

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

2023

Bc. Jan Fidler

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Fidler** Jméno: **Jan** Osobní číslo: **477252**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**  
Studijní program: **Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Projektový management a inženýring**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Komparace variant odstranění vlhkosti podzemních stěn v objektu Fara Dobrovice**

Název diplomové práce anglicky:

**Comparison of variants for dampness removal from subterranean walls in the Fara Dobrovice building**

Pokyny pro vypracování:

- Návrh 4 variant odstranění vlhkosti podzemních stěn.
- Vytvoření kontrolních položkových rozpočtů v CS ÚRS.CZ cenová hladina 2022/II pro navržená sanační opatření.
- Ekonomické a technologické porovnání navržených sanačních opatření.

Seznam doporučené literatury:

BALÍK, M. Odvlhčování staveb 2 přepracované vydání. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2693-9.  
PUME, D. Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí. Praha: ABF, 1993. Stavby a rekonstrukce.  
SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, R., VITÁSEK, S., BROŽOVÁ, L., STŘELCOVÁ, I. Oceňování staveb. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020. ISBN 978-80-01-08748-2.  
WITZANY, J. PDR-poruchy, degradace a rekonstrukce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2010. ISBN 978-80-01-04488-9.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Iveta Střelcová, Ph.D. katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví FSv**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **22.09.2022** Termín odevzdání diplomové práce: **09.01.2023**

Platnost zadání diplomové práce: \_\_\_\_\_

Ing. Iveta Střelcová, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

prof. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací.  
Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci vypracoval samostatně a současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

V Praze dne 09.01.2023

Bc. Jan Fidler

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou vyjádřil poděkování Ing. Ivetě Střelcové, Ph.D., za její cenné rady, vstřícnost, trpělivost a rychlou komunikaci při vedení mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat také Ing. arch. Patrikovi Kučerovi za ochotu a odbornou konzultaci návrhů sanačních opatření.

V Praze dne 09.01.2023

Bc. Jan Fidler

**KOMPARACE VARIANT ODSTRANĚNÍ  
VLHKOSTI PODZEMNÍCH STĚN  
V OBJEKTU FARA DOBROVICE**

COMPARISON OF VARIANTS FOR  
DAMPNESS REMOVAL FROM  
SUBTERRANEAN WALLS IN THE FARA  
DOBROVICE BUILDING

## ANOTACE

Předmětem diplomové práce je návrh 4 sanačních opatření k odstranění vlhkosti podzemních stěn v objektu bývalé fary v Dobrovicích. Navržená sanační opatření jsou porovnána s původní variantou navrženou projektantem z technologického a ekonomického hlediska. Součástí diplomové práce je také vytvoření agregovaných položek z navržených sanačních opatření sloužících k rychlému stanovení realizačních nákladů.

## ANNOTATION

The subject of the master thesis is the design of 4 rehabilitation measures to remove dampness from the subterranean walls in the building of former rectory in Dobrovice. The proposed rehabilitation measures are compared with the original variant designed by the engineer from the technological and economical point of view. The thesis also includes the creation of aggregated items from the proposed rehabilitation measures to quickly estimate construction costs.

## KLÍČOVÁ SLOVA

vlhkost, sanace, injektáž zdiva, kapilára, sanační omítka, rozpočet, náklady na realizaci

## KEYWORDS

dampness, rehabilitation, masonry injection, capillary, rehabilitation plaster, budget, construction costs

## OBSAH

Úvod .....	10
1 Konstrukční charakteristika objektu .....	11
2 Vlhkost a její zdroje .....	13
2.1 Srážková voda .....	14
2.2 Vzlínající voda .....	14
2.3 Vodní pára - kondenzace na vnitřním povrchu konstrukce .....	15
2.4 Hydrostatický tlak .....	15
2.5 Hygroskopie .....	15
2.6 Ostatní zdroje vlhkosti .....	16
3 Metody měření vlhkosti .....	17
3.1 Gravimetrická metoda .....	18
3.2 Elektrické metody měření vlhkosti .....	19
3.3 Chemické metody měření vlhkosti .....	19
4 Způsoby snížení vlhkosti .....	20
4.1 Vzduchové izolační systémy .....	21
4.1.1 Vzduchové dutiny stěnové .....	21
4.1.2 Vzduchové dutiny podlahové .....	22
4.1.3 Ostatní vzduchové systémy .....	22
4.2 Sanační omítka .....	23
4.2.1 Sanační omítkový systém WTA .....	24
4.3 Drenážní systémy .....	25
4.4 Mechanické metody .....	25
4.5 Chemické metody .....	26
4.5.1 Princip působení chemických clon .....	27
4.5.2 Způsoby provedení injektáží .....	28
5 Oceňování staveb .....	29
5.1 Třídění stavební produkce .....	29
5.2 Třídění stavebních konstrukcí a prací .....	29
5.3 Cenová soustava .....	30
5.4 Cenová soustava CS ÚRS .....	30
6 Varianta 0 – provětrávaná mezera, drenáž a sanační omítka – návrh projektanta .....	31
6.1 Pracovní postup .....	31



7	Varianta 1 – sanační omítkový systém WTA.....	34
7.1	Pracovní postup.....	34
7.1.1	Průzkum a rozbor konstrukce.....	34
7.1.2	Příprava podkladu .....	34
7.1.3	Nanášení omítkových vrstev .....	34
7.1.4	Povrchová úprava .....	35
8	Varianta 2 – plošná injektáž .....	36
8.1	Pracovní postup.....	36
9	Varianta 3 – vnitřní hydroizolace .....	39
9.1	Pracovní postup.....	39
10	Varianta 4 – plošná rubová injektáž.....	40
10.1	Pracovní postup .....	40
11	Porovnání pořizovacích nákladů.....	42
11.1	Varianta 0 – Provětrávaná mezera, drenáž a sanační omítka – návrh projektanta.....	42
11.2	Varianta 1 – Sanační omítkový systém WTA .....	44
11.3	Varianta 2 – Plošná injektáž .....	45
11.4	Varianta 3 – Vnitřní hydroizolace .....	48
11.5	Varianta 4 – Plošná rubová injektáž .....	49
12	Technologicko-ekonomické vyhodnocení .....	52
13	Agregované položky .....	54
14	Závěr .....	55
	Seznam použitých zdrojů .....	57
	Seznam obrázků .....	60
	Seznam tabulek .....	61
	Seznam rovnic .....	62
	Seznam příloh.....	63

## ÚVOD

V rámci tématu diplomové práce je zpracováno posouzení sanačních opatření k odstranění vlhkosti podzemních stěn z ekonomického a technologického hlediska. Jako podklad pro vypracování slouží objekt bývalé fary v Dobrovicích. Nejdříve je popsáno, jakými způsoby se voda dostává do stavebních konstrukcí. Následně je proveden popis metod, kterými se vlhkost ve stavebních konstrukcích měří. Poté je věnována pozornost metodám, které jsou používány pro snížení vlhkosti ve stavebních konstrukcích. V práci je i kapitola popisující způsob, kterým je oceňována stavební produkce.

Hlavní částí této práce je popis sanačních opatření k odstranění vlhkosti podzemních stěn řešeného objektu, která jsou následně vyhodnocena z ekonomického a technologického hlediska. Z pohledu finančního vyhodnocení jsou srovnávány pouze pořizovací náklady. Výchozí sanační opatření je varianta navržená projektantem. V rámci práce je tato varianta nazývána jako základní. K základní variantě jsou navrženy 4 alternativní varianty sanačních opatření k odstranění vlhkosti z podzemních stěn. U každé varianty je zpracován popis pracovního postupu provádění sanačních prací, druh použité sanační metody a materiálu. Pro každou metodu je zhotoven položkový rozpočet stanovující výši pořizovacích nákladů. Položkové rozpočty jsou tvořeny pomocí programu Kros 4 v cenové hladině 2022/II. Navržené sanační varianty jsou analyzovány z hlediska skladby pořizovacích nákladů. Je vyhodnoceno, jaké položky a stavební práce mají největší vliv na výši pořizovacích nákladů. Závěrečné vyhodnocení stanovuje nejvhodnější sanační variantu pro objekt bývalé fary v Dobrovicích.

Na závěr jsou také zpracovány agregované položky pro všechny sanační varianty, které slouží k rychlému stanovení nákladů na realizaci sanačních opatření k odstranění vlhkosti podzemních stěn.

# 1 KONSTRUKČNÍ CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

Dotčená stavba je bývalou barokní farou postavenou počátkem 18. století na místě bývalého hradu ve svahu nad náměstím, východně od kostela sv. Bartoloměje v širším centru města Dobrušky. Ve druhé polovině 19. století prošla fara neoklasicistní přestavbou. V devadesátých letech 20. století byla zahájena rekonstrukce na resocializační středisko pro mládež, která nebyla dokončena, práce byly zastaveny ve fázi hrubé stavby, poté byl objekt zajištěn proti vniknutí nepovolaných osob. Od té doby byl objekt opuštěn a postupným působením přírodních vlivů docházelo k jeho degradaci. V současné době prošla budova fary generální rekonstrukcí a je užívána jako občanská vybavenost pro spolkovou činnost města a pro základní uměleckou školu.

Vlastní objekt původní fary je samostatně stojící, patrový, částečně podsklepený, obdélníkového půdorysu a krytý valbovou střechou. Objekt je připojen na kanalizaci, vodu a plyn.

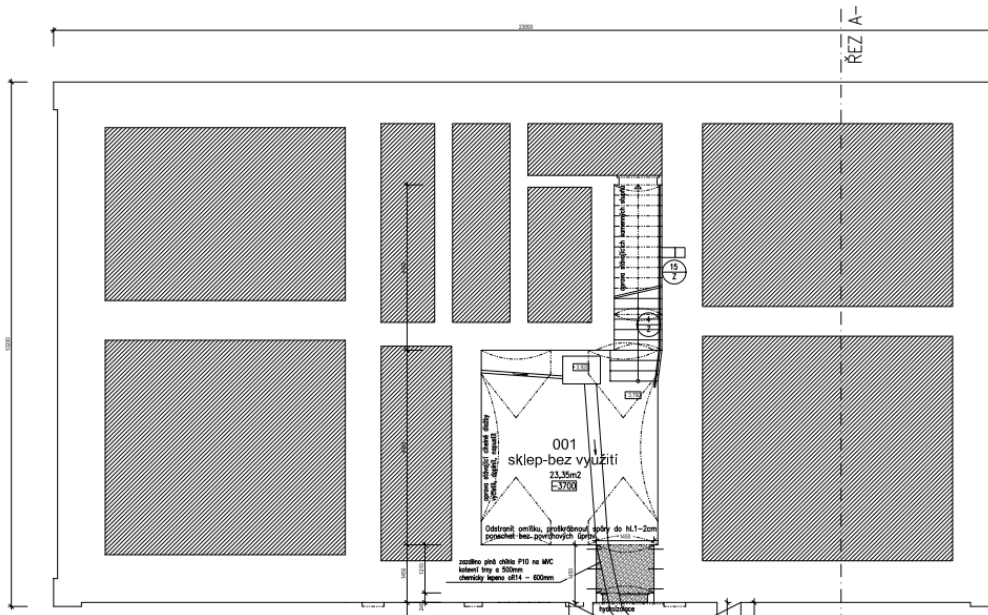
Místnosti v přízemí jsou klenuté křížovými a klášterními klenbami. Ve střední části je plochostropá vstupní hala, z níž je přístupné schodiště. Místnosti v patře jsou plochostropé, nově zastropené ocelovou konstrukcí a železobetonovou deskou. Barokní krov kryjí dvojité kladené tašky bobrovky. Objekt je částečně podsklepen suterénem s valeným klenbovým stropem.

Objekt je založen na zděných základových pasech do hloubky min. 1100 mm. Nosný systém stavby je stěnový ze smíšeného zdiva (kámen a cihla) v tloušťce až 1,2 m. Objekt je v severojižním směru stažen ocelovými táhly v úrovni stropní konstrukce nad 2. nadzemním podlažím. Nosné stropní konstrukce jsou nad sklepem a přízemím klenuté s výjimkou střední části přízemí, kde je strop nad vstupní halou dřevěný trámový s trámy 140/260 mm (š. x v.) po 1050 mm ve skladbě tloušťky 150 mm:

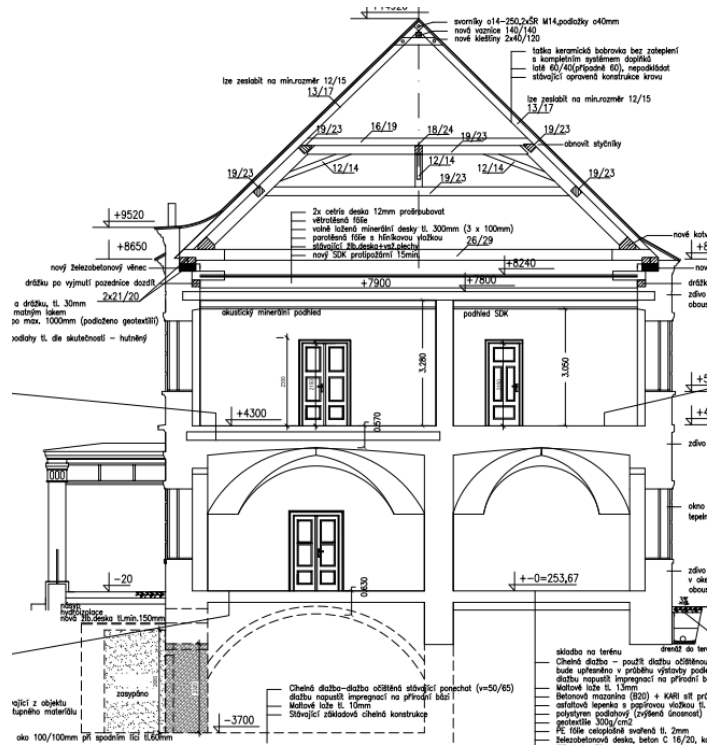
- podlahová prkna na pero a drážku – 35 mm
- podkladové fošny tl. 50 mm v násypu
- záklop tvořený 2 řadami fošen s překrytím spar – 2x 35 mm

Stropy nad 1. patrem (2. NP) jsou provedeny z ocelových stropnic, které jsou kryté trapézovým plechem, zalitým železobetonovou deskou. Překlady a nadpraží otvorů v přízemí jsou původní klenuté, v patře u otvorů nových a původních s více zatíženým nadpražím jsou

nově vložené ocelové z válcovaných profilů. Nosná konstrukce valbové střechy je tvořena vázaným dřevěným hambálkovým krovem jako ležatá barokní stolice. Krytinou je dvojitá pálená taška bobrovka. [1]



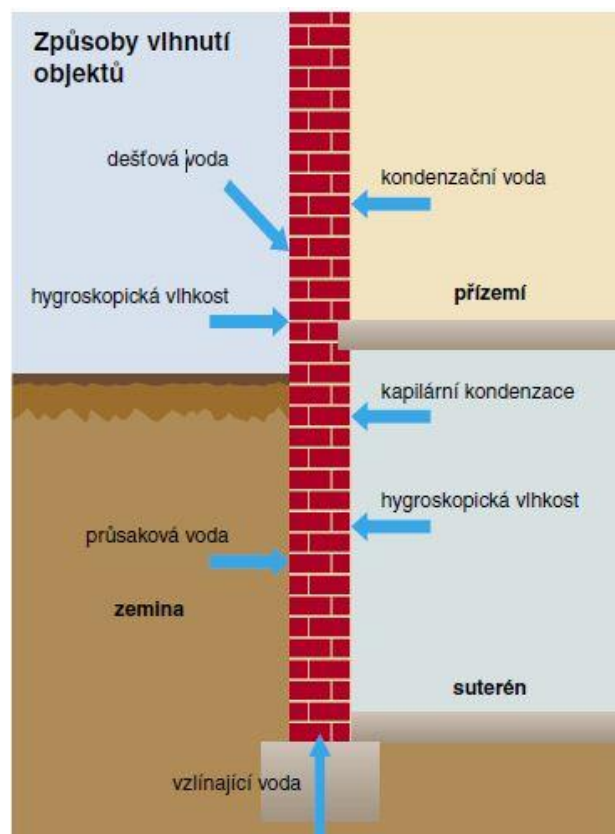
Obrázek 1 - Půdorys 1PP (Zdroj: AXMANNOVÁ, Vladimíra a Roman RENC. Stavební úpravy budovy bývalé fary Dobrovice č.p.70 na pozemku parc.č. 842, 843 a 845 v k.ú. Dobrovice: D1.1.10 - Půdorys 1PP. 2018. Praha: ARCHAX Praha.)



Obrázek 2 - Řez A-A (Zdroj: [2])

## 2 VLHKOST A JEJÍ ZDROJE

Vlhkost ať už ve formě kapalné či plynné je nedílnou součástí stavebních materiálů a z nich utvářených stavebních konstrukcí. Nemusí být vždy chápána jako nežádoucí či negativní činitel. Například z pohledu kvality vnitřního prostředí lze hovořit o jejích pozitivních vlastnostech. Problém nastává, když se začne hromadit v určitých místech konstrukce, kde se stává spouštěčem degradačních procesů, což způsobuje zhoršené užitné vlastnosti konstrukce a následnou sníženou funkčnost a spolehlivost stavby jako celku.



Obrázek 3 – Zdroje vlhkosti (Zdroj: <https://realsan.cz/poradna/clanky/vlhke-zdivo/vlhkost-jeji-zdroje-vyznam-a-zpusob-odstraneni>)

Nejvíce namáhány z hlediska vlhkosti jsou podzemní konstrukce s nefunkčním nebo neexistujícím hydroizolačním systémem, do kterých vlhkost proniká vzlínáním nebo difúzí vodní páry z podzákladí. V tomto případě vodní pára ve zdivu kondenzuje a je kapilárními silami transportována do nadzákladových částí zdiva. Tyto konstrukce jsou pak zdrojem zvýšené vlhkosti. [3]

Vodu pronikající do stavební konstrukce ve skupenství kapalném a plynném lze rozdělit podle způsobu a místa průniku na:

- Vodu atmosférickou – jedná se o vodu obsaženou v ovzduší ve všech skupenstvích. Jedná se o vlhkost vzduchu, atmosférické srážky a sekundárně podporující vlivy, jako je chemismus, pohyb vzduchu, tvar budov atd.
- Voda podpovrchová – jedná se o vodu obsaženou v zemině a podzákladích budov, je možno ji dále dělit na půdní, gravitační, kapilární a podzemní (pod hladinou spodní vody)
- Vlhkost provozní, jejíž účinky se odvíjí od způsobu využití a technologických procesů probíhajících uvnitř objektu.

[4] [5]

## 2.1 Srážková voda

Za deště se voda dostává ke konstrukci například působením větru, odstříkáním od okolního terénu a později také průsakem a následnou podpovrchovou migrací vody.

Je potřeba si uvědomit, že spolupůsobením větru a deště jsou vodní kapky hnány pod poměrně vysokým tlakem na obvodové konstrukce, kde voda proniká do velké hloubky zdiva zejména pak trhlinami, které výrazně zvyšují propustnost povrchu zdiva.

Voda odrážející se a odstříkující od okolního terénu je chápána do výšky cca 400 mm nad úrovní přilehlého terénu. Jedná se zejména o část soklového detailu, kde dochází ke zvýšenému namáhání působením odstříkující srážkové vody. Při nesprávném vyspádování přilehlého terénu zde zejména na jaře dochází ke zvýšenému namáhání vlivem tání sněhu. [3] [5]

## 2.2 Vzlínající voda

Je voda vázaná v zemině, která proniká do stavebních konstrukcí kapilárním vzlínáním z podzákladí, nebo v případě neexistující či poškozené svislé plošné hydroizolace podsklepených objektů ze zeminy přilehlé přímo na stavební dílo pod úrovní terénu. Kapilarita otevřených pórů zemin zajišťuje přísun vody do základového zdiva z podzákladí. Zde zkondenzovaná voda je transportována kapilárními silami přes póry zdiva vzhůru. Množství vody, které se dostane do kontaktu se zdivem udává intenzitu vzlínání, jenž je dále závislá na propustnosti zeminy a vydatnosti zdroje. [4] [5]

## 2.3 Vodní pára - kondenzace na vnitřním povrchu konstrukce

Atmosférický vzduch obsahuje vodu ve formě vodní páry. S rostoucí teplotou roste také množství vodní páry, která může být vázána ve vzduchu. Ke kondenzaci dochází, pokud teplota určitého předmětu klesne pod rosný bod teploty vzduchu, který ho obklopuje. V tomto případě, pokud teplota vnitřního povrchu konstrukce klesne pod teplotu rosného bodu vzduchu v interiéru. Ke kondenzaci dochází na povrchu konstrukce jak nad terénem, tak pod úrovní terénu. Nejvíce náchylná na kondenzaci vzdušné vlhkosti jsou místa tepelných mostů. [4] [3] [6] [5]

## 2.4 Hydrostatický tlak

Voda z různých dutin, kaluží a popřípadě voda srážková, která proniká zeminou působením gravitace, se následně dostává do kontaktu s konstrukcí, kde proniká do pórů zdiva. Zvýšené množství podzemní vody se objevuje např. v době jarního tání sněhu a přívalových dešťů, kdy dochází k dočasnému zvýšení hladiny podzemní vody, v důsledku čehož voda proniká do konstrukce působením hydrostatického tlaku. [3] [4]

## 2.5 Hygroskopie

Hygroskopie označuje schopnost látky absorbovat a poté udržovat vzdušnou vlhkost. Takové látky při zvlhnutí měknou a při vyschnutí tvrdnou. Při výskytu solí ve zdivu, které mají schopnost vázat vodu z okolního vzduchu, dochází zákonitě ke zvyšování vlhkosti v konstrukci. Obsah velkého množství těchto solí ve stavebním materiálu, ovlivňuje rovnovážnou vlhkost, která pak může dosáhnout několikanásobku rovnovážné vlhkosti materiálu bez obsahu solí s hygrokopickým účinkem.

Solí se do zdiva dostávají např. spolu s vodou nebo jako produkt reakce vody se stavebním materiálem. [3] [4]

## 2.6 Ostatní zdroje vlhkosti

Vlhkost je do konstrukcí objektu vnesena už při jeho realizaci z použitých stavebních materiálů a z procesů doprovázejících stavební práce. Vlhkost se po realizaci novostaveb odpařuje velmi pomalu v průběhu 1,5-3 let.

Provedením nových omítek také dochází ke zvýšení vlhkosti v objektu a její postupné odpařování je závislé na tloušťce omítané vrstvy a vlastnostech použitého materiálu. Ze zkušeností je možné konstatovat, že k odpaření vlhkosti dochází zhruba do 1 roku.

Zvýšená vlhkost může být dále zaznamenána při poruše sanitárních instalací a potrubí, kde bývají viditelné průsaky vody kolem místa poškození.

Vlhkost může být do konstrukcí vnášena také způsobem užívání prostor a technologickými procesy probíhající uvnitř objektu.

[3] [4]



### 3 METODY MĚŘENÍ VLHKOSTI

Rozložení vlhkosti v konstrukci a její časové změny jsou jednou z klíčových informací pro posouzení stavu konstrukcí. Zodpovědné stanovení diagnózy vlhkého zdiva musí vycházet z co nejpřesnějších informací, především objektivního zjištění skutečného vlhkostního stavu zdiva.

Metody měření vlhkosti lze rozdělit:

- Podle způsobu odběru vzorku:
  - Destruktivní – pro určení vlhkosti je odebírán vzorek materiálu
  - Nedestruktivní – stanovení obsahu vlhkosti je nejčastěji prováděno přiložením přístroje nebo je zabudováno měřicí čidlo přímo do měřeného materiálu
- Podle způsobu měření:
  - Přímé – měřenou veličinou je množství vody v materiálu, která je oddělena od pevné fáze
  - Nepřímé – je měřena konkrétní fyzikální veličina v závislosti na měnící se vlhkosti materiálu (elektrický odpor, tepelná vodivost, elektrická kapacita apod.), měření je nedestruktivní

Při odebírání vzorků, které jsou následně podrobeny měření, je dobré zohlednit například, zdali nebude mít zvolený způsob odběru negativní vliv na kvalitu vzorku, nebo jestli je odebráno dostatečné množství vzorků k dosažení objektivního výsledku měření. Místo odběru vzorku je definováno požadovanou informací, která má být z měření získána, například rozložení vlhkosti ve svislém profilu, v příčném profilu, ve spárové maltě, v omítce apod.

Pro dosažení co možná nejpřesnějšího výsledku bývá měření často provedeno kombinací některé přímé a destruktivní metody, nejčastěji se určité množství vzorků prozkoumá gravimetrickou metodou. Použitím nepřímých metod je dosaženo okamžitého zjištění výsledků přímo na místě měření a zároveň není konstrukce nijak narušena odběrem vzorků, tudíž nedochází k možnému ovlivnění validity měření. Negativem ovšem je, že nepřímé metody jsou schopné udávat hodnoty vlhkosti zdiva pouze do hloubky několika centimetrů pod povrchem konstrukce. Měřicí zařízení jsou jednoduchá a snadno přenosná. U všech nepřímých metod je zpravidla nutné předem provést kalibraci – zjistit závislost vlhkosti na měřeném parametru. Běžně se pro porovnání výsledků těchto měření používá gravimetrická metoda. [4]

### 3.1 Gravimetrická metoda

Jádrem gravimetrické (vážkové) metody je oddělení vody od pevné fáze a stanovení hmotnosti obou složek. Nejdříve je na místě odebrán vzorek materiálu, který je dále uložen do těsně uzavíratelné nádoby, aby se předešlo ztrátě vlhkosti, než vzorek doputuje do laboratoře. Vzorek se v laboratoři nejdříve zváží a poté suší, dokud nedojde k ustálení hmotnosti. Rozdíl hmotností vlhkého a suchého vzorku je roven hmotnosti vody, která byla ve vzorku obsažena.

Pro hmotnostní vlhkost platí vztah:

*Rovnice 1 – Hmotnostní vlhkost (Zdroj: [4])*

$$w_h = \frac{m_w - m_d}{m_d} * 100 \%$$

$w_h$  – hmotnostní vlhkost (%)

$m_w$  – hmotnost vlhkého materiálu (kg)

$m_d$  – hmotnost vysušeného materiálu (kg)

Norma předepisuje a kategorizuje přiměřené a zvýšené hodnoty vlhkosti. Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610 Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení jsou uvedena v tabulce 1.

*Tabulka 1 - Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610*

		$w_h$	<	3,0 %	vlhkost velmi nízká
3,0 %	≤	$w_h$	<	5,0 %	vlhkost nízká
5,0 %	≤	$w_h$	<	7,5 %	vlhkost zvýšená
7,5 %	≤	$w_h$	<	10,0 %	vlhkost vysoká
10,0 %	≤	$w_h$			vlhkost velmi vysoká

*Zdroj: [4]*

Při měření vlhkosti gravimetrickou metodou nezáleží na druhu zkoumaného materiálu. Nespornou výhodou této metody je právě nezávislost na dalších parametrech materiálu, a tedy není ani potřeba sestavit kalibrační křivku. Proto je gravimetrická metoda označována za standardní a univerzální.

Destruktivní charakter odběru vzorku materiálu je hlavní nevýhodou této metody. Způsobem odběru je totiž znemožněno kontinuální sledování vlhkosti v určitém místě, a časové zpoždění

informace, protože výsledek měření je získán až po vysušení odebraného vzorku. Ale i přes uvedené nevýhody je tato metoda stále nejužívanější a nejpřesnější. [4]

### 3.2 Elektrické metody měření vlhkosti

Jde o nepřímé metody, které jsou založeny na měření elektrických veličin, jež jsou ovlivněny vlhkostí měřeného materiálu. Na rozdíl od gravimetrické metody musejí být přístroje na měření vlhkosti kalibrovány na konkrétní druh stavebního materiálu, protože elektrické měřicí zařízení reaguje kromě vlhkosti i na další fyzikální a chemické vlastnosti a stavy materiálu. Tyto rychlé nedestruktivní metody, pomocí kterých je rychle zjištěna hranice suchých a vlhkých částí konstrukce a určena výška zavlhčení zdiva, jsou schopny pomocí příložného vlhkoměru určit hodnoty vlhkosti stavebního materiálu do hloubky max. 50 mm pod povrchem konstrukce.

- Kapacitní metoda měření vlhkosti – Měření změny kapacity, která je závislá na vlhkosti materiálu. Na výsledky měření má zanedbatelný vliv okolní teplota a množství solí obsažených v materiálu. Relativně přesných výsledků lze dosáhnout u měření v oblastech nízkých vlhkostí zdiva (0-6 %). S rostoucí vlhkostí se výrazně zvětšuje rozptyl měření, a tudíž se snižuje také přesnost měření. Při měření extrémně vlhké konstrukce, již nelze získat touto metodou dostatečně přesné výsledky.
- Odporová metoda měření vlhkosti – Měření měrného odporu vlhkého materiálu, který se významně mění s vlhkostí. Kvalita měření je ovlivněna přechodovým odporem mezi elektrodami a materiálem, geometrickým uspořádáním elektrod, množstvím obsažených solí, teplotou a geometrickým rozložením vlhkosti. Pro nezasolené zdivo při rovnoměrném rozložení vlhkosti je tato metoda schopna poskytnout přesné výsledky. Vlhkost se ovšem musí pohybovat v nízkých oblastech max. do 6 % hmotností vlhkosti. Schopnost této metody podávat vypovídající hodnoty, klesá s rostoucí vlhkostí a obsahem solí ve zdivu.

[4]

### 3.3 Chemické metody měření vlhkosti

Destruktivní metoda, kde se využívá hlavně chemické reakce vody v rozdrčeném vzorku měřeného materiálu s karbidem vápníku. Vlhkost je určena zvážením produktu této reakce.

Slouží zejména k měření vlhkosti sypkých materiálů jako písek, jííl apod. [4]

## 4 ZPŮSOBY SNÍŽENÍ VLHKOSTI

Při výběru vhodné sanační metody je potřeba provést komplexní posouzení celého spektra vlivů a činitelů, kteří ovlivňují vlhkostní režim stavby tak, aby se předešlo selhání sanační metody z důvodu opomenutí některé z příčin zvýšené vlhkosti. Například odstranění vysoké vlhkosti zdiva nelze v žádném případě vyřešit jedinou úpravou, vždy se jedná o kombinace více sanačních opatření. V návaznosti na ochranu proti zemní vlhkosti je také potřeba se věnovat ochraně před účinky srážkové vody, posoudit tepelný režim budovy v celoročním cyklu, intenzitu větrání, účinky vnitřního provozu z hlediska vlhkostního režimu a kondenzace vodní páry a další účinky a vlivy, které se mohou podílet na zvýšené vlhkosti v konstrukci. Použité sanační metody mohou mít různé výsledky ve vztahu k dosaženému stupni vysušení stavebních konstrukcí. Zvolení nevhodné metody a sanačních úprav má často za důsledek zhoršení stupně vlhkosti stavebních konstrukcí. Proto je nezbytné provedení důkladného průzkumu konstrukcí a komplexního vyhodnocení, které věnuje pozornost specifickým poměrům konkrétní stavby a místním podmínkám. Součástí průzkumu a návrhu sanačních opatření by mělo být také vyhodnocení vlivu změny vlhkosti na vlastnosti stavebních konstrukcí a hmot. Zejména v případě historických objektů je nutné zkoumat důsledky změny vlhkostního režimu zděných konstrukcí na přenos napětí v konstrukci, což může mít za následek narušení zdiva, povrchových úprav, nástěnných maleb a podobně.

Metody ke snížení vlhkosti v konstrukcích lze podle povahy zásahu rozdělit na:

- Nepřímé sanační metody
- Přímé sanační metody

[5] [4] [7] [8]

Pro nepřímé sanační metody je charakteristické, že nedochází k aktivnímu zásahu nebo úpravě sanované konstrukce. Snížení vlhkosti v konstrukci je až následek pasivního působení provedeného sanačního opatření.

Do nepřímých sanačních metod patří:

- Vzduchové izolační systémy
- Sanační omítkové systémy
- Drenážní systémy

Pro přímé sanační metody je naopak charakteristický přímý aktivní zásah do sanované konstrukce, kdy dojde například k vložení hydroizolační bariéry přímo do konstrukce nebo na konstrukci.

Přímé sanační metody lze rozdělit na:

- Mechanické
- Chemické
- Elektrofyzikální

[4] [5]

## **4.1 Vzduchové izolační systémy**

Ve výstavbě nových objektů již nemají vzduchové izolační systémy už delší dobu žádné využití. Využívají se zejména u sanování vlhkého zdiva u objektů stávajících, hlavně historických památek a dalších objektů, kde například není možné mechanicky či chemicky zasahovat do nosného zdiva. Zde všude mají a budou nadále mít vzduchové izolační systémy stále své uplatnění. [4]

### **4.1.1 Vzduchové dutiny stěnové**

Princip vzduchových dutin spočívá v oddělení stavební konstrukce od zdroje vztlínající vlhkosti (přilehlé zeminy) pomocí provětrávané vzduchové mezery, pro kterou je zajištěn trvalý přívod a odvod vzduchu. Proudění vzduchu v dutině může být navrženo jako přirozené (gravitační) nebo nucené. Vlhkost je tedy ze sanovaných konstrukcí odváděna proudícím vzduchem ve vytvořených provětrávaných mezerách, dutinách, kanálcích apod.

#### **Vzduchové dutiny na vnější straně obvodových stěn pod úrovní terénu:**

- Otevřené (anglické dvorky)
- Zakryté

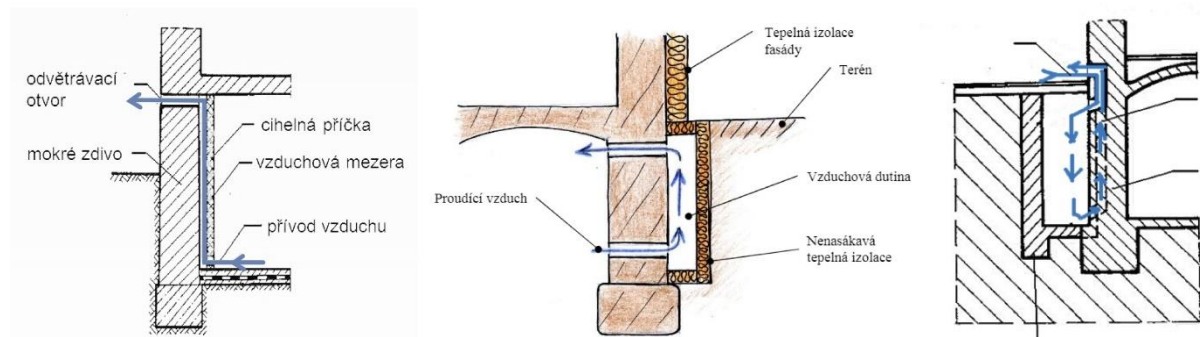
#### **Vzduchové dutiny na vnější straně obvodových stěn nad úrovní terénu:**

- Provětrávaný sokl zděný
- Provětrávaný sokl zavěšený
- Provětrávaný sokl z profilovaných fólií z plastických hmot

## Vzduchové dutiny na vnitřní straně stěn:

- Předsazené stěny
  - Neodvětrávané vzduchové dutiny
  - Odvětrávané vzduchové dutiny s přívodem i odvodem vzduchu do interiéru
  - Odvětrávané vzduchové dutiny s přívodem vzduchu z interiéru a s odvodem do exteriéru
  - Odvětrávané vzduchové dutiny s přívodem i odvodem vzduchu do exteriéru
- Vnitřní obklady

[4] [5]



Obrázek 4 - Vzduchové dutiny stěnové (Zdroj: <https://www.stavoblock.cz/file/20250/vzduch-mezeary.jpg>)

### 4.1.2 Vzduchové dutiny podlahové

Technologie spočívá ve vytvoření provětrávané vzduchové mezery pod podlahou, která je v přímém kontaktu s podložím. Tato metoda je často využívána při provádění sanací vlhkého zdiva, nebo u některých objektů zasažených povodní.

- Vzduchová mezera vytvořená zastropením
- Vzduchová mezera vytvořená pomocí speciálních tvarovek

[4] [5]

### 4.1.3 Ostatní vzduchové systémy

Tyto metody zahrnují vytvoření různých druhů odvětrávacích kanálků v obvodových stěnách, pokládání profilovaných fólií k vytvoření vzduchové mezery, nebo navržení provětrávaného drenážního systému, který může být umístěn na vnější i vnitřní straně obvodových zdí či v podloží pod objektem.

## Profilovaná fólie – nopová fólie

Provětrávaná mezera je zde vytvořena pomocí profilované fólie z plastických hmot. Profilované fólie lze použít k provádění hydroizolační ochrany zdiva i podlahy jak v exteriéru, tak i v interiéru. Představují významnou součást komplexních návrhů sanačních opatření proti zvýšené vlhkosti. Při použití na vnější straně obvodových stěn v oblasti soklu se fólie kombinují s některou z mechanických nebo chemických metod k zamezení zvyšování vlhkosti z důvodu vztlínání vody. Použitím v interiéru objektu je dosaženo poměrně rychlého a ekonomicky únosného řešení, které umožní užívání zavlhklých prostor. Pokud je povrch fólie z tuhého plastu, může být současně opatřený syntetickou tkaninou, která umožňuje nanesení všech druhů omítek. Na fólii je také možné provedení obkladu například ze sádkartonu, dřeva nebo jiného druhu materiálu. Pro správné fungování této metody je nutné zajistit potřebnou mezera u podlahy a stropu, aby bylo zajištěno proudění vzduchu v dutině. Při nedostatečném provětrávání mohou vznikat v dutině plísně, jejichž spory budou následně rozneseny po interiéru. [4] [5]

## 4.2 Sanační omítka

Sanační omítka WTA je definována jako suchá maltová směs s vysokou porozitou a difúzní propustností při současně velmi nízké kapilární vztlínivosti. Tím se jasně vymezuje proti omítkám připravovaným na stavbě za pomoci přísad. Jsou to speciální omítkové směsi pro omítání vlhkého a zasoleného zdiva v interiéru i exteriéru. Svými vlastnostmi umožňují intenzivní odpařování vlhkosti ze zdiva.

Jelikož pojem sanační omítka bývá používán poměrně široce, je možno se dále setkat s celou řadou jiných výrobků s tímto názvem. Jako sanační je označována například i sádrová vysprávková malta, malty na sanaci betonu apod. Proto je pro přesnost vhodnější používat označení „sanační omítka WTA“. Toto označení určuje přesně deklarované vlastnosti výrobku.

Největší odlišností sanační omítky od ostatních druhů omítkových směsí je tedy velikost a množství pórů. Právě díky vysoké poréznosti odvádí sanační omítka vlhkost z vnitřku zdiva na povrch, kde se může volně odpařovat. Dále mají nízkou kapilární nasákovost, případně dokáží být i vodoodpudivé. Vodoodpudivost sanačních omítek, ale nebrání průchodu kapalné vody k povrchu. K usazování solí při odpařování vlhkosti dochází uvnitř pórů sanační omítky, nikoliv jako u tradičních omítek na povrchu. Krystalizační zóna solí se tedy posouvá do

vnitřku sanační omítky. Usazováním solí dochází k postupnému vyplnění pórového systému, a tím i k postupnému snižování funkčnosti sanační omítky. Na druhou stranu je dobré uvést, že dnes jsou zkoumány sanační omítky použité na zasoleném a vlhkém zdivu před více než patnácti lety. Nejen, že omítky stále plní svou funkci, ale laboratorní rozborů ukázaly, že zdaleka není vyčerpána kapacita pórů pro ukládání solí. V průměru lze předpokládat snižování účinnosti sanační omítky v průběhu 15-20 let v závislosti na vlhkosti a salinitě zdiva a na její tloušťce. Je důležité připomenout, že největší vliv na životnost sanačních omítek má přesný návrh, provedení a celková receptura, zejména přesný druh použitého pojiva. [4] [5] [9] [10]

#### 4.2.1 Sanační omítkový systém WTA

Sanační omítky se zhotovují jako doplňující opatření komplexního návrhu dodatečně prováděné ochrany zdiva proti zvýšené vlhkosti. Příklad klasického sanačního omítkového systému pro povrchovou úpravu stěn se zvýšenou vlhkostí a nízkým zasolením je systém WTA. [11]

Skladba sanačního omítkového systému WTA:

- 1) **Sanační postřík (podhoz)** – Podkladní vrstva pod sanační omítkový systém WTA. Vrstva zabezpečující lepší přilnavost k podkladu (běžné zdicí materiály) pro další nanášené omítkové vrstvy.
- 2) **Sanační jádrová omítka** – Jádrová vrstva je hlavní vrstvou sanačních omítkových systémů. Lze ji aplikovat v jedno i vícevrstevném provedení. Při nanášení v jedné vrstvě je optimální tloušťka 20 mm, přičemž u vícevrstevných systémů musí mít každá vrstva minimálně 10 mm. Celková tloušťka sanační omítky by neměla přesáhnout 40 mm.
- 3) **Sanační štuk** – Jemná vysoce porézní a prodyšná vrstva prováděná jako finální ukončení sanačního omítkového systému v tloušťce cca do 3 mm.
- 4) **Penetrace** – Zachovává prodyšnost a sjednocuje absorpční vlastnosti povrchu. Zabraňuje předčasnému vysychání povrchové úpravy a zabezpečuje její přilnavost k podkladu.
- 5) **Silikátový nátěr** – Vhodný pro finální povrchovou úpravu minerálních omítek, jelikož zachovává a podporuje jejich charakteristické vlastnosti.

[11] [12] [13] [14]



### 4.3 Drenážní systémy

Jedná se o technologie vedoucí k lokálnímu snížení spodní vody a vlhkosti zeminy obklopující objekt. K účinným metodám pro zamezení podmáčení základů a okolní zeminy patří systém vhodně umístěných studní nebo vrtů s odčerpáváním vody, anebo drenážní systém napojený na kanalizaci. Hloubka umístění drenáže musí být navržena s ohledem na snížení hladiny spodní vody pod úroveň celého podzemního podlaží. Účinnost drenážního systému lze navýšit zásypem drenážního potrubí hrubší štěrkovou frakcí z drceného kameniva (16-32mm) uzavřenou zásypem z jemnější frakce drceného kameniva (8-12 mm), separovaného od hrubší frakce geotextilií (ochrana před zanesením otvorů drenážního potrubí částmi zeminy) a uzavřenou původní zeminou. V blízkosti objektu je vhodné naopak uzavřít systém vrstvou valounů nebo kameniva umožňující vysychání zeminy v okolí základové spáry. [5]

### 4.4 Mechanické metody

Princip mechanických sanačních metod proti zvýšené vlhkosti spočívá ve vložení nepropustného materiálu (hydroizolační pásy, desky, folie atd.) do ložné spáry ve stávajícím zdivu. Příprava ložné spáry pro umístění hydroizolačních materiálů může být provedena ručně nebo s použitím strojního vybavení. Tyto metody obecně patří mezi dlouhodobě nejspolehlivější a neúčinnější úpravy při sanacích vlhkého zdiva a provádění dodatečných izolací, ale zároveň jejich realizace bývá poměrně obtížná s řadou omezujících podmínek a problematických detailů.

Příklady mechanických sanačních metod:

- Dodatečné vložení vodorovné izolace do probouraných otvorů
- Dodatečné vložení izolace do proříznuté ložné spáry
  - Podřezání zdiva ručně
  - Podřezání zdiva řetězovou pilou
  - Podříznutí zdiva lanovou pilou s diamantovým lanem
- Dodatečné vložení vodorovné izolace zarážáním desek

[4] [5]



Obrázek 5 - Zarážení desek (Zdroj: <https://www.estav.cz/img/ /3510.foto/ do-clanku-2013-05-24-09.23o.jpg?1468236282>)

## 4.5 Chemické metody

Chemickými metodami se bariéra proti vlhkosti vytváří aplikací vhodných chemických látek do zdiva, ve kterém se pak vytvoří tzv. chemická hydroizolační clona. Oblast zdiva dodatečně prosycená utěšňovacím nebo hydrofobním prostředkem brání vztlínání vlhkosti a plní funkci dodatečné hydroizolace. Tento způsob vytváření dodatečných izolací ve stávajících svislých konstrukcích je oproti mechanickým metodám daleko šetrnějším zásahem do sanovaných konstrukcí. Provádění infuzí vyžaduje od provádějících firem a osob praktické zkušenosti i teoretické znalosti.

Injektáže zdiva lze provádět u vnějších i vnitřních stěn v celé jejich tloušťce, důležité je ovšem stanovit přesné podmínky použití, druh injektážního prostředku, způsob ukládání injektážního prostředku a potřebné množství injektážního prostředku. Infuzní prostředek se aplikuje do předem vyvrtaných otvorů ve zdivu. Osová vzdálenost, sklon, průměr a počet injektážních otvorů závisí na použité infuzní látce, propustnosti materiálu injektované konstrukce a injektážním tlaku.

Účinnosti jednotlivých injektážních metod se při laboratorních zkouškách a měřeních pohybují od cca 50 % do 95 % v závislosti na druhu preparátů a zejména kvalitě provedení.

Velmi důležitý je výběr vhodného injektážního prostředku a technologie v závislosti na chemizmu zdiva, velikosti a distribuci pórů a jejich tvaru, vlhkosti sanovaného zdiva a příčinách zvýšené vlhkosti.

Pro injektáž se používají jednosložkové nebo vícesložkové injektážní hmoty, jako např.:

- akryláty
- epoxidové pryskyřice
- parafíny
- polyuretanové pryskyřice
- silikáty
- silany
- silikonové mikroemulze
- siloxany a jiné

#### 4.5.1 Princip působení chemických clon

Způsoby zabraňování vztlínání zemní vlhkosti je možné rozdělit do následujících skupin podle hlavního mechanismu působení:

- **Utěsnění kapilár** – Použitý injektážní prostředek má za úkol penetrovat do pórů zdiva, ucpat je a chemickou reakcí ztuhnout do nepropustné formy.
- **Zúžení kapilár** – Po aplikaci injektážního materiálu se průměr kapilár zúží. Proces vysušování spočívá ve větší rychlosti odpařování vody z povrchu zdiva, než je rychlost dopravované vody kapilární vztlínavostí.
- **Hydrofobizace kapilár** – Princip spočívá ve vytvoření hydrofobní (vodoodpudivé) vrstvy na vnitřním povrchu pórů, která potlačuje pronikání kapalné vody do pórů. Vodoodpudivou vrstvou může procházet pouze vodní pára. Struktura a velikost průřezu póru zůstávají neměnné. Výhodou je, že po uplynutí životnosti lze provést injektáž znovu látkou na podobné bázi. Využití tohoto systému je v současné době jedno z nejpoužívanějších. Použitý materiál je zde většinou na bázi silikonových roztoků nebo mikroemulzí. Jelikož se jedná o pravé roztoky nebo mikroemulze, dostanou se do podstatně menších kapilár než v případě roztoků těsnících, které mají vyšší viskozitu.
- **Kombinace jednotlivých účinků** – Použité přípravky kombinují jednotlivé mechanismy (např. zužující kapiláry a zároveň hydrofobní)

[4] [5] [15]

#### 4.5.2 Způsoby provedení injektáží

- **Beztlaková injektáž** – Jedná se o nejběžnější a nejužívanější způsob aplikace injektážního prostředku do struktur zdiva. Injektážní látka se do vrtů aplikuje beztlakově pouze kapilární nasákovostí, případně za využití mírného hydrostatického tlaku sloupce kapaliny ze zásobníku nebo vstřikováním. Nevýhodou je dlouhá doba aplikace dostatečného množství injektážního prostředku do struktury zdiva.
- **Tlaková injektáž** – Vhodná zejména pro silně zavlhle konstrukce. Uspořádání vrtů může být v jedné nebo více řadách. Do vyvrtaných otvorů se osadí injektážní ventily, které zajistí těsné uzavření vrtů a přes tlakovou hadici se plní vysokotlakým čerpadlem. Tlaková injektáž umožňuje snížit počet vrtů do zdiva (zvětšit jejich rozteče). Oproti beztlakové injektáži je tlaková metoda výhodnější při manipulaci a rychlosti provádění, vyššího stupně naplnění kapilár se však nedociluje.
- **Metoda následné infuze** – Do struktur zdiva jsou postupně napouštěny dva infuzní prostředky, z nichž jeden má utěšňující a druhý hydrofobizační vlastnosti. Napouštění otvorů se provádí z nádob umístěných v rozmezí od 0,5 do 2 m nad vrty.
- **Termicky aktivovaná injektáž** – Oproti ostatním injektážním metodám, včetně těch mechanických, zahrnuje technologický postup mezi vyvrtáním otvorů a vlastní injektáží proces vysušení izolovaného zdiva, což má příznivý dopad na účinnost metody a následnou pevnost izolovaného zdiva. Dalším rozdílem oproti ostatním sanačním metodám je, že v žádné etapě prací není použita voda, tudíž nedochází k dodatečnému přísunu vody do konstrukce.
- **Rubová injektáž** – Injektáž není provedena uvnitř samotného zdiva, ale na styku rubové strany podzemního zdiva s přilehlou zemínou. Vrty jsou prováděny na celou tloušťku zdiva, tak aby se injektážní prostředek dostal do místa styku rubu zdiva se zemínou. Rubová injektáž umožňuje provádět dodatečné hydroizolace podzemních částí staveb bez odkopání, snižování hladiny spodní vody apod. Konstrukce je po aplikaci chráněna jak proti účinkům zemní vlhkosti, tak proti tlakové vodě. [4] [5]

## 5 OCEŇOVÁNÍ STAVEB

Nejprve je nutné si vyložit v jakém významu je zde chápán výraz stavba. Stavba je definována jako souhrn dodávek stavebních materiálů, stavebních prací, výrobků nebo vyšších dodávek, včetně souvisejících prací, vykonávaných na určitém místě v určitém časovém úseku, jehož výsledkem je materiální celek, který je zpravidla pevně spojený se zemí. Výsledné ceny stavby je dosaženo sečtením všech dílčích částí stavby, kterým je přiřazena cena. [16]

### 5.1 Třídění stavební produkce

Pro přehled a jasně strukturovanou formu jsou stavební konstrukce a práce roztrženy podle klasifikačního systému. Jednotlivé státy mají obvykle své klasifikační systémy, dle kterých třídí stavební konstrukce a práce. V České republice se používá Třídník stavebních konstrukcí a prací (TSKP), podle kterého soukromé inženýrské společnosti vytváří cenové soustavy. [16]

### 5.2 Třídník stavebních konstrukcí a prací

Jedná se o nejpoužívanější nástroj pro klasifikaci stavebních konstrukcí a prací v České republice. Základní úroveň podrobnosti v TSKP jsou skupina stavebního dílu, stavební oddíl v rámci skupiny, druh konstrukce nebo práce v rámci stavebního oddílu a podrobné charakteristiky. Základní členění v rámci TSKP je podle skupiny stavebního dílu. Tyto skupiny existují dvě, a to hlavní stavební výroba (HSV) a přidružená stavební výroba (PSV). Skupiny se dále dělí na podrobné stavební díly, které funkčně a účelově specifikují určitou část stavebního objektu. Stavební oddíl je uspořádán z jednotlivých stavebních úkonů, činností a prací, které ve výsledku utvářejí konkrétní druh stavební konstrukce. Stavební práce jsou zde roztrženy také podle druhu prováděných technologií a použitého stavebního materiálu.

Skupiny stavebního dílu:

- Hlavní stavební výroba (HSV)
- Přidružená stavební výroba (PSV)

Stavební díl v rámci skupiny:

- 0 Vedlejší rozpočtové náklady
- 1 Zemní práce

- 2 Zakládání, zpevňování hornin
- 3 Svislé a kompletní konstrukce
- 4 Vodorovné konstrukce
- 5 Komunikace pozemní
- 6 Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní
- 7 Konstrukce a práce PSV
- 8 Vedení dálková a přípojná
- 9 Ostatní konstrukce a práce, bourání

[16]

### 5.3 Cenová soustava

Cenová soustava je komplexní databáze obsahující informace o stavebních a montážních pracích, stavebních hmotách a produktech, které jsou rozřazeny a uspořádány do položek. Položky obsahují informace jako identifikační kód, popis, měrnou jednotkou, technickou a cenovou specifikaci, které slouží ke stanovení nákladů a výpočet jednotkové ceny. Data pro tvorbu cenových soustav jsou ve většině získávána přímo od stavebních podniků a inženýrských společností z proběhlých zakázek. Způsob, jakým jsou aplikovány statistické metody při sběru dat, zajišťuje, aby výsledné hodnoty uvedené v cenových soustavách mohly být považovány za směrné. Pro práci s cenovými soustavami existuje několik počítačových programů a webových aplikací.

V České republice jsou v současné době využívány tři cenové soustavy od společností:

- CS ÚRS – ÚRS CZ, a.s.
- RTS DATA – RTS, a.s.
- Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací (OTSKP) – Cenová databáze dopravních staveb (CDDS) schváleno Ministerstvem dopravy ČR 07/2022

[16]

### 5.4 Cenová soustava CS ÚRS

V současné době se jedná o nejpoužívanější cenovou soustavu v České republice, kdy je využívána zejména k tvorbě položkových rozpočtů pozemních staveb. Položkové rozpočty vypracované v rámci této práce využívají cenovou soustavu CS ÚRS v cenové hladině 2022/II v prostředí programu Kros 4. [16]

## **6 VARIANTA 0 – PROVĚTRÁVANÁ MEZERA, DRENÁŽ A SANAČNÍ OMÍTKA – NÁVRH PROJEKTANTA**

Projektant navrhl opatření k odstranění vlhkosti podzemních stěn jako kombinaci provětrávané vzduchové mezery s drenáží v exteriéru a sanačního omítkového systému v interiéru.

### **6.1 Pracovní postup**

Zemina přilehlá k objektu bude odkopána v šířce rýhy 600 mm do hloubky 3,7 m k základové spáře. Postupným svahováním bude šířka výkopu v úrovni stávajícího terénu činit 800 mm.

Přívod vzduchu do vnější provětrávané vzduchové mezery bude zajištěn trubkou KG PVC DN 150. Přívodní trubka vzduchu bude uložena do 200/200 mm vyvrtné drážky ve zdivu, která povede od nasávacího otvoru v soklové části 500 mm nad povrchem do hloubky 3 300 mm, což znamená 400 mm nad patu výkopu. Trubka bude opatřena izolací mirelon 20 mm a fixována montážní pěnou do drážky. Drážka bude omítnuta přes pletivo a na závěr ošetřena stěrkou Baumit Bayosan DS 25. Nasávací otvor bude opatřen větrací mřížkou 150/150 mm se sítkou proti pronikání hmyzu.

Následně bude položena nopová folie od základů směrem nahoru. Nopy směřují k obvodové stěně, aby došlo k vytvoření potřebné vzduchové mezery pro odvětrávání zdiva. Ke stěně se folie kotví pomocí ocelových hřebíků s podložkou, která přesně zapadá do profilace nopy. Jednotlivé díly folie se musí překrývat minimálně 200 mm tak, aby do sebe nopy zapadly. Po přeložení dvou kusů folie se vloží jeden či dva butylkaučukové pásy a folie se řádně stlačí. V úrovni stávajícího terénu bude přes folii namontován pomocí vrutů s podložkou ukončovací profil pro nopové folie, který zajistí, že nebude docházet k zatékání do vzduchové mezery a k jejímu zanášení různými nečistotami.

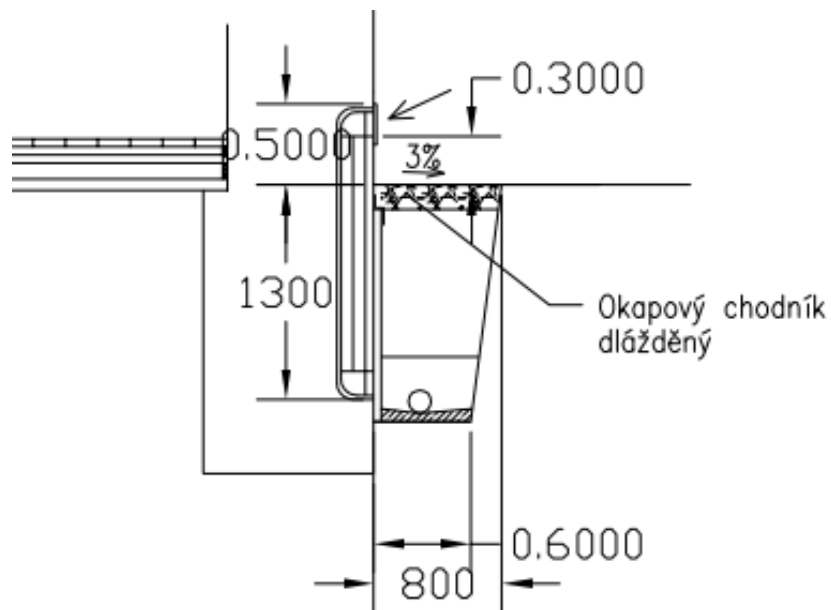
Odvod vzduchu z vnější provětrávané mezery bude proveden pomocí falešného dešťového svodu. Titanzinkové potrubí bude vyvedeno z provětrávané mezery 300 mm pod povrchem skrz nopovou folii. Při přechodu skrz okapový chodník bude potrubí opatřeno titanzinkovou kónickou pokličkou výšky 50 mm. Potrubí povede až na úroveň okapu, kde bude ukončeno odvětrávací hlavicí.

Vyspádovaná rýha se vysype 250 mm tlustou vrstvou štěrkopísku, která tvoří lože pro položení drenážní trubky. Drenážní trubka DN 150 bude před položením obalena geotextilií,

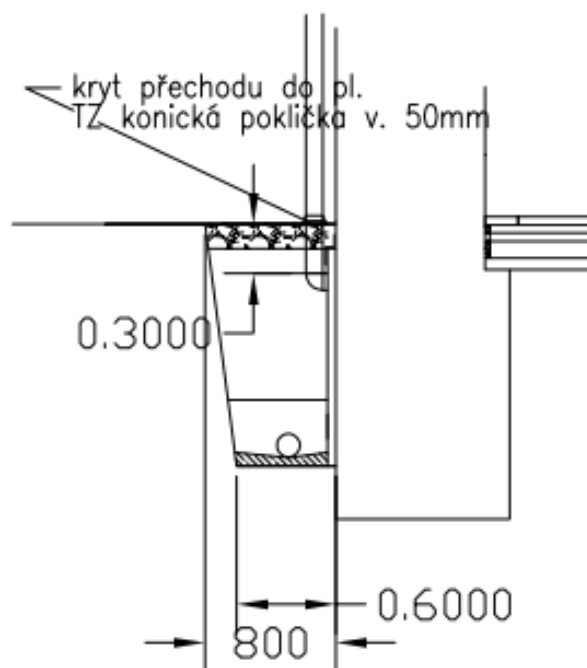
aby nedocházelo k jejímu zanášení. Následně se provede obsyp a zásyp drenážní trubky šterkopískem o tloušťce vrstvy 400 mm. Prvních pár vrstev zásypu je doporučeno provádět ručně, aby nedošlo k poškození drenážní trubky vlivem použité mechanizace. Rýha se dosype vytěženou zeminou do úrovně stávajícího terénu, kdy bude vždy po vrstvách zemina hutněna. V úrovni stávajícího terénu bude zemina vyspádována směrem od objektu.

Stávající vlhká a solemi kontaminovaná omítka se zcela odstraní ze zdiva do výše 80-100 cm nad hranici viditelného zavlhčení. V tomto případě dojde k odstranění veškeré omítky. Odstraněná omítka se musí před zahájením realizace nové sanační omítky odvézt na skládku, aby nedošlo ke kontaminaci vlhkostí a solemi nově realizovaných konstrukcí. Po odstranění omítky ze stavby dojde k vyškrábání všech ložných a styčných spár ve zdivu do hloubky 1 až 2 cm např. pomocí tesařské kramle. Stěny se ručně dočistí pomocí ocelových kartáčů. Na očištěný a zvlhčený povrch zdiva je ručním náhozem zednickou lžící nanesen podkladní postřík neboli podhoz, který zajistí přilnavost dalších vrstev omítky ke zdivu. Podhoz se provede do kříže a celoplošně. Tloušťka podhozu nepřekročí 5 mm. Následuje technologická přestávka min. 12 hodin. Po technologické přestávce je na zvlhčený povrch zdiva nanесena vrstva, která plní funkci vyrovnávací a absorpční v případě, že omítané zdivo vykazuje vyšší koncentraci solí. Vyrovnávací vrstva je provedena ručním náhozem zednickou lžící. Po nahození je omítka stažena latí do roviny a povrch zdrsňen. Po uplynutí technologické přestávky min. 12 hodin je na připravený podklad provedena stejným způsobem aplikace další vrstvy sanační omítky. Povrch omítky je stažen latí do roviny a lehce uhlazen PUR nebo dřevěným hladítkem. Následuje další technologická přestávka o délce trvání 7 dní, která slouží k řádnému vyžrání omítkových vrstev. Po uplynutí technologické přestávky je aplikovaná finální krycí vrstva, sloužící k docílení velmi hladkého povrchu. Na závěr je proveden BIO vápenný nátěr po 21 dnech od ukončení omítkových prací. [2] [17] [18] [19] [12]





Obrázek 6 - Přívod vzduchu do provětrávané mezery (Zdroj: [2])



Obrázek 7 - Odvod vzduchu z provětrávané mezery (Zdroj: [2])

## **7 VARIANTA 1 – SANAČNÍ OMÍTKOVÝ SYSTÉM WTA**

První alternativní varianta odstranění vlhkosti podzemních stěn počítá se zhotovením pouze sanačního omítkového systému.

### **7.1 Pracovní postup**

Zvolený sanační omítkový systém WTA bude proveden po odstranění stávající omítky, vyškrábání spár a odklizení stavební suti. Nová konstrukce omítky se skládá z podkladní, vyrovnávací a krycí vrstvy se závěrečnou výmalbou. [12]

#### **7.1.1 Průzkum a rozbor konstrukce**

Pro správný návrh a spolehlivou funkci sanačního opatření je naprosto klíčové nejdříve provést důkladný průzkum a rozbor podkladu. Musí být provedeno měření vlhkosti konstrukce a stanovení množství a druhové skladby solí vyskytujících se ve zdivu. Na základě výsledků průzkumu se stanoví skladba materiálů a postup prováděných prací. [12]

#### **7.1.2 Příprava podkladu**

Stávající vlhká a solemi kontaminovaná omítka se zcela odstraní ze zdiva do výše 80-100 cm nad hranici viditelného zavlhčení. V řešeném případě se odstraní veškerá omítka ze zdí. Odstraněná omítka se musí před zahájením realizace nové sanační omítky odvézt na skládku, aby nedošlo ke kontaminaci vlhkostí a solemi nově realizovaných konstrukcí. Po odstranění omítky ze stavby dojde k vyškrábání všech ložných a styčných spár ve zdivu do hloubky 1 až 2 cm např. pomocí tesařské kramle. Jakékoli nesoudržné či rozpadající se části zdiva budou odstraněny a nahrazeny novým keramickým (cihelným) střepem na vápenocementovou maltu. Dále je třeba zbavit povrch zdiva stavebního prachu a nečistot. [12]

#### **7.1.3 Nanášení omítkových vrstev**

Na očištěný a zvlhčený povrch zdiva je ručním náhozem zednickou lžící nanesen podkladní postřík neboli podhoz, který zajistí přilnavost dalších vrstev omítky ke zdivu. Podhoz se provede do kříže a celoplošně. Tloušťka podhozu nepřekročí 5 mm. Následuje technologická přestávka min. 12 hodin. Po technologické přestávce je na zvlhčený povrch zdiva nanesena vrstva, která plní funkci vyrovnávací a absorpční v případě, že omítané zdivo vykazuje vyšší koncentraci solí. Vyrovnávací vrstva je provedena ručním náhozem zednickou lžící v tloušťce 10 mm. Po nahození je omítka stažena latí do roviny a povrch zdrsňen.

Po uplynutí technologické přestávky min. 12 hodin je na připravený podklad provedena stejným způsobem aplikace další vrstvy sanační omítky v tloušťce 10 mm. Povrch omítky je stažen latí do roviny a lehce uhlazen PUR nebo dřevěným hladítkem. [12]

#### 7.1.4 Povrchová úprava

Následuje další technologická přestávka o délce trvání 7 dní, která slouží k řádnému vyžrání omítkových vrstev. Po uplynutí technologické přestávky je aplikovaná finální krycí vrstva, sloužící k docílení velmi hladkého povrchu. Omítka se nanáší ručně nerezovým hladítkem v tloušťce 1,5 mm na zvlhčený podklad. Výsledný povrch je na závěr upraven hladítkem.

V interiéru je proveden vnitřní bílý silikátový nátěr po 21 dnech od ukončení omítkových prací. [12]



Obrázek 8 - Sanační omítka 1 (Zdroj: [https://suche-domy.cz/wp-content/uploads/2020/01/IMG\\_0142.jpg](https://suche-domy.cz/wp-content/uploads/2020/01/IMG_0142.jpg))



Obrázek 9 - Sanační omítka 2 (Zdroj: [https://suche-domy.cz/wp-content/uploads/2020/01/IMG\\_0210.jpg](https://suche-domy.cz/wp-content/uploads/2020/01/IMG_0210.jpg))

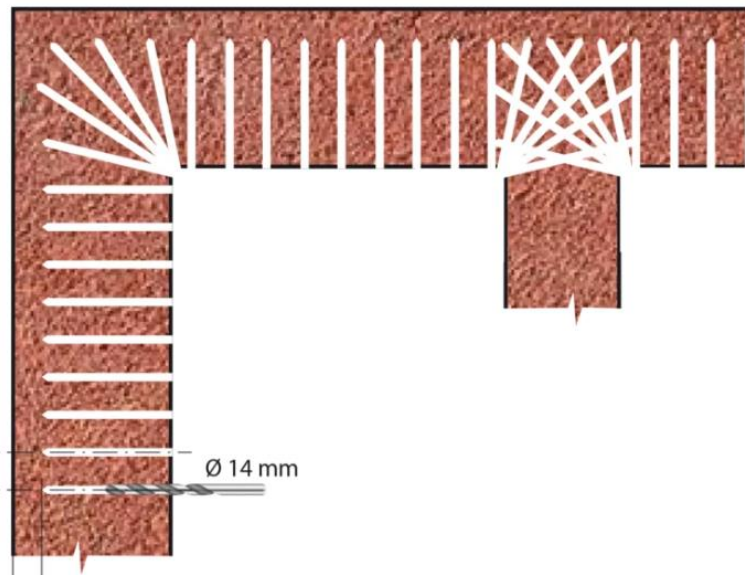
## 8 VARIANTA 2 – PLOŠNÁ INJEKTÁŽ

Jako druhá alternativní varianta pro odstranění vlhkosti podzemních zdí je uvažována plošná injektáž. Injektážním prostředkem je zde dvousložková polyuretanová pryskyřice.

### 8.1 Pracovní postup

Stávající vlhká a solemi kontaminovaná omítka se zcela odstraní ze zdiva do výše 80-100 cm nad hranici viditelného zavlhčení. V řešeném případě se odstraní veškerá omítka ze zdí. Odstraněná omítka se musí před zahájením navazujících stavebních prací odvézt na skládku, aby nedošlo ke kontaminaci vlhkostí a solemi nově realizovaných konstrukcí. Po odstranění omítky ze stavby dojde k vyškrábání všech ložných a styčných spár ve zdivu do hloubky 1 až 2 cm např. pomocí tesařské kramle. Jakékoli nesoudržné či rozpadající se části zdiva budou odstraněny a nahrazeny novým keramickým (cihelným) střepem na vápenocementovou maltu. Dále je třeba zbavit povrch zdiva stavebního prachu a nečistot.

Vrty pro aplikaci injektážního prostředku jsou prováděny v šachovnicovém uspořádání na celou výšku zdí. Začíná se od podlahy od první viditelné ložné spáry zdiva směrem vzhůru v osové vzdálenosti vrtů 300 mm v horizontálním i svislém směru. Druhá řada šachovnicového uspořádání vrtů je prováděna tzv. polovičním offsetem, kdy je vzdálenost mezi první a druhou řadou 150 mm. Počet vrtů na jeden m<sup>2</sup> plochy zdiva je přibližně 25. Vrty jsou prováděny pod úhlem 0–30 stupňů, pokud technik neurčí jinak, s průměrem vrtu 14 mm. Vrtá se přibližně do 2/3 tloušťky zdiva. U cihelného zdiva je vhodné navrtávat ložné maltové spáry, jelikož zdící maltou se injektážní prostředek šíří lépe a rychleji, takže také samotná vodotěsná bariéra vzniká rychleji. V místě rohů zdiva a kolem uložení klenby do zdiva je provedeno tzv. vějířové navrtání, které zabezpečuje dostatečné injektování zdiva, aby byla zajištěna celistvost vzniklé hydroizolační clony.



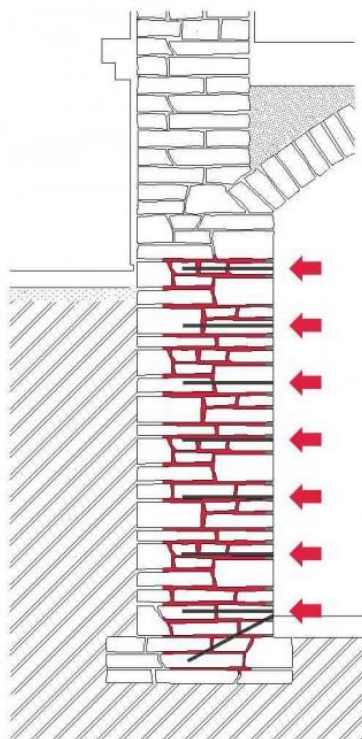
Obrázek 10 - Vějířové navrtání (Zdroj: <https://www.injektaz-zdiva-svepomoci.cz/navod-k-injektazni-aplikaci/>)

Klenby už se dále neinjektují, jelikož už nejsou v přímém kontaktu se zdrojem vlhkosti a byla vytvořena bariéra pro vstup vlhkosti do konstrukce klenby injektováním uložení klenby.

Vyvrtné otvory jsou následně vyčištěny vyfoukáním prachu z dutiny stlačeným vzduchem, aby mohl být prostor vrtu stoprocentně vyplněn injektážním prostředkem. Do vyčištěných otvorů se vloží a pevně upevní injektážní pakry, které zajistí přísun prostředku pod určitým tlakem a zároveň utěsňují otvor proti vytékání injektážního prostředku. Samotná injektáž je prováděna pístovým čerpadlem do tlaku 3,5 – 5 MPa. Po ukončení injektáže jsou pakry demontovány či pouze odříznuty přečnívající části. Vyplněné otvory je potřeba utěsnit proti úniku injektážního prostředku. Pro utěsnění se použije rychleschnoucí malta. Po ukončení injektážních prací je nutné očistit povrch zdiva od případných zbytků injektážního prostředku. Omítkářské práce mohou být zahájeny až po uplynutí minimálně 2 týdnů.

Po uplynutí technologické přestávky je na očištěný a zvlhčený povrch zdiva ručním náhozem zednickou lžící nanášena sanační omítka ve dvou po sobě jdoucích vrstvách s technologickou přestávkou 2-24 hodin. Tloušťka sanační omítky je 20 mm. Nanášení probíhá do připravených omítníků, do kterých je také sanační omítka stažena omítkářskou latí k dosažení roviny. Po stažení omítky jsou vodící lišty vyjmuty a vzniklá prázdná místa jsou zaplněna sanační omítkou. Po technologické přestávce v délce trvání 5 dní k dostatečnému vytvrnutí omítky, je na zvlhčený povrch zdiva nanášena vrstva, která plní funkci vyrovnávací. Vyrovnávací vrstva je provedena ručně nerezovým zednickým hladítkem. Tloušťka omítané vrstvy je maximálně 3 mm a optimálně 2 mm. Povrch omítky je uhlazen molitanovým nebo

plstěným hladítkem. Výmalba je provedena po uplynutí technologické přestávky v délce trvání 21 dní od ukončení omítkových prací minerálním nátěrem. [12] [20] [21]



Obrázek 11 - Plošná injektáž 1 (Zdroj: <https://www.rssg.cz/resize/af/350/675/files/detaily/plosna-injektaz.jpg>)



Obrázek 12 - Plošná injektáž 2 (Zdroj: <https://sanacekonstrukci.cz/wp-content/uploads/2021/09/WhatsApp-Image-2021-08-24-at-20.03.03-2.jpeg>)

## 9 VARIANTA 3 – VNITŘNÍ HYDROIZOLACE

Třetí alternativní sanační varianta podzemních zdí je navržena jako vnitřní vodotěsný omítkový systém.

### 9.1 Pracovní postup

Stávající vlhká a solemi kontaminovaná omítka se zcela odstraní ze zdiva do výše 80-100 cm nad hranici viditelného zavlhčení. V řešeném případě se odstraní veškerá omítka ze zdí. Odstraněná omítka se musí před zahájením realizace nových vrstev omítky odvézt na skládku, aby nedošlo ke kontaminaci vlhkostí a solemi nově realizovaných konstrukcí. Po odstranění omítky ze stavby dojde k vyškrábání všech ložných a styčných spár ve zdivu do hloubky 1 až 2 cm např. pomocí tesařské kramle. Jakékoli nesoudržné či rozpadající se části zdiva budou odstraněny a nahrazeny novým keramickým (cihelným) střepem na vápenocementovou maltu. Dále je třeba zbavit povrch zdiva stavebního prachu a nečistot a provést navlhčení zdiva před aplikací první vrstvy omítky.

Na povrch očištěného a zvlhčeného zdiva je nanесena podkladní a těsnící malta webertec 933. Aplikace se provádí ručně nerezovým hladítkem ve vrstvě min. 5 mm, aby bylo docíleno vodotěsnosti pro vlhkost z negativní strany konstrukce. Povrch je upraven zubovým hladítkem tak, aby byl vytvořen mechanický klíč a dobrý spojovací můstek pro další vrstvu omítky.

Po technologické přestávce 4 hodiny, která je nutná k vyschnutí a vytvrdnutí podkladní vrstvy, je nanесena další vrstva omítky webertec 934. Aplikace je prováděna na zvlhčený povrch ručním náhozem zednickou lžící do připravených omítníků ve vrstvě 15 mm. Roviny je docíleno stažením omítkářskou latí. Tato vrstva zajišťuje dodatečnou vodotěsnost zdiva a vyrovná zdivo do požadované roviny. Následuje technologická přestávka 2 dny.

Po uplynutí technologické přestávky je aplikována vyhazující štuková omítka webersan 600. Aplikace je prováděna nerezovým hladítkem ve vrstvě maximálně 3 mm. Vyhlazení omítky je provedeno molitanovým nebo plstěným hladítkem. V tomto případě se podklad nevhlčí, jelikož podkladní vrstva webertec 934 je hydrofobní, tudíž nesává.

Po 21 dnech je možné provést výmalbu sanovaného prostoru. Na výmalbu bude použit minerální nátěr kerasil. [12] [22]

## 10 VARIANTA 4 – PLOŠNÁ RUBOVÁ INJEKTÁŽ

Poslední alternativní sanační varianta uvedená v této práci počítá s provedením tzv. plošné rubové injektáže, kdy se zdi zcela provrtají a injektážní prostředek bude aplikován na rubovou stranu zdi, kde se následně vytvoří vodotěsná bariéra. V podstatě se jedná o dodatečně vytvořenou svislou hydroizolaci zdiva, které je v kontaktu se zeminou. Aby bylo zastaveno šíření vlhkosti také vzlínáním bude provedena jednořadá horizontální krémová injektáž v první ložné spáře u podlahy.

### 10.1 Pracovní postup

Stávající vlhká a solemi kontaminovaná omítka se zcela odstraní ze zdiva do výše 80-100 cm nad hranici viditelného zavlhčení. V řešeném případě se odstraní veškerá omítka ze zdí. Odstraněná omítka se musí před zahájením dalších stavebních úprav odvézt na skládku, aby nedošlo ke kontaminaci vlhkostí a solemi nově realizovaných konstrukcí. Po odstranění omítky ze stavby dojde k vyškrábání všech ložných a styčných spár ve zdivu do hloubky 1 až 2 cm např. pomocí tesařské kramle. Jakékoli nesoudržné či rozpadající se části zdiva budou odstraněny a nahrazeny novým keramickým (cihelným) střepem na vápenocementovou maltu. Dále je třeba zbavit povrch zdiva stavebního prachu a nečistot.

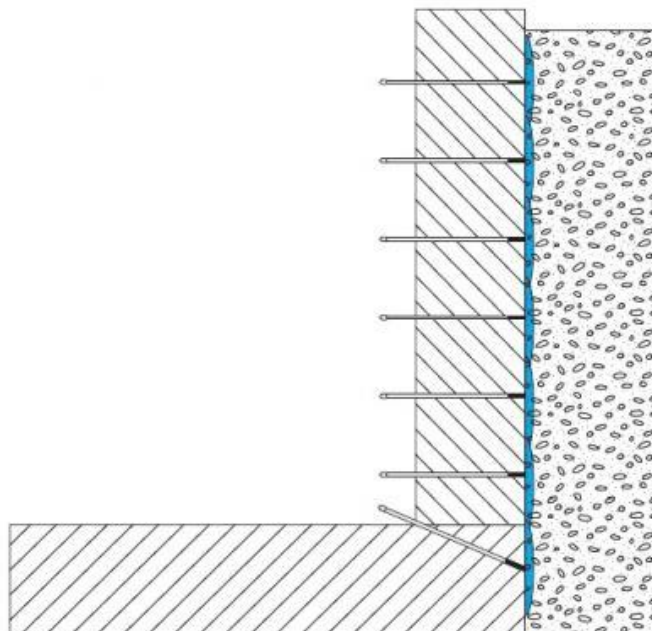
V první ložné spáře u podlahy budou provedeny vrty o průměru 14 mm s rozestupy 100 mm. Vrty jsou prováděny kolmo ke svislé ose zdi a jsou ukončeny 40 mm před rubem zdi. Dutiny budou následně vyfoukány stlačeným vzduchem, aby byly zbaveny prachu a nečistot. Takto připravené otvory jsou následně injektovány silanový krémem nejdříve odzadu pomocí tlakového čerpadla s trubicovou koncovkou. Pro úplné vyplnění prostoru vrtu je v další fázi prováděna injektáž odpředu pomocí tlakového čerpadla s gumovou koncovkou, která se vloží do ústí vrtu a zatěsňuje ho proti vytékání injektážního prostředku. Otvory jsou po provedené injektáži utěsněny zátkou z extrudovaného polystyrenu nebo rychleschnoucí maltou. Veškeré zbytky krému vyskytujícího se na konstrukci zdi je třeba odstranit.

Rubová injektáž bude zhotovena v šachovnicovém provedení ve vzdálenostech mezi vrty a výškami vodorovných linií vrtů 300 mm. Šachovnicové uspořádání vrtů je provedeno s tzv. polovičnickým offsetem, kdy je druhá řada navrtána ve vzdálenosti 150 mm od první řady. V tomto uspořádání je počítáno s přibližně 25 vrty na jeden m<sup>2</sup> plochy zdiva. Vrty jsou vedeny kolmo ke svislé ose zdiva přes celou jeho šířku. Průměr vrtu je 14 mm. Do otvorů jsou následně vloženy injektážní pakry, které se pevně ukotví do zdiva. Injektáž je prováděna



pomocí vysokotlaké injektážní pumpy, která zajistí dopravení injektážního prostředku na požadované místo. Injektáž je prováděna od spodních řad a může být zhotovena v několika cyklech, dokud nedojde k potřebnému nasycení zeminy. Spotřeba injektážního prostředku činí cca. 25 l na 1 m<sup>2</sup> zdiva. Po injektáži jsou vyčnívající části pakrů odřezány a otvory jsou utěsněny sanační maltou. Nanášení nových vrstev omítky je možné nejdříve po 14 dnech od ukončení injektážních prací.

Po uplynutí technologické přestávky je na očištěný a zvlhčený povrch zdiva nanese ručním náhozem zednickou lžící sanační omítku ve dvou po sobě jdoucích vrstvách s technologickou přestávkou 2-24 hodin. Tloušťka sanační omítky je 20 mm. Nanášení probíhá do připravených omítníků, do kterých je také sanační omítku stažena omítkářskou latí k dosažení roviny. Po stažení omítky jsou vodící lišty vyjmuty a vzniklá prázdná místa jsou zaplněna sanační omítkou. Po technologické přestávce v délce trvání 5 dní k dostatečnému vytvrnutí omítky, je na zvlhčený povrch zdiva nanese vrstva, která plní funkci vyrovnávací. Vyrovnávací vrstva je provedena ručně nerezovým zednickým hladítkem. Tloušťka omítané vrstvy je maximálně 3 mm a optimálně 2 mm. Povrch omítky je uhlazen molitanovým nebo plstěným hladítkem. Výmalba je provedena po uplynutí technologické přestávky v délce trvání 21 dní od ukončení omítkových prací minerálním nátěrem. [12] [20] [23]



Obrázek 13 - Rubová injektáž (Zdroj: <https://www.sanace.cz/wp-content/themes/yootheme/cache/RI-af4437e5.jpeg>)

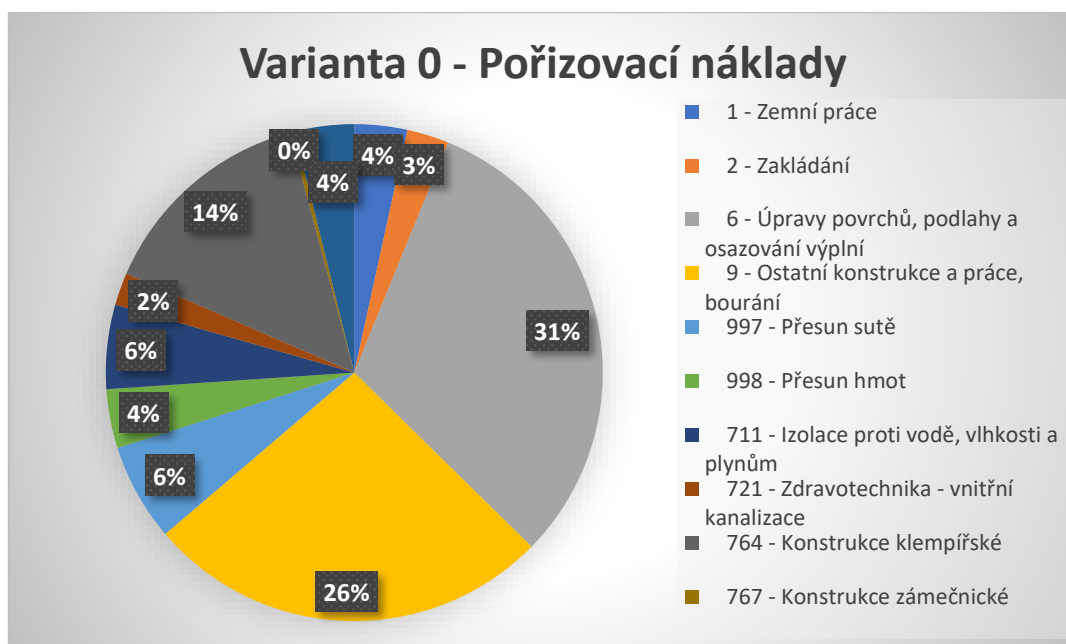
## 11 POROVNÁNÍ POŘIZOVACÍCH NÁKLADŮ

Pořizovací náklady byly stanoveny pomocí programu Kros 4 v cenové soustavě CS ÚRS v cenové hladině 2022/II. V následujících kapitolách jsou znázorněny výsledky stanovení pořizovacích nákladů pro jednotlivé varianty sanačních opatření.

### 11.1 Varianta 0 – Provětrávaná mezera, drenáž a sanační omítka – návrh projektanta

<b>Náklady ze soupisu prací</b>	<b>151 153</b>
<b>HSV - Práce a dodávky HSV</b>	<b>111 754</b>
1 - Zemní práce	5 190
2 - Zakládání	4 127
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	47 141
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	39 905
997 - Přesun sutě	9 584
998 - Přesun hmot	5 807
<b>PSV - Práce a dodávky PSV</b>	<b>39 399</b>
711 - Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům	8 278
721 - Zdravotechnika - vnitřní kanalizace	3 189
764 - Konstrukce klempířské	21 625
767 - Konstrukce zámečnické	491
784 - Dokončovací práce - malby a tapety	5 817

Obrázek 14 - Varianta 0 - Pořizovací náklady (Zdroj: vlastní zpracování v programu Kros 4)



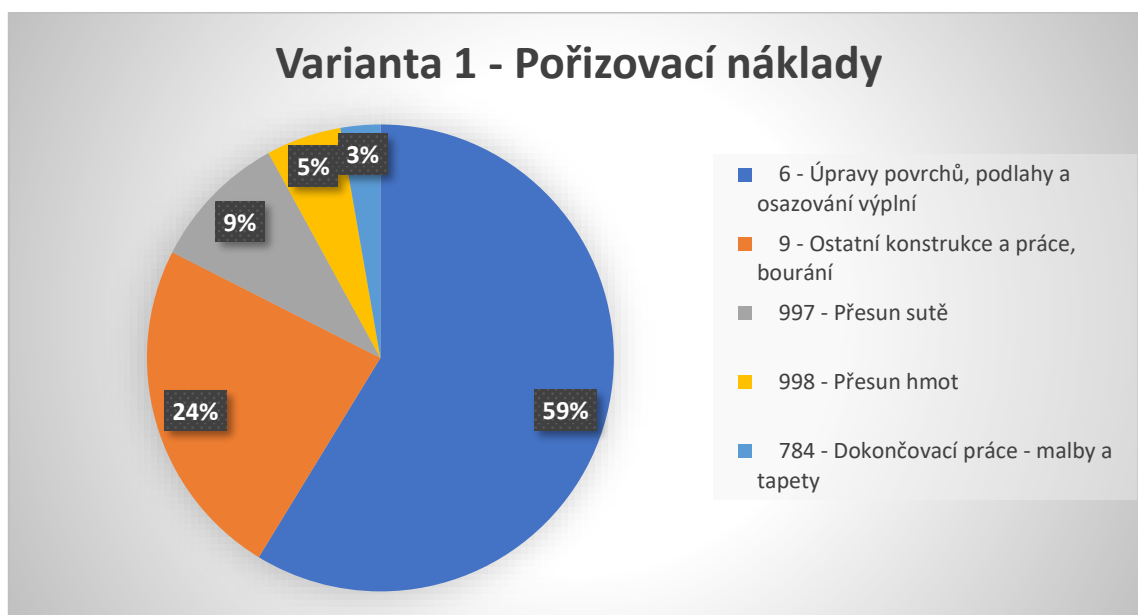
Obrázek 15 – Varianta 0 - Graf pořizovacích nákladů (Zdroj: vlastní zpracování)

Pořizovací náklady varianty navržené projektantem, tedy Varianty 0, činí **151 153 Kč bez DPH**. Obrázek 14 znázorňuje cenový podíl jednotlivých stavebních oddílů na celkových pořizovacích nákladech. Z obrázku je dále vidět, že náklady skupiny HSV jsou téměř trojnásobné oproti nákladům skupiny PSV. Je to dáno samozřejmě charakterem prováděných prací, kdy největší část pořizovacích nákladů určují položky týkající se bouracích prací, které jsou spojeny s odstraněním stávajících omítek v oddílu 9 (Ostatní konstrukce a práce), a provedení omítek nových, které se řadí do stavebního oddílu 6 (Úpravy povrchů). Pouze tyto dva oddíly samotné tvoří 57 % pořizovacích nákladů varianty 0. Dále jsou náklady celkem rovnoměrně rozpuštěny mezi zbývajících stavebních oddílů v rozmezí přibližně 4-6 %. Jediným oddílem, který ještě ovlivňuje celkové pořizovací náklady v nějaké významnější rovině je oddíl klempířských konstrukcí se 14 %.

## 11.2 Varianta 1 – Sanační omítkový systém WTA

	<b>VAR 0</b>	<b>VAR 1</b>	<b>VAR0-VAR1</b>
<b>Náklady ze soupisu prací</b>	<b>151 153</b>	<b>98 247</b>	<b>52 906</b>
<b>HSV - Práce a dodávky HSV</b>	<b>111 754</b>	<b>95 548</b>	<b>16 206</b>
1 - Zemní práce	5 190	0	5 190
2 - Zakládání	4 127	0	4 127
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	47 141	57 692	-10 551
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	39 905	23 337	16 567
997 - Přesun sutě	9 584	9 397	187
998 - Přesun hmot	5 807	5 121	685
<b>PSV - Práce a dodávky PSV</b>	<b>39 399</b>	<b>2 699</b>	<b>36 700</b>
711 - Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům	8 278	0	8 278
721 - Zdravotechnika - vnitřní kanalizace	3 189	0	3 189
764 - Konstrukce klempířské	21 625	0	21 625
767 - Konstrukce zámečnické	491	0	491
784 - Dokončovací práce - malby a tapety	5 817	2 699	3 117

Obrázek 16 - Varianta 1 - Pořizovací náklady (Zdroj: vlastní zpracování v programu Kros 4)



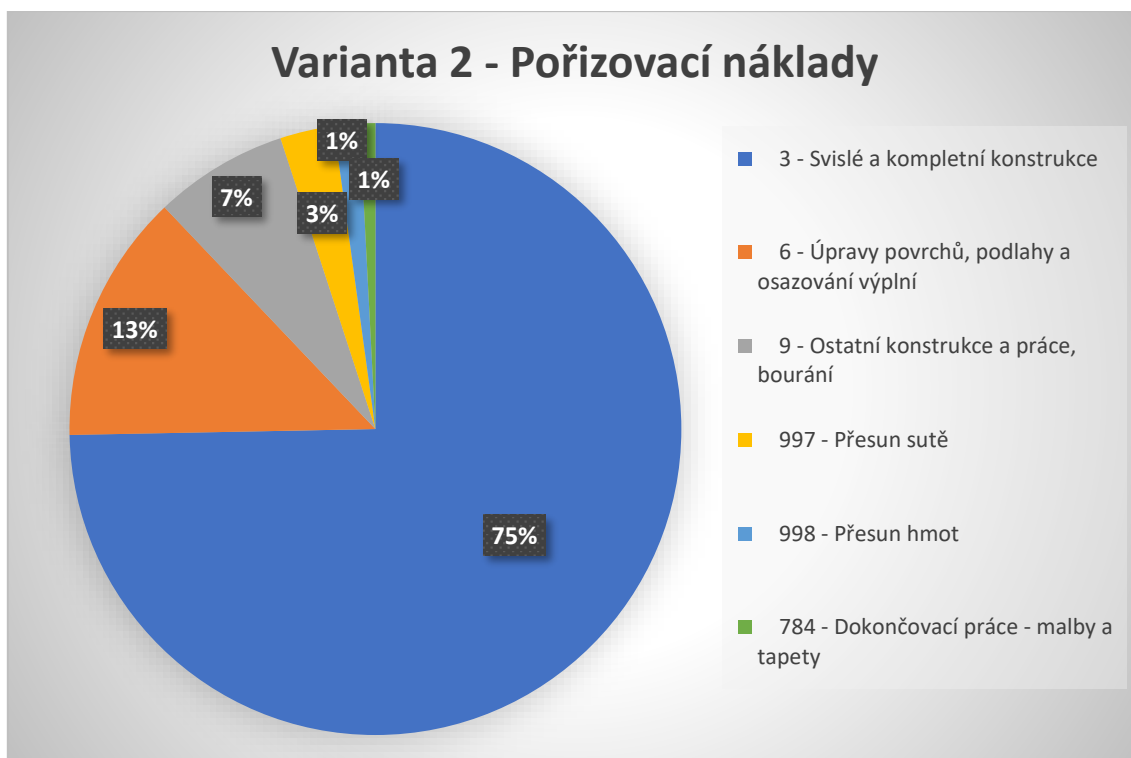
Obrázek 17 - Varianta 1 - Graf pořizovacích nákladů (Zdroj: vlastní zpracování)

Vytvořením položkového rozpočtu pro první alternativní variantu, jsou získány pořizovací náklady ve výši **98 247 Kč bez DPH**. Oproti původní variantě 0 je vidět třetinový pokles nákladů, který je způsoben absencí venkovních prací spojených s provětrávaným soklem a drenáží. Samotné omítkové souvrství je o 10 000 Kč bez DPH dražší než v původní variantě, což je způsobeno změnou materiálové skladby. Z obrázku 17 je vidět, že v tomto případě už je podíl nákladů spojených s odstraněním staré omítky a s vyhotovením nové omítky většinový ve výši 83 % z celkových pořizovacích nákladů.

## 11.3 Varianta 2 – Plošná injektáž

	<b>VAR 0</b>	<b>VAR 2</b>	<b>VAR0-VAR2</b>
<b>Náklady ze soupisu prací</b>	<b>151 153</b>	<b>328 471</b>	<b>-177 318</b>
<b>HSV - Práce a dodávky HSV</b>	<b>111 754</b>	<b>325 771</b>	<b>-214 017</b>
1 - Zemní práce	5 190	0	5 190
2 - Zakládání	4 127	0	4 127
3 - Svislé a kompletní konstrukce	0	245 029	-245 029
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	47 141	43 539	3 603
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	39 905	23 337	16 567
997 - Přesun sutě	9 584	9 398	186
998 - Přesun hmot	5 807	4 468	1 339
<b>PSV - Práce a dodávky PSV</b>	<b>39 399</b>	<b>2 699</b>	<b>36 700</b>
711 - Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům	8 278	0	8 278
721 - Zdravotechnika - vnitřní kanalizace	3 189	0	3 189
764 - Konstrukce klempířské	21 625	0	21 625
767 - Konstrukce zámečnické	491	0	491
784 - Dokončovací práce - malby a tapety	5 817	2 699	3 117

Obrázek 18 - Varianta 2 - Pořizovací náklady (Zdroj: vlastní zpracování v programu Kros 4)



Obrázek 19 - Varianta 2 - Graf pořizovacích nákladů (Zdroj: vlastní zpracování)

Pořizovací náklady sanačního opatření varianty 2 jsou **328 471 Kč bez DPH**. Zde je vidět více jak sto procentní nárůst pořizovacích nákladů oproti původní variantě navržené projektantem. Způsobeno je to výší nákladů na provedení chemických hydroizolačních

injektáží, které jsou součástí stavebního oddílu 3 (Svislé konstrukce). Jak je z obrázku 19 patrné, tyto náklady tvoří 75 % celkových pořizovacích nákladů.

K vyhotovení rozpočtu této varianty bylo nutné překalkulovat položky pro dodatečnou izolaci provedenou pomocí injektáže, jelikož cenová databáze CS ÚRS neobsahovala položky pro provedení plošné injektáže. Upraveny byly položky *Dodatečná izolace zdiva tl přes 600 do 900 mm nízkotlakou injektáží silikonovou mikroemulzí*, *Dodatečná izolace zdiva tl přes 900 do 1200 mm nízkotlakou injektáží silikonovou mikroemulzí* a *Dodatečná izolace zdiva tl přes 1200 do 1500 mm nízkotlakou injektáží silikonovou mikroemulzí*, které zahrnují vyvrtání a vyčištění otvorů, osazení injektážních pakrů, injektáž injektážním prostředkem a hrubé zapravení otvorů.

Kalkulace položek byla provedena v jejich rozborech, kde se nachází konkrétní prvky tvořící jednotkovou cenu položky. V rozboru položek byly uvedeny tyto prvky: injektážní hmota, vrták, injektážní pakr, dělník, strojník, injektážní stroj a kompresor.

Jako první byla u položek změněna měrná jednotka z jednoho běžného metru na jeden metr čtvereční, jelikož injektáž se provádí v ploše a spotřeba injektážních prostředků je výrobcem udávána v množství na 1 m<sup>2</sup>.

Dále byla nahrazena původní injektážní hmota za polyuretanovou dvousložkovou injektážní hmotu. Potřebné množství tohoto materiálu bylo odvozeno ze základní spotřeby uvedené u položky. Položka v základu uvažuje s provedením 8 vrtů na 1 metr běžný. Návrh sanačního opatření počítá s 25 vrty na 1 metr čtvereční. Původní množství injektážního prostředku potřebného na provedení 8 vrtů bylo přepočteno na množství pro 25 vrtů.

Změna byla provedena i u vrtáku a injektážního pakru, pro které je v základu uvažován průměr 12 mm. Byly nahrazeny položkami s průměrem 14 mm z databáze směrných cen cenové soustavy ÚRS. Potřebné množství bylo u vrtáku přepočteno stejným způsobem jako u spotřeby injektážního prostředku. Množství injektážních pakrů na metr čtvereční je dáno množstvím vrtů, v tomto případě bude potřeba 25 kusů.

Čas potřebný na vyhotovení jednoho metru čtverečního injektáže byl zjištěn poptávkou 7 firem, které se injektážemi zabývají. Zpětná vazba byla získána od firem SpurnýREEF a Chemické injektáže. Ze zjištěných informací od poptaných firem byla doba na plošnou injektáž celé konstrukce (52,8 m<sup>2</sup>) stanovena na 5-7 dní. Důležité je upozornit, že se jedná pouze o hrubý odhad, který počítá s hladkým průběhem prací bez komplikací. Z časového

rozsahu uvedeného výše byl vybrán průměr, takže injektáž bude trvat 6 dní. Pro výpočet celkového času provádění prací bylo uvažováno s osmihodinovou pracovní směnou. Celkový potřebný čas na provedení injektáže v ploše 52,8 m<sup>2</sup> je 48 hodin (6 dní po 8 hodinách). Injektáž jednoho metru čtverečního bude trvat 0,909 hodiny.

Vypočítaná hodnota 0,909 hodiny představuje pracnost položky, která je stanovena v normohodinách. Tato pracnost je dána součtem množství normohodin uvedených u dělníka a strojníka. Hodnota normohodin u dělníka a strojníka je v programu Kros 4 stanovena v určitém poměru k celkové pracnosti položky. Na základě tohoto poměru byla rozdělena celková doba injektáže (0,909 hodiny) mezi dělníka a strojníka. Dělníkovi je přiřazeno 77 % a strojníkovi 23 % času.

V základu položky je také určitý poměr mezi množstvím strojohodin u strojů a normohodin u strojníka. Strojohodiny u injektážního stroje i kompresoru činí 86,9 % času uvedeného u strojníka.

Výše popsáním postupem byla stanovena jednotková cena na 1 m<sup>2</sup> injektáže u všech tří položek (položky: *Dodatečná izolace zdiva tl přes 600 do 900 mm nízkotlakou injektáží silikonovou mikroemulzí*, *Dodatečná izolace zdiva tl přes 900 do 1200 mm nízkotlakou injektáží silikonovou mikroemulzí* a *Dodatečná izolace zdiva tl přes 1200 do 1500 mm nízkotlakou injektáží silikonovou mikroemulzí*).

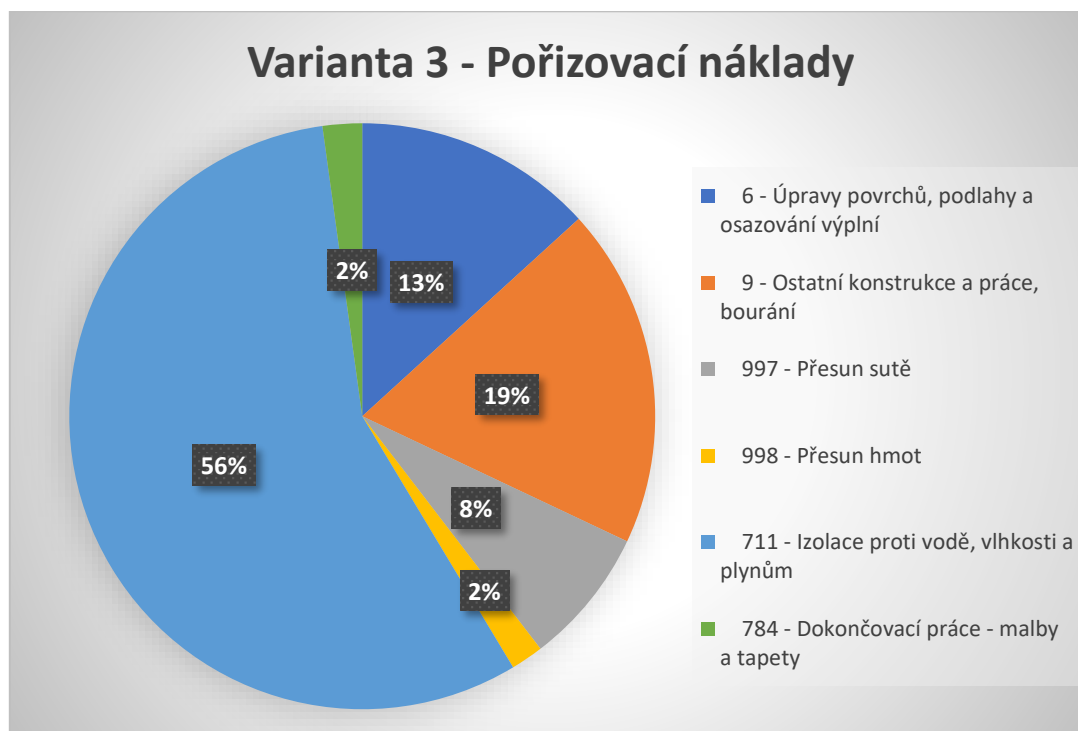
Kód položky	319202116R	MJ	m2	Celkové množství	14,700	Index. cena	4 384,74																																																																																																										
Zkrác. popis	Dodatečná izolace zdiva tl přes 900 do 1200 mm vysokotlakou injektáží polyuretanem																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Položka</th> <th>Výkaz výměr</th> <th>TOV</th> <th>Přirážka</th> <th>Ceny dodavatelů</th> <th>Ostatní</th> <th>Plný popis a poznámka</th> <th>Obrázek</th> <th>Výskyty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="9">000 - TOV 000 (4 384,74)</td> </tr> <tr> <td>O</td> <td>TC</td> <td>Kód</td> <td colspan="2">Popis</td> <td>MJ</td> <td>Množství</td> <td>J. cena</td> <td>J. náklad</td> <td>Celkový náklad</td> <td>Celkové množství</td> </tr> <tr> <td></td> <td>pc</td> <td>24551760</td> <td colspan="2">hmota injektážní PUR 2-složková</td> <td>litr</td> <td>6,87500</td> <td>482,00</td> <td>3 313,75</td> <td>48 712,13</td> <td>101,06250</td> </tr> <tr> <td></td> <td>pc</td> <td>41113105</td> <td colspan="2">vrták do betonu SDS-plus 14x260/200mm</td> <td>kus</td> <td>1,72500</td> <td>227,00</td> <td>391,58</td> <td>5 756,15</td> <td>25,35750</td> </tr> <tr> <td></td> <td>pc</td> <td>54889111</td> <td colspan="2">koncovka injektážní plastová s kuželovou hlavou (pakr) D 14mm</td> <td>kus</td> <td>25,00000</td> <td>10,30</td> <td>257,50</td> <td>3 785,25</td> <td>367,50000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>s1</td> <td>712000-S2-T2</td> <td colspan="2">Dělník</td> <td>Nh</td> <td>0,70150</td> <td>151,90</td> <td>106,56</td> <td>1 566,40</td> <td>10,31205</td> </tr> <tr> <td></td> <td>s1</td> <td>833000-S3-T2</td> <td colspan="2">Strojník</td> <td>Nh</td> <td>0,20740</td> <td>167,80</td> <td>34,80</td> <td>511,59</td> <td>3,04878</td> </tr> <tr> <td></td> <td>s1</td> <td>401060012100</td> <td colspan="2">Injektážní stroj pracovní tlak 200 bar průtok 0,018 m3/min (bez kompresoru)</td> <td>Sh</td> <td>0,18030</td> <td>52,20</td> <td>9,41</td> <td>138,35</td> <td>2,65041</td> </tr> <tr> <td></td> <td>s1</td> <td>406010001000</td> <td colspan="2">Kompresor mobilní výkon 0,4 m3/min tlak 200 bar</td> <td>Sh</td> <td>0,18030</td> <td>108,00</td> <td>19,47</td> <td>286,24</td> <td>2,65041</td> </tr> </tbody> </table>								Položka	Výkaz výměr	TOV	Přirážka	Ceny dodavatelů	Ostatní	Plný popis a poznámka	Obrázek	Výskyty	000 - TOV 000 (4 384,74)									O	TC	Kód	Popis		MJ	Množství	J. cena	J. náklad	Celkový náklad	Celkové množství		pc	24551760	hmota injektážní PUR 2-složková		litr	6,87500	482,00	3 313,75	48 712,13	101,06250		pc	41113105	vrták do betonu SDS-plus 14x260/200mm		kus	1,72500	227,00	391,58	5 756,15	25,35750		pc	54889111	koncovka injektážní plastová s kuželovou hlavou (pakr) D 14mm		kus	25,00000	10,30	257,50	3 785,25	367,50000		s1	712000-S2-T2	Dělník		Nh	0,70150	151,90	106,56	1 566,40	10,31205		s1	833000-S3-T2	Strojník		Nh	0,20740	167,80	34,80	511,59	3,04878		s1	401060012100	Injektážní stroj pracovní tlak 200 bar průtok 0,018 m3/min (bez kompresoru)		Sh	0,18030	52,20	9,41	138,35	2,65041		s1	406010001000	Kompresor mobilní výkon 0,4 m3/min tlak 200 bar		Sh	0,18030	108,00	19,47	286,24	2,65041
Položka	Výkaz výměr	TOV	Přirážka	Ceny dodavatelů	Ostatní	Plný popis a poznámka	Obrázek	Výskyty																																																																																																									
000 - TOV 000 (4 384,74)																																																																																																																	
O	TC	Kód	Popis		MJ	Množství	J. cena	J. náklad	Celkový náklad	Celkové množství																																																																																																							
	pc	24551760	hmota injektážní PUR 2-složková		litr	6,87500	482,00	3 313,75	48 712,13	101,06250																																																																																																							
	pc	41113105	vrták do betonu SDS-plus 14x260/200mm		kus	1,72500	227,00	391,58	5 756,15	25,35750																																																																																																							
	pc	54889111	koncovka injektážní plastová s kuželovou hlavou (pakr) D 14mm		kus	25,00000	10,30	257,50	3 785,25	367,50000																																																																																																							
	s1	712000-S2-T2	Dělník		Nh	0,70150	151,90	106,56	1 566,40	10,31205																																																																																																							
	s1	833000-S3-T2	Strojník		Nh	0,20740	167,80	34,80	511,59	3,04878																																																																																																							
	s1	401060012100	Injektážní stroj pracovní tlak 200 bar průtok 0,018 m3/min (bez kompresoru)		Sh	0,18030	52,20	9,41	138,35	2,65041																																																																																																							
	s1	406010001000	Kompresor mobilní výkon 0,4 m3/min tlak 200 bar		Sh	0,18030	108,00	19,47	286,24	2,65041																																																																																																							
								<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Mzdy</td> <td>141,36</td> </tr> <tr> <td>Odvody</td> <td>47,78</td> </tr> <tr> <td>Stroje</td> <td>28,88</td> </tr> <tr> <td>Tarify</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td><b>PZN</b></td> <td><b>218,02</b></td> </tr> <tr> <td>Materiál</td> <td>3 962,83</td> </tr> <tr> <td>Poddodávky</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Nekalkulované</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td><b>PN</b></td> <td><b>4 180,85</b></td> </tr> <tr> <td>Režie</td> <td>139,53</td> </tr> <tr> <td>Zisk</td> <td>64,36</td> </tr> <tr> <td><b>Cena TOV</b></td> <td><b>4 384,74</b></td> </tr> </tbody> </table>		Mzdy	141,36	Odvody	47,78	Stroje	28,88	Tarify	0,00	<b>PZN</b>	<b>218,02</b>	Materiál	3 962,83	Poddodávky	0,00	Nekalkulované	0,00	<b>PN</b>	<b>4 180,85</b>	Režie	139,53	Zisk	64,36	<b>Cena TOV</b>	<b>4 384,74</b>																																																																																
Mzdy	141,36																																																																																																																
Odvody	47,78																																																																																																																
Stroje	28,88																																																																																																																
Tarify	0,00																																																																																																																
<b>PZN</b>	<b>218,02</b>																																																																																																																
Materiál	3 962,83																																																																																																																
Poddodávky	0,00																																																																																																																
Nekalkulované	0,00																																																																																																																
<b>PN</b>	<b>4 180,85</b>																																																																																																																
Režie	139,53																																																																																																																
Zisk	64,36																																																																																																																
<b>Cena TOV</b>	<b>4 384,74</b>																																																																																																																

Obrázek 20 - Ukázka rozboru položky plošné injektáže (Zdroj: vlastní zpracování v programu Kros 4)

## 11.4 Varianta 3 – Vnitřní hydroizolace

	<b>VAR 0</b>	<b>VAR 3</b>	<b>VAR0-VAR3</b>
<b>Náklady ze soupisu prací</b>	<b>151 153</b>	<b>124 191</b>	<b>26 962</b>
<b>HSV - Práce a dodávky HSV</b>	<b>111 754</b>	<b>51 402</b>	<b>60 352</b>
1 - Zemní práce	5 190	0	5 190
2 - Zakládání	4 127	0	4 127
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	47 141	16 436	30 705
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	39 905	23 337	16 567
997 - Přesun sutě	9 584	9 397	187
998 - Přesun hmot	5 807	2 231	3 576
<b>PSV - Práce a dodávky PSV</b>	<b>39 399</b>	<b>72 790</b>	<b>-33 391</b>
711 - Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům	8 278	70 090	-61 812
721 - Zdravotechnika - vnitřní kanalizace	3 189	0	3 189
764 - Konstrukce klempířské	21 625	0	21 625
767 - Konstrukce zámečnické	491	0	491
784 - Dokončovací práce - malby a tapety	5 817	2 699	3 117

Obrázek 21 - Varianta 3 - Pořizovací náklady (Zdroj: vlastní zpracování v programu Kros 4)



Obrázek 22 - Varianta 3 - Graf pořizovacích nákladů (Zdroj: vlastní zpracování)

Výsledné pořizovací náklady varianty 3 činí **124 191 Kč bez DPH**. Rozdíl oproti původní variantě je necelých 27 000 Kč bez DPH, což znamená téměř pětinnový pokles nákladů oproti variantě 0. Největší změny nákladů byly zaznamenány ve stavebních oddílech 6 (Úpravy povrchů) a 711 (Izolace proti vodě), jelikož položky pro podkladní a vyrovnávací vrstvy sanační omítky jsou zde nahrazeny maltovými hydroizolačními stěrky, což znamená



přesun objemu prováděných prací ze stavebního oddílu 6 (Úpravy povrchů) do 711 (Izolace proti vodě), kde došlo zároveň k navýšení nákladů na použitý materiál. Největší procento z celkových pořizovacích nákladů opět zabírají nosné položky zvolené technologie sanačního opatření, v tomto případě tedy hydroizolační stěrky, a to ve výši 56 %. Následovány jsou jako u ostatních variant náklady na odstranění stávajících omítek, které dosahují 19 % z celkových pořizovacích nákladů.

## 11.5 Varianta 4 – Plošná rubová injektáž

	VAR 0	VAR 4	VAR0-VAR4
<b>Náklady ze soupisu prací</b>	<b>151 153</b>	<b>685 811</b>	<b>-534 657</b>
<b>HSV - Práce a dodávky HSV</b>	<b>111 754</b>	<b>683 111</b>	<b>-571 357</b>
1 - Zemní práce	5 190	0	5 190
2 - Zakládání	4 127	0	4 127
3 - Svislé a kompletní konstrukce	0	602 520	-602 520
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	47 141	43 539	3 603
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	39 905	23 337	16 567
997 - Přesun sutě	9 584	9 398	186
998 - Přesun hmot	5 807	4 317	1 490
<b>PSV - Práce a dodávky PSV</b>	<b>39 399</b>	<b>2 699</b>	<b>36 700</b>
711 - Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům	8 278	0	8 278
721 - Zdravotnicka - vnitřní kanalizace	3 189	0	3 189
764 - Konstrukce klempířské	21 625	0	21 625
767 - Konstrukce zámečnické	491	0	491
784 - Dokončovací práce - malby a tapety	5 817	2 699	3 117

Obrázek 23 - Varianta 4 - Pořizovací náklady (Zdroj: vlastní zpracování v programu Kros 4)



Obrázek 24 - Varianta 4 - Graf pořizovacích nákladů (Zdroj: vlastní zpracování)

Čtvrtá alternativní varianta vychází jako ta nejnákladnější na realizaci s pořizovacími náklady **685 811 Kč bez DPH**. Největší část nákladů tvoří chemické injektáže rozpočtované ve stavebním oddíle 3 (Svislé konstrukce) ve výši 88 %. Zde je oproti ostatním variantám velmi patrný rozdíl, že nosné položky jsou opravdu nákladné, jelikož tvoří téměř naprostou většinu nákladů. Z obrázku 24 je dále vidět, že nějakou vypovídající hodnotu o nákladech mají už pouze oddíly 6 (Úpravy povrchů) a 9 (Ostatní konstrukce a práce) s 6 % a 4 %, kde jsou stanoveny náklady na zhotovení omítek nových a náklady na demolici omítek starých. Zbývající stavební oddíly mají na výši pořizovacích nákladů zanedbatelný vliv.

Podobně jako u druhé varianty musely být i zde překalkulovány položky chemických injektáží, jelikož cenová soustava CS ÚRS neobsahuje položky pro plošné rubové injektáže. U položek pro horizontální injektáž (*Dodatečná izolace zdiva tl přes 600 do 900 mm nízkotlakou injektáží silikonovou mikroemulzí, Dodatečná izolace zdiva tl přes 900 do 1200 mm nízkotlakou injektáží silikonovou mikroemulzí a Dodatečná izolace zdiva tl přes 1200 do 1500 mm nízkotlakou injektáží silikonovou mikroemulzí*) byl v rozboru vyměněn injektážní prostředek za krém na silanové bázi, byl zvětšen průměr vrtáku na 14 mm (záměnou položky z databáze směrných cen) a odstraněny byly injektážní pakry, které nejsou pro tuto injektáž potřeba.

V případě plošné rubové injektáže byla jako základ použita položka *Dodatečná izolace zdiva tl přes 900 do 1200 mm nízkotlakou injektáží silikonovou mikroemulzí*. Jednotka se změnila z jednoho běžného metru na jeden metr čtvereční, jelikož injektáž se provádí v ploše a spotřeba injektážního prostředku je výrobcem udávána na 1 m<sup>2</sup>. Spotřeba injektážního prostředku a jednotkové náklady injektážního prostředku a injektážních pakrů byly zjištěny poptávkou u společnosti SANAX chemical construction viz. obrázek 25.

Kód sortimentu	Název sortimentu	Počet	MJ	Cena MJ CZK	Cena / kg Cena / l	Celkem CZK
<b>109010201</b>	<b>AkryGel 40 (25kg/21litr)</b>	1,00	KS	4 950,00	198,00 235,71	4 950,00
Liniová injektáž: 10–15l/m <sup>2</sup> Rubová injektáž: cca 20–30l/m <sup>2</sup>						
<b>109010702</b>	<b>TE 300 katalyzátor (10litr)</b>	1,00	KS	1 980,00	175,22 198,00	1 980,00
<b>109010802</b>	<b>SP 200 iniciátor (25kg)</b>	1,00	KS	5 310,00	212,40	5 310,00
<b>118010515</b>	<b>Pakr GP 13/1000mm</b>	1,00	KS	140,00		140,00

Obrázek 25 - Varianta 4 - Poptávkový list (Zdroj: vlastní)

Spotřeba akrylátového gelu byla určena jako průměr rozmezí 20-30 l/m<sup>2</sup> tedy 25 l/m<sup>2</sup>. Cena za jeden litr akrylátového gelu byla převzata z poptávky stejně jako cena za jeden kus injektážního pakru. Množství injektážních pakrů na 1 m<sup>2</sup> je 25, což odpovídá počtu vrtů.

Kalkulace počtu hodin u dělníků a strojů byla provedena na základě poptávky sanačních firem popsané u varianty 2 (str. 46). Z důvodu provádění většího objemu prací než u varianty 2 (vyšší pracnost v případě vrtání otvorů) byla odhadnuta doba trvání na 7 dní. Pracovní směna byla stanovena na 8 hodin. Celková doba potřebná na zhotovení injektáže v ploše 52,8 m<sup>2</sup> je 56 hodin (7 dní po 8 hodinách). Výsledná doba, za kterou je provedena injektáž jednoho metru čtverečního je 1,06 hodiny. Rozdělení normohodin a strojohodin bylo provedeno na stejném principu jako u varianty 2, tzn. čas byl rozdělen na základě poměrových vztahů v základním nastavení položky.

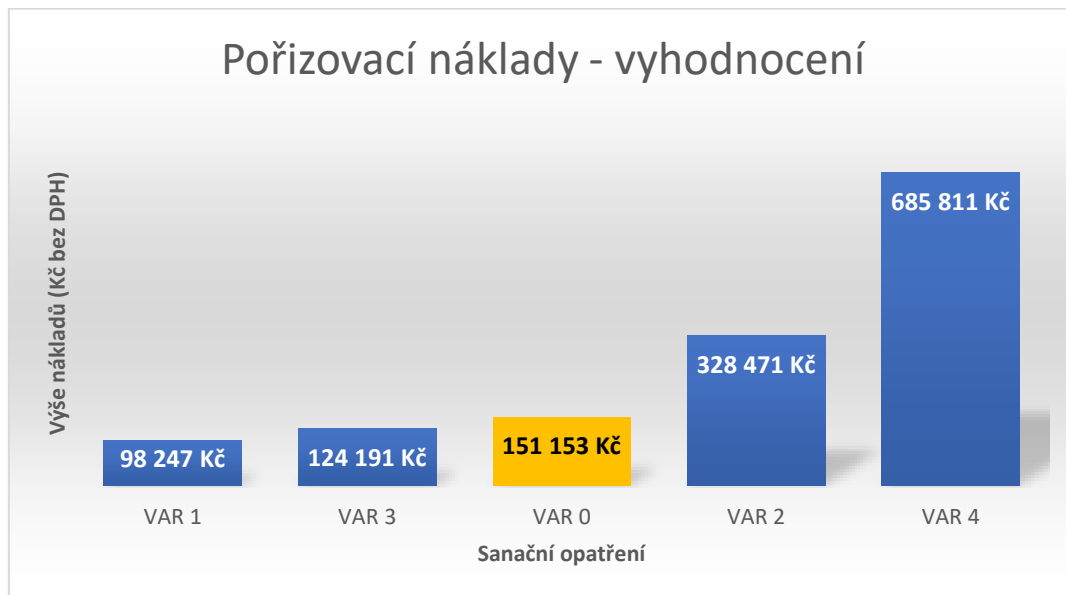
Kód položky		319202116R		MJ	m2	Celkové množství	52,800		Index. cena	10 011,44	
Zkrác. popis						Dodatečná izolace zdiva rubovou injektáží akrylátovým gelem					
Položka Výkaz výměr TOV Přírážka Ceny dodavatelů Ostatní Plný popis a poznámka Obrázek Výskyty											
000 - TOV 000 (10 011,44) <span style="float:right">Nástroje <input type="button" value="Nastav TOV"/></span>											
O	TC	Kód	Popis	MJ	Množství	J. cena	J. náklad	Celkový náklad	Celkové množství		
<input type="checkbox"/>	pc	08211321	voda pitná pro ostatní odběratele	m3	0,02500	53,80	1,35	71,02	1,32000		
<input type="checkbox"/>	fc	24551070	akrylátový gel	litr	25,00000	235,71	5 892,75	311 137,20	1 320,00000		
<input type="checkbox"/>	pc	41113105	vrták do betonu SDS-plus 14x260/200mm	kus	0,55200	227,00	125,30	6 616,05	29,14560		
<input type="checkbox"/>	fc	54889105	koncovka injektážní kovová (pakr GP) D 13mm	kus	25,00000	140,00	3 500,00	184 800,00	1 320,00000		
<input type="checkbox"/>	s1	712000-S2-T2	Dělník	Nh	0,81810	151,90	124,27	6 561,42	43,19568		
<input type="checkbox"/>	s1	833000-S3-T2	Strojník	Nh	0,24190	167,80	40,59	2 143,20	12,77232		
<input type="checkbox"/>	s1	401060012100	Injektážní stroj pracovní tlak 200 bar průtok 0,018 m3/min (bez kompresoru)	Sh	0,21020	52,20	10,97	579,34	11,09856		
<input type="checkbox"/>	s1	406010001000	Kompresor mobilní výkon 0,4 m3/min tlak 200 bar	Sh	0,21020	108,00	22,70	1 198,64	11,09856		

Mzdy	164,86
Odvody	55,72
Stroje	33,67
Tarif	0,00
<b>PZN</b>	<b>254,26</b>
Materiál	9 519,40
Poddávky	0,00
Nekalkulované	0,00
<b>PN</b>	<b>9 773,66</b>
Režie	162,72
Zisk	75,06
<b>Cena TOV</b>	<b>10 011,44</b>

Obrázek 26 - Ukázka rozboru položky plošné rubové injektáže (Zdroj: vlastní zpracování v programu Kros 4)

## 12 TECHNOLOGICKO-EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Z hlediska pořizovacích nákladů lze jednotlivé sanační varianty seřadit takto:



Obrázek 27 – Graf pořizovacích nákladů – vyhodnocení (Zdroj: vlastní zpracování, Data: program Kros 4)

Jako nejlevnější řešení vychází varianta 1, která počítá se zhotovením pouze sanační omítky, takže konstrukce zdi bude v neustálém kontaktu se zdroji vlhkosti, pouze bude posílena její schopnost transportu vodní páry, aby se mohla lépe uvolňovat do okolního prostředí.

Druhým nejméně nákladným řešením je varianta 3. Zhotovením vnitřní izolace je zamezeno pronikání vlhkosti do interiéru, ale zároveň budou zdi v neustálém kontaktu se zdroji vlhkosti za touto vytvořenou nepropustnou bariérou. V podstatě dojde k obětování zdiva vlhkosti.

Uprostřed se z hlediska výše pořizovacích nákladů nachází řešení navržené projektantem. Navržena je zde kombinace hydroizolace obvodové zdi s vytvořením vzduchové mezery k provětrávání v exteriéru a sanačních omítek v interiéru. Část konstrukce je sice chráněna svislou hydroizolací ve formě nopové folie, ale většina zdi dále zůstává nechráněna proti působení netlakové a tlakové vody.

Navržená plošná injektáž v druhé variantě vychází jako druhá nejnákladnější. Realizací této metody je zamezeno působení vlhkosti vzlínáním a zároveň jsou zdi chráněny před účinky netlakové vody. Metoda ovšem dále nechrání zeď proti působení tlakové vody.

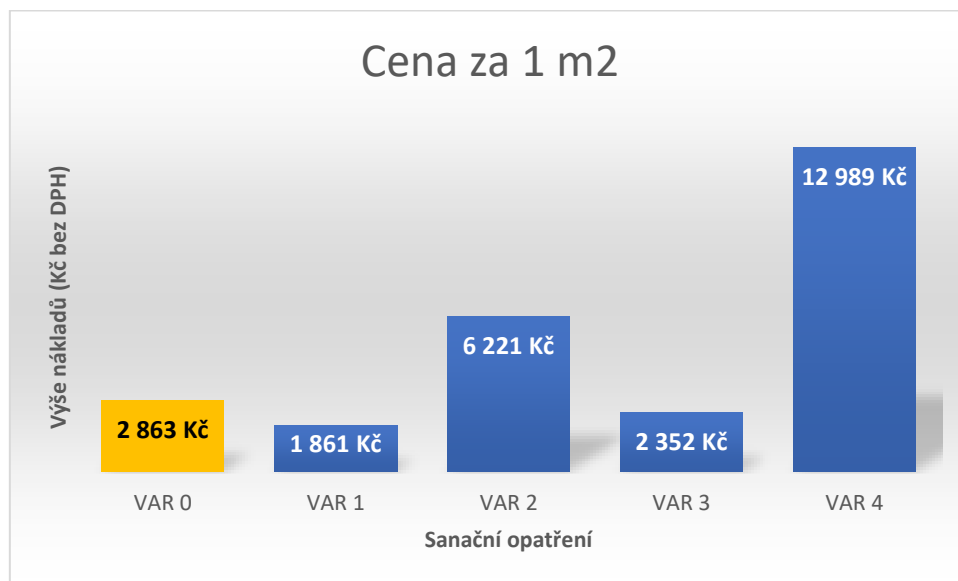
Nejnákladnější metodou na odstranění vlhkosti podzemních stěn vyšla plošná rubová injektáž ve variantě 4. Použitím technologií v této variantě je ovšem zabráněno vzlínání vlhkosti a působení netlakové i tlakové vody bez nutnosti odkopání.

Před stanovením nejvhodnější sanační varianty je potřeba zopakovat teorii. Každé dobré sanační opatření je navrženo na míru konkrétní stavbě s ohledem na její technický stav, historický původ a místní podmínky. Dobře provedené sanační opatření je také často navrhováno jako kombinace různých druhů metod k odstranění vlhkosti z konstrukcí s cílem účelné a adresné pomoci.

Nejvhodnější sanační metodou pro objekt bývalé fary v Dobrovicích je varianta 0 navržená projektantem. Tato metoda nejlépe reflektuje potřeby a možnosti stavby s využitím znalostí místních podmínek. Objekt je zároveň pod památkářskou ochranou, čímž je značně limitováno množství a rozsah stavebních úprav. Podle technické zprávy (zpracovaná projektantem) tato skutečnost navíc vylučuje možnost mechanických a chemických metod pro odstranění vlhkosti. Prostor suterénu má být využíván pouze jako sklad, kde nejsou vysoké nároky na množství vlhkosti. S tímto ohledem je návrh sanačních omítek dostačující. Zároveň bylo využito možnosti odkopání a byla provedena svislá hydroizolace s provětrávanou dutinou. Projektant se tedy řídil místními podmínkami v největší možné míře s cílem maximalizace sanačních opatření za současného dodržení daných omezení.

## 13 AGREGOVANÉ POLOŽKY

Jedním z cílů této práce bylo také vytvoření agregovaných položek pro odhad nákladů sanačních opatření v předinvestiční fázi projektu. Tyto položky jsou cíleny například na starší podsklepené budovy vyskytující se v historickém centru měst, které bývají cílem investorských záměrů či majitelům nebo provozovatelům stávajících objektů pro rychlý odhad ceny sanačních opatření.



Obrázek 28 - Graf pořizovacích nákladů sanačních opatření za m<sup>2</sup> (Zdroj: vlastní zpracování)

Výše pořizovacích nákladů na 1 m<sup>2</sup> byla stanovena podílem celkových pořizovacích nákladů navržené varianty a celkové plochy zdiva. Variantu 0 je vhodné použít pro objekt, u kterého je možné provést odkopání u jedné stěny suterénu. Navržené varianty sanačních opatření byly navrženy jako technologie bez možnosti odkopání a následného provedení svislé hydroizolace z důvodu časté nepřístupnosti objektů, proto je vhodné použít jejich agregované položky u objektů, u kterých není odkopání možné.

## 14 ZÁVĚR

V rámci této práce byly popsány důvody vlhnutí stavebních konstrukcí a možnosti a způsoby, jak se voda dostává do stavebních konstrukcí. Popsány byly také metody měření vlhkosti ve stavebních konstrukcích. Byly zjištěno, že k snížení vlhkosti ve stavebních konstrukcích lze použít např. vzduchové metody, drenážní systémy, sanační omítkové systémy, mechanické metody, chemické metody a další.

V hlavní části práce byl zhotoven návrh 4 alternativních sanačních variant k odstranění vlhkosti z podzemních stěn v objektu bývalé fary v Dobrovicích. Základní variantu (Varianta 0) tvoří návrh sanačních opatření navržený projektantem. Varianta navržená projektantem počítá se zhotovením svislé hydroizolace pomocí nopové folie podél obvodové zdi v exteriéru a sanačního omítkového systému v interiéru. Položením nopové folie bude zároveň vytvořena provětrávaná mezera s přívodem vzduchu v soklové části a s odvodem vzduchu falešným dešťovým svodem.

Alternativní varianta 1 počítá se zhotovením pouze sanačního omítkového systému bez možnosti odkopání. Varianta 2 je navržena jako plošná chemická injektáž z interiéru. Injektážním prostředkem je zde dvousložkový polyuretanový roztok. Třetí varianta počítá se zhotovením vnitřní hydroizolace zdi pomocí hydroizolační stěrkové hmoty. Varianta 4 je navržena jako kombinace rubové injektáže akrylátovým gelem a horizontální injektáže krémem na bázi silanu. Použitím této metody dojde k vytvoření svislé hydroizolace na rubové části zdi bez nutnosti odkopání.

Pro jednotlivé varianty byly vytvořeny položkové rozpočty pomocí programu Kros 4 v cenové hladině 2022/II. Pro stanovení pořizovacích nákladů varianty 2 a 4, tedy plošné a rubové injektáže, byly v podstatě vytvořeny nové položky, jelikož program Kros 4 neobsahuje vhodné položky pro rozpočtování plošných injektáží. V rámci tvorby položek bylo poptáno 7 společností, které se zabývají problematikou chemických injektáží. V rámci poptávky byla řešena cena a potřebné množství injektážního prostředku na 1 m<sup>2</sup> plochy zdi, cena injektážních pokrů a délka trvání injektážních prací sanovaných prostor. Zpětná vazba byla získána od 3 firem, a to SpurnýREEF, Chemické injektáže a SANAX chemical construction. Od společnosti SANAX chemical construction byla získána cena a spotřeba injektážního prostředku a cena injektážních pokrů pro provádění rubové injektáže.

Na základě informací od firem SpurnýREEF a Chemické injektáže byly stanoveny časové údaje potřebné ke zjištění nákladů na lidské zdroje a strojní a vybavení.

Stanovené pořizovací náklady jednotlivých variant byly porovnány se základní variantou navrženou projektantem. Byly analyzovány cenové rozdíly a zdůvodněna skladba pořizovacích nákladů. Jednotlivé metody byly vyhodnoceny z ekonomického a technologického hlediska a jako nejvhodnější sanační metoda pro objekt bývalé fary v Dobrovicích byla stanovena varianta navržená projektantem. Tato varianta totiž nejvíce zohledňuje potřeby daného objektu s ohledem na jeho technický stav, historický původ a místní podmínky. Z ekonomického hlediska se tato varianta nachází přesně uprostřed navržených alternativních řešení s výší pořizovacích nákladů **151 153 Kč bez DPH**.

V závěru diplomové práce byly vytvořeny agregované položky navržených sanačních variant sloužící k rychlému výpočtu nákladů na realizaci sanačních prací. Položky pokrývají celý proces provádění sanací od přípravy pracoviště, přes samotné provádění sanačních prací, až po odvoz sutí a vyklizení prostor. Položky jsou zpracovány jako náklad bez DPH za 1 m<sup>2</sup> sanované podzemní zdi. Tyto položky mohou být využity například na starší podsklepené budovy vyskytující se v historickém centru měst, které bývají cílem investorských záměrů či majitelům nebo provozovatelům stávajících objektů pro rychlý odhad ceny sanačních opatření.



## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Axmannová, Vladimíra a Renč, Roman. D1.1.0 - Technická zpráva. *Stavební úpravy budovy bývalé fary Dobrovice č.p. 70 na pozemku parc.č. 842, 843 a 845 v k.ú. Dobrovice*. Praha : ARCHAX Praha, 2018.
- [2] —. D1.1.18 - Příčný řez A-A-sanace. *Stavební úpravy budovy bývalé fary Dobrovice č.p.70 na pozemku parc.č. 842, 843 a 845 v k.ú. Dobrovice*. Praha : ARCHAX Praha, 2018.
- [3] *LEBEDA, Jaroslav. Sanace zavlhělého zdiva budov. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1988.*
- [4] *BALÍK, Michael. Odvlhčování staveb. 2., přeprac. vyd. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2693-9.*
- [5] *WITZANY, Jiří. PDR - poruchy, degradace a rekonstrukce. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04488-9.*
- [6] Stavba / Izolace, střechy a fasády / Tepelné izolace / Řešení problematiky povrchové kondenzace vodní páry. *tzbinfo*. [Online] 7. 6 2010. [Citace: 13. 11 2022.] <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/6541-reseni-problematiky-povrchove-kondenzace-vodni-pary>.
- [7] *PUME, Dimitrij. Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí. Praha : ABF, 1993.*
- [8] *SANACE VLHKÉHO ZDIVA: Technické informace a návrhy: Ke stažení: Katalogy [online]. Děčín: © Sanax chemical construction, c2014-2023 [cit. 2023-01-05]. Dostupné z: [https://www.sanax.cz/ke-stazeni/katalogy?\\_gl=1\\*pcieeb\\*\\_ga\\*MTE2MjYzOTQ4NC4xNjcyOTE1NDc5\\*\\_up\\*M](https://www.sanax.cz/ke-stazeni/katalogy?_gl=1*pcieeb*_ga*MTE2MjYzOTQ4NC4xNjcyOTE1NDc5*_up*M).*
- [9] *Jak fungují sanační omítky?: Úvod: Články [online]. Praha: SANAKO.cz, © 2023 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <https://www.sanako.cz/clanky/jak-funguji-sanacni-omitky>.*
- [10] *Sanační omítky: Dílna [online]. Praha: Časopisy pro volný čas, © 2023 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <https://www.chatar-chalupar.cz/sanacni-omitky-2/>.*
- [11] *Sanační omítkový systém WTA základní: Stavební řešení: Řešení vlhkých stěn: Sanace vlhkého zdiva [online]. LB Cemix, © 2017 - 2023 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <https://www.cemix.cz/systemy/sanacni-omitkovy-system-wta-zakladni>.*

- [12] Technické podklady / Sanační systémy / Sanace vlhkého zdiva / webersan WTA / technická zpráva. *weber-panel*. [Online] Weber, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s. [Citace: 29. 12 2022.] [https://www.weber-panel.cz/projektant/technicke-podklady\\_sanace-vlhkeho-zdiva\\_webersan-wta.php](https://www.weber-panel.cz/projektant/technicke-podklady_sanace-vlhkeho-zdiva_webersan-wta.php).
- [13] Sanační omítky: Technické informace [online]. Sanax chemical construction, © 2014-2023 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <https://www.sanax.cz/technicke-informace/sanacni-omitky>.
- [14] PENETRACE POD SILIKÁT: Produkty CEMIX: 2000 Facade system: Fasádní penetrace [online]. LB Cemix, © 2017 - 2023 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <https://www.cemix.cz/produkty/2612-penetrace-pod-silikat>.
- [15] INJEKTÁŽ VLHKÉHO ZDIVA: Technické informace a návrhy: Technické informace: Injektáž vlhkého zdiva [online]. Sanax chemical construction, © 2014-2023 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <https://www.sanax.cz/technicke-informace/injektaz-vlhkeho-zdiva>.
- [16] SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta, Stanislav VITÁSEK, Lucie BROŽOVÁ a Iveta STŘELCOVÁ. Oceňování staveb. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020. ISBN 978-80-01-06748-2.
- [17] O nás / Články / Jak na správnou montáž nopové fólie. *obalove-materialy*. [Online] TAVOBAL s.r.o., 11. 7 2019. [Citace: 29. 12 2022.] <https://www.obalove-materialy.cz/o-nas/clanky/jak-na-spravnou-montaz-nopove-folie>.
- [18] Domů / Nopová fólie: k čemu se používá a jak ji správně namontovat. *izomat*. [Online] IZOMAT stavebniny s.r.o. [Citace: 29. 12 2022.] <https://www.izomat.cz/nopova%7Cfolie%7Ck%7Ccemu%7Cse%7Cpouziva%7Ca%7Cjak%7Cji%7Cspravne%7Cnamontovat/>.
- [19] Nešporová, Kristina. Články / Materiály a konstrukce / Co je to nopová fólie? (montáž a použití). *drevostavitel*. [Online] Dřevostavitel.cz, 11. 7 2017. [Citace: 29. 12 2022.] <https://www.drevostavitel.cz/clanek/nopova-folie>.
- [20] Návod. *injektaz-zdiva-svepomoci*. [Online] TRUMF sanace s.r.o. [Citace: 29. 12 2022.] <https://www.injektaz-zdiva-svepomoci.cz/navod-k-injektazni-aplikaci/>.

[21] Úvod / Hydroizolační injektáže. *spsan*. [Online] SPSAN. [Citace: 30. 12 2022.] <https://www.spsan.cz/hydroizolacni-injektaze/>.

[22] divize WEBER, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s. / Sanace vlhkeho zdiva | sanace sklepa. *youtube*. [Online] divize WEBER, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s., 2. 6 2022. [Citace: 29. 12 2022.] <https://www.youtube.com/watch?v=l-KIbs0D8Bk>.

[23] Gelová rubová injektáž pro vytvoření plošné svislé hydroizolace z nepřístupné strany podúrovňového stavebního dílce, tzv. bezvýkopová hydroizolace či opona. *injektaz-zdiva-svepomoci*. [Online] TRUMF sanace s.r.o. [Citace: 29. 12 2022.] <https://www.injektaz-zdiva-svepomoci.cz/gelova-injektaz/>.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Půdorys 1PP .....	12
Obrázek 2 - Řez A-A.....	12
Obrázek 3 – Zdroje vlhkosti.....	13
Obrázek 4 - Vzduchové dutiny stěnové .....	22
Obrázek 5 - Zarážení desek.....	26
Obrázek 6 - Přívod vzduchu do provětrávané mezery .....	33
Obrázek 7 - Odvod vzduchu z provětrávané mezery .....	33
Obrázek 8 - Sanační omítka 1 .....	35
Obrázek 9 - Sanační omítka 2 .....	35
Obrázek 10 - Vějířové navrtání.....	37
Obrázek 11 - Plošná injektáž 1.....	38
Obrázek 12 - Plošná injektáž 2.....	38
Obrázek 13 - Rubová injektáž.....	41
Obrázek 14 - Varianta 0 - Pořizovací náklady .....	42
Obrázek 15 – Varianta 0 - Graf pořizovacích nákladů.....	42
Obrázek 16 - Varianta 1 - Pořizovací náklady .....	44
Obrázek 17 - Varianta 1 - Graf pořizovacích nákladů .....	44
Obrázek 18 - Varianta 2 - Pořizovací náklady .....	45
Obrázek 19 - Varianta 2 - Graf pořizovacích nákladů .....	45
Obrázek 20 - Ukázka rozboru položky plošné injektáže.....	47
Obrázek 21 - Varianta 3 - Pořizovací náklady .....	48
Obrázek 22 - Varianta 3 - Graf pořizovacích nákladů .....	48
Obrázek 23 - Varianta 4 - Pořizovací náklady .....	49
Obrázek 24 - Varianta 4 - Graf pořizovacích nákladů .....	49
Obrázek 25 - Varianta 4 - Poptávkový list.....	50
Obrázek 26 - Ukázka rozboru položky plošné rubové injektáže .....	51
Obrázek 27 – Graf pořizovacích nákladů – vyhodnocení .....	52
Obrázek 28 - Graf pořizovacích nákladů sanačních opatření za m <sup>2</sup> .....	54

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610.....	18
---	----



## SEZNAM ROVNIC

Rovnice 1 – Hmotnostní vlhkost (Zdroj: [4]).....	18
--	----



## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Položkový rozpočet – Varianta 0

Příloha 2: Položkový rozpočet – Varianta 1

Příloha 3: Položkový rozpočet – Varianta 2

Příloha 4: Položkový rozpočet – Varianta 3

Příloha 5: Položkový rozpočet – Varianta 4

Příloha 6: Cenová nabídka