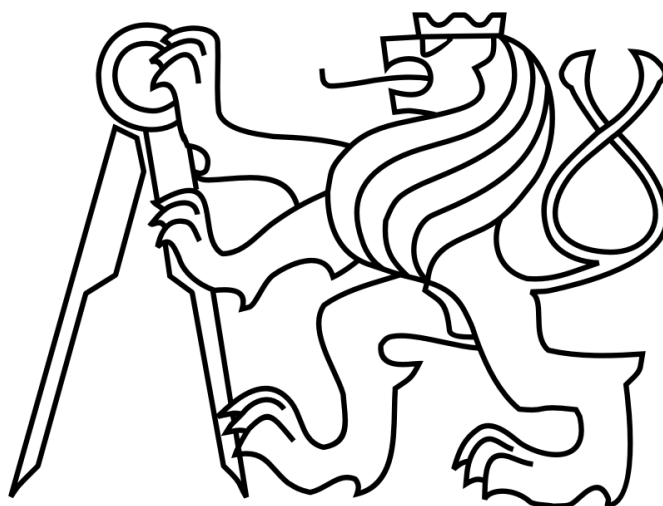


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

Katedra technologie staveb



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vícekriteriální návrh sanace zdiva  
v objektu bývalého kravína**

**Bc. Kateřina Blahýnková**

**2019**

**Vedoucí diplomové práce: Ing. A. T. Tomáš Váchal**

# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne:.....

.....

Bc. Kateřina Blahýnková

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, panu Ing. A. T: Tomášovi Váchalovi, za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce. Obci Kostomlaty pod Milešovkou a společnosti SUDOP Project Plzeň a.s. za poskytnutí projektové dokumentace. V neposlední řadě také samozřejmě všem, kteří mě během studií po celou dobu plně podporovali.

Děkuji!



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Blahýnková	Jméno: Kateřina	Osobní číslo: 423107
Zadávací katedra: Katedra technologie staveb		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vícekriteriální návrh sanace zdiva v objektu bývalého kravína	
Název diplomové práce anglicky: Multicriterial proposal of the moisture remediation in a Former Cow's House	
Pokyny pro vypracování: Základní rešerše dostupné literatury zabývající se vnikáním vlhkosti do stavby, sanací vlhkého zdiva a sanačních metod. V rámci stavebně technologického projektu budou zpracovány tři varianty řešení problému sanace zdiva. Ke každé variantě bude zpracován: technologický postup technologický rozbor - normál časový plán sanace kalkulace navržení zařízení staveniště Na základě těchto výstupů bude provedena vícekriteriální analýza možností a volba nejvhodnější varianty. Seznam doporučené literatury: příslušné normy a vyhlášky BALÍK, M. a kolektiv. Odvlhčování staveb Sokol, V. – Kutnar, Z.: Sanace vlhkého zdiva, Praha 2004. FÁRA, P. Sanace vlhkého zdiva.	
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. A. T. Tomáš Váchal	
Datum zadání diplomové práce: 4.2.2019	Termín odevzdání diplomové práce: 19.5.2019 <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 diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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)
-----------------------	---------------------

**Vícekriteriální návrh sanace zdiva  
v objektu bývalého kravína**

**Multicriterial proposal of the  
moisture remediation in a Former  
Cow's House**

# **Abstrakt**

Cílem této diplomové práce je zhodnocení možností návrhu sanačních metod na bývalé statkářské budově v centru obce Kostomlaty pod Milešovkou. Návrhy budou posouzeny z hlediska použitých technologií, doby trvání a finančních nákladů. První část diplomové práce obsahuje úvod do problematiky sanace vlhkosti. V druhé části je zpracováno samotné řešení jednotlivých možností sanace a závěrem je vyhodnocení variant pomocí vícekritériálního hodnocení variant.

## **Klíčová slova**

Sanace zdiva, vlhkost zdiva, rekonstrukce budov, hydroizolace, odvlhčování, stavba.

# **Abstract**

The aim of this master's thesis is to evaluate the possibilities of moisture remediation in a barn previously used for keeping cows and pigs in the center of Kostomlaty pod Milešovkou. The proposals will be assessed in terms of the technologies used, process duration, and financial costs. The first part of the thesis contains an introduction to the issue of moisture rehabilitation. In the second part, the solution of individual remediation options is elaborated, with the conclusion being a multi-criteria evaluation of the variants.

## **Key words**

Moisture remediation, humidity, reconstruction, hydro-isolation, dehumidification, building.

# Obsah

Úvod .....	11
1. Úvod do problematiky sanace vlhkého zdiva .....	12
1.1. Termíny a definice .....	13
2. Vlhkost a její analýza .....	14
2.1. Příčiny a zdroje vlhnutí zdiva .....	15
2.1.1. Atmosférická vlhkost .....	16
2.1.2. Podpovrchová vlhkost .....	16
2.1.3. Povrchová vlhkost .....	16
2.1.4. Provozní vlhkost .....	16
2.1.5. Technologická vlhkost .....	16
2.1.6. Chemické příčiny .....	17
2.1.7. Fyzikální příčiny .....	17
2.1.8. Kapilární příčiny .....	18
2.2. Způsoby vniknutí vlhkosti do zdiva .....	18
2.3. Důsledky vlhkosti – vliv na konstrukce .....	20
2.3.1. Účinky biologické .....	20
2.3.2. Účinky fyzikální .....	20
2.3.3. Účinky chemické .....	21
2.3.4. Účinky mechanické .....	21
2.4. Klasifikace vlhkosti vzduchu .....	22
2.5. Klasifikace vlhkosti zdiva .....	22
3. Průzkumy staveb pro sanace vlhkého zdiva .....	24
3.1. Inženýrsko-geologický průzkum .....	25
3.2. Hydrogeologický průzkum .....	25
3.3. Stavebně-historický průzkum .....	25
3.4. Stavebně-technický průzkum .....	26
3.5. Průzkum salinity .....	26
3.6. Průzkum vlhkostní .....	27
4. Metody měření vlhkosti .....	30
4.1. Destruktivní metody .....	32
4.1.1. Metoda gravimetrická .....	32
4.1.2. Stanovení vlhkostního profilu .....	33
4.1.3. Metoda karbidová .....	33
4.2. Nedestruktivní metody .....	34
4.2.1. Metoda mikrovlnná .....	34
4.2.2. Kapacitní metoda měření vlhkosti .....	34
4.2.3. Odporová metoda měření vlhkosti .....	35
4.2.4. Vodivostní metoda .....	35
4.2.5. Radiometrická metoda .....	36
4.2.6. Metoda impedanční spektroskopie .....	36



Cíl praktické části .....	37
5. Představení objektu .....	38
5.1. Obec Kostomlaty pod Milešovkou .....	38
5.2. Areál objektu .....	39
5.3. Popis stavby a její umístění .....	41
5.4. Architektonické řešení .....	42
5.5. Vlhkostní průzkum .....	44
5.6. Bourací práce před započítím sanace vlhkého zdiva –připravenost pracoviště .....	45
6. Porovnání možností sanace vlhkého zdiva .....	47
7. Dodatečné vložení vodorovné izolace do proříznuté ložné spáry za účelem sanace budovy bývalého kravína .....	48
7.1. Vhodnost použití .....	48
7.2. Ruční podřezávání zdiva .....	49
7.3. Strojní podřezávání zdiva .....	49
7.3.1. Podřezávání zdiva řetězovou pilou .....	50
7.3.2. Podřezávání zdiva lanovou pilou .....	50
7.3.3. Podřezávání zdiva kotoučovou pilou .....	51
7.4. Technologický postup pro provádění podřezání zdiva a vložení dodatečné bariéry .....	52
7.5. Technologický rozbor .....	65
7.6. Časový plán sanace .....	67
7.7. Kalkulace .....	69
8. Zarážení izolačních plechů do zdiva (HW systém) .....	71
8.1. Technologický postup pro provádění sanace vlhkého zdiva pomocí zarážení plechů .....	73
8.2. Technologický rozbor .....	82
8.3. Časový plán sanace .....	84
8.4. Kalkulace .....	86
9. Sanační omítky .....	88
9.1. Technologický postup pro provádění sanačních omítek .....	91
9.2. Technologický rozbor .....	99
9.3. Časový plán sanace .....	101
9.4. Kalkulace .....	103
10. Vícekriteriální hodnocení variant .....	106
10.1. Posouzení variant .....	106
10.1.1. Technologická náročnost .....	106
10.1.2. Časová náročnost .....	107
10.1.3. Počáteční finanční náročnost .....	107
10.1.4. Finanční náročnost v horizontu 20ti let .....	108
10.2. Ordinální srovnání kritérií – Metoda pořadí .....	111
10.3. Srovnání pomocí metody TOPSIS .....	114
Výsledky praktické části .....	117
Závěr .....	118

Seznam použitých zkratek a symbolů .....	119
Zdroje .....	121
Seznam tabulek .....	124
Seznam obrázků .....	126
Seznam grafů .....	127
Seznam příloh .....	128

# Úvod

Rekonstrukce, opravy a údržba staveb jsou v dnešní době velice významnými tématy především proto, že zachovávají historický odkaz. Jsou důležitou součástí kulturního života a nesou odkaz minulých generací. Se stářím objektu se samozřejmě poji jeho opotřebením. To se projevuje statickými poruchami, zvýšenou vlhkostí a jinými závadami.

Tématem této diplomové práce je zpracování častých poruch způsobených zvýšenou vlhkostí u starších staveb. Na základě nastudovaných informací poté vybrat tři varianty řešení tohoto problému, a ty aplikovat na konkrétní budovu. Pro tento účel je zvolen objekt bývalého kravína v centru obce Kostomlaty pod Milešovkou. Tento objekt je jeden z mnoha, který momentálně prochází rekonstrukcí a je součástí projektu Revitalizace historického centra obce.

Práce bude rozdělena do dvou na sebe navazujících částí, teoretické a praktické. Teoretická část se bude zabývat problematikou sanace vlhkého zdiva, jaké jsou její příčiny a důsledky.

Druhá část bude praktická a na začátku představí budovu bývalého kravína. Následují tři možnosti sanace pomocí rekonstrukce. Varianty budou vždy nejprve představeny v obecné rovině. Pro jednotlivé varianty bude zpracován technologický postup, technologický normál, časový plán sanace vlhkosti zdiva, kalkulace sanace vlhkosti zdiva a výkres staveniště.

Cílem diplomové práce bude výběr nejefektivnější varianty sanace vlhkého zdiva na budově bývalého kravína v obci Kostomlaty pod Milešovkou. Varianta bude vybrána na základě vícekritériálního rozhodování, kde mezi rozhodující faktory uvede náročnost technologickou, časovou a finanční. Tyto proměnné budou vyhodnoceny pomocí dvou postupů vícekritériálního rozhodování – ordinárním srovnáním kritérií a srovnání pomocí metody TOPSIS.

# 1. Úvod do problematiky sanace vlhkého zdiva

Sanace vlhkého zdiva je soubor opatření, které vedou k odstranění příčiny vlhnutí objektu. Umožňují vlhkému zdivu postupně vysychat a snížit tak vlhkost na požadovanou úroveň. Důležité je vždy odstranit příčinu, nikoliv pouze důsledek, kterou zvýšená vlhkost na zdivu způsobila. Sanace zdiva se zpravidla provádí kombinací přímých a nepřímých hydroizolačních metod a doplňkových technických opatření. Metody přímé, nepřímé a doplňkové jsou velmi podrobně členěny v normě ČSN P 73 0610.

Objekt řešený v mé diplomové práci má obvodové zdivo zděné, převážně smíšené. Tedy kombinace zdiva cihelného a zdiva kamenného.

Základem pro provedení kvalitní, a hlavně účinné hydroizolace je provedení důkladného průzkumu stavby a změření vlhkosti. Provedení nové hydroizolace stávající zástavby bývá vždy technicky složité a volba správného řešení se odvíjí od mnoha faktorů. Mezi ně patří tloušťka zdiva, stavebně-technický stav konstrukce, materiál řešené konstrukce, druh vlhkosti, možnost přístupu ke konstrukci a tak podobně.

U novodobého stavitelství se setkáváme zejména s vadným návrhem izolace již v projektové fázi. Příkladem je neodborné posouzení základových podmínek a následné navrhnutí nedostatečné hydroizolace. Pokud je sanační systém špatně navržen či proveden, jsou použity nevhodné materiály může sanace způsobit naopak ještě další zvýšení vlhkosti a stávající stav konstrukcí tím ještě zhoršit. V případě, že vlhkost zdiva není vyšší než 15 % lze použít systém sanačních omítek. Pokud je ovšem vlhkost zdiva nad 15 %, je nutno použít systém kombinovaný, který kromě samotné sanační omítky obsahuje také hydroizolační materiál.

U stávajících staveb se správně navrženými i provedenými hydroizolacemi může vzniknout problém při zásahu do okolí budovy či při změně využívání prostor. Příkladem může být nově obytný suterén stavby, nevhodné provedení chodníků v těsné blízkosti obvodového zdiva stavby, změna úrovně podzemní vody, změnu ve vytápění atp.

## 1.1. Termíny a definice

Termíny a definice jsou úzce spojené s tématem mé diplomové práce a jsou čerpány z normy ČSN P 73 0600 – Hydroizolace staveb – základní ustanovení.

*Voda* se vyskytuje ve třech skupenstvích – v plynném, kapalném a pevném skupenství.

*Namáhající voda* je voda působící na stavbu, její část nebo na vnitřní prostředí obvykle nežádoucím účinkem.

*Vlhkost materiálu* je voda vázaná v pórovitém materiálu převážně kapilárními a sorpčními silami.

*Hydroizolace* je izolace chránící stavební konstrukci nebo její část, popřípadě vnitřní nebo vnější prostředí, před nežádoucím vnikáním vody.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> ČSN P 73 0600 – Hydroizolace staveb – Základní ustanovení – Praha: Český normalizační institut, listopad 2000

## 2. Vlhkost a její analýza

Vlhkostí se rozumí voda, která je vázaná na póry a kapiláry stavebních hmot, zemin nebo jiných pórovitých médií. Případně i voda ve vzduchu. Nevytváří vodní hladinu ani spojitou fázi schopnou toku. Obecně to tedy znamená, že vlhkost lze definovat jako fyzikálně rozptýlenou vodu v jiné látce, konkrétně tedy v jejích pórech.

Za ustálených teplotních a vlhkostních poměrů, kdy dochází k rovnováze mezi vlhkostí materiálu a vlhkostí vzduchu, který jej obklopuje nastává rovnovážná vlhkost. Například pro cihelné zdivo při 5 °C a 85% relativní vlhkosti vzduchu je rovnovážná vlhkost 2 %.<sup>2</sup> Pro vyjádření vlhkosti v materiálu se používá hmotnost objemová či hmotnostní.

Spolu s vodou se do konstrukcí často dostávají soli. Jelikož se tyto soli postupně z konstrukce vypařují tvoří tzv. solné výkvěty. Tyto výkvěty jsou tvořeny rychle narůstajícími krystaly, které výrazně narušují strukturu zdiva. Důsledkem bývá destrukce stavebního materiálu. Výskyt těchto solí ve vodě ovlivňuje vzlínavost materiálu. Soli se usazují na stěnách pórů, tím se zmenšuje jejich průměr, a to způsobuje zvětšení maximální výšky pro vzlínání.

Pro správnou volbu sanačního opatření je prvním a důležitým krokem analýza vlhkosti zdiva. Pro tuto analýzu je nutné znát:

- Příčiny vlhkosti
- Zdroje vlhkosti
- Způsoby pronikání vlhkosti
- Projevy vlhkosti
- Klasifikace vlhkého zdiva
- Klasifikace vlhkosti vzduchu
- Stupeň zasolení
- Užívání staveb
- Hydrogeologické podmínky objektu

---

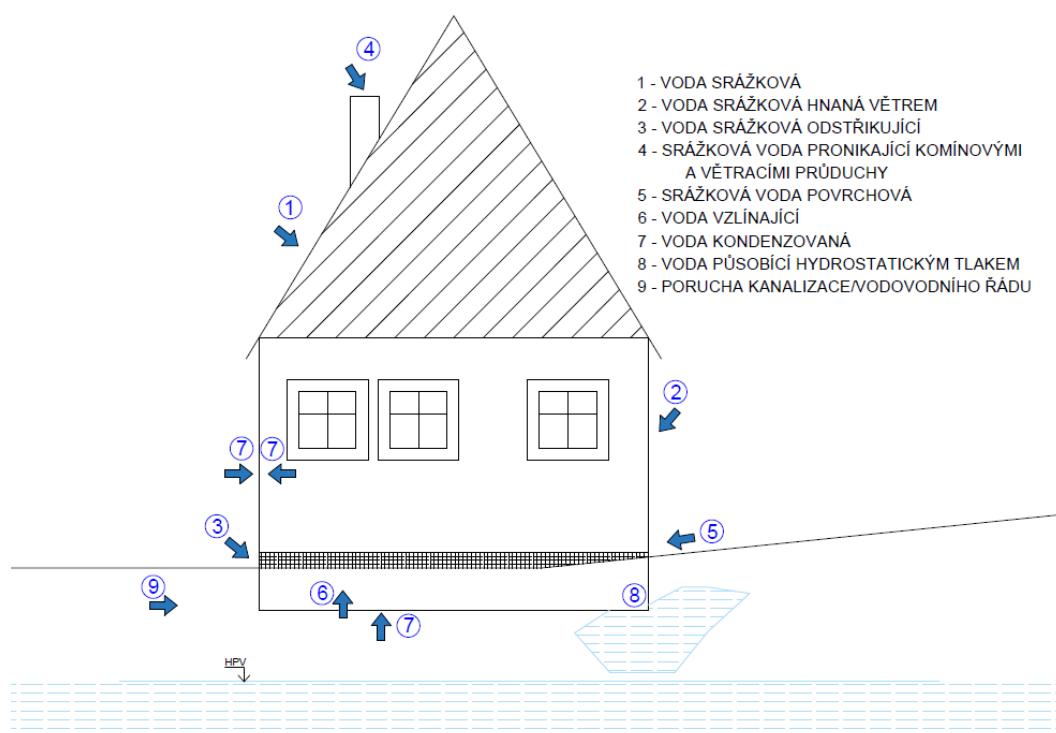
<sup>2</sup> VLČEK, M., BENEŠ, P. Poruchy a rekonstrukce staveb II. Brno: Vydavatelství ERA. 2005.129 s. ISBN 80-7366-013-X.

## 2.1. Příčiny a zdroje vlhnutí zdiva

Příčinou vlhnutí zdiva bývá, jak už jsem zmínila, chyba při vytváření projektové dokumentace. Dále podcenění kolísání hladiny spodní vody či nerespektování terénních podmínek. Další možností je absence odborně způsobilé osoby při provádění hydroizolační vrstvy, nedodržování stanovených technologických postupů, či porušení hydroizolace následujícím procesem ve výstavbě.

V případě starších budov bývá často problémem degradace původní hydroizolace, tím pádem hydroizolace ztrácí svou funkci. Občas se také stane, že v důsledku nových přístaveb, rekonstrukcí atp. se nedodrží původní opatření proti vlhkosti. Příkladem je zazdění větracích průduchů, nedostatečná údržba objektu (vadné žlaby a svody, zatékání do konstrukce, ucpané drenážní systémy) nebo změny v okolí stavby (přístavby).

Vlhnutí stěn bývá způsobeno nejen vodou v kapalném skupenství ale i ve skupenství plynném – jako vodní pára.



Obrázek 1 Zdroje vlhkosti

Vlastní zpracování dle předlohy z ANTON, O.; BLAŽKOVÁ, V.; HOBST, L. Měření vlhkosti v praxi soudního inženýra. Příspěvek XIV. konference znalců - Brno 21. a 22. 1. 2005.

Jak je vidět na obr. (Obrázek 1), je nutné z hlediska výskytu rozlišovat různé zdroje namáhající vody. Jedná se o zdroje následující:

### **2.1.1. Atmosférická vlhkost**

Jde o tuhé a kapalné srážky, vlhkost vnějšího vzduchu, námrazu či zalednění části staveb a vodu srážkovou odstříkující. Působí na vnější konstrukce objektu jako jsou střecha, komínové zdivo (průduch), obvodové zdivo, balkony, římsy apod. Pokud voda působí zároveň s deštěm, jedná se o vodu atmosférickou hnanou větrem. Voda atmosférická odstříkující působí v místě soklů. Sokly jsou navíc citlivým místem stavby v rámci jarních měsíců, kdy dochází k tání sněhu. V zimním období je navíc ohrožují soli, které se používají jako chemické posypy komunikací.

### **2.1.2. Podpvrchová vlhkost**

Tato vlhkost obvykle působí především na konstrukce podlah, které jsou právě v přímém kontaktu se zemí. Jedná se o zemní vlhkost, gravitační vodu či vodu tlakovou.

### **2.1.3. Povrchová vlhkost**

Voda stékající po povrchu terénu, která následně odtéká v tocích. Patří sem voda v nádržích a rybnících.

### **2.1.4. Provozní vlhkost**

Je způsobena tekutinou, která se vyskytuje ve všech možných skupenstvích v částech stavby. Je to například vlhkost vzduchu, tlaková voda v bazénech, voda stékající po povrchu konstrukcí atp.

### **2.1.5. Technologická vlhkost**

Voda, která byla do konstrukce zabudována již při samotné realizaci stavby. Je to jev zcela přirozený a nebývá zpravidla důvodem pro vznik poruch. Jediný problém nastává při uzavření vlhkosti mezi dva difúzně uzavřené povrchy – v tomto



případě se nemůže nijak odpařit. V rámci mokré výstavby je vždy nutné odborné vedení, aby se zamezilo „vnesení“ vody do konstrukce (jedná se především o procesy jako je zdění, omítky, potěry atp.). Veškeré konstrukce zhotovené mokrým procesem mají ze začátku vždy vysokou (výrobní) vlhkost, která s postupem času klesá na tzv. vlhkost praktickou. Doba vysychání se v závislosti na druhu materiálu liší a pohybuje se v rozmezí mezi 2-7 lety. <sup>3</sup>

Příčiny vlhnutí zdiva lze dělit na chemické, fyzikální a kapilární.

### **2.1.6. Chemické příčiny**

Jedná se o přirozenou vlhkost stavebních hmot, která je dále závislá na stupni vlhkosti okolí, ve kterém se vyskytuje.

### **2.1.7. Fyzikální příčiny**

Zde se jedná o vlhkost, která se do konstrukcí dostává díky působení zákonů fyziky. Patří mezi ně hyroskopická vlhkost a kondenzovaná (rosná) voda.

Při nasycení atmosférického vzduchu a překročení rosného bodu přechází vzduch do skupenství kapalného. Ke kondenzaci vodní páry dochází na povrchu konstrukce za předpokladu, že je teplota na povrchu nižší, než je teplota rosného bodu páry obsažené ve vzduchu. Kritickými místy, kde u staveb dochází ke kondenzaci jsou především místa tepelných mostů ve stěnách obvodových, vnitřních, střeších atp. U historických budov, kde se provádí výměna oken za nové, těsnější se dostáváme do situace, kdy uvnitř budovy dochází k nárůstu relativní vlhkosti vzduchu, a tudíž i ke kondenzaci. Tyto budovy mívají zpravidla tlusté obvodové zdivo tzn, že zdivo je na povrchu chladné i během jarních a letních měsíců. Pokud tedy větráme a pustíme do bytu ohřátý letní vzduch dojde samozřejmě ke kondenzaci vodní páry. Naopak v zimních měsících obsahuje vzduch malé množství vodní páry a vstupem do objektu se zahřívá čímž klesá jeho relativní vlhkost. <sup>4</sup>

Hyroskopická vlhkost ve stavebních materiálech je způsobena obsahem solí, které jsou schopny absorbovat do svých molekul nějaké množství vody.

---

<sup>3</sup> FÁRA, P. Sanace vlhkého zdiva. 1. vydání. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2003. 86 s. ISBN 80-86657-02-07.

<sup>4</sup> BALÍK, M. a kolektiv. Odvlhčování staveb. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 312 s. ISBN 978-80-247-2693-9.

U obou těchto případů lze do jisté míry vlhkost konstrukcí ovlivnit dostatečným, a především správným větráním.

### **2.1.8. Kapilární příčiny**

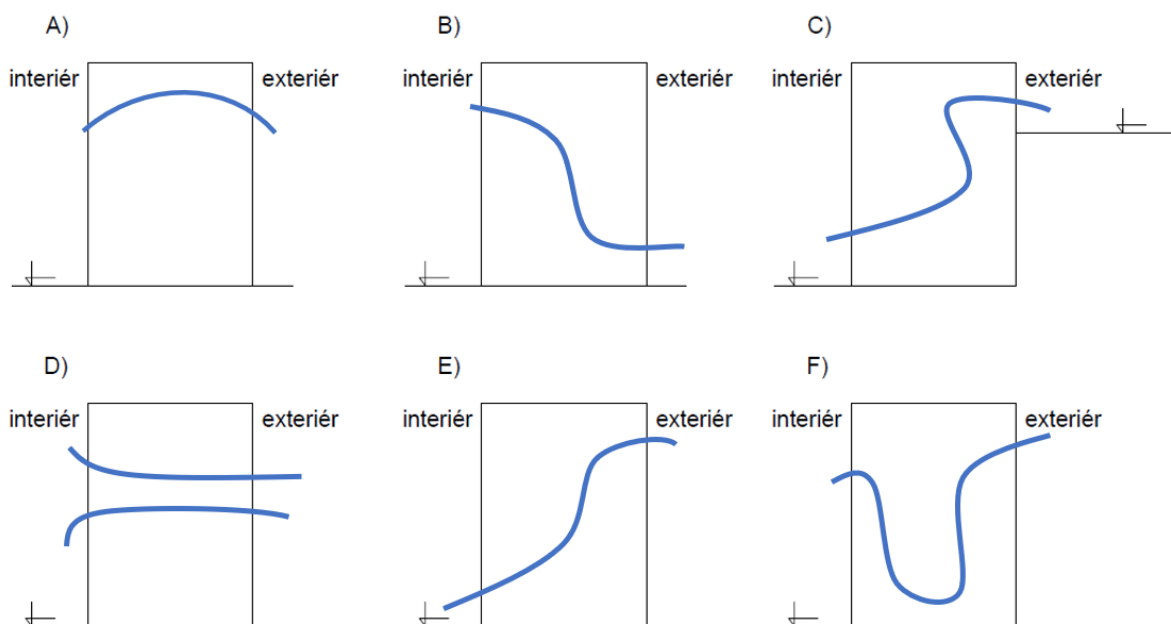
Zděné konstrukce vždy obsahují určité množství pórů, díky kterým se voda dostane do konstrukce. Z praxe je známo, že voda ve zděném zdivu může vystoupat až do výšky 1,5 metru. Vlhkost vztlínající vody je samozřejmě ovlivněna vlhkostí podloží – pokud je v blízkosti vodní zdroj (rybník, řeka) – bývá vlhkost také vždy vyšší. Dalším aspektem je propustnost zeminy. U hutných stavebních materiálů jako je beton nedochází k významnému vztlínání vlhkosti do stavby. Vztlínající voda je navíc dvojitou hrozbou, a to z důvodu, že s sebou nese vždy nějaké soli (chloridy, sírany, dusičnany), které časem tvoří solné výkvěty na povrchu konstrukce. Tyto výkvěty urychlují proces degradace zdiva a omítek. S problémem vztlínající vody se zpravidla setkáváme u staveb starších, kde je nedostatečně provedená hydroizolace spodní stavby nebo zde hydroizolace úplně chybí.

Každý pórovitý materiál pohlcuje nejen zemní vlhkost, ale také páru obsaženou ve vzduchu. Tuto páru pohlcuje až do doby, kdy dosáhne rovnovážného stavu, tedy stavu, který za určitý časový úsek nevykazuje žádné úbytky či přírůstky vlhkosti. Tento jev je nazýván rovnovážnou vlhkostí. Sorpční vlhkost je rozdílná pro každý materiál. Závisí na teplotě, relativní vlhkosti vzduchu a na jeho barometrickém tlaku. Sorpcí je nazýván stav, kdy se při konstantní teplotě zvyšuje relativní vlhkost vzduchu. Opakem je stav, kdy při klesající relativní vlhkosti dochází k uvolňování vodní páry z materiálu do okolního prostředí – tento jev je nazýván desorpcí.<sup>5</sup>

## **2.2. Způsoby vniknutí vlhkosti do zdiva**

Vlhkost vniká do zdiva díky své kapilární vztlínivosti, zatékáním (prosakováním) vody, kondenzací vodní páry, kapilární kondenzací anebo hydrokopickým příjmem vlhkosti.

Každý z těchto způsobů má svůj určitý průběh vlhkosti v konstrukci (viz obr. 5.). U prvních dvou zmíněných případů, tedy kapilární vztlínivost a zatékání, se voda dostává do konstrukce jako kapalina. V dalších případech je v plynné fázi.



- A - Vzlínající vlhkost
- B - Kondenzovaná vlhkost z interiérové strany konstrukce
- C - Vlhkost vzlínající a pronikající z boku
- D - Vlhkost kondenzovaná a hydroskopická
- F - Vlhkost způsobená pronikáním dešťové vody

**Obrázek 2 Průběh vlhkosti v konstrukci dle způsobu pronikání**

*Vlastní zpracování dle předlohy z BALÍK, M. a kolektiv. Odvlhčování staveb. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 312 s. ISBN 978-80-247-2693-9*

U vzlínající vlhkosti – Obrázek 2A) nedochází ke kolísání hranice vlhkosti, navíc je tato hranice v podstatě nezávislá na atmosférických podmínkách. Po období dlouhých dešťů se hranice zvýší až s určitým zpožděním (3 až 7 dní). Skvrny v interiéru a exteriéru jsou přibližně ve stejné úrovni.

Obdobný příklad je naznačen i na Obrázek 2B), jediným rozdílem je, že na straně interiéru je hranice vlhkosti umístěna znatelně výše než v oblasti exteriéru. Jedná se o případ kombinací dvou vlhkostí, a to konkrétně vlhkosti vzlínající, která navíc na povrchu kondenzuje. Výrazný vliv na tento typ vlhkosti má funkce, kterou je daný prostor využíván. Dalším důležitým faktorem je způsob větrání a vytápění.

Obrázek 2C) ukazuje podsklepenou budovu, kde je vlhkostí narušena celá plocha stěn v suterénu a do určité výšky i soklová část. Tyto závady jsou přímo závislé na atmosférických podmínkách. Hlavní příčinou je voda, která proniká do boků vlivem porušené plošné izolace a pak druhotně vzlíná do obvodového zdiva.

Na Obrázek 2D) je vidět vliv vlhkosti způsobena kondenzací. Tedy rozdílem teplot prostorů, materiálem použitým na omítky a skladbou – např. betonové prvky,

které jsou nedostatečně tepelně izolované atp. Tato vlhkost se projevuje vlhkými skvrnami v různých výškách, téměř vždy v koutech. Jsou rozvrženy neurčitě a jejich velikost se v čase mění. Jev bývá nejčastější na schodišťových stěnách, v suterénech a přízemních místnostech sousedících s vedlejšími objekty.

Obrázky: Obrázek 2E) a Obrázek 2F) zobrazují vlhkost způsobenou pronikáním dešťové vody. Tedy z exteriéru do interiéru. Obrázek F je navíc opět kombinací – vody dešťové a poté vztlínáním do obvodového zdiva.<sup>5</sup>

## **2.3. Důsledky vlhkosti – vliv na konstrukce**

Samotná voda je velkou zátěží 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 drobné poruchy.

### **2.3.1. Účinky biologické**

Vlhkost je ideálním prostředím pro působení biotických činitelů jako jsou houby, plísně, bakterie, lišejníky, houby, hmyz, mechy a řasy. Prostředí, ve kterém se daří těmto škůdcům nelze považovat za zdravé pro lidský organismus. Naopak je příčinou mnoha onemocnění, počínající alergickými příznaky, vleklými onemocněními cest dýchacích až po plicní a mimoplicní tuberkulózy a chronická plísňová onemocnění. Tito škůdci navíc ohrožují vlastnosti konstrukce, jelikož jejich kořeny mohou prorůstat do konstrukcí. Plísně a bakterie navíc způsobují hnilobu.

### **2.3.2. Účinky fyzikální**

Zvýšená vlhkost samozřejmě ovlivňuje fyzikální a mechanické vlastnosti napadených stavebních materiálů, a tudíž i celých konstrukcí. Vlivem nadměrně působící vlhkosti dochází ke zvětšování hmotnosti konstrukce. Voda má navíc negativní vliv na tepelně izolační vlastnosti materiálů a celkovou pevnost konstrukcí.

---

<sup>5</sup> BALÍK, Michael. Vysušování zdiva II. Praha: Grada Publishing s.r.o., 1997. ISBN 80-7169-440-1.

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.<sup>67</sup>

### 2.3.3. Účinky chemické

Dlouhodobě zvýšená a proměnlivá vlhkost má za následek degradaci stavebních materiálů a konstrukcí. Zejména v souvislosti se zvyšující se salinitou. Soli jsou transportovány do materiálu právě pomocí vody. Chemické účinky se projevují především krystalizací solí, ta způsobuje tzv výkvěty a ty vedou až k destrukci materiálů. Při tzv. chemické korozi dochází ke změnám jejich chemického složení a v důsledku toho ke změnám jejich vlastností.<sup>89</sup>

### 2.3.4. Účinky mechanické

Mechanické účinky mají za následek změnu mechanických vlastností daných konstrukcí. Primárně dochází k objemovým změnám, změnám pevnosti, modul pružnosti, součinitele tepelné vodivosti a další. Důsledkem těchto změn je drcení materiálu, vznik trhlin a deformace konstrukcí.<sup>9</sup>

Souhrnně lze tedy říci:

- Snížení tepelně-izolačních schopností stavebního materiálu.
- Vlhkost podporuje vznik karcinogenních plísní.
- Vlhkost způsobuje škody na omítkách a fasádách.
- Vlhkost je transportním médiem pro vnik solí do stavby.
- Zvýšenou vlhkostí vzniká zatuchlina, která výrazně snižuje kvalitu bydlení.
- Vlhkost tedy škodí stavebním konstrukcím a zkracuje životnost staveb.

---

6 BALÍK, M. a kolektiv. Odvlhčování staveb. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 312 s. ISBN 978-80-247-2693-9

7 BLAHA, M.; BUKOVSKÝ, L. Prevence a odstraňování vlhkosti.

8 BALÍK, M. a kolektiv. Odvlhčování staveb. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 312 s. ISBN 978-80-247-2693-9

9BLAHA, M.; BUKOVSKÝ, L. Prevence a odstraňování vlhkosti.

## 2.4. Klasifikace vlhkosti vzduchu

Vlhkost vzduchu ve vnitřním prostředí budov se ve vztahu k možnostem jejich využívání hodnotí podle relativní vlhkosti vzduchu, příslušná klasifikace je uvedena v tabulce Tab. 1.<sup>10</sup>

Tabulka 1 Klasifikace vlhkosti vzduchu

Vlhkostní klima vnitřního prostředí	Relativní vlhkost vzduchu
Suché	< 50
Normální	50 – 60
Vlhké	60 – 75
mokrý	> 75

1- ČSN P 0610 (vlastní úprava)

## 2.5. Klasifikace vlhkosti zdiva

Vlhkost zděných konstrukcí, která je vyvolána účinky zemní vlhkosti, terénem prosakující a po povrchu terénu a chodníků stékající srážkové vody, vody kondenzující z vlhkého vzduchu na povrchu a ve struktuře zdiva, se ve vztahu k uvažovanému způsobu sanace zdiva nad i pod terénem klasifikuje podle tabulky Tab. 2.<sup>11</sup>

Přirozené stavební materiály vždy obsahují určité množství vody (volné či chemicky vázané). Termínem vlhkost stavebních materiálů rozumíme vodu fyzikálně rozptýlenou ve stavebním materiálu. Vyjadřuje se hmotnostním anebo objemovým poměrem vody k pevné hmotě.

10ČSN P 73 0610. Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení Praha: Český normalizační institut. 2000.

11ČSN P 73 0610. Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení Praha: Český normalizační institut. 2000.

$$w = mv / ms \cdot 100 [\%],$$

kde je:

$w$  míra vlhkosti [%],

$mv$  hmotnost vlhkého materiálu [kg],

$ms$  hmotnost suchého materiálu [kg].

Norma ČSN P 73 0610 rozlišuje čtyři základní kvalifikační stupně vlhkosti  $w$ . Určení této hodnoty je zpravidla nejdůležitějším momentem v průběhu rozhodování o vhodném sanačním opatření.

*Tabulka 2 Klasifikace vlhkosti zdiva*

<b>HODNOCENÍ VLHKOSTI</b>	<b>VLHKOST ZDIVA %HM.</b>
Velmi nízká vlhkost	$w < 3,0$
Nízká vlhkost	$3,0 < w < 5,0$
Zvýšená vlhkost	$5,0 < w < 7,5$
Vysoká vlhkost	$7,5 < w < 10,0$
Velmi vysoká vlhkost (zamokření)	$w > 10,0$

## 2 - ČSN P 73 0610 (vlastní úprava)

Tato klasifikace je určena pro konstrukce objektů, jejichž místnosti jsou využívány pro pobyt osob, stěny jsou z cihle plných pálených, vápenopískových či kamenných (pískovec, opuka atd.), vyzdívaných na běžnou maltu (vápennou, vápenocementovou nebo cementovou).

S pomocí této klasifikační tabulky se dále provádí vlhkostní průzkum, kterému se budu věnovat více v následující kapitole mé práce.

### 3. Průzkumy staveb pro sanace vlhkého zdiva

Pro správný návrh a následné provedení odborného sanačního systému je za potřebí nejdříve prošetřit stávající stav. Pro to se provádějí jednotlivé odborné průzkumy, které mají za cíl zjistit veškeré důvody zavlhání zdiva a zjištění všech parametrů zdiva. Provedení těchto průzkumných prací a jejich správné vyhodnocení spojené s projektovou přípravou s dostatečným předstihem před realizační fází jsou základní podmínkou pro dobrý výsledný efekt, tj. odstranění nežádoucí vlhkosti ze zdiva.<sup>12</sup>

Podklady, které je třeba získat před vlastním návrhem snížení vlhkosti zdiva jsou:

- Posouzení skutečného stavu zdiva (ne pouze viditelného).
- Výstupy z historických dokladů o stavbě, době jejich vzniku a době dodatečných úprav.
- Posouzení základových poměrů z hlediska jejich možného působení na vlhkost zdiva stavby.

Všechny tyto informace nazýváme souhrnně průzkumy a hloubka jejich zpracování je určena dvěma základními hledisky:

1) Průzkumy nutné, které nelze vynechat – vlhkostní průzkumy, průzkumy salinity a šetření na místě.

2) Průzkumy doplňující, které mohou být ve svém rozsahu upraveny. V závislosti dle podmínek stavby, srovnávacího historického materiálu, zkušeností ze staveb v blízkém okolí nebo v podobném prostředí.

Pro všechny druhy průzkumů platí, že jsou zpracovávány přiměřeně k rozsahu dané stavby a závažnosti problémů.

---

<sup>12</sup> LEBEDA, Jaroslav a kolektiv. Sanace zavlhlého zdiva budov. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1988. L17-B2-IV-31/72 388.



### **3.1. Inženýrsko-geologický průzkum**

Inženýrsko-geologický průzkum je nezbytný pro zjištění geologických poměrů na stavbě. Tento průzkum řeší především posouzení geomorfologických poměrů staveniště, průzkum složení základové půdy, určení únosnosti a stlačitelnosti základové půdy, zhodnocení vlivu podzemní vody na zakládání stavebních objektů a s tím související minimální a maximální výšku podzemní vody a celkové zhodnocení základové půdy.

### **3.2. Hydrogeologický průzkum**

Účelem tohoto průzkumu je určení hydrofyzikálních, geotechnických a mechanických vlivů na konstrukce. Základem je určení součinitele propustnosti zeminy a také výskyt podzemní vody – její hloubky a kolísání. Tento výzkum má za cíl chránit zdroje vody a také eliminovat vliv důlních vod. Součástí je zpracování chemického rozboru vody. Díky tomuto průzkumu získáme informace o hydrofyzikálním namáhání spodní stavby. V důsledku podcenění tohoto průzkumu bývá následkem špatný návrh sanačního systému. A jak již bylo zmíněno, dodatečné opravy jsou vždy mnohem více komplikované, ekonomicky nevýhodné a pracné.

### **3.3. Stavebně-historický průzkum**

Tento průzkum je nezbytný u budov historických či památkově chráněných. V první části průzkumu se zkoumá dochovaná dokumentace ke stavbě. Zjišťuje se, jak se v průběhu času měnila stavba z hlediska jejího účelu. Navíc lze zjistit, zda stavba měla už v minulosti nějaké problémy s vlhkostí. V další části se provádí podrobný výzkum na samotné budově.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> SOLAŘ, J. Odstraňování vlhkosti. Sanace vlhkého zdiva. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4708-8.

### 3.4. Stavebně-technický průzkum

Průzkum se provádí ještě před zahájením projekční přípravy. Vždy by měl obsahovat vyjádření uživatelů daného objektu. Zjišťuje se především konstrukční systém objektu a základní rozměry, složení použitých materiálů, kvalita použitých materiálů, poruchy a jejich souvislosti, způsob užívání stavby, zda byly provedeny nějaké stavební úpravy. Zpracování bývá jak textové, tak grafické.<sup>1415</sup>

### 3.5. Průzkum salinity

Průzkumem salinity se zjišťuje množství rozpustných solí – především síranů, chloridů a dusičnanů obsažených ve zdivu. V menší míře se objevují také uhličitany a dusitany.<sup>16</sup> Soli jsou hydroskopické, což znamená že jsou schopny přijímat vlhkost z okolního vzduchu. Transport solí ve zdivu je tedy spojen s transportem vlhkosti v porézních materiálech. Soli krystalizují v pórech materiálů, zvětšují zde svůj objem, a to má tedy za následek degradaci zdiva a omítek. Mezi nejvíce nebezpečné patří soli, které jsou schopny hydratace i při obvyklých teplotních podmínkách vnitřního a vnějšího prostředí.

Limitní hodnoty množství solí ve zdivu jsou definovány v ČSN P 73 0610 stejně jako v následující tabulce 3.<sup>17</sup>

---

14 BALÍK, M. a kolektiv. Odvlhčování staveb. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 312 s. ISBN 978-80-247-2693-9.

15 SOLAŘ, J. Odstraňování vlhkosti. Sanace vlhkého zdiva. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4708-8.

16 BALÍK, M. a kolektiv. Odvlhčování staveb. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 312 s. ISBN 978-80-247-2693-9.

17 ČSN P 73 0610. Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení Praha: Český normalizační institut. 2000.

Tabulka 3 Limitní hodnoty soli ve zdivu

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 – 2,0	0,075 – 0,20	1,0 – 2,5	0,1 – 0,25	5,0 – 20,0	0,5 – 2,0
Vysoký	2,0 – 5,0	0,20 – 0,50	2,5 – 5,0	0,25 – 0,50	20,0 – 50,0	2,0 – 5,0
Velmi vysoký	> 5,0	> 0,50	> 5,0	> 0,50	> 50,0	> 5,0

3 - ČNS P 9 0610 (vlastní úprava)

### 3.6. Průzkum vlhkostní

Tento výzkum lze považovat za stěžejní, pokud chceme navrhnout kvalitní sanační systém. Zjišťujeme jím hmotnostní vlhkost, tedy poměr mezi hmotností vody ve vzorku ku hmotnosti vzorku vysušeného, jak již bylo popsáno ve vztahu v podkapitole 4.5. Tato klasifikace je uvedena v platné normě ČSN P 73 0610.

Pokud jsou hodnoty vlhkostního průzkumu velmi nízké či nízké neberou se jako zásadní. Při těchto hodnotách nedochází k destrukci omítek mrazem a nemusejí se projevit žádné viditelné poruchy. Hranicí pro aplikaci sanačních povrchových metod je vlhkost zvýšená. Tedy vlhkost v rozmezí  $5 < w < 7,5$ .

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.

Na základě provedených průzkumů se určí vhodná technologie sanace. Na základě těchto výsledků se volí co nejvhodnější sanační technologie. Stejně jako jsou příčiny vlhkosti způsobeny převážně kombinací dvou vlhkostních problémů, stejně tak by i navržená sanace měla být kombinací dvou systémů.

Obsah a způsoby průzkumu podrobně určuje ČSN P 73 0610:

- Posouzení technického stavu konstrukcí objektu z hlediska mechanické odolnosti a stability celé stavby nebo těch jejích částí, na kterých se sanace vlhkého zdiva provádí.

- Průzkum podzemního a nadzemního zdiva objektu na vlhkost a druhy solí tvořící výkvěty.
- Chemickou analýzu případné podzemní vody, vyskytující se v kontaktu se základy stavby.
- Posouzení inženýrsko-geologických a hydrogeologických poměrů objektu a jeho blízkého okolí a posouzení základových poměrů stavby ve vztahu k uvažovanému sanačnímu zásahu.<sup>18</sup>

M. Balík<sup>19</sup> na základě zkušeností z praxe považuje za důležité při klasifikaci hmotnostní vlhkosti zdiva přihlídnout také ke způsobu využívání přilehlých prostor.<sup>20</sup> V následující tabulce 3. je uvedena klasifikace zvýšené a vysoké hmotnostní vlhkosti zdiva  $w$  [%] v závislosti na využití vnitřních místností.

---

18 ČSN P 73 0610. Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení Praha: Český normalizační institut. 2000. str. 12.

19 BALÍK, M. Vysušování zdiva I. 2. rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, spol. s r.o., 1999. 84 s. ISBN 80-7169-856-3.

20 BALÍK, M. Vysušování zdiva I. 2. rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, spol. s r.o., 1999. 84 s. ISBN 80-7169-856-3.

Tabulka 4 Klasifikace zvýšené vlhkosti zdiva v závislosti na využívání vnitřních prostor

HMOTNOSTNÍ OBSAH VODY VE ZDIVU			
TYP BUDOVY	ČÁST BUDOVY	W [%] ZVÝŠENÁ	W [%] VYSOKÁ
Objekty určené k bydlení (včetně hotelů, penziónů)	Pokoje	4	6
	Interní chodby	5	6
	Externí chodby	6	7
	Omítnuté sklepy	8	10
Suterény ke komerčnímu využití	Místnosti	5	7
	Chodby, shodiště	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	Opatřeny sanačními maltami	9	11
	Ostatní	7	9
Opukové nebo cihelné režné zdivo	Bude spárováno sanačními materiály	9	13

4 Balík M. Vysušování zdiva I. (vlastní úprava)

## 4. Metody měření vlhkosti

Rozložení vlhkosti v konstrukci a její časové změny jsou jednou z klíčových informací pro posouzení stavu konstrukcí. Pro stanovení diagnózy je prioritní vycházet z co nejpřesnějších informací, především co se týče zjišťování skutečného vlhkostního stavu zdiva.

Správnost měření se vždy odvíjí od správnosti měření zvoleného přístroje. Ten by měl vyhovovat technickým požadavkům jako je citlivost, životnost, možnost rychlého a opakovaného měření, odolnost atp. Měřicí metody a přístroje se stále zdokonalují a inovují.

Metody měření dělíme do dvou základních skupin dle způsobu odběru vzorků:

- Destruktivní.
- Nedestruktivní.

Pokud potřebuje odebrat z konstrukce vzorek – a tudíž do ní zasahujeme a narušujeme ji v místě odběru vzorku – jedná se o metodu destruktivní. Společným znakem destruktivních metod – jak již název odpovídá – je nutnost mechanicky poškodit povrch. Odběr vzorků se provádí odsekáním či vývrtem. Při ručním odběru se nejdříve provede odsekání omítky až na zdivo a poté se pokračuje vysekáváním do hloubky zhruba 100 mm, tam by měly být vlhkostní poměry vyrovnané. Při použití jádrového vrtáku, především spirálového, je nutné respektovat chybu, která je zapříčiněna odpařením vlhkosti díky zahřátému vrtáku (při vlhkosti zdiva 15 % je chyba -1 %).<sup>21</sup>

Dalším důležitým aspektem je velikost odebraného vzorku. Věrohodnost nalezených hodnot závisí na reprezentativnosti vzorku, nakolik je vzorek charakteristický pro daný objekt nebo konstrukci. I malý vzorek by neměl obsahovat zrna nebo částice, jež se v materiálu vyskytují ojediněle a jejichž vlastnosti nejsou obrazem vlastností většiny materiálu konstrukce. V praxi jsou nejčastěji odebírány vzorky o hmotnosti 50-200 g.

---

21 BALÍK, M. a kolektiv. Odvlhčování staveb. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 312 s. ISBN 978-80-247-2693-9.

Volba místa odběru závisí na tom, jakou informaci chceme analýzou získat, např. rozložení vlhkosti ve svislém profilu, v příčném směru, v omítce, ve spárové maltě apod. Při měření vlhkosti musíme vždy dbát na srovnatelné údaje. Vlhkost obvykle proniká rychleji a do větší hloubky maltou a zasahuje jen okraje cihel nebo kamene. Pro odebrání a vyhodnocení vzorků bývá často užívána kombinace některé přímé (nejčastěji elektrické metody) a alespoň část vzorků se ověří metodou destruktivní – gravimetrickou. Nepřímé metody udávají hodnoty vlhkosti zdiva pouze do hloubky několika centimetrů pod povrchem konstrukce, mezi velké výhody však patří nenarušení zkoumaného vzorku a též okamžité zjištění výsledků. Měřicí přístroje jsou jednoduché a snadno přenosné. U všech nepřímých metod je nutné předem provést kalibraci – zjistit závislost vlhkosti na měřeném parametru. Standardně se pro porovnávání těchto metod používá gravimetrická metoda.<sup>22</sup>

Opakem je metoda nedestruktivní, kdy do konstrukce nijak nezasahujeme. Vlhkost je měřena například příložným přístrojem.

Dle způsobu měření lze metody rozdělit následovně:

- Přímé, kdy je měřenou veličinou množství vody v materiálu, která je od materiálu oddělena.
- Nepřímé, při které se měří konkrétní fyzikální veličina v závislosti na měnící se vlhkosti materiálu (elektrický odpor, pohlcování, tepelná vodivost, záření apod.).

Pro získání kvalitního vzorku je vždy nutné mít na paměti, že pro získání relevantních analytických výsledků je třeba také zohlednit množství těchto vzorků a jejich velikost ve vztahu k celé stavební konstrukci. Navíc je nutné brát v potaz, že vzorky by nikdy neměly být odebírány v místech, kde je konstrukce nejvíce zavlhlá volnou vodou – z důvodu zatékání, poruch dešťových svodů atp.

---

<sup>22</sup> BALÍK, M. a kolektiv. Odvlhčování staveb. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 312 s. ISBN 978-80-247-2693-9.

## 4.1. Destruktivní metody

Při destruktivním průzkumu se ze zdiva v různých místech, v různých výškách a hloubkách a ze strany vnějších i vnitřních líců nadzemních a podzemních stěn odebírají vzorky stavebních materiálů, vzorky se z konstrukcí odebírají za použití elektrického vrtacího kladiva a sekáče.<sup>23</sup>

Mezi nejběžnější metody měření vlhkosti patří metoda gravimetrická a karbidu vápníku.

### 4.1.1. Metoda gravimetrická

Tato neznámější metoda – též nazývána jako vážková – spočívá v odebrání vzorku v místě vlhkosti. Vzorek se zváží, poté vysuší v sušárně za normou stanovených podmínek, po vysušení jsou umístěny do speciální uzavřené nádoby tzv. exsikátoru, kde se vzorky teplotně i vlhkostně ustálí. Poté se provede druhé vážení a vypočte se hmotnostní vlhkost v procentech. Rozdíl hmotnosti vlhkého a suchého vzorku se dělí hmotností suchého vzorku a vynásobí 100. Teplota se pro jednotlivé vzorky liší. Tato měření se provádí dokud nedosáhneme u dvou po sobě jdoucích vzorků úbytek hmotnosti menší než 0,02 g, respektive 1 %.

Gravimetrická metoda má dvě zásadní nevýhody. První je nemožnost opakovaného měření v jednom místě, jelikož se jedná o metodu destruktivní. Druhou je časové zpoždění informace, jelikož výsledek se dozvíme až po vysušení odebraného vzorku.

Výhodou je její nezávislost na dalších parametrech materiálu a není třeba sestavit kalibrační křivku. Právě z toho důvodu je gravimetrická metoda považována za standardní a univerzální, a i přes zmíněné nevýhody je nejužívanější a nejpřesnější.<sup>24</sup>

---

23 ČSN P 73 0610. Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení Praha: Český normalizační institut. 2000.

24 Měření vlhkosti v praxi soudního inženýra. ANTON, Ondřej Ing., Ing, BLAŽKOVÁ Vendula a HOBST, Leonard Doc. Ing. CSc. Brno : Příspěvek XIV. konference znalců, 2005.



### 4.1.2. Stanovení vlhkostního profilu

Pro stanovení příčiny zvýšené vlhkosti zdiva je důležitý tzv. vlhkostní profil. Ten získáme odběrem vzorků v různých výškách a hloubkách konstrukce. Doporučený počet jsou tři vzorky. K vyhodnocování jednotlivých vzorků se použije metoda gravimetrická. Vlhkostní profil se vyhodnocuje zakreslením čela zavlhčení v řezu zdiva. Vyhodnocení se následně provádí tak, že do řezu zakreslíme výsledky, které byly gravimetrickou metodou zjištěny jako suché a vlhké. Suchými se rozumí výsledky do 20% nasycení, vlhké nad 50% nasycení.

Profil se dále vyhodnocuje – zjištění způsobu vniknutí vlhkosti do zdiva, tomuto tématu se věnuji již v kapitole 2.2 na straně 18.

### 4.1.3. Metoda karbidová

Karbidová metoda je metodou chemickou a používá se nejen k měření vlhkosti pevných rozdrčených materiálů, ale hlavně k měření materiálů sypkých jako je písek, jíla či usazenina. Tato metoda je výhodná především tím, že se dá vyhodnotit přímo na stavbě a není nutné vzorek brát do laboratoří. Nevýhodou je horší přesnost. Vzorek je vždy odebírán v celé tloušťce materiálu a to ručně, nebo za pomoci pneumatického kladiva. Vzorek se rozdrť a zváží a je vložen do nádoby s karbidem vápničku a ocelovými kuličkami, které slouží k rozdrčení ampulek. Metoda je založena na chemické reakci mezi vodou a karbidem vápenatým. Tím vzniká acetylen, který je měřítkem pro určení vlhkosti zkoušeného vzorku. Množství acetyleny v nádobě je stanoveno pomocí manometru, který je vždy kalibrován pro určitý materiál. Výsledná vlhkost se udává v procentech CM, které se liší od procent hmotnostních stanovených gravimetrickou metodou.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> BALÍK, M. a kolektiv. Odvlhčování staveb. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 312 s. ISBN 978-80-247-2693-9.

## 4.2. Nedestruktivní metody

Mezi nedestruktivní metody patří například metoda kapacitní, odporová, nákladnějšími způsoby zjišťování rozsahu a míry vlhkosti zdí jsou metody termografická, radiometrická a jiné.

### 4.2.1. Metoda mikrovlnná

Metoda mikrovlnná je založena na poznatku o vlivu vlhkosti na útlum mikrovlnného záření při průchodu prostředím pórovité látky. Největší vliv na útlum záření má volná voda.<sup>26</sup> Vlhkost je měřena v celém vzorku s vysokou citlivostí na měření. Výhodou této metody tedy je, že umožňuje měření v celém objemu látky. Měřič se na straně vysílače skládá z generátoru mikrovlnného záření (Gunnovy diody) a na straně přijímače je přijímací anténa napojena na detekční metodu, která je dále propojena s vyhodnocovacím voltmetrem. Voltmetr je laboratorní zařízení, kterým se měří právě vlhkost sypkých materiálů.<sup>27</sup>

### 4.2.2. Kapacitní metoda měření vlhkosti

Jedná se o metodu elektrickou, kdy se snažíme zjistit závislost elektrických vlastností nekovových stavebních materiálů na vlhkosti. Tato metoda není zakotvena v normě. Jedná se o nepřímou metodu měření vlhkosti zdiva. Příloženými 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  $\epsilon_r$  je posuzována citlivost metody. Pro běžné stavební materiály, kam se řadí i cihelné zdivo, beton atd., je hodnota relativní permitivity v rozmezí 1-10, pro vodu 82, pro vzduch 1. Z této skutečnosti tedy lze říct, že i malé množství vody obsažené v materiálu má za následek výraznou změnu relativní permitivity.

---

<sup>26</sup> Měření vlhkosti v praxi soudního inženýra. ANTON, Ondřej Ing., Ing, BLAŽKOVÁ Vendula a HOBST, Leonard Doc. Ing. CSc. Brno : Příspěvek XIV. konference znalců, 2005.

<sup>27</sup> Měření vlhkosti v praxi soudního inženýra. ANTON, Ondřej Ing., Ing, BLAŽKOVÁ Vendula a HOBST, Leonard doc. Ing. CSc. Brno: Příspěvek XIV. konference znalců, 2005.

Na změřenou hodnotou nemá venkovní teplota ani soli obsažené ve vodě výrazný vliv, což je velikou výhodou metody. Další výhodou je, že můžeme měřit v širokém rozmezí vlhkostí.

Mezi nevýhody lze zařadit, že přístroj musí kalibrován na každý materiál zvlášť. Při vlhkosti větší než 6 % naměříme obvykle větší rozptyl hodnot, což má za následek klesající přesnost. Při hodnotách do 6 % je tato metoda považována za relativně přesnou.<sup>28</sup>

### **4.2.3. Odporová metoda měření vlhkosti**

Jak už víme, každý materiál je pórovatý. Odporová metoda této pórovitosti využívá a měří měrný odpor pórovitého materiálu o známé délce, který je závislý na měnící se vlhkosti. Elektrická vodivost materiálu se zvyšuje s rostoucí vlhkostí a zároveň při tom klesá měrný elektrický odpor. Obvyklé užití této metody je zejména při měření vlhkosti zdiva. Hlavním faktorem ovlivňujícím negativně přesnost měření je přechodový odpor mezi elektrodou a měřeným materiálem. Dále je měření ovlivňováno teplotou, nerovnoměrným rozložením vlhkosti v materiálech, obsahu solí v materiálech atp. Pro nezasolené zdivo s rovnoměrně rozloženou vlhkostí můžeme dosáhnout poměrně přesných výsledků.<sup>29</sup>

### **4.2.4. Vodivostní metoda**

Metoda je založena obdobně jako metoda odporové na zvyšování vodivosti materiálu s rostoucím obsahem vody. Měříme elektronickou vodivost materiálu za pomoci dvou elektrod. Měření pomocí této metody používáme u materiálů nespádajících mezi elektrické vodiče. Jsou to např. zdivo, beton, dřevo atp.<sup>30</sup>

---

<sup>28</sup> BALÍK, M. a kolektiv. Odvlhčování staveb. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 312 s. ISBN 978-80-247-2693-9.

<sup>29</sup> ANTON, O.; BLAŽKOVÁ, V.; HOBST, L. Měření vlhkosti v praxi soudního inženýra. Příspěvek XIV. konference znalců Brno 21. a 22. 1. 2005.

#### 4.2.5. Radiometrická metoda

Radiometrickou metodou měříme objemovou hmotnost. Měření je založeno na principu zpomalení rychlých neutronů atomu vodíku. Toto zpomalení způsobují ve vlhkém prostředí srážky rychlých neutronů s vodíkovými jádry. Jako zdroj rychlých neutronů je užíván směsný zářič americium a beryllium. Jakmile tyto rychlé neutrony dosáhnou tepelné rovnováhy s jádry prostředí zaregistrují je detektory pomalých neutronů. Ty jsou připojeny na vyhodnocovací jednotku, která zpracovává měření. Čím větší je potom vlhkost, tím větší je odezva detektoru.<sup>31</sup>

#### 4.2.6. Metoda impedanční spektroskopie

Metoda impedanční spektroskopie je metodou laboratorní. Využívá se k analýze vlastností látky frekvenční závislosti metodou impedančních charakteristik.<sup>32</sup> Metoda je vhodná k nedestruktivnímu sledování kvality stavebních materiálů s nízkou vodivostí, např. plastů, skel, keramiky, cementů, kameniva a řady dalších.<sup>33</sup>

---

<sup>32</sup> + <sup>31</sup> + <sup>34</sup> ANTON, O.; BLAŽKOVÁ, V.; HOBST, L. Měření vlhkosti v praxi soudního inženýra. Příspěvek XIV. konference znalců Brno 21. a 22. 1. 2005.

<sup>33</sup> Měření vlhkosti v praxi soudního inženýra. ANTON, Ondřej Ing., Ing, BLAŽKOVÁ Vendula a HOBST, Leonard Doc. Ing. CSc. Brno : Příspěvek XIV. konference znalců, 2005.

## Cíl praktické části

Cílem praktické části je návrh sanace na konkrétním objektu. K tomuto účelu byl vybrán objekt bývalého kravína v obci Kostomlaty pod Milešovkou.

Budou představena tři řešení. Ke každému z nich bude vypracován technologický postup na danou stavbu s konkrétními požadavky na spotřebu materiálu, potřebu pracovníků, požadavky na bezpečnost stavby, vybavenosti pracoviště a požadavku na prostor.

Dále bude vypracován technologický rozbor a z něho navazující časový plán výstavby pro posouzení náročnosti na dobu sanace. A položkový rozpočet pro zhodnocení cenové náročnosti varianty.

Závěrem se navržené metody porovnájí pomocí vícekriteriálního hodnocení variant spolu se zahrnutím varianty, která byla na budově prováděna ve skutečnosti.

## 5. Představení objektu

Objekt je součástí areálu a nachází se v centru obce Kostomlaty pod Milešovkou. Rekonstrukce bývalého kravína je součástí celkové revitalizace historického centra obce Kostomlaty pod Milešovkou, které probíhá již od roku 2010.

### 5.1. Obec Kostomlaty pod Milešovkou

Obec Kostomlaty pod Milešovkou leží v západní části Českého středohoří, u západního masivu Milešovky. Náleží do okresu Teplice. Ves vznikla zřejmě ještě v raném středověku. Nejvíce zmínek je o obci až z první poloviny 14. století, a to díky hradu Kostomlaty, který se nachází na jihovýchodě od obce. Obec si pokládá za cíl zachovávat urbanistickou strukturu obce s jejím jádrem v okolí kostela sv. Vavřince, kde se právě nachází mnou řešený areál s budovou bývalého kravína. Obec má v současnosti 922 obyvatel.<sup>34</sup>



Obrázek 3 Obec Kostomlaty pod Milešovkou

Mapy.cz. [online]. [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://mapy.cz/> - vlastní úprava

<sup>34</sup> Stránky obce Kostomlaty pod Milešovkou, autor: Petr Bláha [online]. [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <http://www.kostomlatypm.wz.cz/start.htm>

## 5.2. Areál objektu

Dříve na místě staveniště stál zemědělský statek, dnes z bývalého statku zbyly pouze čtyři pozemní objekty, z toho jsou tři nevyužity a jeden slouží jako myslivna. Jeden z nevyužívaných ale zachovaných objektů (obj. „D“) je právě objektem, kterým se budu zabývat v mé diplomové práci.



Obrázek 4 Pohled na bývalý areál

Mapy.cz. [online]. [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://mapy.cz/> - vlastní úprava

Jak je vidět na obrázku 1 stávající budovy jsou tedy budova A, B, C a D. Budovy v červených rámečkách jsou dnes již po demolici.

Rekonstrukcí budovy A vznikne infocentrum. Tento objekt původně sloužil jako kryté stání pro povozy. Infocentrum bude sloužit pro veřejnost, rozvoj turismu v obci. Objekt je přízemní s nevyužitou půdou. Půdorysně je tvořen obdélníkem o rozměrech 15 m x 11,5 m. Základy, obvodové zdi i krov zůstanou původní. Stávající zdi budou odvlhčeny pomocí infuzních clon. Objekt je zastřešen sedlovou střechou s polovalbami o sklonu 36°, střešní krytina je plánovaná nová. Okna a vnější dveře budou plastové, vnitřní dveře dřevěné.

Budova B je nyní jediná využívaná. Objekt využívá místní myslivecké sdružení a po rekonstrukci zde budou startovací byty. Půdorysně je objekt tvořen opět obdélníkem o rozměrech 12,4 m x 14,2 m. Základy, obvodové i vnitřní zdi, stropy, krov a částečně i schodiště zůstanou stávající. Stávající zdi budou odvlhčeny pomocí infuzních clon, navazující svislé izolace a drenáží odvádějících dešťovou vodu. Stávající krov bude opraven. Budou provedeny nové podlahy a povrchové úpravy stěn a stropů. Příčky budou pórobetonové, podhledy budou ze systémové SDK konstrukce. Objekt je zastřešen sedlovou střechou s polovalbami o sklonu 36°. Střešní krytina bude nová. Okna a vnější dveře budou plastové, vnitřní dveře dřevěné. Objekt bude zateplen izolačním systémem s tloušťkou polystyrenu 80 mm.

Budova C bude přestavena na muzeum. Muzeum bude sloužit pro veřejnost, vystavovány zde budou předměty nalezené v okolí areálu a zámku, staré nástroje a budou se zde konat příležitostné výstavy. Objekt je přízemní s nevyužitou půdou. Půdorysně je tvořen obdélníkem o rozměrech 34,6 m x 11,6 m. Základy, obvodové zdi, klenby a krov zůstanou stávající. Stávající zdi budou odvlhčeny pomocí infuzních clon, navazující svislé izolace a drenáží odvádějících dešťovou vodu. Stávající krov bude opraven. Příčky budou pórobetonové zděné. Objekt je zastřešen sedlovou střechou o sklonu 40°. Stávající krytina je poměrně nová. Při rekonstrukci bude částečně sejmuta a následně znovu použita. Okna a vnější dveře budou plastové, vnitřní dveře dřevěné.

Budova D je budova bývalého kravína, a právě budovou D se budu v rámci diplomové práce hlouběji zabývat. V rámci rekonstrukce má být přestavena na knihovnu. Bude zde také dílna pro nenáročnou výtvarnou činnost. Celkem se předpokládá v objektu najednou 20 osob a jeden zaměstnanec. Objekt je přízemní s nevyužitou půdou. Půdorysně je tvořen obdélníkem o rozměrech 33 m x 13,3 m.

Záměrem kompletní rekonstrukce je vytvořit z tohoto areálu společenské a kulturní centrum obce. Do tohoto centra jsou proto umístěny plochy, které v obci chybí. Jsou to například shromažďovací venkovní plochy, plochy pro pořádání společenských a kulturních akcí a objekty se společenskou a kulturní funkcí. Vytvořením nového centra bude vytvořen nový pohled na centrum vsi a na památky obce – zámek a kostel.

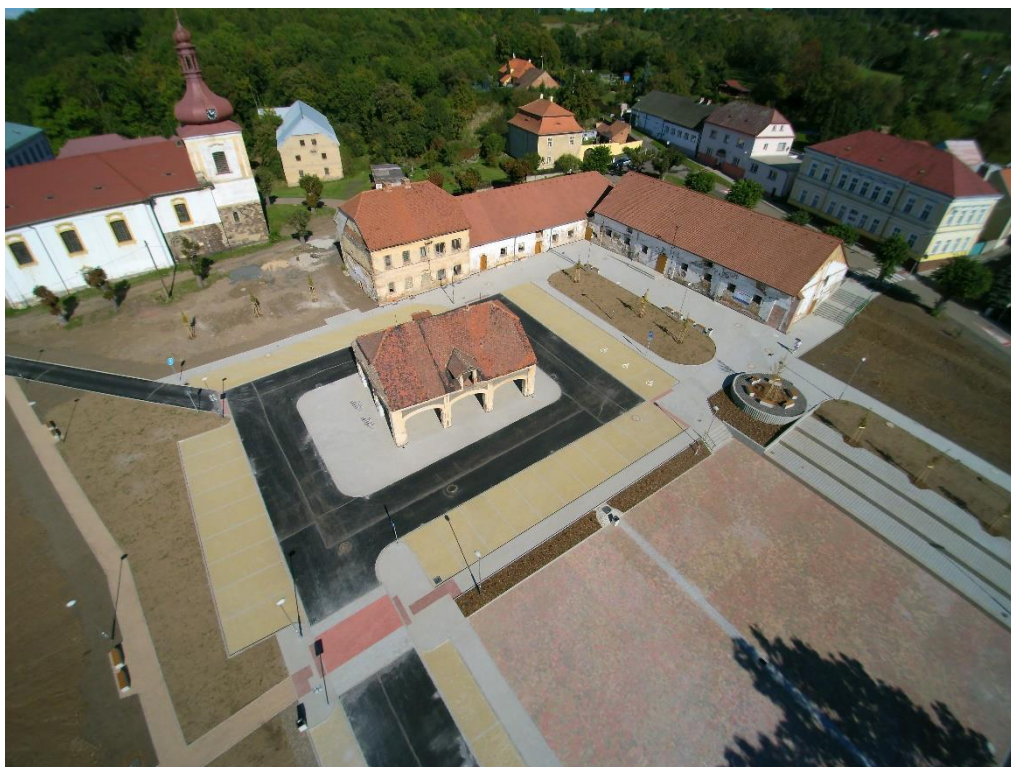


V rámci revitalizace bude také postavena budova nová. Tato budova bude sloužit jako dům pro seniory a veřejná jídelna.

Návrh historického centra obce vychází ze studie zpracované společností DAG spol. s.r.o. zpracované v září 2010, z projektové dokumentace pro územní rozhodnutí a z požadavků investora. Architektonicky i urbanisticky spadá návrh náměstí, novostavby jídelny s chráněným bydlením pro seniory a rekonstrukce stávajících objektů do okolní zástavby a nenarušuje tak její prostředí. Po provedených úpravách dojde k výraznému zlepšení architektonického působení centra obce.

### 5.3. Popis stavby a její umístění

Místo stavby se nachází v centru obce Kostomlaty pod Milešovkou mezi ulicemi Požárnická a Školní. Na severu je budova ohraničena ulicí Požárnickou a Kostelem, na Východní straně je ulice Školní a na jihu novým parkem.



35

Obrázek 5 Pohled na stávající stav

Pozemek stavby je mírně svažité směrem k parku a k Požárnické ulici. Okolní zástavbu tvoří rodinné domy, mateřská škola, základní škola a výchovný ústav pro děti a mládež – areál zámku Kostomlaty pod Milešovkou. Tento zámek společně s kostelem se nachází v památkové zóně. Areál statku už je za touto hranicí, a tudíž nespadá do památkového pásma.

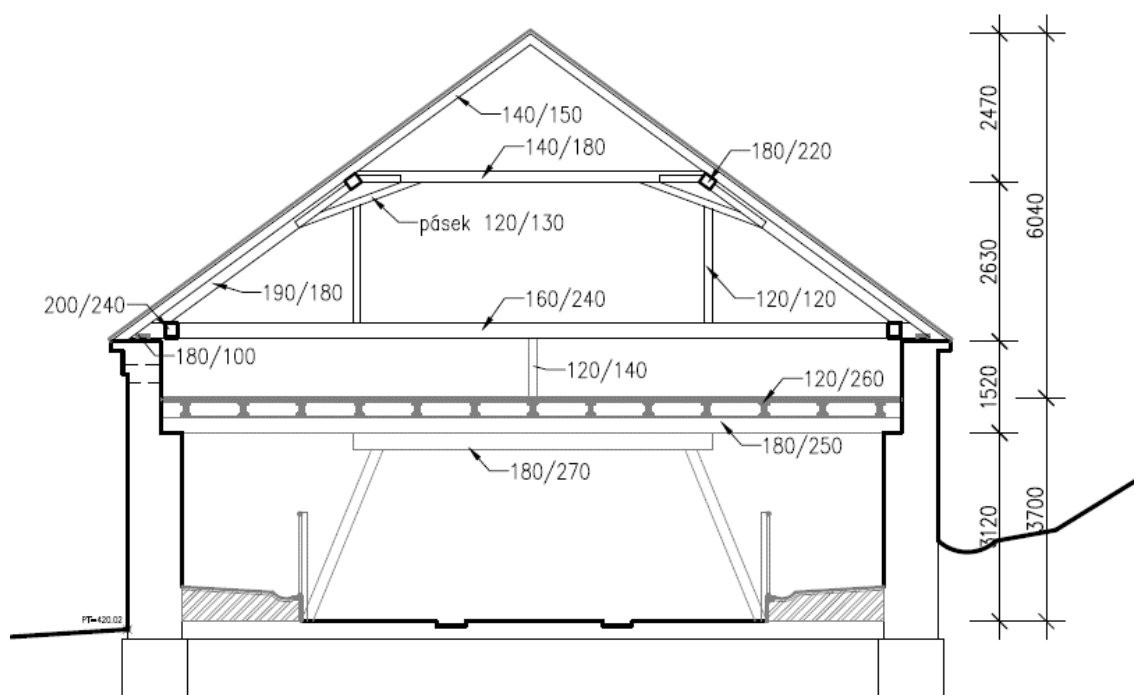
Budova D je přes spojovací krček přistavěna k sousednímu objektu „C“ a společně s ním tvoří severovýchodní roh areálu. Je postavena na pozemku p. č. st. 1/1, který je evidován jako zastavěná plocha a nádvoří. Byl postaven jako stáje, v současnosti není využíván.

## **5.4. Architektonické řešení**

Budova je přízemní nepodsklepená s nevyužívanou půdou, zastavěná plocha objektu činí 443,8 m<sup>2</sup>, zastavěná plocha spojovacího krčku 17,7 m<sup>2</sup>. Střecha objektu je sedlová, střecha spojovacího krčku pultová s malým spádem, vytvářející vnitřní úžlabí se střechou sousedního objektu „C“. Zdi jsou zděné, převážně smíšené ukončené cihelnými římsami, štíty cihelné z plných cihel. Stropy jsou dřevěné, stropní průvlaky jsou podepřeny dřevěnými šikmými sloupy. Stropy jsou ze sbíjených dřevěných vazníků, zaklopené i podbité prkny. Podhled tvoří heraklitové desky. Krov je dřevěný vaznicový s ležatými stolicemi. Krov byl nedávno opravován, krytina je keramická tašková nová. Okenní otvory jsou obdélníkového tvaru. Okna byla jednoduchá s kovovými rámy. Vrata a dveře chybí. Podlahy jsou betonové poškozené, s vybetonovanými a vyzděnými stupni, žlaby a spádováním. Uvnitř stájí jsou různá kovová zábradlí a konstrukce. Krov je dřevěný vaznicový s ležatými stolicemi, podlaha na půdě je prkenná dřevěná.



Obrázek 6 Pohled na původní interiér objektu



Obrázek 7 Řez objektem

Zdroj: Projektová dokumentace pro realizaci stavby – revitalizace historického centra obce Kostomlaty pod Milešovkou, SUDOP Project Plzeň a.s., 2012 (vlastní úprava)

Před započítáním prací bude stavba uvnitř vyčištěna, budou vybourány stávající konstrukce a zbavena omítky z vnější i vnitřní strany budovy.

U zpracování jednotlivých řešení se předpokládá s dokončením bouracích prací – zbourání stávající interiérové zástavby a otlučení omítek. Tento postup tedy nebude uveden v technologických postupech jednotlivých variant. Bude započítáván do jednotlivých kalkulací.

## 5.5. Vlhkostní průzkum

Vlhkostní průzkum v objektu prokázal, že se jedná o budovy vlhkostí dlouhodobě zatížené. Stopy jsou patrné na fasádě a projevují se i uvnitř objektu. Stav odpovídá stáří budov, hydroizolace je již nefunkční.

Kromě zátěže vlhkostí průzkum prokázal, že je stavba navíc poškozována přítomností solí dusičnanů, které jsou v půdě přítomné vzhledem k hospodářskému charakteru objektu.

Veškeré zátěže z vlhkosti podloží a dešťů se projevují díky trvalému vzlínání do zdí jako dlouhodobé, tj. díky velké setrvačnosti je obvodová zeď prakticky trvale vlhká. Následkem všech vyjmenovaných vlivů je degradovaná omítka a silně, (s dlouhodobými následky i po případné opravě), zasolené a provlhlé zdivo.

Vzhledem k uvažovanému účelu opravovaných objektů, (knihovna, muzeum,) je potřeba zvolit metodu zcela úplného odizolování objektu. Tj. nelze použít metody na principu odvětrávání, vysušování nebo pouze částečného zlepšení stavu.<sup>36</sup>

---

<sup>36</sup> Projektová dokumentace pro realizaci stavby – revitalizace historického centra obce Kostomlaty pod Milešovkou, SUDOP Project Plzeň a.s.,2012

Tabulka 5 Salinita zdiva v řešeném objektu

Obsah solí v % hmotnosti vzorku			
Stupeň zasolení zdiva	Chloridy	Dusičnany	Sírany
Nízký	pod 0,075	pod 0,1	pod 0,5
Zvýšený	0,075 - 0,20	0,1 - 0,25	0,5 - 2,0
Vysoký	0,2 - 0,5	0,25 - 0,5	2,0 - 5,0
Velmi vysoký	nad 0,5	nad 0,5	nad 5,0

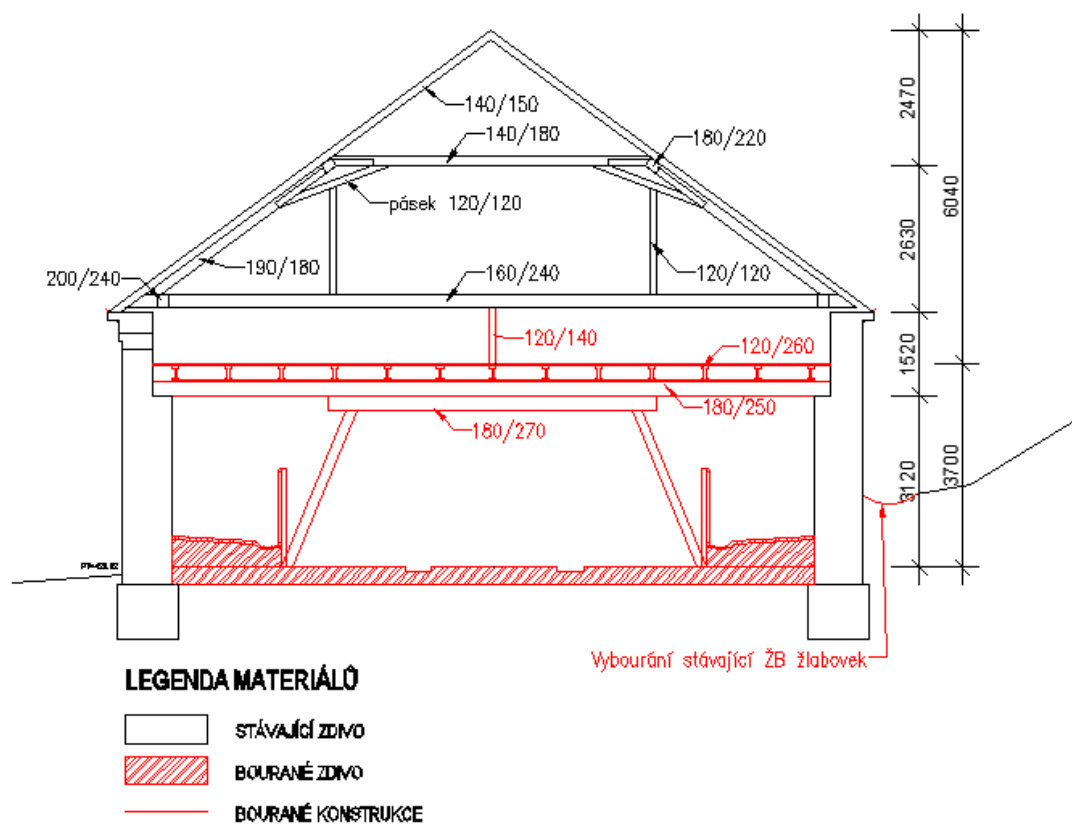
5 ČSN 730610 Salinita Zdiva (úprava vlastní)

## 5.6. Bourací práce před započítím sanace vlhkého zdiva –připravenost pracoviště

Veškeré bourací práce budou prováděny za stálé přítomnosti odborně způsobilé osoby. Při veškerém bourání musí být sledováno okolí konstrukce a o eventuálních poruchách musí být okamžitě informováno. Části budov, které budou zachovány, budou chráněny odpovídajícím způsobem a na povrchu poškozeny jen v nejmenší potřebné míře. Při bourání budou dodržovány zásady třídění materiálů z demolice. Veškerý vybouraný materiál se bude průběžně odstraňovat z objektů, nesmí docházet k jeho hromadění a lokálnímu přetěžování konstrukcí. Po dokončení prací odklidí dodavatel všechnu suť a zanechá místo čisté.<sup>37</sup>

- Vybourání kontaminované podlahy o tl. cca 300 mm včetně nadbetonávky o tl. 600 mm po obvodu stavby (kontaminovaný beton rozdrtit na stavbě a odstranit z něj výztuž, rozdrčený beton je možné odvést na vhodnou skládku).
- Vybourání stávajícího betonového žlabu z venkovní strany náměstí (35 m<sup>2</sup>).
- Vybourání všech zděných konstrukcí v původních místnostech
- Kompletní oklepání stávajících vnitřních i vnějších omítek včetně vnitřních omítek a obkladů v původních místnostech. Vlhké zdi budou po očištění napuštěny biocidním přípravkem pro odstranění plísní

<sup>37</sup> Projektová dokumentace pro realizaci stavby – revitalizace historického centra obce Kostomlaty pod Milešovkou, SUDOP Project Plzeň a.s.,2012



Obrázek 8 Bourací práce – schéma bouraných konstrukcí

Zdroj: Projektová dokumentace pro realizaci stavby – revitalizace historického centra obce Kostomlaty pod Milešovkou, SUDOP Project Plzeň a.s., 2012 (vlastní úprava)

## 6. Porovnání možností sanace vlhkého zdiva

Výsledky průzkumů a jejich zhodnocení je dostatečným podkladem pro volbu nejvhodnějšího sanačního opatření. Téměř nikdy není pouze jedna správná možnost návrhu odstranění vlhkosti.

Odvlhčující opatření (sanační metody) lze z technologického hlediska provádění rozdělit na:

- Metody založené na proudění vzduchu.
- Metody vkládaných utěšňujících vrstev.
- Metody chemické nahrazující horizontální nebo vertikální plošnou hydroizolaci.
- Metody stavební.
- Metody elektrofyzikální.
- Sanační omítky.

Nikdy nelze říct, že pouze jedna samotná metoda pomůže zdivo absolutně odvlhčit. Většinou se jedná o kombinovanou situaci za účelem, co nejvíce vlhkost ve zdivu snížit.

V rámci diplomové práce budou řešeny tyto tři konkrétní možnosti sanace zdiva na budově bývalého kravína v obci Kostomlaty pod Milešovkou:

- Dodatečné vložení vodorovné izolace do proříznuté spáry
- Hw-systém sanace
- Sanace pomocí sanační omítky

## 7. Dodatečné vložení vodorovné izolace do proříznuté ložné spáry za účelem sanace budovy bývalého kravína

### 7.1. Vhodnost použití

Vytvoření bariéry ve zdivu vložení nepropustného materiálu patří mezi nejúčinnější úpravy při provádění dodatečných izolací a sanací vlhkého zdiva.

Tyto hydroizolace jsou sice obtížné na rekonstrukci, avšak z hlediska jejich funkčnosti dosahují nejvyšších hodnot. Způsob a typ provedení je přímo závislý na místních podmínkách, druhu zdícího materiálu, kvalitě výplně spár, tloušťce zdiva, statických podmínkách apod.

Tento způsob sanace vlhkého zdiva je nejvhodnější pro rekonstrukce drobných staveb a u staveb se složitou skladbou zdícího materiálu. Jde o poměrně pracnou metodu spojenou s vysokým rizikem poškození statiky stavby. Navíc je tento postup zdoluhavý a je zde možnost vzniku následných poruch zdiva důsledkem nedostatečného vyklínování dozdívaných bloků.<sup>38</sup>

Před zahájením prací je vždy třeba odstranit nejdříve stávající omítky v místech provádění stavby tak, abychom byli schopni zjistit skladbu zdiva a průběh vodorovných spár. Následně se začne s probouráváním zdiva. Strojní prořezávání cihelného zdiva a zatloukání profilovaných desek z korozi vzdorného plechu je možno z jedné strany provádět až do tloušťky zdi cca 1m. V případě prořezávání konstrukce o větší tloušťce je za určitých podmínek zdivo možno podřezávat z obou stran.<sup>3940</sup>

Podřezávání zdiva se provádí vždy nasucho. U podřezávání zdiva se vždy jedná o dvoustupňový postup, při kterém se v prvním kroku podřezává zdivo a ve druhém vkládá izolace a spára se následně uzavírá maltovinou.<sup>41</sup>

---

<sup>38</sup> 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.

<sup>39</sup> ČSN P 73 0610. Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení Praha: Česky normalizační institut. 2000.

<sup>40</sup> SOLAŘ, J. Odstraňování vlhkosti. Sanace vlhkého zdiva. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4708-8.

<sup>41</sup> TZB info [online]. [cit.2019-01-06]. Dostupné z <https://stavba.tzb-info.cz/izolace-proti-vode-a-radonu/12328-sanace-stavebnich-konstrukci-ve-styku-se-zeminou>



## 7.2. Ruční podřezávání zdiva

Ruční podřezávání zdiva je možné pouze v případě vodorovné ložní spáry. K řezání se používá ruční pila (tzv. břichatka), pomocí, které se odstraní malta z ložné spáry. Řez se vyčistí a vloží se do něj hydroizolace. Jde o velmi pracnou záležitost použitelnou především u cihelného zdiva do tloušťky max. 45 cm. Dalším kritériem pro snadnější práci je kvalita spáry a pevnost maltového lože. Izolace se v proříznuté spáře upevňuje natloukanými rozpěrovými klíny, které se vkládají oboustranně v roztečích cca 20 až 30 cm. Jednotlivé pásy fólie by se měly vždy překrývat alespoň o 10 centimetrů. Po zaklínování vložené izolace se pokračuje s dalším podřezáváním a následným opakováním celého cyklu. Při prořezávání spár se postupuje od rohů a dále pak v úsecích o délkách 800-1200 mm – záleží na statice zdiva. Je vhodné, aby řez byl proveden ve výšce vodorovné hydroizolace podlahy, kvůli snadnému napojení na hydroizolaci vloženou. Po zaizolování se mezera mezi klíny vyplní pod tlakem cementovou maltou s plastifikátorem.<sup>42</sup>

## 7.3. Strojní podřezávání zdiva

Vzhledem k tomu, že ruční podřezávání je velice namáhavé a zdoluhavé, začaly se používat pro podřezávání strojní pily s elektrickým či motorovým pohonem. Zdivo se opět podřezává ve spáře, ale není to vždy nutné, což je jednou z výhod této metody. V tomto případě je nutné, aby povrch terénu okolo izolovaného zdiva byl dostatečně pevný a rovný, tedy upravený pro pojezd stroje. Pilová lišta se ustaví do vodorovné polohy, zdivo se nejprve prořízne do potřebné hloubky a následně se pomocí pojezdu pokračuje s řezem po délce zdiva v úsecích opět 800-1200 mm, po proříznutí se pila vždy zastaví. Spáru opět vyčistíme a vložíme vhodnou pevnou hydroizolaci (PEHD, sklolaminát apod.). Postup je stejný jako u předešlé varianty ručního podřezávání.<sup>43</sup>

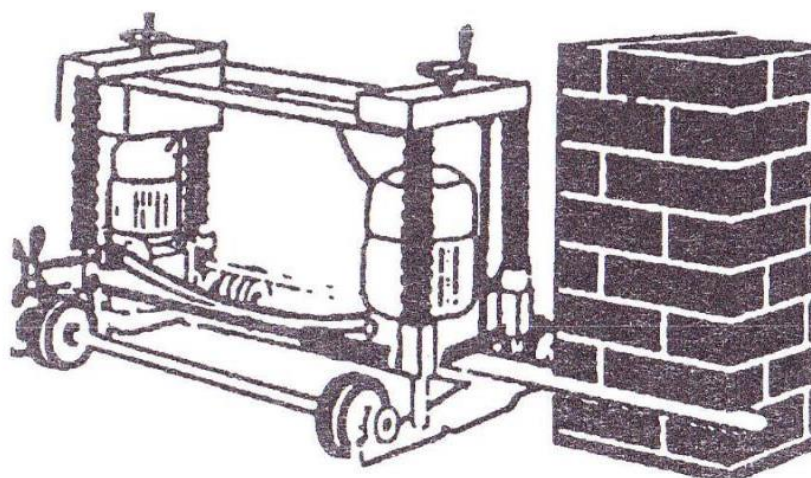
Strojní podřezávání lze provádět:

---

<sup>42+45</sup> 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.

### 7.3.1. Podřezávání zdiva řetězovou pilou

Tento způsob lze použít u cihelného zdiva do tloušťky 1,0 metru s vodorovnou ložnou spárou. V místě sanované zdi musí být vytvořen pevný a rovný podklad pro pojezdění pily. Šířka pro pojezd je zhruba 1,5 metru. Tato pila má zpravidla omezení – pouze 20 m zdiva za jeden den. Výhodou této metody je vysoká rychlost a snadná manipulace. Nevýhodami jsou prašnost závisující na vlhkosti zdiva a nutnost vytvoření pojezdového podkladu.



44

*Obrázek 9 Podřezávání pomocí řetězové pily*

### 7.3.2. Podřezávání zdiva lanovou pilou

Tento způsob lze použít na všechny typy zdiva – cihelné, kamenné, betonové atd. v jakékoliv tloušťce a bez ohledu na umístění ložné spáry. Řezy mohou být provedeny jak vodorovně, tak svisle. Stejně jako u pil řetězových je nutné vytvořit stabilní pojezdový podklad pro pojezd pily. Řezací lano je tvořeno ze vzájemně napojovaných segmentů dlouhých zhruba 300 mm. Jádro toho segmentu je tvořeno ocelovým lanem zakončeným diamantovým prstenem. Na koncích stanoveného úseku pro podřezání se vyvrtaří otvory, do kterých je následně lano provlečeno. Lano se nasadí na vodící kladky a na oběžné kolo a na koncích se propojí. Lano je díky

---

<sup>44</sup> VLČEK, Milan. Metody sanace vlhkého zdiva. Praha: Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky – WTA CZ, 2007. ISBN 978-80-02-01945-9.

kladkám udržováno v napnutém stavu. Při řezání je vždy nutné lano chladit pomocí vody. Před řezáním je samozřejmě nutné se ujistit, že v místě řezu nejsou vedeny žádné instalace, aby nedošlo k jejich poškození. Metoda je opět omezena na množství vykonané práce, konkrétně na 8-12 m zdiva/den. Nespornou nevýhodou je vysoká pořizovací cena práce. Další nevýhodou je již zmíněné chlazení, které vnáší vodu do konstrukcí a prostoru kolem, což může vést k tvorbě vrstvy bláta.<sup>4546</sup>

### 7.3.3. Podřezávání zdiva kotoučovou pilou

Tato metoda u nás není příliš rozšířená. Na podřezávání se používají ruční pily s průměrem kotouče až do 1,2 m. Hlavní nevýhodou této metody je, že ji lze využívat pouze u zdiva o maximální tloušťce 150 mm, s rostoucí tloušťkou se totiž zhoršuje manipulace s kotoučem. Chlazení je opět prováděno vodou, což má za důsledek stejné nevýhoda jako jsou uvedeny v kapitole 7.3.2.<sup>47</sup>

Tabulka 6 Výhody a nevýhody podřezávání zdiva

VÝHODY	NEVÝHODY
Vysoká účinnost	Vysoká pracnost
Dlouhá životnost	Riziko poškození statiky
Přímé oddělení působící vlhkosti od konstrukce	Nároky na pracovní prostor
Nejnižší cena z mechanických metod	Poruchy způsobené narušením zdiva
	Nutnost průběžné spáry ve zdivu

(vlastní zpracování)

<sup>45</sup> 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.

<sup>46+</sup>49SOLAŘ, J. Odstraňování vlhkosti. Sanace vlhkého zdiva. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4708-8.

## **7.4. Technologický postup pro provádění podřezání zdiva a vložení dodatečné bariéry**

### **Základní identifikační údaje**

#### **Identifikační údaje stavby**

Název stavby: Revitalizace historického centra obce Kostomlaty pod Milešovkou

Místo stavby: centrum obce Kostomlaty pod Milešovkou, objekt mezi ulicemi Školní a Požárnická, objekt bývalého statku

Charakter stavby: budova bývalého kravína, přestavba na komunitní centrum

Stavebník: Patrik Jakubec, Hlavní 540/32, Lhenice

Projektant: SUDOOMA Project Pardubice a.s.

Stavba se nachází v centru obce Kostomlaty pod Milešovkou mezi ulicemi Požárnická a Školní. Na severu je budova ohraničena ulicí Požárnickou a Kostelem, na Východní straně je ulice Školní a na jihu novým parkem.

Pozemek stavby je mírně svažité směrem k parku a k Požárnické ulici. Okolní zástavbu tvoří rodinné domy, mateřská škola, základní škola a výchovný ústav pro děti a mládež – areál zámku Kostomlaty pod Milešovkou. Tento zámek společně s kostelem se nachází v památkové zóně. Areál statku už je za touto hranicí, a tudíž nespadá do památkového pásma.

#### **Vymezení předmětu řešení, stručná charakteristika technologie**

Tento technologický postup stanovuje postup pro podřezání vlhkého zdiva. Toto podřezání je prvním krokem pro zbavení se vlhkosti ve zdivu představeného objektu. Před započítím prací se musí objekt zbavit všech stávajících omítek.

## Vstupní materiály a výrobky

### Výpis materiálů

Hlavním materiálem je dodatečně vkládaná fólie. Konkrétně se jedná o hydroizolační polyethylenovou fólii. Ta bude na stavbu dodávána v rolích a až na stavbě postupně rozřezána dle hloubky zdiva. Vyplnění spáry bude zajišťovat vysokopevnostní malta. Z důvodu stability se do spár budou umísťovat plastové klínky.

Výpočet spotřeby materiálů:

Hydroizolace:

$$=0,6*11,64+0,9*60,58+1,2*17,82 = 82,89 \text{ m}^2$$

Uvažovaný přesah hydroizolačních pásů je 10 cm.

$$82,89*1,1 = 91,18 \text{ m}^2$$

Balení hydroizolačních pásů je po 43 m<sup>2</sup>.

$$91,18/43 = 3 \text{ balení}$$

Malta:

$$82,89*0,012 = 0,995$$

Uvažované ztráty tvoří 10%

$$0,656*1,1 = 1,1 \text{ m}^3$$

Z jednoho pytle namícháme 0,0228 m<sup>3</sup>

$$1,1/0,0228 = 47,9 \text{ pytlů}$$

Plastové klíny

Spotřeba plastových klínů je 5 ks na 1 m.

$$5*(11,64+60,58+17,28) = 447,5 \text{ ks}$$

Balení plastových klínů je po 50 kusech.

$$447,5/50 = 8,95 \text{ bal.}$$

Tabulka 7 Přehled potřebných materiálů – podřezání zdiva

Materiál	Měrná jednotka	Počet kusů (balení)
Hydroizolace	92 m <sup>2</sup>	3 ks
Malta	1,1 m <sup>3</sup>	48 bal.
Plastové klíny	448 ks	9 bal.

(vlastní zpracování)

### Technické specifikace jednotlivých materiálů

PE folie – **PVC – P ALKORPLAN 35034** – jedná se o nevyztuženou fólii z měkčeného PVC (PVC-P), která je určena pro realizace povlakových hydroizolací podzemních konstrukcí a částí staveb. Tato izolace je také vhodná pro izolaci stavby proti pronikání radonu z podloží. Fólie nepodléhá v podzemí hnilobě. Nevýhodou je, že podléhá UV záření, a tudíž musí být vždy zakryta.<sup>48</sup>

Parametry:

Šířka	2,15 m
Délka	20 m
Materiál	PVC-P
Barva	žlutozelená
Balení	43 m <sup>2</sup>
Reakce na oheň	Třída E
Tloušťka	1,5 mm
Výztužná vložka	Bez výztuže
UV odolnost	ne
Rozměrová stálost	2%

Vysokopevnostní malta – **Zdíčí malta Cemix, označení výrobku 031.** - Zdění obvodových, nosných i výplňových zdí a příček, komínových těles z klasických materiálů (plné i lehčené cihly, cihelné a betonové bloky, tvárnice apod.). Malta umožňuje vytváření počáteční zakládací a vyrovnávací vrstvy pro zdění z

<sup>48</sup> Stránky společnosti DEK a.s., technický list produktu [online]. [cit.2019-01-06]. dostupné z: [https://www.dek.cz/produkty/detail/1015301026-alkorplan-35034-zemni-1-5mm-s-2-15m-43m2-role?tab\\_id=popis](https://www.dek.cz/produkty/detail/1015301026-alkorplan-35034-zemni-1-5mm-s-2-15m-43m2-role?tab_id=popis)

broušených cihelných tvarovek typu THERM. Není vhodná pro zdění konstrukcí z pórobetonu, skleněných tvárnic a sádrových prvků, ani pro spárování zdiva.<sup>49</sup>

Parametry:

Pevnost v tlaku	2,0 mm
zrnitost	1,75 kg/ m <sup>3</sup>
vydatnost	12 mm
doporučená tloušťka	40 kg
hmotnost	1400 kg
paleta	ano
volně ložená	možnost zimní úpravy
15 Mpa	ano

Plastové klíny – jsou vyrobeny z barevného, zdravotně nezávadného materiálu se sníženou tříštivostí. Barevné odlišení rozměrů je z důvodu snadné orientace na staveništi.<sup>50</sup>

Parametry:

Rozměr	120/240 mm
nosnost	500 kPa/ m

### **Zásady manipulace, dopravy a skladování materiálu**

Role hydroizolace se skladují nastojato na paletách. Palety mohou být ukládány pouze v jedné vrstvě – není dovoleno je stohovat. Výrobce doporučuje skladovat výrobek v původním uzavřeném obalu. Obecně by hydroizolační role neměly být skladovány v teplotách vyšších než 30 °C a zároveň by neměly být vystavovány přímému slunečnímu záření či sálavým zdrojům tepla. Nejlepší volbou jsou suché a dobře větrané sklady.<sup>51</sup>

---

49 Stránky společnosti CEMIX, s.r.o., technický list produktu [online]. [cit.2019-01-06]. dostupné z: <https://www.cemix.cz/produkty/zdici-malta-15-mpa#parametry>

50 Lithoplast [online]. [cit.2019-01-06]. dostupné z: [www.lithoplast.cz](http://www.lithoplast.cz)

51 Stránky společnosti DEK a.s., technický list produktu [online]. [cit.2019-01-06]. dostupné z: [https://www.dek.cz/produkty/detail/1015301026-alkorplan-35034-zemni-1-5mm-s-2-15m-43m2-role?tab\\_id=popis](https://www.dek.cz/produkty/detail/1015301026-alkorplan-35034-zemni-1-5mm-s-2-15m-43m2-role?tab_id=popis)

Způsob a doba skladování cementu jsou vymezeny normou ČSN EN 197-1 ed.2 (722101). Cement pro obecné použití musí být při skladování chráněn před působením vody a vysoké relativní vlhkosti vzduchu maximálně 75 %. Za těchto podmínek je doba skladování cementů pro obecné použití 90 dnů od data uvedeného na obalu (balený cement) nebo data dodání (volně ložený cement). Po uplynutí 90ti dnů ztrácí cement své až 10 % své pevnosti. Po uplynutí této doby může být cement použit jen v případě, že byl přezkoušen a plně vyhověl všem požadavkům ČSN EN 197-1. Cement musí být skladován odděleně podle druhu, původu a pevnostní třídy. Cement je stejně jako hydroizolace vhodné skladovat v suchém a dobře větraném skladě.<sup>52</sup>

Plastové klíny nemají žádné specifické požadavky na skladování.

### **Primární a sekundární doprava**

Primární doprava na staveniště bude zajištěna nákladním automobilem. Hydroizolační pásy jsou dodávány v rolích a při přepravě je nutné zajistit, aby nedošlo k zavlhnutí či mechanickému poškození. U cementu je také nutné zajistit, aby nebyl vystaven styku s vlhkostí. Vlhkost by mohla způsobit nežádoucí hydrataci cementu. Pokud tedy automobil nebude mít krytou korbou je nutné ho za nepříznivého počasí opatřit plachtou. Potřebné nářadí a pilu na podřezávání zdiva si zajistí firma sama.

Pro sekundární dopravu po staveništi jsou k dispozici stavební kolečka a manipulační stroje či minirýpadlo UNC 060, které je majetkem vesnice Kostomlaty pod Milešovkou.

### **Vstupní kontrola**

Kontrola připravenosti pracoviště – kontrola musí proběhnout zejména v případě, že předcházející práce byly provedeny jiným zhotovitelem. Kontroluje se stav staveniště – vjezd/výjezd, oplocení, výstražná znamení, zařízení staveniště, zdroje potřebných energií atp.

Kontrola pracovníků – kontroluje se schopnost pracovníků vykonávat jim svěřenou práci. Kontrola platných osvědčení a svářečských průkazů.

---

<sup>52</sup> ČSN EN 197-1 ed.2 - Cement – Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití, vydání 2012, 90385



Kontrola dodávky materiálu – kontrolujeme, zda byl dodán materiál odpovídající projektové dokumentaci. Kontrolujeme také Prohlášení o vlastnostech výrobku, zda je výrobek označen značkou shody CE, úplnost údajů v technickém listu a zda je každá role (nebo minimálně každá zásilka) označena štítkem. Výrobek musí být bez zjevných vad.<sup>53</sup>

Kontrola skladování – role hydroizolace musí být skladovány nastojato na nestohovaných paletách.

## **Pracovní podmínky**

### **Připravenost pracoviště**

Před zahájením prací odpovídá stavbyvedoucí za dokončené práce předcházející samotnému podřezávání zdiva. Jedná se konkrétně o odstranění všech omítek, očištění podlah a odstranění stávajících vyplní otvorů. Veškeré informace o předaných pracích se zaznamenávají do pracovního deníku. Všechny práce navíc musí být zkontrolovány dle projektové dokumentace investora.

Staveniště je oploceno do výšky 1,8 metru. Jsou předány stávající přípojky vody a elektřiny. Podrobnější popis najdeme v příloze ve výkresu zařízení staveniště – příloha 1.

Pro vlastní práce je třeba elektrická přípojka pro napájení pracovních přístrojů a zařízení. Dále je nutné zajistit přívod vody. Kolem obvodu objektu musí být zajištěn dostatečný prostor k manipulaci s přístroji a pohybu osob.

### **Struktura pracovní čety**

Podřezání zdiva je prováděno četou dvou pracovníků a jednoho mistra. Obsluhují pilu a vkládají rozpěrné klíny a novou izolaci. Zabezpečují injektáž a zaplnění spáry cementovou maltou. Na provádění stavebních prací bude dohlížet stavbyvedoucí.

1. Pracovník – stavební mistr – odpovídá za kvalitu práce, dodržování technologického postupu a ostatní pracovníky čety. Dohlíží na dodržování zásad BOZP a PO a používání OOPP. Organizuje a řídí vlastní proces

---

53 ČSN EN 1850-1 - Hydroizolační pásy a folie-Stanovení zjevných vad

dodatečné hydroizolace podřezáním zdiva. Je povinen řídit se pokyny stavbyvedoucího (vedoucího projektu), samostatně zajišťovat potřebný drobný materiál a mechanismy na místě stavby.

2. Pracovník – vedoucí čety, obsluha stroje, vkládá izolaci
3. Pracovník –vyplňuje maltou spáry, stabilitu zajišťuje klíny, připravuje maltu a řeže hydroizolaci, zajišťuje úklid pracoviště

Je nutné, aby všichni pracovníci byli proškoleni dle BOZP. 1.+2. pracovník musí mít navíc školení o obsluze strojní pily. Pracovníci podepíší souhlas o seznámení s BOZP.

### **Bezprostřední podmínky pro práci**

Před započítím prací byl proveden průzkum, bez kterého není možné zvolit správný postup pro provádění prací. Je tedy proveden komplexní průzkum, kde zjišťujeme příčiny vlhnutí zdiva, druh zdiva, materiály a pojivo a tloušťky stěn.

Musí být zajištěna poloha všech inženýrských sítí v uvažované rovině řezu a jejich odpojení. Stanoví se počet záběrů na objektu, počty úseků a způsob vložení hydroizolace.

Celý objekt je zbaven omítek a vysychá. Jsou odstraněny veškeré vnitřní podlahy a výplně otvorů.

### **Stroje a přístroje, pracovní pomůcky**

- Řetězová pila
- Ruční elektrický stroj na řezání zdiva
- Vstřikovací čerpadlo
- Motorová pila výkon 3,9 kW
- Řezačka fólie
- Injektážní stroj
- Míchadlo stavebních směsí

- Elektrická vrtačka
- Vodící kladky

Stavební firma zajistí stavební buňku, ve které budou potřebné materiály a nástroje uskladněny.

### **Technologický postup**

- 1) Omítky jsou otlučeny a stavba je vyschlá a připravena na samotné podřezávání.
- 2) Nejprve je nutné zajistit podklad pro pojezd stroje. Ten musí být dostatečně rovný a tvrdý. Je také nutné zajistit volný přístup alespoň 1,5 metru ze strany pojezdu stroje a minimálně 1 metr ze strany druhé. Pokud není podklad dostatečně rovný, je možné ho zajistit dřevěnými prkny.
- 3) Pracovník přistaví stroj ke zdi a pilovou lištu ustaví do vodorovné polohy.
- 4) Spustí pohon pily a manuálně vysouvá pilu do řezu viz. Obrázek 10.
- 5) Po proříznutí zdiva v délce 1 m vypne pohon a ozubenou lištou pročistí vytvořenou drážku viz. Obrázek 11.
- 6) Do proříznuté a důkladně proříznuté spáry se vloží hydroizolace. Hydroizolace je nařezána na požadované rozměry – tedy délku 1 metru a šířku větší, než je šířka samotného zdiva – hydroizolaci musíme následně napojit na hydroizolaci podlahy viz Obrázek 12.
- 7) V drážce se upevní rozpěrové klíny, které se do drážek ručně natloukají. Klíny se vkládají do zdiva oboustranně v roztečích 20 cm. Mezi klíny musí být v podélné ose zdiva mezera 10 cm. Tyto klíny ve spáře zůstávají viz Obrázek 13.<sup>54</sup>

---

<sup>54</sup> Sanace a vysoušení staveb, [online]. [cit.2019-01-08]. dostupné z:<http://www.sanace-staveb.cz/cs/Sanaceni-technologie/izolace-zdiva-podrezani/podrezani-zdiva-retezoovou-pilou/>



Obrázek 10 Podřezání cihelného zdiva



Obrázek 11 Vyčištění prořezané spáry



Obrázek 12 Vložení hydroizolační fólie



Obrázek 13 Zaklínování plastovými klíny

*Zdroj: Sanace a vysoušení staveb, [online]. [cit.2019-01-08]. dostupné z:<http://www.sanace-staveb.cz/cs/Sanaceni-technologie/izolace-zdiva-podrezani/podrezani-zdiva-retezovou-pilou/>*

- 8) Tento postup se opět opakuje na dalším metru zdiva. Cyklus se opakuje po záběrech a přesahy izolačních desek musí být minimálně 10 cm. Tímto způsobem lze za jeden den podříznout a vyklínovat až 20 metrů zdiva.
- 9) Prořezávání rohů a koutů je prováděno pilou ruční kývavým pohybem lišty oproti opěrným zubům pily. Řez se provádí zprava doleva.

10) Posledním krokem je vyplňování drážky. Ta se oboustranně omítne cementovou maltou s vodoodpudivými přísadami. Při větších tloušťkách zdiva, jako je náš případ, se malta do spáry injektuje.

## **Jakost provedení**

### **Metody kontroly jakosti výsledného provedení, možnosti oprav vad a nedodělků**

Kontrola pokládky pásů – Natavení hydroizolačních pásů musí být provedeno vodotěsně. U přesahů pásů se nesmí vyskytovat nenatavená oblasi, kapky ani vlnky. Kontrolujeme také přesahy – musí být dodržen minimální přesah 10 cm.

Kontrola provedení utěsnění v místě prostupů – Po obvodu všech prostupujících těles musí být vždy vytvořeno vodotěsné spojení hydroizolace s tímto tělesem. Spoj nesmí obsahovat prasklinky a dutiny.

Kontrola spojů – Kontrola spojů se provádí po celé délce spojů zkušební jehlou. Posuzuje se vždy také tvar a jednotnost průřezu spoje. Vruby a rýhy jsou přípustné pouze do hloubky 10% tloušťky fólie, a to v omezeném rozsahu. Mají-li větší rozsah musí se opravit přeplátováním přídavným kusem pásu.

Kontrola provedení izolace dle PD – Kontrolujeme, zda izolace je provedena v souladu s projektovou dokumentací.

## BOZP a PO

### Konkrétní vymezení jednotlivých opatření pro zajištění BOZ a PO

Tabulka 8 Vymezení rizik a opatření pro variantu podřezávání zdiva

RIZIKO	ZÁVAŽNOST	NAVRHOVANÉ OPATŘENÍ
Pád předmětu na pracovníka ve výkopu	2	Při práci ve výkopu používat OOPP; zajištění nebo odstranění velkého kameniva, zbytků stavebních konstrukcí ve stěnách výkopu
Poškození a narušení podzemních vedení	4	Identifikace a vytyčení stávajících podzemních vedení před zahájením zemních prací, omezení strojní vykopávky v blízkosti potrubí nebo kabelů (ruční odkop), dodržování podmínek stanovených provozovateli vedení při provádění strojních vykopávek (ochranná pásma)
Sřet osob s vozidly	4	Vymezení komunikační trasy pro pěší, Pro motorová vozidla vyhradit trasy, umístit značky se sníženou rychlostí při vjezdu na staveniště + značku 'Zákaz vjezdu nepovolaných osob'
Sřet vozidel se stroji	3	Dodržování maximální rychlosti (20 km/hod.), přednost zprava,
Uklouznutí pracovníka při dopravě materiálu kolečkem/ručně	3	OOPP (obuv), zpevněné komunikace
Uklouznutí při chůzi po terénu	3	OOPP (obuv), zpevněné komunikace
Zasažení osoby elektrickým proudem – staveništní el. rozvody	4	Revize, provedení odborně způsobilými osobami
Úraz při obsluze strojů	4	Kvalifikovanost obsluhy stavebních strojů a mechanismů, platná osvědčení, revize zařízení a strojů
Zasažení osoby elektrickým proudem při kontaktu stroje s vedením el. proudu (vnitro staveništním, stávajícím na stožárech)	4	Proškolení pracovníků, zamezení jejich pohybu v nebezpečných zónách + jejich dostatečné označení, OOPP

Převržení nestabilně uloženého materiálu	4	Skladování dle technického listu materiálu
Pád břemene přepravovaného st. výtahem	4	stabilní a bezpečné uložení břemene, vyškolení pracovníci, spolehlivé dorozumívací prostředky mezi pracovníky
Působení výparů na dýchací cesty	3	Při aplikaci v uzavřených prostorech, je třeba zajistit dostatečnou ventilaci, při překročení max hodnot použít ochranou masku (respirátor) Aplikaci v uzavřených prostorech je třeba provádět min. v počtu dvou pracovníků a zabezpečit nepřetržitou ventilaci v průběhu vytvrzování nátěru. Při práci s přípravkem zabránit přímému kontaktu kůže s materiálem vhodnými OOPP.
Vznícení natavovaného pásu nebo jiných hořlavých látek	3	Dodržování technologického přepisu výrobce. Při natavování izolačních materiálů (např. polyethylen v kombinaci se živicemi) hořák zapalovat ve směru větru do otevřeného prostoru, ve kterém se nevyskytují hořlavé materiály, páry hořlavých kapalin nebo hořlavých plynů.
Zborcení, zřícení zděných nosných konstrukcí v důsledku porušení stability, ztráty stability, tuhosti konstrukce	3	Stanovení a dodržování technologických, resp. pracovních postupů. Při zdění komínů, pilířů a podobných konstrukcí, vyzdívání po částech, až když nově vyzděné zdivo vykazuje dostatečnou pevnost. Nezátěžování zdiva izolačních přízdívek zeminou. Vyzdívání provádět odborně (správná vazba cihel, bloků a tvárnic) zajištění stability, pevnosti a tuhosti vyzdívaných konstrukcí Zakotvování příček do zdiva Použití vhodného materiálu pro zdění (cihly, malty, přísady) Vysekávání drážek do příček a pilířů jen za dodržení podmínek stanovených v projektu Případné zeslabování zděných nosných konstrukcí (pilířů) předem projednávat a odsouhlasit statikem Správný postup při vyzdívání a zatěžování cihelných přízdívek ve výkopech (nenahrazovat jimi bednění)
Zranění očí, obličeje odletujícími částmi při řezání cihel	3	Dodržování technologických předpisů a postupů, práce proškolených a kvalifikovaných pracovníků, používání OOPP

Zranění (zejména prstů) při manipulaci se zdícím materiálem apod.	3	Používání OOPP
Zranění při používání ruční mechanizace a nářadí	4	OOPP, proškolení pracovníků, kvalifikovaný pracovník
Ohrožení rotujícími a pohybujícími se částmi strojů při řezání cihel	5	Pravidelné kontroly a revize strojů, OOPP, proškolení pracovníků
Úder do ruky při nežádoucím kontaktu ručního nářadí	3	OOPP (ochranné rukavice)
Zranění úderem a pádem ručního nářadí	4	OOPP (helma, ochranné rukavice, brýle), přivázání nářadí
Poranění rukou o ostré hrany cihel	3	OOPP (ochranné rukavice)
Napadení spolupracovníkem – úder do obličeje, zranění končetin, bodné rány	4	Ostraha staveniště, zvýšení kázně pracovníků, sankce
Zvýšená pracnost – vdechování prachu, poškození zraku	2	Používání respirátorů, kropení, větrání
Přehřátí, úpal	3	OOPP (pokrývka hlavy – přilba), omezení pracovní doby, přestávky
Prochladnutí pracovníka	2	OOPP (vhodný pracovní oděv), vytápění pracoviště, teplé nápoje
Nevolnost, únava pracovníka	2	Podání léků, dostatečná pracovní doba
Nadměrná hluková zátěž	3	Používání ucpávek do uší,
Uklouznutí při chůzi po terénu	3	OOPP (obuv), zpevněné komunikace
Požár	5	Dostatečné požárně bezpečnostní řešení stavby
Pořezání o rozbité skleněné výplně oken a dveří	3	OOPP (ochranné rukavice)
Nadměrná hluková zátěž	3	používání ucpávek do uší

Zdroj: materiály k předmětu BOZF

(vlastní zpracování)

Za odpovědnou osobu, která bude dohlížet na dodržování jednotlivých opatření pro rizika je stavební mistr.



## 7.5. Technologický rozbor

Ukazatelé pracností jsou převzaty z programu CONTEC nebo z webu ČVUT – podklady – ukazatele pracnosti.<sup>55</sup>

---

<sup>55</sup> WEB ČVUT – orientační časové ukazatele prací a dodávek, [online]. [cit.2019-01-08]. dostupné z: <http://web.cvut.cz/fa/u524/rea/podklady/ukazatele/podklady.html>

Tabulka 9 Technologický rozbor – podřezání zdiva

technologický normál - podřezání zdiva, vložení dodatečně hydroizolace											technologická přestávka		
etapa	pořadové číslo	název činnosti	měrná jednotka	množství (m.j.)	norma času (m.j.)	celkové skutečné množství (Nh)	počet pracovníků (strojů)	směnový časový fond	doba trvání procesu	doba trvání (upravená)	profese	vazba na proces	Dnů
bourání konstrukcí	1	otlučení vnějších omítek	m <sup>2</sup>	421,6	0,42	177,0804	3	24	7,378	8	dělník		
bourání konstrukcí	2	vyškrábání spár a očištění zdiva	m <sup>2</sup>	421,6	0,2	84,324	3	24	3,514	4	dělník		1
bourání konstrukcí	3	otlučení vnitřních omítek	m <sup>2</sup>	360,8	0,42	151,515	3	24	6,313	7	dělník		2
bourání konstrukcí	4	vyškrábání spár a očištění zdiva	m <sup>2</sup>	360,8	0,2	72,15	3	24	3,006	4	dělník		1
bourání konstrukcí	5	vnitrostaveništní doprava suti	t	20,34	0,003	0,06102486	3	24	0,003	1	dělník		4
bourání konstrukcí	6	odvoz suti a vybouraných hmot na skládku	t	20,34	0,9	18,307458	1	8	2,288	3	řidič		5
bourání konstrukcí	7	uložení suti na skládku	t	20,34	0,9	18,307458	1	8	2,288	3	řidič		6
vysychání stavby	8	vysychání stavby	-	-	-	-	-	-	-	-	-		5
podřezávání zdiva	9	řezání zdiva	m <sup>2</sup>	54,66	0,8	43,72728	3	24	1,822	2	dělník		8
podřezávání zdiva	10	vložení PVC-P hydroizolace, zajištění klíny	m <sup>2</sup>	54,66	0,8	43,72728	3	24	1,822	2	dělník		9
podřezávání zdiva	11	injektování malty do spár	m <sup>2</sup>	54,66	0,1	5,46591	3	24	0,228	1	dělník		10
úpravy povrchů vnitřní	12	oprava nerovnosti a chybějících částí	m <sup>2</sup>	108,2	0,2	21,645	3	24	0,902	1	dělník		11
úpravy povrchů vnitřní	13	penetrace podkladu	m <sup>2</sup>	360,8	0,08	28,86	3	24	1,203	2	dělník		12
úpravy povrchů vnitřní	14	vápenná omítka štuková dvouvrstvá tl. 30 mm	m <sup>2</sup>	360,8	0,36	129,87	3	24	5,411	6	dělník		13
úpravy povrchů vnitřní	15	omítka vnitřních stěn štuková, tl. 3 mm	m <sup>2</sup>	360,8	0,22	79,365	3	24	3,307	4	dělník		14
úpravy povrchů vnitřní	16	penetrace podkladu	m <sup>2</sup>	360,8	0,08	28,86	3	24	1,203	2	dělník		15
úpravy povrchů vnitřní	17	dvojnásobný silikátový nátěr	m <sup>2</sup>	360,8	0,056	20,202	3	24	0,842	1	dělník		16
úpravy povrchů vnější	18	oprava nerovnosti a chybějících částí	m <sup>2</sup>	126,5	0,2	25,2972	3	24	1,054	2	dělník		12
úprava povrchů vnější	19	penetrace podkladu	m <sup>2</sup>	421,6	0,08	33,7296	3	24	1,405	2	dělník		18
úprava povrchů vnější	20	omítka vnějších stěn jádrová, tl. 20 mm	m <sup>2</sup>	421,6	0,36	151,7832	3	24	6,324	7	dělník		19
úprava povrchů vnější	21	omítka vnějších stěn štuková, tl. 3 mm	m <sup>2</sup>	421,6	0,22	92,7564	3	24	3,865	4	dělník		20
úprava povrchů vnější	22	penetrace podkladu	m <sup>2</sup>	421,6	0,08	33,7296	3	24	1,405	2	dělník		21
úprava povrchů vnější	23	dvojnásobný silikátový nátěr	m <sup>2</sup>	421,6	0,056	23,61072	3	24	0,984	1	dělník		22

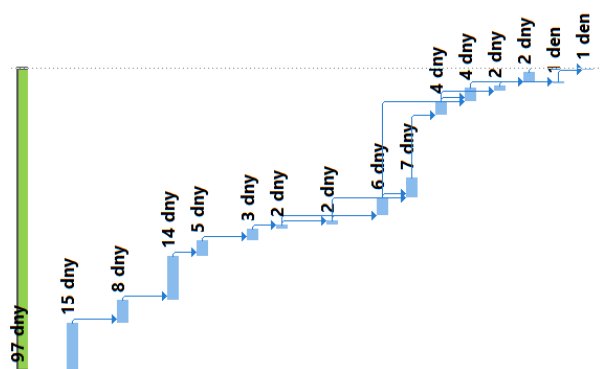
(vlastní zpracování)

## **7.6. Časový plán sanace**

Časový plán sanace byl vytvořen v programu MS Project. Doba trvání a technologické přestávky vychází z technologického rozboru viz. Tabulka 9 Technologický rozbor – podřezání zdiva.

Časový plán pro provádění podřezání zdiva vychází na 97 dnů viz. Obrázek 14 Časový plán sanace – podřezání zdiva.

Obrázek 14 Časový plán sanace – podřezání zdiva



1	4 Harmonogram - Podřezání zdiva	97 dny 3 072 hodin	01.09. 20	13.01. 21	97 dny
2	Otučení vnější i vnitřní omítky	15 dny 0 hodin	01.09. 20	21.09. 20	15 dny
3	Vyškrábání spár a očištění zdiva (int.+ext.)	8 dny 480 hodin	22.09. 20	01.10. 20	8 dny
4	Vysychání stavby	14 dny 0 hodin	02.10. 20	21.10. 20	14 dny
5	Kompletní provedení podřezání	5 dny 176 hodin	22.10. 20	28.10. 20	5 dny
6	Lokální opravy omítek	3 dny 48 hodin	29.10. 20	02.11. 20	3 dny
7	Penetrace podkladu (interiér)	2 dny 56 hodin	03.11. 20	04.11. 20	2 dny
8	Penetrace podkladu (exteriér)	2 dny 120 hodin	05.11. 20	06.11. 20	2 dny
9	Jádrová omítka (int.)	6 dny 112 hodin	09.11. 20	16.11. 20	7FS+1 den;8
10	Jádrová omítka (ext.)	7 dny 0 hodin	17.11. 20	25.11. 20	8FS+1 den;9
11	Štuková omítka (ext.)	4 dny 184 hodin	24.12. 20	29.12. 20	10FS+20 dny
12	Štuková omítka (int.)	4 dny 144 hodin	30.12. 20	04.01. 21	9FS+30 dny;11
13	Penetrace podkladu (ext.)	2 dny 136 hodin	04.01. 21	05.01. 21	11FS+3 dny
14	Penetrace podkladu (int.)	2 dny 8 hodin	08.01. 21	11.01. 21	12FS+3 dny
15	Silikátový nátěr (ext.)	1 den 8 hodin	07.01. 21	07.01. 21	13FS+1 den
16	Silikátový nátěr (int.)	1 den 64 hodin	13.01. 21	13.01. 21	14FS+1 den;15

(vlastní zpracování)

## 7.7. Kalkulace

Kalkulace využívá jednotkových cen ze softwaru Kros, který čerpá z cenové soustavy ÚRS 2019 04, pokud není uvedeno jinak. Všechny položkové ceny jsou uvedeny bez DPH.

Cena za dodatečné podřezání zdiva je poskytnuta. společnosti HW-PANTY a započítává náklady na použitý materiál.

Náklady na podřezání zdiva činí celkem **882 091,8 Kč s DPH**. Viz Tabulka 10 Podřezání zdiva – rozpočet.

Tabulka 10 Podřezání zdiva – rozpočet

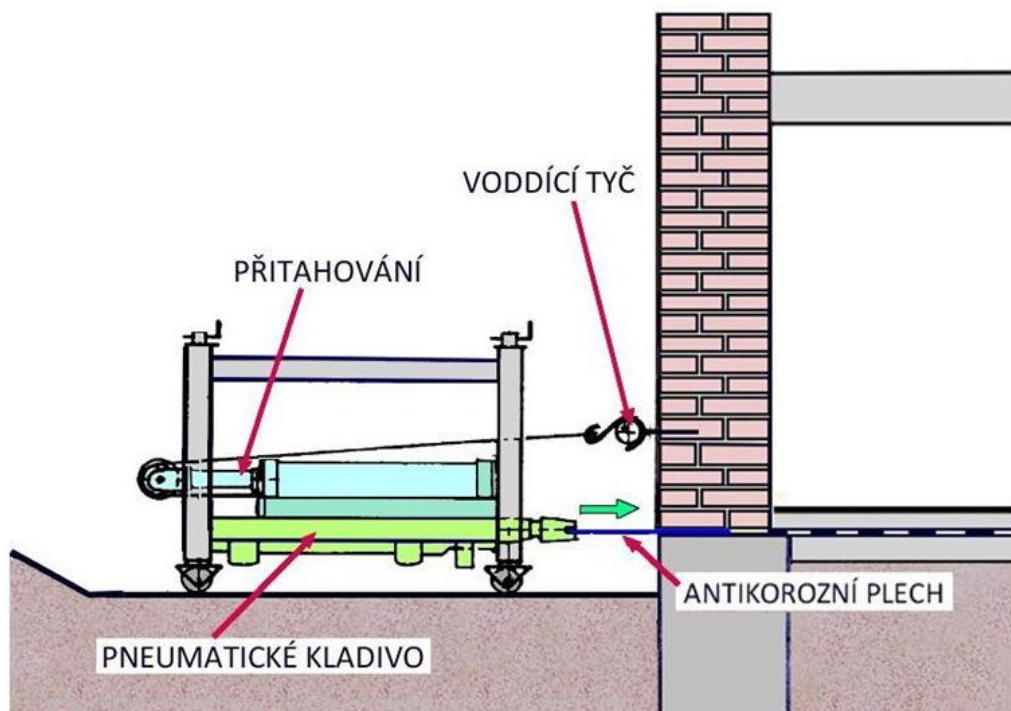
PČ.	POPIS	MJ	MNOŽSTVÍ	JEDNOTKOVÁ CENA	CELKOVÁ CENA
<b>Díl: Úpravy povrchů před začátkem prací</b>					<b>89 164,6 Kč</b>
1	Očištění zdiva nebo betonu zdi a valů před začátkem oprav ručně	m2	234,711	91,8 Kč	21 539,4 Kč
2	Otičení (osekání) vnější vápenné nebo vápenocementové omítky včetně	m2	421,62	89,0 Kč	37 524,2 Kč
3	vyškrabání spár a očištění zdiva Otičení (osekání) vnitřní vápenné nebo vápenocementové omítky včetně	m2	360,75	83,4 Kč	30 101,0 Kč
<b>Díl: Přesun hmot HSV</b>					<b>18 178,4 Kč</b>
4	Vnitrostaveništní odvoz sutí do 50 m	t	20,34162	373,0 Kč	7 587,4 Kč
5	Odvoz sutí a vybouraných hmot na skládku do 1 km s naložením a se složením	t	20,34162	295,4 Kč	6 008,1 Kč
6	Příplatek k odvozu sutí vybouraných hmot na skládku přes 1 km	t	155,3	9,1 Kč	1 413,2 Kč
7	Poplatek za uložení stavebního směsného odpadu na skládce (skládkovné)	t	20,34162	155,8 Kč	3 169,6 Kč
<b>Díl: Světlé konstrukce</b>					<b>190 647,0 Kč</b>
8	*Dodatečná izolace zdiva podřezáním	m2	82,89	2 300,0 Kč	190 647,0 Kč
<b>Díl: Úpravy povrchů vnitřních</b>					<b>224 976,4 Kč</b>
9	Zatření spár maltou vnitřních stěn z cihel	m2	108,225	147,0 Kč	15 912,3 Kč
10	Penetrace podkladu	m2	360,75	38,3 Kč	13 816,7 Kč
11	Vápenná omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m2	360,75	219,1 Kč	79 040,3 Kč
<i>Omítka vápenná vnitřních ploch nanášená ručně dvouvrstvá štuková, tloušťky jádrové omítky do 10 mm a tloušťky šuku do 3 mm světlých konstrukcí stěn</i>					
12	Příplatek k vápenné omítce vnitřních stěn za každých dalších 5 mm tloušťky ručně	m2	1443	56,0 Kč	80 808,0 Kč
<i>Omítka vápenná vnitřních ploch nanášená ručně Příplatek k cenám za každých dalších 1 započatých 5 mm tloušťky jádrové omítky přes 10 mm stěn</i>					
13	Nátěr silikátový dvojnásobný vnitřních omítaných stěn včetně penetrace provedený strojně	m2	360,75	95,0 Kč	34 271,3 Kč
<i>Ochranný nátěr vnějších omítaných ploch nanášený strojně dvojnásobný, včetně penetrace</i>					
14	Zakrytí výplní otvorů fólií přilepenou na začistovací lišty	m2	54,22	20,8 Kč	1 127,8 Kč
<i>Zakrytí vnitřních ploch před znečištěním včetně pozdějšího odkrytí výplní otvorů a světlých ploch fólií přilepenou na začistovací lištu</i>					
<b>Díl: Úpravy povrchů vnějších</b>					<b>206 035,1 Kč</b>
15	Zatření spár maltou vnitřních stěn z cihel	m2	126,486	153,0 Kč	19 352,4 Kč
16	Penetrace podkladu	m2	421,62	38,3 Kč	16 148,0 Kč
17	Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnějších stěn nanášená ručně	m2	421,62	238,5 Kč	100 556,4 Kč
<i>Omítka vápenocementová vnějších ploch nanášená ručně dvouvrstvá, tloušťky jádrové omítky do 15 mm a tloušťky šuku do 3 mm štuková stěn</i>					
18	Příplatek k vápenocementové omítce vnějších stěn za každých dalších 5 mm tloušťky ručně	m2	421,62	52,3 Kč	22 050,7 Kč
<i>Omítka vápenocementová vnějších ploch nanášená ručně Příplatek k cenám za každých dalších 1 započatých 5 mm tloušťky omítky přes 15 mm stěn</i>					
19	Nátěr silikátový dvojnásobný vnějších omítaných stěn včetně penetrace provedený strojně	m2	421,62	111,0 Kč	46 799,8 Kč
<i>Ochranný nátěr vnějších omítaných ploch nanášený strojně dvojnásobný, včetně penetrace odolný vůči povětrnostním vlivům a UV záření, jakéhokoli odstínu silikátový stěn</i>					
20	Zakrytí výplní otvorů fólií přilepenou na začistovací lišty	m2	54,22	20,8 Kč	1 127,8 Kč
<i>Zakrytí vnějších ploch před znečištěním včetně pozdějšího odkrytí výplní otvorů a světlých ploch fólií přilepenou na začistovací lištu</i>					
<b>CELKEM BEZ DPH</b>					<b>729 001,5 Kč</b>
<b>DPH 21%</b>					<b>153 090,3 Kč</b>
<b>CELKEM S DPH</b>					<b>882 091,8 Kč</b>

(vlastní zpracování)

## 8. Zarážení izolačních plechů do zdiva (HW systém)

Jedná se o metodu, kterou lze aplikovat pouze pokud jsou spáry provedeny vodorovně. Maximální tloušťka zdiva je 1,0 metru, v případě zdiva silnějšího (až do 2,0 metru) lze použít zarážení z obou stran.<sup>56</sup>

Pro vytvoření nepropustné vrstvy se používají nerezavějící vlnité desky vyrobené z chromniklové oceli o tloušťce 1,5 mm. Při zarážení se desky spojují pomocí zámkových spojů nebo se překrývají o 50 až 80 mm. Nutný je přesah přes líc zdiva z důvodu napojení vodorovné či svislé hydroizolace. Pro manipulaci se zarážecím zařízením je nutná plocha o šířce 1,5 metru. Výhodou této metody je vysoká produktivita.



Obrázek 15 Schéma zarážení izolačních plechů

Zdroj: Přednáška Obchodní akademie a Střední odborná škola, gen. F. Fajtla, Louny, p.o. [online]. [cit.2019-01-08]. dostupné z <https://slideplayer.cz/slide/3085174/>.

<sup>56</sup> SOLAŘ, J. Odstraňování vlhkosti. Sanace vlhkého zdiva. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4708-8.

Tabulka 11 Výhody a nevýhody HW systému

VÝHODY	NEVÝHODY
Vysoká účinnost	Vysoká pracnost
Dlouhá životnost	Nutnost průběžné spáry ve zdivu
Přímé oddělení působící vlhkosti od konstrukce	Nároky na pracovní prostor
Rychlost provádění	Poruchy způsobené narušením zdiva

(vlastní zpracování)

Vzhledem k tomu, že jsou plechy používány zároveň jako nástroj k proražení spár, musejí být dostatečně odolné a pevné. Proražení spáry umožňuje vlnkovitý profil desek.

Hw-systém je rakouskou patentovanou technologií, která je v rámci Evropy chráněna řadou patentů. Česká republika není výjimkou. V ČR jsou v platnosti tyto patenty: patent č.281038 (Europatent Nr.0544639), patent č.284110 (Europatent Nr.0475932) a patent č.278264. S inovací technologie přichází v průběhu i řada dalších přihlášek patentových listin. Všechny patenty jsou jistotou a zárukou kvality této evropské technologie a 100% vysušení zdiva. Metoda nerezových plechů – HW-SYSTÉM – je součástí ČSN 730610.<sup>57</sup>

<sup>57</sup>HW-panty spol s.r.o. [online]. [cit.2019-01-13]. dostupné <http://www.hwpany.cz/stranka/cz/2/hw-system-sanace-vlhkeho-zdiva/>



## **8.1. Technologický postup pro provádění sanace vlhkého zdiva pomocí zarážení plechů**

### **Základní identifikační údaje**

#### **Identifikační údaje stavby**

Název stavby: Revitalizace historického centra obce Kostomlaty pod Milešovkou

Místo stavby: centrum obce Kostomlaty pod Milešovkou, objekt mezi ulicemi Školní a Požárnická, objekt bývalého statku

Charakter stavby: budova bývalého kravína, přestavba na komunitní centrum

Stavebník: Patrik Jakubec, Hlavní 540/32, Lhenice

Projektant: SUDOOMA Project Pardubice a.s.

Stavba se nachází v centru obce Kostomlaty pod Milešovkou mezi ulicemi Požárnická a Školní. Na severu je budova ohraničena ulicí Požárnickou a Kostelem, na Východní straně je ulice Školní a na jihu novým parkem.

Pozemek stavby je mírně svažité směrem k parku a k Požárnické ulici. Okolní zástavbu tvoří rodinné domy, mateřská škola, základní škola a výchovný ústav pro děti a mládež – areál zámku Kostomlaty pod Milešovkou. Tento zámek společně s kostelem se nachází v památkové zóně. Areál statku už je za touto hranicí, a tudíž nespadá do památkového pásma.

#### **Vymezení předmětu řešení, stručná charakteristika technologie**

Tento technologický postup stanovuje postup pro sanaci zdiva zarážení plechů. Před započítím prací se musí objekt zbavit všech stávajících omítek. Tento způsob slibuje výrazné a trvalé snížení vlhkosti zdiva. Systém je všeobecně označován jako HW-systém.

## Vstupní materiály a výrobky

### Výpis materiálů

Nerezové chrom-nikl-ocelové plechy – desky s obsahem 18 % chromu a přes 8 % niklu, dodávané společností Krupp Stahl AG. Pevnost těchto desek je 1200 N/mm<sup>2</sup>.

Síla plechů = 1,5 mm

Amplituda vlnění plechů = 5 mm

Délka plechů, tj. síla zdiva = 1000 mm

Šířka plechů = 310 mm

Hrot (špice) plechů = je na každém plechu označen „SPITZE“

Potřeba materiálu

$$11,64+60,58+17,28 = 89,5 \text{ m}$$

Délka plechů 1000 mm → volíme délku o 5-7 cm větší, než je skutečná šířka obvodového zdiva z důvodu napojení na vodorovné izolace podlah.

Zinkový sprej – sprej se používá jako antikoroziční prostředek na opravu kovových povrchů. V našem případě bude použit na místa, kde byly nasazeny na strojní zařízení.

### Zásady manipulace, dopravy a skladování materiálu

Nerezové chrom-nikl-ocelové plechy – nerezové plechy skladujeme v původních obalech. Výrobce neuvádí žádné specifické požadavky na skladování.

Zinkový sprej – sprej musí být uskladněn v souladu s bezpečnostním listem výrobku. Skladuje se v těsně uzavřených originálních obalech v suchu a chladnu v dobře větraných prostorách. Odděleně od oxidačních činidel, samozápalných látek, potravin, nápojů a krmiv. Je zakázáno skladování t v blízkosti zdrojů tepla a přímého slunečního záření, vyvarovat se nahromadění statické elektřiny. V blízkosti spreje je kouření zakázáno.

## **Primární a sekundární doprava**

Primární doprava na staveniště bude zajištěna nákladním automobilem. Potřebné nářadí na sanaci zdiva si zajistí firma sama.

Pro sekundární dopravu po staveništi jsou k dispozici stavební kolečka a manipulační stroje či minirýpadlo UNC 060, které je majetkem vesnice Kostomlaty pod Milešovkou.

## **Vstupní kontrola**

Kontrola připravenosti pracoviště – kontrola musí proběhnout zejména v případě, že předcházející práce byly provedeny jiným zhotovitelem. Kontroluje se stav staveniště – vjezd/výjezd, oplocení, výstražná znamení, zařízení staveniště, zdroje potřebných energií atp.

Kontrola pracovníků – kontroluje se schopnost pracovníků vykonávat jim svěřenou práci. Kontrola platných osvědčení a svářečských průkazů.

Kontrola dodávky materiálu – kontrolujeme, zda byl dodán materiál odpovídající projektové dokumentaci. Kontrolujeme také Prohlášení o vlastnostech výrobku, zda je výrobek označen značkou shody CE, úplnost údajů v technickém listu a zda je každá role (nebo minimálně každá zásilka) označena štítkem. Výrobek musí být bez zjevných vad.<sup>58</sup>

## **Pracovní podmínky**

### **Připravenost pracoviště**

Před zahájením prací odpovídá stavbyvedoucí za dokončené práce předcházející sanaci vlhkosti ve zdivu. Jedná se konkrétně o odstranění všech omítek, očištění podlah a odstranění stávajících vyplní otvorů. Veškeré informace o předaných pracích se zaznamenávají do pracovního deníku. Všechny práce navíc musí být zkontrolovány dle projektové dokumentace investora.

---

58 ČSN EN 1850-1 - Hydroizolační pásy a folie-Stanovení zjevných vad

Staveniště je oploceno do výšky 1,8 metru. Jsou předány stávající přípojky vody a elektřiny. Podrobnější popis najdeme ve výkresu zařízení staveniště – příloha 1.

Překážky ve zdivu – elektřina, odpady, plyn, voda je nutné lokalizovat, aby nedošlo k jejich poškození.

### **Struktura pracovní čety**

HW – systém je prováděn četou dvou pracovníků.

1. Pracovník – stavební mistr – odpovídá za kvalitu práce, dodržování technologického postupu a ostatní pracovníky čety. Dohlíží na dodržování zásad BOZP a PO a používání OOPP. Organizuje a řídí vlastní proces dodatečné hydroizolace zarážení nerezových plechů. Je povinen řídit se pokyny stavbyvedoucího (vedoucího projektu), samostatně zajišťovat potřebný drobný materiál a mechanismy na místě stavby.
2. Pracovník – obsluha stroje

Je nutné, aby všichni pracovníci byli proškoleni dle BOZP. Pracovníci podepíší souhlas o seznámení s BOZP.

### **Bezprostřední podmínky pro práci**

Musí být zajištěna poloha všech inženýrských sítí v uvažované rovině řezu a jejich odpojení. Stanoví se počet záběrů na objektu, počty úseků a způsob vložení hydroizolace.

Celý objekt je zbaven omítek a vysychá. Jsou odstraněny veškeré vnitřní podlahy a výplně otvorů.

### **Stroje a přístroje, pracovní pomůcky**

- Strojní zařízení na zarážení plechů
- Ruční fréza
- Vodící tyč
- Řetěz

- Kleště pro ohýbání plechů

Stavební firma zajistí stavební buňku, ve které budou potřebné materiály a nástroje uskladněny.

### **Technologický postup** <sup>59</sup>

- 1) Ložnou spáru zdiva, která je určena pro aplikaci nerezových izolačních desek je třeba osekát alespoň z jedné strany pro snadnější vedení plechů. Plechy se aplikují do ložné spáry zdiva v úrovni podkladních betonů.
- 2) Vlnité desky z nerezového zdiva se zarážejí speciálním zařízením HW do maltové spáry zdiva.
- 3) Do zdiva zakotvíme vodící tyč, kterou spojíme přes řetěz se strojním zařízením. Tato tyč zachytává zpětné rázy strojního zařízení a přes řetěz ho přitahuje ke zdivu, čímž usnadňuje aplikaci desek.
- 4) Desky jsou zatlukány frekvencí úderů cca 1300/min. Strojní zařízení je poháněno naftovým pohonem.
- 5) Desky vrážíme do zdiva postupně s přesahem 2-5 cm (což odpovídá 2-3 vlnám plechu).
- 6) V rozích stěn se desky kolmo přes sebe překládají tak, aby překrytí desek bylo vždy minimálně 8 cm.
- 7) Očistíme hranu zaražené desky tam, kde byla nasazena na strojní zařízení a zastříkáme ji zinkovým sprejem.

---

<sup>59</sup> Přednáška Hydroizolace staveb ČVUT-katedra technologie staveb [online]. [cit.2019-01-13]. dostupné; <http://technologie.fsv.cvut.cz/122ytrh/download.php?id=202>



*Obrázek 16 Vkládání nerezových plechů*



*Obrázek 17 Vkládání nerezových plechů*

## Jakost provedení

### Metody kontroly jakosti výsledného provedení, možnosti oprav vad a nedodělků

Kontrola provedení utěsnění v místě prostupů – Po obvodu všech prostupujících těles musí být vždy vytvořeno vodotěsné spojení hydroizolace s tímto tělesem. Spoj nesmí obsahovat prasklinky a dutiny.

Kontrola provedení izolace dle PD – Kontrolujeme, zda izolace je provedena v souladu s projektovou dokumentací.

Kontrola provedení zinkového nástřiku – Kontrolujeme, zda byl nástřik proveden v dostatečném rozsahu a všude, kde je potřeba.

## BOZP a PO

### Konkrétní vymezení jednotlivých opatření pro zajištění BOZ a PO

Tabulka 12 Vymezení rizik a opatření pro variantu zarážení plechů

RIZIKO	ZÁVAŽNOST	NAVRHOVANÉ OPATŘENÍ
Pád předmětu na pracovníka ve výkopu	2	Při práci ve výkopu používat OOPP; zajištění nebo odstranění velkého kameniva, zbytků stavebních konstrukcí ve stěnách výkopu
Poškození a narušení podzemních vedení	4	Identifikace a vytyčení stávajících podzemních vedení před zahájením zemních prací, omezení strojní vykopávky v blízkosti potrubí nebo kabelů (ruční odkop), dodržování podmínek stanovených provozovateli vedení při provádění strojních vykopávek (ochranná pásma)
Střet osob s vozidly	4	Vymezení komunikační trasy pro pěší, Pro motorová vozidla vyhradit trasy, umístit značky se sníženou rychlostí při vjezdu na staveniště + značku 'Zákaz vjezdu nepovolaných osob'
Střet vozidel se stroji	3	Dodržování maximální rychlosti (20 km/hod.), přednost zprava,

Uklouznutí pracovníka při dopravě materiálu kolečkem/ručně	3	OOPP (obuv), zpevněné komunikace
Uklouznutí při chůzi po terénu	3	OOPP (obuv), zpevněné komunikace
Zasažení osoby elektrickým proudem – staveništní el. rozvody	4	Revize, provedení odborně způsobilými osobami
Úraz při obsluze strojů	4	Kvalifikovanost obsluhy stavebních strojů a mechanismů, platná osvědčení, revize zařízení a strojů
Zasažení osoby elektrickým proudem při kontaktu stroje s vedením el. proudu (vnitro staveništním, stávajícím na stožárech)	4	Proškolení pracovníků, zamezení jejich pohybu v nebezpečných zónách + jejich dostatečné označení, OOPP
Převržení nestabilně uloženého materiálu	4	Skladování dle technického listu materiálu
Pád břemene přepravovaného st. výtahem	4	stabilní a bezpečné uložení břemene, vyškolení pracovníci, spolehlivé dorozumívací prostředky mezi pracovníky
Působení výparů na dýchací cesty	3	Při aplikaci v uzavřených prostorech, je třeba zajistit dostatečnou ventilaci, při překročení max hodnot použít ochranou masku (respirátor) Aplikaci v uzavřených prostorech je třeba provádět min. v počtu dvou pracovníků a zabezpečit nepřetržitou ventilaci v průběhu vytvrzování nátěru. Při práci s přípravkem zabránit přímému kontaktu kůže s materiálem vhodnými OOPP.
Vznícení natavovaného pásu nebo jiných hořlavých látek	3	Dodržování technologického přepisu výrobce. Při natavování izolačních materiálů (např. polyethylen v kombinaci se živicemi) hořák zapalovat ve směru větru do otevřeného prostoru, ve kterém se nevyskytují hořlavé materiály, páry hořlavých kapalin nebo hořlavý ply



Zborcení, zřícení zděných nosných konstrukcí v důsledku porušení stability, ztráty stability, tuhosti konstrukce	3	Stanovení a dodržování technologických, resp. pracovních postupů Při zdění komínů, pilířů a podobných konstrukcí, vyzdívání po částech, až když nově vyzděné zdivo vykazuje dostatečnou pevnost Nezatěžování zdiva izolačních přízdívek zeminou. Vyzdívání provádět odborně (správná vazba cihel, bloků a tvárnic) zajištění stability, pevnosti a tuhosti vyzdívaných konstrukcí Zakotvování příček do zdiva Použití vhodného materiálu pro zdění (cihly, malty, přísady) Vysekávání drážek do příček a pilířů jen za dodržení podmínek stanovených v projektu Případné zeslabování zděných nosných konstrukcí (pilířů) předem projednávat a odsouhlasit statikem Správný postup při vyzdívání a zatěžování cihelných přízdívek ve výkopech (nenahrazovat jimi bednění)
Zranění očí, obličeje odletujícími částmi při řezání cihel	3	Dodržování technologických předpisů a postupů, práce proškolených a kvalifikovaných pracovníků, používání OOPP
Zranění (zejména prstů) při manipulaci se zdícím materiálem apod.	3	Používání OOPP
Zranění při používání ruční mechanizace a náradí	4	OOPP, proškolení pracovníků, kvalifikovaný pracovník
Ohrožení rotujícími a pohybujícími se částmi strojů při řezání cihel	5	Pravidelné kontroly a revize strojů, OOPP, proškolení pracovníků
Úder do ruky při nežádoucím kontaktu ručního náradí	3	OOPP (ochranné rukavice)
Zranění úderem a pádem ručního náradí	4	OOPP (helma, ochranné rukavice, brýle), přivázání náradí
Poranění rukou o ostré hrany cihel	3	OOPP (ochranné rukavice)
Napadení spolupracovníkem – úder do obličeje, zranění končetin, bodné rány	4	Ostraha staveniště, zvýšení kázně pracovníků, sankce

Zvýšená pracnost – vdechování prachu, poškození zraku	2	Používání respirátorů, kropení, větrání
Přehřátí, úpal	3	OOPP (pokrývka hlavy – helma), omezení pracovní doby, přestávky
Prochladnutí pracovníka	2	OOPP (vhodný pracovní oděv), vytápění pracoviště, teplé nápoje
Nevolnost, únava pracovníka	2	Podání léků, dostatečná pracovní doba
Nadměrná hluková zátěž	3	Používání ucpávek do uší,
Uklouznutí při chůzi po terénu	3	OOPP (obuv), zpevněné komunikace
Požár	5	Dostatečné požárně bezpečnostní řešení stavby
Pořezání o rozbité skleněné výplně oken a dveří	3	OOPP (ochranné rukavice)
Nadměrná hluková zátěž	3	používání ucpávek do uší
Poranění rukou o stříhačky a ohýbačky plechů	3	Používání OOPP, proškolení pracovníků o bezpečnosti práce s danými pomůckami a náradím

10 podklady z předmětu BOZF

(Vlastní zpracování)

Za odpovědnou osobu, která bude dohlížet na dodržování jednotlivých opatření pro rizika je stavební mistr.

## 8.2. Technologický rozbor

Ukazatelé pracností jsou převzaty z programu CONTEC nebo z webu ČVUT – podklady – ukazatele pracnosti.<sup>60</sup>

<sup>60</sup>WEB ČVUT – orientační časové ukazatele prací a dodávek, [online]. [cit.2019-01-08]. dostupné z: <http://web.cvut.cz/fa/u524/rea/podklady/ukazatele/podklady.html>

Tabulka 13 Technologický rozbor – HW systém

technologický normál - HW SYSTÉM										technologická přestávka			
etapa	pořadové číslo	název činnosti	měrná jednotka	množství (m.j.)	norma času	celkové skutečné množství (Nh)	počet pracovníků (strojů)	směnový časový fond	doba trvání procesu	doba trvání (upravená)	profese	vazba na proces	Dnů
bourání konstrukcí	1	otlučení vnějších omítek	m2	421,6	0,42	177,0804	3	24	7,378	8	dělník		1
bourání konstrukcí	2	vyškrábání spár a očištění zdiva	m2	421,6	0,2	84,324	3	24	3,514	4	dělník		2
bourání konstrukcí	3	otlučení vnitřních omítek	m2	360,8	0,42	151,515	3	24	6,313	7	dělník		1
bourání konstrukcí	4	vyškrábání spár a očištění zdiva	m2	360,8	0,2	72,15	3	24	3,006	4	dělník		4
bourání konstrukcí	5	vnitrostaveništní doprava suti	t	20,34	0,003	0,06102486	3	24	0,003	1	dělník		5
bourání konstrukcí	6	odvoz suti a vybouraných hmot na skládku	t	20,34	0,9	18,307458	1	8	2,288	3	řidič		6
bourání konstrukcí	7	uložení suti na skládku	t	20,34	0,9	18,307458	1	8	2,288	3	řidič		7
vysychání stavby	8	vysychání stavby	-	-	-	-	-	-	-	-	-		7
zarážení desek	9	zarážení desek	m2	54,66	0,5	27,33	2	16	1,708	2	dělník		8
úpravy povrchů vnitřní	10	oprava nerovnosti a chybějících částí	m2	108,2	0,2	21,645	3	24	0,902	1	dělník		9
úpravy povrchů vnitřní	11	penetrace podkladu	m2	360,8	0,08	28,86	3	24	1,203	2	dělník		10
úpravy povrchů vnitřní	12	vápenná omítka štuková dvouvrstvá tl. 30 mm	m2	360,8	0,36	129,87	3	24	5,411	6	dělník		11
úpravy povrchů vnitřní	13	omítka vnitřních stěn štuková, tl. 3 mm	m2	360,8	0,22	79,365	3	24	3,307	4	dělník		12
úpravy povrchů vnitřní	14	penetrace podkladu	m2	360,8	0,08	28,86	3	24	1,203	2	dělník		13
úpravy povrchů vnitřní	15	dvojnásobný silikátový nátěr	m2	360,8	0,056	20,202	3	24	0,842	1	dělník		14
úpravy povrchů vnější	16	oprava nerovnosti a chybějících částí	m2	126,5	0,2	25,2972	3	24	1,054	2	dělník		10
úprava povrchů vnější	17	penetrace podkladu	m2	421,6	0,08	33,7296	3	24	1,405	2	dělník		16
úprava povrchů vnější	18	omítka vnějších stěn jádrová, tl. 20 mm	m2	421,6	0,36	151,7832	3	24	6,324	7	dělník		17
úprava povrchů vnější	19	omítka vnějších stěn štuková, tl. 3 mm	m2	421,6	0,22	92,7564	3	24	3,865	4	dělník		18
úprava povrchů vnější	20	penetrace podkladu	m2	421,6	0,08	33,7296	3	24	1,405	2	dělník		19
úprava povrchů vnější	21	dvojnásobný silikátový nátěr	m2	421,6	0,056	23,61072	3	24	0,984	1	dělník		20

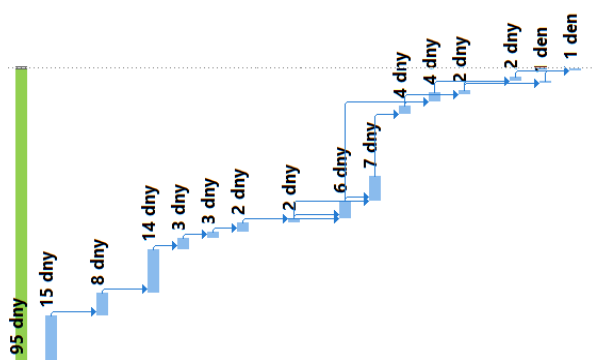
(vlastní zpracování)

### **8.3. Časový plán sanace**

Časový plán sanace byl vytvořen v programu MS Project. Doba trvání a technologické přestávky vychází z technologického rozboru viz. Tabulka 13 Technologický rozbor – HW systém.

Časový plán pro provádění zarážení nerezových plechů vychází na 95 dnů viz. Obrázek 18 Časový plán sanace – HW systém.

Obrázek 18 Časový plán sanace – HW systém



	95 dny	15 dny	8 dny	14 dny	3 dny	3 dny	2 dny	2 dny	6 dny	7 dny	4 dny	4 dny	2 dny	2 dny	1 den	1 den
24	<b>Harmonogram - HW-systém</b>															
25	Otlučení vnější i vnitřní omítky	15 dny 0 hodin														
26	Výškrábání spár a očištění zdiva (int.+ext.)	8 dny 480 hodin	25													
27	Vysychání stavby	14 dny 0 hodin		26												
28	Zarážení desek	3 dny 176 hodin			27											
29	Lokální opravy omítek	3 dny 48 hodin				28										
30	Penetrace podkladu (interiér)	2 dny 56 hodin					29									
31	Penetrace podkladu (exteriér)	2 dny 120 hodin						30								
32	Jádrová omítka (int.)	6 dny 112 hodin							30FS+1 den;31							
33	Jádrová omítka (ext.)	7 dny 0 hodin							31FS+1 den;32							
34	Štuková omítka (ext.)	4 dny 184 hodin							33FS+20 dny							
35	Štuková omítka (int.)	4 dny 144 hodin							32FS+30 dny;34							
36	Penetrace podkladu (ext.)	2 dny 136 hodin							34FS+3 dny							
37	Penetrace podkladu (int.)	2 dny 8 hodin							35FS+3 dny;36							
38	Silikátový nátěr (ext.)	1 den 8 hodin							36FS+1 den							
39	Silikátový nátěr (int.)	1 den 64 hodin							37FS+1 den;38							

(vlastní zpracování)

## 8.4. Kalkulace

Kalkulace využívá jednotkových cen ze softwaru Kros, který čerpá z cenové soustavy ÚRS 2019 04, pokud není uvedeno jinak. Všechny položkové ceny jsou uvedeny bez DPH.

Cena za zarážení nerezových plechů je poskytnuta. společnosti HW-PANTY a započítává náklady na použitý materiál.

Náklady na podřezání zdiva činí celkem **992 418,4 Kč s DPH**. Viz. Tabulka 14 Hw-systém – rozpočet.

Tabulka 14 Hw-systém – rozpočet

PČ.	POPIS	MJ	MNOŽSTV	JEDNOTKOV Á CENA	CELKOVÁ CENA
<b>Díl: Úpravy povrchů před započítáním prací</b>					<b>89 164,6 Kč</b>
1	Očištění zdíva nebo betonu zdi a valů před započítáním oprav ručně	m2	234,711	91,8 Kč	21 539,4 Kč
2	Otlučení (osekání) vnější vápenné nebo vápenocementové omítky včetně vyškrobání spár a očištění zdíva	m2	421,62	89,0 Kč	37 524,2 Kč
3	Otlučení (osekání) vnitřní vápenné nebo vápenocementové omítky včetně vyškrobání spár a očištění zdíva	m2	360,75	83,4 Kč	30 101,0 Kč
<b>Díl: Přesun hmot HSV</b>					<b>18 178,4 Kč</b>
4	Vnitrostaveništní odvoz sutí do 50 m	t	20,34162	373,0 Kč	7 587,4 Kč
5	Odvoz sutí a vybouraných hmot na skládku do 1 km s naložením a se složením	t	20,34162	295,4 Kč	6 008,1 Kč
6	Příplatek k odvozu sutí vybouraných hmot na skládku přes 1 km	t	155,3	9,1 Kč	1 413,2 Kč
7	Poplatek za uložení stavebního směsného odpadu na skládce (skládkovné)	t	20,34162	155,8 Kč	3 169,6 Kč
<b>Díl: Svislé konstrukce</b>					<b>281 826,0 Kč</b>
8	*Izolace provedená zaražením nerezových plechů	m2	82,89	3 400,0 Kč	281 826,0 Kč
<b>Díl: Úpravy povrchů vnitřních</b>					<b>224 976,4 Kč</b>
9	Zařtení spár maltou vnitřních stěn z cihel	m2	108,225	147,0 Kč	15 912,3 Kč
10	Penetrace podkladu	m2	360,75	38,3 Kč	13 816,7 Kč
11	Vápenná omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stěn nanášená ručně <i>Omítka vápenná vnitřních ploch nanášená ručně dvouvrstvá štuková, tloušťky jádrové omítky do 10 mm a tloušťky štuku do 3 mm svislých konstrukcí stěn</i>	m2	360,75	219,1 Kč	79 040,3 Kč
12	Příplatek k vápenné omítce vnitřních stěn za každých dalších 5 mm tloušťky ručně <i>Omítka vápenná vnitřních ploch nanášená ručně Příplatek k cenám za každých dalších i započatých 5 mm tloušťky jádrové omítky přes 10 mm stěn</i>	m2	1443	56,0 Kč	80 808,0 Kč
13	Nátěr silikátový dvojnásobný vnitřních omítaných stěn včetně penetrace provedený strojně <i>Ochranný nátěr vnějších omítaných ploch nanášený strojně dvojnásobný, včetně penetrace</i>	m2	360,75	95,0 Kč	34 271,3 Kč
14	Zakrytí výplní otvorů fólií přilepenou na začíšťovací lišty <i>Zakrytí vnitřních ploch před znečištěním včetně pozdějšího odkrytí výplní otvorů a svislých ploch fólií přilepenou na začíšťovací lišty</i>	m2	54,22	20,8 Kč	1 127,8 Kč
<b>Díl: Úpravy povrchů vnějších</b>					<b>206 035,1 Kč</b>
15	Zařtení spár maltou vnějších stěn z cihel	m2	126,486	153,0 Kč	19 352,4 Kč
16	Penetrace podkladu	m2	421,62	38,3 Kč	16 148,0 Kč
17	Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnějších stěn nanášená ručně <i>Omítka vápenocementová vnějších ploch nanášená ručně dvouvrstvá, tloušťky jádrové omítky do 15 mm a tloušťky štuku do 3 mm štuková stěn</i>	m2	421,62	238,5 Kč	100 556,4 Kč
18	Příplatek k vápenocementové omítce vnějších stěn za každých dalších 5 mm tloušťky ručně <i>Omítka vápenocementová vnějších ploch nanášená ručně Příplatek k cenám za každých dalších i započatých 5 mm tloušťky omítky přes 15 mm stěn</i>	m2	421,62	52,3 Kč	22 050,7 Kč
19	Nátěr silikátový dvojnásobný vnějších omítaných stěn včetně penetrace provedený strojně <i>Ochranný nátěr vnějších omítaných ploch nanášený strojně dvojnásobný, včetně penetrace odolný vůči povětrnostním vlivům a UV záření, jakéhokoliv odstínu silikátový stěn</i>	m2	421,62	111,0 Kč	46 799,8 Kč
20	Zakrytí výplní otvorů fólií přilepenou na začíšťovací lišty <i>Zakrytí vnějších ploch před znečištěním včetně pozdějšího odkrytí výplní otvorů a svislých ploch fólií přilepenou na začíšťovací lišty</i>	m2	54,22	20,8 Kč	1 127,8 Kč
<b>CELKEM BEZ DPH</b>					<b>820 180,5 Kč</b>
<b>DPH 21%</b>					<b>172 237,9 Kč</b>
<b>CELKEM S DPH</b>					<b>992 418,4 Kč</b>

2 (vlastní zpracování)

## 9. Sanační omítky

Sanační omítky jsou speciálním typem omítek určených k sanaci vlhkosti zdiva. Tyto omítky je nejlepší kombinovat s jiným způsobem odvádění vlhkosti, které budou řešit příčinu vlhnutí budovy. Omítky samy o sobě problém neřeší, funkce je dočasná s trváním v řádu několika let.

Zdivo bývá i po provedení sanace vlhké ještě několik měsíců či let, v závislosti na materiálu a tloušťce zdiva, vlhkosti, teplotě atd. Omítky nelze proto ponechat jen s omítkou sanační, bývá to neestetické. Běžné omítkové systémy, které se provádí běžně u novostaveb, nelze z důvodu 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 vztlakovosti“.<sup>61</sup>

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.

Základní vlastností těchto omítek je hydrofobizace. Hydrofobizace je odborně řečeno změna fyzikálně-chemických vlastností daného materiálu, která podstatně zvyšuje smáčecí úhel pro vodu. To znamená, že voda na povrchu hydrofobizovaného materiálu vytváří drobné kapičky, které se nevzpíjí do podkladu. Tudíž nedochází k vystupování solí na povrch a tím k tvorbě výkvětů.<sup>62</sup>

Sanační omítky jsou obvykle řešeny podhozem, který tvoří spojovací můstek mezi zdivem a omítkou. Následuje vrstva základní omítky, která je určena k vyrovnání podkladu či ukládání solí. Vrchní vrstvou je sanační omítky. Jako finální povrchová úprava je na sanační vrstvu aplikovaná omítky štuková, která zajišťuje finální estetický vzhled. Požadavky na sanační omítky formuluje směrnice WTA CZ 2-9-04.<sup>6364</sup>

---

<sup>61</sup> BALÍK, M. a kolektiv. Odvlhčování staveb. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 312 s. ISBN 978-80-247-2693-9.

<sup>62</sup>Realsan Group SE, [online]. [cit.2019-01-13]. dostupné <https://realsan.cz/poradna/clanky/ostatni/co-je-to-hydrofobizace-a-jak-ovlivnuje-stavebni-konstrukce>

<sup>63</sup> SOLAŘ, J. Odstraňování vlhkosti. Sanace vlhkého zdiva. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4708-8.

<sup>64</sup> WTA směrnice 2-9-04/D. Sanační omítkové systémy. Praha: Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky - WTA CZ, 2008.



Aby omítka vykazovala požadované vlastnosti, je vždy nutné dodržovat přesné pokyny od výrobce sanačního omítkového systému. Příprava před aplikací sanační omítky spočívá v očištění zdiva a oškrábání spár do 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.<sup>65</sup>

<sup>66</sup>Do klasické omítky tedy proniká vlhkost ze zdiva, zároveň jsou v ní rozpuštěny soli (sírany, dusičnany, chloridy apod.). To způsobuje vznik vlhkostních map a výkvětů solí na povrchu omítky. To rozrušuje povrch konstrukce a snižuje mrazuvzdornost povrchové vrstvy. Naproti tomu sanační omítka se vyznačuje vysokým obsahem otevřených pórů a tím zajišťuje vysokou míru propustnosti vodních par. Díky propustnosti je omítkový systém schopný odvádět vlhkost a konstrukci vysušovat. V pórech se usazují soli a nedochází tak k výkvětům na povrchu – to platí ale pouze dokud se póry zcela nezaplňují. Od toho se odvíjí jejich životnost, která se v případě samostatné aplikace systému pohybuje kolem 10-15 let.

67



Obrázek 19 Rozdíl mezi uzavřenými a otevřenými póry v sanační omítce

---

<sup>65</sup>SOLAŘ, J. Odstraňování vlhkosti. Sanace vlhkého zdiva. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4708-8.  
<sup>66</sup>+69 ABS portál [online]. [cit.2019-02-15]. dostupné, <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/fasada/omitky-fasada/sanacni-omitky>

Tabulka 15 Výhody a nevýhody sanačních omítek

VÝHODY	NEVÝHODY
Vhodné pro historické stavby	Krátká životnost (5 let)
Nenarušuje statiku objektu	Nutnost obnovy po zaplnění pórů
Vhodné pro všechny typy zdiva	Cena – dlouhodobý horizont s ohledem na obnovu sanačního omítkového systému
Rychlost provádění	

*(vlastní zpracování)*

Po aplikaci sanačních omítek musí být zajištěno intenzivní větrání. Pokud by přirozené větrání nebylo možné, je nutné instalovat nucené větrání. Tyto odvlhčovací přístroje je možné použít až po úplném vytužení omítky<sup>68</sup>

<sup>68</sup> SOLAŘ, J. Odstraňování vlhkosti. Sanace vlhkého zdiva. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4708-8.

## 9.1. Technologický postup pro provádění sanačních omítek

### Základní identifikační údaje

#### Identifikační údaje stavby

Název stavby: Revitalizace historického centra obce Kostomlaty pod Milešovkou

Místo stavby: centrum obce Kostomlaty pod Milešovkou, objekt mezi ulicemi Školní a Požárnická, objekt bývalého statku

Charakter stavby: budova bývalého kravína, přestavba na komunitní centrum

Stavebník: Patrik Jakubec, Hlavní 540/32, Lhenice

Projektant: SUDOOMA Project Pardubice a.s.

Stavba se nachází v centru obce Kostomlaty pod Milešovkou mezi ulicemi Požárnická a Školní. Na severu je budova ohraničena ulicí Požárnickou a Kostelem, na Východní straně je ulice Školní a na jihu novým parkem.

Pozemek stavby je mírně svažité směrem k parku a k Požárnické ulici. Okolní zástavbu tvoří rodinné domy, mateřská škola, základní škola a výchovný ústav pro děti a mládež – areál zámku Kostomlaty pod Milešovkou. Tento zámek společně s kostelem se nachází v památkové zóně. Areál statku už je za touto hranicí, a tudíž nespadá do památkového pásma.

#### Vymezení předmětu řešení, stručná charakteristika technologie

Tento technologický postup stanovuje postup pro sanaci zdiva aplikací sanačních omítek. Před započítím prací se musí objekt zbavit všech stávajících omítek.

## **Vstupní materiály a výrobky**

### **Výpis materiálů**

#### **Zásady manipulace, dopravy a skladování materiálu**

Hmota pro vyspravení nerovností – Zdící malta 10 MPa (Cemix 021)

- Hmota pro vyrovnání podkladu – Sanační omítka podkladní WTA (Cemix 014)

- Jádrová omítka – Sanační omítka WTA (Cemix 024)

- Štuková omítka – Sanační omítka štuková (Cemix 034)

- Fasádní nátěr bílý – Silikátový fasádní nátěr (Cemix)

Všechny uvedené materiály je nutné skladovat v suchu, v originálních obalech a chránit je před působením vody a vlhkosti. Za splnění těchto podmínek je trvanlivost 6 měsíců od data uvedeného na obalu (až 12 měsíců v případě zdící malty a fasádního nátěru). Stavební hmoty je možno používat při teplotách vyšších než 5°C.

Fasádní nátěr lze používat v teplotách 5-30 °C. V době zrání je nutné chránit ho před deštěm.

#### **Primární a sekundární doprava**

Primární doprava na staveniště bude zajištěna nákladním automobilem. Potřebné nářadí na sanaci zdiva si zajistí firma sama. Je nutné zajistit ochranu materiálu před vlhkostí. Pokud tedy automobil nebude mít krytou korbou je nutné ho za nepříznivého počasí opatřit plachtou. Potřebné nářadí a pilu na podřezávání zdiva si zajistí firma sama.

Pro sekundární dopravu po staveništi jsou k dispozici stavební kolečka a manipulační stroje, které jsou majetkem vesnice Kostomlaty pod Milešovkou.

## **Vstupní kontrola**

Kontrola připravenosti pracoviště – kontrola musí proběhnout zejména v případě, že předcházející práce byly provedeny jiným zhotovitelem. Kontroluje se stav staveniště – vjezd/výjezd, oplocení, výstražná znamení, zařízení staveniště, zdroje potřebných energií atp.

Kontrola pracovníků – kontroluje se schopnost pracovníků vykonávat jim svěřenou práci. Kontrola platných osvědčení.

Kontrola dodávky materiálu – kontrolujeme, zda byl dodán materiál odpovídající projektové dokumentaci. Kontrolujeme také Prohlášení o vlastnostech výrobku, zda je výrobek označen značkou shody CE, úplnost údajů v technickém listu a zda je každá role (nebo minimálně každá zásilka) označena štítkem. Výrobek musí být bez zjevných vad.

## **Pracovní podmínky**

### **Připravenost pracoviště**

Před zahájením prací odpovídá stavbyvedoucí za dokončené práce předcházející sanaci vlhkosti ve zdivu. Jedná se konkrétně o odstranění všech omítek, očištění podlah. Veškeré informace o předaných pracích se zaznamenávají do pracovního deníku. Všechny práce navíc musí být zkontrolovány dle projektové dokumentace investora.

Staveniště je oploceno do výšky 1,8 metru. Jsou předány stávající přípojky vody a elektřiny. Podrobnější popis najdeme v příloze ve výkresu zařízení staveniště – příloha 2.

Kolem obvodu objektu musí být zajištěn dostatečný prostor k manipulaci a pohybu osob. Dále je nutné zajistit konstrukci lešení pro vyšší místa práce. Toto lešení bude využito i pro další stavební činnosti.

## **Struktura pracovní čety**

Sanační omítka bude prováděna četou tří pracovníků.

1. Pracovník – stavební mistr – odpovídá za kvalitu práce, dodržování technologického postupu a ostatní pracovníky čety. Dohlíží na dodržování zásad BOZP a PO a používání OOPP. Organizuje a řídí vlastní proces provádění sanačních omítek. Je povinen řídit se pokyny stavbyvedoucího (vedoucího projektu), samostatně zajišťovat potřebný drobný materiál a mechanismy na místě stavby.

2.+3. Pracovník – zedník – Počet zedníků je stanovený na základě provádění omítek – je potřeba dvou pracovníků pro osazení omítníků. Potom bude jeden pracovník omítku nahazovat, druhý strhávat a vyrovnávat. Pracovníci jsou povinni dbát pokynů stavebního mistra, případně stavbyvedoucího. Jsou povinni používat OOPP.

Je nutné, aby všichni pracovníci byli proškoleni dle BOZP. Pracovníci podepíší souhlas o seznámení s BOZP.

## **Stroje a přístroje, pracovní pomůcky**

- Konstrukce pro zvýšení místa práce.
- Míchačka
- Zednická lžíce
- Omítníky
- Lať na strhnutí omítky
- Vrtačka s míchacím nástavcem
- Zednická štětka
- Mřížový škrabák
- Ruční hladítko
- Plstěné hladítko
- Malířský váleček

- Drátěný kartáč
- Koště

### **Technologický postup**

- 1) Odstranění původní omítky metr nad úroveň viditelného zavlhčení – v našem případě 2,5 metru z vnější strany, vnitřní omítka bude otlučena na výšku celého objektu. Světlá výška interiéru je 3,12 metru.
- 2) „Proškrábnutí“ spár zdiva do hloubky 20 mm.
- 3) Očištění zdiva drátěným kartáčem a koštětem od prachu a nečistot.
- 4) Vyspravení hrubých nerovností povrchu a uvolněných prvků zdiva zdící maltou.
- 5) Navlhčení zdiva a nanesení postřiku (podhozu) z důvodu zajištění správné přilnavosti a paropropustnosti systému. Nanese se ručně v tloušťce 5 mm síťovitě tak, aby bylo pokryto zhruba 50-75% plochy. Nesmí dojít k zaplnění spár. Následuje technologická přestávka pro zrání postřiku minimálně po dobu 24 hodin.
- 6) Po vytvrdnutí podhozu následuje podkladní vyrovnávací omítka. Před nanášením je nutné podklad navlhčit. Podhoz se nanáší ručně v tloušťce 10 mm. Po vyrovnání se povrch zdrsní. Vyrovnávací omítka vyžaduje technologickou přestávku o délce 14 dní.
- 7) Dále nanášíme ručně jádrovou omítku tloušťky minimálně 15 mm. Před nanášením další vrstvy je nutné opět dodržet technologickou přestávku v závislosti na tloušťce omítky. Je dáno že 1 mm = 24 hodin. V našem případě tedy přestávka bude 15 dní.
- 8) Pro zlepšení přilnavosti se povrch jádrové omítky zdrsní a navlhčí. Následuje aplikace vrchní štukové omítky ručně v tloušťce 2-3 mm. Po zavaznutí se povrch navlhčí a upraví hladítkem. Následuje opět technologická přestávka pro vyschnutí – minimálně 3 dny. Během této doby musí být zajištěno dostatečné větrání objektu.
- 9) Po vyzrání je omítka opatřena fasádním silikátovým nátěrem. Nátěr je proveden ve dvou vrstvách v odstínu bílé.

## **Jakost provedení**

### **Metody kontroly jakosti výsledného provedení, možnosti oprav vad a nedodělků**

Kontrola vzhledu a celistvosti omítky – V hotové omítce se nesmějí vyskytovat trhliny, puchýře a podobné závady.

Kontrola rovinnosti omítky – Nesmí přesáhnout 2 mm/2m.

Kontrola provedení dle PD – Kontrolujeme, zda izolace je provedena v souladu s projektovou dokumentací.



## BOZP a PO

### Konkrétní vymezení jednotlivých opatření pro zajištění BOZ a PO

Tabulka 16 Vymezení rizik a opatření pro variantu sanační omítky

RIZIKO	ZÁVAŽNOST	NAVRHOVANÉ OPATŘENÍ
Pád předmětu na pracovníka ve výkopu	2	Při práci ve výkopu používat OOPP; zajištění nebo odstranění velkého kameniva, zbytků stavebních konstrukcí ve stěnách výkopu
Střet osob s vozidly	4	Vymezení komunikační trasy pro pěší, Pro motorová vozidla vyhradit trasy, umístit značky se sníženou rychlostí při vjezdu na staveniště + značku 'Zákaz vjezdu nepovolaných osob'
Střet vozidel se stroji	3	Dodržování maximální rychlosti (20 km/hod.), přednost zprava,
Uklouznutí pracovníka při dopravě materiálu kolečkem/ručně	3	OOPP (obuv), zpevněné komunikace
Uklouznutí při chůzi po terénu	3	OOPP (obuv), zpevněné komunikace
Zasažení osoby elektrickým proudem – staveništní el. rozvody	4	Revize, provedení odborně způsobilými osobami
Zasažení osoby elektrickým proudem při kontaktu stroje s vedením el. proudu (vnitro staveništním, stávajícím na stožárech)	4	Proškolení pracovníků, zamezení jejich pohybu v nebezpečných zónách + jejich dostatečné označení, OOPP
Převržení nestabilně uloženého materiálu	4	Skladování dle technického listu materiálu
Pád břemene přepravovaného st. výtahem	4	stabilní a bezpečné uložení břemene, vyškolení pracovníci, spolehlivé dorozumívací prostředky mezi pracovníky

Zranění (zejména prstů) při manipulaci se zdícím materiálem apod.	3	Používání OOPP
Zranění při používání ruční mechanizace a nářadí	4	OOPP, proškolení pracovníků, kvalifikovaný pracovník
Úder do ruky při nežádoucím kontaktu ručního nářadí	3	OOPP (ochranné rukavice)
Zranění úderem a pádem ručního nářadí	4	OOPP (helma, ochranné rukavice, brýle), přivázání nářadí
Poranění rukou o ostré hrany cihel	3	OOPP (ochranné rukavice)
Napadení spolupracovníkem – úder do obličeje, zranění končetin, bodné rány	4	Ostraha staveniště, zvýšení kázně pracovníků, sankce
Zvýšená pracnost – vdechování prachu, poškození zraku	2	Používání respirátorů, kropení, větrání
Přehřátí, úpal	3	OOPP (pokrývka hlavy – helma), omezení pracovní doby, přestávky
Prochladnutí pracovníka	2	OOPP (vhodný pracovní oděv), vytápění pracoviště, teplé nápoje
Nevolnost, únava pracovníka	2	Podání léků, dostatečná pracovní doba
Nadměrná hluková zátěž	3	Používání ucpávek do uší,
Uklouznutí při chůzi po terénu	3	OOPP (obuv), zpevněné komunikace
Požár	5	Dostatečné požárně bezpečnostní řešení stavby
Pořezání o rozbité skleněné výplně oken a dveří	3	OOPP (ochranné rukavice)
Pád (překlopení, převrácení) pojezdových a volně stojících pracovních lešení uvnitř objektu vně objektu	5	zajištění lešení v souladu s NV č. 362/2005 Sb., §3, článek VII. odst. 4

Poškození očí odstříknutou míchanou hmotou	4	OOPP (ochranné brýle)
Vdechování výparů a toxických plynů	4	použití respirátorů při práci
Zranění při používání ruční mechanizace a nářadí	4	pravidelné kontroly a revize strojů, OOPP
Pád osoby ze žebříku uvnitř objektu	4	zajištění lešení v souladu s NV č. 362/2005 Sb., §3, článek VII. odst. 4

13 podklady z předmětu BOZF

(Vlastní zpracování)

Za odpovědnou osobu, která bude dohlížet na dodržování jednotlivých opatření pro rizika je stavební mistr.

Zbytky nátěru, omítky – pokud bude dostatečné množství a nebudou nijak poškozeny ponecháme pro příští stavbu, poškozené nebo zreagované budou odvezeny na sběrný dvůr.

Pytle od omítkové směsi – zcela čisté do kontejneru na papíry, znečištěné na sběrném dvoře.

Plastové kbelíky od nátěru – důkladně vypláchnout a vyhodit do kontejneru na plasty, možno ponechat pro jiné účely, pokud by zůstaly zbytky produktů, likvidace na sběrném dvoře.

Paleta od pytlů – vrátíme prodejci.

## 9.2. Technologický rozbor

Ukazatelé pracností jsou převzaty z programu CONTEC nebo z webu ČVUT – podklady – ukazatele pracnosti.<sup>69</sup>

<sup>69</sup> WEB ČVUT – orientační časové ukazatele prací a dodávek, [online]. [cit.2019-01-08]. dostupné z: <http://web.cvut.cz/fa/u524/rea/podklady/ukazatele/podklady.html>

Tabulka 17 Technologický rozbor – provádění sanačních omítek

technologický rozbor – provádění sanačních omítek										ogická přestávka			
etapa	pořadové číslo	název činnosti	měrná jednotka	množství (m.j.)	normální čas (m.j.)	celkové množství (Nh)	počet pracovníků (strojů)	směnový časový fond	trvání procesu	trvání (upravená)	profese	vazba na proces	Dnů
bourání konstrukcí	1	otlučení vnějších omítek	m <sup>2</sup>	422	0,42	177,0804	3	24	7,378	8	dělník		
bourání konstrukcí	2	vyškrábání spár a očištění zdiva	m <sup>2</sup>	422	0,2	84,324	3	24	3,514	4	dělník	1	
bourání konstrukcí	3	otlučení vnitřních omítek	m <sup>2</sup>	361	0,42	151,515	3	24	6,313	7	dělník	2	
bourání konstrukcí	4	vyškrábání spár a očištění zdiva	m <sup>2</sup>	361	0,2	72,15	3	24	3,006	4	dělník	1	
bourání konstrukcí	5	vnitrostaveništní doprava suti	t	20,3	0	0,061025	3	24	0,003	1	dělník	4	
bourání konstrukcí	6	odvoz suti a vybouraných hmot na skládku	t	20,3	0,9	18,30746	1	8	2,288	3	řidič	5	
bourání konstrukcí	7	uložení suti na skládku	t	20,3	0,9	18,30746	1	8	2,288	3	řidič	6	
vysychání stavby	8	vysychání stavby	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
úpravy povrchů vnitřní	9	oprava nerovností a chybějících částí	m <sup>2</sup>	108	0,2	21,645	3	24	0,902	1	dělník	8	14
úpravy povrchů vnitřní	10	penetrace podkladu	m <sup>2</sup>	361	0,08	28,86	3	24	1,203	2	dělník	9	
úpravy povrchů vnitřní	11	sanační omítka podkladní tl. 10mm	m <sup>2</sup>	140	0,28	39,13	3	24	1,63	2	dělník	10	1
úpravy povrchů vnitřní	12	jádrová omítka tl. 15mm	m <sup>2</sup>	140	0,36	50,31	3	24	2,096	3	dělník	11	10
úpravy povrchů vnitřní	13	štuková omítka tl. 3mm	m <sup>2</sup>	140	0,22	30,745	3	24	1,281	2	dělník	12	15
úpravy povrchů vnitřní	14	vápenná omítka štuková dvouvrstvá tl. 30 mm	m <sup>2</sup>	221	0,39	86,19	3	24	3,591	4	dělník	13	3
úpravy povrchů vnitřní	15	omítka vnitřních stěn štuková, tl. 3 mm	m <sup>2</sup>	221	0,22	48,62	3	24	2,026	3	dělník	14	30
úpravy povrchů vnitřní	16	penetrace podkladu	m <sup>2</sup>	361	0,08	28,86	3	24	1,203	2	dělník	15	3
úpravy povrchů vnitřní	17	dvojnásobný silikátový nátěr	m <sup>2</sup>	361	0,06	20,202	3	24	0,842	1	dělník	16	1
úpravy povrchů vnější	18	oprava nerovností a chybějících částí	m <sup>2</sup>	126	0,2	25,2972	3	24	1,054	2	dělník	9	
úpravy povrchů vnější	19	penetrace podkladu	m <sup>2</sup>	422	0,08	33,7296	3	24	1,405	2	dělník	18	
úprava povrchů vnější	20	cementová omítka jednovrstvá vnějších stěn tl. 20 mm	m <sup>2</sup>	95	0,22	20,9	3	24	0,871	1	dělník	19	1
úprava povrchů vnější	21	vnější sanační štuková omítka tl. 30 mm	m <sup>2</sup>	95	0,28	26,6	3	24	1,108	2	dělník	20	20
úprava povrchů vnější	22	vnější vyrovnávací sanační omítka tl. 30 mm	m <sup>2</sup>	95	0,39	37,05	3	24	1,544	2	dělník	21	30
úprava povrchů vnější	23	omítka vnějších stěn jádrová, tl. 15 mm	m <sup>2</sup>	422	0,36	151,7832	3	24	6,324	7	dělník	22	30
úprava povrchů vnější	24	omítka vnějších stěn štuková, tl. 3 mm	m <sup>2</sup>	422	0,22	92,7564	3	24	3,865	4	dělník	23	15
úprava povrchů vnější	25	penetrace podkladu	m <sup>2</sup>	422	0,08	33,7296	3	24	1,405	2	dělník	24	3
úprava povrchů vnější	26	silikátový nátěr	m <sup>2</sup>	422	0,05	22,76748	3	24	0,949	1	dělník	25	1

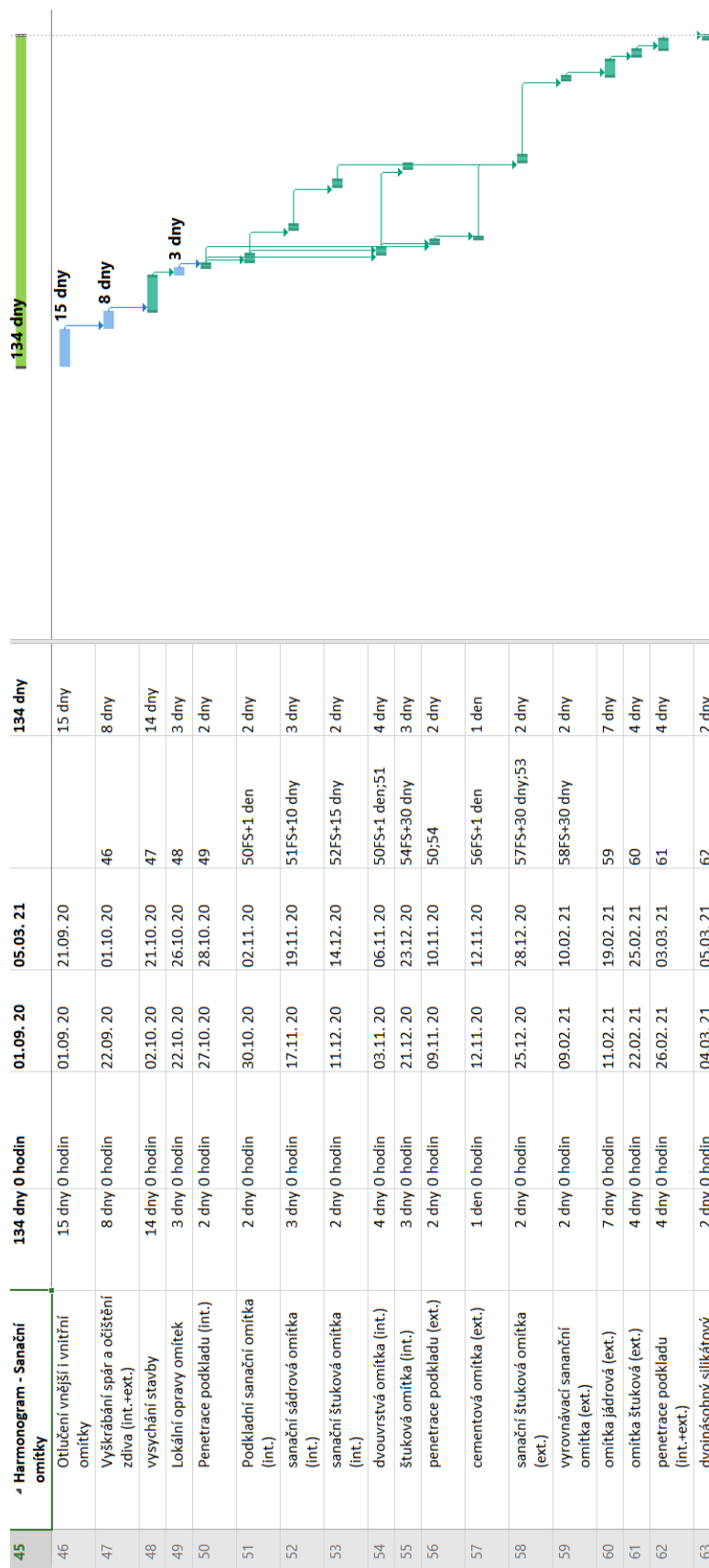
(vlastní zpracování)

### **9.3. Časový plán sanace**

Časový plán sanace byl vytvořen v programu MS Project. Doba trvání a technologické přestávky vychází z technologického rozboru viz. Tabulka 17 Technologický rozbor – provádění sanačních omítek.

Časový plán pro provádění sanačních omítek vychází na 134 dnů viz. Obrázek 20 Časový plán sanace – Sanační omítka.

Obrázek 20 Časový plán sanace – Sanační omítka



(vlastní zpracování)

## 9.4. Kalkulace

Kalkulace využívá jednotkových cen ze softwaru Kros, který čerpá z cenové soustavy ÚRS 2019 04, pokud není uvedeno jinak. Všechny položkové ceny jsou uvedeny bez DPH.

Náklady na sanační omítkový systém tvoří celkem **930 564,8 Kč s DPH** viz Tabulka 18 Kalkulace – sanační omítky.

Tabulka 18 Kalkulace – sanační omítky

PČ.	POPIS	MJ	MNOŽSTV	JEDNOTKOV Á CENA	CELKOVÁ CENA
<b>Díl: Úpravy povrchů před započítáním prací</b>					<b>89 164,6 Kč</b>
	Očištění zdiva nebo betonu zdí a valů před				
1	započítáním oprav ručně	m2	234,711	91,8 Kč	21 539,4 Kč
	Otlučení (osekání) vnější vápenné nebo				
	vápencementové omítky včetně vyškrábání spár				
2	a očištění zdiva	m2	421,62	89,0 Kč	37 524,2 Kč
	Otlučení (osekání) vnitřní vápenné nebo				
	vápencementové omítky včetně vyškrábání spár				
3	a očištění zdiva	m2	360,75	83,4 Kč	30 101,0 Kč
<b>Díl: Přesun hmot HSV</b>					<b>18 178,4 Kč</b>
4	Vnitrostaveništní odvoz sutí do 50 m	t	20,3416	373,0 Kč	7 587,4 Kč
	Odvoz sutí a vybouraných hmot na skládku do 1				
5	km s naložením a se složením	t	20,3416	295,4 Kč	6 008,1 Kč
	Příplatek k odvozu sutí vybouraných hmot na				
6	skládku přes 1 km	t	155,3	9,1 Kč	1 413,2 Kč
	Poplatek za uložení stavebního směsného				
7	odpadu na skládce (skládkovné)	t	20,3416	155,8 Kč	3 169,6 Kč
<b>Díl: Úpravy povrchů vnitřních</b>					<b>326 141,4 Kč</b>
8	Zatření spár maltou vnitřních stěn z cihel	m2	108,225	147,0 Kč	15 912,3 Kč
9	Penetrace podkladu	m2	360,75	38,3 Kč	13 816,7 Kč
	Vápenná omítka štuková dvouvrstvá vnitřních				
10	stěn nanášená ručně	m2	221	219,1 Kč	48 421,1 Kč
	<i>Omítka vápenná vnitřních ploch nanášená ručně dvouvrstvá štuková, tloušťky</i>				
	<i>jádrové omítky do 10 mm a tloušťky štuky do 3 mm svislých konstrukcí stěn</i>				
	Příplatek k vápenné omítce vnitřních stěn za				
11	každých dalších 5 mm tloušťky ručně	m2	884	56,0 Kč	49 504,0 Kč
	<i>Omítka vápenná vnitřních ploch nanášená ručně Příplatek k cenám za každých</i>				
	<i>dalších i započatých 5 mm tloušťky jádrové omítky přes 10 mm stěn</i>				
	Vnitřní sanační štuková omítka pro vlhké a				
12	zasolené zdivo prováděná ručně	m2	139,75	666,0 Kč	93 073,5 Kč
	<i>Sanační omítka vnitřních ploch stěn pro vlhké a zasolené zdivo, prováděná ve</i>				
	<i>dvou vrstvách, tl. jádrové omítky do 30 mm ručně štuková</i>				
	Vnitřní vyrovnávací sanační omítka prováděná				
13	ručně	m2	139,75	247,0 Kč	34 518,3 Kč
	<i>Sanační omítka vnitřních ploch stěn vyrovnávací vrstva, prováděná v tl. do 20 mm</i>				
	<i>ručně</i>				
	Příplatek k vnitřní vyrovnávací sanační omítce				
14	ZKD 10 mm omítky prováděné ručně ve více	m2	139,75	174,0 Kč	24 316,5 Kč
	vrstvách				
	<i>Sanační omítka vnitřních ploch Příplatek k cenám: za každých dalších 10 mm</i>				
	<i>omítky prováděné ve více vrstvách -1031</i>				
	Nátěr neutralizační impregnačním roztokem k				
15	ošetření solí 0,5 kg/m <sup>2</sup>	m2	139,75	80,0 Kč	11 180,0 Kč
	<i>Nátěr neutralizační impregnačním roztokem k ošetření solí 0,5 kg/m<sup>2</sup></i>				
	Nátěr silikátový dvojnásobný vnitřních omítaných				
16	stěn včetně penetrace provedený strojně	m2	360,75	95,0 Kč	34 271,3 Kč
	<i>Ochranný nátěr vnějších omítaných ploch nanášený strojně dvojnásobný, včetně</i>				
	<i>penetrace</i>				



17	Zakrytí výplní otvorů fólií přilepenou na začišťovací lišty <i>Zakrytí vnitřních ploch před znečištěním včetně pozdějšího odkrytí výplní otvorů a svislých ploch fólií přilepenou na začišťovací lištu</i>	m2	54,22	20,8 Kč	1 127,8 Kč
<b>Díl: Úpravy povrchů vnějších</b>					<b>335 577,5 Kč</b>
18	Zatření spár maltou vnějších stěn z cihel	m2	126,486	153,0 Kč	19 352,4 Kč
19	Penetrace podkladu Cementová omítka hladká jednovrstvá vnějších stěn nanášená ručně	m2	421,62	38,3 Kč	16 148,0 Kč
20	<i>Omítka cementová vnějších ploch nanášená ručně jednovrstvá, tloušťky do 15 mm hladká stěn</i> Příplatek k cementové omítce vnějších stěn za každých dalších 5 mm tloušťky ručně	m2	96,13	69,6 Kč	6 690,6 Kč
21	<i>Omítka cementová vnějších ploch nanášená ručně Příplatek k cenám za každých dalších i započatých 5 mm tloušťky omítky přes 15 mm stěn</i>				
22	Vnější sanační štuková omítka pro vlhké a zasolené zdivo prováděná ručně	m2	95	636,0 Kč	60 420,0 Kč
23	<i>Sanační omítka vnějších ploch stěn pro vlhké a zasolené zdivo, prováděná ve dvou vrstvách, tl. jádrové omítky do 30 mm ručně štuková</i> Vnější vyrovnávací sanační omítka prováděná ručně	m2	95	226,0 Kč	21 470,0 Kč
24	<i>Sanační omítka vnějších ploch stěn vyrovnávací vrstva, prováděná v tl. do 20 mm ručně</i> Příplatek k vnější vyrovnávací sanační omítce ZKD 10 mm omítky prováděné ručně ve více vrstvách	m2	95	161,0 Kč	15 295,0 Kč
25	<i>Sanační omítka vnějších ploch Příplatek k cenám: za každých dalších 10 mm omítky prováděné ve více vrstvách -1031</i> Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnějších stěn nanášená ručně	m2	421,62	238,5 Kč	100 556,4 Kč
26	<i>Omítka vápenocementová vnějších ploch nanášená ručně dvouvrstvá, tloušťky jádrové omítky do 15 mm a tloušťky štuku do 3 mm štuková stěn</i> Příplatek k vápenocementové omítce vnějších stěn za každých dalších 5 mm tloušťky ručně	m2	421,62	52,3 Kč	22 050,7 Kč
27	<i>Omítka vápenocementová vnějších ploch nanášená ručně Příplatek k cenám za každých dalších i započatých 5 mm tloušťky omítky přes 15 mm stěn</i> Nátěr silikátový dvojnásobný vnějších omítaných stěn včetně penetrace provedený strojně	m2	421,62	111,0 Kč	46 799,8 Kč
28	<i>Ochranný nátěr vnějších omítaných ploch nanášený strojně dvojnásobný, včetně penetrace odolný vůči povětrnostním vlivům a UV záření, jakéhokoliv odstínu silikátový stěn</i> Zakrytí výplní otvorů fólií přilepenou na začišťovací lišty <i>Zakrytí vnějších ploch před znečištěním včetně pozdějšího odkrytí výplní otvorů a svislých ploch fólií přilepenou na začišťovací lištu</i>	m2	54,22	20,8 Kč	1 127,8 Kč
<b>CELKEM BEZ DPH</b>					<b>769 061,9 Kč</b>
<b>DPH 21%</b>					<b>161 503,0 Kč</b>
<b>CELKEM S DPH</b>					<b>930 564,8 Kč</b>

(vlastní zpracování)

## 10. Vícekriteriální hodnocení variant

Při výběru nevhodnější varianty sanace budeme brát v úvahu, že stavba je namáhána pouze vzlínající vlhkostí. Vlhkost zdiva se v budově vyskytuje v rozmezí zvýšené až vysoké. Objekt je staticky v pořádku, tudíž nebereme v úvahu statické porušení v důsledku provádění sanační metody. V úvahu budeme brát materiál zdiva – tedy zdivo kombinované cihelné a zábor pozemku související s výkresy staveniště.

Pro vyhodnocení z hlediska nákladů vycházíme z cen uvedených v jednotlivých kalkulacích.

Při vyhodnocení navržených variant sanace budeme používat kritéria s určitou důležitostí/váhou. Tyto váhy stanovíme pomocí bodovací metody a metody pořadí.

Do hodnocení bude navíc zahrnuta metoda, která byla v reálu použita pro sanaci zdiva v řešeném objektu. Hodnoty byly zkontrolovány s realizační firmou projektu.

### 10.1. Posouzení variant

#### 10.1.1. Technologická náročnost

Všechny z uvedených sanačních metod zahrnují otlučení původních omítek a provedení omítek nových u vnitřních i vnějších povrchů. Z hlediska technologie jsou proto nejsnazším řešením sanační omítka. Sanační omítka se realizačně příliš neliší od provádění standardních povrchových úprav u novostaveb. Není proto třeba výraznějších zkušeností.

Pracnější jsou samozřejmě obě zmíněné metody mechanické. Tedy jak podřezávání zdiva, tak metoda zarážení nerezových plechů.

Tabulka 19 Posouzení – Technologická náročnost

typ sanace	technologická náročnost
podřezávání zdiva	středně náročné
HW-systém	středně náročné
sanační omítka	nenáročné
chemická injektáž	náročné

(vlastní zpracování)

### 10.1.2. Časová náročnost

Z hlediska doby trvání je na tom nejlépe metoda sanace HW-systémem, tedy zarážení nerezových plechů. Trvání této metody je 95. Podobně je na tom metoda podřezání zdiva. Podřezání zdiva trvá pouze o dva dny déle, což je způsobeno maximálním možným objemem prací za jeden den (omezení na 20 m/den). Nejdéle bude trvat aplikace sanačních omítek. Omítky mají dlouhé technologické přestávky mezi nanášením jednotlivých vrstev, a proto se dostáváme na celkový čas 134 dní.

Tabulka 20 Posouzení – Časová náročnost

typ sanace	časová náročnost (dny)
podřezávání zdiva	97
HW-systém	95
sanační omítka	134
chemická injektáž	96

(vlastní zpracování)

### 10.1.3. Počáteční finanční náročnost

Nejvýhodnější metodou z pohledu jednorázové počáteční investice je metoda sanace vlhkého zdiva podřezáním zdiva objektu. Tato metoda vychází na 882 091,8 Kč. Druhou v pořadí je metoda provádění sanačních omítek, která vychází na 930 564,8 Kč. Nejdražší variantou je varianta zarážení nerezových desek.

Tabulka 21 Posouzení – Počáteční finanční náročnost

typ sanace	počáteční finanční náročnost
podřezávání zdiva	882 091,80 Kč
HW-systém	992 418,40 Kč
sanační omítka	930 564,80 Kč
chemická injektáž	915 374,52 Kč

(vlastní zpracování)

#### 10.1.4. Finanční náročnost v horizontu 20ti let

Nejkratší životnost má sanační omítkový systém, tato životnost bývá v ideálním případě kolem 10ti let. Vzhledem k plánovanému využívání stavby – komunitní centrum s knihovnou nepředpokládám, že by provoz byl natolik náročný, aby omítky musely být prováděny častěji. Novou sanační omítku tedy plánuji vždy k jedenáctému započatému roku stáří omítky.

Mechanická metoda podřezání zdiva má životnost až 80 let.

Druhou mechanickou metodou je metoda zarážení plechů do zdiva, tato metoda zaručuje ochranu před vlhkostí po celou dobu existence objektu – uvažuji tedy 100 let.

Všechny metody mají stejné podmínky pro opravy vnitřních a vnějších povrchů. Vnější omítky u sanace sanační omítkou bude opravována vždy po 10ti letech spolu se sanační omítkou.

Tabulka 22 Posouzení – Nutnost oprav jednotlivých variant

typ sanace	životnost metody	vnitřní omítka	vnější omítka
		lokální opravy	lokální opravy
podřezávání zdiva	80 let	6 let	12 let
HW-systém	100 let	6 let	12 let
sanační omítka	10 let	6 let	10 let
chemická injektáž	60 let	6 let	12 let

(vlastní zpracování)

Náklady na sanační omítky vycházejí z celkové kalkulace na sanační omítku. Pro opravy vnějších a vnitřních omítek je přiložena upravená část rozpočtu s lokálními opravami povrchů. V kalkulacích nákladů na opravu není zohledněna inflace.

Tabulka 23 Kalkulace – opravy vnitřních povrchů

Oprava povrchů vnitřních					59 287,9 Kč
1	Oprava cementové omítky vnitřních ploch do tloušťky 20 mm - rozsah 10-30%	m2	108,225	147,0 Kč	15 909,1 Kč
2	Příplatek za každých 10 mm	m2	108,225	20,4 Kč	2 207,8 Kč
4	Nátěr silikátový dvojnásobný vnějších omítaných stěn včetně penetrace provedený strojně	m2	360,75	111,0 Kč	40 043,3 Kč
5	Zakrytí výplní otvorů fólií přilepenou na začišťovací lišty	m2	54,22	20,8 Kč	1 127,8 Kč
<b>CELKEM BEZ DPH</b>					<b>59 287,9 Kč</b>
<b>DPH 21%</b>					<b>12 450,5 Kč</b>
<b>CELKEM S DPH</b>					<b>71 738,3 Kč</b>

(vlastní zpracování)

Tabulka 24 Kalkulace – opravy vnějších povrchů

Oprava povrchů vnějších					74 236,7 Kč
1	Oprava cementové omítky vnějších ploch do tloušťky 20 mm - rozsah 10-30%	m2	126,486	208,0 Kč	26 309,1 Kč
4	Nátěr silikátový dvojnásobný vnějších omítaných stěn včetně penetrace provedený strojně	m2	421,62	111,0 Kč	46 799,8 Kč
5	Zakrytí výplní otvorů fólií přilepenou na začišťovací lišty	m2	54,22	20,8 Kč	1 127,8 Kč
<b>CELKEM BEZ DPH</b>					<b>74 236,7 Kč</b>
<b>DPH 21%</b>					<b>15 589,7 Kč</b>
<b>CELKEM S DPH</b>					<b>89 826,4 Kč</b>

(vlastní zpracování)

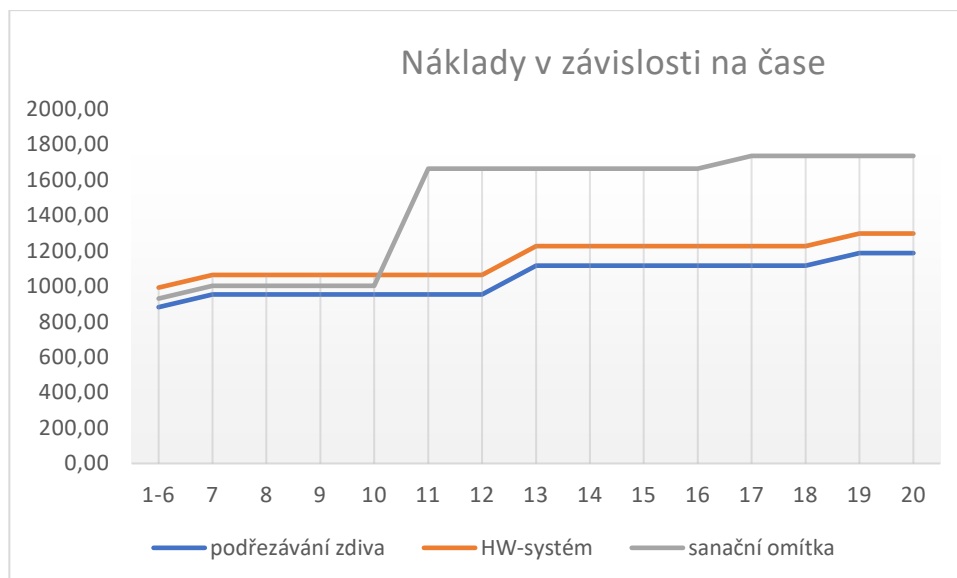
V tabulce (Tabulka 25 Finanční náklady v průběhu 20ti let) je vidět průběh výdajů v horizontu dvaceti let.

Tabulka 25 Finanční náklady v průběhu 20ti let

metoda	ČAS (ROKY)															
	1-6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
podřezávání zdiva	882,10	953,88	953,88	953,88	953,88	953,88	953,88	1115,48	1115,48	1115,48	1115,48	1115,48	1115,48	1187,26	1187,26	
HW-systém	992,40	1064,18	1064,18	1064,18	1064,18	1064,18	1064,18	1225,78	1225,78	1225,78	1225,78	1225,78	1225,78	1297,56	1297,56	
sanační omítka	930,50	1002,28	1002,28	1002,28	1002,28	1664,00	1664,00	1664,00	1664,00	1664,00	1664,00	1735,78	1735,78	1735,78	1735,78	
oprava vnitřních omítek		71,78 Kč														
oprava vnějších omítek		89,82 Kč														
cena sanační omítky		661,7 Kč														

\*ceny jsou uvedeny v tisících Kč.

(vlastní zpracování)



Graf 1 Náklady v závislosti na čase

(vlastní zpracování)

Tabulka 26 Rozdíl nákladů po 20ti letech funkce sanačního systému

metoda	celkové náklady		
	počáteční	po 20ti letech	rozdíl
podřezávání zdiva	882 092 Kč	1 187 260 Kč	305 168 Kč
HW-systém	992 418 Kč	1 297 560 Kč	305 142 Kč
sanační omítka	930 565 Kč	1 735 780 Kč	805 215 Kč

(vlastní zpracování)

Dle Graf 1 Náklady v závislosti na čase lze říci, že sanace pomocí sanační omítky je nejméně ekonomicky výhodná v horizontu 20ti let. I přes její technologickou nenáročnost a relativně nízkou pořizovací cenu tedy není v našem případě nejlepším řešením.

## 10.2. Ordinální srovnání kritérií – Metoda pořadí

Metoda je založena na přiřazení pořadí ke všem jednotlivým variantám ve všech rozhodujících kritériích. Varianty jsou tedy ohodnoceny čísly od 1, 2, ..., m, kde m je počet variant. Nejlepší varianta tak získá nejmenší součet tohoto hodnocení. V případě, že jsou jednotlivá kritéria ohodnocena váhami, vypočítá se vážené pořadí variant.<sup>70</sup>

Tabulka 27 Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod

	technologická náročnost	časová náročnost (dny)	finanční náročnost jednorázová	životnost systému (roky)	finanční náročnost v horizontu 20ti let (rozdíl nákladů pro renovaci)
podřezávání zdiva	náročné	97	882 091,80 Kč	80	305 160 Kč
HW-systém	náročné	95	992 418,40 Kč	100	305 160 Kč
sanační omítka	nenáročné	134	930 564,80 Kč	10	805 280 Kč
chemická injektáž	středně náročné	96	915 374,52 Kč	60	305 160 Kč

(vlastní zpracování)

Na začátku srovnávání můžeme posoudit, zda nějakou variantu lze z vyhodnocování vyloučit. To lze v případě, že je nějaká varianta dominována variantou jinou. Tzn., že existuje varianta, která je ve všech kritériích horší než jiná z variant.

V první řadě jsem si tedy ohodnotila jednotlivá řešení. Nejprve se rozhoduje, zda kritérium je minimalizační či maximalizační – tedy zda je pro nás nejvýhodnější varianta s nejvyšší či nejnižší metodou. V mém případě tedy technologická náročnost, časová náročnost a finanční náročnost má minimalizační kritérium – chci, aby byla co nejméně náročná, nejlevnější a proces byl co nejkratší. Naopak životnost systému má kritérium maximalizační – požadavek na co nejdelší životnost.

Potom jsem jednotlivé činnosti ohodnotila známkou od 1 do 4 – máme čtyři varianty.

<sup>70</sup> Přednáška matematicko-fyzikální fakulty Karlovy Univerzity –[online]. [cit.2019-04-21]. dostupné, <http://www.karlin.mff.cuni.cz/~kopa/VRfinal.pdf>

Posledním krokem je určení váhy pro jednotlivé kritérium. Určení vah bývá většinou otázkou na management projektu. Já jsem zvolila váhy v rozmezí od 0-100 a obodovala jednotlivé varianty následovně:

Technologická náročnost	- 40 (14 %)
Časová náročnost	- 20 (7 %)
Počáteční finanční náročnost	- 80 (28 %)
Životnost systému	- 75 (26 %)
Finanční náročnost dlouhodobá	- 70 (25 %)

Tabulka 28 Vyhodnocení dle metody pořadí

	technologická náročnost	časová náročnost (dny)	finanční náročnost jednorázová	životnost systému (roky)	finanční náročnost v horizontu 20ti let (rozdíl nákladů pro renovaci)	VYHODNOCENÍ
podřezávání zdiva	2,5	3	1	2	1	1,614
HW-systém	2,5	1	4	1	1	2,053
sanační omítka	1	4	3	4	4	3,298
Chemická injektáž	4	2	2	3	1	2,298
<b>VÁHA</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>70</b>	
<b>Poměr vah vůči sobě (%)</b>	<b>14%</b>	<b>7%</b>	<b>28%</b>	<b>26%</b>	<b>25%</b>	

(vlastní zpracování)

Z hodnocení vyplývá, že nejhodnější variantou je varianta podřezání zdiva. Druhou metodou je metoda zarážení nerezových plechů. Hned za ní je varianta chemické injektáže a jako poslední je sanace pomocí sanační omítky. Tato metoda je finančně náročná v dlouhodobém horizontu a má nejnižší životnost.

Pokud bychom chtěli toto hodnocení více zobjektivnit – tedy vynechat podíl managementu – lze rozdělit váhy pomocí metody Fullerova trojúhelníku. Toto hodnocení vychází z porovnání všech variant vůči sobě. Tedy hodnotíme, zda je např. technologická náročnost závažnějším kritériem než náročnost časová atd. Nevýhodou tohoto postupu pro výpočet vah kritérií je skutečnost, že nejméně důležité kritérium má nulovou váhu, i když nemusí jít o zcela bezvýznamné kritérium. Tento nedostatek lze odstranit tak, že četnost preferencí každého kritéria zvýšíme o 1.



Tabulka 29 Fullerův trojúhelník – určení vah kritérií

1	3	4	5
2	1	1	1
3	4	5	
2	2	2	
3	3		
4	5		
4			
5			

(vlastní zpracování)

Tabulka 30 Určení vah dle metody Fullerova trojúhelníka

	ČÍSLO	POČET	VÁHA (%)
technologická náročnost	1	1+1	14%
časová náročnost (dny)	2	0+1	7%
finanční náročnost jednorázová	3	4+1	28%
životnost systému (roky)	4	3+1	26%
finanční náročnost v horizontu 20ti let (rozdíl nákladů pro renovaci)	5	2+1	25%

(vlastní zpracování)

Z - Tabulka 30 Určení vah dle metody Fullerova trojúhelníka – lze vyčísti nové hodnoty pro jednotlivé váhy v našem rozhodování. Dle čísel lze říci, že odhad byl vcelku přesný a odpovídá i této metodice. Když tedy nová procenta implementujeme do tabulky pro celkové hodnocení dostaneme následující.

Tabulka 31 Vyhodnocení dle metody Fullerova trojúhelníka

	technologická náročnost	časová náročnost (dny)	finanční náročnost jednorázová	životnost systému (roky)	finanční náročnost v horizontu 20ti let (rozdíl nákladů pro renovaci)	VYHODNOCENÍ
podřezávání zdiva	2,5	3	1	2	1	1,606
HW-systém	2,5	1	4	1	1	2,185
sanační omítka	1	4	3	4	4	3,281
Chemická injektáž	4	2	2	3	1	2,330
Poměr vah vůči sobě (%)	13%	7%	33%	27%	20%	

(vlastní zpracování)

I v tomto případě je tedy nejvýhodnější variantou varianta podřezání zdiva s vložením dodatečné hydroizolace. Druhá je opět varianta zarážení nerezových plechů. Třetí je varianta, která byla na stavbě provedena – tedy varianta chemické injektáže a na posledním místě opět sanace pomocí sanační omítky.

### 10.3. Srovnání pomocí metody TOPSIS

Tato metoda je založena na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty a maximalizaci vzdálenosti od bazální varianty. Tato metoda tedy vyhledává kompromisní variantu a všechny varianty uspořádává podle vhodnosti – vzdálenosti od ideálu (nejlepší teoreticky možné varianty) a od nejméně vhodné varianty – bazální vzdálenost.

Sestavíme si teda tabulku, která udává ideální a nejhorší možnou variantu.

Tabulka 32 Rozhodovací tabulka – metoda TOPSIS

	technologická náročnost	časová náročnost (dny)	finanční náročnost jednorázová	životnost systému (roky)	finanční náročnost v horizontu 20ti let (rozdíl nákladů pro renovaci)
Nejhorší varianta	náročné	134	992 418,40 Kč	10	805 280 Kč
Ideální varianta	nenáročné	95	882 091,80 Kč	100	305 160,00 Kč

(vlastní zpracování)

V metodě se posuzuje vzdálenost od ideálního bodu, který je v transformovaných souřadnicích definován jako (0;0) - to je vzdálenost ideální. Druhou vzdáleností je tedy vzdálenost bazální, která má transformované souřadnice (1,1). Nejprve se tedy přepočítají jednotlivé vzdálenosti pro všechny možné varianty.

Transformace souřadnic se provádí podle následujícího vzorce:

$$\text{Transformace souřadnic} = \left( \frac{\text{naše hodnota}}{\text{ideální nebo bazální hodnota}} \right)^2$$

*nejhorší varianta – nejlepší varianta*

Např. pro časovou náročnost podřezávání zdiva vzhledem k ideálu by bylo:

$$\left( \frac{97}{134 - 95} \right)^2 = 0,0026$$

Tento postup aplikujeme na všechny hodnoty viz. Následující tabulka (Tabulka 33 TOPSIS – výpočet ideální a bazální vzdálenosti)

*Tabulka 33 TOPSIS – výpočet ideální a bazální vzdálenosti*

	technologická náročnost	časová náročnost t (dny)	finanční náročnost jednorázová	životnost systému (roky)	finanční náročnost v horizontu 20ti let (rozdíl nákladů pro renovaci)	vzdálenost ideální
podřezávání zdiva	0,25	0,00	0,00	0,05	0,00	0,22
HW-systém	0,25	0,00	1,00	0,00	0,00	0,56
sanační omítka	0,00	1,00	0,19	1,00	1,00	0,80
chemická injektáž	1,00	0,00	0,09	0,20	0,00	0,47
						<b>vzdálenost bazální</b>
podřezávání zdiva	0,25	0,90	1,00	0,60	1,00	0,89
HW-systém	0,25	1,00	0,00	1,00	1,00	0,78
sanační omítka	1,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,48
chemická injektáž	0,00	0,95	0,49	0,31	1,00	0,73

*(vlastní zpracování)*

Vzdálenosti k jednotlivým bodům jsou potom druhou odmocninou ze sumy skalárních součinů jednotlivých variant se zohledněním váhy k danému kritériu.

Celkové hodnocení jednotlivých variant pomocí metody TOPSIS vypadá následovně:

Tabulka 34 TOPSIS – závěrečné vyhodnocení

<b>METODA</b>	<b>HODNOCENÍ</b>
podřezávání zdiva	0,20
HW-systém	0,42
sanační omítka	0,62
chemická injektáž	0,39

*(vlastní zpracování)*

Dle této metody je tedy chemická injektáž zdiva výhodnější než sanace pomocí HW-systému, oproti výsledkům z předchozího hodnocení variant – pomocí metody pořadí.

## Výsledky praktické části

Praktická část se zabývala třemi různými způsoby sanace vlhkého zdiva – metoda podřezání zdiva, HW-systém a sanační omítka. Pomocí vícekritériálního hodnocení variant byly varianty vyhodnoceny dle vhodnosti použití. Mezi rozhodující faktory byla zařazena technologická, časová a finanční náročnost jednotlivých metod. Mezi varianty byla zařazena navíc sanace pomocí chemické injektáže, která byla na objektu skutečně provedena.

Byly zpracovány dvě metody posouzení pomocí VHV, a to metoda ordinálního srovnání kritérií – metoda pořadí a pomocí metody TOPSIS. Dle obou zmíněných metod je jako nejvýhodnější varianta vyhodnocena metoda podřezání zdiva s vložením dodatečné hydroizolace.

Jako rozhodující bereme hodnocení dle metody TOPSIS, protože tato metoda zohledňuje nejen pořadí, ale také vzdálenost jednotlivých kritérií od ideálního řešení – tedy toho nejkratšího, nejméně technicky náročného a nejvíce finančně výhodného.

U této metody vyšla jako druhá nejvíce výhodná varianta sanace vlhkého zdiva pomocí chemické injektáže. Tato metoda byla aplikována ve skutečnosti na řešený projekt. U této metody je důležité brát v potaz náročnost provedení. Pokud se navržená injektáž neprovede dle technologického postupu nelze předpokládat životnost, která je deklarována. V kalkulacích byla uvažována životnost systému na 60 let, což je velice optimistické číslo. Pokud bychom tuto životnost snížily, dostáváme se s touto variantou až za sanaci pomocí HW-systému.

Sanace pomocí HW-systému je tedy na třetím místě hodnocení všech variant. Jako poslední skončila metoda pomocí sanační omítky. Sanační omítka dopadla nejhůře z důvodu své nízké životnosti a vysokých nákladů na opravy.

# Závěr

Teoretická část diplomové práce představila rešerši odborné literatury na téma sanace vlhkého zdiva. V několika kapitolách jsem postupně představila a objasnila pojmy týkající se vlhkosti a transportu vlhkosti napříč konstrukcemi. Po základní teorii k sanaci zdiva jsem se věnovala objasnění všech různých příčin vlhnutí zdiva, jako například vnikání srážkové vody, vody vzlínající aj.. Tato teoretická část byla obsahově volena tak, aby informace v ní zahrnuté mohly být využity v druhé části, která řeší vlastní návrh sanace vlhkého zdiva.

V praktické části práce jsem představila řešený objekt této diplomové práce. Byly vybrány tři metody redukující vlhkost konstrukcí – metoda podřezání zdiva řetězovou pilou a vložení dodatečné izolační vrstvy, HW systém – tedy metoda zarážení nerezových plechů a metoda sanace provedením sanační omítky. U všech těchto metod byla opět provedena základní rešerše odborné literatury a byly popsány hlavní výhody a nevýhody jednotlivých systémů. Po rešerši byla každá z metod aplikována na řešený objekt. V rámci jednotlivých řešení byl zpracován technologický rozbor, časový plán, položkový rozpočet pro danou variantu a schéma výkresu staveniště.

Jednotlivé varianty byly porovnány pomocí vícekriteriálního hodnocení variant s ohledem na technologickou náročnost, finanční náklady a časové trvání. Finanční porovnání je provedeno jednak z hlediska počáteční investice, a jednak po 20letém provozu.

Pro zpracování práce byly využity jak teoretické poznatky získané rešerší odborných publikací a norem týkajících se této problematiky, tak informace získané při studiu.

# Seznam použitých zkratek a symbolů

## ***Značení fyzikálních veličin a jednotky:***

<b>Symbol</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Popis</b>
$m_u$	kg	hmotnost vzorku nasyceného vodou
$m_w (m_v)$	kg	hmotnost vlhkého materiálu
$m_d (m_s)$	kg	hmotnost suchého materiálu
$m_k$	kg	hmotnost kapaliny
$w_h (w)$	%	hmotnostní vlhkost (míra vlhkosti)
$w_v$	%	objemová vlhkost
$\epsilon_r$	-	relativní permitivita
$s_d$	m	difúzní tloušťka
$w_j$	-	normovaná váha kritéria
$v_j$	-	váha kritéria

## ***Použité zkratky:***

ČSN	Česká technická norma
PEHD	Polyethylen High Density
HW systém	Systém vrážení nerezových plechů za účelem sanace
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
PO	Požární ochrana
OOPP	Osobní ochranné pracovní pomůcky

PVC – P	Měkčený polyvinylchlorid
PoV	Prohlášení o shodě výrobku
CE	Značka shody
SD	Stavební deník
PD	Projektová dokumentace
DL	Dodací list
VHV	Vícekriteriální hodnocení variant

### ***Definice:***

Rekonstrukce	Přestavba či návrat k původní podobně objektu, jehož stav není dochovaný.
Oprava	Soubor činností pro vrácení poškozeného nebo degradovaného objektu do původního stavu.
Sanace	Přijetí opatření k odstranění příčin a následků a opatření pro nápravu vzniklých škod.
Humidita	Vlhkost, fyzikální veličina udávající obsah vody v látce nebo ve vzduchu.
Hydrofobizace	Vytvoření ochranné vrstvy na materiálu k odpuzení vody.
Hygroskopicitata	Schopnost látky vázat na sebe vlhkost.
Difúzní odpor	Vyjadřuje míru, s jakou konstrukce brání difúznímu prostupu vodní páry.



# Zdroje

## ***Tištěné zdroje:***

BALÍK, M. a kolektiv. Odvlhčování staveb. 2., přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 312 s. ISBN 978-80-247-2693-9.

BALÍK, M. Vysušování zdiva I. 2. rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, spol. s r.o., 1999. 84 s. ISBN 80-7169-856-3.

BALÍK, Michael. Vysušování zdiva v příkladech. Praha: Grada Publishing, a.s., 2010. ISBN 978-80-247-3045-5.

ČSN EN 197-1 ed.2 - Cement – Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití, vydání 2012, 90385

ČSN P 73 0600. *Hydroizolace staveb – Základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut. 2011.

ČSN P 73 0610. *Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení* Praha: Český normalizační institut. 2000.

ČSN P 73 0606 *Hydroizolace staveb – Povlakové hydroizolace – Základní ustanovení*. Praha: Úřad pro technologickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2000.

FÁRA, P. *Sanace vlhkého zdiva*. 1. vydání. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2003. 86 s. ISBN 80-86657-02-07.

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.

LEBEDA, Jaroslav a kolektiv. *Sanace zavlhělého zdiva budov*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1988. L17-B2-IV-31/72 388.

SOLAŘ, J. *Odstraňování vlhkosti. Sanace vlhkého zdiva*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4708-8.

Projektová dokumentace na prováděcí úrovni k revitalizace historického centra obce Kostomlaty pod Milešovkou, SUDOP Project Plzeň, a.s.

VLČEK, M., BENEŠ, P. Poruchy a rekonstrukce staveb II. Brno: Vydavatelství ERA. 2005.129 s. ISBN 80-7366-013-X.

VLČEK, M. *Metody sanace vlhkého zdiva*. Praha: Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky – WTA CZ, 2007. ISBN 978-80-02-01945-9.

WTA směrnice 2-9-04/D. Sanační omítkové systémy. Praha: Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky –WTA CZ, 2008.

### **Internetové zdroje:**

Stránky obce Kostomlaty pod Milešovkou, autor: Petr Bláha [online]. [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <http://www.kostomlatypm.wz.cz/start.htm>

Mapy.cz. [online]. [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>

TZB info [online]. [cit.2019-01-06]. Dostupné z <https://stavba.tzb-info.cz/izolace-proti-vode-a-radonu/12328-sanace-stavebnich-konstrukci-ve-styku-se-zeminou>

Stránky společnosti DEK a.s., technický list produktu [online]. [cit.2019-01-06]. dostupné z: [https://www.dek.cz/produkty/detail/1015301026-alkorplan-35034-zemni-1-5mm-s-2-15m-43m2-role?tab\\_id=popis](https://www.dek.cz/produkty/detail/1015301026-alkorplan-35034-zemni-1-5mm-s-2-15m-43m2-role?tab_id=popis)

1 Stránky společnosti CEMIX, s.r.o., technický list produktu [online]. [cit.2019-01-06]. dostupné z: <https://www.cemix.cz/produkty/zdici-malta-15-mpa#parametry>

Sanace a vysoušení staveb, [online]. [cit.2019-01-08]. dostupné z:<http://www.sanace-staveb.cz/cs/Sanaceni-technologie/izolace-zdiva-podrezani/podrezani-zdiva-retezovou-pilou/>

WEB ČVUT – orientační časové ukazatele prací a dodávek, [online]. [cit.2019-01-08]. dostupné z: <http://web.cvut.cz/fa/u524/rea/podklady/ukazatele/podklady.html>

Přednáška Obchodní akademie a Střední odborná škola, gen. F. Fajtla, Louny, p.o. [online]. [cit.2019-01-08]. dostupné z <https://slideplayer.cz/slide/3085174/>.

1HW-panty spol s.r.o. [online]. [cit.2019-01-13]. dostupné <http://www.hwpany.cz/stranka/cz/2/hw-system-sanace-vlhkeho-zdiva/>

Přednáška Hydroizolace staveb ČVUT-katedra technologie staveb [online]. [cit.2019-01-13]. dostupné; <http://technologie.fsv.cvut.cz/122ytrh/download.php?id=202>

Realsan Group SE, [online]. [cit.2019-01-13]. dostupné  
<https://realsan.cz/poradna/clanky/ostatni/co-je-to-hydrofobizace-a-jak-ovlivnuje-stavebni-konstrukce>

ABS portál [online]. [cit.2019-02-15]. dostupné, <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/fasada/omitky-fasada/sanacni-omitky>

Přednáška matematicko-fyzikální fakulty Karlovy Univerzity –[online].  
[cit.2019-04-21]. dostupné, <http://www.karlin.mff.cuni.cz/~kopa/VRfinal.pdf>

# Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 Klasifikace vlhkosti vzduchu .....</i>	<i>22</i>
<i>Tabulka 2 Klasifikace vlhkosti zdiva .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabulka 3 Limitní hodnoty soli ve zdivu .....</i>	<i>27</i>
<i>Tabulka 4 Klasifikace zvýšené vlhkosti zdiva v závislosti na využívání vnitřních prostor.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabulka 5 Salinita zdiva v řešeném objektu.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabulka 6 Výhody a nevýhody podřezávání zdiva.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabulka 7 Přehled potřebných materiálů – podřezání zdiva .....</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka 8 Vymezení rizik a opatření pro variantu podřezávání zdiva.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabulka 9 Technologický rozbor – podřezání zdiva.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabulka 10 Podřezání zdiva – rozpočet.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabulka 11 Výhody a nevýhody HW systému .....</i>	<i>72</i>
<i>Tabulka 12 Vymezení rizik a opatření pro variantu zarážení plechů.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabulka 13 Technologický rozbor – HW systém.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabulka 14 Hw-systém – rozpočet.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabulka 15 Výhody a nevýhody sanačních omítek .....</i>	<i>90</i>
<i>Tabulka 16 Vymezení rizik a opatření pro variantu sanační omítky .....</i>	<i>97</i>
<i>Tabulka 17 Technologický rozbor – provádění sanačních omítek.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabulka 18 Kalkulace – sanační omítky .....</i>	<i>104</i>
<i>Tabulka 19 Posouzení – Technologická náročnost.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabulka 20 Posouzení – Časová náročnost.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabulka 21 Posouzení – Počáteční finanční náročnost .....</i>	<i>107</i>
<i>Tabulka 22 Posouzení – Nutnost oprav jednotlivých variant.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabulka 23 Kalkulace – opravy vnitřních povrchů.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabulka 24 Kalkulace – opravy vnějších povrchů .....</i>	<i>109</i>
<i>Tabulka 25 Finanční náklady v průběhu 20ti let.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabulka 26 Rozdíl nákladů po 20ti letech funkce sanačního systému .....</i>	<i>110</i>
<i>Tabulka 27 Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod .....</i>	<i>111</i>
<i>Tabulka 28 Vyhodnocení dle metody pořadí.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabulka 29 Fullerův trojúhelník – určení vah kritérií.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabulka 30 Určení vah dle metody Fullerova trojúhelníka .....</i>	<i>113</i>

<i>Tabulka 31 Vyhodnocení dle metody Fullerova trojúhelníka .....</i>	<i>114</i>
<i>Tabulka 32 Rozhodovací tabulka – metoda TOPSIS.....</i>	<i>114</i>
<i>Tabulka 33 TOPSIS – výpočet ideální a bazální vzdálenosti.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabulka 34 TOPSIS – závěrečné vyhodnocení.....</i>	<i>116</i>

## Seznam obrázků

<i>Obrázek 1 Zdroje vlhkosti .....</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 2 Průběh vlhkosti v konstrukci dle způsobu pronikání.....</i>	<i>19</i>
<i>Obrázek 3 Obec Kostomlaty pod Milešovkou.....</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 4 Pohled na bývalý areál.....</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 5 Pohled na stávající stav.....</i>	<i>41</i>
<i>Obrázek 6 Pohled na původní interiér objektu .....</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 7 Řez objektem .....</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 8 Bourací práce – schéma bouraných konstrukcí .....</i>	<i>46</i>
<i>Obrázek 9 Podřezávání pomocí řetězové pily.....</i>	<i>50</i>
<i>Obrázek 10 Podřezání cihelného zdiva .....</i>	<i>60</i>
<i>Obrázek 11 Vyčištění prořezané spáry.....</i>	<i>60</i>
<i>Obrázek 12 Vložení hydroizolační fólie .....</i>	<i>60</i>
<i>Obrázek 13 Zaklínování plastovými klíny.....</i>	<i>60</i>
<i>Obrázek 14 Časový plán sanace – podřezání zdiva.....</i>	<i>68</i>
<i>Obrázek 15 Schéma zarážení izolačních plechů .....</i>	<i>71</i>
<i>Obrázek 16 Vkládání nerezových plechů .....</i>	<i>78</i>
<i>Obrázek 17 Vkládání nerezových plechů .....</i>	<i>78</i>
<i>Obrázek 18 Časový plán sanace – HW systém .....</i>	<i>85</i>
<i>Obrázek 19 Rozdíl mezi uzavřenými a otevřenými póry v sanační omítce .....</i>	<i>89</i>
<i>Obrázek 20 Časový plán sanace – Sanační omítka .....</i>	<i>102</i>

# Seznam grafů

<i>Graf 1 Náklady v závislosti na čase .....</i>	<i>110</i>
--	------------

## **Seznam příloh**

Příloha 1 – Výkres zařízení staveniště pro podřezávání zdiva a vložení dodatečné hydroizolace/zarážení nerezových plechů do zdiva

Příloha 2 – Výkres zařízení staveniště pro provádění sanačních omítek.