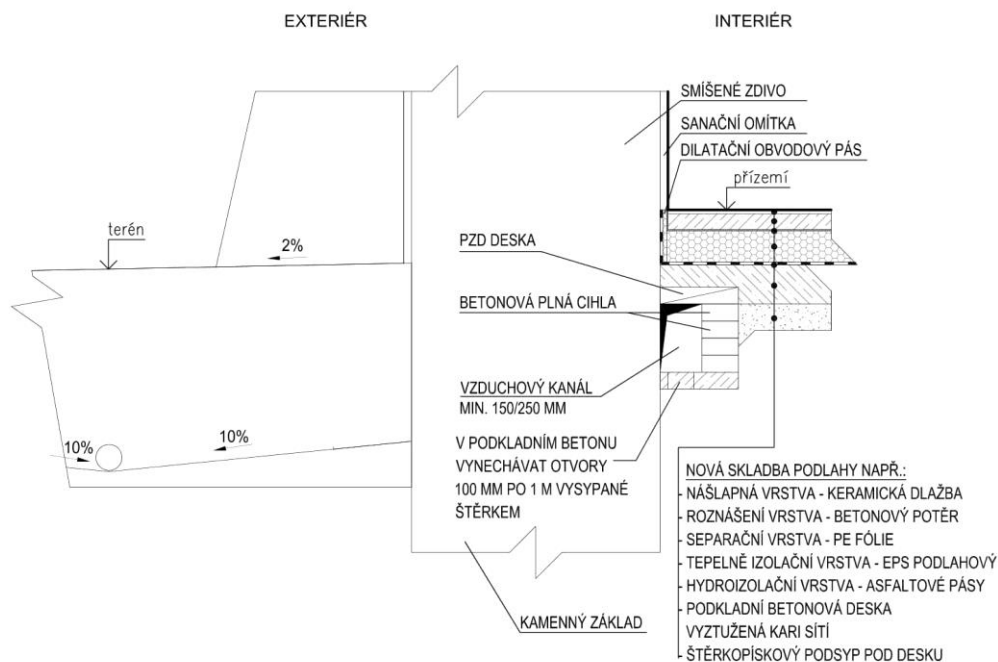
7.8.2.3 Sanační opatření vnitřní

Vnitřní sanační opatření je navrženo se vzduchovým kanálem kolem obvodových stěn objektu, který bude napomáhat snižování vlhkosti stěn. Radikálním řešením by bylo kompletně izolovat stěny chemickou injektáží, již by se vytvořila vodorovná izolace. Toto řešení není vhodné vzhledem k velkým tloušťkám zdí, které jsou v určitých místech šikmé (v místech opěrných pilířů). Jako doplňková sanační metoda je v interiéru podobně jako v exteriéru zvolena sanační omítka.

1) Vzduchový provětrávaný kanál

Jak již bylo řečeno u vnějšího sanačního opatření, je pro účely této práce počítáno s dostatečnou hloubkou založení zdiva. Navržený vzduchový kanál probíhá podél obvodových stěn, viz schéma *obr. 41*. Rozměr vzduchového kanálu je minimálně 150/250 mm. Je umístěn pod hydroizolační vrstvou podlahy a kopíruje průběh základů. Pro vyzdění kanálu jsou použity plné betonové cihly. Zakrytí tvoří prefabrikovaná ŽB deska (PZD), která je na straně obvodového zdiva uložena na ocelové trny osazené ve zdivu. PZD desky se dají také osadit do vytvořené drážky ve zdivu, tím by ale došlo k výraznému mechanickému poškození původního historického zdiva. Proto je po konzultaci s památkářkou schůdnější varianta s trny. Následují vrstvy hydroizolace, tepelné izolace a skladby podlahy. Kanál stojí zespodu na podkladním betonu, ve kterém jsou vynechány otvory přibližně 0,1 m po 1,0 m vysypané štěrkem. [13]

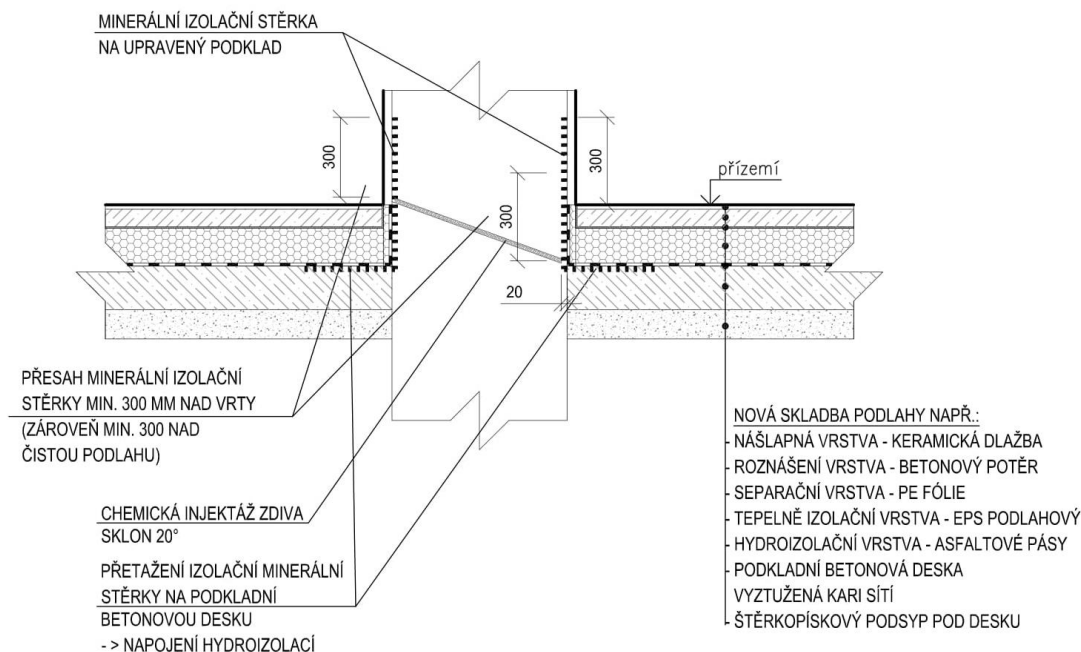
Proudění vzduchu v kanálu je zajištěno pomocí výškového rozdílu mezi nasávacími a výdechovými otvory. [4]. Pro průduchy jsou použity PVC trubky (pro nádechy průměru 120 mm, pro výdechy průměru 150 mm). Přiváděcí otvory jsou umístěny ve výklenku pod oknem v jihovýchodním průčelí. Odvod vzduchu z kanálu kolem jihovýchodní a jihozápadní stěny je navržen přes stávající komín. Nejprve by se ale provedl kominický průzkum, aby bylo zaručeno, že odvod vzduchu přes komín je možný. Pro účely práce je uvažováno, že odvod možný je. Odvod vzduchu kolem severovýchodní stěny je zajištěn novým průduchem umístěným v zahradním domku. Průduch je vyveden nad střechu zahradního domku a ukončen ventilační hlavicí.



Obr. 41: Vnitřní sanační opatření – vduchový kanál u obvodové zdi [Vytvořeno autorem]

2) Chemická injektáž

Střední zdi v interiéru jsou dle schématu na *obr. 42* navrženy v oblasti podlahy s vodorovnou izolací pomocí chemické injektáže. Injektáž je vybrána z toho důvodu, že je šetrnější než například podřezávání zdiva s vloženou izolací. Pro vytvoření chemické clony byl vybrán injektážní krém Kiesol C do zdiva proti vztlínající vlhkosti (fy. Remmers). Průměr vrtů závisí na tloušťce zdiva. Budou provedeny vrty (pomocí elektrické vrtačky) průměru 12 – 16 mm. Před provedením vrtů a před samotnou injektáží je potřeba připravit podklad. V rámci nových interiérových sanačních omítek, viz dále v textu, bude původní omítka odstraněna. Spáry se vyškrábe do hloubky 2 cm a v potřebných místech se doplní. Dle pokynů výrobce se plocha kolem vrtů přestěruje v šíři 30 cm minerální izolační stěrkou (obdobnou jako v exteriéru). Stěrka se ve spodní části přetáhne na vrch podkladní betonové desky pod novou hydroizolaci podlahy (např. z asfaltových pásů). Vrty se provedou v rozteči max. 120 mm (dle WTA 4-4-04) [15]. Délka vrtu je o 20 mm menší než tloušťka zdiva (dle výrobce). Vrt se provede se ve sklonu 20°. Injektážní nástavec se vsune až nakonec vrtu, chemická hmota se postupně do vrtu vpravuje stiskem páky pistole. Při aplikaci se kontroluje a zaznamenává spotřeba materiálu. [29]



Obr. 42: Vnitřní sanační opatření – chemická injektáž střední zdi [Vytvořeno autorem]

3) Vnitřní povrchové úpravy

a) Sanační omítky

Sanační omítky v přízemí objektu jsou navrženy v celém rozsahu, kvůli velké koncentraci zjištěných vodorozpustných solí. Výhoda vícevrstevných sanačních omítek je ta, že mají vrstvu pro jímání solí. Nedochozí tak k výkvětům solí na jejich povrchu. Z cenového hlediska jsou ale sanační omítky oproti běžným zhruba 3,5 – 4 x dražší. Proto by zde bylo na zvážení, zda neaplikovat sanační omítky pouze do určité výšky, tj. min. 0,8 m nad poškozenou oblast a na zbytek zdiva aplikovat pouze klasické vápenné omítky. Stavebník by na základě předložených výhod a nevýhod rozhodl o rozsahu aplikace sanačních omítek.

Sanační omítky jsou ve skladbě shodné s exteriérovými, nanášejí se po odsekání omítky na povrch zdiva, po proškrábání spár, mechanickém očištění a výměně rozpadlých zdících prvků. Sanační omítky byly již popsány v předchozím vnějším sanačním opatření.

b) Povrchové úpravy

Finálním nátěrem omítek by nemělo dojít k difúznímu uzavření navržené skladby, a proto je doporučeno použití materiálů s ekvivalentní difúzní tloušťkou $s_d \leq 0,2$ m. Navržený minerální nátěr by měl být přirozeně biocidní a odolávat plísním (např. vápenná nebo silikátová barva).

c) Obyčejné vápenné omítky

Pod obklady (např. v koupelně) nelze v žádném případě použít sanační omítku. Proto ve všech místech pod obklady budou použity obyčejné vápenné omítky.

d) Metoda „falešného líce“

Pro zvýšení životnosti sanačních omítek je před jejich aplikací navrženo snížení koncentrace vodorozpustných solí ve zdivu metodou „falešného líce“. S touto metodou jsme se seznámili již v řešení vnějších sanačních opatření. Jako absorbent solí zde bude použita vápenná malta obohacená bentonitem pro lepší přilnavost. Řešení je účinné zejména v případech, že omítky obsahují hydroskopické dusičnany a chloridy, což je náš případ. [13]

4) Ostatní úpravy a opatření

Povrch zděných, resp. dřevěných konstrukcí musí být sanován biocidy v souladu s posudkem výskytu dřevokazných škůdců.

V rámci sanačních úprav je doporučena kompletní výměna kanalizačních a vodovodních potrubí v přízemí objektu. Je třeba zjistit, zda je jímka – žumpa vodotěsná.

V přízemí objektu je potřeba kompletní výměna podlah včetně podkladní desky a nové hydroizolační vrstvy. Původní podlahy budou vybourány a nahrazeny novou skladbou. Nenosné příčky je navrženo vybourat a nově vyzdít na hydroizolaci.

7.8.2.4 Údržba po sanaci

Pro správnou funkci navrženého sanačního systému je zapotřebí dodržovat zásady:

- pravidelné větrání interiérů a vytápění místností,
- nábytek a zařizovací předměty nepřisazovat těsně ke stěně, ale s odstupem cca 10 – 15 cm,
- uchycování elektroinstalací neprovádět sádrou; sádro nepožívat při opravách omítek,
- pravidelná kontrola dešťové kanalizace a drenáže (prostřednictvím revizních šachet),
- čistit dešťové žlaby, svody i lapače splavenin,
- v zimním období odklízet sněh nahromaděný kolem zdiva,
- výmalbu interiérů provést předepsanými nátěry (vápenné nebo silikátové barvy),
- čistit pravidelně přilehlé plochy od náletové zeleně a nečistot,
- průběžná kontrola stavu střešního pláště a klempířských prvků. [13]

ZÁVĚR

Cílem první části bakalářské práce bylo zhodnocení problematiky vlhkosti zejména starších a historických objektů. Tato část byla teoretická a obsahově byla volena tak, aby informace v ní zahrnuté mohly být využity v druhé části, která řešila vlastní návrh sanace. V první části byla nastíněna problematika vzhledem k nejčastějším projevům, příčinám a zdrojům vlhkosti a dále důsledky působení této vlhkosti na konstrukce objektu. Teoretická část dále popisuje základní průzkumy, které jsou jedním z hlavních podkladů pro vhodný návrh sanace. V závěru první části jsou potom uvedeny některé hlavní a doplňkové metody sanace vlhkého zdiva. Nedílnou součástí projevů vlhkosti bývá i přítomnost vodorozpustných solí, biologických škůdců a plísní. Součástí sanačních opatření by měly být vždy i odborná řešení těchto problémů.

Ve druhé části práce jsou poznatky z teorie aplikovány na konkrétní objekt. Prvotním cílem této části byl zjednodušený stavebně technický a vlhkostní průzkum, které se staly základním podkladem pro návrh vlastního sanačního opatření.

V první fázi před provedením zjednodušeného stavebně technického průzkumu byla snaha získat co nejvíce informací o objektu, především z dochované dokumentace. Podařilo se nahlédnout a vyfotit si Stavebně historický průzkum Prahy, Hradčany č. p. 203/IV uložený v archivu Národního památkového ústavu. V průzkumu jsou uvedeny informace o původu a užívání objektu, dále o stavu konstrukcí, technického zařízení a stavebních úpravách. Můžeme z něho zjistit i informace o vlastnicích objektu. Pro účely této práce byly velice zajímavé zmínky o vysoké vlhkosti v přízemí objektu, kvůli kterým nebylo možné byt v přízemí nadále obývat a místnosti byly dále užívány pouze jako sklady. V průzkumu je uvedeno, že v patě obvodových konstrukcí je zdivo silně zavlhlé, omítka opadaná a dřevěná podlaha je napadená hnilobou. Z toho lze předpokládat, že voda do objektu proniká vzlínáním od základových konstrukcí, a protože na objektu zcela chybí hydroizolace, tak vzlínání nic nebrání. Další uváděnou vadou je kondenzace vodní páry na silných obvodových zdech a nedostatečné větrání místností.

Následoval zjednodušený stavebně technický průzkum přízemí objektu, jehož součástí bylo pořízení fotodokumentace. Cílem průzkumu bylo zjistit co nejvíce informací o konstrukcích a technickém zařízení objektu, respektive si potvrdit, že informace získané ze stavebně historického průzkumu odpovídají stávajícímu stavu.

Cílem analýzy poruch bylo zakreslení viditelných poruch do výkresové dokumentace. Pro účely práce byla vytvořena zjednodušená dokumentace na základě získaných podkladů zakreslení skutečného stavu objektu. Na objektu jsou na první pohled viditelné tmavé vlhké mapy doprovázené výkvěty hydroskopických solí. Cílem bylo také provést vlhkostní průzkum. Ten byl proveden pomocí kapacitního vlhkoměru a vyhodnocen dle ČSN P 73 0610 [20]. Měření bylo provedeno v exteriéru na 14 místech ve třech výškových úrovních a v interiéru ve 22 místech ve dvou výškových úrovních. Byly odebrány vzorky pro stanovení vlhkosti gravimetrickou metodou. Tato metoda posloužila alespoň pro částečné kalibrování kapacitního přístroje. Vyhodnocením vlhkostního průzkumu se došlo k závěru, že předpoklad pronikání vlhkosti do konstrukcí vztlínáním vody z podzákladí je správný. Z výsledků průzkumu salinity, která proběhla v odborné laboratoři, vyplynula velice vysoká koncentrace vodorozpustných solí (dusičnanů a chloridů). Předpokladem vysoké koncentrace dusičnanů je poškození ležatých svodů kanalizace. Původem chloridů jsou nejpravděpodobněji posypové soli.

Z provedených průzkumů byly potom určeny následující hlavní příčiny vlhkosti. V důsledku dožilých nášlapných vrstev chodníčku kolem objektu a zároveň jeho špatné spádování, mají za následek zatékání vody k patě základů a odtud vztlínání vody do konstrukcí. Dešťové svody jsou zaústěné pod terén u obvodového zdiva, a vody nejsou odváděny dešťovou kanalizací do dostatečné vzdálenosti.

Na základě veškerých provedených průzkumů a analýz byl proveden návrh sanačního opatření, resp. kombinace několika metod. Aby bylo docíleno snížení zatékání vlhkosti k obvodovým konstrukcím, byla navržena svislá hydroizolace kamenných základových pasů. Současně bylo zapotřebí vyměnit dožilé vrstvy zpevněné plochy kolem objektu (ve spádu od objektu) a

navrhnout odvod dešťových vod do dostatečné vzdálenosti od objektu. Dešťová voda ze střechy domu bude přes lapače střešních splavenin svedena potrubím do vsakovacích jímek. Tímto řešením bude snížena vlhkost v podloží a hydroizolace zamezí vzlínání vody do konstrukcí z podzákladí. V interiéru je navržen podél obvodových stěn vzduchový zděný kanál. Proudění vzduchu v kanálu bude sloužit k odvádění vlhkosti do exteriéru. Doplňkovými metodami sanace jsou sanační omítky v exteriéru i interiéru.

Poznatky získané při vypracování práce pro mne byly velkým přínosem. Získala jsem zkušenosti při návrhu sanačního opatření pro památkově chráněný objekt. Jednání s pracovníci památkového ústavu bylo velice cennou zkušeností. Zjistila jsem, že se ke každé památkově chráněné stavbě musí přistupovat individuálně a opatření, která mohla být na stavbě povolena, nemusí být povolena na jiné. Je třeba dodat, že památkáři přistupují k povolení opatření subjektivně. V rámci práce jsem získala praktické zkušenosti s měřením vlhkosti v terénu a s odběrem vzorků pro další analýzu. Velice si cením praktických zkušeností, kterých se mi při vypracování této práce dostalo. Téma sanace objektu mne velice zaujalo, a proto uvažuji, že bych poznatky z této práce využila pro vypracování práce diplomové, ve které bych se chtěla zabývat technologickými postupy jednotlivých prací, cenou prací a případným řešením zařízení staveniště.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Odborná literatura

- [1] ANTON, O.; BLAŽKOVÁ, V.; HOBST, L. *Měření vlhkosti v praxi soudního inženýra*. Příspěvek XIV. konference znalců – Brno 21. a 22. 1. 2005.
- [2] BALÍK, M. *Vysušování zdiva I*. 2. rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, spol. s r.o., 1999. 84 s. ISBN 80-7169-856-3.
- [3] BALÍK, M. *Vysušování zdiva v příkladech*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2010. 128 s. ISBN 978-80-247-3045-5.
- [4] BALÍK, M. a kolektiv. *Odvhlčování staveb*. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 312 s. ISBN 978-80-247-2693-9.
- [5] BALÍK, M.; SOLAŘ, J. *100 Tradičních stavebních detailů – ochrana proti vodě*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011. 224 s. ISBN 978-80-247-3656-3.
- [6] BALÍK, M.; SOLAŘ, J. *Odvodnění domu – anglické dvorky, drenáže, vzduchové dutiny*. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2010. 112 s. ISBN 978-80-247-3393-7.
- [7] BENEŠ, P.; VLČEK, M. *Poruchy a rekonstrukce staveb II*. Brno: ERA group spol. s r.o., 2005. Technická knihovna (ERA). ISBN 80-7366-013-X.
- [8] BLAHA, M.; BUKOVSKÝ, L. *Prevence a odstraňování vlhkosti*. 1. vydání. Šlapanice: ERA group spol. s r.o., 2004. 118 s. ISBN 80-86517-48-9.
- [9] FÁRA, P. *Sanace vlhkého zdiva*. 1. vydání. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2003. 86 s. ISBN 80-86657-02-07.
- [10] I'ANSON, S. J., HOFF, W. D.: *Water movement in porous building materials - VIII. Effects of evaporative drying on height of capillary rise equilibrium in walls*. Building and Environment 21, 1986.

- [11] KOLEKTIV. *Metody průzkumu vlhkých staveb*. 1. vydání. Praha: Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky – WTA CZ, 2007. 125 s. ISBN 978-80-02-01944-2.
- [12] KOLEKTIV. *Metody sanace vlhkého zdiva*. 1. vydání. Praha: Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky – WTA CZ, 2007. 108 s. ISBN 978-80-02-01945-9.
- [13] SOLAŘ, J. *Odstaňování vlhkosti*. Sanace vlhkého zdiva. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4708-8.
- [14] WTA směrnice 2-9-04/D. *Sanační omítkové systémy*. Praha: Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky – WTA CZ, 2008.
- [15] WTA směrnice 4-4-04/D. *Injektáž zdiva proti kapilární vlhkosti*. Praha: Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky – WTA CZ, 2008.
- [16] WTA směrnice 4-6-05/D. *Dodatečná izolace stavebních konstrukcí ve styku se zemí*. Praha: Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky – WTA CZ, 2008.

Normy, zákony

- [17] ČSN EN ISO 12570. *Tepelně vlhkostní chování stavebních materiálů a výrobků - Stanovení vlhkosti sušením při zvýšené teplotě*. Praha: Český normalizační institut, 2001.
- [18] ČSN P 73 0600. *Hydroizolace staveb – Základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [19] ČSN P 73 0606. *Hydroizolace staveb – Povlakové hydroizolace – Základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [20] ČSN P 73 0610. *Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [21] ČSN 74 4505. *Podlahy – společná ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2012.

- [22] ČSN 75 9010. *Vsakovací zařízení srážkových vod*. Praha: Český normalizační institut, 2012.
- [23] Vyhláška č. 268/2009 Sb. *Vyhláška o technických požadavcích na stavby*. In: Sbírka zákonů České Republiky. 26. 8. 2009. ISSN 1211-1244
- [24] Zákon č. 183/2006 Sb. *Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*. In: Sbírka zákonů. 11. 5. 2006. ISSN 1211-1244

Elektronické zdroje

- [25] *Česká geologická služba*. [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: http://mapy.geology.cz/geocr_50/
- [26] *Mapy.cz*. [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>
- [27] *NPÚ Památkový katalog*. [online]. [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: <http://pamatkovykatalog.cz/?element=2318725&action=element&presenter=ElementsResults>
- [28] Prefa Brno a.s. *Komunikace a drobný stavební materiál*. [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.prefa.cz/>
- [29] Remmers s.r.o. *Systémy na ochranu a sanaci staveb*. [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.remmers.cz/>
- [30] SVOBODA, L. a kolektiv. *Stavební hmoty*. [online] 3. vydání elektronické. Praha: 2013 [cit. 2017-03-19]. Dostupné z <http://people.fsv.cvut.cz/~svobodal/sh/SH3v1.pdf> ISBN 978-80-260-4972-2.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Příčiny vlhnutí zdiva [1]	15
Obr. 2: Ortofoto s orientačním vyznačením objektů [26]	44
Obr. 3: Busta Marie Laudové (vlevo) [Vytvořeno autorem]	46
Obr. 4: Domovní znak Sluníčka od Jana Kutálka (vpravo) [Vytvořeno autorem]	46
Obr. 5: Zdivo v místě opadané omítky (vlevo) [Vytvořeno autorem]	48
Obr. 6: Pohledové kamenné zdivo (vpravo) [Vytvořeno autorem]	48
Obr. 7: Valená klenba v 1.NP v místnosti č. 106 (vlevo) [Vytvořeno autorem]	48
Obr. 8: Cihelné zdivo klenby v místě poruchy (vpravo) [Vytvořeno autorem]	48
Obr. 9: Hlavní schodiště do 2.NP [Vytvořeno autorem]	49
Obr. 10: Rekonstrukce střechy RD v r. 2005 [Foto: Patrik Kloss]	50
Obr. 11: Střecha RD stávající stav v r. 2017 [Vytvořeno autorem]	50
Obr. 12: Komín - rekonstrukce v r. 2005 před opravou (vlevo) [Foto: Patrik Kloss]	51
Obr. 13: Komín - rekonstrukce v r. 2005 po opravě (vpravo) [Foto: Patrik Kloss]	51
Obr. 14: Dveře v kamenném portálu - hlavní vstup [Vytvořeno autorem]	52
Obr. 15: Dveře interiérové jednokřídlé dřevěné (vlevo) [Vytvořeno autorem]	53
Obr. 16: Dveře interiérové dvoukřídlé dřevěné (vpravo) [Vytvořeno autorem]	53
Obr. 17: Okno kastlové (vlevo) [Vytvořeno autorem]	54
Obr. 18: Okno špaletové (vpravo) [Vytvořeno autorem]	54
Obr. 19: Jihozápadní uliční průčelí [Vytvořeno autorem]	55

Obr. 20: Severovýchodní průčelí [Vytvořeno autorem]	55
Obr. 21: Vyznačení poruch – JZ fasáda [vytvořeno autorem]	57
Obr. 22: Vyznačení poruch – JV fasáda [vytvořeno autorem]	58
Obr. 23: Vyznačení poruch – SZ fasáda [vytvořeno autorem]	59
Obr. 24: Vyznačení poruch – SV fasáda [vytvořeno autorem]	60
Obr. 25: Historický pohled na objekt [Zdroj: Stavebně historický průzkum SÚRPMO, 06/1983].....	61
Obr. 26: Kapacitní vlhkoměr ALMEMD 2290-8 [Vytvořeno autorem]	62
Obr. 27: Místa měření a odběrů vzorků – vlhkost a salinita [Vytvořeno autorem].....	63
Obr. 28: Zaústění dešťového svodu pod terén – JZ průčelí [Vytvořeno autorem].....	68
Obr. 29: Zaústění dešťového svodu pod terén – SV průčelí [Vytvořeno autorem].....	68
Obr. 30: Úžlabí mezi střechou garáže a zdí [Vytvořeno autorem].....	69
Obr. 31: Římsa na přístavbě garáže – biologické napadení [Vytvořeno autorem].....	69
Obr. 32: Dřevěný strop nad místností 109 – biologické napadení [Vytvořeno autorem].....	69
Obr. 33: Vzlínající vlhkost, zelená řasa a hydroskopické mapy na JV fasádě (vlevo) [Vytvořeno autorem]	70
Obr. 34: Vzlínající vlhkost, zelená řasa a hydroskopické mapy na JZ fasádě (vpravo) [Vytvořeno autorem].....	70
Obr. 35: Vzlínající vlhkost – interiér [Vytvořeno autorem]	71
Obr. 36: Výkvěty solí – chodba 107 [Vytvořeno autorem]	72
Obr. 37: Schéma návrhu sanačního opatření [Vytvořeno autorem]	80
Obr. 38: Vnější sanační opatření – svislá izolace u obvodové zdi v místě výklenku pod oknem v JZ průčelí [Vytvořeno autorem].....	81

Obr. 39: Vnější sanační opatření – svislá izolace u obvodové zdi v místě výklenku pod oknem v JV průčelí (nádech do vzduchového kanálu) [Vytvořeno autorem].....	82
Obr. 40: Vnější sanační opatření – svislá izolace u obvodové zdi v místě výklenku pod oknem v SV průčelí [Vytvořeno autorem]	82
Obr. 41: Vnitřní sanační opatření – vduchový kanál u obvodové zdi [Vytvořeno autorem].....	88
Obr. 42: Vnitřní sanační opatření – chemická injektáž střední zdi [Vytvořeno autorem].....	89

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Zdroje vlhkosti v budovách [4]	18
Tab. 2: Tabulka limitních hodnot solí ve zdivu podle ČSN P 73 0610 [20] ...	22
Tab. 3: Klasifikace vlhkosti zděných konstrukcí podle ČSN P 73 0610 [20].	23
Tab. 4: Klasifikace zvýšené a vysoké hmotnostní vlhkosti zdiva w [%] v závislosti na využití vnitřních místností podle [2]	24
Tab. 5: Klasifikace vlhkosti zděných konstrukcí podle ČSN P 73 0610 [20].	64
Tab. 6: Měření vlhkosti kapacitní metodou – exteriér [Vytvořeno autorem] .	64
Tab. 7: Měření vlhkosti kapacitní metodou – interiér [Vytvořeno autorem] ..	65
Tab. 8: Měření vlhkosti gravimetrickou metodou [Vytvořeno autorem]	66
Tab. 9: Tabulka limitních hodnot solí ve zdivu podle ČSN P 73 0610 [20] ...	66
Tab. 10: Měření salinity [Vytvořeno autorem].....	66
Tab. 11: Předběžný přehled metod a jejich aplikace [4].....	78

SEZNAM PŘÍLOH

Přílohy ke kapitole 7.8.1 Sanační opatření 1

Příloha 1 – Půdorys 1.NP.....	M 1:75
Příloha 2 – Půdorys 1.NP - Vnější opatření.....	M 1:75
Příloha 3 – Řez A-A	M 1:100
Příloha 4 – Pohledy.....	M 1:100
Příloha 5 – Koncepční řešení sanačního opatření od Ing. L. Balíka	