

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Stavebně-technický průzkum bývalých kasáren  
v Kralovicích a návrh sanačních opatření

Technical Survey of Former Barracks in Kralovice  
and Design of Remediation Methods

Vedoucí práce: Ing. Aneta Libecajtová, Ph.D.

**Klára Netrvalová**

Praha 2022

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Netrvalová Jméno: Klára Osobní číslo: 484638  
Zadávací katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Pozemní stavby

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Stavebně technický průzkum bývalých kasáren v Kralovicích a návrh sanačních opatření

Název bakalářské práce anglicky: Technical Survey of Former Barracks in Kralovice and Design of Remediation Methods

#### Pokyny pro vypracování:

provedení stavebně technického průzkumu objektu,  
pořízení fotodokumentace stávajícího stavu,  
zpracování schematické výkresové dokumentace stávajícího stavu se zakreslením zjištěných vad a poruch,  
laboratorní průzkum vlhkosti a chemismu,  
analýza možných příčin zjištěných poruch,  
zhodnocení možných sanačních metod a návrh řešení vybraných poruch.

#### Seznam doporučené literatury:

Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí, Pume, Čermák a kol.  
Poruchy, degradace, rekonstrukce - skriptum - Jiří Witzany a kol.  
Poruchy a rekonstrukce zděných staveb - Jaroslav Solař  
Odvhlčování staveb, Michael Balík a kolektiv

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Aneta Libecajtová, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 14. 02. 2022

Termín odevzdání BP v IS KOS: 15.05.2022

*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Stavebně-technický průzkum bývalých kasáren v Kralovicích a návrh sanačních opatření“ vypracovala samostatně, za odborného vedení vedoucí bakalářské práce Ing. Anety Libecajtové, Ph.D., a že jsem veškeré podklady, ze kterých jsem při tvorbě práce čerpala, uvedla v seznamu použité literatury.

V Praze dne .....

.....

Klára Netrvalová

## **Poděkování**

V první řadě bych chtěla poděkovat mé vedoucí práce Ing. Anetě Libecajtové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, za věnovaný čas a pomoc při vypracování této bakalářské práce. Děkuji také paní Ivaně Loušové za umožnění provedení potřebných laboratorních testů a za její pomoc při vyhodnocení získaných výsledků. Dále děkuji městu Kralovice za umožnění přístupu do objektu, možnost odebrání potřebných vzorků a poskytnutí veškerých dostupných podkladů, bez čehož by tato práce nemohla vzniknout. V neposlední řadě děkuji své rodině za jejich podporu a pomoc během celého mého studia.



# Abstrakt

Předmětem bakalářské práce je vypracování stavebně-technického průzkumu budovy bývalých kasáren v Kralovicích, analýza poruch objektu a návrh možných sanačních opatření.

Součástí práce je vypracování zjednodušené výkresové dokumentace v digitální podobě. Při tvorbě se vycházelo z vypracovaného historického projektu doplněného doměřeními nejasností na místě. Bakalářská práce obsahuje zakreslení stávajícího stavu s vyznačenými poruchami, schématické zakreslení navrhovaných sanačních opatření a stavební úpravy.

Po vyhodnocení stavebně-technického průzkumu, podrobného laboratorního průzkumu vlhkosti a chemismu zdiva byly navrženy vhodné sanační metody. V závěru práce byly zvolené sanační metody schématicky zakresleny a podrobně popsán jejich postup provedení.

## Klíčová slova

- Stavebně-technický průzkum
- Degradace
- Rekonstrukce
- Poruchy
- Sanace
- Vlhkost
- Zdivo
- Železobeton

# Abstract

This bachelor thesis deals with a technical survey of historical building of former barracks in Kralovice, analysis of defects and failures and possible remediation methods.

A schematic drawing documentation in digital form processed based on a historical building documentation and in-situ measuring is part of this thesis. The bachelor thesis contains drawings of current state including detected defects and failures and remediation methods together with building's repairs.

Design of appropriate remediation methods was made based on the evaluation of technical and laboratory survey and "state of the art" overview. Realization processes of remediation methods are described in detail and drawn.

## Keywords

- Technical survey
- Degradation
- Redevelopment
- Failures
- Remediation
- Moisture
- Masonry
- Reinforced concrete

# Obsah

Úvod .....	9
<b>1. Základní informace o objektu.....</b>	<b>10</b>
1.1. Údaje o stavbě a popis území stavby .....	10
1.2. Stručný popis objektu .....	11
1.3. Historie objektu .....	13
1.4. Popis konstrukčního řešení .....	15
1.4.1. Základy .....	15
1.4.2. Svislé konstrukce.....	15
1.4.2.1. Svislé nosné konstrukce.....	15
1.4.2.2. Příčky .....	16
1.4.2.3. Komínová tělesa.....	17
1.4.3. Vodorovné nosné konstrukce.....	18
1.4.4. Krov a střecha .....	20
1.4.5. Podlahy, omítky, výplně otvorů, schodiště.....	23
1.4.5.1. Podlahy a podhledy .....	23
1.4.5.2. Fasáda, omítky a obklady .....	24
1.4.5.3. Výplně otvorů .....	27
1.4.5.4. Schodiště.....	29
<b>2. Popis stávajícího stavu a analýza možných příčin poruch .....</b>	<b>31</b>
2.1. Základy .....	37
2.2. Svislé konstrukce.....	38
2.2.1. Svislé nosné konstrukce .....	38
2.2.2. Příčky .....	40
2.2.3. Komínová tělesa .....	40
2.3. Vodorovné nosné konstrukce .....	41
2.4. Krov a střecha.....	43
2.5. Podlahy, omítky, výplně otvorů, schodiště .....	45
2.5.1. Podlahy a podhledy.....	45
2.5.2. Fasáda, omítky a obklady.....	46
2.5.3. Výplně otvorů.....	50
2.5.4. Schodiště.....	52
2.6. Shrnutí zjištěných nejzávažnějších poruch .....	52
<b>3. Laboratorní průzkum vlhkosti, chemismu zdiva a mikrobiologický průzkum.....</b>	<b>53</b>
3.1. Analýza vlhkosti destruktivní, gravimetrická metoda .....	53
3.1.1. Postup měření vlhkosti.....	53
3.1.2. Vyhodnocení vlhkosti .....	57
3.2. Analýza chemismu .....	58

3.2.1. Postup měření chemismu .....	58
3.2.2. Vyhodnocení chemismu.....	63
3.3. Analýza mikrobiologického průzkumu.....	64
3.3.1. Postup měření .....	64
3.3.2. Vyhodnocení mikrobiologického průzkumu.....	66
<b>4. Návrh sanačních opatření .....</b>	<b>70</b>
4.1. Ochrana staveb před zvýšenou vlhkostí a návrh sanace vlhkosti .....	72
4.1.1. Metody sanace vlhkého zdiva .....	72
4.1.1.1. Historické způsoby ochrany staveb před zvýšenou vlhkostí.....	73
4.1.1.2. Druhy vlhkosti a usazování solí .....	74
4.1.1.3. Přímé metody .....	76
4.1.1.4. Nepřímé metody.....	81
4.1.1.5. Sanační omítky a hydroizolační bezespáré stěrky a potěry .....	81
4.1.2. Sanace vlhkosti řešeného objektu.....	82
4.1.2.1. Fáze 1. ....	84
4.1.2.2. Fáze 2. ....	84
4.1.2.3. Fáze 3. ....	84
4.2. Porušování železobetonových konstrukcí a návrh sanačního řešení .....	91
4.2.1. Metody sanace železobetonových trámů.....	91
4.2.2. Sanace poškozených železobetonových trámů a stropů.....	94
4.2.2.1. Fáze 1. ....	95
4.2.2.2. Fáze 2. ....	95
4.2.2.3. Fáze 3. ....	96
<b>Závěr .....</b>	<b>97</b>
<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>98</b>
Tabulky .....	98
Rovnice .....	98
Obrázky .....	98
<b>Seznam použité literatury a programů .....</b>	<b>101</b>
Seznam použitých norem .....	101
Seznam použité literatury .....	102
Seznam použitých programů .....	103
<b>Seznam příloh .....</b>	<b>104</b>

## Úvod

Jelikož mou vášní a koníčkem je historie, průmyslové dědictví a oprava historických památek, byla volba mé bakalářské práce zcela jednoznačná. Návrhu sanací a stavebních úprav historických objektů se věnuji několik let. Fascinuje mne jejich genius loci, ráda vrátím těmto opuštěným a zchátralým budovám život a nového ducha.

V rámci bakalářské práce se zabývám stavebně-technickým průzkumem a návrhem sanačních opatření budovy bývalých kasáren v Kralovicích. Objekt se nachází v prostoru bývalých kasáren ve městě Kralovice a jeho stavba byla dokončena za první republiky v roce 1929. Byl vybudován jako součást tehdy nového kasárního komplexu. Budova sloužila pro potřeby kasáren až do roku 1993. V průběhu let, i když není přesně známo kdy, došlo k rozšíření objektu, úpravě jeho vnitřní dispozice a k provedení několika nešetrných zásahů.

V současnosti budovu využívá město Kralovice jako technické zázemí města. Suterén je zcela nevyužíván a ve špatném technickém stavu.

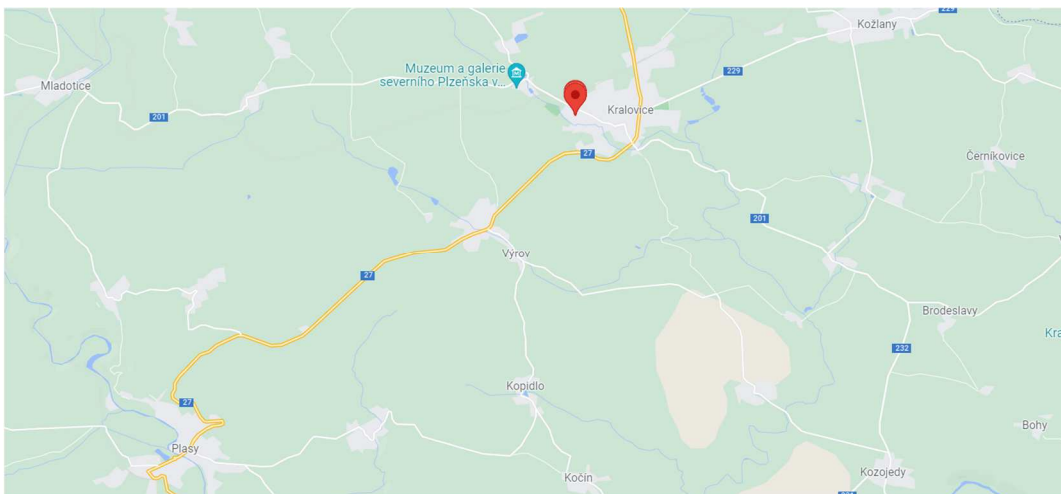
Cílem bakalářské práce je zakres stávajícího stavu s vyznačením poruch, fotografická dokumentace, vypracování stavebně-technického průzkumu objektu, analýza poruch konstrukcí, vyhodnocení jejich příčin a návrh jejich odstranění pomocí sanačních metod. Pro správné zvolení sanačních metod bude podrobně zpracován laboratorní průzkum vlhkosti, chemismu a analýza mikrobiologického napadení na nejvíce zasažených částech objektu a bude provedena rešerše možných sanačních metod, jejich výhody a omezení.

## 1. Základní informace o objektu

### 1.1. Údaje o stavbě a popis území stavby

Řešený objekt stojí v rozsáhlém areálu bývalých kasáren, nacházejících se ve městě Kralovice v severní části okresu Plzeň-sever, jedenáct kilometrů severovýchodním směrem od města Plasy (Obrázek 1). Jedná se o samostatně stojící stavbu občanské vybavenosti nacházející se na parcele číslo st.535 katastrálního území Kralovice u Rakovníka [672645] o výměře 533 m<sup>2</sup> (Obrázek 2). Objekt je ve vlastnictví města Kralovice. Okolí tvoří převážně technické stavby a budovy v této chvíli nevyužívané a postupně chátrající.

Budova leží v blízkosti Kralovického potoka, a však není v ochranném pásmu vodního zdroje, nenachází se v poddolované ani povodňové oblasti či na seismicky aktivním území. Nejedná se o kulturní památku.



Obrázek 1: Mapa s vyznačeným umístěním města [1]



Obrázek 2: Satelitní mapa s vyznačeným objektem [2]

## 1.2. Stručný popis objektu

Jedná se o objekt členitého půdorysu o rozměru cca 24,95 x 14,6 m. Stavba má dvě nadzemní podlaží a jedno podzemní, které je pouze částečně zapuštěné pod úroveň terénu. Budova byla původně postavena s bočními křídly a hlavní středovou věží. V průběhu let se tvar objektu lehce změnil. Došlo k rozšíření objektu mezi bočními křídly a hlavní středovou věží. Datování této dostavby není známo. Konstrukčně se jedná převážně o podélný stěnový systém s tuhými stropy. Hlavní schodiště je kamenné a vedlejší železobetonové. Svislou nosnou konstrukci domu tvoří zdivo z plných pálených cihel. Stropní konstrukce jsou železobetonové trámové stropy o různých tloušťkách. Střecha je provedena z valbových a plochých střech. Konstrukce krovu je klasická dřevěná stojatá stolice, složená z vazných trámů, sloupků, vzpěr, krokví, klestín a pásků. Na střešní krytinu šikmých střech je použita Česká šablona z eternitu skládaná na dřevěné bednění. Sklon šikmé střechy je 32,5°. Plochá střecha o 2 % sklonu je tvořena pomocí asfaltových pásů.

V roce 1929 byla budova postavena za účelem využití jako kasární objekt. V současnosti se používá, jako technické zázemí města Kralovice. Objekt však postupně chátrá (Obrázek 1-6).



Obrázek 3: Pohled na čelní stranu objektu – východní fasáda





*Obrázek 4: Pohled na zadní stranu objektu – západní fasáda*



*Obrázek 5: Pohled na severní fasádu objektu*



*Obrázek 6: Pohled na jižní fasádu objektu*



### 1.3. Historie objektu

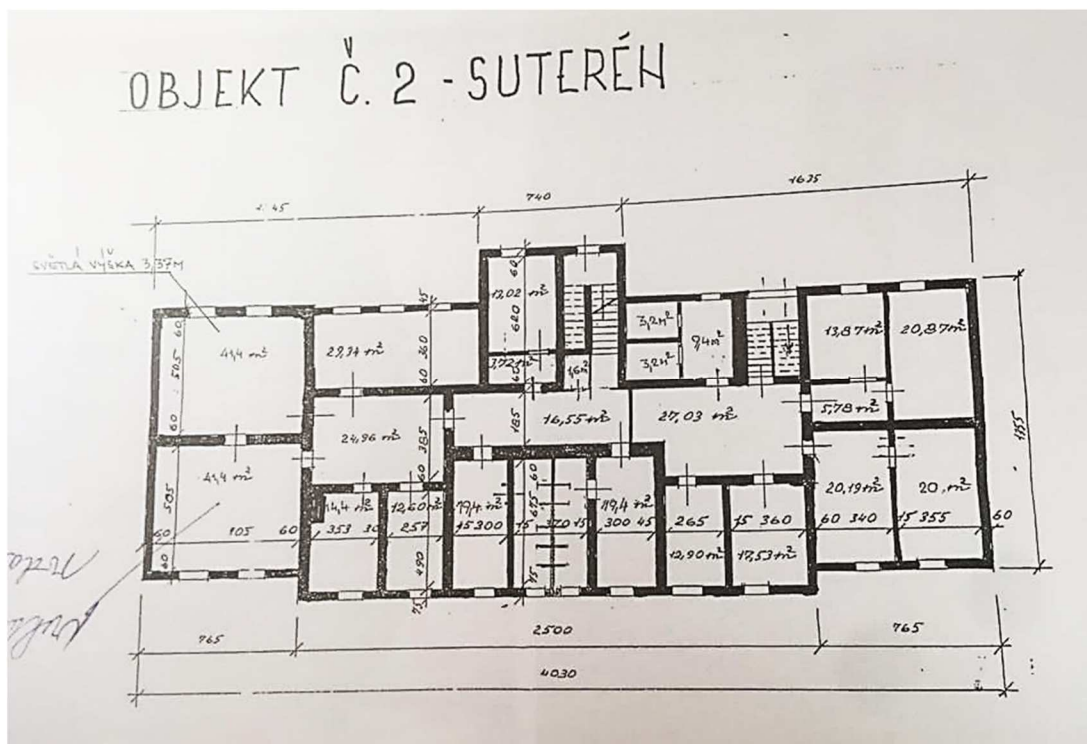
Historie objektu byla sepsána na základě získaných informací od zaměstnanců městského úřadu Kralovice. Byl vystavěn za první republiky v roce 1929 (Obrázek 8–9). Byl vybudován jako součást tehdy nového kasárního komplexu (Obrázek 7). Tento komplex sloužil jako základna pro posádku II. polního praporu pěšího pluku 35. Stavba tehdy měla odlišný vzhled, tvar a dispozici, než je tomu dnes. V průběhu let, i když není přesně známo kdy, došlo k rozšíření objektu mezi bočními křídly a hlavní středovou věží.

Objekt postupně prošel i dalšími změnami, a to převážně v době komunistického režimu. Jelikož v roce 1960 zde sídlila 185. protiletadlová raketová brigáda. Většina původních oken byla nahrazena za tehdy okna nová, která neodpovídala vzhledem ani členěním původním historickým oknům. Některá okna byla nahrazena luxferami a některá byla naopak zazděna. V průběhu let byla budova provozně rozdělena na dvě části. Za tímto účelem bylo vytvořeno druhé venkovní a vnitřní pomocné schodiště a v této návaznosti došlo k úpravě vnitřní dispozice objektu. Budova sloužila pro potřeby kasáren až do roku 1993. V tomto roce byly kasárny v Kralovicích zrušeny a celý kasární komplex včetně námi řešené budovy přestal po více jak šedesát čtyři letech sloužit svému původnímu účelu. Následně po dobu několika let začal být objekt využíván jako prostory pro místní jídelnu. V současnosti budovu využívá město Kralovice jako technické zázemí města. V prostorách jsou skladovány potřebné drobné materiály a přístroje pro běžnou údržbu. Zároveň je část prvního patra pronajata jako truhlářská a zámečnická dílna. Suterén je v současné době zcela nevyužíván a je ve špatném technickém stavu. V podkroví budovy se nachází nefunkční rozvody vzduchotechniky.

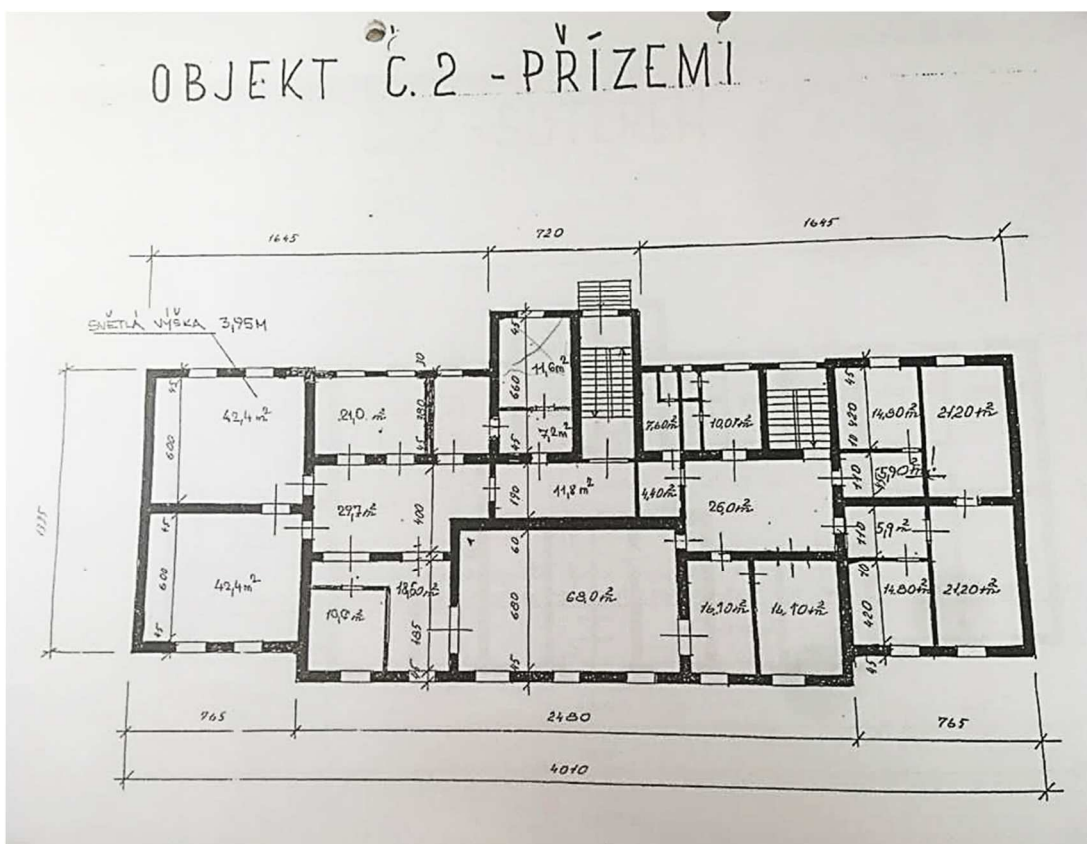
Nyní je připravovaná rozsáhlá rekonstrukce objektu. V budoucnu by budova měla sloužit jako Dům dětí a mládeže města Kralovice a prostory pro příležitostní výstavy a vernisáže.



Obrázek 7: Historická fotografie z roku 1929 [zdroj archiv]



Obrázek 8: Půdorys I.PP (původní dokumentace) [zdroj archiv]



Obrázek 9: Půdorys I.NP (původní dokumentace) [zdroj archiv]

## **1.4. Popis konstrukčního řešení**

### **1.4.1. Základy**

Kopané sondy za účelem odhalení materiálu, kvality a velikosti základů nebyly provedené. Objekt je v celé ploše podsklepený a podlaha 1.PP podlaží se nachází cca 1,15 m pod úrovní okolního terénu.

Dle stáří objektu předpokládám, že základy budovy budou provedeny z kombinace prostého betonu a kamene. Objekt je s největší pravděpodobností založen na základových pasech, k tomuto úsudku docházím z konstrukčního řešení objektu a doby jeho vzniku.

### **1.4.2. Svislé konstrukce**

#### **1.4.2.1. Svislé nosné konstrukce**

V podzemním podlaží jsou obvodové a vnitřní nosné stěny vyzděné z cihel plných pálených, na maltu vápenocementovou (Obrázek 10). V místech opadané omítky bylo snadné identifikovat typ zdiva. Obvodové stěny mají tloušťku 600 mm a vnitřní nosné středové stěny jsou tloušťky 450 a 300 mm.

Suterénní zdivo je značně porušené a velmi degradované. Jeho největší poruchy jsou zaznamenány na jižní straně objektu, kde je zdivo nesoudržné a dochází k jeho odpadání ve značné tloušťce.

V nadzemním podlaží jsou nosné stěnové konstrukce, též z cihel plných pálených. Obvodové stěny v nadzemním podlaží mají tloušťku 450 mm. Nosná středová zeď procházející objektem podélně je tloušťky 660 mm. Ostatní vnitřní nosné stěny v 1.NP jsou tloušťky 450 a 300 mm.

V podkroví jsou obvodové zdi tloušťky 450 mm. Zdivo je rovněž cihelné.



Obrázek 10: Odhalené suterénní zdivo

### 1.4.2.2. Příčky

Příčky objektu jsou převážně z cihel plných pálených zděných na vápenocementovou maltu. V suterénu se nachází nepůvodní příčky z cihel děrovaných o tloušťce 200 a 150 mm. V přízemí jsou původní příčky tloušťky 150 mm. Některé příčky jsou pouze poloviční a zavěšené ze stropu, proto předpokládám, že jsou tvořeny pravděpodobně pomocí dřevěné konstrukce, nebo založené na I profilu (Obrázek 11–12). Dvě příčky jsou vyzděny z luxfer o tloušťce 80 mm (Obrázek 13).



Obrázek 11: Poloviční příčka – čelní pohled



Obrázek 12: Poloviční příčka





Obrázek 13: Pohled na příčku z luxfer

### 1.4.2.3. Komínová tělesa

V objektu se nachází celkem sedm komínových těles (Obrázek 16). Komínová tělesa jsou vyzděná z jednovrstvého cihelného zdiva z cihel plných pálených. Komíny jsou založeny v suterénu objektu a ústí nad střešní plášť budovy (Obrázek 15). Většina komínových těles je součástí nosných středových stěn (Obrázek 14).



Obrázek 14: Pohled na odvětrávací těleso v půdním prostoru



Obrázek 15: Komínové těleso v interiéru

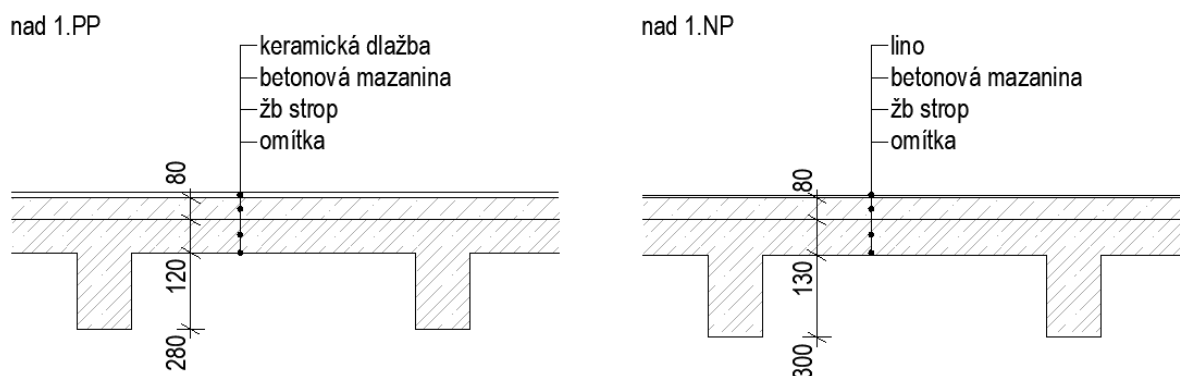


Obrázek 16: Pohled na komínové a odvětrávací tělesa

### 1.4.3. Vodorovné nosné konstrukce

Stávající stropní konstrukce tvoří železobetonové monolitické trémové stropy. ŽB desky mají v každém patře rozdílnou tloušťku (Obrázek 17).

Strop nad 1.PP má tloušťku 120 mm a maximální rozpětí 6,80 m. Trámky mají průměrnou výšku 280 mm a šířku 150 mm (Obrázek 18). Stropy nad 1.NP mají tloušťku 130 mm a maximální rozpětí 6,75 m. Trámky mají průměrnou výšku 300 mm a šířku 145 mm. Železobetonové desky jsou přibetonované betonovou mazaninou. V rámci průzkumu nosných konstrukcí objektu byla provedena průzkumná sonda stropem nad 1.PP (Obrázek 19). Proměřením jednotlivých vrstev v sondě bylo zjištěno, že tloušťka betonové mazaniny je cca 80 mm. Předpokládám, že tloušťka betonové mazaniny bude shodná i v ostatních skladbách podlahových konstrukcí budovy.



Obrázek 17: Skladby stropních konstrukcí – trémové stropy



Obrázek 18: Železobetonové monolitické trámové stropy (strop nad 1.PP)



Obrázek 19: Sonda stropu nad 1.PP

V místě historického rozšíření objektu mezi bočními křídly a hlavní středovou věží se tento typ trámových stropů ani v jednom patře nenachází. Důvodem tohoto provedení bylo období jeho výstavby. Přilehlé prostory byly vystavěny později jako součást dodatečného rozšíření objektu. Proto nad nimi nejsou trámové stropy, avšak železobetonové stropy monolitické pnuté jedním směrem. Průřez stropů je 250 mm a jejich maximální rozpon je 3,775 m (Obrázek 20).



Obrázek 20: Železobetonové monolitické jedním směrem pnuté stropy (strop nad 1.NP)



#### 1.4.4. Krov a střecha

Konstrukci krovu objektu tvoří původní dřevěná vaznicová soustava stojatá stolice o rozpětí 9,30 m, 7,20 m a 6,15 m. Vzdálenost mezi plnými vazbami je cca 4,46 m. Mezi nimi jsou rozmístěny 3–4 jalové vazby s rozestupy do 1,15 m.

Plné vazby jsou složeny (Obrázek 23) z vazných trámů 180/280 mm, do kterých jsou začepované dva sloupky o rozměrech 160/160 mm. Pozednice krovu mají průřez 160/100 mm. Plná vazba je ztužena v příčném směru pomocí vzpěr 160/160 mm, horních kleštín o rozměrech 80/160 mm a spodních kleštín 80/160 mm, ležících na pozednicích. V podélném směru je zajištěné ztužení pomocí pásků 100/100 mm, které zároveň pomáhají sloupkům podepírat a přenášet zatížení z vaznic (Obrázek 21). Na vaznicích 180/180 mm jsou uloženy krokve pomocí osedlání. Ve vrcholu se krokve 120/160 mm podepírají vzájemně, a to pomocí ostříhu a v patě jsou uloženy osedláním na pozednice s přesahem 650 mm.

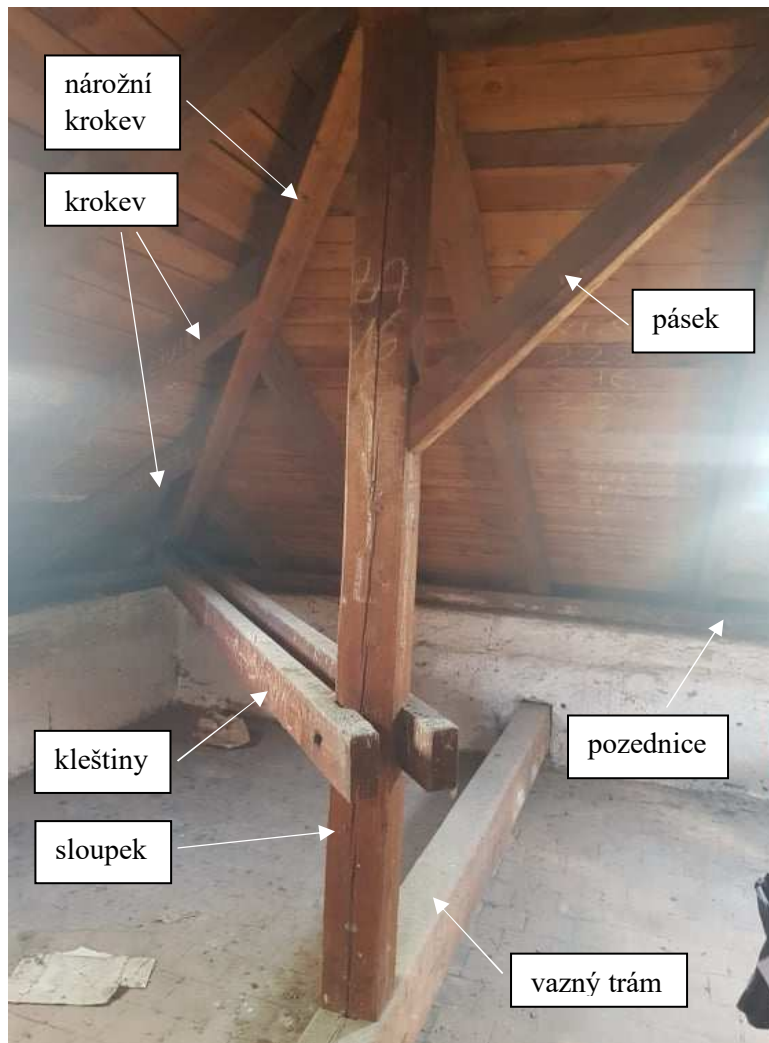


Obrázek 21: Pohled na plnou vazbu krovu

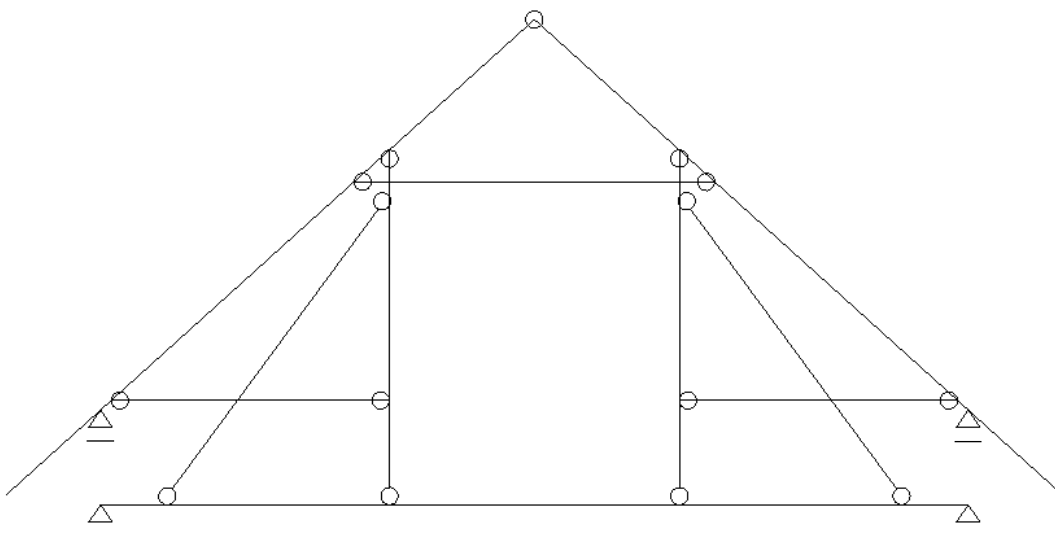
V jalové vazbě jsou krokve podepírány shodným způsobem jako ve vazbě plné. Mají i totožný přesah ve spodní části krokví, i jejich průřez.



Jelikož tvar střechy je členitý, krovová soustava obsahuje i nárožní a úžlabní prvky. Nároží je vyřešené pomocí nárožní krokve, do které jsou střídavě začepovány krokve okolní (Obrázek 22). Nárožní krokev má totožný průřez, jako krokve běžná. Nárožní krokev je stažená se sloupkem pomocí spodních kleštín. Okolní krokve jsou shodným způsobem začepované i do úžlabní krokve.



Obrázek 22: Pohled na krovovou konstrukci podepírající nároží střechy



Obrázek 23: Statické schéma krovu – plná vazba

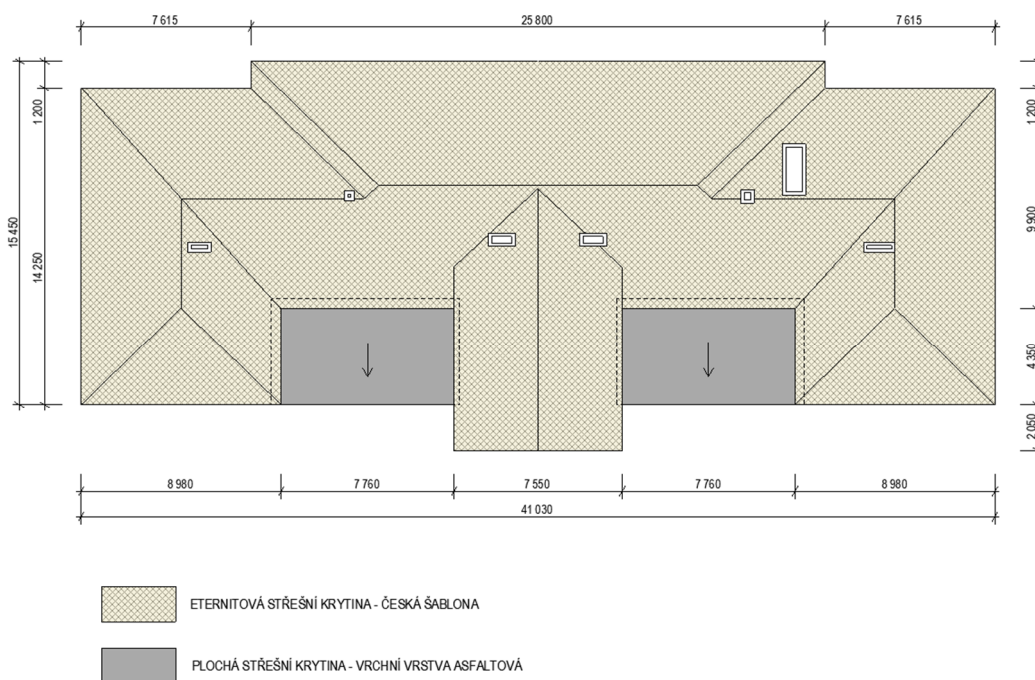


Obrázek 24: Pohled na krovovou konstrukci podepírající valbové ukončení bočního křídla objektu

Střešní krytinu šikmé střechy, tvoří Česká šablona z eternitu. Šablony jsou skládány na dřevěném bednění (Obrázek 25).

Sklon na většině šikmé střechy je  $32,56^\circ$ , pouze nad hlavní středovou věží je  $28,62^\circ$ .

Střecha nacházející se nad dodatečně dostavenými částmi objektu je plochá (Obrázek 25). Její sklon je velmi malý cca 2 % a tloušťka tepelné izolace naprosto minimální. Vrchní vrstva střešní skladby je vytvořena pomocí natavených asfaltových pásů.



Obrázek 25: Půdorys střechy s rozlišenými druhy střešní krytiny

## 1.4.5. Podlahy, omítky, výplně otvorů, schodiště

### 1.4.5.1. Podlahy a podhledy

Většina podlah v 1.PP je zhotovena převážně z betonové mazaniny bez dalších povrchových úprav (Obrázek 27). V několika málo místnostech se nachází na podlaze staré rozpadlé lino (Obrázek 26). Místnosti původního sociálního zařízení jsou obloženy keramickou dlažbou.

Podlahy v 1.NP. jsou provedeny rovněž z betonové mazaniny a jsou obloženy keramickou dlažbou (Obrázek 28).



Obrázek 26: Lino na podlaze v suterénu



Obrázek 27: Betonová mazanina na podlaze v 1.PP



Obrázek 28: Keramická dlažba v 1.NP

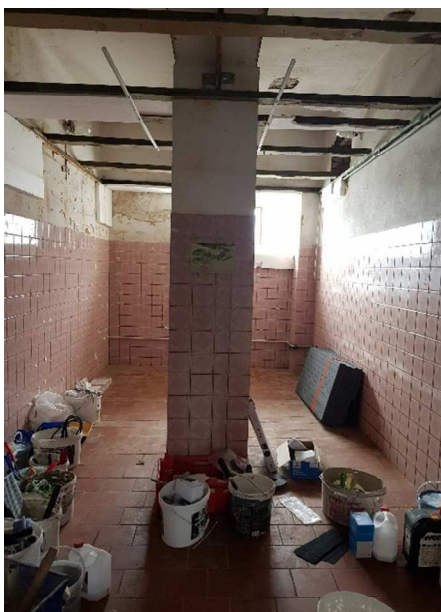


Obrázek 29: Půdovky v půdních prostorech



V půdních prostorech tvoří nášlapnou vrstvu klasické keramické půdovky, které jsou kladeny do škvárového zásypu, tak jak je tomu běžné u budov z této doby (Obrázek 29).

V několika místnostech v 1.PP jsou patrné pozůstatky po bývalých podhledech (Obrázek 30). Ve třech místnostech, jsou stále viditelné kusy tepelné izolace nalepené na stropy nad 1.PP (Obrázek 31). Tento pokus o zateplení podlahy v 1.NP skončil neúspěšně (viz. kapitola 2.5.1. Podlahy a podhledy).



Obrázek 30: Konstrukce bývalého podhledu - 1.PP



Obrázek 31: Pozůstatky nalepené tepelné izolace

### 1.4.5.2. Fasáda, omítky a obklady

Fasáda objektu je členěna nikami, pilastry, šambránami a vodorovnými římsami, které probíhají po celém jeho obvodu. V bočních křídlech okolo oken probíhají jednoduché šambrány. Na hlavní středové věži budovy je fasáda členěna nejvíce. Plasticita je docílena pomocí vodorovných říms, nik a pilastrů (Obrázek 32). Jejím vrcholu dominují původní hodiny. Na bočních stranách budovy je fasádní plocha členěna střídmě. Plocha je rozbita pomocí říms a třech pilastrů (Obrázek 34). Na zadní straně budovy se nachází tři římsy a pilastry, které jsou pouze mezi okny a nad nimi.

Přechod mezi zdívkem větší tloušťky v suterénu (600 mm) a zdívkem nadzemní části objektu (450 mm) je, s výjimkou hlavního křídla budovy, vyřešen pomocí oplechované vodorovné římsy (Obrázek 33). Fasádní omítka je brizolitová škrábaná.



Obrázek 32: Celkový pohled na čelní fasádu



Obrázek 33: Detail soklu



Obrázek 34: Pohled na probíhající římsy a pilastry

Vnitřní omítky v suterénu jsou vápenocementové a jsou většinou natřené barevným omyvatelným emailovým nátěrem (Obrázek 36–37).

Vnitřní omítky v 1.NP jsou převážně vápenocementové a natřené bílou barvou.

V mnoha místnostech v 1. PP a 1.NP se na zdech, nachází maloformátové keramické obklady (Obrázek 35) výšky 1,5 m až 2,0 m (viz Příloha 1.). V suterénu tyto obklady jsou nalepeny do čtyřiceti milimetrové cementové malty, které zcela zabraňuje zdivu dýchat. V 1.NP jsou obklady nalepeny na běžné cementové lepidlo





*Obrázek 35: Obklad v místnostech určených pro sociální zařízení*



*Obrázek 36: Stěny s omyvatelným nátěrem –  
technická místnost*



*Obrázek 37: Stěny s omyvatelným nátěrem –  
suterénní chodba*

### 1.4.5.3. Výplně otvorů

Z původních historických dřevěných oken se dochovala pouze dvě, a to na hlavní středové věži objektu v horní části, o rozměrech 1500/750 mm (Obrázek 38). V šedesátých letech byla veškerá ostatní původní okna vybourána a nahrazena okny dřevěnými špaletovými, odlišného vzhledu. Po revoluci město vyměnilo některá okna za plastová, která též neodpovídala originálnímu vzhledu (Obrázek 40). Okna na hlavním schodišti byla nahrazena luxfery (Obrázek 41). Suterénní okénka byla v průběhu let buď zazděna, nahrazena luxferami nebo vybourána (Obrázek 40). Otvory bez výplně jsou dodatečně zabetonované, z důvodu zabránění vniknutí neoprávněným osobám do budovy. Zabetonování však nebylo důkladné ani vodě vzdorné a opakovaně docházelo a stále dochází k zatékání do objektu (Obrázek 39).



Obrázek 38: Poslední původní dochovaná okna v objektu



Obrázek 39: Zabetonované suterénní okno



Obrázek 40: Pohled na přední stranu objektu – stávající stav oken



Obrázek 41: Původní okna nahrazená luxferami



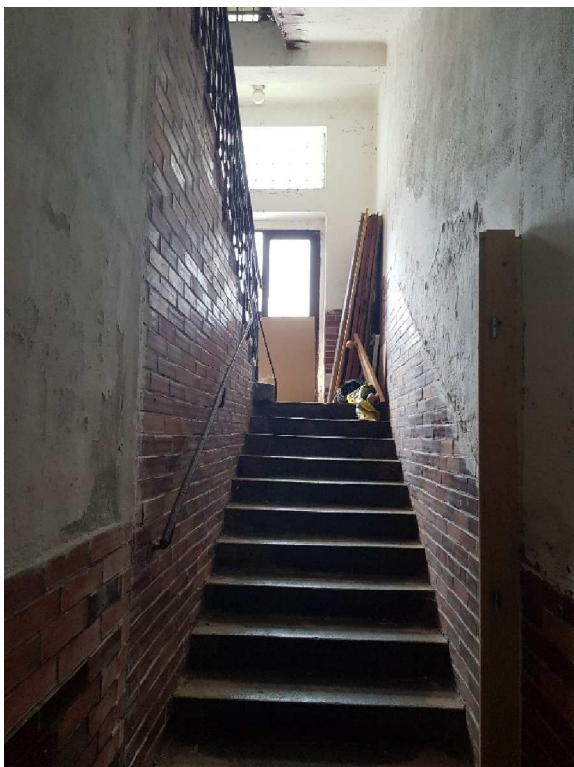
Obrázek 42: Zazděné vnitřní otvory pomocí dřevotřísky

Vnitřní otvory v 1. N.P. o rozměrech 1500/3350 mm, jsou z důvodu předělení dispozice zabetonována pomocí dřevotřískových desek (Obrázek 42).

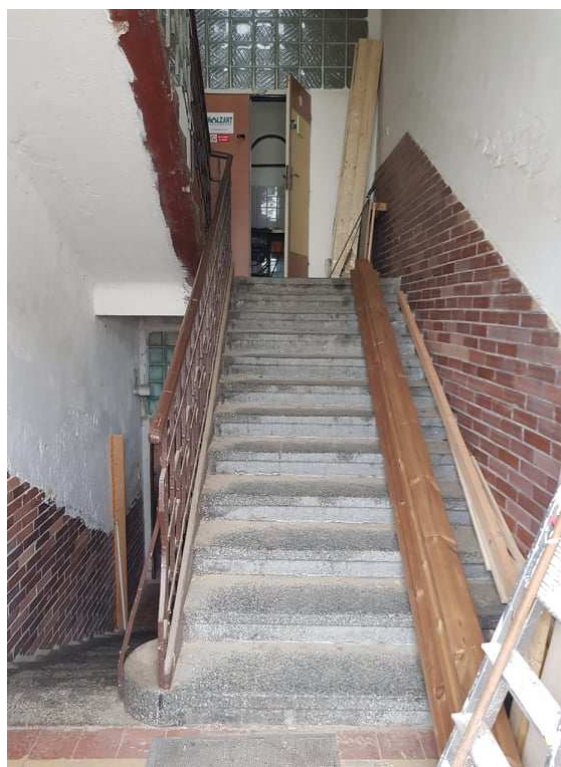


#### 1.4.5.4. Schodiště

V objektu jsou vystavěna dvě vnitřní schodiště. Historicky původní a zároveň hlavní schodiště se nachází v hlavní středové věži budovy, od suterénu až po půdu. Schodišťová ramena do suterénu a do 1.NP objektu jsou podezděná a prostor pod rameny je zasypaný (Obrázek 43). Schodišťová ramena do podkroví jsou provedena pomocí visutých kamenných stupňů (Obrázek 44). Žulové schodišťové kamenné bloky jsou vetknuty pouze do obvodových stěny a jsou vzájemně spojeny zámekem. Mezi rameny vzniká zrcátko v šíři cca. 150 mm. Šířka schodišťových ramen se pohybuje od 800–900 mm. Stěny schodišťového prostoru jsou obloženy maloformátovým obkladem do výšky 1,2 m. Zábradlí je kovové doplněné dřevěným madlem.



Obrázek 43: Schodiště do 1.PP v hlavním křídle



Obrázek 44: Pohled na schodiště do 1.NP a podkroví

Druhé vnitřní schodiště se nachází na jižní straně objektu. Jedno schodišťové rameno vede do suterénu a druhé do 1.NP (Obrázek 45). Obě ramena jsou podezděná a prostor pod rameny je zasypaný. Schodišťové stupně jsou z železobetonu, obloženy pomocí maloformátové teraco dlažby. Zábradlí je celokovové.

Obě vnitřní schodiště navazují, v úrovni -1,755 m od +/- 0,000m, pomocí mezipodest na venkovní schodiště. Venkovní schodiště jsou kombinace železobetonu a teraco schodů (Obrázek 46). Výškový rozdíl vzniklý mezi mezipodestami a okolním terénem je překonán pomocí čtyř schodů o průměrných rozměrech 300/162 mm.



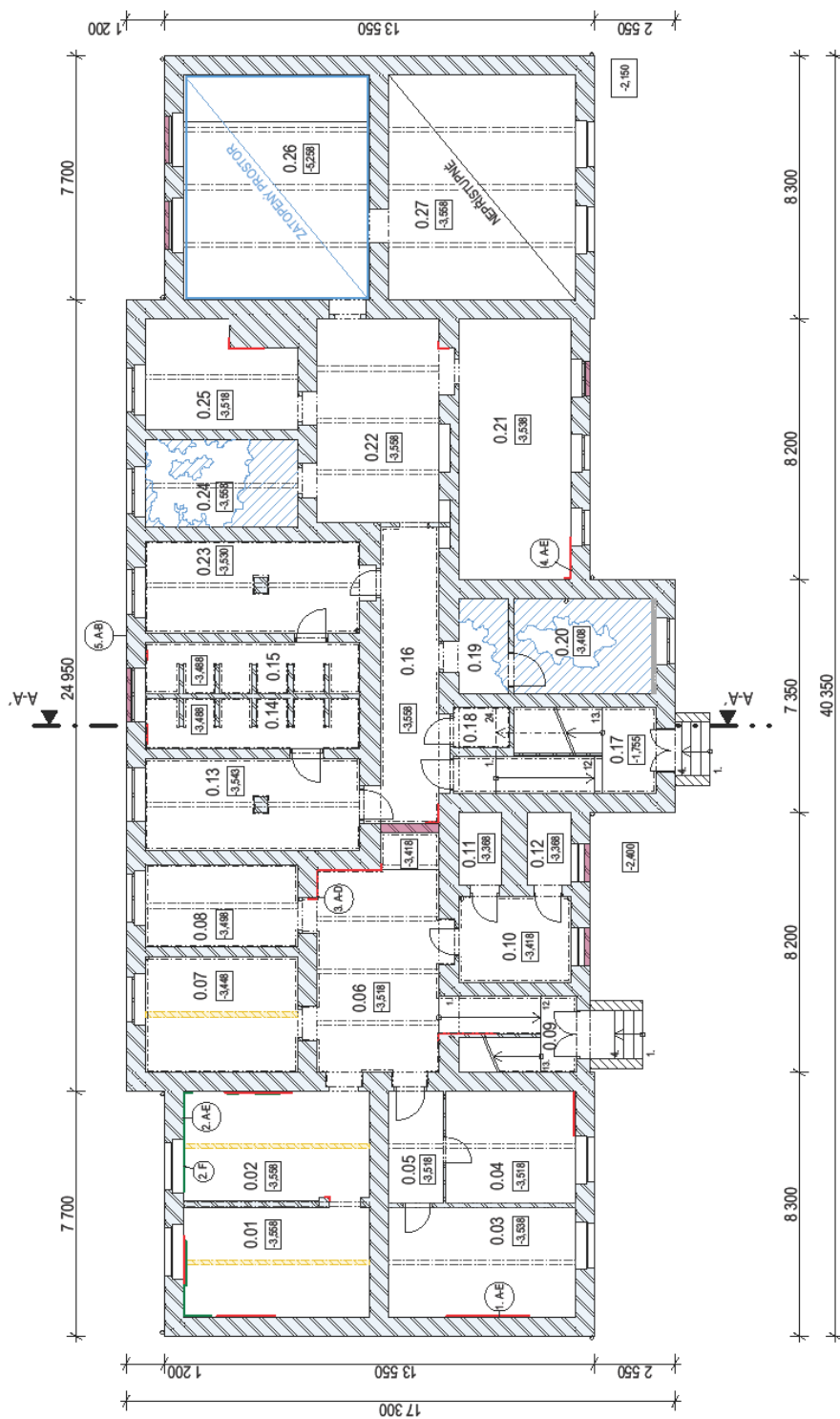
Obrázek 45: Schodiště v jižní části objektu



Obrázek 46: Venkovní schodiště

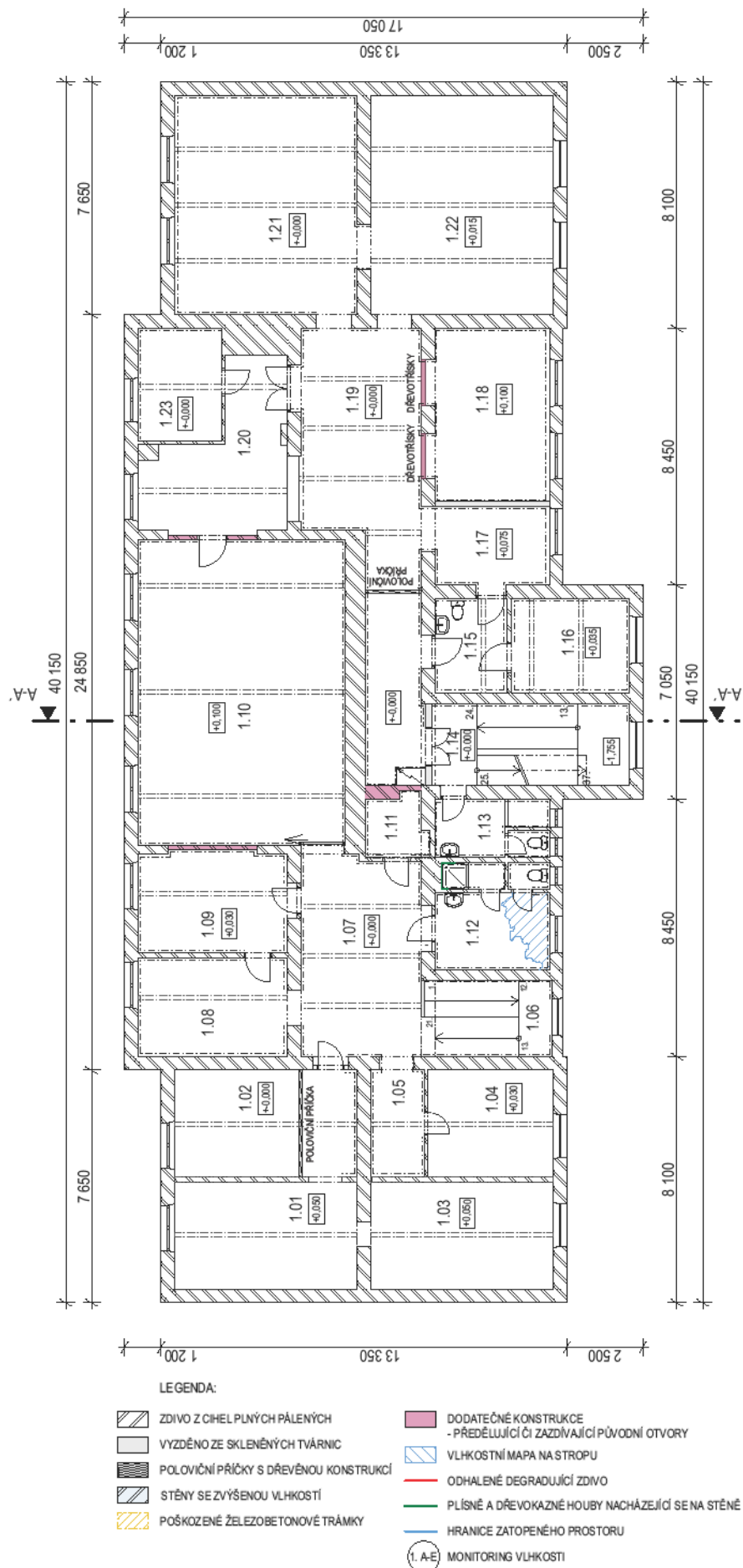
## 2. Popis stávajícího stavu a analýza možných příčin poruch

Budova se nachází v havarijním stavu v důsledku dlouhodobého zanedbávání nezbytně nutné údržby a nešetných přestaveb, které proběhly v minulosti (Obrázek 47–52).



Obrázek 47: Půdorys 1.PP – zakreslené poruchy

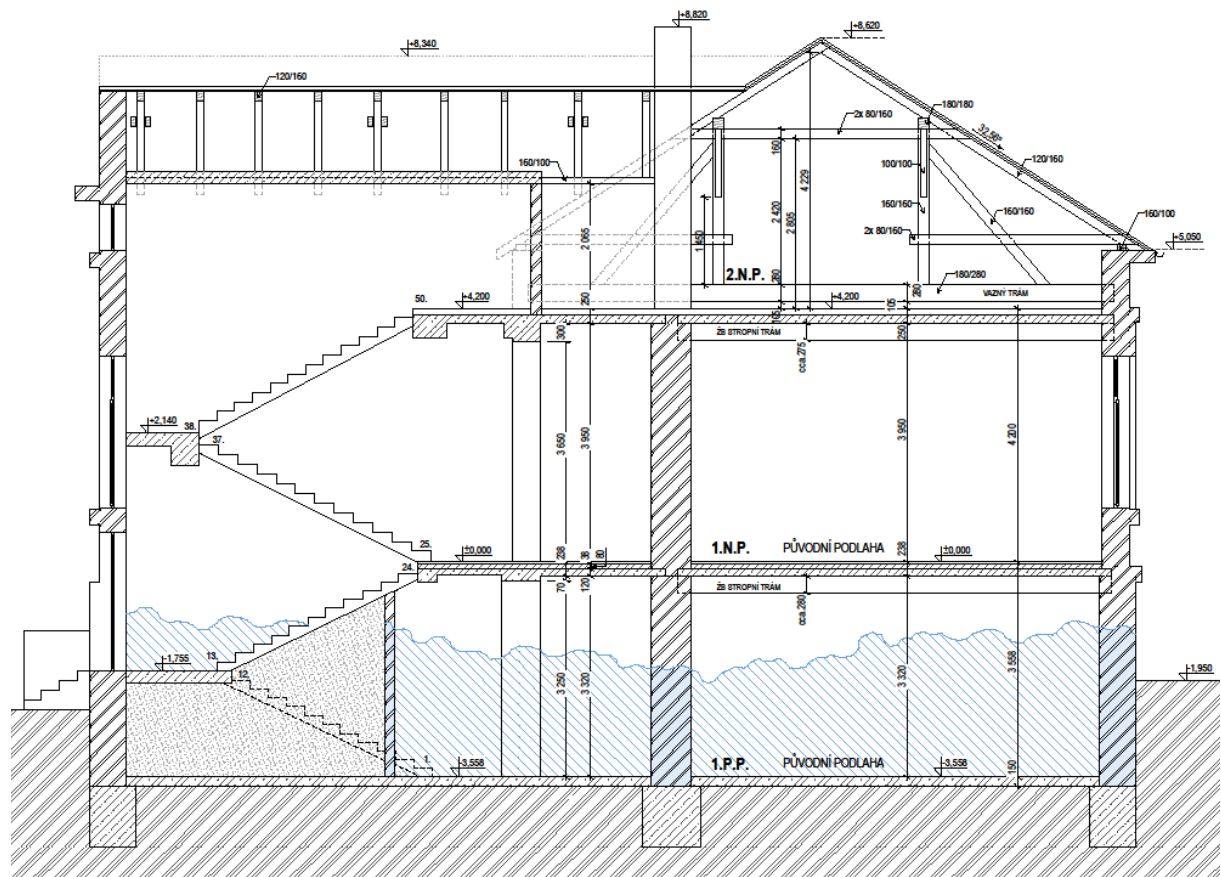
Stavebně-technický průzkum bývalých kasáren v Kralovicích a návrh sanačních opatření  
2. Popis stávajícího stavu a analýza možných příčin poruch



Obrázek 48: Půdorys 1.NP – zakreslené poruchy



Stavebně-technický průzkum bývalých kasáren v Kralovicích a návrh sanačních opatření  
2. Popis stávajícího stavu a analýza možných příčin poruch



**LEGENDA:**

-  ZDIVO Z CIHEL PLNÝCH PÁLENÝCH
-  BETON VYZTUŽENÝ
-  BETON PROSTÝ
-  STĚNY SE ZVÝŠENOU VLHKOSTÍ
-  PŮVODNÍ ROSTLÝ TERÉN
-  VLHKOSTNÍ MAPA NA STĚNÁCH
-  OBRYS HLAVNÍ VĚŽE

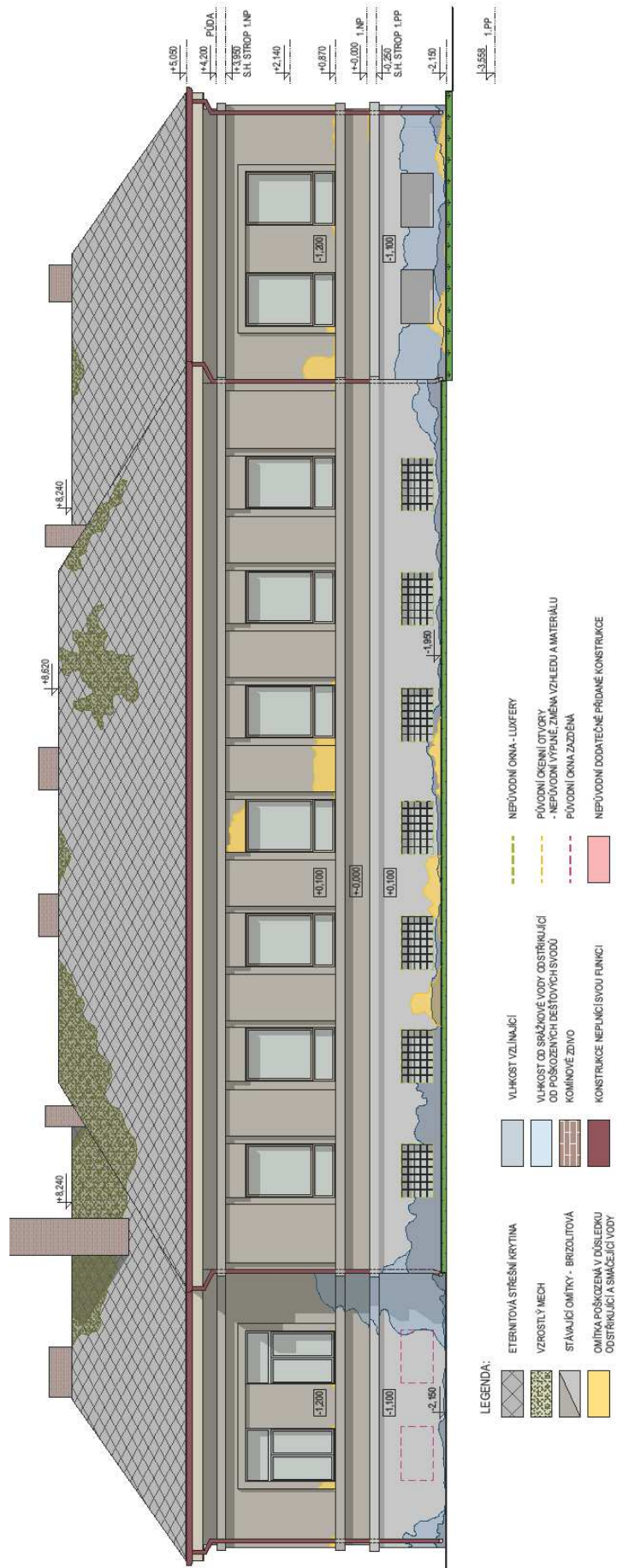
Obrázek 49: Řez A-A'

Stavebně-technický průzkum bývalých kasáren v Kralovicích a návrh sanačních opatření  
 2. Popis stávajícího stavu a analýza možných příčin poruch



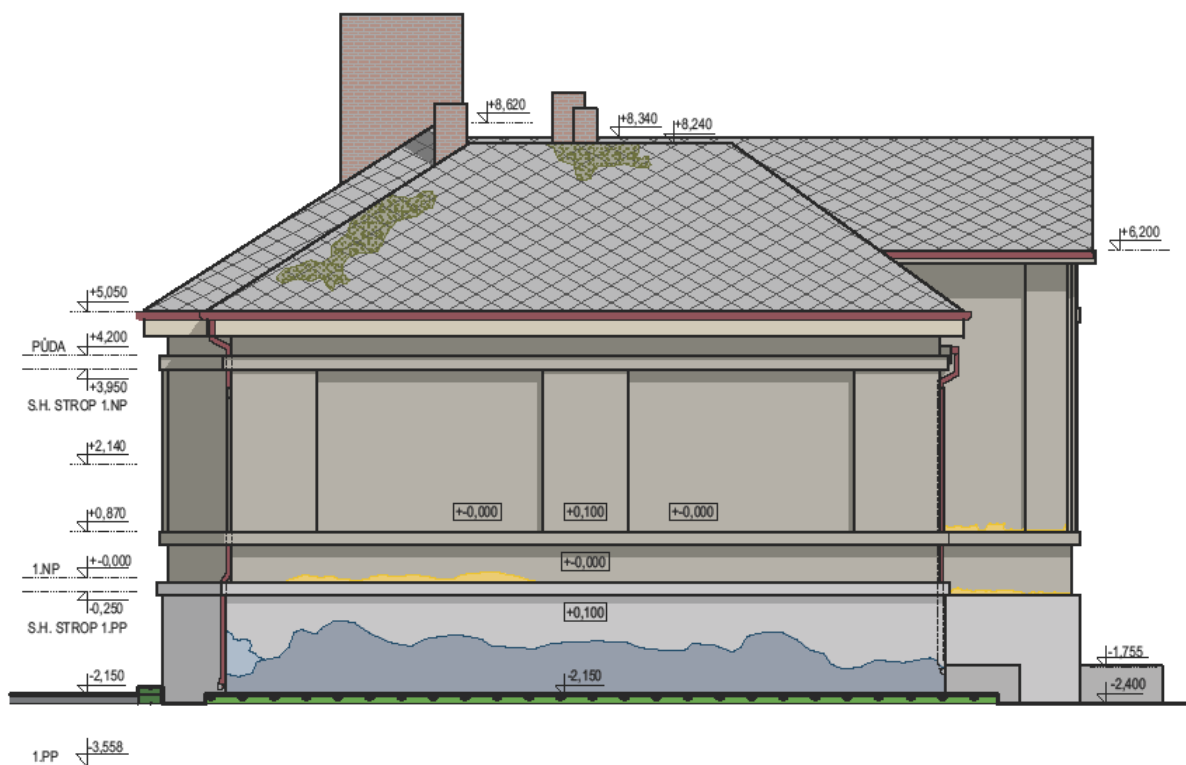
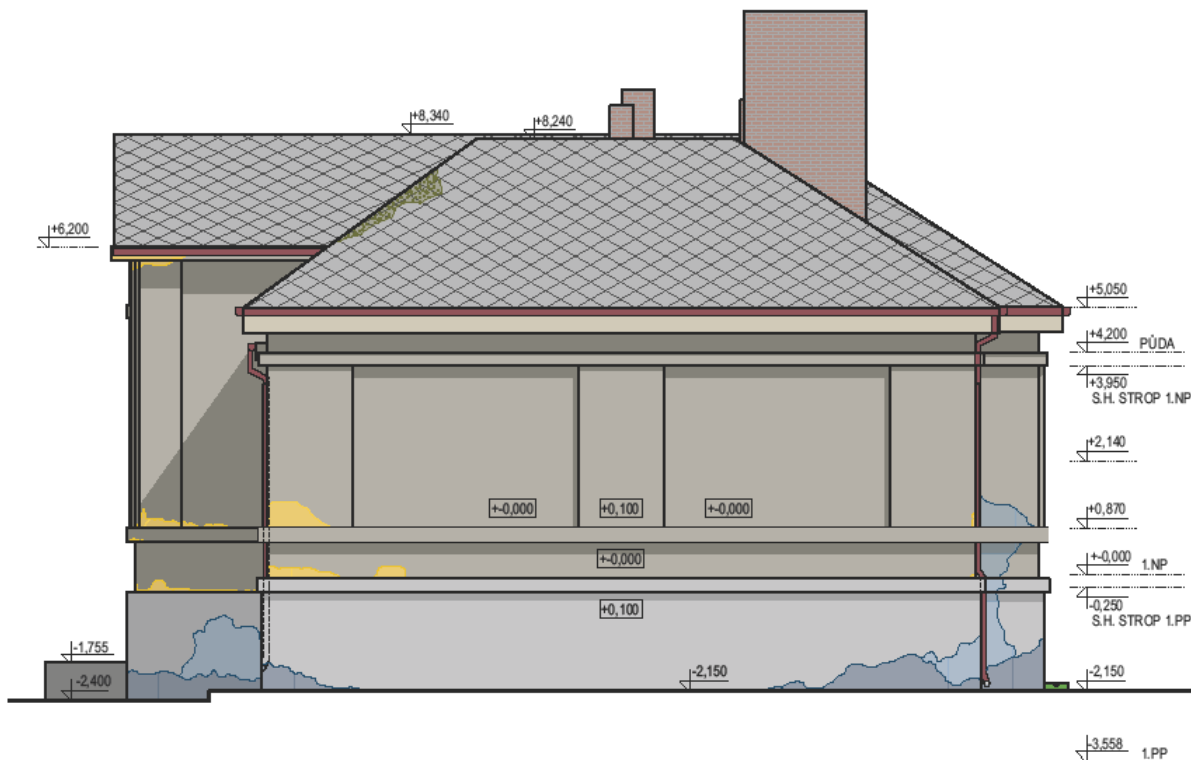
Obrázek 50: Pohled východní – Stávající stav

Stavebně-technický průzkum bývalých kasáren v Kralovicích a návrh sanačních opatření  
2. Popis stávajícího stavu a analýza možných příčin poruch



Obrázek 51: Pohled západní – Stávající stav

Stavebně-technický průzkum bývalých kasáren v Kralovicích a návrh sanačních opatření  
2. Popis stávajícího stavu a analýza možných příčin poruch



LEGENDA:

	ETERINITOVÁ STŘEŠNÍ KRYTINA		KOMÍNOVÉ ZDIVO
	VZROSTLÝ MECH		KONSTRUKCE NEPLNÍČI SVOU FUNKCI
	STÁVAJÍCÍ OMÍTKY - BRIZOLITOVÁ		NEPŮVODNÍ OKNA - LUXFERY
	OMÍTKA POŠKOZENÁ V DŮSLEDKU ODSTRÁKUVÁNÍ A SMÁČEJÍCÍ VODY		PŮVODNÍ OKENNÍ OTVORY - NEPŮVODNÍ VÝPLNĚ, ZMĚNA VZHLEDU A MATERIÁLU
	VLHKOST VZLNÍKJÍCÍ		PŮVODNÍ OKNA ZAZDĚNÁ
	VLHKOST OD SRÁŽKOVÉ VODY ODSTRÁKUVÁNÍ OD POŠKOZENÝCH DEŠTŮVÝCH SVODŮ		NEPŮVODNÍ DODATEČNĚ PŘIDANÉ KONSTRUKCE

Obrázek 52: Pohled jižní a severní – Stávající stav



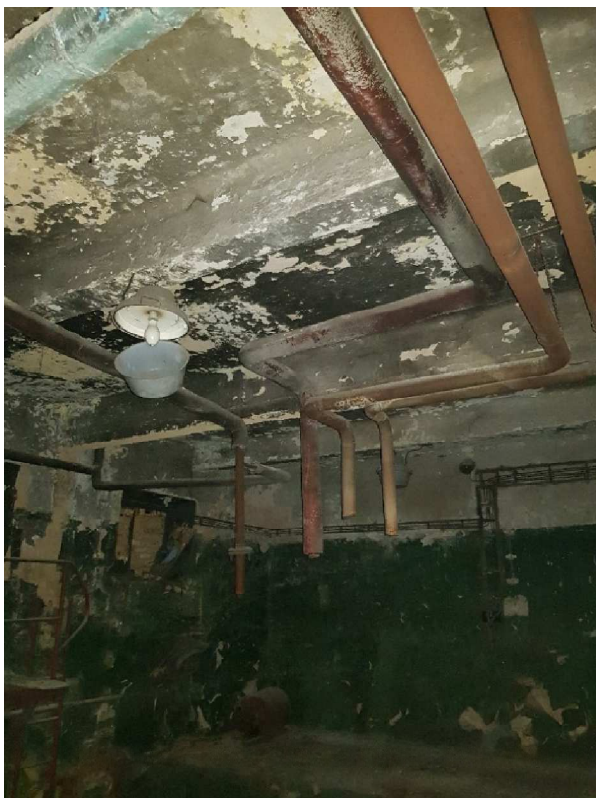
## 2.1. Základy

Jak již bylo uvedeno v kapitole 1.4.1. Základy, objekt je s největší pravděpodobností založen na základových pasech kombinací betonu a kamene. Vzhledem k tomu, že kopané sondy nebyly provedené, proběhlo pouze vizuální zhodnocení celého objektu. Na budově se nenachází žádné výrazné trhliny, které by napovídaly poddimenzování, či zásadnímu poškození založení objektu.

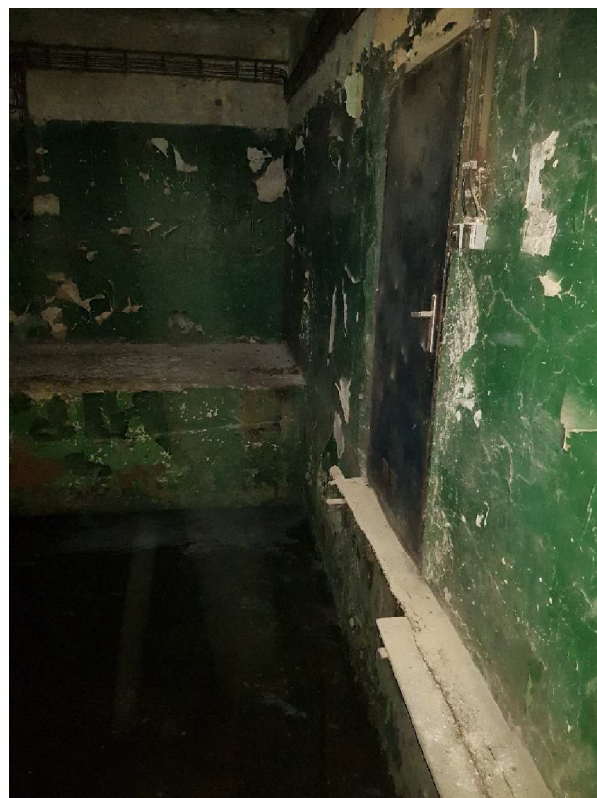
Zdivo nad základovou spárou v 1.PP je extrémně vlhké. Předpokládám, že dochází k hromadění vody v úrovni základové spáry. S největší pravděpodobností se po obvodě objektu nenachází žádné drenážní odvodnění a zdivo je zcela evidentně bez provedené hydroizolace (Obrázek 47-52).

Rovněž skladby podlah jeví známky značného výskytu vlhkosti, a proto se domnívám, že hydroizolace v souvrství podlah nebyla rovněž aplikována.

V prostoru bývalé kotelny (místnost 0.26) se nachází vyhloubená prohlubeň, která původně sloužila pro skladování uhlí (Obrázek 53–54). Podlaha v tomto místě je snižená o 1750 mm. V dnešní době je prohlubeň zcela zatopená podzemní vodou a vodou, jež se stahuje z okolí objektu (Obrázek 47). Podlaha jámy je vybetonována a předpokládám, že rovněž není izolovaná proti zemní vlhkosti.



Obrázek 53: Strop zatopené místnosti



Obrázek 54: Pohled na zatopenou místnost

## 2.2. Svislé konstrukce

### 2.2.1. Svislé nosné konstrukce

K poškození nosné svislé konstrukce dochází převážně u suterénního zdiva jak obvodového, tak i vnitřního (Obrázek 55, 56, 58). Zdivo má tloušťku 600 mm (viz kapitola 1.4.2.1. Svislé nosné konstrukce). Důvodem poškození je značně nadměrné množství vlhkosti nacházející se v suterénním zdivu. Na některých místech v 1.PP začalo docházet již i k velké degradaci cihelného zdiva a jeho odpadávání (Obrázek 47). Jedno z nejzávažněji porušených míst se nachází na jižní obvodové stěně (Obrázek 57), kde je zdivo porušené do hloubky pěti centimetrů. Vzhledem k tomu, že objekt monitoruji již několik let, mohu konstatovat, že došlo ke značnému zhoršení stavu suterénního zdiva. Nepředpokládám, že příčinou vlhkosti zdiva je zvýšená hladina podzemní vody. Jedná se o nedostatečné odvodnění základové spáry, chybějící svislá hydroizolace a nedostatečné zajištění nakládání s povrchovými a dešťovými vodami. Přílehlé asfaltové plochy jsou spádované směrem k objektu, většina dešťových svodů není napojená na dešťovou kanalizaci, což má za důsledek nadměrného hromadění vody v celé výšce suterénního zdiva. K degradaci zdiva dále přispívá nevhodné provedení suterénních omítek opatřených emailovým nátěrem a provedení keramických obkladů.

Svislé nosné konstrukce nadzemních podlaží nevykazují žádné značné, nebo viditelným poškození, či zasolení, které by naznačovalo nadměrný výskyt vlhkosti. Po provedení optického průzkumu obvodových a vnitřních nosných stěn, nebyly zjištěny žádné výrazné trhliny, které by indikovaly možný statický problém konstrukce.



Obrázek 55: Poškozené zdivo – schodiště



Obrázek 56: Poškozené zdivo – vnitřní stěna



Obrázek 57: Poškozené zdivo – Jižní obvodová stěna



Obrázek 58: Poškozené zdivo – obvodová stěna



### 2.2.2. Příčky

Většina příček je v dobrém technickém stavu a nevykazují žádná statická poškození. Lehce poškozené jsou pouze dvě příčky v 1.NP, vyzděné ze skleněných tvárnic (Obrázek 59).

Příčky, vyzděné jak z cihel plných pálených, tak i z cihel děrovaných, nacházející se v suterénu objektu. Trpí však rovněž jako nosné zdivo nadměrným obsahem vlhkosti (viz kapitola 2.2.1. Svislé nosné konstrukce).



Obrázek 59: Poškozená příčka

### 2.2.3. Komínová tělesa

Cihelné zdivo komínových těles nacházející se pod střešním pláštěm je součástí vnitřních středových nosných stěn a je v dobrém technickém stavu (Obrázek 14–15). Na zdivu nejsou znatelná žádná závažná poškození či trhliny, které by napovídaly možnému statickému problému. Komínová tělesa nad střešním pláštěm jsou zvětřalá a maltové spáry jsou na většině míst vydrolené (Obrázek 60). Komínové hlavy jsou rovněž lehce poškozené důsledkem povětrnostních vlivů. Na některých komínových tělesech hlavy zcela chybí. U většiny komínů je zdivo v nadstřešní části rozestoupené v důsledku mechanických stavů prostorové napjatosti zapříčiněné nerovnoměrným rozložením teplot v tělesech.



Obrázek 60: Poškozené komínové těleso

## 2.3. Vodorovné nosné konstrukce

Stávající stropní konstrukce tvoří železobetonové monolitické trámové stropy (viz kapitola 1.4.3. Vodorovné nosné konstrukce).

Přímo na železobetonových stropních deskách se žádné okem patrné poškození, nebo trhliny nenachází. Pouze v několika místech je lehce porušená svrchní betonová mazanina. Nejedná se o nijak staticky ovlivňující poškození. K porušení pravděpodobně došlo v důsledku nevhodného využívání prostor a zanedbávání běžné údržby.

V podzemním podlaží objektu je patrné poškození železobetonových stropních trámů (Obrázek 47). Trhliny se nachází na spodní straně, respektive v místě uložené hlavní výztuže (Obrázek 61-65). Trhliny v těchto trámech nejsou pouze lokální, ale rozprostírají se po celé jejich délce (Obrázek 63). V poškozených místech dochází již k odpadávání omítky. Na určitých částech stropních trámů začalo docházet i k degradaci a odpadávání samotné krycí vrstvy betonové výztuže (Obrázek 62, 65). V těchto místech je již patrná zkorodovaná výztuž, v důsledku nadměrné vlhkosti a kontaktu se vzduchem (Obrázek 65). V průběhu let došlo ke karbonataci betonu a postupně se začalo měnit jeho pH. S největší pravděpodobností, kleslo pH betonu pod hodnotu 9pH. Předpokládám, že došlo k rozpadu vrstvičky hutných oxidů železa v betonu. Následně výztuž v železobetonových trámech nebyla nijak chráněná před vnějším prostředím a začala korodovat. Zkorodovaná výztuž zvětšuje svůj obsah a v závislost na

to došlo k roztrhání betonové krycí vrstvy. V důsledku této skutečnosti dochází ke snížení zatížení, které jsou trámy schopné přenést.



Obrázek 61: Poškozený žb trámek – místnost 0.01



Obrázek 62: Poškozený žb trámek – místnost 0.02



Obrázek 63: Pohled na žb trámek – místnost 0.01



Obrázek 64: Poškozený žb trámek – místnost 0.07



Obrázek 65: Odhalená výztuž – místnost 0.01

## 2.4. Krov a střecha

Stávající konstrukce krovu je v relativně dobrém technickém stavu. Nedochozí k výraznému statickému oslabení nosné krovové konstrukce a rovněž nedochází k masivnímu zatékání střešním pláštěm.

Krov je oslaben pouze v místě napojení hlavní věže objektu na hlavní krovovou konstrukci. V tomto místě je patrné dodatečné zesilování konstrukce, které proběhlo někdy v průběhu minulého století. Oslabení je rovněž viditelné v místě ukotvení již nefungujících antén na krovovou konstrukci (Obrázek 65). Jedná se o lokální zatížení působící na plnou vazbu. Tato oslabená vazba se nachází v hlavní věži objektu.

Prostup konstrukcí antén střešním pláštěm, není v místě průniku dokonale utěsněn. Z tohoto důvodu docházelo v minulosti k občasnému zatékání do půdních prostor a lokálnímu porušení krovové konstrukce. Další patrné stopy po zatékání v důsledku poškozené eternitové střešní krytiny jsou patrné u pozednice v severním bočním křídle objektu. Avšak nejedná se o nijak masivní rozsah poškození. Po odstranění stávající střešní krytiny bude posouzen stav krovové konstrukce v této lokalitě.

Následkem těchto poruch nedochází k poškození žádné plné vazby, ani se na krovové konstrukci nenachází žádné dřevokazné houby nebo plísně. Krovová konstrukce není staticky narušená.





Obrázek 66: Oslabené místo krovu

Další problematickou konstrukcí jsou ploché střechy na východní straně objektu. Svrchní asfaltová vrstva plochých střech, již překročila svoji předpokládanou životnost a začíná značně degradovat. Způsob, jakým jsou ploché střechy na objektu provedeny je zcela nevyhovující dnešním standardům a do budoucna se bude muset celé souvrství odstranit a nahradit novou kvalitnější tepelnou izolací o větší tloušťce a zároveň se bude muset zvětšit sklon na min 3 %, pro zajištění lepšího odtoku dešťových vod. V místě prostupu odvětrávacího komínku plochou střechou dochází rovněž k zatékání. Toto porušení je již patrné stropní konstrukci nad 1.NP (Obrázek 67).

Svody a žlaby, sloužící pro odvod dešťové vody, jsou v nevyhovujícím havarijním stavu. Na několika místech jsou dešťové žlaby poškozené. Zároveň jsou dešťové svody značně poničené a zkorodované. Některé jsou na několika místech své délky zcela přerušeny a nadále nepokračují. V těchto místech dochází ke značnému poničení omítek a římsového zdiva. Voda ze svodů není svedená do dešťové kanalizace, vytéká na okolní zpevněné plochy, které jsou spádované směrem k objektu (Obrázek 50, 51, 52, 69, 70). Důsledkem je nadměrné hromadění vody v celé výšce suterénního zdiva.



Obrázek 67: Stopy po zatékání – místnost 1.12

## 2.5. Podlahy, omítky, výplně otvorů, schodiště

### 2.5.1. Podlahy a podhledy

Keramické malo formátové dlažby nacházející se jak v suterénu, tak i v 1.NP objektu jsou staré, avšak nejsou téměř vůbec poškozené. Betonové mazaniny bez jakýchkoliv dalších úprav, nacházející se v 1.PP, jsou též v poměrně dobrém technickém stavu. Lino, v 1.PP (Obrázek 26), je zcela zpuchřelé, zvlhčené a nepřiléhající k betonové mazanině.

Pozůstatky konstrukce bývalého závěsného podhledu nezpůsobují žádné statické problémy okolním nosným konstrukcím. Mnohem větší problém způsobilo zateplení stropu nad 1.PP, pomocí upevněné tepelné izolace přímo na strop (Obrázek 31,68). V důsledku takto zatepleného stropu došlo k rozsáhlé kondenzaci vodní páry uvnitř skladby stropní konstrukce a vzniku plísní po celé jeho ploše (Obrázek 47).



Obrázek 68: Plísně nacházející se na povrchu stropní konstrukce – místnost 0.19

## 2.5.2. Fasáda, omítky a obklady

Poruchy vnějších omítek se nejčastěji nachází v místech členění fasády. V důsledku špatného oplechování vodorovných říms dochází k opadávání omítek nad římsou (Obrázek 50, 51, 52). Srážková voda odstříkuje od oplechování, zatéká za plech a způsobuje jejich degradaci (Obrázek 73, 74). Zároveň jsou značně poškozené i římsy pod střechou. Domnívám se, že jejich porušení je důsledkem poškozených a nefunkčnosti dešťových okapů (viz kapitola 2.4. Krov a střecha) (Obrázek 75). Římsa pod střechou, nacházející se na severním rohu hlavní věže, je značně poničená z důvodu uvolněného oplechování římsy (Obrázek 72).

Po vizuální kontrole fasády objektu je předpokládáno zasolení vnější omítky v místě styku s okolním terénem a v místě poškozených dešťových svodů. Omítka je zde degradována a místy odpadá až na obvodové zdivo. K zásadnímu porušení omítek dochází v rozích hlavní věže a na západní fasádě objektu, kde v průběhu let došlo k masivnímu zatékání (Obrázek 69, 70, 71).

Suterénní zdivo je porušené a velmi degradované. Předpokládám, že příčinou opadání omítek je reakce na zvýšenou vlhkost. Omítky jsou po úroveň terénu zasolené a značně degradované (Obrázek 76, 77). Potvrzení či vyvrácení této úvahy bude řešeno v samostatné kapitole bakalářské práce (viz kapitola 3. Laboratoře). Vlivem vlhkosti dochází k rozsáhlému odlupování omítek vč. celých vrstev



zdiva. Jeho největší poruchy jsou zaznamenány na jižní straně objektu, kde je zdivo nesoudržné a dochází k jeho odpadání v tloušťce cca 40 mm.

Omítky suterénního zdiva jsou provedené z malty vápenocementové nebo malty cementové, v tl. cca 40 mm. Většina omítek je opatřena již zcela degradovaným a popraskaným omyvatelným emailovým nátěrem (Obrázek 36, 37, 54, 77). Na některých místech jsou stěny obloženy keramickým obkladem. Lokálně je na spárách viditelně znatelné zasolení. Na několika místech jsou obklady opadané. (Obrázek 55, 56). Důsledkem nevhodně použitých omítek je zdivo kompletně uzavřené. Omítky se chovají jako „zapečetěná obálka“, které neumožňuje zdivu dýchat, vysychat, a naopak přispívá k výskytu a růstu plísní a dřevokazných hub. Toto utěsnění zdiva zrychluje jeho degradaci a snižuje jeho únosnost.

Omítky v 1.NP nejsou nijak zásadně degradované. Poškození jsou pouze důsledkem provozu a jejich stáří. V některých místnostech, určených pro sociální zařízení, se na zdech nachází stopy plísní. S největší pravděpodobností je příčinou zvýšená vzdušná vlhkost a nepoužívání těchto prostor (Obrázek 48). Objekt je nevětrán.



Obrázek 69: Poškozená fasáda od dešťových svodů – západní strana objektu



Obrázek 70: Poškozená fasáda od dešťových svodů – roh hlavní věže objektu





*Obrázek 71: Detail poškození omítky – roh hlavní věže objektu*



*Obrázek 72: Poškozená římsa – severní roh hlavní věže*



*Obrázek 73: Poškozená omítka v důsledku odšťikující srážkové vody*





Obrázek 74: Poškozená omítka v důsledku odstříkující vody –roh hlavní věže



Obrázek 75: Omítka poškozená v důsledku nefunkčních dešťových žlabů



Obrázek 76: Degradované suterénní zdivo



Obrázek 77: Poškozené omítky s emailovým nátěrem

### 2.5.3. Výplně otvorů

Z původních historických dřevěných oken se dochovala pouze dvě. Jedno z nich je částečně vysklené a utěsněné dřevotřískovou deskou (Obrázek 78).

Tato okna byla nahrazena okny dřevěnými špaletovými, odlišného vzhledu. Po revoluci se některá okna nahradila plastovými. (viz kapitola 1.4.5.3. Výplně otvorů). Několik suterénních oken bylo v minulosti zazděno cihly plnými pálenými. Okenní otvory bez výplní jsou na několika místech provizorně zabeďněné pomocí plechových či polystyrénových desek (Obrázek 79, 80). Toto řešení není však dostatečně vodotěsné a dochází v místě těchto otvorů k zásadnímu zatékání do suterénu objektu. K tomuto nenapomáhá ani fakt, že se okenní otvory nachází pouze 60 mm nad okolním terénem.

Zbylé výplně otvorů jsou ve špatném technickém stavu, není o ně pečováno a zcela neodpovídají současným normám.

Ve středové věži na hlavním schodišti jsou okna zazděna ze skleněných tvárnic. Luxfery jsou na pár místech rozbité (Obrázek 78). Těmito otvory ale nedochází k zatékání do objektu.





Obrázek 78: Pohled na hlavní věž objektu



Obrázek 79: Otvory zabedněné plechovými deskami



Obrázek 80: Otvory zabedněné polystyrénovými deskami

### **2.5.4. Schodiště**

V objektu jsou umístěna dvě vnitřní schodiště. Žádné ze schodišť nevykazuje známky špatného statického stavu. Na schodišťových ramenech nejsou patrné trhliny, stupně nejsou svěšené či posedané. Zámky schodišťových stupňů jsou spojené. Schodišťové stupně hlavního schodiště jsou pouze historicky opotřebované (Obrázek 43, 44). Schodiště na jižní straně objektu má lehce poškozenou nášlapnou vrstvu schodišťových stupňů (Obrázek 45). Míra poškození odpovídá stáří.

Zábradlí na hlavním schodišti je lehce nestabilní, s největší pravděpodobností je uvolněné jeho ukotvení do schodišťového ramene.

## **2.6. Shrnutí zjištěných nejzávažnějších poruch**

Po provedení stavebně-technického průzkumu objektu byly zjištěny následující nejzávažnější poruchy. Ze získaných informací je zřejmé, že většina poruch je způsobena vlivem zvýšené vlhkosti, zatékáním, dlouhodobým nevyužíváním objektu, jeho nedostatečnou údržbou a opotřebením. Rovněž ke zhoršení technického stavu nepřispěly nevhodně provedené stavební úpravy v průběhu let. Ve špatném stavu je především suterénní zdivo, některé trámové železobetonové stropy, střešní krytina, klempířské prvky a oplechování fasádních prvků.

Jako klíčové před započítím celkové rekonstrukce objektu se jeví vyřešení příčiny vlhkosti suterénního zdiva, navržení jeho sanace a zbavení zdiva plísní a hub.

V návaznosti na nové využití objektu budou posouzeny stávající stropní konstrukce na požadované statické zatížení. Kromě výše zmiňovaných zásadních poruch je nutno provést celkovou rekonstrukci objektu.

### 3. Laboratorní průzkum vlhkosti, chemismu zdiva a mikrobiologický průzkum

Jak již bylo uvedeno v kapitole 1.4.2.1. Svislé nosné konstrukce, nadměrné množství vlhkosti se nachází v suterénním zdivu, jak obvodovém, tak i vnitřním. Na základě těchto zjištěných skutečností jsem přistoupila v rámci stavebně-technického průzkumu k analýze vlhkosti.

#### 3.1. Analýza vlhkosti destruktivní, gravimetrická metoda

Pro měření vlhkosti byla zvolena destruktivní, gravimetrická metoda dle ČSN EN ISO 12570 a zároveň bylo vycházeno z normy ČSN EN 772-10.

Před samotným odběrem vzorků je nutné s týdenním předstihem sledovat počasí, a to především teplotu a vlhkost vzduchu. Následně se provede odběr vzorků váhy 20-100 g.

Analýza je založena na měrné změně hmotnosti vzorku před sušením a po něm. Sušení vzorků probíhá v laboratorní sušárně, po dobu 24 až 48 hodin, při teplotě 105–110 °C v závislosti na složení materiálu.

##### 3.1.1. Postup měření vlhkosti

Odběr vzorků proběhl dne 27.03.2022 od 11.00 do 14.00. Před samotným odběrem bylo s týdenním předstihem sledováno počasí. Proběhlo měření především teploty a vlhkosti vzduchu. Během celého sledovaného týdne bylo převážně polojasno až jasno, bez přeháněk, s normální rychlostí větru.

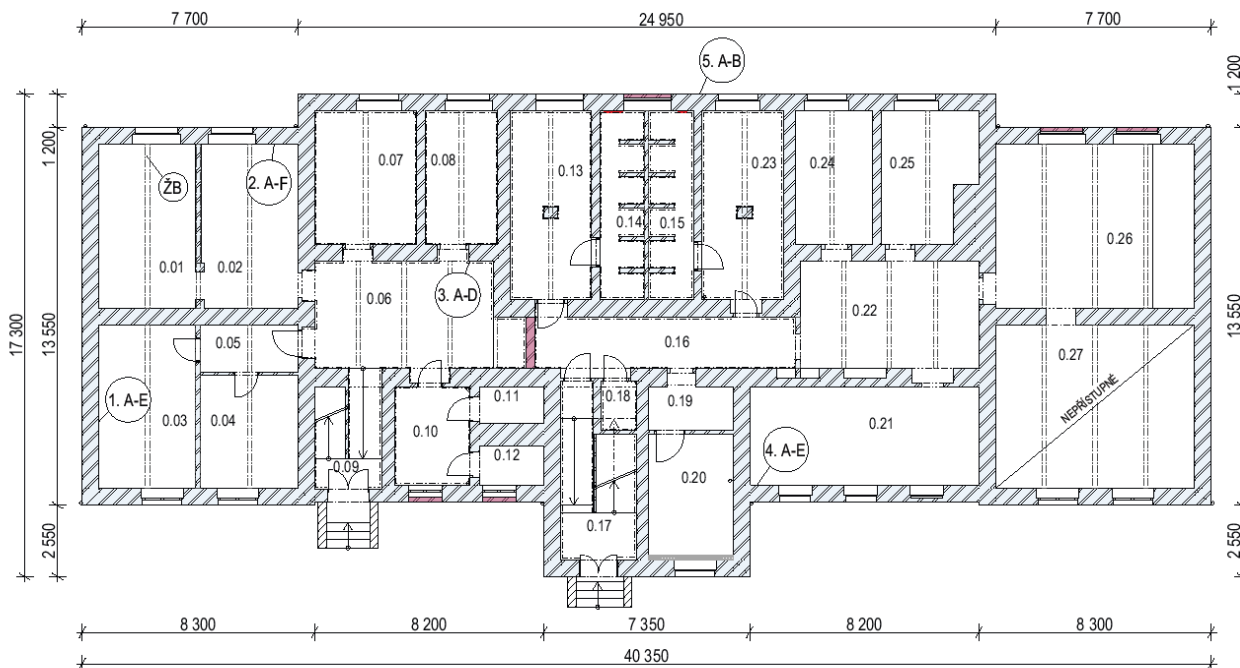
V následující tabulce jsou zakresleny maximální a minimální naměřené hodnoty teplot a maximální relativní vlhkost vzduchu [3].

Datum	Minimální teplota	Maximální teplota	Relativní průměrná vlhkost vzduchu	Srážky
	[ °C ]	[ °C ]	[ % ]	[ mm ]
20.03.2022	-2,5	8,0	43	0
21.03.2022	-4,0	11,0	40	0
22.03.2022	-3,0	15,0	40	0
23.03.2022	1,0	16,5	41	0
24.03.2022	5,5	15,5	48	0
25.03.2022	5,0	15,0	49	0
26.03.2022	5,0	15,0	58	0
27.03.2022	5,5	15,0	60	0

Tabulka 1: Hodnoty počasí v týdnu před odběrem vzorků z objektu



Samotný odběr vzorků proběhl dne 27.03.2022. Vzorky byly odebrány z prvního podzemního podlaží, v místech vykazující největší poškození. Odběrná místa jsou vyznačena v půdorysu 1.PP (Obrázek 81).



Obrázek 81: Půdorys 1.PP – odběrná místa vzorků

Celkem bylo odebráno 21 vzorků z pěti odběrových míst v různých výškách. Z každého místa se odebralo 5 vzorků. První vzorek byl odebrán ve výšce 150 mm nad podlahou, druhý 650 mm, třetí 1150 mm, čtvrtý 1650 mm a pátý 2150 mm. Rozvržení je vyznačeno na obrázcích 82 a 83.

Vzorky byly odsekány pomocí kladívka a plochého ocelového sekáčku. Odebraný materiál byl uložen do samostatných uzavíratelných skleněných nádob. Nádoby byly řádně popsány a vloženy přes noc do chladničky. Následující den byly vzorky převezeny do chemické a mikrobiologické laboratoře katedry konstrukcí pozemních staveb ČVUT v Praze.

Před samotným sušením vzorků bylo nutné přesně zvážit a označit prázdné hliníkové misky, do kterých se následně vložily odebrané vzorky (Obrázek 84) Naplněné misky byly opět zváženy. Vážení probíhalo na laboratorní váze s přesností na dvě desetinná místa. Odečtením těchto dvou hodnot byla zjištěna přesná váha vzorku před sušením.



Obrázek 82: 1. odběrné místo – místnost 0.03



Obrázek 83: 2. Odběrné místo – místnost 0.01

Výše teploty sušení byla stanovena dle složení hodnoceného materiálu. Dle normy ČSN EN ISO 12570 se jedná o materiál neměnicí svou strukturu, v návaznosti na to by mělo sušení probíhat při teplotě 105 °C, po dobu 24 až 48 hodin. Následně se misky se vzorky vložily do laboratorní sušárny (Obrázek 85), kde byly ponechány 26 hodin při teplotě 105°C. Laboratorní vybavení zapůjčila laboratoř katedry pozemních staveb fakulty stavební ČVUT v Praze.

Vysušené vzorky včetně misky se po vyndání z laboratorní sušárny opět zvážily na digitální váze. Pomocí níže uvedeného vzorce se zjistila hmotnostní vlhkost jednotlivých vzorků.

$$w = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100 (\%)$$

*Rovnice 1: Vzorec pro výpočet hmotnostní vlhkosti dle normy ČSN EN ISO 12570*

w = hmotnostní vlhkost (%)

m = hmotnost vzorku před vysušením (g)

m<sub>0</sub> = hmotnost vysušeného vzorku (g)



Obrázek 84: Nevysušený vzorek v označené hliníkové misce



Obrázek 85: Laboratorní sušárna



Obrázek 86: Vysušené vzorky



### 3.1.2. Vyhodnocení vlhkosti

Získaná data z měření byla vyhodnocena a zaznamenána do tabulky a síťového grafu (Tabulka 3, Graf 1). Stupeň vlhkosti zdiva byl stanoven dle normy ČSN P 73 0610:

Stupeň vlhkosti zdiva	Vlhkost zdiva
	[% hm.]
Velmi nízká	wh <3,0 %
Nízká	3,0 % ≤ wh <5,0 %
Zvýšená	5,0 % ≤ wh <7,5 %
Vysoká	7,5 % ≤ wh <10,0 %
Velmi vysoká	10,0 % <wh

Tabulka 2: Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610

Vyhodnocení vlhkosti dle ČSN P 73 0610									
Podlaží	Vzorek	Umístění	Výška odběru	Materiál	Hmotnost misky	Hmotnost vzorku bez misky [g]		Vlhkost	Vyhodnocení vlhkosti dle ČSN P 730610
			[cm]		[g]	Před sušením	Po sušení	(% hm.)	
SUTERÉN	1	A	15	Zdivo	1,6	48,61	42,48	14,43	Velmi vysoká
		B	65	Zdivo	1,57	84,77	73,46	15,40	Velmi vysoká
		C	115	Zdivo	1,57	53,01	50,45	5,07	Zvýšená
		D	165	Zdivo	1,52	104,90	91,66	14,44	Velmi vysoká
		E	215	Zdivo	1,58	53,60	53,01	1,11	Velmi nízká
	2	A	15	Zdivo	1,57	28,60	25,05	14,17	Velmi vysoká
		B	65	Zdivo	1,56	29,04	25,98	11,78	Velmi vysoká
		C	115	Zdivo	1,53	36,46	32,09	13,62	Velmi vysoká
		D	165	Zdivo	1,57	37,68	33,46	12,61	Velmi vysoká
		E	215	Zdivo	1,65	50,34	45,83	9,84	Vysoká
	3	A	15	Zdivo	1,63	39,47	36,56	7,96	Vysoká
		B	65	Zdivo	1,58	45,86	44,33	3,45	Nízká
		C	115	Zdivo	1,59	54,83	51,58	6,30	Zvýšená
		D	165	Zdivo	1,6	72,00	70,95	1,48	Velmi nízká
	4	A	15	Zdivo	1,55	96,5	82,22	17,37	Velmi vysoká
		B	65	Zdivo	1,55	97,89	81,82	19,64	Velmi vysoká
		C	115	Zdivo	1,63	64,11	55,98	14,52	Velmi vysoká
		D	165	Zdivo	1,59	108,64	98,59	10,19	Velmi vysoká
		E	215	Zdivo	1,56	102,45	94,15	8,82	Vysoká
	5	A	1300	Zdivo	1,61	79,24	72,98	8,58	Vysoká
B		1800	Zdivo	1,57	55,30	52,63	5,07	Zvýšená	
	ŽB TRÁM		-	beton	1,61	115,52	113,66	1,64	Velmi nízká

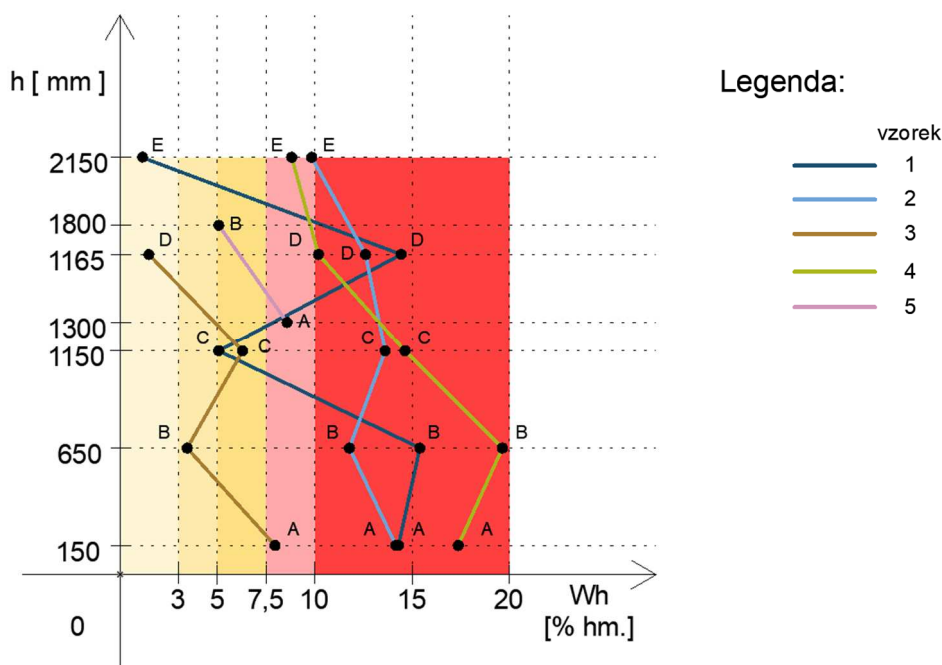
Tabulka 3: Souhrnná tabulka vyhodnocení vlhkosti dle ČSN P 73 0610

Z výsledků je patrná velmi vysoká vlhkost suterénního zdiva. Zjištěná hmotnostní vlhkost u většiny odebraných vzorků překročila hodnotu 10,0 % <wh., což odpovídá velmi vysoké vlhkosti dle ČSN P 73 0610. Vlhkost se úměrně snižuje s přibývajícím výškou odebíraných vzorků. Nejvyšší vlhkost se nachází u podlah suterénu a směrem vzhůru vlhkost klesá. V nejvyšším vzorku nad úroveň terénu je vlhkost pouze zvýšená či velmi nízká.



Vyhodnocení odebraných vzorků ze středové stěny poukazuje na nižší vlhkost u středových stěn než u obvodových. Ve středové stěně byla u podlahy pouze vysoká vlhkost a s výškou odebraných vzorků vlhkost postupně klesala až na velmi nízkou.

Z provedeného průzkumu vyplývá potvrzení dřívějšího předpokladu, že dochází k hromadění vody v úrovni základové spáry. Ve zdivu je jednoznačná absence hydroizolace, drenážního systému kolem objektu a nedostatečné zajištění nakládání s povrchovými a dešťovými vodami. Přiléhající asfaltové plochy jsou spádované směrem k objektu, většina dešťových svodů není napojená na dešťovou kanalizaci, což má za důsledek nadměrné hromadění vody v celé výšce suterénního zdiva. K degradaci zdiva dále přispívá nevhodné provedení suterénních omítek opatřených emailovým nátěrem a provedení keramických obkladů.



Obrázek 87: Graf závislosti vlhkosti na výšce odběrů vzorků z podzemního podlaží objektu

## 3.2. Analýza chemismu

Předmětem analýzy chemizmu bylo stanovení zasolení (obsah chloridů, amoniaku, dusičnanů a síranů) a stanovení pH u vybraných vzorků 1A, 1B, 1C. U ŽB trámů bylo analyzováno pouze Ph a to u vzorku omítky 6.A a betonu 6.B.

### 3.2.1. Postup měření chemismu

Odebrané vzorky se nejprve nadržily na zrnitost hrubšího písku. Rozdrcené vzorky jsme částečně vsypávali do Erlenmeyerovy baňky. Odvážili jsme vzorky hmotnosti cca. 2 g pomocí z kalibrované digitální váhy, při odečtené váze Erlenmeyerovy baňky (Obrázek 88). Následně se vzorky

zalili 100 ml destilované vody (Obrázek 89). Po lehkém promíchání, uzavření hrdla alobalem a zatížení baňky gumovými kroužky se celá baňka vložila do ultrazvukové lázně na cca. 5 minut (Obrázek 90, 91). Vzorky se nechaly 24 hodin vyluhovat a sedimentovat rozvířené částice (Obrázek 92). Samotné vzorky pro testování (roztok bez zátaku) byly odebrány automatickou pipetou. Tento odebraný vodný roztok byl následně použit pro stanovení pH a zasolení.

Postupy těchto zkoušek byly prováděny dle manuálů výrobců testovacích sad a nejsou zde blíže specifikovány. Laboratorní pomůcky (fotometr, baňky, ultrazvuková lázeň apod.) a zkušební sady chemikálií byly zapůjčeny laboratoří katedry pozemních staveb fakulty stavební ČVUT v Praze.



Obrázek 88: Nadrcené vzorky



Obrázek 89: Vzorky před vložením do ultrazvukové lázně



Obrázek 90: Ultrazvuková lázeň



Obrázek 91: Vzorok po ultrazvukové lázni

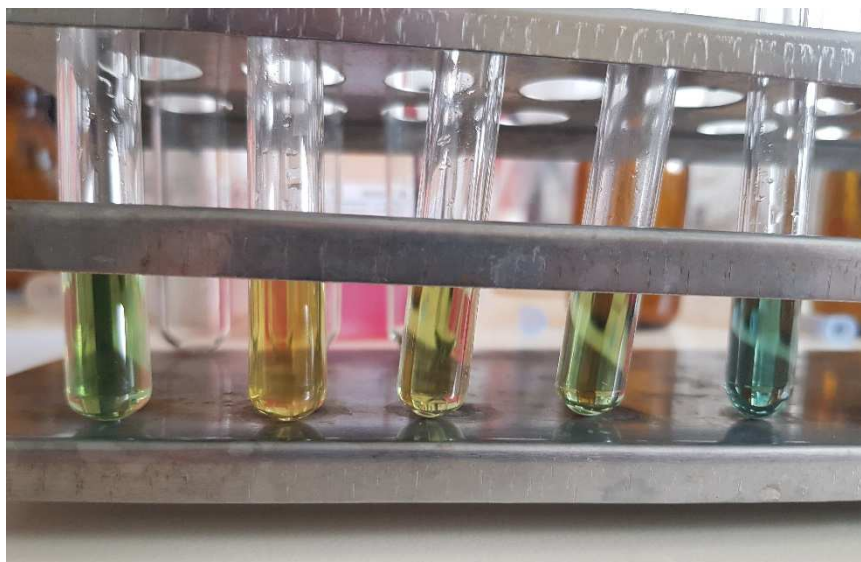


Obrázek 92: Vzorok po 24 h



## pH

Měření pH se provádělo pomocí kolorimetrické metody. Do vzorku se přidal acidobazický indikátor pH, který reagoval v závislosti na pH prostředí změnou barvy. Zabarvené vzorky se porovnály s kolorimetrickou stupnicí. Po vyhodnocení byl změřený rozsah od 7,0 do 8,5 pH (Tabulka 4).

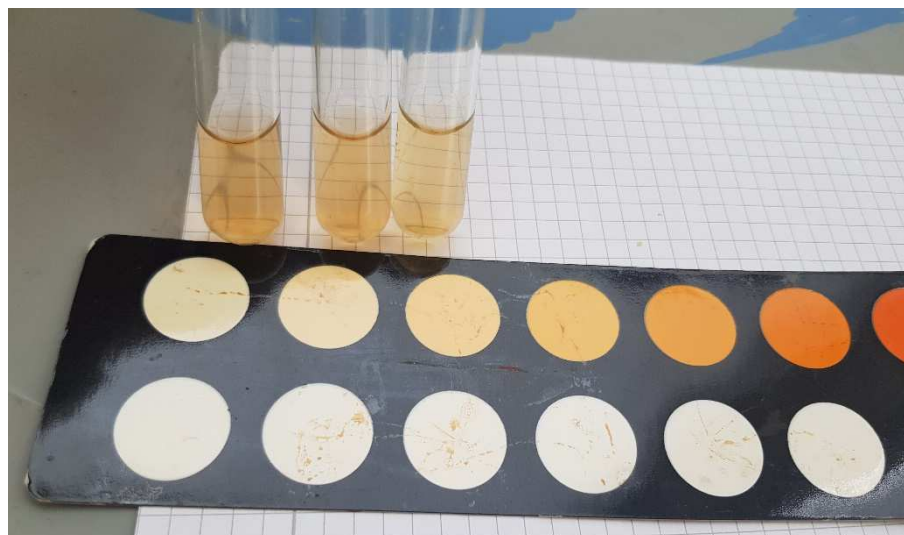


Obrázek 93: Zabarvené vzorky – pH

## Chloridy Cl<sup>-</sup>

K vyhodnocení vzorků byla použita metoda analogická. V této metodě se do připraveného vzorku přidají chloridové ionty a thiokyanát rtuťnatý. Uvolněný thiokyanát reaguje s železitými ionty a vytváří červený thiokyanát železitý – roztok se červeně zbarví. Množství chloridových iontů se standardně stanovuje fotometricky. V našem měření byla zvolena metoda pouze kolorimetrická. Jedná se o porovnání zbarvení vzorku s barevnou škálou.

Zkoumané vzorky byly v rozmezí od 0,236-0,239 mg/g viz. tabulka 6.



Obrázek 94: Porovnání zbarvení vzorků s barevnou škálou



### Amoniak $\text{NH}_4^+$

Tato metoda je fotometrická. Amoniakální dusík ( $\text{NH}_4\text{N}$ ) se vyskytuje ve formě amonných iontů a částečně jako amoniak. Mezi těmito formami existuje rovnováha závislá na hodnotě pH. V silně alkalických roztocích je  $\text{NH}_4\text{N}$  přítomný téměř výhradně jako amoniak, který reaguje s chromany a vzniká mono chloramin. Ten dále reaguje s thymolem a vzniká modrý indofenol. Jeho koncentrace se následně stanovuje fotometricky.

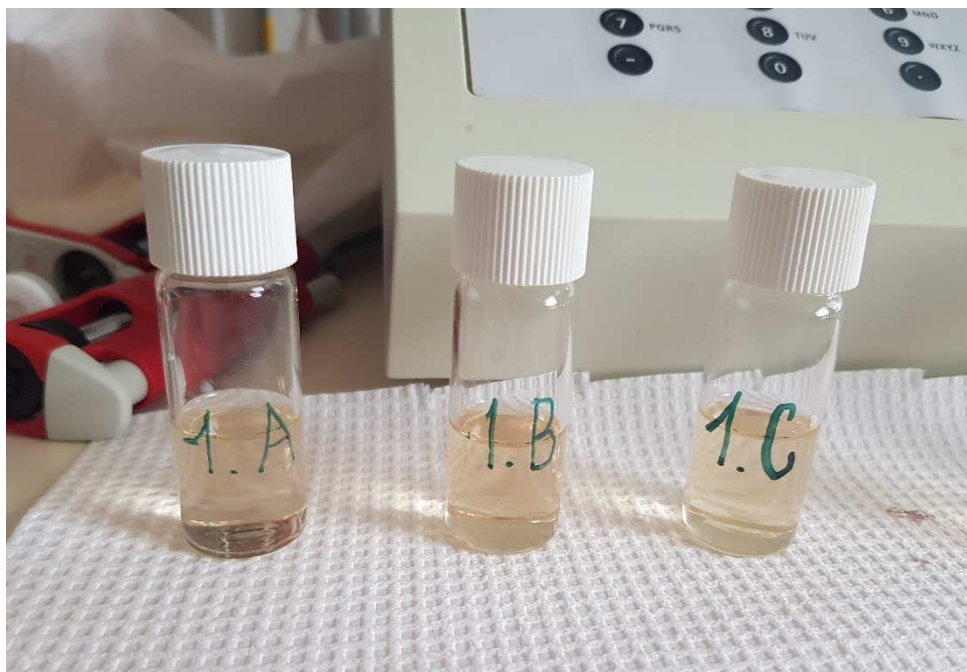
Zkoumané vzorky byly v rozmezí od 0,002-0,011 mg/g viz. tabulka 6.

### Dusičnany $\text{NO}_3^-$

V koncentrované kyselině sírové reagují ionty dusičnanů s derivátem kyseliny benzoové a vytvářejí červeně zbarvenou sloučeninu, jejíž koncentrace se stanovuje fotometricky. Měření se provádí ve fotometru.

Před měřením byla provedena orientační zkouška přítomnosti dusičnanů v připravených vzorcích pomocí indikátorových proužků. Vzorky nevykazovaly znatelný obsah dusičnanů.

Zkoumané vzorky byly v rozmezí od 0,00-0,105 mg/g viz. tabulka 6.



Obrázek 95: Smíchané sloučeniny před vložením do fotometru

### Sírany $\text{SO}_4^{2-}$

Ionty síranů reagují s jodičnanem barnatým, za vzniku mírně rozpustného síranu barnatého tvořícím v roztoku zákal. Vzniklý zákal se měří fotometricky.

Před měřením byla provedena orientační zkouška přítomnosti síranů v připravených vzorcích pomocí indikátorových proužků. Vzorky nevykazovaly znatelný obsah síranů.

Zkoumané vzorky byly v rozmezí od 1,038 -1,802 mg/g viz. tabulka 6.

### 3.2.2. Vyhodnocení chemismu

K vyhodnocení obsahu solí ve zdivu byla použita norma ČSN P 73 0610, viz. tabulka číslo 5. Stupeň zasolení se určí z obsahu solí v mg/g nebo pomocí hmotnostní koncentrace v procentech.

Vzorek	Umístění	pH
1	A	7,5
	B	6,5
	C	7
ŽB trám		7,5
Omítka		8,5

Tabulka 4: Výsledky měření pH

salinita zdiva podle normy ČSN P 73 0610			
Stupeň zasolení zdiva	Obsah solí [mg/g]		
	Chloridy	Dusičnany	Sírany
Nízká	<0,75	<1,0	<5,0
Zvýšená	0,75 - 2,0	1,0-2,5	5,0-20
Vysoká	2,0 - 5,0	2,5-5,0	20-50
Velmi vysoká	> 5,0	> 5,0	> 50

Tabulka 5: Stupeň zasolení zdiva podle ČSN P 73 0610

Salinita – kvantitativní analýza										
Podlaží	Vzorek	Hmotnost vzorku [g]	Chloridy		Amoniak		Sírany		Dusičnany	
			[mg/l]	[mg/g]	[mg/l]	[mg/g]	[mg/l]	[mg/g]	[mg/l]	[mg/g]
SUTERÉN	1.A	2,12	5	0,236	0,04	0,002	22	1,038	0	0,000
	1.B	2,22	5	0,225	0,24	0,011	40	1,802	2,2	0,099
	1.C	2,09	5	0,239	0,09	0,004	22	1,053	2,2	0,105

Tabulka 6: Výsledky měření chemismu

Předpoklad, že se ve zdivu bude vyskytovat vyšší obsah síranů způsobený znečištěnou atmosférou, mineralizovanou spodní vodou, výrobou stavebních hmot nebo okolní zemědělskou činností se nepotvrdil.

Také se nepotvrdil ani zvýšený obsah dusičnanů, který je nejčastěji způsoben rozkladem organických hmot či holubím trusem.

Překvapivé bylo, že se měřením neprokázalo ani zvýšené množství chloridů, způsobené ošetřováním okolních komunikací, nebo mineralizovanou spodní vodou.

Z vyhodnocení nám vyplývá, že ve vzorcích je minimální obsah síranů, chloridů i dusičnanů, a proto není nutné navrhovat žádná opatření pro odstranění těchto chemických látek ze zdiva. Zároveň se dá vyvodit, že rozsáhlé poškození vnitřních omítek a nosných stěn není zapříčiněné zasolením, avšak extrémní vlhkostí.

### **3.3. Analýza mikrobiologického průzkumu**

Odolnost proti výskytu mikroorganismů na stavebních materiálech se provádí v návaznosti na normy ČSN 72 4310, ČSN 67 3095, ČSN 91 7825. Postup a experimentální podmínky se stanoví po konzultaci s odborným pracovníkem laboratoře. Při práci se za účelem identifikace mikroorganismů používal optický mikroskop BX41. Výskyt biologických činitelů většinou souvisí se zvýšenou vlhkostí ve stavebním objektu nebo jeho části. Biologičtí škůdci jsou z hlediska zdravotní a obecné hygieny pro člověka velmi nebezpeční.

#### **3.3.1. Postup měření**

K určení přítomnosti mikroorganismů, byl odebrán vzorek č. 2.F na západní stěně budovy pod oknem suterénu, kde byl velký výskyt mikroorganismů na zdivu. Odběr vzorků je popsán v kapitole 3.1.1. Postup měření vlhkosti. Laboratorní vybavení zapůjčila laboratoř katedry pozemních staveb fakulty stavební ČVUT v Praze.

Pro prvotní mikrobiologický průzkum byla část vzorku vložena do prázdné Petriho misky (Obrázek 96) a umístěna pod mikroskop.



Obrázek 96: Vzorek 2.F

Pro podrobný mikrobiologický průzkum byla část odebraného vzorku vložena do sterilní Petriho misky na sladínový agar podporující růst plísní, řas a mechů. Médium pro růst plísní obsahuje bakteriologický agar, sladínový extrakt, pepton a destilovanou vodu. Pro správné použití se směs sladového roztoku zahřeje a poté sterilizuje při 120°C po dobu 25 minut. Připravená směs se vlije do Petriho misky a po vychladnutí je na ni umístěna část odebraného vzorku č. 2.F.

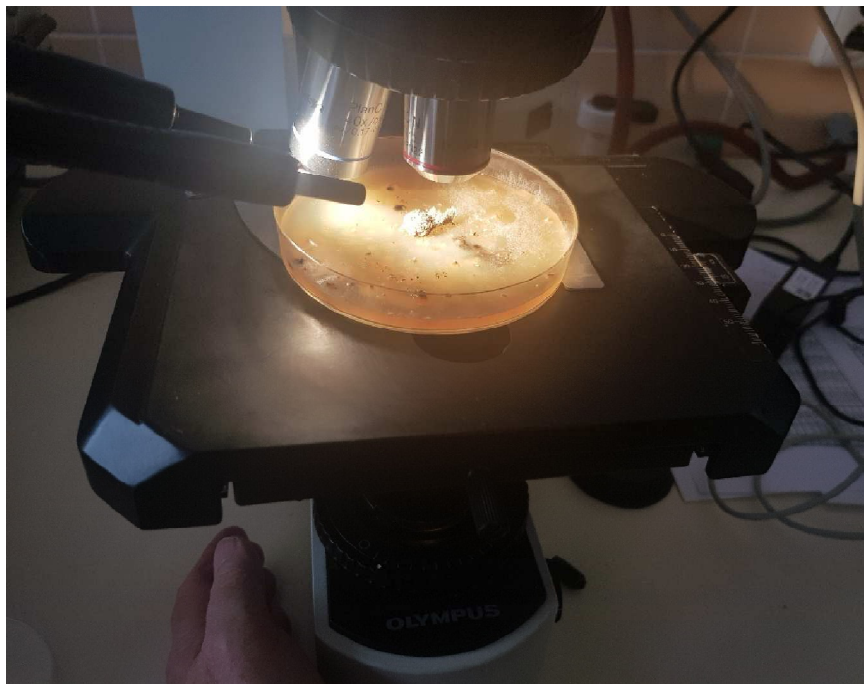
Tato Petriho miska se vzorkem byla umístěna do biologického termostatu s teplotou 25°C po dobu 15 dnů (Obrázek 97).



Obrázek 97: Vzorek v Petriho misce se sladovým roztokem po 15 dnech



Následně se přistoupilo k samotnému vyhodnocení vzorku. Na podložní sklíčko se dala jedna kapka destilované vody, do které se sterilně odebral vzorek pomocí mikrobiologické jehly. Celý tento proces probíhal pod laboratorní digestoří. Vzorek byl zaklopen krycím sklíčkem a vložen pod mikroskop k dalšímu zkoumání pro určení typu plísní (Obrázek 102–104). Dodatečně byl ještě prozkoumán celý vzorek v Petriho misce pro ujištění, že nebyli opomenuty žádné druhy plísní (Obrázek 98, 105).



Obrázek 98: Vzorek v Petriho misce pod mikroskop

### 3.3.2. Vyhodnocení mikrobiologického průzkumu

S pomocí vyškolené pracovnice laboratoře byly jednotlivé odebrané části ze vzorku identifikovány a jejich typické znaky pomocí digitální zrcadlovky vyfoceny.

#### **Vyhodnocení prvního vzorku – dřevokazné houby:**

Po odborné konzultaci s laboratorní pracovnicí, předpokládám výskyt dřevokazných hub na suterénním zdivo (Obrázek 99-100), s největší pravděpodobností se jedná o Dřevomorku domácí. Pro přesné určení druhu dřevokazné houby je nutné odebraný vzorek dále vyhodnotit v akreditované laboratoři např. Mikrobiologický ústav Akademie věd ČR, kde bude předpoklad potvrzen či vyvrácen.

Dřevomorka je jedna z nejnebezpečnějších dřevokazných hub. Napadá nejen dřevo, ale je schopna prorůst i zdivem. Potřebuje vlhkost jen na počátku svého vývoje, následně si svým metabolickým procesem vytváří ideální podmínky sama. Kromě spor se houba množí i úlomky živého podhoubí a napadenými úlomky zdiva, nebo dřeva. Podhoubí je na počátku bílé, postupem času šedne. Podhoubí později tvoří provazce a kožovité povlaky.



Obrázek 99: Odebraný vzorek pod mikroskopem 1.



Obrázek 100: Odebraný vzorek pod mikroskopem 2.



Obrázek 101: Odebraný vzorek pod mikroskopem 3.

### Vyhodnocení druhého vzorku – plísně:

V odebraném vzorku byly nalezeny dva rody plísní, a to *Alternaria sp.*, *Mucor sp.*. Pro přesné určení druhu daných plísní je nutné odebraný vzorek nadále vyhodnotit pomocí molekulárně biologických metod. Nejčastěji se za tímto účelem používá metoda sekvenace DNA [4, 5, 6, 7].

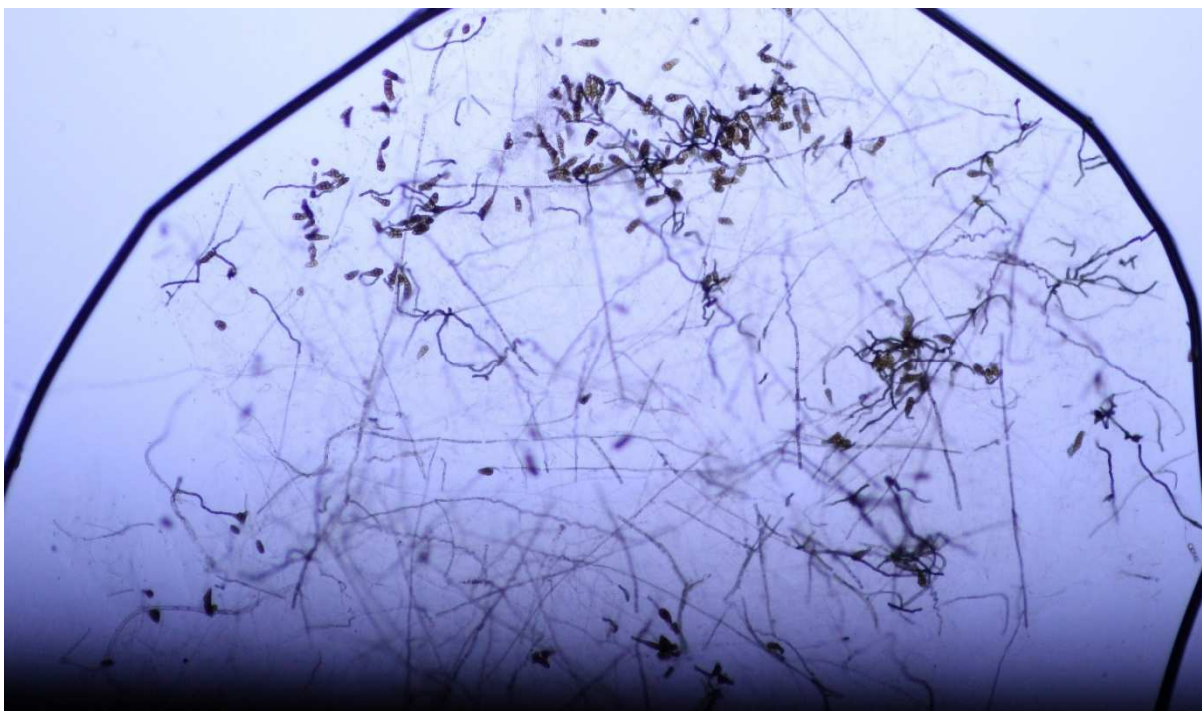
### ***Alternaria sp.:***

Rod *Alternaria sp.* je tvořen 299 druhy, které jsou všudypřítomné a jsou přirozenou součástí plísňové flóry. Jednotlivé rody *Alternaria sp.* můžeme nejčastěji najít v přírodě (znehodnocují zemědělské výnosy). Můžeme je též nalézt v lidském těle, kde mohou mít za příčinu astma, sennou rýmu, alergické reakce, oportunní infekci a alternariózu (případně i alternariatoxikózu). Na závažnější projevy jsou nejvíce náchylní imunokompromitovaní osoby (lidé s narušenou funkcí imunitního systému) [8, 9].

### ***Mucor sp.:***

Rod *Mucor sp.* z čeledi *Mucoraceae* je tvořen 40 druhy, které se běžně vyskytují v půdě, površích rostlin, na shnilé rostlinné hmotě, v trávicím systému. Většina druhů není schopna infikovat lidi a zvířata, jelikož nejsou schopné růst v teplém prostředí (37°C). Termotolerantní druhy někdy způsobují nekrotizující infekce, též známé jako zygomykózy [10].

Hlavní příčinou výskytu hub a plísní je zvýšená vlhkost suterénního zdiva a zvýšená relativní vlhkost ovzduší. Houby a plísně značně přispívají k degradaci suterénního zdiva a ohrožují zdraví osob. Spory plísní zůstávají aktivní po mnoho let. Odstranění těchto mikroorganismů je velmi náročný proces, a lze ho docílit fyzikálně, nebo chemicky.

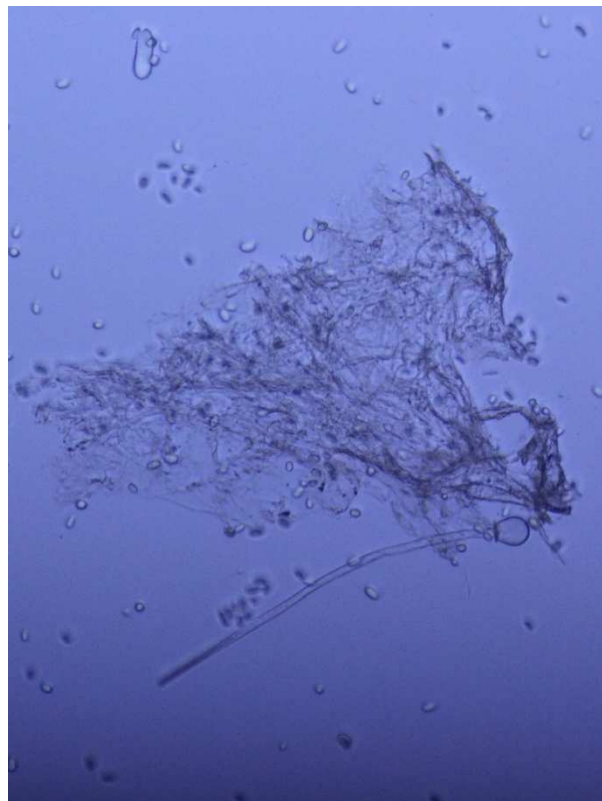


Obrázek 102: Mikroskopický snímek – *Alternaria sp.*





Obrázek 103: Detailní mikroskopický snímek – *Alternaria* sp.



Obrázek 104: Mikroskopický snímek – *Mucor* sp.



Obrázek 105: Mikroskopický snímek vzorku



## 4. Návrh sanačních opatření

Objekt by měl v průběhu příštích několika let projít zásadní rekonstrukcí. Je plánována změna jeho využití na Dům dětí a mládeže. V rámci oprav se objekt navrátí do svého původního stavu před provedením nešetrných zásahů, které nijak nerespektovaly jeho ojedinělou krásu a hodnotu. Dvě přistavěné části objektu, mezi bočními křídly a hlavní středovou věží, budou zachovány. Nedojde tedy k navrácení úplného původního tvaru budovy, jak tomu bylo při jejím vzniku v roce 1929.

Zmiňované stavební úpravy vyžadují zpracování projektové dokumentace dle stavebního zákona č. 183/2006 Sb. a vyřízení stavebního povolení. V průběhu provádění stavebních prací je nutné klást důraz na bezpečnost při práci a ochranu zdraví.

Obě venkovní schodiště budou odstraněna. Venkovní schodiště na jižní straně objektu zcela zanikne a schodiště hlavní věže bude nahrazené novým mohutnějším žulovým schodištěm. Schodišťové stupně budou probíhat podél celého obvodu hlavní věže objektu. Počet schodů bude navýšen z důvodu návrhu schodů s menší výškou, než tomu bylo dosud. Toto schodiště bude podél severní strany objektu doplněné rampou pro možný bezbariérový přístup do budovy.

Dále dojde i k vybourání obou vnitřních schodišť. Schodiště nacházející se v jižním křídle objektu bude trvale odstraněné. Vybouraný schodišťový prostor se zastropí novým železobetonovým stropem. Schodiště v hlavní věži objektu bude odstraněné z důvodu dispozičních úprav, vestavbě bezbariérového výtahu a splnění normových hodnot, a to i přesto, že není nijak zásadně staticky poškozené. Důvodem takto závažného statického zásahu je požadavek na zbudování bezbariérového přístupu do všech pater objektu a normové požadavky na rozměry schodišťových ramen. Dle normy ČSN 73 4130 je šíře schodišťového ramene požadována min. 1100 mm. Pro dosažení těchto požadavků bude zapotřebí stávající schodišťová ramena a přilehlou místnost odstranit. Ve vzniklém otevřeném prostoru bude vytvořené nové tříramenné železobetonové schodiště, obložené žulovým obkladem. Toto nové schodiště bude zároveň sloužit jako hlavní úniková cesta z objektu a bude splňovat veškeré požadavky dle norem ČSN 73 4130 a ČSN 73 0833. Schodišťová ramena budou mít shodnou šířku 1250 mm. Na schodišťových ramenech bude upevněno nové ocelové zábradlí výšky 1000 mm a bude splňovat veškeré požadavky vyplývající z normy ČSN 74 3305.

Pro docílení původního historického vzhledu objektu se zazdí veškerá nepůvodní okna a vstupní dveře a dále se vybourají nové okenní otvory dle historického vzhledu objektu. Zazdění se provede z cihel plných pálených, z důvodu sjednocení použitých materiálů zdiva se zdivem původní. Tímto nebude docházet po zateplení objektu v obvodovém plášti k rozdílným prostupům tepla a případné kondenzaci vody ve zdivu. Dále se vybourají zazděná suterénní okénka a skleněné tvárnice ve středové věži objektu.

Nepůvodní příčky, podlahy a ostatní konstrukce budou odstraněny. Při odstraňování nepůvodních konstrukcí bude potřeba postupovat šetrně, aby nedošlo ke statickému narušení objektu.

Veškeré vnitřní omítky a obklady budou ve všech patrech odstraněny. Stávající rozvody instalací budou kompletně v celém objektu vybourány a nahrazeny rozvody novými dle navrženého nového dispozičního řešení. Po provedení nových rozvodů vody, kanalizace a elektro rozvodů, budou provedeny nové vápenocementové omítky. V suterénu objektu se použijí omítky sanační (podrobný popis viz. Kapitola 4.1.2.3. Fáze 3.)

Stávající vnější výplně otvorů objektu budou odstraněny a nahrazeny okny novými. Navrhují použít okna dřevěná, zasklená trojsklem, parametrů současných norem a vzhledu původních historických oken. Na jižní fasádě 1.NP budou vybourána a osazena dvě nová okna pro dostatečné prosvětlení místností. Před vybouráním otvorů budou osazeny nové ocelové překlady postupně do drážek z obou stran zdiva, ocelové nosníky budou aktivovány vyklínováním.

Stávající střešní krytina z vláknocementových šablon s obsahem škodlivého azbestu bude odborně odstraněna. Stávající bednění bude prohlédnuto a případné poškozené části budou nahrazeny novými prkny stejné tloušťky. Jako nová střešní krytina budou použity nezávadné šablony stejného tvaru a vzhledu. Z důvodu využití půdního prostoru se počítá s dodatečným zateplením celé střešní konstrukce. Konstrukce krovu bude očištěna a překontrolována, zda nejsou některé jeho části porušeny a natřena biocidním nátěrem. Případné poškozené části budou odborně ošetřeny či vyměněny. Do konstrukce střešního pláště budou osazena střešní okna pro možnou využitelnost podkroví. Nová podlaha v podkroví bude zvýšena pomocí lehké dřevěné konstrukce a suché skladby nad úroveň vazných trámů.

Způsob, jakým jsou ploché střechy na objektu provedeny je zcela nevyhovující dnešním standardům a do budoucna se bude muset celé souvrství odstranit a nahradit novou kvalitnější tepelnou izolací o větší tloušťce. Zároveň se bude muset zvětšit sklon ploché střechy na min 3 %, pro zajištění lepšího odtoku dešťových vod.

Při plánovaných stavebních úpravách se předpokládá s kompletní výměnou podlahových krytin, vnitřních dveří a vnitřních parapetů. V 1.PP objektu budou provedeny nové skladby podlah včetně nové hydroizolace, která bude napojena na novou hydroizolaci svislé stěny.

Veškeré stávající klempířské prvky budou odstraněny a nahrazeny novými, z barveného pozinkovaného plechu. Jedná se o výměnu okapů, svodů, oplechování říms fasády, lemování a nové parapety.

Poškozené části fasády budou odstraněny a doplněny jádrovou vápenocementovou omítkou. Následně se fasáda objektu zateplí zateplovacím systémem požadované tloušťky. Přesná tloušťka a návrh materiálu bude navržen v projektové dokumentaci plánované rekonstrukce.

Pro zabezpečení objektu proti pronikání vlhkosti do objektu je nutné provést několik zásadních opatření. Tyto opatření jsou podrobně popsána v kapitole 4.1.2. Sanace vlhkosti řešeného objektu.

Stávající obvodové zdivo tloušťky 450 mm (plná pálená cihla) nesplňuje požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla pro stěny vnější  $U_{N,20} = 0,3$  [W/(m<sup>2</sup>K)] dle normy ČSN 73 0540-2. Navrhují

objekt zateplit pomocí vnější kontaktního zateplovacího systému tloušťky 160 mm, přesný typ materiálu a jeho tloušťka bude navržena v projektu pro stavební povolení. Cílem provedeného zateplení je splnění normových požadavků, zvýšení komfortu při užívání, snížení energetických nákladů na provoz budovy. Zateplení fasády bude respektovat a kopírovat původní vzhled a ozdobné prvky fasády.

Stávající komínová tělesa nad úroveň střešní krytiny budou ubourána na úroveň nepoškozeného zdiva. Následně budou komínová tělesa vyžděna do výšky min 650 mm nad hřeben (popř. bude výška o větrný úhel 10 % snižena) v návaznosti na normu ČSN 73 4201 ed. 2. Poté na ně budou umístěny nové komínové hlavy.

## 4.1. Ochrana staveb před zvýšenou vlhkostí a návrh sanace vlhkosti

### 4.1.1. Metody sanace vlhkého zdiva

K nejdůležitějším opatření z hlediska zajištění životnosti objektu patří ochrana před vodou a vlhkostí. Sanace vlhkého zdiva se skládá z metod přímých a nepřímých. Cílem opatření je odstranění či trvalé snížení vlhkosti v konstrukcích objektu. Při výběru správné sanační metody je nezbytné provést podrobný průzkum konstrukce a odhalit příčiny vzniku vlhkosti. V průzkumu bychom se měli zabývat i ochranou před účinky povětrnosti, srážkovou vodou, tepelným režimem budovy v celoročním cyklu, provozem objektu z hlediska vlhkového režimu, vnějšími klimatickými podmínkami a dalšími účinky podílející se na zvýšené vlhkosti. Špatně provedené aplikace sanačních metod a úpravy mohou mít za důsledek zásadní zhoršení stávajícího stupně vlhkosti v konstrukci. Jedná-li se o sanace zvýšené vlhkosti řešené na památkově chráněných objektech je nezbytně nutné analyzovat důsledky změny vlhkosti v dané konstrukci. V úvahu se musí vzít jaký bude mít vliv například vysušení zdiva na jeho porušení, redistribuci napětí po průřezu konstrukcí nebo možné poničení nástěnných maleb a štukatérské výzdoby [11].

$w < 3 \% hm.$  –vlhkost velmi nízká

$w < 5 \% hm.$  –vlhkost nízká

$w < 7,5 \% hm.$  –vlhkost zvýšená

$w < 10 \% hm.$  –vlhkost vysoká

$w > 10 \% hm.$  –vlhkost velmi vysoká

Tabulka 7: Hodnocení vlhkosti zdiva – dle ČSN P 73 0610

### **4.1.1.1. Historické způsoby ochrany staveb před zvýšenou vlhkostí**

- **Odvětrávání dutých podlah**

Nejčastěji u staveb z konce 19. století, které nebyli podsklepené, se zvýšeným přízemím a nacházející se na vlhkých pozemcích.

- **Větrací systémy sklepů a podzemních prostor**

Do sklepních prostor byl přiváděn u podlahy čerstvý studený vzduch. Ohřátý a vlhký vzduch byl poté odváděn při stropě zpět do exteriéru. Přívodní a odvodní větrací otvory byly zpravidla tvořeny na protějších stěnách budovy. Toto řešení se nepoužívalo pouze pro sklepní prostory, ale lze je nalézt i na sakrálních stavbách či stájích v podhorských oblastech.

- **Ochrana vrstvou z břidlicových desek**

Břidlicové desky byly vkládány do malty vápenné na horní úrovni základového zdiva, nebo pokládány na úroveň základové spáry. Tato metoda se využívala převážně v románském období.

- **Ochrana vrstvou říčních valounů**

Valouny byly pokládány na dno základové jámy a tím se přerušilo kapilární vztlínání. Tato metoda se využívala taktéž v románském období.

- **Ochrana zdiva vrstvou jílu**

Těž také známé jako jílový obklady. Obvykle se prováděly na vnějším povrchu zdiva, na rubu kleneb a jako izolace podlah v přízemí nebo podzemí. Stěny často chránila vrstva jílu vyztuženého slámou, rákosím, řezankou ze sena, a to o tloušťce 300–400 mm. Tato metoda se využívala v období gotickém a barokním. V dnešní době se u historických budov využívá na místo jílu sypký bentonit v tloušťce 100–150 mm.

- **Izolace pomocí vzduchových mezer a provětrávacích kanálků a dutin**

V kanálkách proudí vzduch, který přejímá vlhkost ze zdiva a odvádí ji do exteriéru. Metoda byla používána v období pozdního baroka a klasicismu.



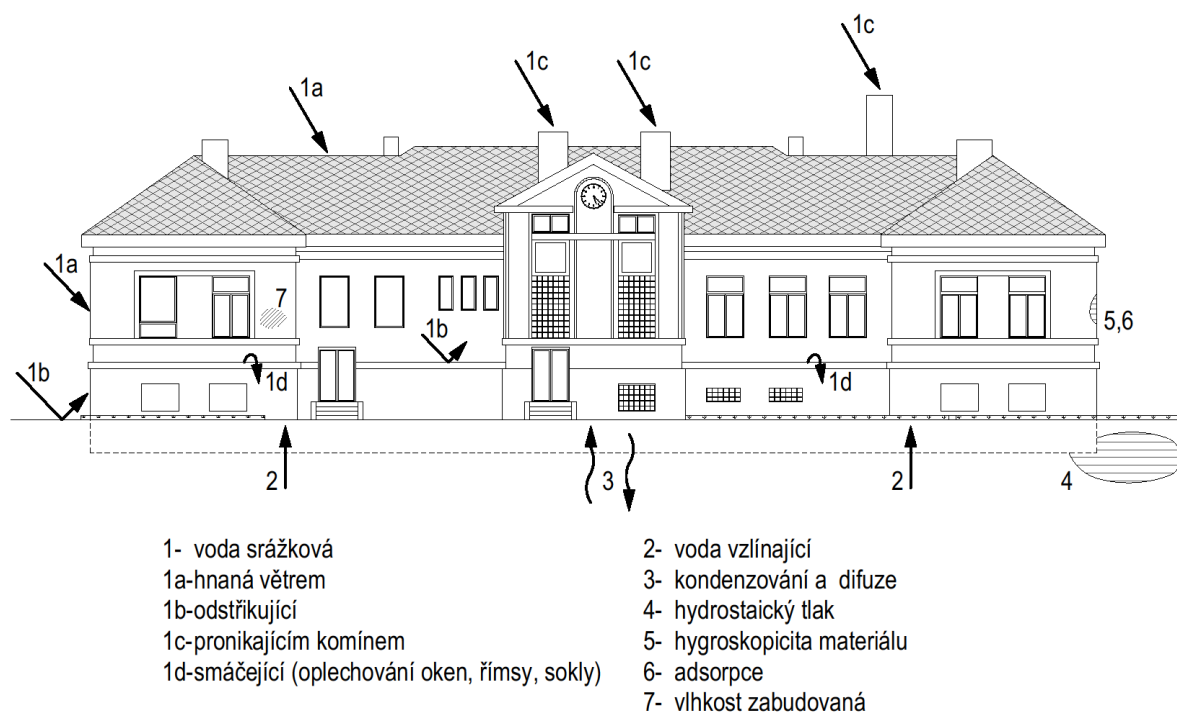
### • Ochrana asfaltem

Asfalt byl používán v jedné nebo více vrstvách zdiva cihel přepalovaných. Asfalt byl využíván již ve středověkém Řecku, Římě či Mezopotámii. Znovu začal být využíván až v polovině 19. století.

### • Ochrana olovnými plechy

Plechý tloušťky 1,5 – 4 mm byly vkládány do ložné spáry zdiva a byly nastavovány přesahy 50–80 mm. Spoje se zalévaly asfaltem nebo kvalitní vápennou maltou. Metoda se využívala na římských stavbách, a použila se také při stavbě Národního divadla [11].

## 4.1.1.2. Druhy vlhkosti a usazování solí



Obrázek 106: Zdroje zvýšené vlhkosti

### • Druhy vlhkosti

- voda srážková
  - hnaná větrem
  - odstříkující
  - pronikající prostory (komín ...)
  - smáčeující (oplechování oken, římsy, sokly)
- voda vztlínající
- kondenzovaná a difuze
- hydrostatický tlak

- hygroskopicitu materiálů
- adsorpce
- vlhkost zabudovaná

### • Usazování solí v konstrukcích

Výkvěty a krusty jsou projevem usazování solí na povrchu vlhkých konstrukcí. Jsou důsledkem usazených vykrystalizovaných rozpustných solí, jež se nacházejí ve vlhkosti, která proniká z vnitra stavebních materiálů na jeho povrch. Výkvěty vnější, též nazývané eflorescence, se projevují vznikem barevných skvrn na povrchu konstrukcí. Výkvěty vnitřní, či subflorescence, nebo kryptoflorescence, se vytvářejí pod povrchem a zásadně přispívají k odpadávání povrchových vrstev. Pozornost je zapotřebí též věnovat solím s hygroskopickými vlastnostmi. Jsou-li obsaženy v konstrukci ve větším množství, mohou zásadně ovlivnit rovnovážnost vlhkosti. Pro možné ošetření hygroskopického zdiva je za potřeby odstranění omítek, následně důkladně odstranit ze spár maltu do hloubky min. 20 mm, nakonec je zapotřebí odstranit veškeré hygroskopické materiály. Aby bylo možné zhodnotit rozsah a závažnost vlhkosti zdiva je bezpodmínečná znalost a posouzení salinity. Množství obsahu solí ve zdivu se uvádí v [mg/g] a [hm. %] [11].

salinita zdiva podle normy ČSN P 73 0610			
Stupeň zasolení zdiva	Obsah solí [mg/g]		
	Chloridy	Dusičnany	Sírany
Nízká	<0,75	<1,0	<5,0
Zvýšená	0,75 - 2,0	1,0-2,5	5,0-20
Vysoká	2,0 - 5,0	2,5-5,0	20-50
Velmi vysoká	> 5,0	> 5,0	> 50

Tabulka 8: Hodnocení destruktivního působení solí ve zdivu podle normy ČSN P 73 0610

### • Ochrana staveb před zvýšenou vlhkostí

Má-li být sanace vlhkého zdiva účinná, musí obsahovat aplikaci několika sanačních metod zároveň. Při návrhu pouze jedné metody nelze uvažovat se stoprocentním účinkem, většinou se docílí pouze dočasného řešení [11].

#### - Přímé metody

- dodatečná hydroizolace zdiva a vnějších povrchů konstrukce
- provětrávanými vzduchovými dutinami
- systém větracích kanálků
- elektrofyzikální metody (elektroosmotické, magnetokinetické)
- injektážní chemické metody
- speciální omítky, potěry
- konzervační nátěry a nástřiky

#### **- Nepřímé metody**

- odvodnění základového a podzemního zdiva drenážním systémem, systémem odčerpávaných studní
- ochrana spodní stavby systémem odvětrávacích příkopů a kanálů
- úprava terénu v okolí stavby (spádování terénu, odvodnění střech ...)
- úprava hydrogeologických vlastností základové půdy
- úprava vnitřního prostředí stavebního objektu
- vytváření vodonepropustných clon injektáží základové půdy objektu a štětovými stěnami

### **4.1.1.3. Přímé metody**

Podle ČSN P 73 0610 se přímé metody dělí na mechanické, chemické a elektrofyzikální.

#### **a) Dodatečná hydroizolace zdiva a vnějších povrchů konstrukce**

Jedná se o mechanickou metodu, při níž se do ručně nebo strojově vytvořené ložné spáry vsunují hydroizolační pásy, desky nebo folie. Lze o tomto způsobu uvažovat, jako o dlouhodobě nejspolehlivější sanační metodě, jestliže zdivo nacházející se pod dodatečně provedenou hydroizolací je odolné dostatečně vůči vlhkosti, a to zejména té agresivní. Agresivní vlhkost může mít za následek biochemické a chemické degradační procesy. Pokud daná konstrukce není dostatečně odolná, může dojít ke značnému zhoršení stavu. Aplikování této metody není více méně nijak omezeno obsahem solí nebo množstvím zvýšené vlhkosti ve zdivu. Metoda mechanického podříznutí má za následek zásadní zásah do konstrukce objektu a zdiva. Z tohoto důvodu je méně vhodná pro objekty se subtilními konstrukčními prvky a klenbami. Dodatečná hydroizolace zdiva a vnějších povrchů konstrukce se provádí z asfaltových pasů se skelnou tkaninou, pryžových folií, kovových desek, nebo folií z měkčeného PVC.

#### **Odlišné postupy provádění v závislosti na materiálu zdiva:**

- Zdivo svislé konstrukce se krok po kroku prořezá a do vytvořené spáry se vloží hydroizolační pásy. Zdivo může být proříznuté ručně, elektrickou pilou nebo diamantovým lanem (při tloušťce nad 600 mm). Používá se tam, kde lze proříznout ložnou spáru (zejména cihelné zdi). Následně po vložení hydroizolační folie do ložné spáry, se spára dokonale uklínuje a vyplní cementovou maltou.
- Pro zdivo kamenné, smíšené a cihelné zdivo s neprůběžnou ložnou parou se používá diamantová lanová pila. Metoda není omezená tloušťkou zdiva.
- Alternativní metodou je vsunování hydroizolačních pásů do vodorovné spáry ve zdivu, proříznuté pomocí plasmového plamene, vodního paprsku o velkém tlaku, nebo laserem. Tyto postupy se aplikují při větší tloušťce zdiva, a to pouze výjimečně.

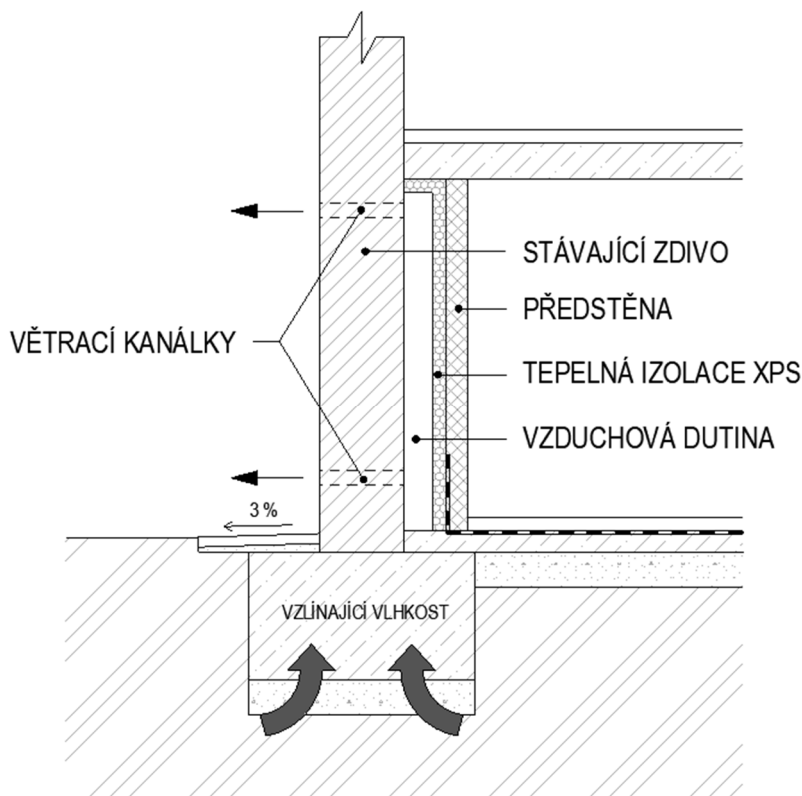
- Provádění dodatečné hydroizolace pomocí pneumatického zatlačování profilovaných kovových desek ze speciální nekorodované oceli. Není za potřebí vytvářet ložnou spáru pro vložení hydroizolace [11, 12, 13].

## b) Provětrávání vzduchovými mezerami

Vlhkost je ze stěn a podlah odváděná pomocí proudícího vzduchu. Jedná se o dlouhodobě účinné a spolehlivé opatření. Pro zajištění účinnosti této metody je zapotřebí ověřit teplotu, vlhkost a intenzitu proudění vzduchu, jež bude procházet vzduchovými dutinami či kanálky. Metoda není vhodná při velkém množství vlhkosti a agresivní vlhkosti. Může se využívat i jako dodatečnou metodu k některé jiné alternativní metodě. Nejčastěji se svislé vzduchové dutiny, o šířce 100 až 300 mm, vytvářejí za pomoci předstěn, a to jak zděných, tak i prefabrikovaných. Předstěny mohou být umístěné jak vně, tak i uvnitř objektu. Při umístění předstěny v interiéru, je nutné upevnit tepelnou izolaci na rubu nově vyzděné stěny.

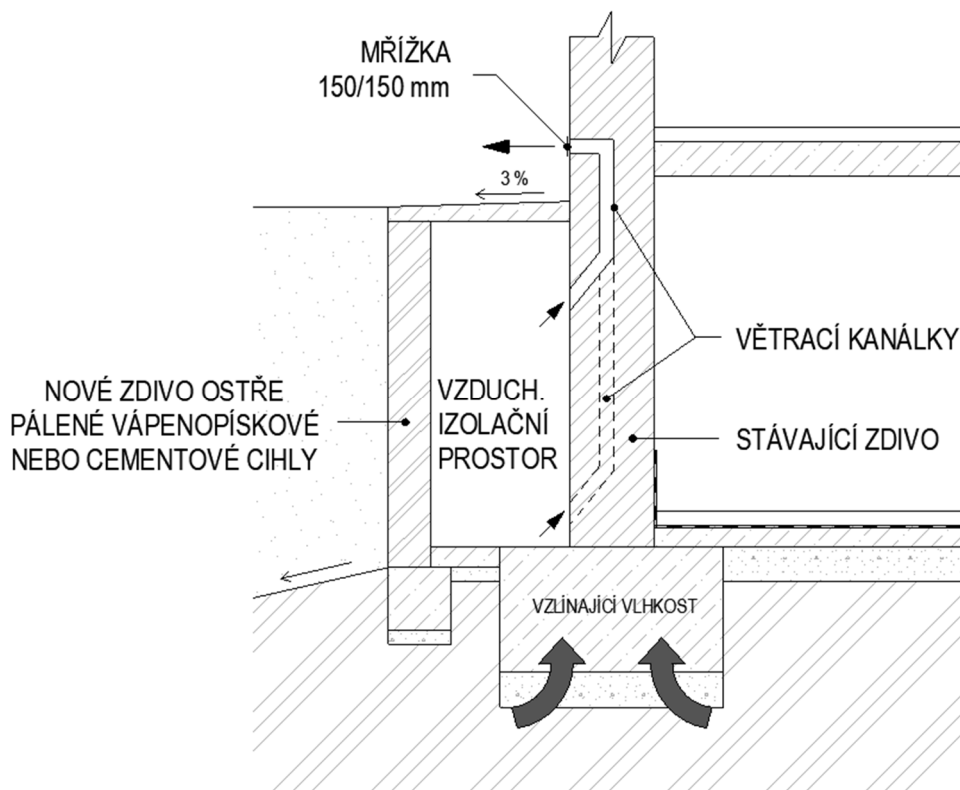
Metoda lze využívat i u podlah v nejnižším podlaží objektu. Pomocí vzduchové mezery dochází k přerušení kapilárního vztlínání vody z podzákladí objektu [11, 12, 13].

Veškeré obrázky v této rešerši byly vytvořeny autorkou bakalářské práce. Podkladem byla skripta *Obnova a rekonstrukce staveb: poruchy, degradace, sanace*.



Obrázek 107: Příklad provedení vzduchové mezery I





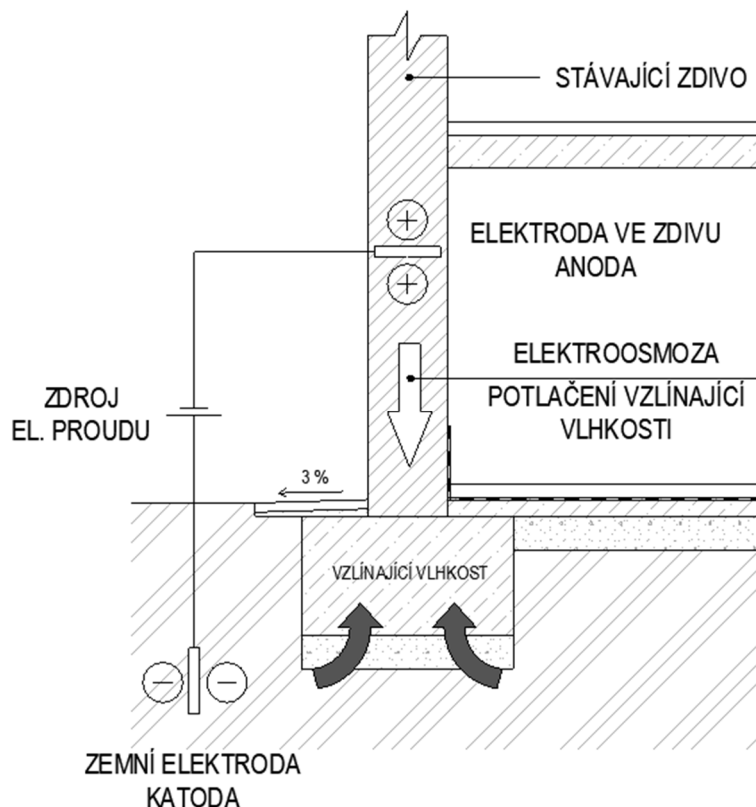
Obrázek 108: Příklad provedení vzduchové mezery II

### c) Elektrofyzikální metody

Jedná se o metody skládající se z aktivní elektroosmózy a pasivní galvanoosmózy. Kladný elektrický náboj se upevní na stěnu (ve vlhkém zdivu vzniká elektrické pole působící proti vlhkosti) a záporná elektroda je umístěna u základu vysušovaného zdiva. Pokud je kladná elektroda tvořena pásem grafitové barvy nanesené přímo na odhalené zdivo, jsme schopni dosáhnout mnohem účinnějšího systému.

V případě elektrofyzikální metody nedochází k usazování solí na povrchu konstrukce. Nachází-li se v konstrukci oblast se silně mineralizovanou podpovrchovou vodou, vysoké množství vlhkosti, vlhkost s agresivními účinky anebo zdivo s vysokým obsahem solí není vhodné navrhovat elektrofyzikální metody. Pro účinnost metody je důležité na zdivu, nebo uvnitř konstrukce neponechat žádné ocelové prvky. Rozdílné pH stavebních hmot může mít za následek vznik rušivého elektrického napětí. K tomuto jevu může dojít například u kombinace nových a starých konstrukcí. Je tomu možné předejít oddělením nových konstrukcí od konstrukcí původních pomocí izolační vrstvy nebo propojit staré a nové prvky aktivní elektroosmózou prostřednictvím elektrického neizolovaného vodiče. Aktivní elektroosmózu není vhodné navrhovat v případě kdy je zvýšená vlhkost zapříčiněná kondenzací vodní páry, smáčením, účinkem tlakové vody, prosakováním svislé hydroizolace suterénních stěn. Jedná se o méně spolehlivou vlhkostní sanační metodu [11, 12, 13].

Další metodou je mikrovlnné záření, které pomáhá snížit vlhkost v konstrukci, tak aby mohli být využité jiné sanační metody (injektáž ...).



Obrázek 109: Princip aktivní elektroosmózy

#### d) Infuzní metody

Metoda funguje na principu přerušení kapilárního vzlínání, snížení nasákavosti a smáčení stěn pórů. Rozmístění injektážních otvorů záleží na druhu použité infuzní látky, propustnosti materiálu zdiva a injektážním tlaku. Vlhkost zdiva by neměla přesáhnout množství  $w_{\text{nas}} < 11 - 13\% \text{ hm}$ . Infuzní metodu je vhodné používat pouze proti vzlínající zemi vlhkosti. Není vhodné ji navrhovat jako sanační řešení vůči tlakovým vodám a vodám vysoce agresivním [11, 12, 13].

##### Druh infuzní metody dle hm. vlhkosti:

$w = 5-7\% \text{ hm}$ . – na bázi vodních prostředků

$w > 10\% \text{ hm}$ . – dvoustupňová infuze (hydrofobizační + utěšňovací)

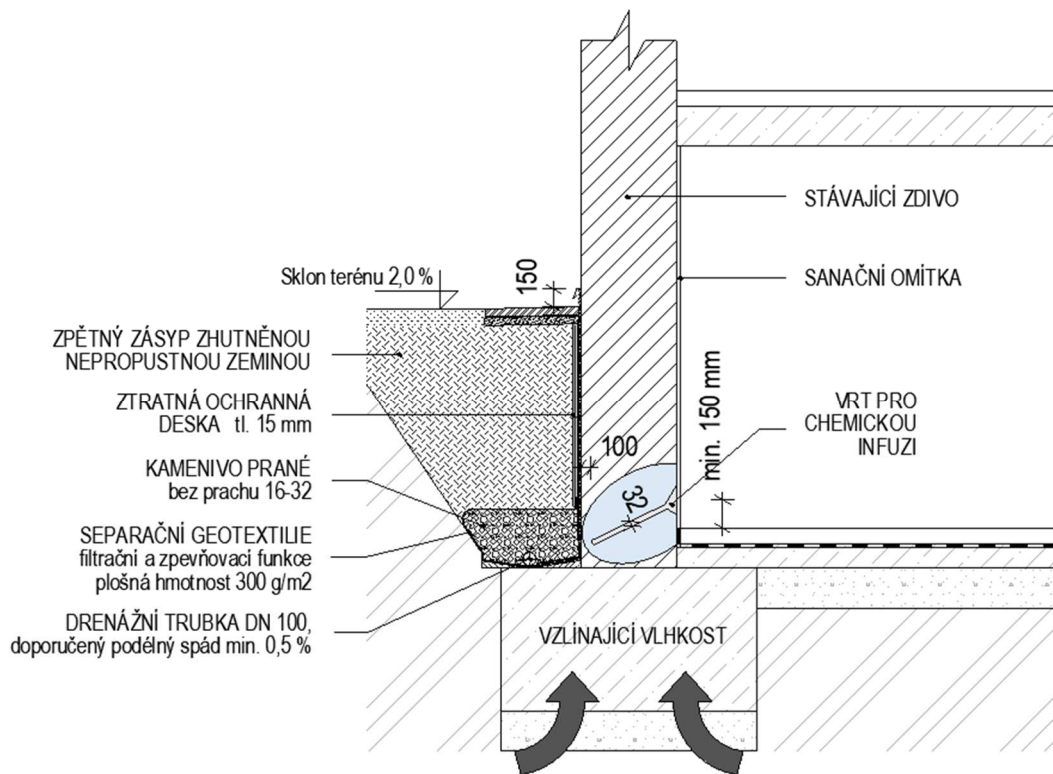
$w = 11-12\% \text{ hm}$ . – na bázi organických rozpouštědel (ne z vnitřní strany a za vyšší teploty)

##### Podle způsobu injektáže rozlišujeme injektáže:

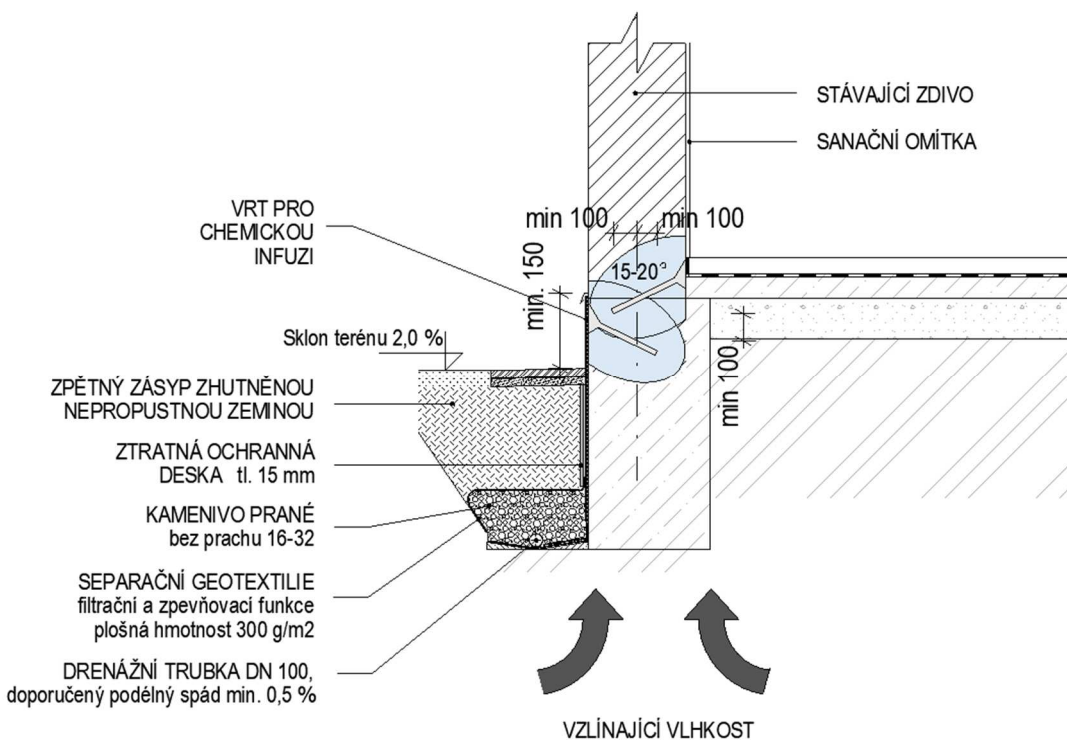
- Beztlaková s hydrostatickým přetlakem
- Tlaková

**Materiály, které se používají jako injektážní směsi:**

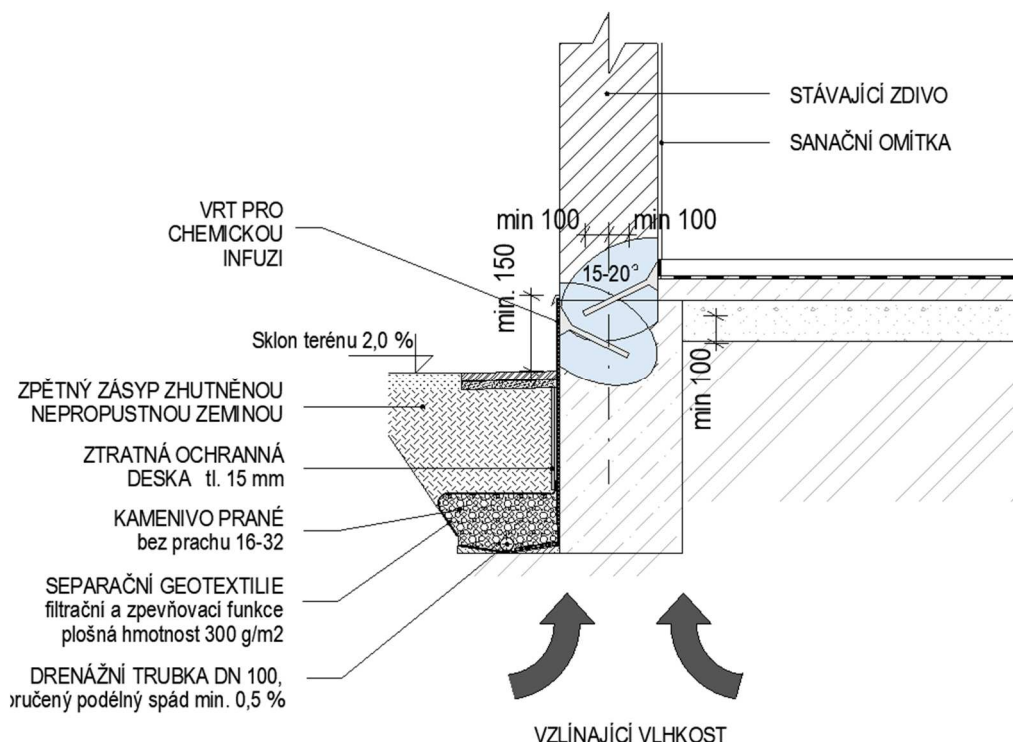
- Akrylové gely, minerální materiály (jílocementové), vodní sklo, polyaxanové pryskyřice, silikonové mikroemulze, polymery, estery kyseliny křemičité, vosky



Obrázek 110: Provedení infuze z vnitřní strany



Obrázek 111: Provedení infuze z vnější strany



Obrázek 112: Provedení infuze z obou stran

#### 4.1.1.4. Nepřímé metody

Podle ČSN P 73 0610 se nepřímé metody dělí na vzduchoizolační, drenážní systémy, okapové svody, vhodné spádování okolního terénu.

Aby se zabránilo zpětnému výskytu vlhkosti i po správně provedené přímé metodě je zapotřebí vyloučit, nebo výrazně omezit příčiny a zdroj vzniku vlhkosti. Správnou metodu a způsob provedení sanace lze navrhnout na základě provedeného komplexního průřezu vlhkosti [11, 12].

Správný návrh sanace vlhkosti si většinou vyžádá kombinaci přímých a nepřímých metod.

#### 4.1.1.5. Sanační omítky a hydroizolační bezspáré stěrky a potěry

Jedná se o speciální druh omítek, určených pro vlhké a zasolené zdivo. Využívají se především jako dodatečné opatření proti zvýšené vlhkosti. Svými difúzními a pórovými vlastnostmi, vodoodpudivostí a nenasákavostí umožňují intenzivní odpařování z konstrukce. Proces usazování solí probíhá uvnitř řízeného otevřeného pórového systému, ne jak je to běžné u tradiční omítky na jeho povrchu. Usazováním solí dochází k postupnému zaplňování pórů omítky, a tím k postupnému snížení funkčnosti sanační omítky. Sanační omítky působí pouze proti kapilární a hygroskopické vlhkosti.



Sanační omítka je nezbytně nutnou součástí opatření při infuzní a elektrofyzikální metodě. Pojivo omítek je hydraulické (portlandský cement, hydraulické vápno). U zdiva s vysokou salinitou je vhodné docílit snížení množství soli, před použitím sanačních omítek (mechanické odstranění výkvětu, omytí proudem vody, elektrokinetické metody).

Stěrkové a potěrové systémy jsou založené na polymerních, polymercementových a polyuretanových směsích. Stěrkové hmoty dělíme na tuhé s cementovým pojivem (minerální stěrky) a pružné na živičná báze (bitumenové stěrky).

Jsou nanášeny jak strojně, tak i ručně. Omítky jsou vysoce paropropustné a mají příznivé vlastnosti z hlediska stavební biologie a fyziky. Vzhledem k pozvolnému a mírnému nárůstu pevnosti při tuhnutí pojiva nedochází ke vzniku nežádoucích škodlivých napětí při zrání omítnutých ploch (nevznikají nežádoucí trhliny) [11, 12, 14].

Sanační omítky podle druhu pojiva:

- vápenoperlitové
- vápenocementové
- cementoperlitové
- cementové

## 4.1.2. Sanace vlhkosti řešeného objektu

Na základě stavebnětechnického průzkumu byla zjištěna zvýšená vlhkost v suterénu objektu. Nejvyšší vlhkost se nachází u podlah suterénu a směrem vzhůru vlhkost klesá. Nad úroveň terénu je vlhkost pouze zvýšená či velmi nízká. Ve středových stěnách byla zjištěna nižší vlhkost než u stěn obvodových. Z provedeného průzkumu vyplývá potvrzení dřívějšího předpokladu, že dochází k hromadění vody v úrovni základové spáry a pronikání vod po celé výšce obvodového suterénního zdiva. Ve zdivu je jednoznačná absence hydroizolace, drenážního systému kolem objektu a nedostatečné zajištění nakládání s povrchovými a dešťovými vodami. Přiléhající asfaltové plochy jsou spádované směrem k objektu, většina dešťových svodů není napojená na dešťovou kanalizaci, což má za důsledek nadměrné hromadění vody v celé výšce suterénního zdiva. K degradaci zdiva dále přispívá nevhodné provedení suterénních omítek opatřených emailovým nátěrem a provedení keramických obkladů.

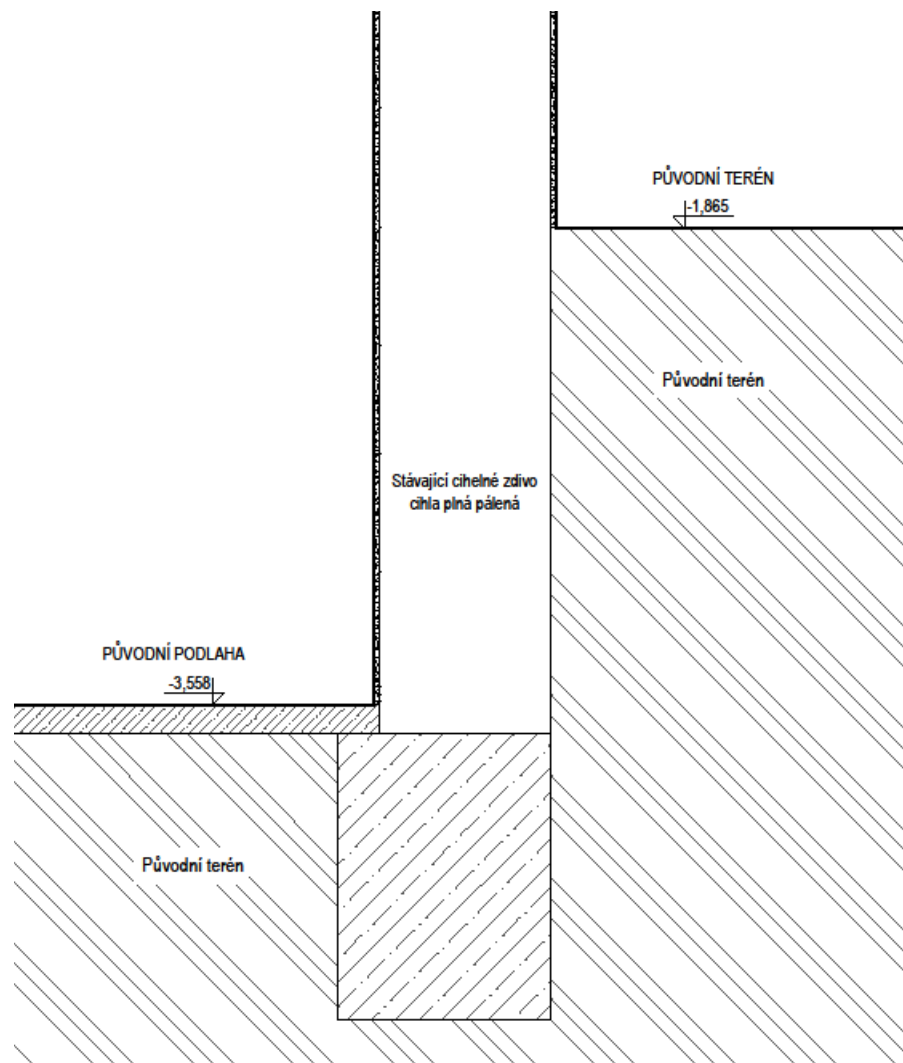
Pro zvýšení účinnosti sanačního opatření je nutné zvolit minimálně dvě metody sanace zdiva. K odstranění vlhkosti navrhuji sanační postup ve třech fázích.

### Postup prací:

1 Fáze: Odstranění obkladů a omítek na suterénním zdivu, odstranění zdiva, které je napadené dřevokaznými houbami a plísněmi

2 Fáze: Vyřešení problému s odvodem dešťových srážek

3 Fáze: Odstranění mikrobiologického napadení, provedení sanačních metod, zabránění nadměrného hromadění dešťových vod v základové spáře a pronikání vody po celé výšce suterénního zdiva, úprava okolního terénu objektu



Obrázek 113: Detail obvodové stěny – Stávající stav

### **4.1.2.1. Fáze 1.**

V rámci první fáze budou odstraněny omítky a obklady na veškerých nosných i nenosných stěnách nacházejících se v suterénu objektu. Zdivo bude nahrubo očištěné a materiál z odstraněných omítek bude odvezen na řízenou skládku. V místech, kde je zdivo a omítky napadené dřevokaznými houbami bude nutné provést odbornou likvidaci napadeného materiálu pro zabránění šíření sporů. Po dokončení těchto prací se počítá s roční pauzou, aby mohlo zdivo přirozeně vysychat a dýchat. Veškeré mikrobiologické opatření budou provedeny v rámci třetí fáze. V místnosti 0.26 (viz. kapitola 2.1. Základy) bude z prohlubně bývalé kotelny vyčerpána voda, prostor se důkladně vyčistí a zbaví se veškerých usazenin a nečistot. V místnostech 0.19, 0.20, 0.24 (Obrázek 47) budou odstraněny ze stropních konstrukcí zbývající panely tepelné izolace [14].

### **4.1.2.2. Fáze 2.**

Následně bude zahájena fáze druhá, kdy je nutné zabránit zatékání (vsakování) dešťových vod ze střech do bezprostřední blízkosti suterénního zdiva. Po provedení výměny stávající střešní krytiny (viz. kapitola 4. Návrh sanačních opatření) budou na celém objektu umístěny nové dešťové žlaby a svody. Nadzemní část odvodňovacího dešťového systému bude z pozinkovaného plechu opatřeného ochranným nátěrem. Po celém obvodu objektu budou dešťové žlaby kotveny pomocí žlabových háků upevněných do stávajících krokví. Nově bude vytvořeno osm dešťových svodů DN100 mm, které budou po provedení sanačních opatření napojeny do nové podzemní dešťové kanalizace, která bude provedena až po provedení sanačních opatření (fáze 3). Po dobu probíhání stavebních úprav budou dešťové vody pomocí PVC trubek provizorně odvedeny od obvodu objektu. Cílem je zabránění stahování dešťové vody do odkrytých výkopů.

Práce na podzemní části odvodňovacího dešťového systému budou probíhat ve shodné době jako výkopové práce pro vytvoření drenážního systému (viz. kapitola 4.1.2.3. Fáze 3.). Podzemní část dešťového systému bude provedena z PVC kanalizačních trub DN 150 mm. Potrubí dešťové kanalizace bude uloženo do pískového lože v předpokládaném spádu 2 % a napojeno na stávající dešťovou kanalizaci v areálu (Obrázek 115). Přesné spádování bude určeno po výškovém zaměření tohoto napojení ve stávajících šachtách. Uložené potrubí bude obsypáno vrstvou písku tloušťky 300 mm a následně se provede zasypání výkopu zeminou hutněnou po vrstvách.

### **4.1.2.3. Fáze 3.**

Ve třetí fázi dojde k provedení sanačních metod, za účelem zabránění výskytu vlhkosti ve zdivu. Pro zvýšení účinnosti opatření je nutné zvolit minimálně dvě metody sanace zdiva. Vzhledem k absenci tlakové vody a stavu suterénního zdiva byly zvoleny sanační metody podříznutí vlhkého zdiva řetězovou

pilou s vloženými hydroizolačními asfaltovými pásy, svislá hydroizolace vnější straně obvodových stěn, drenáž kolem objektu a provedení nových sanačních omítek v suterénu budovy. Laboratorní analýzou byl potvrzen lokální výskyt dřevokazných hub a plísní. Z tohoto důvodu je nutné provést odbornou likvidaci tohoto lokálního mikrobiologického napadení suterénního zdiva. V budoucnu se počítá s využitím suterénních prostor jako kreativní dílny a učebny pro dům dětí a mládeže, a proto je nutné při sanaci klást důraz na nezávadnost veškerých použitých materiálů.

### **Odstranění mikrobiologického napadení**

Cílem sanačního zásahu je přerušení kořenového systému dřevokazných hub. Spáry napadeného zdiva budou hloubkově proškrábnuty. Následně navrhuji použít metodu mikrovlnného prozáření. Tato metoda spočívá v hloubkovém prozařování zdiva, při kterém se organismy obsahující vodu velmi rychle ohřívají a při dosažení kritické teploty dochází k jejich úhynu. Délka potřebné doby ozáření bude stanovena laboratorně. Zásah bude vyhodnocován kontrolou teploty ozařovaného materiálu bezkontaktními teploměry a v případě potřeby také termovizní kamerou. Po provedení mikrovlnného záření bude zdivo zabezpečeno před opětovným napadením tlakovou injektáží a natřeno nátěrem na bázi kvartérních amoniových sloučenin [15].

### **Podříznutí zdiva**

Po zvážení všech přínosů a negativ byla zvolena metoda přímá, a to podříznutí zdiva s dodatečným vložením hydroizolačních asfaltových pásů. Zvolenou metodu lze provést, jelikož objekt není situován v bezprostřední blízkosti silniční komunikace, není závažně staticky porušen a nejsou známa další omezení, jež by znemožňovala odkop zeminy podél celého obvodu objektu.

Pro provedení sanační metody podříznutí vlhkého zdiva budou použity dva druhy pil, strojní a ruční. Tato metoda je určena pro cihelné zdivo s rovnou ložnou spárou.

Podřezání zdiva se bude provádět postupně. Z důvodu statického zajištění budovy se budou jako první podřezávat rohy a kouty obvodových stěn, následně se podřízne zbylé obvodové zdivo, poté vnitřní nosné příčné stěny a na závěr vnitřní nosné podélné stěny (Obrázek 115). Nosné zdivo bude prořezáváno v záběrech maximální délky 1 m.

Po obvodu budovy dojde k odstranění zbytků stávající betonové žlabovnice. Poté se odtěží zemina do hloubky -3,720 m (od podlahy 1.NP). Záběry výkopů budou délky 4–5 m (Obrázek 114) a sklon výkopu nepřesáhne 45°. Dno výkopu bude mít šířku cca 0,8 m.

Pomocí strojní pily nacházející se na vnější straně suterénní zdi dojde k proříznutí spáry po celé její hloubce (600 mm). Prořízne se první ložná spára nad stávající podlahou 1.PP. Podřezávání rohů a koutů bude prováděno ruční pilou. Po proříznutí spáry a délce 1 m dojde k pročištění vytvořené drážky za pomoci ozubené lišty. Do pročištěné drážky se vloží hydroizolační asfaltový pás z SBS



modifikovaného asfaltu tl. 4 mm. Pruh hydroizolace bude přesahovat zdivo na každé straně o cca. 150 mm pro možné napojení hydroizolace podlah a svislých stěn. Pro zabránění sedání podříznutého zdiva se do spáry vtlačou rozpěrové plastové klíny. Klíny se vloží do zdiva oboustranně v roztečích cca 200 mm. Délka klínu se bude odvíjet od tloušťky zdiva. Mezi klíny musí být v podélné ose zdiva mezera 100 mm. Poté je možné proříznout další metr zdiva. Cyklus se opakuje po záběrech, přesahy izolačních desek musí být min. 50 mm (délka pásu 1100 mm). Následně se proříznutá spára vyplní cementovou směsí.

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.1. Základy, tak se s největší pravděpodobností ve skladbě podlahy v suterénu nenachází žádná hydroizolace ani tepelná izolace. Pro splnění normových hodnot prostupu tepla navrhuji provést novou skladbu podlahy v suterénu. Světlá výška místnosti je dostatečná, a proto je možné novou skladbu podlahy provést na stávající betonovou neizolovanou podlahu (nebude zapotřebí žádné odkopávání podlahových vrstev). Stávající podlaha bude použita jako podkladní beton. Pro vyrovnání nerovností bude beton přestěrkován nivelační hmotou a po vytvrdnutí se na podlahu nataví nové hydroizolační pásy z SBS modifikovaného asfaltu ve dvou vrstvách o tl. 4 mm.

Novou vodorovnou hydroizolaci podlahy napojíme na hydroizolaci vloženou do spáry zdiva. Přesah hydroizolací musí být minimálně 80 mm. Na nově položené hydroizolaci bude vytvořena nová skladba podlahy s podlahovým vytápěním a celkové tloušťkou tepelné izolace 110 mm.

V místnosti 0.26 budou v prohlubni (hloubky 1750 mm) po obvodě prostoru vybetonovány nové železobetonové pasy (jejich návrh není součástí této bakalářské práce), na které bude uložena nová železobetonová deska tloušťky 200 mm (C 20/25 XC1 včetně výztuže). Prohlubeň pod deskou bude zasypána. Materiál je nutné hutnit po záběrech maximálně 200 mm na únosnost  $E_{def,2} = 45$  MPa. Touto železobetonovou deskou bude vytvořen nový podkladní beton pod hydroizolaci. Horní hrana této desky bude vybetonovaná do úrovně ostatních stávajících podlah v 1.PP (-3,558 m od podlahy 1.NP). Následně bude na nově vybetonovanou desku, po jejím dostatečném vytvrdnutí, položena totožná skladba podlahy jako je tomu v ostatních místnostech.

#### **Provedení svislé hydroizolace a drenáže**

Po podříznutí zdiva a provedení vodorovných hydroizolací bude dalším krokem provedení drenážního systému po obvodě objektu. Drenáž bude sloužit jako dodatečné opatření, pro odvedení vody z podloží a zajištění suchých obvodových stěn. Na dně výkopu se vytvoří betonové lože, sloužícího jako pevný podklad pro položení drenážních trubek do požadovaného spádu. Přesné výškové umístění betonového lože je závislé na napojení drenáže do stávající dešťové kanalizace (respektive napojení do přečerpávacích jímek). Po vytyčení nejnižšího bodu drenáže se před výkopy ověří sondou předpokládaná hloubka stávajících základových pasů. Drenáž nesmí v nejnižším místě být níže než základová spára objektu. Lože bude mít minimální výšku 100 mm a v příčném sklonu bude vyspádovaná 10 %. Lože se bude provádět postupně po záběrech 4–5 m (podle provedeného výkopu pro podříznutí)

ve sklonu 1 %. Šířka dna výkopu (0,8 m), který byl vytvořen za účelem možného podříznutí objektu, je v návaznosti na uložení drenáže dostatečná a nebude muset dojít k jejímu dodatečnému rozšiřování. Výkopové práce pro drenážní systém se provedou dle výkresu postupu prací sanace vlhkosti (Obrázek 115). V rámci výkopových prací bude provedeno šest drenážních šachet o průměru DN 300 a dvě čerpací sběrné jímky DN 800. Čerpací jímky budou přečerpávat vodu do veřejné dešťové kanalizace.

Povrch vnějších obnažených obvodových stěn bude očištěn od zbytků zeminy a vyspraven. Pomocí lepící hmoty, jednosložkové asfaltové stěrky, upevníme dvě vrstvy svíslé hydroizolace, které následně napojíme na hydroizolaci procházející zdívkou. První hydroizolační vrstva (blíže k obvodové stěně) bude provedena z hydroizolačních asfaltových pásů z SBS modifikovaného asfaltu, které mají nosnou vložku ze skleněné tkaniny, horní povrch z jemnozrnného minerálního posypu a spodní povrch ze spalitelné PE folie tl.4 mm. Druhá vrstva bude hydroizolační asfaltový pás z SBS modifikovaného asfaltu, s nosnou vložkou z polyesterové rohože 200 g/m<sup>2</sup>, horní povrch z jemnozrnného minerálního posypu a spodní povrch ze spalitelné PE folie tl.4 mm s protiradonovou vložkou. Základové zdivo se zateplí pomocí tepelná izolace z extrudovaného polystyrénu s hladkým povrchem XPS 300 kPa, tl. 100 mm. Tepelná izolace bude překryta nopovou folií s pevností v tlaku 150 kN/m<sup>2</sup>, materiálu HDPE s nakaširovanou geotextilií (tloušťky 5 mm) o nopech výšky 8 mm. Hydroizolační folii je nutné vytáhnout nad úroveň terénu min.150 mm a zakončit pomocí zakončovací lišty. Tato lišta bude, v rámci natahování nových omítek, v místech jejího kotvení zakryta fasádním souvrstvím.

Na připravené betonové lože položíme separační geotextilii, na kterou umístíme drenážní trubku z tvrzeného PVC o DN 100, kterou zasypeme praným kamenivem o frakci 16-32. Separací geotextílie vytvoří „ochrannou obálku“, která bude bránit pronikání jemných částic do praného kameniva a do drenážní trubky (Obrázek 114). Tímto bude zabráněno zanesení drenážního systému a jeho znefunkčnění. Poté výkop zpětně zasypeme a u hutníme po záběrech 200 mm. Pro zásyp bude použita zpět vykopaná zemina.

### **Úprava okolního terénu**

V rámci výkopových prací se kolem celého objektu sníží úroveň terénu o cca 90 mm, z důvodu potřeby zvětšení výšky parapetu suterénních oken nad terénem. Tímto zabráníme vystavování suterénních oken odstříkující vodě a vzlínání vlhkosti na fasádu objektu. Snížený terén se vyspádává ve sklonu 2 % směrem od objektu a následně se položí okapový betonový chodníček šířky 600 mm do šterkového lože tl. 100 mm. Poté se provedou finální terénní úpravy.

### **Sanační omítky**

Pro dokončení sanace vlhkého zdiva budou na vnitřní straně obvodových stěn a na veškerých vnitřních nosných stěnách aplikované sanační omítky. Na základě zjištěné vysoké vlhkosti zdiva není doporučeno provést aplikaci omítek hned po zhotovení ostatních sanačních opatření. Před nanesením

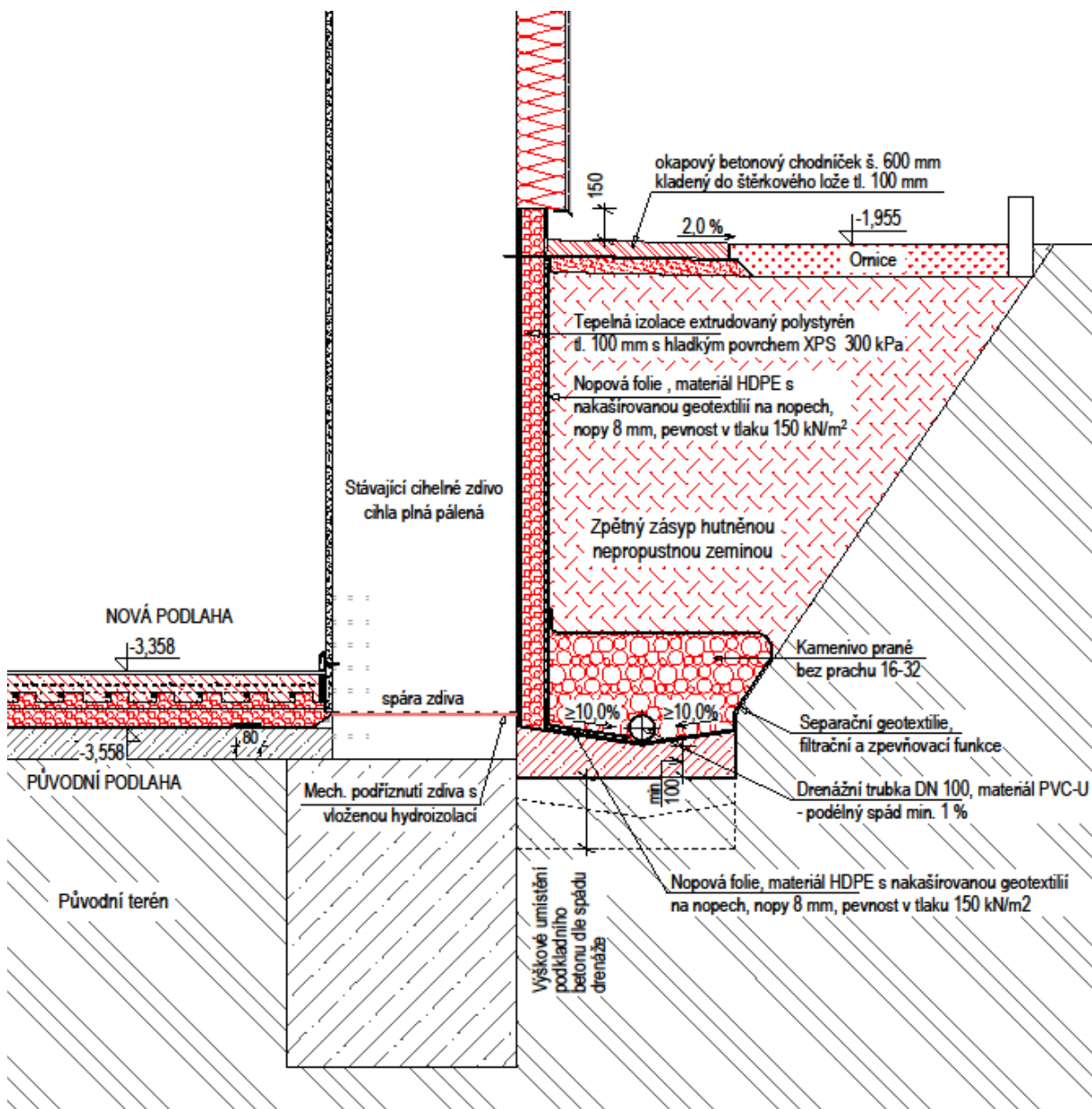
sanačních omítek musí zdivo určitou dobu přirozeně vysychat (dokud nedojde ke snížení obsahu vlhkosti ve zdivu). Před aplikací sanační omítky bude odebrán vzorek zdiva a bude zhotoven podrobný vlhkostní průzkum a průzkum chemizmu. Na základě tohoto laboratorního rozboru bude dodavatelem omítkových směsí navrženo přesný typ sanační omítky.

Jak již bylo popsáno v kapitole 4.1.2.1. Fáze 1. veškeré omítky byly zkopány s ročním předstihem. Místa s mikrobiologickým napadením byla ošetřena nátěrem na bázi kvartérních amoniových sloučenin. Následně se odstraní veškeré narušené zdící prvky, povrch zdiva bude důkladně očištěn, zbavený prachu, mastnot a olejů. Spáry zdiva budou proškrábnuty do hloubky minimálně 20 mm a následně vyplněny vápenocementovou maltou (minimálně pět dní před zahájením ostatních prací). V případě lokálních nerovností bude povrch vyrovnán. Staré a velmi savé zdivo je nutné lehce zkropit vodou, aby následný postřík nepřeschl. Podklad nesmí být namrzlý, vodoodpudivý a musí být suchý (maximální vlhkost nesmí přesáhnout u cihelného zdiva – v letním období 6 %, v zimním období 4 %).

Jelikož stávající zdivo suterénu je nehomogenní a značně poškozené, bude na obvodových stěnách použita dvouvrstvé sanační omítka. Na připravené suterénní zdivo bude nanesená adhezni vrstva, která musí být chráněná před vyschnutím. Omítka se skládá z podhazu, z porézni podkladní omítky pro jímání případných solí a vlastní sanační omítky. Podkladní omítka má mít minimální tloušťku 10 mm (dle nerovnosti zdiva). Po zdrsnění se bude nanášet vrstva sanační omítky min. tloušťky 15 mm. Minimální celková tloušťka souvrství, tj. sanační podhoz + sanační omítka, je tedy cca 20–25 mm. V případě silně zasolených zdí je však žádoucí, aby celková tloušťka sanačního omítkového systému byla i vyšší.

Sanační omítka bude provedena do výšky odpovídající 1,5násobku tloušťky zdiva nad nejvyšší viditelnou mezí působení vlhkosti, což v našem případě odpovídá provedení sanačních omítek v celé výšce suterénního zdiva.

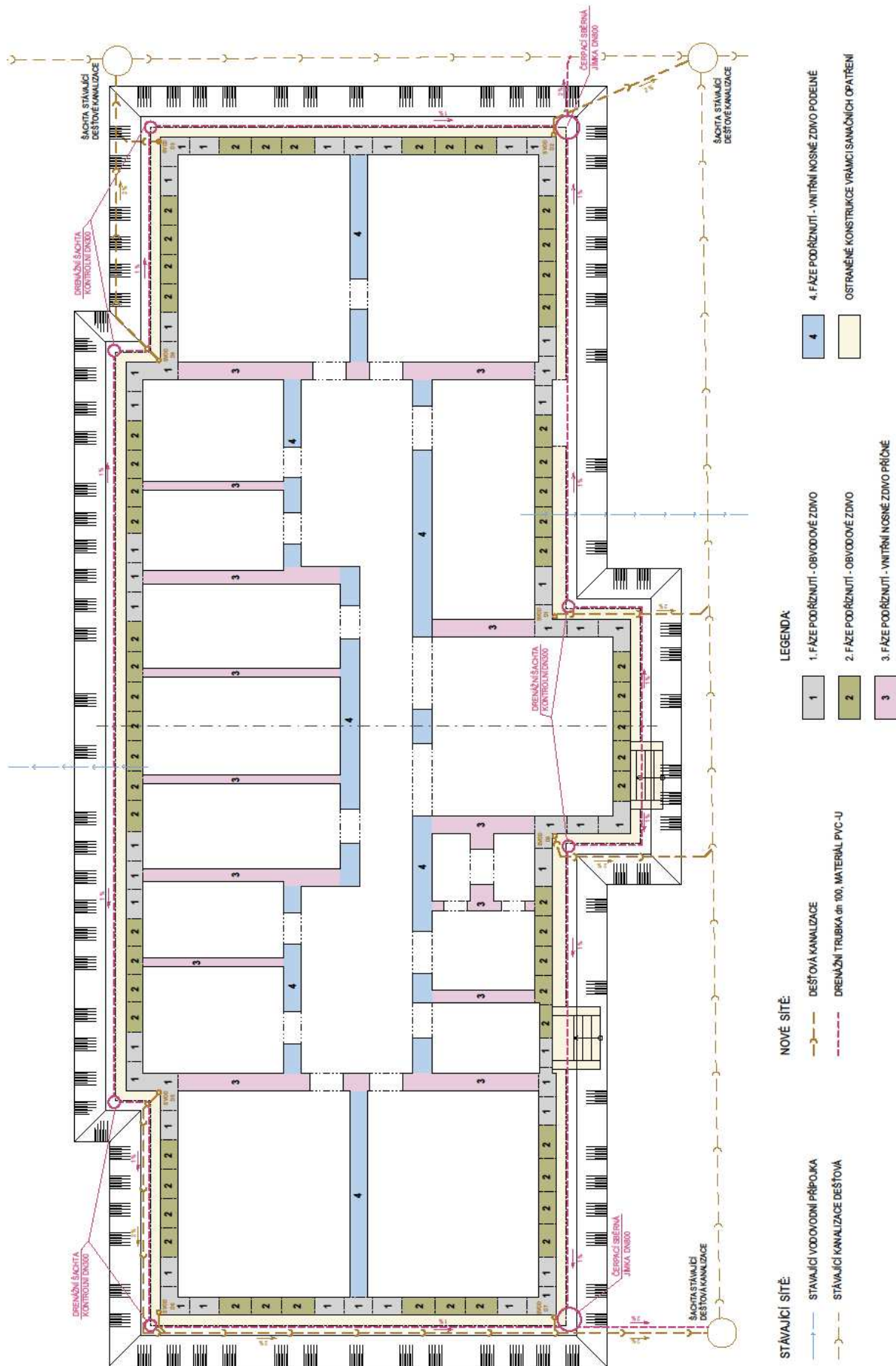
Pro tento objekt navrhuji použití přírodně bílou čistě vápenné omítky pro exteriér a interiér. Sanační vápenné omítky jsou ideálním řešením pro historické budovy [16].



Obrázek 114: Detail obvodové stěny – Nový stav s navrženými sanačními opatřeními



Stavebně-technický průřez bývalých kasáren v Kralovicích a návrh sanačních opatření  
4. Návrh sanačních opatření



Obrázek 115: Schéma drenážního systému a dešťové kanalizace

## **4.2. Porušování železobetonových konstrukcí a návrh sanačního řešení**

### **4.2.1. Metody sanace železobetonových trámů**

Převážná většina betonových konstrukcí z počátku 20. století je vyztužená pomocí hladké výztuže kruhového, popř. obdélníkového a čtvercového průřezu. Používal se namísto dnes běžného jemně mletého cementu, cement hrubě mletý.

Před zahájením sanací betonových konstrukcí vystavených ve 20. a 30. letech minulého století je zapotřebí provést podrobný průzkum stavu konstrukce, kvality, množství a způsobu vyztužení. Nutné je také prověřit stupeň karbonatce betonu (pokles pH z cca 12,6 pod hodnotu cca 9 naznačuje vyšší pravděpodobnost koroze výztuže) a obsah chloridů (možné vyvolání lokální koroze výztuže). Názor na maximální množství chloridů k množství cementu v konstrukci se liší, British Research Establishment udává hodnotu 0,4 %, americký předpis ACI se přiklání k hodnotě 0,2 %.

Je nutné věnovat extrémní pozornost poruchám a vadám, které můžeme klasifikovat jako havarijní či staticky funkčně významné. Jedná se o poruchy, které bezprostředně ohrožují spolehlivost a stabilitu konstrukce [11].

#### **Poruchy a vady se nejčastěji projevují:**

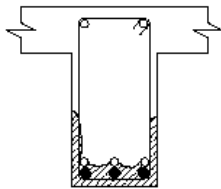
- Trhlinami
- Větvením trhlin
- Drcením betonu a odlupováním povrchových vrstev
- Odlupování krycí vrstvy výztuže
- Vybočením výztuže a porušení krycí vrstvy
- Nadměrným přetvořením konstrukce
- Nadměrným dlouhodobým přetvarováním
- Korozí a rozpadem betonu, zvětšením pórovitosti

#### **Klasifikace trhlin:**

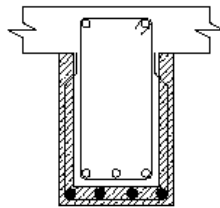
- Trhliny pasivní
- Trhliny aktivní
- Technologické (způsobené smršťováním, případně vysokými teplotami při hydrataci)
- Statické způsobené silovými účinky

- Způsobené korozivními a degradačními procesy
- Způsobené dynamickými účinky

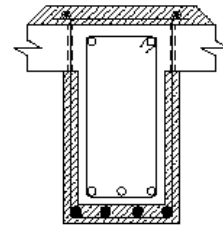
a) přivaření přídavné výztuže na stávající třmínky



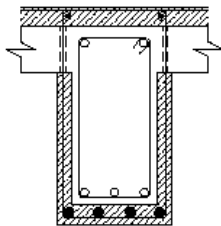
b) zvětšení průřezu a jednostranné přidání výztuže - otrýskaný povrch



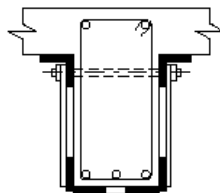
c) zvětšení průřezu a oboustranné přidání výztuže - otrýskaný povrch



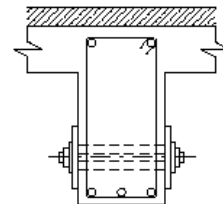
d) nahrazení narušené části průvlaku novou výztuží a přebetnování



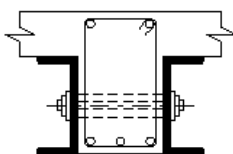
e) zesílení ocelovými úhelníky a páskovými diagonálami



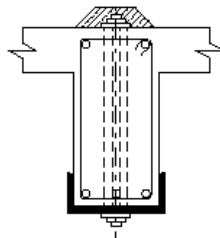
f) zesílení trámu přídavnou lepenou plochou výztuží



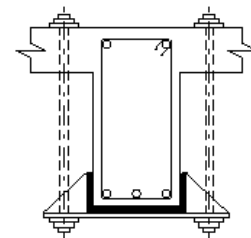
g) doplňkové ocelové nosníky uložené v místě podpor



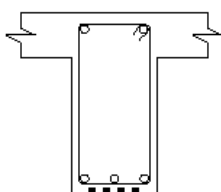
h) zesilující ocelový nosník s kotevním svorníkem



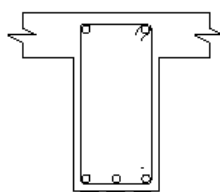
i) zesilující ocelový válcovaný nosník připevněný kotevními deskami s konzolami a svorníky



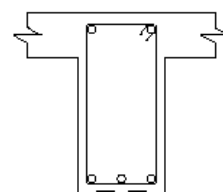
j) kroucená (helikální) výztuž z vysokopevnostní oceli vkládaná do drážek



k) uhlíkové lamely přilepené na povrchu



l) uhlíkové lamely přilepené v drážkách



Obrázek 116: Příklady zesílení betonových ohýbaných nosníků

Veškeré obrázky v této rešerši byly vytvořeny autorkou bakalářské práce. Podkladem byla skripta *Obnova a rekonstrukce staveb: poruchy, degradace, sanace*.

## **Zesílení nosníků**

Pomocí reprofilační malty lze sanovat slabě porušená místa nacházející se na betonovém prvku. Hlubší narušení vyžaduje dodatečné zesílení prvku. Za účelem zvýšení ohybové a smykové únosnosti se nejčastěji v poslední době využívají uhlíkové (CFK) tažené lamely [11].

### **a) Uhlíkové tažené lamely**

Lamely je možné používat na konstrukce, které mají povrchovou přídržnost betonu větší než 1,5 MPa. Upevňují se pomocí epoxidového lepidla, nebo lepidla dvousložkového. Není zapotřebí je korozně chránit. Bylo prokázáno, že konstrukce zesílené uhlíkovými lamelami mají vysokou odolnost k cyklickému zatížení. Kritickým místem použití této metody je kotvení lamel v koncových částech a v místech s větším množstvím ohybových nebo smykových trhlin. Lamely je možné připevnit na povrchu konstrukce (Obrázek 116-k), nebo do mělkých vyfrézovaných drážek (Obrázek 116-l). Výhodou lamel zapuštěných je vyšší využití jejich únosnosti, zlepšení požární odolnosti, ochrana před mechanickým poškozením. Nebezpečí této metody je možné poškození výztuže (třmínky) při frézování drážek. Pro možné vytvoření drážek je zapotřebí dostatečné krytí výztuže [11].

### **b) Kroucená helikální výztuž**

Helikální výztuž umožňuje dodatečné vyztužení konstrukcí, zvýšení tahové únosnosti. Výztuž se vyrábí tahem za studena a zároveň je kroucená do šroubovicového tvaru. Ve většině případu helikální výztuž má dvakrát větší pevnost v tahu než běžná betonářská výztuž. Pro dosažení spolupůsobení dodatečné výztuže se stávající konstrukcí se používá vysokopevnostní polymercementová malta s vysokou přídržností. Tento druh malty se vyznačuje vysokou pevností v tlaku, nesmrštěním a vysokou plasticitou. Přesné vlastnosti malty záleží na daném výrobcí. Na spodní líc železobetonových nosníků se vyfrézují drážky o průměru 10–15 mm. Drážky je zapotřebí důkladně očistit a vypláchnout čistou vodou. Do vytvořených drážek se nanese vysokopevnostní malta a do ní se vtlačí helikální výztuž (Obrázek 116-j), která se následně zakryje druhou vrstvou malty [17, 18].

### **c) Zesilující ocelové nosníky**

Pomocí této metody je možné zesílit stávající nosníky, a tím navrátit jejich původní únosnost. Metoda se také volí v případě, kdy dojde ke změně využití prostor a je zapotřebí navýšit únosnost



nosníků (nemusí se jednat o nosníky poškozené). Nosník je možné zesílit pomocí ocelových prvků s kotevním svorníkem, přidanou lepenou plochou výztuží, ocelovými úhelníky a páskovými diagonálami (Obrázek 116 – e-i) [11].

#### **d) Přidaná výztuž**

Před zahájením vkládáním dodatečné výztuže je zapotřebí stávající konstrukci zbavit veškerého narušeného, nebo kontaminovaného betonu a důkladně ji očistit. Dodatečná zesilující výztuž poškozených nosníků se kotví pomocí nových třmínků, které jsou přivařené na původní obnažené třmínky (Obrázek 116 – a-d). Původní odhalená výztuž se očistí a natře ochranným nátěrem. V závislosti na tloušťce zesilujícího betonu se torkretování postupně provádí po vrstvách. Pro zajištění dostatečné přilnavosti torkretu je možné vytvořit adhezni můstek z epoxidové pryskyřice. Důležité je věnovat pozornost hodnotě pH původního a zesilujícího betonu. Odlišné hodnoty pH mohou mít za následek elektrolytický proces a v návaznosti korozi výztuže. Pro zvýšení pH stávajícího betonu je možné provést penetraci vápenným mlékem [11, 19, 20].

### **4.2.2. Sanace poškozených železobetonových trámů a stropů**

Na základě stavebnětechnického průzkumu bylo zjištěno závažnější poškození třech železobetonových trámů nacházejících se v podzemním podlaží (místnosti 0.01, 0.01, 0.07) a nedostatečné krytí výztuže trámů a železobetonových desek. Z provedeného laboratorního průzkumu vyplývá potvrzení dřívějšího předpokladu, že v průběhu let došlo ke karbonataci betonu a postupnému snížení jeho pH pod hodnotu 9pH (beton – 7,5pH; omítka 8,5 pH), díky tomu došlo ke korozi výztuže. Zkorodovaná výztuž zvětšila svůj objem a v důsledku toho došlo k roztrhání betonové krycí vrstvy (viz. kapitola 2.3. Vodorovné nosné konstrukce).

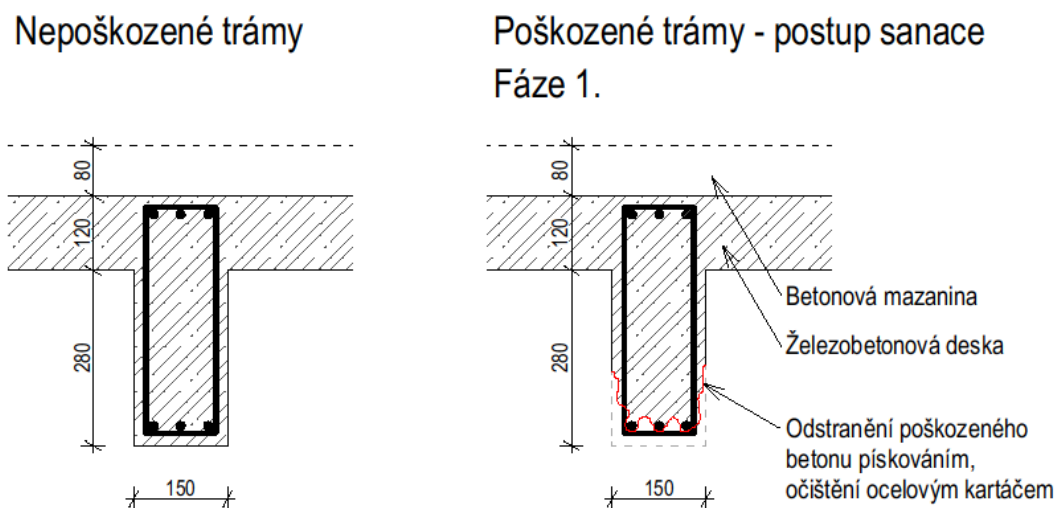
Postup sanačních prací bude rozdělen do třech fází.

#### **Postup prací:**

- 1 Fáze: Odstranění poškozeného betonu a omítek na trámech, očištění trámů
- 2 Fáze: Ztužení trámů pomocí uhlíkových lamel, doplnění tvaru trámu torkretováním
- 3 Fáze: Konečné celoplošné torkretování

### 4.2.2.1. Fáze 1.

V rámci první fáze budou odstraněny veškeré vrstvy omítek a degradovaného krycího betonu (Obrázek 117) na poškozených železobetonových trámcích nacházejících se v suterénu objektu. Trámy budou očištěny pískováním a následně důkladně dočištěny pomocí drátěného kartáče. Materiál z odstraněných omítek a betonu bude odvezen na řízenou skládku. Zároveň budou odstraněny ve veškerých suterénních místnostech omítky na nepoškozených trámech a stropěch.



Obrázek 117: Sanace poškozených žb trámů – Fáze 1. + detail nepoškozeného trámu

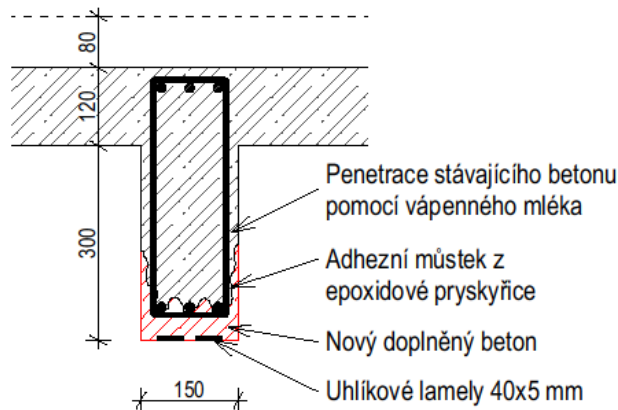
### 4.2.2.2. Fáze 2.

Následně bude zahájena fáze druhá. Odhalená zkorodovaná výztuž trámu se důkladně očistí a natře ochranným nátěrem. Odstraněné poškozené vrstvy původního betonu budou nahrazeny betonem novým, pomocí metody torketování. Pro zajištění dostatečné přilnavosti torkretu se vytvoří adhezni můstek z epoxidové pryskyřice, která bude nanášena na stávající beton trámů. Jelikož hodnota pH původního a doplňujícího betonu bude velmi odlišná může dojít ke vzniku elektrolytického procesu a následně ke korozi výztuže. Proto navrhuji provedení penetrace stávajícího betonu pomocí vápenného mléka za účelem zvýšení jeho pH hodnoty. V závislosti na tloušťce doplňujícího betonu se torketování bude provádět postupně po vrstvách. Následně se nově vyspravené trámy nechají dostatečně vytvrdnout (Obrázek 118).

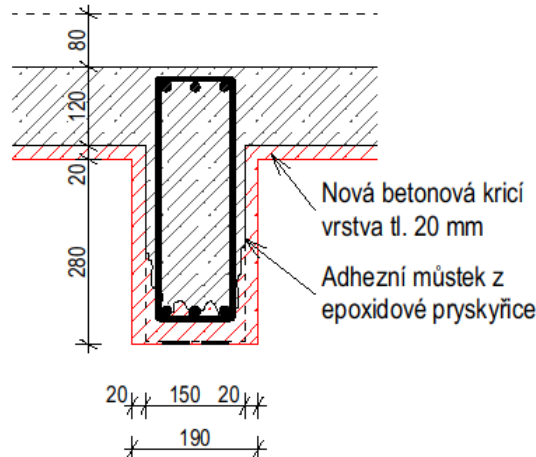
V dalším kroku pro zajištění dostatečné únosnosti těchto trámů navrhuji použít sanační metodu využívající uhlíkové tažené lamely. Uhlíkové lamely budou připevněny na povrchu spodní strany trámů (respektive v místě uložení hlavní výztuže). Lamely budou upevněny pomocí epoxidového lepidla, nebo lepidla dvousložkového. Tyto lamely budou v rámci třetí fáze obetonovány finální vrstvou betonu pomocí torkretování (viz. kapitola 4.2.2.3. Fáze 3.). Ve výsledku se tedy bude jednat o uhlíkové lamely zapuštěné. Výhodou navrženého postupu bude vyšší využití únosnosti lamel, ochrana před mechanickým poškozením, zlepšení požární odolnosti a estetický vzhled trámů. Díky dodatečnému

torkretování na místo frézování drážek dojde k eliminaci možného poškození výztuže (třmínků) a snížení tloušťky krycí vrstvy výztuže.

### Fáze 2.



### Fáze 3.



Obrázek 118: Sanace poškozených žb trámů – Fáze 2. a 3.

### 4.2.2.3. Fáze 3.

Ve třetí fázi dojde k provedení sanační metody torkretováním, za účelem zvětšení tloušťky krycí vrstvy výztuže (Obrázek 118). Tato sanace bude provedena na veškerých trámech a stropních plochách nacházejících se nad 1.PP. Vzhledem k době výstavby objektu (1929), a důkladnému prozkoumání poškozených trámů předpokládám, že tloušťka stávající krycí vrstvy výztuže na stropích a trámech se pohybuje v rozmezí mezi 10–15 mm. Stávající krycí vrstvy výztuže zcela nevyhovuje dnešním požadavkům na tloušťku krycí vrstvy dle normy ČSN EN 1992-1-1. Proto je zapotřebí tloušťku betonové vrstvy dodatečně zvětšit abychom dosáhli minimálního krytí na trámech 35 mm a na deskách 25 mm.

Na již očištěný povrch stropů a trámů bude nanášena epoxidová pryskyřice, která bude sloužit jako adhezni můstek pro zajištění dostatečné přilnavosti torkretu. Pomocí torkretování se postupně nanese nová vrstva betonu v tloušťce 20 mm. V případě nevyhovění odtrhových zkoušek je možné přidat kari síť.

Po dostatečném vyschnutí a vytvrdnutí nanášeného betonu dojde k natažení nových omítek. Před nanášením omítky se musí odstranit veškeré nečistoty nacházející se na stropě. Omítka se může nanášet pouze na dostatečně navlhčený nebo penetrovaný podklad. Navrhuji aplikovat tenkovrstvou sádrovou omítku s gletovaným povrchem v tloušťce 10 mm. Tato omítka bude nanášena i na vyspravených trámech a zakryje uhlíkové lamely, vytvoří tím hladký sjednocený vzhled veškerých stropů v 1.PP [21].

## Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zpracování stavebně-technického průzkumu budovy bývalých kasáren v Kralovicích, provedení analýzy poruch v objektu, vyhodnocení jejich možných příčin a na základě získaných poznatků navrhnout vhodná sanační opatření.

Před zahájením samotného stavebně-technického průzkumu objektu byly shromážděny veškeré možné dostupné informace týkající se historie budovy. Stavebně-technický průzkum byl proveden ve všech podlažích objektu. V rámci průzkumu byly zaznamenány poruchy staticky nevýznamné, ale i poruchy které snižují únosnost konstrukcí. Zmiňované poruchy jsem zmapovala a fotograficky zdokumentovala. Z provedeného průzkumu vyplynulo potvrzení předpokladu, že dochází k hromadění vody v úrovni základové spáry. Ve zdivu je jednoznačná absence hydroizolace, drenážního systému kolem objektu a nedostatečné zajištění nakládání s povrchovými a dešťovými vodami, což má za následek nadměrné hromadění vody v celé výšce suterénního zdiva. Dalším závažným poškozením je poškození železobetonových stropních trámů v suterénu objektu. Sanace zmíněných poruchy a odstranění jejich příčin byla předmětem mé bakalářské práce.

Pro vyhodnocení těchto poruch byly odebrány vzorky suterénního zdiva a železobetonových trámů. Vyhodnocení jsem provedla laboratorně pomocí gravimetrické metody, analýzy chemismu a mikrobiologické analýzy. Po nastudování odborné literatury a platných norem jsem navrhla postup sanačních opatření, které jsou stěžejní částí bakalářské práce. V rámci sanace vlhkého zdiva jsem zvolila sanační metody podříznutí řetězovou pilou s vloženými hydroizolačními asfaltovými pásy, svíslá hydroizolace vnější straně obvodových stěn, drenáž kolem objektu a provedení nových sanačních omítek v suterénu budovy. Vzhledem k výskytu dřevokazných hub a plísní bude provedena odborná likvidace tohoto mikrobiologického napadení. Poškozené železobetonové trámy budou sanovány za pomoci uhlíkových lamel a torkretování.

Zhotovením výkresů stávajícího stavu včetně vyznačených poruch a výše zmíněných bodů byly splněny veškeré stanovené cíle bakalářské práce. Nad rámec bakalářské práce jsem vytvořila 3D model stávajícího a nového stavu objektu.

Zpracováním bakalářské práce jsem si prohloubila své dosavadní znalosti v problematice sanací a oprav historických objektů. A potvrdila jsem si, že to je téma, kterému bych se chtěla věnovat ve své budoucí profesi a praxi.



## Seznam obrázků

### Tabulky

Tabulka 1: Hodnoty počasí v týdnu před odběrem vzorků z objektu .....	53
Tabulka 2: Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610 .....	57
Tabulka 3: Souhrnná tabulka vyhodnocení vlhkosti dle ČSN P 73 0610 .....	57
Tabulka 4: Výsledky měření pH.....	63
Tabulka 5: Stupeň zasolení zdiva podle ČSN P 73 0610 .....	63
Tabulka 6: Výsledky měření chemismu.....	63
Tabulka 7: Hodnocení vlhkosti zdiva – dle ČSN P 73 0610 .....	72
Tabulka 8: Hodnocení destruktivního působení solí ve zdivu podle normy ČSN P 73 0610 .....	75

### Rovnice

Rovnice 1: Vzorec pro výpočet hmotnostní vlhkosti dle normy ČSN EN ISO 12570 .....	55
--	----

### Obrázky

Obrázek 1: Mapa s vyznačeným umístěním města [1] .....	10
Obrázek 2: Satelitní mapa s vyznačeným objektem [2] .....	10
Obrázek 3: Pohled na čelní stranu objektu – východní fasáda .....	11
Obrázek 4: Pohled na zadní stranu objektu – západní fasáda.....	12
Obrázek 5: Pohled na severní fasádu objektu.....	12
Obrázek 6: Pohled na jižní fasádu objektu.....	12
Obrázek 7: Historická fotografie z roku 1929 [zdroj archiv] .....	13
Obrázek 8: Půdorys 1.NP (původní dokumentace) [zdroj archiv].....	14
Obrázek 9: Půdorys 1.PP (původní dokumentace) [zdroj archiv] .....	14
Obrázek 10: Odhalené suterénní zdivo .....	16
Obrázek 11: Poloviční příčka – čelní pohled.....	16
Obrázek 12: Poloviční příčka .....	16
Obrázek 13: Pohled na příčku z luxfer.....	17
Obrázek 14: Pohled na odvětrávací těleso v půdním prostoru .....	17
Obrázek 15: Komínové těleso v interiéru.....	17
Obrázek 16: Pohled na komínové a odvětrávací tělesa.....	18
Obrázek 17: Skladby stropních konstrukcí – trámové stropy.....	18
Obrázek 18: Železobetonové monolitické trámové stropy (strop nad 1.PP).....	19
Obrázek 19: Sonda stropu nad 1.PP.....	19
Obrázek 20: Železobetonové monolitické jedním směrem pnuté stropy (strop nad 1.NP).....	19
Obrázek 21: Pohled na plnou vazbu krovu.....	20
Obrázek 22: Pohled na krovovou konstrukci podepírající nároží střechy.....	21
Obrázek 23: Statické schéma krovu – plná vazba .....	21
Obrázek 24: Pohled na krovovou konstrukci podepírající valbové ukončení bočního křídla objektu...22	22

Obrázek 25: Půdorys střechy s rozlišenými druhy střešní krytiny.....	22
Obrázek 26: Betonová mazanina na podlaze v 1.PP.....	23
Obrázek 27: Lino na podlaze v suterénu.....	23
Obrázek 28: Keramická dlažba v 1.NP.....	23
Obrázek 29: Půdovky v půdních prostorech.....	23
Obrázek 30: Pozůstatky nalepené tepelné izolace.....	24
Obrázek 31: Konstrukce bývalého podhledu - 1.PP.....	24
Obrázek 32: Celkový pohled na čelní fasádu.....	25
Obrázek 33: Detail soklu.....	25
Obrázek 34: Pohled na probíhající římsy a pilastry.....	25
Obrázek 35: Obklad v místnostech určených pro sociální zařízení.....	26
Obrázek 36: Stěny s omyvatelným nátěrem – technická místnost.....	26
Obrázek 37: Stěny s omyvatelným nátěrem – suterénní chodba.....	26
Obrázek 38: Zabedněné suterénní okno.....	27
Obrázek 39: Poslední původní dochovaná okna v objektu.....	27
Obrázek 40: Zazděné vnitřní otvory pomocí dřevotřísky.....	28
Obrázek 41: Původní okna nahrazená luxferami.....	28
Obrázek 42: Pohled na přední stranu objektu – stávající stav oken.....	28
Obrázek 43: Pohled na schodiště do 1.NP a podkroví.....	29
Obrázek 44: Schodiště do 1.PP v hlavním křídle.....	29
Obrázek 45: Schodiště v jižní části objektu.....	30
Obrázek 46: Venkovní schodiště.....	30
Obrázek 47: Půdorys 1.PP – zakreslené poruchy.....	31
Obrázek 48: Půdorys 1.NP – zakreslené poruchy.....	32
Obrázek 49: Řez A–A'.....	33
Obrázek 50: Pohled východní – Stávající stav.....	34
Obrázek 51: Pohled západní – Stávající stav.....	35
Obrázek 52: Pohled jižní a severní – Stávající stav.....	36
Obrázek 53: Strop zatopené místnosti.....	37
Obrázek 54: Pohled na zatopenou místnost.....	37
Obrázek 55: Poškozené zdivo – schodiště.....	39
Obrázek 56: Poškozené zdivo – vnitřní stěna.....	39
Obrázek 57: Poškozené zdivo – Jižní obvodová stěna.....	39
Obrázek 58: Poškozené zdivo – obvodová stěna.....	39
Obrázek 59: Poškozená příčka.....	40
Obrázek 60: Poškozené komínové těleso.....	41
Obrázek 61: Poškozený žb trámek – místnost 0.02.....	42
Obrázek 62: Poškozený žb trámek – místnost 0.01.....	42
Obrázek 63: Pohled na žb trámek – místnost 0.01.....	42
Obrázek 64: Poškozený žb trámek – místnost 0.07.....	42
Obrázek 65: Odhalená výztuž – místnost 0.01.....	43
Obrázek 66: Oslabené místo krovu.....	44
Obrázek 67: Stopy po zatékání – místnost 1.12.....	45
Obrázek 68: Plísně nacházející se na povrchu stropní konstrukce – místnost 0.19.....	46
Obrázek 69: Poškozená fasáda od dešťových svodů – západní strana objektu.....	47
Obrázek 70: Poškozená fasáda od dešťových svodů – roh hlavní věže objektu.....	47
Obrázek 71: Detail poškození omítky – roh hlavní věže objektu.....	48
Obrázek 72: Poškozená římsa – severní roh hlavní věže.....	48

Obrázek 73: Poškozená omítka v důsledku odstříkující srážkové vody .....	48
Obrázek 74: Poškozená omítka v důsledku odstříkující vody –roh hlavní věže.....	49
Obrázek 75: Omítka poškozená v důsledku nefunkčních dešťových žlabů .....	49
Obrázek 76: Degradované suterénní zdivo.....	49
Obrázek 77: Poškozené omítky s emailovým nátěrem .....	50
Obrázek 78: Pohled na hlavní věž objektu.....	51
Obrázek 79: Otvory zabetonované plechovými deskami.....	51
Obrázek 80: Otvory zabetonované polystyrénovými deskami .....	51
Obrázek 81: Půdorys 1.PP – odběrná místa vzorků.....	54
Obrázek 82: 2. Odběrné místo – místnost 0.01.....	55
Obrázek 83: 1. odběrné místo – místnost 0.03 .....	55
Obrázek 84: Laboratorní sušárna.....	56
Obrázek 85:Nevysušený vzorek v označené hliníkové misce.....	56
Obrázek 86: Vysušené vzorky .....	56
Obrázek 87: Graf závislosti vlhkosti na výšce odběrů vzorků z podzemního podlaží objektu .....	58
Obrázek 88: Vzorky před vložením do ultrazvukové lázně .....	59
Obrázek 89: Nadrcené vzorky .....	59
Obrázek 90: Ultrazvuková lázeň.....	60
Obrázek 91: Vzorky po ultrazvukové lázni.....	60
Obrázek 92: Vzorky po 24 h .....	60
Obrázek 93: Zabarvené vzorky – pH.....	61
Obrázek 94: Porovnání zbarvení vzorků s barevnou škálou.....	61
Obrázek 95: Smíchané sloučeniny před vložením do fotometru .....	62
Obrázek 96: Vzorek 2.F .....	65
Obrázek 97: Vzorek v Petriho misce se sladovým roztokem po 15 dnech .....	65
Obrázek 98: Vzorek v Petriho misce pod mikroskop .....	66
Obrázek 99: Odebraný vzorek pod mikroskopem 2. ....	67
Obrázek 100: Odebraný vzorek pod mikroskopem 1.....	67
Obrázek 101: Odebraný vzorek pod mikroskopem 3.....	67
Obrázek 102: Mikroskopický snímek – Alternaria sp. ....	68
Obrázek 103: Mikroskopický snímek vzorku.....	69
Obrázek 104: Detailní mikroskopický snímek – Alternaria sp.....	69
Obrázek 105: Mikroskopický snímek – Mucor sp.....	69
Obrázek 106: Zdroje zvýšené vlhkosti.....	74
Obrázek 107: Příklad provedení vzduchové mezery I .....	77
Obrázek 108: Příklad provedení vzduchové mezery II.....	78
Obrázek 109: Princip aktivní elektroosmózy .....	79
Obrázek 110: Provedení infuze z vnitřní strany .....	80
Obrázek 111: Provedení infuze z vnější strany .....	80
Obrázek 112: Provedení infuze z obou stran.....	81
Obrázek 113: Detail obvodové stěny – Stávající stav.....	83
Obrázek 114: Detail obvodové stěny – Nový stav s navrženými sanačními opatřeními .....	89
Obrázek 115: Schéma drenážního systému a dešťové kanalizace .....	90
Obrázek 116:Příklady zesílení betonových ohýbaných nosníků .....	92
Obrázek 117:Sanace poškozených žb trámů – Fáze 1. + detail nepoškozeného trámu.....	95
Obrázek 118:Sanace poškozených žb trámů – Fáze 2. a 3.....	96

## Seznam použité literatury a programů

### Seznam použitých norem

ČSN EN ISO 12570 – Teplotně vlhkostní chování stavebních materiálů a výrobků – Stanovení vlhkosti sušením při zvýšené teplotě, v platnosti od 10/2001

ČSN EN 772-10 – Zkušební metody pro zdicí prvky – Část 10: Stanovení vlhkosti vápenopískových zdicích prvků a pórobetonových tvárnic, v platnosti od 09/1999

ČSN P 73 0610 – Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení, v platnosti od 12/2000

ČSN 72 4310 – Zkoušení odolnosti stavebních výrobků a materiálů proti plísním, v platnosti od 01/1977

ČSN 67 3095-1 – Nátěrové hmoty. Odolnost proti vnějším vlivům. Mikrobiální odolnost dispersních hmot. Obecné zásady zkoušek, v platnosti od 05/1989

ČSN 91 7825 – Pružné, textilní a laminátové podlahové krytiny – Stanovení odolnosti proti plísním, v platnosti od 06/2005

ČSN 73 4201 ed. 2 – Komíny a kouřovody – Navrhování, provádění a připojování spotřebičů paliv, v platnosti od 01/2017

ČSN 73 4130 – Schodiště a šikmé rampy – Základní požadavky, v platnosti od 04/2010

ČSN 73 0833 – Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování, v platnosti od 10/2010

ČSN 74 3305 – Ochranná zábradlí, v platnosti od 10/2017

ČSN EN 1504-3 – Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody – Část 3: Opravy se statickou funkcí a bez statické funkce, v platnosti od 09/2006

ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, v platnosti od 11/2011

ČSN EN 1992-1-1 – Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, v platnosti od 12/2006

## Seznam použité literatury

- [1] Google maps, [online]. [vid. 2022-02-28]. Dostupné z:  
<https://www.google.cz/maps/place/49%C2%B058'53.6%22N+13%C2%B028'32.4%22E/@49.9632298,13.4503788,12.92z/data=!4m6!3m5!1s0x0:0x1f245b42bc9f824!7e2!8m2!3d49.9815664!4d13.475669?hl=cs>
- [2] Google maps, [online]. [vid. 2021-12-10]. Dostupné z:  
<https://www.google.cz/maps/place/331+41+Kralovice/@49.9816059,13.4753889,254m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470a5bfa48fced1:0x6378a81df0e3b021!8m2!3d49.981924!4d13.4874835?hl=cs&authuser=0>
- [3] Meteoblue – Archiv počasí Kralovice, [online]. [vid. 2022-04-02]. Dostupné z:  
[https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/weatherarchive/kralovice-%C4%8Cesko\\_3072941?fcstlength=1m&year=2022&month=3](https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/weatherarchive/kralovice-%C4%8Cesko_3072941?fcstlength=1m&year=2022&month=3)
- [4] Chemická a mikrobiologická laboratoř katedra konstrukcí pozemních staveb, fakulta stavební, ČVUT, [online]. [vid. 2022-03-31]. Dostupné z:  
<https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyzkum&sub=53>
- [5] THRANE, Ulf, Robert A. SAMSON, Jens C. FRISVAD, Jos HOUBRAKEN a Birgitte ANDERSEN. Food and Indoor Fungi. 2. ed. Utrecht: Westerdijk Fungal Biodiversity Institute, 2019. ISBN 978-94-91751-18-9.
- [6] www.em.muni.cz, [online]. [vid. 2022-04-18]. Dostupné z:  
<https://www.em.muni.cz/veda-a-vyzkum/7832-brnensti-onkologove-objevili-zpusob-jak-rychle-rozeznat-plisne>
- [7] Sekvenování DNA, [online]. [vid. 2022-04-18]. Dostupné z:  
[https://www.wikiskripta.eu/w/Sekvenov%C3%A1n%C3%AD\\_DNA](https://www.wikiskripta.eu/w/Sekvenov%C3%A1n%C3%AD_DNA)
- [8] www.wikipedia.org, Alternaria, [online]. [vid. 2022-04-28]. Dostupné z:  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Alternaria>
- [9] www.nzip.cz, Imunokompromitovaný, [online]. [vid. 2022-04-28]. Dostupné z:  
<https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/851>
- [10] www.wikipedia.org, Mucor, [online]. [vid. 2022-04-28]. Dostupné z:  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Mucor>
- [11] WITZANY, Jiří, Richard WASSERBAUER, Tomáš ČEJKA, Klára KROFTOVÁ a Radek ZIGLER. *Obnova a rekonstrukce staveb: poruchy, degradace, sanace*. 2. přepracované vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2018. ISBN 978-80-01-06360-6.



- [12] BALÍK, Michael. *Odvhlčování staveb*. Praha: Grada, 2005. Stavitel. ISBN 80-247-0765-9.
- [13] BALÍK, Michael. *Vysušování zdiva III*. Praha: Grada, 1999. Stavitel. ISBN 80-716-9737-0.
- [14] SOLAŘ, Jaroslav. *Poruchy a rekonstrukce zděných staveb*. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2672-4.
- [15] www.vysusovani-zdiva.cz, [online]. [vid. 2022-04-30]. Dostupné z:  
<http://www.vysusovani-zdiva.cz/plisne-a-houby.html>
- [16] www.baumit.cz, [online]. [vid. 2022-04-30]. Dostupné z:  
<https://baumit.cz/produkty/strojni-omitky/sanacni-a-vapenne-omitky-1/baumit-klima-rk-39?category=omitky-pro-historicke-objekty>
- [17] www.kotaca.cz, [online]. [vid. 2022-04-15]. Dostupné z:  
<https://www.kotaca.cz/podrubrika.php?ID=115>
- [18] www.helikalni.cz, [online]. [vid. 2022-04-15]. Dostupné z:  
[https://www.helikalni.cz/pdf/katalog\\_kompakt.pdf](https://www.helikalni.cz/pdf/katalog_kompakt.pdf)
- [19] www.betosan.cz, [online]. [vid. 2022-04-16]. Dostupné z:  
<http://www.betosan.cz/vyrobni-program/sanace-zelezobetonu/>
- [20] www.eshop.betosan.cz, [online]. [vid. 2022-04-16]. Dostupné z:  
<http://eshop.betosan.cz/stavebniny/sanace-zelezobetonu/armoguard-n.htm>
- [21] Stanovení krytí výztuže betonem, [online]. [vid. 2022-04-18]. Dostupné z:  
[https://www.fce.vutbr.cz/BZK/zvolanek.l/vyuka\\_bzk/BL01\\_Kryti.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/BZK/zvolanek.l/vyuka_bzk/BL01_Kryti.pdf)

## Seznam použitých programů

Archicad 23

Microsoft Word 2010

Microsoft Excel 2010

## Seznam příloh

### PŘÍLOHA 1. – SCHÉMATICKÁ VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

1. PŮDORYS 1.PP – STÁVAJÍCÍ STAV
2. PŮDORYS 1.NP – STÁVAJÍCÍ STAV
3. ŘEZ A–A' - STÁVAJÍCÍ STAV
4. POHLED VÝCHODNÍ – STÁVAJÍCÍ STAV
5. POHLED ZÁPADNÍ – STÁVAJÍCÍ STAV
6. POHLED JIŽNÍ A SEVERNÍ – STÁVAJÍCÍ STAV

### PŘÍLOHA 2. – NÁVRH SANAČNÍCH OPATŘENÍ

7. DETAIL SANACE VLHKOSTI
8. PŮDORYSNÉ SCHÉMA ŘEŠENÍ VLHKOSTI
9. SANACE POŠKOZENÝCH ŽB. TRÁMŮ A STROPŮ

### PŘÍLOHA 3. – VIZUALIZACE STÁVAJÍCÍHO A NOVÉHO STAVU OBJEKTU

#### STÁVAJÍCÍ STAV

10. VIZUALIZACE – SEVEROVÝCHODNÍ POHLED
11. VIZUALIZACE – JIHOVÝCHODNÍ POHLED
12. VIZUALIZACE – JIHOZÁPADNÍ POHLED

#### NOVÝ STAV

13. VIZUALIZACE – SEVEROVÝCHODNÍ POHLED
14. VIZUALIZACE – JIHOVÝCHODNÍ POHLED
15. VIZUALIZACE – JIHOZÁPADNÍ POHLED