



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**Fakulta stavební**

**Katedra konstrukcí pozemních staveb**

**Rekonstrukce obytného objektu v Blevicích**

**Reconstruction of Residential House in Blevice**

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb  
Vedoucí práce: Ing. Zuzana Rácová, Ph.D.

**Jiří Petráš**

---

**Praha 2022**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Petráš Jméno: Jiří Osobní číslo: 458 765

Zadávací katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb (124)

Studijní program: Stavební inženýrství (N3607)

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb (3608T008)

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Rekonstrukce obytného objektu v Blevicích

Název diplomové práce anglicky: Reconstruction of Residential House in Blevice

Pokyny pro vypracování:

Zpracování stavebně technického průzkumu vybraného objektu v areálu statku v Blevicích včetně pořízení dokumentace stávajícího stavu a poruch.

- zaměření objektu a vypracování zjednodušené výkresové dokumentace
- zakreslení stávajícího stavu
- analýza možných příčin poruch a návrh řešení vybraných poruch
- analýza biologického napadení objektu s důrazem na konstrukci krovu včetně návrhu sanačních opatření
- statické posouzení konstrukce krovu

Seznam doporučené literatury:

[1] WITZANY, Jiří et al. Obnova a rekonstrukce staveb: poruchy, degradace, sanace. 2. přepracované vydání.

V Praze: České vysoké učení technické, 2018. ISBN 9788001063606;8001063607;

[2] WASSERBAUER, Richard. Biologické znehodnocení staveb. Praha: ABF, 2000. ISBN

8086165302;9788086165301;

[3] VINAŘ, Jan. Historické krovy: Typologie, průzkum, opravy [online].1. elektronické vydání. Praha: Grada, 2009.

ISBN 9788024730387;8024730383;8024783126;9788024783123;

[4] KUPILÍK, Václav, Zdeněk ŠTEFEK a Pavel ZEJDA. Spodní stavba historických budov [online].1. elektronické

vydání. Praha: Grada, 2016. ISBN

9788027194759;8024748460;8027194768;802719475X;9788027194766;9788024748467;

[5] BALÍK, Michael. Vlhkost v domě: odstraňování a prevence. První vydání. Praha: Grada Publishing, 2020. ISBN

9788027128921;8027128927;

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Zuzana Rácová, PhD.

Datum zadání diplomové práce: 21.9.2021

Termín odevzdání diplomové práce: 2.1.2022

*Údaj uveďte v souladu s ... roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

29.9.2021

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny a literatura jsou uvedeny v seznamu citované literatury.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V ..... dne .....

.....

Podpis

## **Poděkování**

Mé poděkování patří paní Ing. Zuzaně Rácové, Ph.D. za cenné rady, vstřícnost a ochotu, kterou mi během tvorby diplomové práce věnovala. Děkuji také panu doc. Ing. Miroslavu Markovi, Csc. za zpřístupnění objektu a možnost jeho zaměření. Dále bych rád poděkoval paní Ivaně Loušové za výpomoc při průzkumu v Chemické a mikrobiologické laboratoři Katedry pozemních staveb na Fakultě stavební ČVUT. A na závěr patří velké poděkování rodině a přátelům za podporu během mého studia na vysoké škole.

## **Anotace**

Tématem diplomové práce je rekonstrukce obytného objektu v Blevicích. Jejím obsahem je vypracování stavebně technického průzkumu zvoleného objektu v areálu statku včetně zjednodušené dokumentace stávajícího stavu s popisem nalezených poruch a stanovením jejich příčin. Z důvodu absence projektové dokumentace je nutné provést zaměření objektu a na jeho základě vypracovat zjednodušenou výkresovou dokumentaci.

Stavebně technický průzkum dále obsahuje laboratorní analýzu vlhkosti a chemismu zdiva a biologického napadení objektu na základě výsledků místních šetření a vzorků odebraných in situ. Na závěr jsou navržena sanační opatření vybraných poruch se zvláštním důrazem na konstrukci krovu, která byla poté staticky posouzena.

## **Klíčová slova**

Průzkum, poruchy, vlhkost, krov, plíseň, sanace

## **Annotation**

The topic of the diploma thesis is the reconstruction of a residential building in Blevice. Its content is the elaboration of a construction and technical survey of the selected object in the area of the farm, including simplified documentation of the current state with a description of the found faults and determination of their causes. Due to the absence of project documentation, it is necessary to measure the object and on its basis to develop simplified design documentation.

The construction technical survey also includes an analysis of laboratory moisture and masonry chemistry and biological attack on the building based on the results of local surveys and samples taken in situ. Finally, remediation measures of selected faults are proposed, with special emphasis on the truss structure, which was then static assessed.

## **Keywords**

Survey, failures, moisture, truss, mold, remediation

# Obsah

<b>Úvod .....</b>	<b>- 11 -</b>
<b>1. Popis stavby .....</b>	<b>- 12 -</b>
1.1 Identifikační údaje stavby.....	- 12 -
1.2 Charakteristika stavebního pozemku .....	- 12 -
1.3 Urbanistické a architektonické řešení stavby.....	- 12 -
1.4 Historie objektu .....	- 16 -
<b>2. Stavebně konstrukční řešení .....</b>	<b>- 18 -</b>
2.1 Geologie okolí objektu .....	- 18 -
2.2 Základové konstrukce.....	- 18 -
2.3 Svislé konstrukce .....	- 19 -
2.4 Vodorovné nosné konstrukce .....	- 19 -
2.5 Schodiště .....	- 21 -
2.6 Konstrukce zastřešení.....	- 23 -
2.7 Podlahy .....	- 25 -
2.8 Výplně otvorů .....	- 26 -
2.9 Vnější povrchové úpravy .....	- 27 -
2.10 Vnitřní povrchové úpravy .....	- 28 -
<b>3. Stavebně technický průzkum objektu .....</b>	<b>- 30 -</b>
3.1 Základové konstrukce.....	- 30 -
3.2 Svislé konstrukce .....	- 30 -
3.3 Vodorovné nosné konstrukce .....	- 34 -
3.4 Schodiště .....	- 36 -
3.5 Konstrukce zastřešení.....	- 37 -
3.6 Podlahy .....	- 41 -
3.7 Výplně otvorů .....	- 41 -

3.8	Vnější povrchové úpravy .....	- 42 -
3.9	Vnitřní povrchové úpravy .....	- 45 -
<b>4.</b>	<b>Analýza biologického napadení objektu .....</b>	<b>- 47 -</b>
4.1	Vlhkostní průzkum in situ .....	- 47 -
4.1.1	Měření vlhkosti dřevěných prvků krovu .....	- 47 -
4.2	Gravimetrická metoda zjištění vlhkosti zdiva.....	- 49 -
4.3	Stanovení salinity zdiva .....	- 52 -
4.3.1	Kvalitativní analýza.....	- 53 -
4.3.2	Kvantitativní analýza .....	- 55 -
4.4	Analýza napadení biologickými činiteli .....	- 57 -
4.4.1	Obecné příčiny výskytu plísní (mikromycet) .....	- 57 -
4.4.2	Obecné příčiny výskytu dřevokazných hub.....	- 58 -
4.4.3	Obecné příčiny výskytu dřevokazného hmyzu.....	- 58 -
4.4.4	Kultivace a identifikace plísní .....	- 59 -
4.4.5	Identifikace dřevokazného hmyzu a hub .....	- 66 -
4.5	Vyhodnocení analýzy biologického napadení objektu .....	- 69 -
<b>5.</b>	<b>Návrh sanace objektu .....</b>	<b>- 71 -</b>
5.1	Sanace střešní konstrukce .....	- 71 -
5.1.1	Výměna střešního pláště.....	- 71 -
5.1.2	Oplechování střechy.....	- 73 -
5.1.3	Odvodnění střechy .....	- 73 -
5.1.4	Likvidace dřevokazných škůdců v krovu .....	- 74 -
5.1.4.1	Sterilizace napadených dřevěných prvků .....	- 75 -
5.1.4.2	Chemická ochrana dřeva .....	- 75 -
5.1.5	Návrh opravy poškozených prvků a spojů v krovu .....	- 76 -
5.1.5.1	Protézování dřevěných prvků krovu .....	- 76 -



5.1.5.2	Úplná výměna napadených dřevěných prvků .....	- 79 -
5.1.5.3	Prvky poškozené povrchovou hnilobou.....	- 79 -
5.1.6	Ověření stavu krovu .....	- 79 -
5.1.7	Statické posouzení krovu .....	- 79 -
5.2	Sanace zvýšené vlhkosti zdiva .....	- 81 -
5.2.1	Zhodnocení přímých sanačních metod.....	- 82 -
5.2.2	Nepřímé sanační metody .....	- 83 -
5.2.3	Navržená přímá a nepřímá sanační opatření.....	- 84 -
5.2.4	Dodatečná opatření proti vlhkosti .....	- 86 -
5.2.4.1	Sanace salinity zdiva .....	- 86 -
5.2.4.2	Likvidace plísní v interiéru .....	- 87 -
5.3	Sanace trhlin.....	- 88 -
5.3.1	Analýza příčin vzniku aktivních trhlin.....	- 88 -
5.3.2	Sanace trhlin helikální výztuží .....	- 89 -
5.4	Sanace dalších poruch objektu.....	- 92 -
5.4.1	Zateplení přístavků.....	- 92 -
5.4.2	Sanační řešení koroze ocelových nosníků ve sklepech .....	- 93 -
5.4.3	Zateplení stropní konstrukce sklepů .....	- 93 -
5.4.4	Sanace vyboulené podlahy v půdním prostoru .....	- 96 -
5.4.5	Zateplení stropní konstrukce pod nevytápěnou půdou .....	- 96 -
5.4.6	Odvětrávání neobývaného podkroví .....	- 99 -
5.4.7	Sanace venkovních schodišť.....	- 100 -
5.4.8	Sanace komínových těles .....	- 100 -
5.4.9	Napadení dalších dřevěných prvků dřevokazným hmyzem .....	- 101 -
5.4.10	Výměna výplní otvorů v suterénu .....	- 101 -
<b>Závěr</b>	.....	<b>- 102 -</b>

<b>Zdroje.....</b>	<b>- 104 -</b>
<b>Ostatní zdroje:.....</b>	<b>- 106 -</b>
<b>Použitý software:.....</b>	<b>- 107 -</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>- 108 -</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>- 112 -</b>
<b>Seznam příloh:</b>	
<b>Příloha A – Zjednodušená výkresová dokumentace</b>	
A.1	Stávající stav objektu
A.2	Stávající stav objektu se zakreslením poruch
A.3	Nový stav objektu
<b>Příloha B – Statické posouzení konstrukce krovu</b>	
<b>Příloha C – Tepelně technické posudky</b>	
<b>Příloha D – Technické listy (na přiloženém CD)</b>	

## Úvod

Diplomová práce se zabývá rekonstrukcí obytného objektu v areálu statku v Blevicích. Budova, která byla pravděpodobně postavena na konci 18. století, vykazuje v dnešní době značné poruchy nosných, ale i nenosných a kompletačních konstrukcí. Nejvíce napadenou částí se jeví krov, jehož tesařské spoje v některých místech prakticky neplní svou funkci.

Z důvodu absence projektové dokumentace bude provedeno orientační zaměření objektu a následné zakreslení zjednodušené výkresové dokumentace s vyznačením porušených míst. Dále bude provedena analýza možných příčin vzniku poruch. Po odběru vzorků z napadených částí objektu proběhne laboratorní průzkum, jehož cílem je identifikace biologických činitelů a stanovení obsahu solí zdiva. U vybraných poruch budou navržena vhodná sanační opatření. Důraz je kladen na nosnou konstrukci krovu, u které bude po návrhu zvolených stavebních úprav provedeno statické posouzení.

Cílem práce je vypracování stavebně technického průzkumu včetně zjednodušené výkresové dokumentace. Následný návrh sanačních opatření je proveden se snahou eliminovat stavební zásahy do nosného systému budovy s ohledem na zachování původní podoby objektu.

# 1. Popis stavby

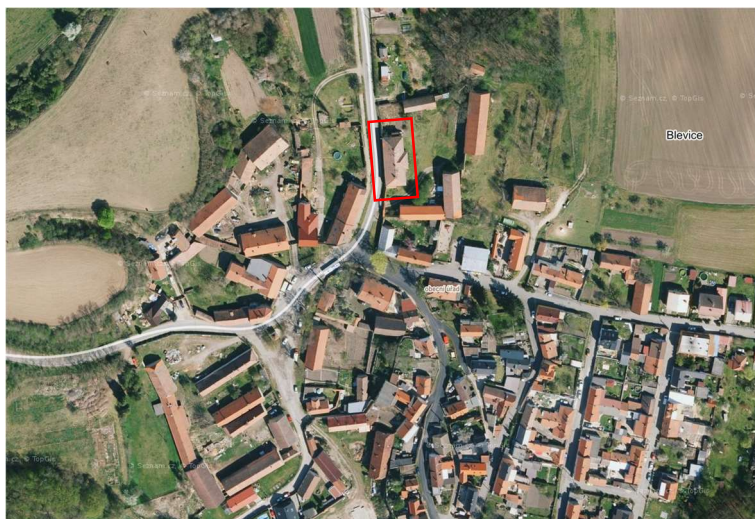
## 1.1 Identifikační údaje stavby

**Místo:** Blevice č.p. 10, okres Kladno, Středočeský kraj  
stavební parcela č. 14 v katastrálním území Blevice

**Vlastník areálu:** doc. Ing. Miroslav Marek, CSc. za společnost Ester s.r.o.

## 1.2 Charakteristika stavebního pozemku

Obytný objekt s číslem popisným 10 (Obr. 1) se nachází v areálu statku v severní části malé obce Blevice ve Středočeském kraji. Na stavebním pozemku je umístěno celkem 5 objektů v nadmořské výšce zhruba 233 m n. m.

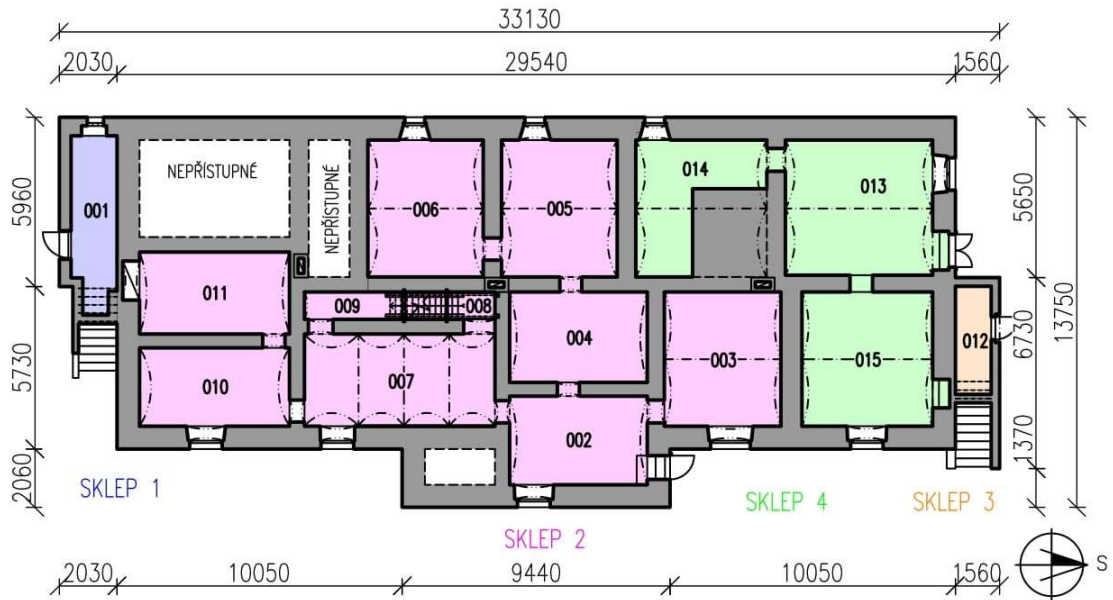


*Obr. 1 – Letecký snímek části obce Blevice s vyznačeným objektem s č.p. 10 [1]*

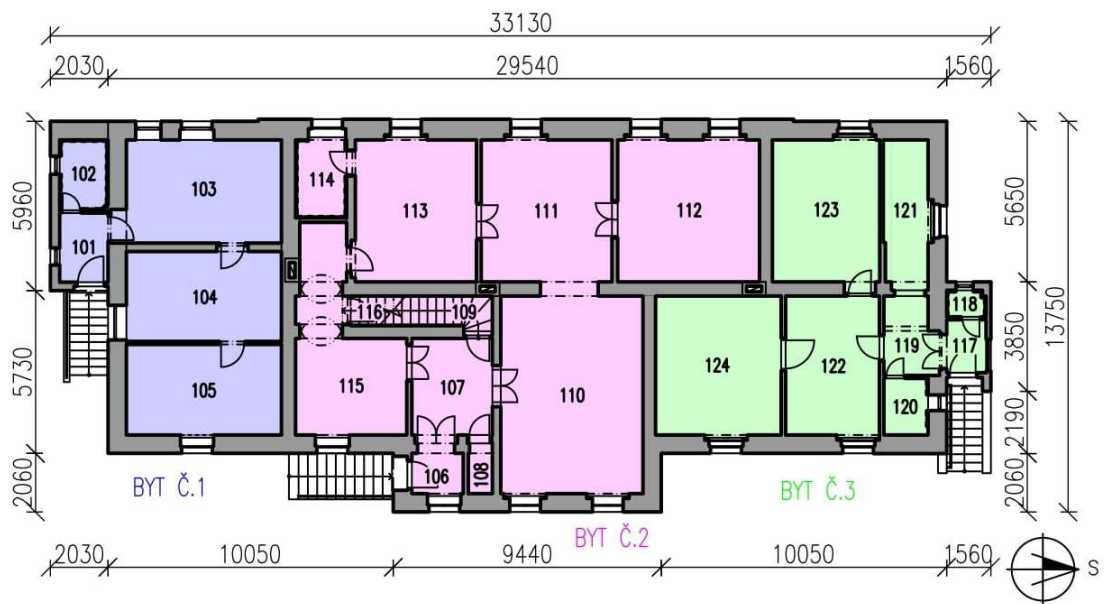
## 1.3 Urbanistické a architektonické řešení stavby

Řešený objekt se skládá z hlavní budovy ve tvaru písmene „T“ o rozměrech obdélníka 29,54 x 11,7 m s předsazenou střední částí o cca 2 m na východní straně a ze dvou přístavků umístěných na severní a jižní části objektu. Budova obsahuje celkem tři bytové jednotky v prvním nadzemním podlaží a ke každé z nich náleží vlastní sklepní prostor umístěný o podlaží níže. Přístup do každého z bytů je umožněn po samostatném venkovním schodišti. Do jednotlivých sklepů se vchází přes vyrovnávací stupně. Hlavní objekt je zastřešený valbovou střechou, severní a jižní přístavek má střechu pultovou. Půdní prostor je přístupný pouze z hlavní bytové

jednotky umístěné uprostřed budovy. Na následujících půdorysných schématech 1.PP (Obr. 2) a 1.NP (Obr. 3) jsou zobrazeny orientační rozměry budovy a rozmístění místností v jednotlivých sklepech a bytech.



**Obr. 2 – Půdorysné schéma 1.PP**



**Obr. 3 – Půdorysné schéma 1.NP**

Západní strana budovy je orientovaná k přilehlé dopravní komunikaci (Obr. 4) a z obou stran se na ni napojuje oplocení areálu statku.



*Obr. 4 – Severozápadní pohled na řešený objekt z přilehlé komunikace*

Bytová jednotka v jižní části objektu (Obr. 5) obsahuje vstupní předsíň, ze které je umožněn přístup do koupelny a do kuchyně. Z kuchyně vede vchod do ložnice a z ní vchod do dětského pokoje. Do sklepního prostoru náležícího zmíněnému bytu se vstupuje dveřmi osazenými na jižní straně přístavku na úrovni terénu.



*Obr. 5 – Jižní pohled na řešený objekt z areálu statku*

Prostřední bytová jednotka se vstupem z východní části (Obr. 6) se skládá z předsíně, z níž se vchází do prostoru chodby. Z té je možno pokračovat do kuchyně, dále do obývacího pokoje, také do schodišťového prostoru určeného pro vstup na půdu a do místnosti s toaletou. Tento byt obsahuje celkem čtyři obytné pokoje,

kuchyň, koupelnu a samostatné WC. Do sklepa, který přísluší k tomuto bytu, je možno vstoupit dveřmi umístěnými na severní straně východního přístavku. Celý sklepní prostor se skládá z 8 místností. V jedné z nich je umístěno schodiště sloužící pro vstup do nadzemní části objektu. To je však aktuálně nepřístupné.



*Obr. 6 – Východní pohled na řešený objekt z areálu statku*

Poslední bytová jednotka umístěná v severní části budovy (Obr. 7) se skládá z předsíně, ze které je umožněn přístup do místnosti s WC a do chodby. Z chodby pak dále do koupelny, kuchyně či do obývacího pokoje. Z obývacího pokoje je možno pokračovat do ložnice a do dětského pokoje. K tomuto bytu přísluší celkem dva sklepní prostory, z nichž jeden se nachází přímo pod severním přístavkem a druhý pod hlavním objektem. Do sklepa pod hlavní budovou je možno vejít dveřmi osazenými na severní fasádě přes vyrovnávací stupně. Prostor je rozdělen na 3 místnosti. Menší sklep umístěný pod severním přístavkem je přístupný přímo z terénu.



*Obr. 7 – Severní pohled na řešený objekt z areálu statku*

## 1.4 Historie objektu

O historii objektu s číslem popisným 10 se nedochovalo mnoho písemných zpráv. Z kronik obce Blevice lze konstatovat, že v roce 1790 převzal objekt po svém otci pan Antonín Malý a až do roku 1839 byl dům ve vlastnictví jeho rodiny. V tomto roce objekt zakoupil rychtář Josef Chmelík a hospodařil v něm až do roku 1850, kdy budovu převzala jeho dcera Anna s manželem Václavem Terflerem. V roce 1860 v areálu statku vypukl požár stodoly, který poničil konstrukci krovu. Roku 1865 předal Václav Terfler hospodářství svému synovi Antonínu Terflerovi, který zde žil až do roku 1904. V letech 1904 až 1932 objekt vlastnil Antonín Terfler mladší. Poslední písemný záznam o objektu je datován rokem 1932 a informace o dalším vývoji a historii tohoto objektu byly získány na základě vyprávění pamětníků.

Z vyprávění pamětníků bylo zjištěno, že objekt za druhé světové války vlastnil pan Trubač s paní Hřebíčkovou a po válce pak rodina Pichlů (Obr. 8).



**Obr. 8** – Dobová fotografie z areálu statku v Blevicích získaná z archivu obce

Od roku 1949 byl objekt ve vlastnictví JZD a v této době budova sloužila jako vývařovna, dále zde byly kanceláře a v průběhu dalších let také dvě bytové jednotky. Ve sklepech byla umístěna mlékárna. Ani od jednoho z pamětníků nebyla zjištěna informace o kamenném útvaru umístěném v jedné z místností sklepa pod bytem č. 3 (Obr. 9). Takže se o důvodu jeho existence můžeme pouze domnívat.





**Obr. 9** – Kamenný útvar (vlevo) umístěný ve sklepě pod bytem č. 3

Poslední informací k historii objektu je skutečnost, že realizace severního přístavku byla provedena v 70. letech 20. století. V jeho okolí byly nalezeny cihly s vyraženými kolky iniciál písmen *J* a *H* (Obr. 10). Pravděpodobně se bude jednat o cihelnu pana Josefa Macháčka, která byla umístěna v blízkém okolí vesnice. Písmeno *H* může znamenat příjmení manželky pana Macháčka za svobodna, tj. Homolková. Toto tvrzení je také pouhá domněnka.



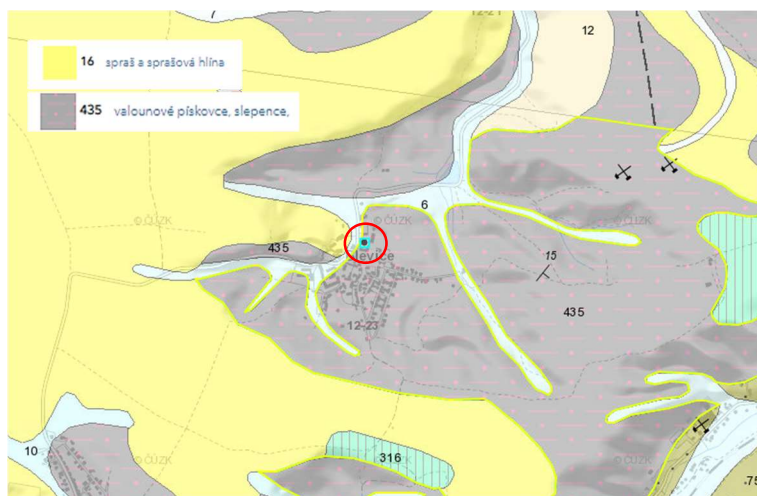
**Obr. 10** – Cihly v okolí objektu s vyraženými kolky symbolů písmen *J. H.*

## 2. Stavebně konstrukční řešení

Z důvodu absence projektové dokumentace proběhlo při místním šetření zaměření objektu s využitím laserového dálkoměru a metru. Toto zaměření bylo výchozím podkladem pro tvorbu zjednodušené výkresové dokumentace, která je součástí přílohy A, části A.1.

### 2.1 Geologie okolí objektu

Geologické podloží pod řešenou budovou je dle geologické mapy [2] získané z webových stránek České geologické služby tvořeno ze zpevněných sedimentů složených z valounových pískovců a jílovců (Obr. 11). Nejbližší umístěný vrt se nachází ve vzdálenosti cca 200 m od řešeného objektu. V blízkosti objektu však nastává přechod mezi tímto zmíněným podložím a nezpevněnými nivními sedimenty a z tohoto důvodu by vrt nemusel odpovídat zkoumané oblasti. V případě stavebních zásahů souvisejících se založením budovy je doporučeno provést nový geologický vrt v těsné blízkosti řešeného objektu.



Obr. 11 – Geologická mapa s vyznačením okolí řešeného objektu [2]

### 2.2 Základové konstrukce

Řešený objekt je pravděpodobně založen na kamenném či smíšeném zdivu. Tato informace není z důvodu absence výkresové dokumentace a technické zprávy ničím podložena. Jedná se pouze o domněnku, kterou je nutné v případě zásahu do základových konstrukcí podložit výsledkem získaným z průzkumných sond.

## 2.3 Svislé konstrukce

Svislé nosné konstrukce v nadzemní části objektu jsou ze smíšeného zdiva (Obr. 12), jehož tloušťka se pohybuje v rozmezí 500 až 650 mm. Materiálem stěn sklepních prostorů je smíšené cihelné a kamenné zdivo o tloušťce 500 až 800 mm. Přístavky jsou vyzděny z cihelného zdiva tloušťky v rozmezí hodnot 300 až 330 mm. Dále jsou v objektu umístěna tři komínová tělesa o rozměrech 500 x 800 mm.

Z bližšího průřezu je patrné, že na výstavbu objektu byly použity pískovcové bloky, cihly z nepálené hlíny, tzv. vepřovice, a cihly plně pálené.



*Obr. 12 – Obnažené smíšené zdivo východní fasády objektu*

Svislé nenosné a primárně nenosné konstrukce jsou v objektu tvořeny z cihel plných pálených a dutých příčkových tvárnic. Jejich tloušťka včetně oboustranné vápenné omítky se pohybuje v rozmezí 100 až 300 mm. Tyto stěny slouží kromě dělicích funkcí také k zajištění stability nosného systému. Prostorovou tuhost pravděpodobně zajišťují zední kleštiny, jejichž závlač není vidět z důvodu provedených omítek.

## 2.4 Vodorovné nosné konstrukce

Stropní konstrukce jsou v jednotlivých místnostech suterénu tvořeny valenou klenbou klenutou do nosných stěn (Obr. 13) ze smíšeného zdiva a do ocelových nosníků průřezu I 200 (Obr. 14), nebo pouze do nosných stěn. Maximální rozpětí u valených klenb je přibližně 3,19 m s největším vzepětím oblouku 250 mm. Rozpon ocelových nosníků se pohybuje v rozmezí od 3,25 do 5,19 m.



**Obr. 13** – Valená klenba do nosných zdí ve sklepním prostoru



**Obr. 14** – Valená klenba do ocelových nosníků ve sklepním prostoru

V severním přístavku je na stěnách ze smíšeného zdiva zrealizován monolitický strop o rozpětí 1,26 m. Jižní přístavek je zastropen s využitím PZD panelů pnutých na delší rozpon o délce 5,47 m (Obr. 15).



**Obr. 15** – Stropní konstrukce sklepu jižního přístavku tvořená PZD panely

Stropní konstrukce v přízemí jsou tvořeny pravděpodobně dřevěnými trámy se záklopem a rákosovou omítkou (Obr. 16). Z důvodu nedostatečného přístupu do skladby vodorovné konstrukce nebylo možné zjistit skutečnou velikost průřezu stropního trámu. V některých místnostech jsou již na původních stropních konstrukcích provedeny nové sádkartonové podhledy. Po zaměření objektu byla stanovena orientační skladba stropní konstrukce s průřezem trámu 100 x 140 mm.



*Obr. 16 – Pohled na stropní konstrukci v dětském pokoji v bytě č. 2*

Pro zajištění stability a prostorové tuhosti objektu byly v případě stropních trámů pravděpodobně použity trámové kleště kotvené pomocí hřebů ke zhlaví trámů a s využitím závlačí do nosného zdiva. Jejich osazení bývá nejčastěji provedeno na krajích objektu a v prostoru mezi okny.

## **2.5 Schodiště**

Pro vstup do jednotlivých bytových jednotek jsou použita betonová schodiště umístěná vždy směrem k jednotlivým přístavkům (Obr. 17) a k objektu. Schodiště jsou řešena jako desková z jedné strany vetknutá do obvodové stěny a z druhé strany podezděná cihelným, případně smíšeným zdivem. Výšky jednotlivých stupňů jsou v rozmezí od 170 do 180 mm. Schodiště jsou opatřena kovovým zábradlím kotveným v případě jižního přístavku do schodišťové stěny, v případě severního přístavku do obvodové stěny hlavního objektu a na východní straně do schodišťových stupňů.



**Obr. 17** – Venkovní schodiště sloužící pro vstup do bytu č. 1

Vstup do podkroví je zajištěn pomocí dřevěného lomeného schodiště (Obr.18) šířky cca 1035 mm s rozměrem šířky stupně o hodnotě 300 mm a výškou stupně 180 mm. Schodiště je z obou stran vymezeno nosnými stěnami a jeho přístup je zajištěn pouze přes dveře z chodby bytu č.2.



**Obr. 18** – Pohled na část dřevěného schodiště sloužícího pro vstup do podkroví

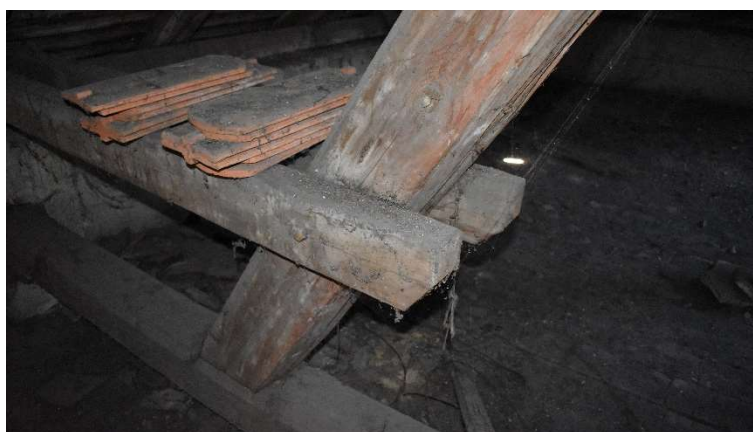
## 2.6 Konstrukce zastřešení

Zastřešení hlavní budovy je tvořeno valbovou střechou se dvěma valbami umístěnými na severní a jižní části hlavního objektu a navazující valbou na jeho východní straně. Sklon střešních rovin je cca 35°. Severní a jižní přístavek je zastřešen pultovou střechou s nosnou konstrukcí tvořenou dřevěnými trámy. Rozpon krovu hlavní budovy je 11,24 m. Rozpony pultových střech severního a jižního přístavku jsou o rozměrech cca 1,4 a 1,8 m. Konstrukce krovu nad hlavním objektem je tvořena ležatou stolicí (Obr. 19) se šikmými sloupky o průřezech 180 x 200 mm, které podpírají dvě středové vaznice o rozměrech 160 x 180 mm.



*Obr. 19 – Pohled do půdního prostoru a na schodišťové stěny*

Sloupky jsou pomocí čepového spoje připojeny k vaznému trámu o průřezu 200 x 240 mm. Ten je uložen s využitím kapes do obvodových stěn. Sepnutí krovu je v plných vazbách provedeno pomocí dvojice horních kleštín o průřezech 100 x 180 mm a dvojice spodních kleštín (Obr. 20) o průřezech 80 x 160 mm.



*Obr. 20 – Spodní kleštiny spínající šikmý sloupek a krokev v plné vazbě*

Plné vazby jsou rozmístěny ve vzdálenostech v rozmezí 4,1 – 4,8 m. Mezi nimi se nacházejí tři jalové vazby tvořené dvojicí krokví o průřezech 130 x 150 mm, které jsou ve vrcholu spojeny na ostřih. Vzdálenost krokví se pohybuje v rozmezí od 1,01 do 1,18 m. Krokve jsou osedlány na průběžné vaznice a pozednice, které jsou položeny po obvodu hlavní budovy na nadezdívce o výšce 700 mm. Pozednice (Obr. 21) o šířce 160 mm a výšce 140 mm je v místě valem upevněna pomocí pásových ocelových kotev kotvených do vazných trámů (Obr. 22) o průřezech 190 x 180 mm.



**Obr. 21** – Prodloužení pozednice pomocí dvojitého rovného plátu



**Obr. 22** – Ukotvení pozednice k vaznému trámu pomocí pásových kotev

Valba je tvořena svislými sloupky (Obr. 23) o rozměrech 180 x 165 mm, které podpírají vaznici, do níž jsou osedlány nárožní krokve (Obr. 24). Ztužení hlavních valem v příčném i podélném směru je zajištěno pomocí pásků o průřezech 110 x 110 mm.





*Obr. 23 – Valba hlavní části krovu na severní straně budovy*



*Obr. 24 – Osedlání nárožní krokve na vaznici podepřenou svislými sloupky*

## **2.7 Podlahy**

V suterénu jsou nášlapné vrstvy podlah tvořené z cihelné dlažby uložené do vrstvy pískového násypu a z dusané hlíny. Ve dvou sklepiích je podlaha tvořena deskou z betonové mazaniny. Tato úprava byla zhotovena dodatečně.

V prvním nadzemním podlaží jsou nášlapné vrstvy v místnostech rozdílné. Jejich přesný rozpis je uvedený v tabulce místností v příloze A, části A.1. Zpravidla jsou ve vstupních předsíních, chodbách a koupelnách provedeny keramické dlažby. Ostatní pokoje, ložnice a kuchyně mají nášlapnou vrstvu tvořenou linoleem, dřevěnými parketami či kobercem.

V podkroví je nášlapná vrstva podlahy tvořena z cihelné dlažby položené do násypu ze škváry a cihelné suti (Obr. 25).



*Obr. 25 – Část rozebrané podlahy v půdním prostoru*

## 2.8 Výplně otvorů

V části suterénu objektu jsou použity jako výplně otvorů dřevěné rámy se skleněnou výplní tvořenou jednovrstvým zasklením. Místy je výplň zcela chybí nebo je nahrazena pletivem (Obr. 26).



*Obr. 26 – Výplň otvoru tvořená dřevěným rámem s pletivem*

V prvním nadzemním podlaží jsou v objektu osazena jednoduchá jednokřídlá i dvoukřídlá okna se zasklením tvořeným tabulovým sklem. V bytové jednotce č. 3 se vstupem ze severní strany jsou v místnosti kuchyně, dětského pokoje, obývacího pokoje a ložnice tvořeny výplně otvorů dvojitými, tzv. špaletovými, dvoukřídlými okny

(Obr.27) se zasklením z tabulového skla. Materiály vnitřních parapetů v objektu jsou dřevo, plast i zdivo. Vnější parapety jsou převážně zděné, na některých místech předsazené i s oplechováním.



*Obr. 27 – Špaletové okno v obývacím pokoji bytu č. 3*

Rozměry oken a výšky parapetů jsou uvedeny ve zjednodušené výkresové dokumentaci v příloze A, části A.1.

Dveřní křídla v suterénu jsou dřevěná a jsou usazena na kovaných pantech upevněných do stěn ze smíšeného zdiva. Část průchozích otvorů ve sklepních prostorech neobsahuje žádnou výplň.

Vstupní dveře do jednotlivých bytových jednotek jsou osazeny do dřevěných rámových zárubní. V přízemí objektu je využito osazení jednotlivých dveřních křídel do ocelových i obložkových zárubní. Obložkové zárubně i dveřní křídla mají v některých místnostech bohatě vyřezávané zdobení.

Rozměry dveřních křídel jsou uvedeny ve zjednodušené výkresové dokumentaci v příloze A, části A.1.

## **2.9 Vnější povrchové úpravy**

Kolem celé hlavní budovy je proveden kamenný sokl proměnné výšky 300 až 450 mm. V místě jižního přístavku je soklová část tvořena z keramických obkladů imitující cihelné zdivo vystupujících 750 až 890 mm nad terén.

Vnější fasádní omítka je vápenná o tloušťce cca 30 mm. Zdobení objektu je tvořeno fasádními plastickými prvky, které jsou zhotoveny ze štuky. Na rozích je

objekt zdoben bosáží. Kolem jednotlivých oken hlavní budovy osazených ve východní fasádě je provedeno plastické orámování, tzv. šambrána, která je ve vrcholu zvýrazněna kónickým prvkem, klenákem a zezdola opatřena parapetní římsou. Západní fasáda objektu je zčásti předsazená před hlavní část budovy (Obr. 28). Nad okny je proveden plastický pruh ukončený klenákem. Z obou stran prostředního okenního otvoru jsou provedeny dva pruhy bosáže. Fasáda je ukončena hlavní, tzv. korunovou římsou, zdobenou nad okny vystouplými kruhovými prvky, tzv. rozetami. Nad oknem umístěným ve středu východní fasády je vystouplý nápis letopočtu „1903“.



*Obr. 28 – Pohled na část západní fasády se zdobnými plastickými prvky*

Střešní krytina nad hlavní budovou je tvořena z keramických pálených střešních tašek, bobrovek. Severní a jižní přístavek je zastřešený ze skládaných keramických tašek.

## **2.10 Vnitřní povrchové úpravy**

V suterénu jsou na neobnažených površích stěn a kleneb použity vápenné omítky o tloušťce v rozmezí 30 až 50 mm. Do výšky cca 1 m je většina stěn ve sklepečích obnažena až na smíšené zdivo (Obr. 29).



**Obr. 29** – Obnažené povrchy stěn ve sklepích do výšky parapetu cca 800 mm

V prvním nadzemním podlaží jsou stěny omítnuty vápennými omítkami o orientačních tloušťkách od 30 do 50 mm. Barevné provedení je rozdílné v jednotlivých místnostech a bytech. V koupelnách každého z bytů je kromě omítky proveden i keramický obklad. Stropní konstrukce jsou opatřeny vápennou omítkou o tloušťce cca 30 mm umístěnou na rákosovém pletivu. V některých místnostech bytu č. 2 jsou nově zhotoveny sádkartonové podhledy.

### 3. Stavebně technický průzkum objektu

Při průzkumu objektu byly nalezeny viditelné poruchy nosných i kompletačních konstrukcí. V následující kapitole je uveden jejich popis s určením možných příčin vzniku. Příloha A, část A.2 obsahuje schématické půdorysy všech podlaží a pohledy se zakreslením stávajícího stavu včetně vzniklých poruch.

#### 3.1 Základové konstrukce

V založení hlavního objektu nebyly nalezeny žádné větší příznaky poškození či vad. Objekt je založen pravděpodobně v dostatečné hloubce a zásluhou systému sklepních prostorů tak poskytuje dostatečně únosný podklad pro nadzemní podlaží.

#### 3.2 Svislé konstrukce

Většina svislých konstrukcí je poškozena vlivem zvýšené vlhkosti (Obr. 30). Odpadávající omítka lokálně přechází v obnažené zdivo, u kterého dochází k jeho částečnému vypadávání společně s výplní ze spár. Z důvodu neustále pokračující degradace cihelného zdiva dochází k postupnému zvětšování ploch poškozených viditelným opadáváním omítek a tím k oslabení funkce zdiva. Příčinou této poruchy je absence obvodové drenáže a pravděpodobně nefunkční hydroizolační obálka spodní stavby.



*Obr. 30 – Degradace obvodové konstrukce vlivem zvýšené vlhkosti*

Na stěně oddělující prostor dětského pokoje od koupelny v bytě č. 2 je patrná viditelná trhlina postupující od rohu místnosti směrem k podlaze (Obr. 31). Pravděpodobnou příčinou jejího vzniku může být nedostatečné provázání zdiva a nerovnoměrný pokles podpory způsobený podmáčením základové zeminy. Nelze však také vyloučit, že se jedná o účinek objemových změn vlivem působení rozdílných teplot.



**Obr. 31** – Pohled na trhlínu (červeně zvýrazněna) v dětském pokoji v bytě č. 2

Další nalezenou statickou poruchou je svislá tahová trhlina procházející přes celou výšku místnosti v prostoru oddělující obývací pokoj bytu č. 2 a ložnici bytu č. 3 (Obr. 32). Z důvodu provedeného sádkartonového podhledu nebylo možné zjistit přesný postup trhliny směrem ke stropní konstrukci. Pravděpodobnou příčinou vzniku trhliny je nedostatečné provázání zdiva, přetížení původně nenosné stěny nosnou konstrukcí stropu a nerovnoměrný pokles podpory způsobený oslabením stěny v suterénu otvorem a podmáčením zeminy v podzákladách.



**Obr. 32** – Pohled na trhlinu v obývacím pokoji bytu č. 2

Další statické porušení konstrukce trhlinami je viditelné v rohu koupelny severního přístavku (Obr. 33). Vodorovná trhlina kopíruje stropní konstrukci a postupuje až do místnosti předsíně. Svislá trhlina prochází rohem přístavku. Pravděpodobnou příčinou jejich vzniku je zřejmě nedostatečné založení severního přístavku. Vznik trhliny může být také ovlivněn působením objemových změn z důvodu rozdílných teplot.



**Obr. 33** – Poškození stěn trhlinami v koupelně bytu č. 3

Další statické porušení je zřetelné u jižního přístavku, kde svislá trhlina kopíruje připojený přístavek (Obr. 34). Jelikož z interiéru nebyly nalezeny žádné okem



viditelné trhliny, může se tak jednat o pasivní trhlinu. Příčinou jejího vzniku mohlo být podmáčení okolního terénu a částečný pokles podpor.



*Obr. 34 – Trhlina kopírující linii napojení jižního přístavku na hlavní objekt*

Poslední zjištěnou poruchou je degradace povrchových vrstev komínových těles (Obr. 35). Ta je způsobena zatékáním dešťové vody do půdního prostoru z důvodu chybějícího oplechování komínů.



*Obr. 35 – Zatékání střešní konstrukcí vlivem absence oplechování komína*

### 3.3 Vodorovné nosné konstrukce

Při průzkumu vodorovných konstrukcí bylo zjištěno několik viditelných poruch. V některých místnostech je již proveden nový sádkartonový podhled, nad nímž nebylo možné zhodnotit skutečný stav stropních konstrukcí.

Jednou z objevených poruch na vodorovné nosné konstrukci je napadení dřevěných trámů u schodiště v suterénu dřevokaznými škůdci (Obr. 36). Tyto trámy pravděpodobně podepírají část konstrukce podlahy umístěnou nad schodišťovým prostorem (Obr. 37). Příčinou napadení je vytvoření vhodných tepelně vlhkostních podmínek pro život dřevokazného hmyzu a nedostatečná nebo nevhodná preventivní chemická ochrana dřevěných prvků.



*Obr. 36 – Poškození dřevěných trámů v prostoru schodiště ve sklepě*



*Obr. 37 – Dřevěný trám podírající konstrukci podlahy napadený červotočem*

Další nalezená porucha je v místě klenutého nadpraží průchodu ve sklepním prostoru č. 003. V jeho vrcholu jsou viditelné pozůstatky dřívějšího napadení dřevokaznou houbou (Obr. 38). Příčinou napadení jsou vhodné tepelné a vlhkostní podmínky s dostatkem živin pro její vznik a následný rozvoj.



**Obr. 38** – Místo napadené dřevokaznou houbou

Dalšími z nalezených poruch jsou poškozené ocelové nosníky typu I v některých sklepních prostorech a pravděpodobně poškozené stropní trámy v místnosti ložnice bytu č. 3. Obě poruchy jsou způsobeny vlivem zatékání střešním pláštěm a postupným prostupem srážkové vody směrem do konstrukcí nižších podlaží. V případě sklepních prostor tak dochází k postupné korozi ocelových nosníků (Obr. 39) a v případě dřevěných trámů v přízemí k jejich navlhání, a tím tak v obou případech ke snižování jejich životnosti. Jelikož není v místě zatékání omítka nijak obnažena, lze tedy poškození dřevěných trámů pouze předpokládat (Obr. 40).



**Obr. 39** – Ocelové nosníky podléhající korozi vlivem zatékání střešní konstrukcí a vlhkosti vzduchu



*Obr. 40 – Poškozená omítka v ložnici bytu č. 3 vlivem zatékání střešním pláštěm*

### **3.4 Schodiště**

U venkovních schodišť byly nalezeny poruchy související s cyklickým zatížením povětrnostními vlivy, především hnaným deštěm a mrazovými cykly, a mechanickým namáháním od pohybu osob. Tyto poruchy se projevují změnami povrchového zbarvení a odpadáváním kusů materiálu (Obr. 41).



*Obr. 41 – Poškození schodiště u vstupu do bytu č. 2*

Vnitřní schodiště sloužící jednak pro vstup do půdního prostoru a jednak do sklepních prostor jsou bez znatelného poškození a viditelných poruch. Schodiště do sklepních prostor je v současné době nepoužívané a nepřístupné.

### 3.5 Konstrukce zastřešení

Největší poškození v objektu je viditelné na nosné konstrukci krovu. Z důvodů nevhodně vyřešených průstupů komínových těles s absencí oplechování a lokálního poškození střešního pláště je půdní prostor vystaven působení povětrnostních vlivů, a to zejména deště. Většina dřevěných prvků je znehodnocena účinkem stékající srážkové vody a napadením dřevokazného hmyzu či hub. Některé napadené části konstrukce krovu jsou již naprosto ztrouchnivělé (Obr. 42) a nejen v místech tesařských spojů téměř neplní svoji funkci (Obr. 43 a Obr. 44). U ostatních napadených prvků dochází v důsledku masivního napadení dřevokazným hmyzem k postupnému odpadávání povrchových vrstev dřevní hmoty, což vede k redukci účinného průřezu (Obr. 45), se kterým souvisí následná ztráta jejich pevnostních parametrů. Podmínkou pro napadení dřevěných prvků biotickými činiteli je zvýšená vlhkost v kombinaci s vhodnými tepelnými podmínkami podporujícími jejich vznik a následný rozvoj.



*Obr. 42 – Prohnilá část vazného trámu v místě středové podpory*



**Obr. 43** – Poškození tesařského spoje vlivem působení biologických činitelů

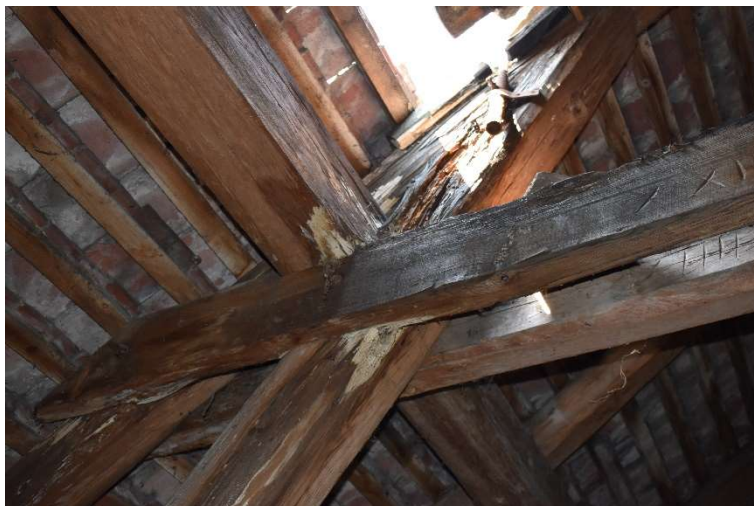


**Obr. 44** – Poškození vazného trámu v místě začepování šikmého sloupku vlivem zatékání a působení dřevokazného hmyzu



**Obr. 45** – Odpadávání povrchových vrstev průřezu vazného trámu

Místa zatékání střešní konstrukcí jsou poměrně rozsáhlá a na první pohled snadno identifikovatelná (Obr. 46). Pod těmito místy jsou dřevěné prvky intenzivně a cyklicky namáhány stékajícím deštěm. U některých prvků jsou již patrné znaky výskytu plísní, jako jsou barevné povlaky a vlhký povrch (Obr. 47).



*Obr. 46 – Degradace dřevěných prvků vlivem zatékání*



*Obr. 47 – Dřevěné prvky napadené hnilobou vlivem zatékání*

Další zjištěnou poruchou je rozevírání tesařských spojů (Obr. 48). To je způsobeno nadměrnou deformací dřevěných prvků vlivem přetížení konstrukce nebo nevhodným zásahem do statického systému.



**Obr. 48** – Rozevirání tesařského spoje v místě napojení krokvi

Při bližším průzkumu dřevěných prvků krovu byly v některých z nich nalezeny výsušné trhliny (Obr. 49) způsobené zabudováním dřevěných prvků s vyšší hmotnostní vlhkostí než 18 % nebo z důvodu podstatné změny tepelně vlhkostních podmínek v půdním prostoru.



**Obr. 49** – Výsušné trhliny v šikmém sloupku a vazném trámu

Nosná konstrukce zastřešení je bezpochyby nejvíce porušenou částí celého objektu. Zatékající srážková voda negativně působí na nosnou konstrukci krovu a oslabuje tak její nosné prvky. Voda postupuje i do dalších částí objektu a způsobuje také lokální poškození stropní konstrukce. Při neustálých cyklech může postupem času dojít ke ztrátě stability oslabených nosných prvků a v nejhorším případě i ke zřícení části poškozené konstrukce. V rámci stavebně technického průzkumu je tak



rekonstrukce krovu a střešního pláště s ohledem na celkový stav objektu nezbytná a její řešení není vhodné odkládat.

### 3.6 Podlahy

U nášlapných vrstev podlah v suterénu a v přízemí nebyly nalezeny žádné zásadní poruchy a vady. V půdním prostoru byla část konstrukce podlahy poškozena vyboulením (Obr. 50). Na základě informací získaných od majitele objektu bylo zjištěno, že tato porucha vznikla nevhodným zajištěním stropní konstrukce při vybourávání otvoru ve stěně mezi obývacím pokojem a pokojem s označením místnosti č. 110 v bytě č. 2 v prvním nadzemním podlaží.



*Obr. 50 – Vyboulená podlaha v půdním prostoru*

### 3.7 Výplně otvorů

U okenního otvoru umístěného ve sklepním prostoru pod bytem č. 3 je patrné napadení dřevokaznými škůdci. Okenní rám je téměř v celé ploše narušen výletovými otvory dřevokazného hmyzu (Obr. 51). Příčinou je pravděpodobně degradace původního preventivního nátěru určeného pro dřevěné povrchy vystavené povětrnostním podmínkám a jeho nepravidelnou obnovou. Tato nedostatečná péče způsobila narušení struktury dřeva, umožnila vniknutí vlhkosti a následně napadení dřevěného rámu okna dřevokazným hmyzem.



*Obr. 51 – Napadení dřevěného rámu okna suterénu dřevokazným hmyzem*

Další poškození bylo nalezeno v místnosti dětského pokoje v bytě č. 3. Na skleněné výplni jsou patrné známky výskytu plísní (Obr. 52) způsobené především nedostatečnou údržbou a zajištěním dostatku vhodného substrátu pro jejich rozvoj.



*Obr. 52 – Známky výskytu plísní na skleněné výplni okenního otvoru*

### **3.8 Vnější povrchové úpravy**

Téměř po celé fasádě objektu jsou viditelné projevy zvýšené vlhkosti. Degradaci doprovází rozpad vápenné omítky a plastických fasádních prvků (Obr. 53). Na většině níže položených míst fasády je zdivo již obnaženo. Lze si také všimnout lokálního znečištění na fasádě (Obr. 54) způsobeného hnaným deštěm či srážkovou vodou protékající v místě chybějících dešťových svodů nebo poškozenými okapovými žlaby. Lokální zčernání povrchové vrstvy fasády značí známky výskytu plísní a řas.

Projevy zvýšené vlhkosti a znečištění jsou patrné také na střešní krytině orientované na sever a západ v podobě viditelného porostu mechů.



*Obr. 53 – Degradace plastického zdobení pod oknem na severní fasádě*



*Obr. 54 – Degradace fasádní omítky nad dveřmi do sklepního prostoru*

Zvýšené vlhkosti podléhá také cihelná zídka severního přístavku. V soklové části je zdivo místy narušeno. Odpadávající povrchové vrstvy zdiva i malty si lze všimnout na obrázku 55.



**Obr. 55** – Degradace cihelného zdiva schodiškové stěny u severního přístavku

Na většině míst jsou patrný tzv. vysychací zóny, které jsou způsobeny vystoupanou vlhkostí z podzákladí v důsledku nevhodně provedené hydroizolační obálky spodní stavby a absence drenáže kolem objektu (Obr. 56). Dalším nevhodně provedeným opatřením je okapový systém celého objektu. Už jen během obchůzky kolem budovy lze pozorovat nedostatečný počet svislých dešťových svodů a místa s poškozeným okapovým žlabem (Obr. 57).



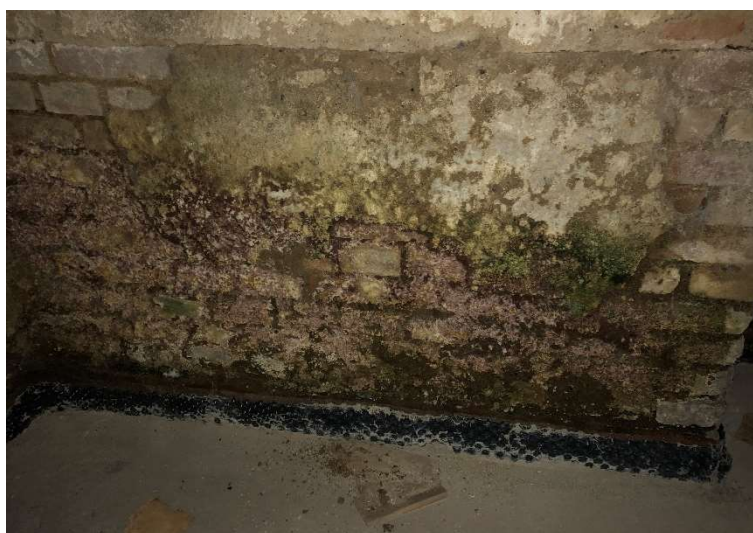
**Obr. 56** – Absence drenáže v soklové části objektu



*Obr. 57 – Poškozený okapový žlab v místě úžlabí střechy*

### **3.9 Vnitřní povrchové úpravy**

Poškození vnitřních omítek je nejvíce zjevné v soklových oblastech ve sklepních prostorech. V některých z nich je viditelné zčernání či zezelenání povrchů (Obr. 58) predikující výskyt plísní a řas. Příčinou jejich výskytu je zvýšená vlhkost a vhodné prostředí pro jejich rozvoj. V místnostech sklepů s označením č. 002 a č. 003 je zvýšená dotace vlhkosti podpořená nevhodně provedenou realizací difúzně nepropustné podlahy. Původní skladba byla tvořená buď volně položenou cihelnou dlažbou do pískového lože, nebo vrstvou dusané hlíny.



*Obr. 58 – Výskyt řas na zdivu v suterénu*

Ve sklepním prostoru 014 pod bytem č. 3 jsou na částech klenbě viditelné vlhkostní mapy (Obr. 59) způsobené pravděpodobně zatékáním dešťové vody, která postupuje z půdního prostoru přes stavební konstrukce do nižších podlaží.



**Obr. 59** – Vlhkostní mapy na klenbě ve sklepním prostoru

V místnosti kuchyně v bytě č. 3 jsou na částech povrchu stěn viditelné lokální porosty plísní. Ty jsou pravděpodobně zapříčiněny vhodným tepelně vlhkostním prostředím podpořeným nedostatečným větráním. Nejmasivnější napadení je v severozápadním rohu místnosti u stropu v místě tepelného mostu (Obr. 60). Povrch je zde chladnější, a dochází tak k intenzivní kondenzaci vlhkosti na povrchu stěn, která podporuje jejich růst.



**Obr. 60** – Výskyt plísní v rohu místnosti (v místě tepelného mostu)

## 4. Analýza biologického napadení objektu

Další částí stavebně technického průzkumu je analýza biologického napadení objektu. Ta souvisí hlavně s problémy týkajícími se zvýšené vlhkosti a výskytu dřevokazných škůdců.

S působením biologických činitelů se můžeme setkat u objektů postavených jak v dřívější době, tak v současnosti. Nejčastějšími případy těchto poškození jsou napadení stavebních konstrukcí dřevokaznými houbami či dřevokazným hmyzem. Ta mohou v některých případech vést až k samotnému rozpadu materiálu, následným ztrátám funkčnosti napadeného prvku a ztrátě celkové stability konstrukce.

### 4.1 Vlhkostní průzkum in situ

Ve vybraných místnostech v objektu a v exteriéru proběhlo měření relativní vlhkosti a teploty vzduchu pomocí digitálního teploměru s vlhkoměrem *Greisinger electronic GFTH 95*. Naměřené hodnoty budou sloužit k definování podmínek míst odběru vzorků pro gravimetrické stanovení vlhkosti.

Naměřené hodnoty relativních vlhkostí a teplot ze dne 10.9.2021 jsou uvedeny v následující tabulce č. 1. Obloha byla při místním šetření zatažená.

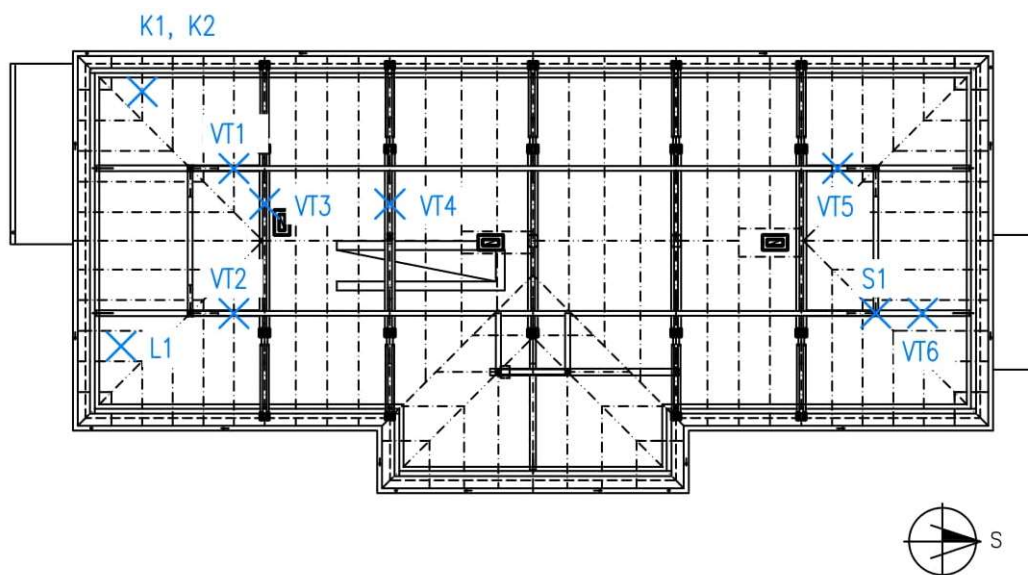
**Tab. 1** – Interiérové a exteriérové podmínky při měření a odběru vzorků

Místo	Teplota [°C]	Vlhkost [%]
Exteriér	23,5	64,5
Sklep (místnost č. 007)	19,5	85,3
Obývací pokoj (byt č. 3, místnost č. 121)	20,6	58,7
Kuchyně (byt č. 1, místnost č. 103)	21,4	62,1
Půdní prostor	15,1	79,1

#### 4.1.1 Měření vlhkosti dřevěných prvků krovu

Vlhkost dřeva závisí na obsahu vody obsaženém v něm. Hodnota vlhkosti ovlivňuje veškeré vlastnosti dřeva, a proto je důležité této problematice věnovat značnou pozornost. Optimální vlhkost konstrukčního dřevěného prvku je považována v rozmezí 10 až 12 %.

V rámci vlhkostního průzkumu proběhlo měření vybraných dřevěných prvků krovu odporovým vlhkoměrem *testo 606-1* pro měření vlhkosti materiálu, který pracuje na principu stanovení elektrického odporu závislého na množství vlhkosti obsaženém v materiálu. Měření proběhlo celkem na 10 místech vyznačených na obrázku 61 a naměřené hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce č. 2.



**Obr. 61** – Schéma podkroví s vyznačenými body měření odporovým vlhkoměrem

**Tab. 2** – Naměřené hodnoty vlhkosti odporovým vlhkoměrem

Označení	Typ prvku	Vlhkost [%]
K1	krokov nahoře	15,2
K2	krokov dole	18,2
L1	střešní lať	22,1
S1	svislý sloupek	17,2
VT1	vazný trám	16,6
VT2	vazný trám	14,2
VT3	vazný trám	15,7
VT4	vazný trám	12,5
VT5	vazný trám	14,4
VT6	vazný trám	18,1



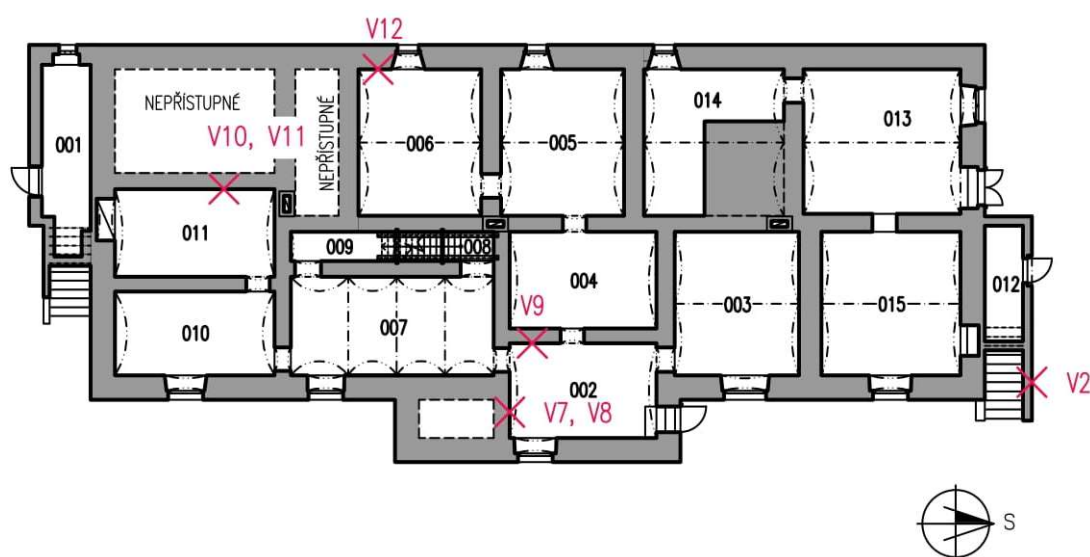
## 4.2 Gravimetrická metoda zjištění vlhkosti zdiva

V objektu bylo odebráno celkem 12 vzorků stavebního materiálu (Obr. 62). Jednalo se o vzorky cihelného a smíšeného zdiva, vápencového bloku, malty a omítky.

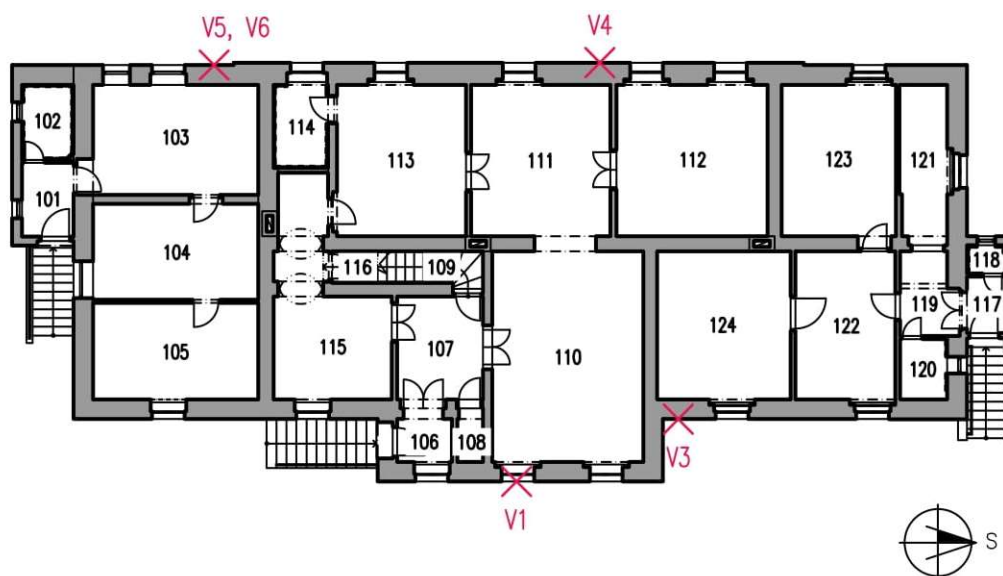


Obr. 62 – Připravené vzorky pro laboratorní stanovení vlhkosti

Výběr míst byl zvolen s ohledem na působení vlhkosti v odlišných podmínkách. Vzorky odebrané s využitím tesařského kladívka a ručního sekáče byly umístěny do vzduchotěsných nádob či sáčků a převezeny do Chemické a mikrobiologické laboratoře Katedry konstrukcí pozemních staveb Fakulty stavební ČVUT v Praze. Místa odběru vzorků jsou znázorněna na obrázcích 63 a 64.



Obr. 63 – Schéma 1.PP s vyznačeným odběrem vzorků pro stanovení vlhkosti a salinity



**Obr. 64** – Schéma 1.NP s vyznačeným odběrem vzorků pro stanovení vlhkosti a salinity

Vlhkost stavebního materiálu byla v laboratorním prostředí stanovena pomocí gravimetrické metody. Prvním krokem bylo zvážení vlhkých vzorků na laboratorní váze *Kern PEJ 4200 – 2M* s přesností  $\pm 0,1$  g. Získané hodnoty byly zaznamenány do tabulky a vzorky byly přesunuty do laboratorní sušící pece, kde byly uloženy 48 hodin při stálé teplotě  $105 \pm 2$  °C.

Po vyjmutí vzorků ze sušárny proběhlo jejich opětovné zvážení a zaznamenání výsledků do tabulky. Poté pomocí vzorce:

$$w = \frac{m_w - m_d}{m_d} \cdot 100 [\%], \quad (4.1)$$

kde  $m_w$  je hmotnost vlhkého vzorku [g] a  $m_d$  je hmotnost vysušeného vzorku [g] proběhl výpočet vlhkosti  $w$  [%] jednotlivých vzorků. Pro jejich zatřídění byla využita norma ČSN P 73 0610 [3], která udává jednotlivé stupně vlhkosti zdiva (tabulka č. 3). Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 4.

**Tab. 3** – Klasifikace stupňů vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610 [3]

<b>Stupeň vlhkosti</b>	<b>Vlhkost zdiva <math>w</math> v % hmotnosti</b>
Velmi nízký	$w < 3$
Nízký	$3 \leq w < 5$
Zvýšený	$5 \leq w < 7,5$
Vysoký	$7,5 \leq w \leq 10$
Velmi vysoký	$w > 10$

**Tab. 4 – Naměřené a dopočtené hodnoty vlhkosti materiálu**

Označení vzorku	Hmotnost prázdné misky [g]	Nevysušený vzorek		Vysušený vzorek		Vlhkost w [%]
		Hmotnost vzorek + miska [g]	Hmotnost vzorku [g]	Hmotnost vzorek + miska [g]	Hmotnost vzorku [g]	
V1	1,57	20,51	18,94	19,96	18,39	2,99
V2	1,65	55,74	54,09	49,35	47,70	13,40
V3	1,57	77,03	75,46	74,71	73,14	3,17
V4	1,63	47,80	46,17	47,21	45,58	1,29
V5	1,58	42,68	41,10	41,72	40,14	2,39
V6	1,61	41,33	39,72	40,96	39,35	0,94
V7	1,56	41,79	40,23	38,25	36,69	9,65
V8	1,58	82,24	80,66	70,82	69,24	16,49
V9	1,55	64,97	63,42	53,67	52,12	21,68
V10	1,58	24,30	22,72	21,68	20,10	13,03
V11	1,56	57,27	55,71	51,17	49,61	12,30
V12	1,60	59,66	58,06	50,71	49,11	18,22

Z výsledků lze konstatovat, že nejvíce vlhké jsou vzorky odebrané ze sklepních prostor. Vzorek V10 a V11 byl odebrán pod a nad pozůstatkem jílové hydroizolace (Obr. 65) ve sklepě v místnosti č. 010. Z výsledků vlhkostí lze vidět, že hydroizolační vrstva je dnes už zcela nefunkční.



**Obr. 65 – Obnažená vrstva jílové hydroizolace ve sklepě v místnosti č. 010**

Velmi vysoká vlhkost byla stanovena u vzorku V2, který byl odebraný z cihelné zídky severního přístavku. Z důvodu absence drenážního systému kolem celého

objektu je soklová oblast zdiva namáhaná vodou vystoupanou z podzákladí. V některých místech dochází k úplnému odpadávání částí cihelného zdiva. Tento defekt je zobrazen na obrázku 55 v kapitole 3.

U vzorku V9, který byl odebraný ze suterénní stěny, byla také zjištěna velmi vysoká hodnota vlhkosti. Jedná se o stěnu, která je umístěna v prostoru s nově zhotovenou betonovou podlahou na profilované fólii s nopy. Z důvodu absence dalších sanačních opatření vedoucích ke snížení vlhkosti ve zdivu je použití tohoto řešení méně vhodné než původní řešení nášlapné vrstvy tvořené z cihelné dlažby v pískovém násypu nebo z dusané hlíny.

Nízkou vlhkost vykazoval vzorek V3, který byl odebrán z východní fasády objektu. Jednalo se o vzorek omítky odebraný ve výšce 0,89 m nad terénem (Obr. 66). Omítka byla v této části zčernalá, a proto tu byl patrný výskyt plísní.



*Obr. 66 – Označené místo odběru vzorku V3 na východní fasádě*

Ostatní vzorky (V1, V4, V5 a V6) byly klasifikovány jako vzorky s velmi nízkou vlhkostí. Vzorky byly odebrány v poměrně suchých podzimních měsících a jedná se tak o jejich aktuální vlhkost. Nalezené problémy včetně vlhkostních map však svědčí o tom, že je objekt vystaven působení zvýšené vlhkosti.

### **4.3 Stanovení salinity zdiva**

Obsah solí ve stavebních materiálech má přímý dopad na jejich vlastnosti a vzhled. Schopnost konstrukce přijímat vodu je podpořena výskytem obsahu solí.

Zasolené zdivo dokáže přijímat až několikanásobně vyšší množství vody z okolí než zdivo bez jejího obsahu. To pak způsobuje urychlený proces degradace stavebních materiálů.

Mezi soli, které nejvíce poškozují stavební materiál, řadíme sírany, chloridy a dusičnany. Zdroje zasolení zdiva se dělí do následujících kategorií. Prvním zdrojem jsou soli obsažené ve stavebních materiálech, které se při kontaktu s vodou začnou uvolňovat. Nejčastěji se jedná o sírany. Druhé jsou soli, které se do stavebního materiálu transportují vlivem vztlínající vlhkosti z přilehlého terénu či průnikem vlhkosti z jiné části budovy. V tomto případě se jedná především o chloridy, jejichž zdrojem jsou velmi často zimní posypové soli a dusičnany, které se hojně vyskytují v zemědělských lokalitách či hospodářských staveních. Třetím zdrojem jsou soli vzniklé při chemické korozi materiálů vlivem ovzduší, například při působení kyselých dešťů. Jedná se zde především o sírany. A posledním zdrojem jsou soli obsažené v biologických zdrojích, kterými jsou trus ptactva, plísňe či řasy. Mezi ně jsou řazeny především dusičnany. [4]

V rámci laboratorního průzkumu bylo na přítomnost solí zvoleno 10 vzorků. Označení vzorků je shodné se vzorky použitými pro gravimetrickou metodu stanovení vlhkosti. U vzorků byla kolorimetricky stanovena hodnota pH a sledována a měřena přítomnost chloridů ( $\text{Cl}^-$ ), amoniaku ( $\text{NH}_4^+$ ), dusičnanů ( $\text{NO}_3^-$ ) a síranů ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Před průzkumem proběhla příprava vzorků, která spočívala v odběru cca 2 g homogenizovaného vzorku a následném promíchání se 100 ml destilované vody v Erlenmeyerově baňce. Po promíchání byly baňky se vzorky vloženy po dobu 10 minut do ultrazvukové lázně s cílem dosažení sedimentace. Po 24 hodinách proběhlo za pomoci laboratorních pipet oddělení vodných roztoků jednotlivých vzorků do samostatných nádob.

#### **4.3.1 Kvalitativní analýza**

Pro předběžné stanovení hodnoty pH u jednotlivých vzorků slouží kvalitativní analýza. Její princip spočívá v přípravě roztoku, který obsahuje 1 ml čiré tekutiny získané ze vzorku a 4 kapek pH indikátoru (*Merck spol. s.r.o.*). Po zabarvení roztoku dojde k porovnání barevnosti s kolorimetrickou stupnicí (Obr. 67) a přibližné

stanovení pH. Tabulka č. 5 udává klasifikační stupnici hodnot pH. V tabulce č. 6 jsou zaznamenány kolorimetricky získané hodnoty pH.



**Obr. 67** – Stupnice pH společnosti Merck použitá pro kolorimetrický odhad

**Tab. 5** – Klasifikační stupnice hodnoty pH

Hodnota pH	Klasifikace pH
< 7,0	Kyselé
7,0	Neutrální
> 7,0	Zásadité

**Tab. 6** – Kolorimetricky stanovené hodnoty pH

Označení vzorku	Hodnota pH
V1	7,0
V2	7,0
V3	7,0
V4	6,5
V5	7,0
V6	6,5
V7	7,0
V8	7,0
V9	7,0
V10	6,5

Kvalitativní analýzou byla stanovena také přítomnost a obsah solí ve zkušebních vzorcích. Principem je ponoření indikačního testovacího papírku (*Merck spol. s.r.o.*) do nádoby se vzorkem. Po zabarvení byla pomocí barevné řady na obalu indikačních papírků určena přítomnost a přibližný obsah solí v jednotlivých vzorcích (Obr.68).

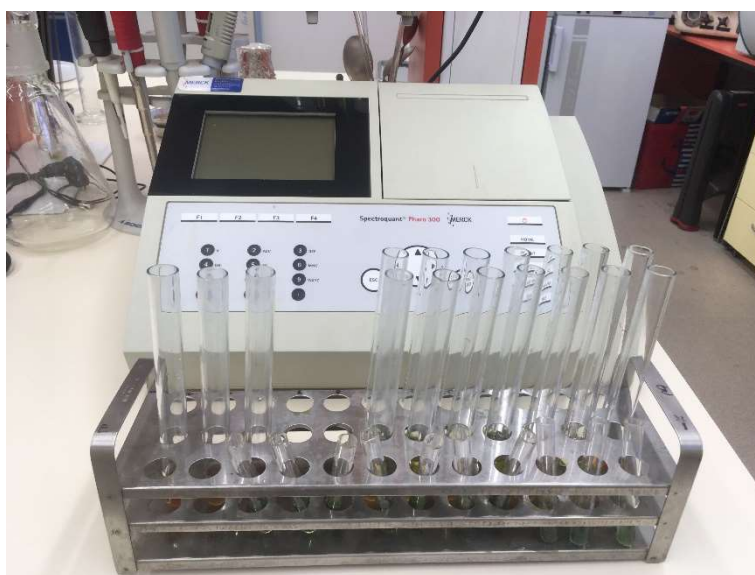


*Obr. 68 – Laboratorní stanovení salinity pomocí kvalitativní analýzy*

### 4.3.2 Kvantitativní analýza

Před kvantitativní analýzou bylo nutné z důvodu vysokého zastoupení dusičnanů u vzorků V3 a V7 a síranů u vzorků V1, V7 a V10 provést zředění vzorků s využitím destilované vody v poměru 1:10. U vzorku V3 bylo provedeno z důvodu vysokého zastoupení síranů zředění s destilovanou vodou v poměru 1:100.

Pro přesné stanovení obsahu solí v jednotlivých vzorcích byla provedena kvantitativní analýza s využitím fotometru UV – VIS Spectroquant Pharo 300 (Obr. 69). Přístroj využívá principu pohlcení světelného paprsku vzorkem. Do zkumavky se vzorkem se dle návodu přidají činidla. Takto upravený roztok je vložen v kyvetě do fotometru. Část spektra projde vzorkem a část se pohltí. Výsledkem měření je intenzita dopadajícího světla, který vzorek neabsorbuje.



*Obr. 69 – Laboratorní stanovení salinity pomocí fotometru UV – VIS Spectroquant Pharo 300*

Tabulka č. 7 udává stupeň zasolení zdiva dle normy [3]. V tabulce č. 8 jsou uvedeny hodnoty koncentrace soli v *mg/l* a přepočtené hodnoty v *mg/g* dle vzorce:

$$k_{mg/g} = \frac{k_{mg/l}}{10 \cdot m}, \quad (4.2)$$

kde  $k_{mg/g}$  je obsah soli v *mg/g*,  $k_{mg/l}$  v *mg/l* a  $m$  je hmotnost daného vzorku v gramech. U vzorků s vyšším obsahem soli bylo provedeno zředění s destilovanou vodou v daném poměru.

Tab. 7 – Klasifikace salinity zdiva dle ČSN P 73 0610 [3]

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

Tab. 8 – Výsledky laboratorního stanovení salinity kolorimetrickou a fotometrickou metodou

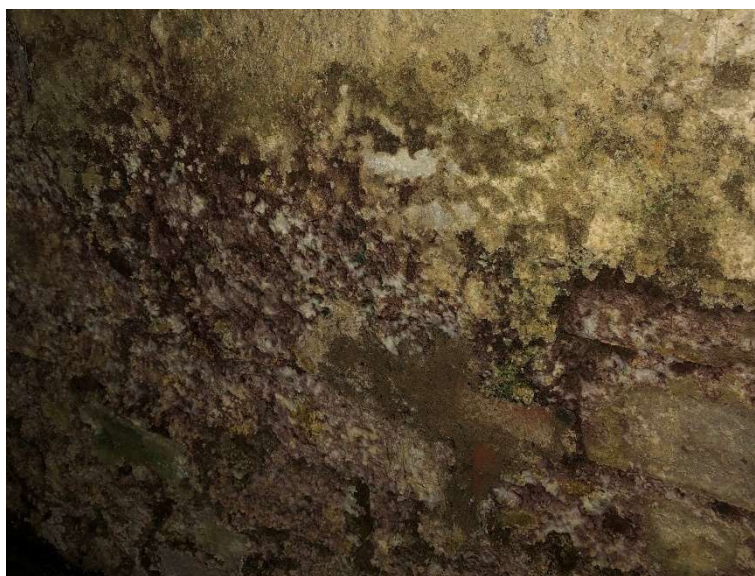
Označení vzorku	Hmotnost vzorku [g]	Obsah chloridů		Obsah amoniaku		Obsah dusičnanů		Obsah síranů	
		mg/l	mg/g	mg/l	mg/g	mg/l	mg/g	mg/l	mg/g
V1	2,03	2,70	0,13	0,34	0,017	10,3	0,507	10,2	5,02
V2	2,08	300,00	14,42	0,00	0,000	250	12,019	200	9,62
V3	2,61	45,00	1,72	0,18	0,007	10,7	4,100	36	137,93
V4	2,02	0,00	0,00	0,12	0,006	1,4	0,069	183	9,06
V5	2,04	7,00	0,34	0,09	0,004	52,7	2,583	214	10,49
V6	2,05	1,70	0,08	0,09	0,004	28,2	1,376	57	2,78
V7	2,05	35,00	1,71	0,06	0,003	9,2	4,488	59	28,78
V8	2,10	20,00	0,95	0,00	0,000	100	4,762	400	19,05
V9	2,08	11,00	0,53	0,07	0,003	30,2	1,452	156	75,00
V10	2,02	150,00	7,43	0,00	0,000	100	4,950	1200	59,41

Z laboratorních výsledků je možné vidět, že zastoupení jednotlivých solí v odebraných vzorcích je poměrně značné. Velmi vysoký obsah chloridů i dusičnanů byl zjištěn ve vzorku V2, který byl odebraný z cihelné zídky u venkovního schodiště severního přístavku. Vysoký výskyt dusičnanů je pro objekt v areálu statku, sloužícímu



v minulosti jako zemědělské stavení, běžný. Velmi vysoký obsah chloridů byl identifikován ve vzorku V2, ale i ve vzorku V10, který byl odebrán v suterénu v místnosti č. 010 pod jílovou hydroizolací. Vysvětlením pro tak vysoký výskyt chloridů u těchto vzorků může být znečištění podzemní vody vlivem solení přiléhající vozovky v zimních měsících. Podzemní voda s rozpuštěnými solemi pomocí kapilární elevace vystoupala zmíněnými stěnami vzhůru.

Ve vzorcích V3, V9 (Obr. 70) a V10 se ve velkém množství objevily sírany, které se při kontaktu stavebního materiálu s vodou začaly postupně uvolňovat.



*Obr. 70 – Místo odběru vzorku V9 s předpokládanou přítomností soli*

## **4.4 Analýza napadení biologickými činiteli**

V rámci stavebně technického průzkumu proběhl odběr vzorků na místech viditelně napadených plísněmi či dřevokaznými houbami a hmyzem.

### **4.4.1 Obecné příčiny výskytu plísní (mikromycet)**

Mikromycety jsou mikroskopické vláknité houby, které vytváří mycelium<sup>1</sup> viditelné na površích stavebních materiálů. Rozmezí optimální relativní vlhkosti vzduchu pro jejich výskyt je mezi 60 až 90 %. Vhodné tepelné prostředí je definované od 15 do 30 °C. Pro rozvoj a následný život plísní je potřeba substrátu o vyšší vlhkosti

---

<sup>1</sup> Mycelium je shluk jednotlivých vláken tzv. hyf viditelné na povrchu napadených materiálů. [5]

s dostatečným obsahem organického uhlíku. Ten bývá obsažen v odumřelých buňkách řas a bakterií. [5]

Plísněmi bývají nejčastěji napadány prostory kuchyní a koupelen. V nich bývá velmi často zvýšená dotace vodní páry, která v kombinaci s nevhodným větráním tvoří optimální prostředí pro jejich vznik.

Pro likvidaci plísní je nutné v napadeném prostoru zajistit jednak dostatečné proudění vzduchu a snížení relativní vlhkosti na hodnotu nižší než 60 %, jednak použít biocidní nátěr v dostatečné ploše, která je vždy větší než napadená plocha. [5]

#### **4.4.2 Obecné příčiny výskytu dřevokazných hub**

Dřevokazné houby napadají dřevní hmotu s minimální vlhkostí od 30 až do 40 %. Výjimkou je dřevomorka, které stačí vlhkost dřeva cca 18 %. Teplota prostředí pro vznik hub není nijak definována. Oproti plísním stačí houbám pro jejich život substrát s nižší vlhkostí. Podle napadené složky dřeva se dřevokazné houby dělí na nebezpečnější celulózožravé a ligninožravé. Nejznámějším zástupcem celulózožravých dřevokazných hub je dřevomorka domácí, která dřevem prorůstá, a tím ho postupně rozkládá. Napadené dřevo je pak charakteristické tzv. kostkovitým rozpadem. [5]

Dřevokaznými houbami bývají nejčastěji napadená místa, ve kterých v důsledku netěsností (např. v místě střešní krytiny) dochází k dostatečné dotaci dešťové vody. Napadány jsou dále vlhkostí namáhané prvky, které nejsou nijak ochráněny biocidními a fungicidními přípravky (např. zhlaví stropních trámů).

Pro úplnou likvidaci dřevokazných hub je nutné odstranit napadenou dřevní hmotu nejméně ve vzdálenosti 1 m od hranice viditelného napadení.

#### **4.4.3 Obecné příčiny výskytu dřevokazného hmyzu**

Optimální vlhkost dřeva pro výskyt dřevokazného hmyzu je v rozmezí od 20 do 35 %. Vhodná teplota prostředí je definovaná od 20 do 30 °C. Pro život dřevokazného hmyzu je zapotřebí dostatečné množství dřevní hmoty. [5]

Mezi nejznámější dřevokazné škůdce patří tesařík krovový a červotoč proužkovaný. Tesařík krovový napadá nejčastěji prvky krovu, povaly a ojediněle i dřevěné sloupy. Při jeho dlouhodobém působení může dojít k destrukci dřevěného

prvku a následnému kolapsu konstrukce. Jeho napadení lze poznat podle typického vrzavého zvuku a velikosti a tvaru výletových otvorů, které jsou oválné, cca 1 cm veliké. Červotoč proužkovaný napadá velmi často nábytek, prvky krovu a dřevo vystavené zimním mrazům. Můžeme ho nalézt i ve sklepech. Jeho výskyt lze poznat podle typického zvuku připomínající klepání a také podle okrouhlých velmi četných výletových otvorů, cca 1,5 mm velikých. [6]

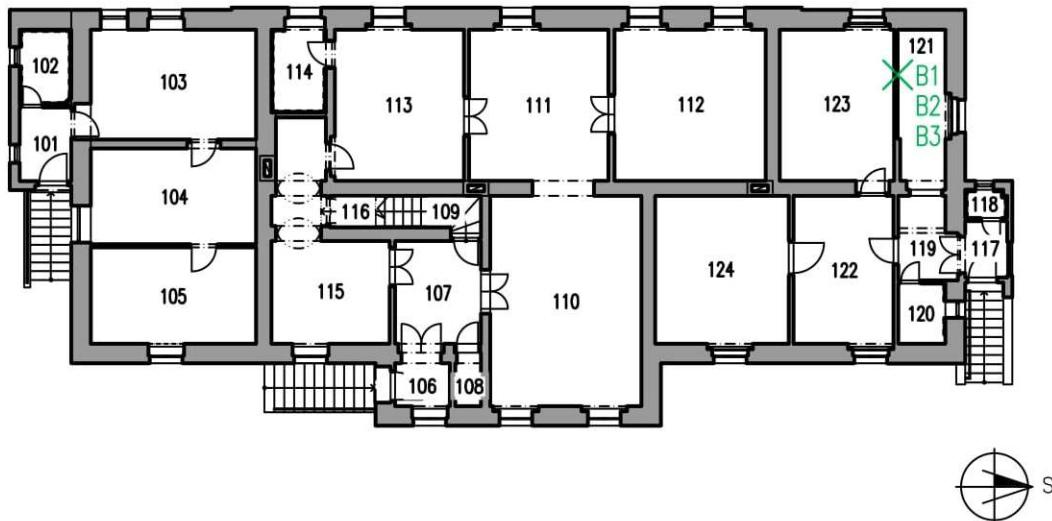
Pro předcházení napadení dřevěných prvků dřevokazných hmyzem je důležité nové dřevo důkladně ošetřit insekticidním přípravkem. Metod pro likvidaci dřevokazného hmyzu je velké množství. Mezi nejznámější patří tzv. fumigace, což je likvidace hmyzu plynem, či tzv. termosanace, což je likvidace hmyzu vysokými teplotami, nebo likvidace hmyzu chemickou impregnací, která spočívá v tlakovém vstřikování insekticidu do předem vyvrtaných otvorů. Velmi napadané části konstrukce je vhodné rovnou vyměnit za nové ošetřené insekticidními prostředky. [7]

#### **4.4.4 Kultivace a identifikace plísní**

Z místnosti kuchyně bytu č. 3 byl odebrán vzorek plísně s využitím sterilního vatového tamponu (Obr. 71). Stěr proběhl celkem na třech místech s plochou napadenou plísními o velikosti 100 x 100 mm. Místo odběru vzorků je vyznačeno na obrázku 72. Vzorky byly umístěny do nádob a převezeny do Chemické a mikrobiologické laboratoře Katedry pozemních staveb Fakulty stavební ČVUT v Praze.

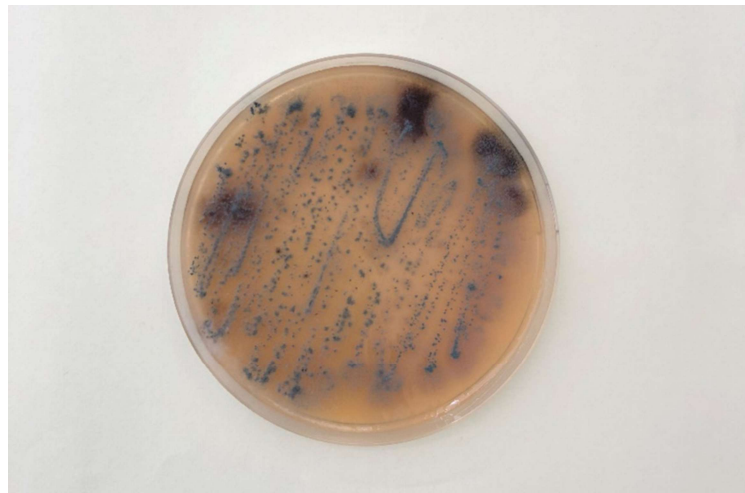


**Obr. 71** – Použití stěrové metody pro přenos plísně do laboratorního prostředí



**Obr. 72** – Schéma 1.NP s vyznačeným místem odběru vzorků plísní

Vzorek byl v laboratorním prostředí přenesen do Petriho misky s živným médiem, tzv. sladínovým agarem. Toto médium je tvořeno sladínovým extraktem, peptonem ze želatiny a kvasničným extraktem. Uzavřená miska se vzorkem byla z důvodu podpoření růstu plísní umístěna do laboratorního termostatu s prostředím vhodným pro růst plísní (teplota  $23 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$  a vysoká relativní vlhkost vzduchu) po dobu 14 dnů. Po uplynutí této doby byl vzorek (Obr. 73) vyjmut z termostatu a jeho část posloužila pro přípravu tzv. nativního preparátu.

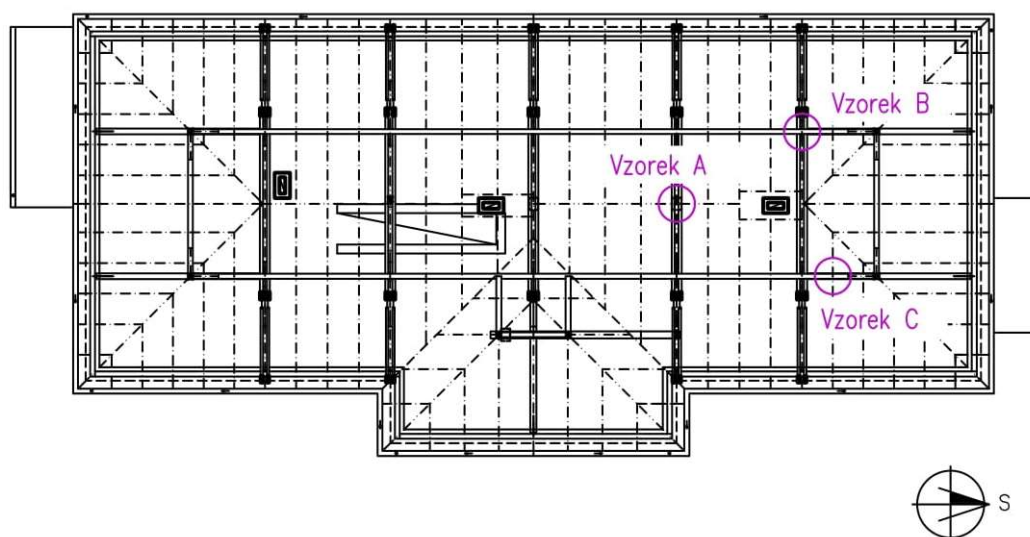


**Obr. 73** – Petriho miska s narostlým vzorkem plísně

S využitím laboratorní jehly vydezinfikované ethanolem a nad plynovým kahanem byly odebrány části vzorku, které byly umístěny na laboratorní sklíčka s kapkou destilované vody. Takto připravené vzorky byly zakryty krycími sklíčky a postupně pozorovány pod mikroskopem. Na základě sledování a za pomoci

identifikačních klíčů [8] byla potvrzena přítomnost tří druhů plísní *Alternaria sp.*, *Cladosporium sp.* a *Penicilium sp.*.

Další vzorky pro laboratorní analýzu byly odebrány ve vybraných napadených částech krovu vyznačených na obrázku 74.



**Obr. 74** – Schéma podkroví s vyznačenými oblastmi odběru vzorků pro stanovení působení biotických činitelů

Vzorek A byl odebraný v místě podepření vazného trámu podezdívkou (Obr. 75). V tomto místě byla dřevní hmota naprosto ztrouchnivělá, což bylo také podpořeno zatékajícím deštěm z porušené střešní konstrukce nad ním. Z trámu byla odebrána dřevní hmota společně s bílými vlákny (Obr. 76) signalizujícími výskyt dřevokazných hub.



**Obr. 75** – Místo odběru vzorku A v podkroví



*Obr. 76 – Bílá vlákna signalizující výskyt dřevokazných hub*

Vzorek B byl odebraný z místa tesařského spoje (přeplátování) dvou vazných trámů v blízkosti tesařské kramle (Obr. 77). Jeden vazný trám tvoří podporu pro valbu a druhý plnou vazbu ležaté stolice. Odpadávající kusy a poddajnost dřevní hmoty značí zvýšenou vlhkost a napadení prvků dřevokaznými škůdci. Odebrány byly kusy dřevní hmoty společně s dřevním posypem.



*Obr. 77 – Místo odběru vzorku B v podkroví*

Vzorek C byl odebrán v místě druhého vazného trámu, který tvoří podporu pro valbu hlavní budovy (Obr. 78). Částečně odpadávající segmenty dřevěného prvku a jeho poddajnost signalizuje zvýšenou vlhkost a napadení dřevokaznými škůdci. Odebrány byly kusy dřevní hmoty společně s dřevním posypem.



**Obr. 78** – Místo odběru vzorku C v podkroví

Ze vzorku A byla do Petriho misek uložena bílá vlákna, opálený a neopálený vzorek dřeva a posyp. Ze vzorku B a C byly odebrány do Petriho misek s živným médiem části opálené dřevní hmoty a posyp. Sterilizované misky byly vloženy do laboratorního termostatu na 14 dní s definovaným prostředím.

Po uplynutí 14 dnů byly vzorky s viditelným nárůstem plísní (Obr. 79) vyndány a byly z nich vytvořeny nativní preparáty, které byly dále pozorovány pod mikroskopem. U vzorku A byly detekovány dva druhy plísní, a to *Mucor sp.* a *Penicilium sp.* U vzorku B a C byla zjištěna přítomnost plísní druhů *Cladosporium sp.* a *Alternaria sp.*

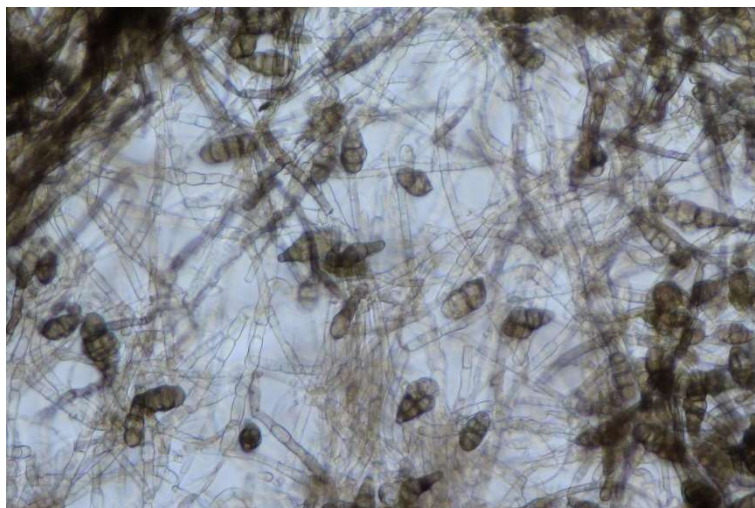


**Obr. 79** – Vývoj růstu plísní odebraného vzorku A ve sladivém agaru po 14 dnech v laboratorním termostatu

K přesnějšímu stanovení druhů plísní byla na některé vzorky použita tzv. visutá kapka. Mezi podložní sklíčka a tři krycí sklíčka byla vložena část mycelia s živným

médiem. Sklíčka s preparáty byla vložena do Petriho misky s prostředím blízkým 100 % vlhkému vzduchu. Vzorky byly uloženy do laboratorního termostatu s definovaným prostředím  $23 \pm 3$  °C. Po uplynutí 7 dní byla provedena identifikace přítomných kmenů plísni. Celkem byly v odebraných vzorcích nalezeny čtyři druhy plísni, a to *Alternaria sp.*, *Cladosporium sp.*, *Mucor sp.* a *Pencilium sp.*

*Alternaria sp.* (Obr. 80) je druh plísně vyskytující se v půdě, ve které se podílí na rozkladu substrátu rostlinného původu. Její charakteristické tmavě zbarvené a zaoblené konidie<sup>2</sup> jsou vytvářeny v řetězcích na konci hyf. Vhodné prostředí pro její výskyt je dáno teplotním rozmezím okolo 25 až 28 °C. Pro člověka obvykle není nebezpečná, avšak jedincům, kteří mají sníženou imunitu, může způsobovat např. kožní onemocnění. [9] [10]



**Obr. 80** – Plíseň *Alternaria sp.* identifikovaná v odebraném vzorku C

*Cladosporium sp.* (Obr. 81) patří k druhům plísně vyskytujícím se na substrátech živočišného a rostlinného původu. Jeho charakteristikou je tmavé zbarvení a pomalý růst bradavčitých konidií. Teplotní prostředí pro výskyt je dáno rozmezím od 18 do 28 °C. Pro člověka není nebezpečné, ale vzácně může způsobovat oční zánět. [9] [10]

---

<sup>2</sup> Konidie jsou nepohyblivé buňky na houbovém vlákně tzv. hyfě či konidioforu [5]





**Obr. 81** – Plíseň *Cladosporium* sp. identifikovaná v odebraném vzorku B

*Mucor* sp. (Obr. 82) je druh plísně, jehož rychle rostoucí šedé kolonie po několika dnech při ideální teplotě (od 5 do 25 °C) ve sladinném agaru dokáží zaplnit celou Petriho misku (Obr. 83). Jeho charakteristikou jsou rozvětvené hyfy tzv. sporangiofory s kulovitou částí na konci tzv. sporangiem. Vyskytuje se především v půdě, na trusu býložravců nebo skladovaných obilninách. Pro člověka není nebezpečný. [9] [10]



**Obr. 82** – Plíseň *Mucor* sp. (označená) identifikovaná ve vzorku A



**Obr. 83** – Rychle rostoucí šedé kolonie plísně *Mucor sp.* v Petriho misce se vzorkem A

*Penicilium Sp.* (Obr. 84) patří ke druhům plísně, které má rychle rostoucí modrozelené až žlutozelené kolonie. Vhodné teplotní prostředí je definováno okolo 23 °C. Charakteristickým znakem jsou asymetricky větvené hyfy s kulovitými konidii. Vyskytuje se ve velkém množství v přírodě a potravinách rostlinného i živočišného původu. Vzácně může u člověka způsobovat různé typy mykóz. [9] [10]



**Obr. 84** – Plíseň *Penicilium sp.* identifikovaná ve vzorku B2

#### **4.4.5 Identifikace dřevokazného hmyzu a hub**

K napadení dřevěných prvků je nutno splnit požadavek přítomnosti kyslíku, dostatku dřevní hmoty a vysoké hodnoty vlhkosti vzduchu a dřeva. V objektu byly objeveny následující poruchy vykazující příznaky napadení dřevokaznými houbami či dřevokazným hmyzem.

Na obrázku 85 jsou patrné znaky napadení dřevěného trámu provizorní konstrukce podlahy dřevokazným hmyzem. Podle tvaru a velkého počtu výletových otvorů a přítomné dřevní hmoty pod nimi lze usuzovat, že se jedná o napadení červotočem.



*Obr. 85 – Napadení dřevěného trámu provizorní konstrukce podlahy červotočem*

Další výskyt červotoče je zřejmý v dřevěném rámu okna sklepního prostoru (Obr. 86). Lze tak usuzovat ze stejných příznaků jako v předchozím případě. Výletové otvory jsou malé a kruhové, umístěné velmi blízko sebe. Jejich průměr je roven hodnotě cca 1,5 mm.



*Obr. 86 – Napadení dřevěného rámu okna suterénu červotočem*

Napadení vazného trámu dřevokazným hmyzem lze sledovat i na dalším obrázku 87. Chodbičky vyhloubené vylíhlými larvami a dřevo rozpadající se na drť

značí výskyt tesaříka krovového, o čemž vypovídají i vrzavé zvuky, které bylo slyšet při průzkumu v půdním prostoru. [6]



*Obr. 87 – Úplný rozpad dřevní struktury značící výskyt tesaříka krovového*

V blízkosti začepování šikmého sloupku ležaté stolice do vazného trámu bylo nalezeno další poškození (Obr. 88). Při bližším průzkumu bylo konstatováno, že se jedná napadení dřevokazným hmyzem (červotočem a pravděpodobně i tesaříkem) a také dřevokaznou houbou. Její druh však nebylo možno na místě identifikovat.



*Obr. 88 – Napadení vazného trámu dřevokaznými činiteli*

U vzorků z krovu označených A, B a C zmíněných v kapitole 4.4.4 bylo taktéž identifikováno napadení dřevokaznými škůdci. Úplný rozpad dřevní hmoty signalizující napadení tesaříkem i nalezená bílá vlákna pravděpodobně rozvíjející se dřevokazné houby jsou tomu jasnými příznaky. Bližší podrobnosti nebyly

v laboratorním prostředí zjištěny, ale pravděpodobně s jedná o výskyt dřevomorky domácí.

## **4.5 Vyhodnocení analýzy biologického napadení objektu**

Z výsledků gravimetrické metody měření vlhkosti je patrné, že nejvíce namáhanou částí objektu jsou sklepní prostory. Stěny jsou díky absenci hydroizolační vrstvy namáhány ve velké míře vodou vztlínající ze základové zeminy. Vlhkost postupuje materiálem vzhůru a utváří tak tzv. vysychací zóny, které symbolizují výšku vystoupané vlhkosti. Ve sklepech byl stanoven kvantitativní metodou vysoký obsah solí. Ty svým působením zmenšují velikosti pórů ve struktuře zdiva a zapříčiňují, že vlhkost vztlíná do větší výšky. V místnostech č. 002 a č. 003 je navíc nově zhotovená podlaha tvořená vybetonovanou deskou na profilované fólii s nopy. Ta z důvodu špatné realizace a absence dalších sanačních opatření zvětšuje dotaci stěn vlhkostí. Voda se do sklepních prostor dostává také ve formě hnaného deště, který postupuje přes výplně otvorů tvořené dřevěným rámem s ocelovým pletivem dovnitř objektu. Hnaný déšť také poškozuje povrchové vrstvy fasády, u nichž dochází k postupné degradaci, která směřuje až k odpadávání částí cihelného zdiva a maltové výplně spár. Degradaci také podléhá část střešní krytiny orientované na severní a západní stranu, kde je viditelný porost mechu.

Na zvýšenou vlhkost má vliv také dešťová voda. Kolem celého objektu je nedostatečně navržený okapový systém. Nízký počet svislých svodů a jejich nevhodné zakončení zapříčiňuje nepříznivé působení dešťové a odstříkující vody na stěny v blízkosti přilehlého terénu. Z důvodů nevyřešeného stavebního detailu v soklové oblasti a absence drenážního systému se zvyšuje dotace stěn vlhkostí. Terén v těsné blízkosti obvodových stěn není vyspádován a umožňuje tak stálou přítomnost vody v jejich okolí.

Voda se dále dostává do objektu skrze porušenou střešní krytinu. Při bližším průzkumu krovu bylo nalezeno hned několik poškozených míst, přes která se dešťová voda dostává do půdního prostoru a přes svislé a vodorovné konstrukce do nižších podlaží. V konstrukcích dochází ke zvýšené akumulaci vody, která při daných tepelně vlhkostních podmínkách vede ke vzniku vhodných podmínek a životu biologických činitelů. Největší napadení plísněmi bylo patrné v kuchyni bytu č. 3. Z důvodu

zatékání stropní konstrukcí a z důvodu nedostatečné cirkulace vzduchu způsobené nevhodným režimem větrání, zde byly laboratorně potvrzeny plísně druhů *Alternaria sp.*, *Cladosporium sp.* a *Penicilium sp.*, které takové typy prostorů velmi často napadají. V půdním prostoru byla k těmto třem zmíněným druhům navíc laboratorně potvrzena plíseň *Mucor sp.*. Odhaleno bylo také napadení dřevokazným hmyzem, a to nejen pod místy porušeného střešního pláště, ale také ve sklepním prostoru. Na základě výletových otvorů a typického rozpadu dřevní hmoty se potvrdil výskyt červotoče proužkovaného a tesaříka krovového.

## **5. Návrh sanace objektu**

V této kapitole jsou uváděna sanační opatření vedoucí k zajištění požadovaného technického stavu objektu a prodloužení životnosti jednotlivých konstrukcí. U některých poruch byly příčiny vzniku stanoveny na základě jejich charakteristických znaků. V případě nejistot je doporučeno provést podrobnější monitoring. Před každým sanačním zásahem je nejprve nutno ve všech případech odstranit příčiny vzniku samotných poruch. Zjednodušenou výkresovou dokumentaci nového stavu objektu je možno nalézt v příloze A, části A.3. Technické listy použitých výrobků jsou uvedeny v příloze D na přiloženém CD.

S ohledem na rozsah poškození lze v případě zjištění dalších návazností souvisejících s danou poruchou sanační metodu v době realizace znovu vyhodnotit a případně pozměnit. Za kvalitu sanačních prací zodpovídá oprávněná realizační firma. Kontrolou kvality vykonávaných stavebních prací je pověřen stavební dozor. [7]

### **5.1 Sanace střešní konstrukce**

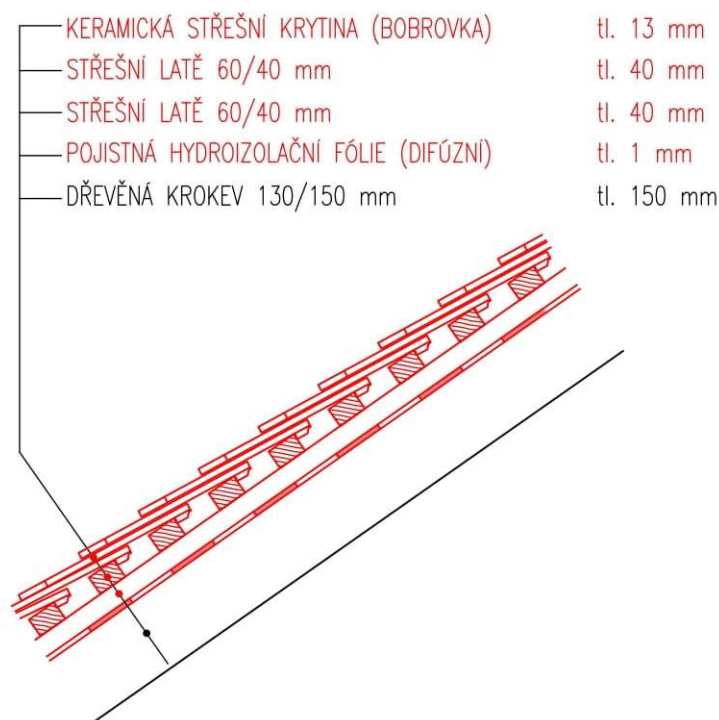
Nejvíce napadenou a poškozenou částí objektu je jednoznačně jeho střešní konstrukce. V místech narušené střešní krytiny a v okolí prostupů komínových těles střešním pláštěm hrozí v případě neurychleného zásahu další poškození nosných prvků krovu vlivem působení srážkové vody. Výměna střešního pláště a oplechování komínových těles jsou podmínky bezpodmínečně nutné pro další navržená opatření vedoucí ke zlepšení stavebně technického stavu objektu.

#### **5.1.1 Výměna střešního pláště**

Po zhodnocení celkového stavu střešního pláště je z důvodu nedostatečné životnosti a četného poškození původních keramických střešních tašek navržena jeho kompletní výměna. Při průzkumu pláště bylo zjištěno, že laťování podléhá hnilobě téměř po celé jeho ploše. Z důvodu absence pojistné hydroizolační fólie ve skladbě střešního pláště je umožněn přístup dešťové vody přes částečně prostupnou nebo poškozenou střešní krytinu.

S ohledem na zachování předchozího vzhledu objektu je navržena nová střešní krytina ze stejného materiálu a ve stejném barevném odstínu jako krytina původní.

V nové skladbě střešního pláště (Obr.89) je využita pojistná hydroizolační fólie (např. *ISOVER VARIO XtraSafe*) sloužící pro odvod srážkové vody. Z ekonomických důvodů a také za předpokladu, že prostor podkroví zůstane v blízké době nevyužitý, nebylo řešeno zateplení v úrovni střešní konstrukce. Po demontáži stávající střešní krytiny je nutné provést vizuální kontrolu krokví. S ohledem na špatný stav dřevěných prvků v půdním prostoru lze předpokládat, že bude provedena minimálně výměna části z nich. Více o sanacích krovu v kapitole 5.1.5.



**Obr. 89** – Nově navržená skladba střešního pláště

Při realizaci výměny střešního pláště je nutno dbát vyřešení detailů v místech hřebene, nároží a úžlabí střechy. U pojistné hydroizolace je potřebné dodržet dostatečné překrytí pásů přes sebe. Jednotlivé požadavky a doporučení je možné nalézt v technických listech výrobce v příloze D na přiloženém CD. Rozteče laťování a způsoby pokládky střešní krytiny (např. *Tondach Bobrovka*) jsou dle jejího typu uvedeny v technickém listu výrobce v příloze D na přiloženém CD. Práce je doporučeno provádět při vhodném počasí, aby do rozkryté střechy nezatékalo. Při přerušení prací je až do položení a upevnění pojistné hydroizolační fólie vhodné střechu chránit před deštěm dočasným zastřešením, např. využitím ochranné plachty.



### 5.1.2 Oplechování střechy

Nejvíce problematickými místy, kterými dešťová voda proniká do půdního prostoru, jsou okolí průchodu komínů střešní konstrukcí. Z důvodu absence klempířských prvků je navrženo jejich oplechování. To je řešeno s využitím pozinkovaných plechů. První část plechu je upevněna k laťování a druhá část ke komínové hlavě.

Dále je navrženo oplechování úžlabí ve východní části objektu. Úžlabní plechy jsou s využitím příponek připevněny hřebíky k laťování, což je ekonomicky přijatelnější varianta než řešení úžlabí vyskládáním střešní krytiny.

U oplechování je vždy důležité dodržet osazení ve směru spádu tekoucí vody. Při montáži plechů je nutno dbát doporučení a pokynů výrobce. Pro realizace je doporučeno využít firmu specializovanou na klempířské práce.

### 5.1.3 Odvodnění střechy

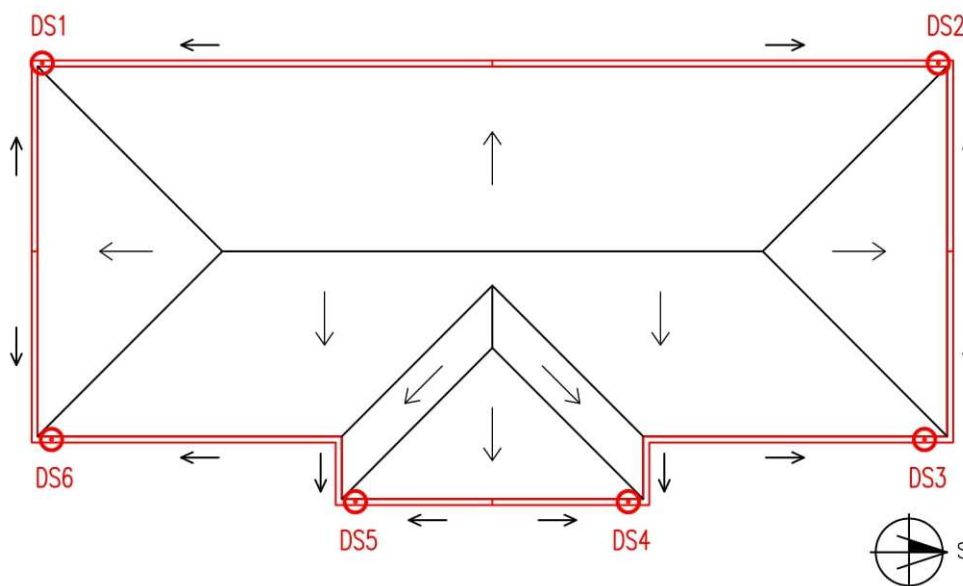
Odvodnění valbové střechy je v současné době řešeno pomocí půlkruhového střešního žlabu svedeného do pěti svodů vyústěných volně nad terén v soklové oblasti zdiva.

S využitím vzorce pro výpočet odtoku dešťové vody

$$Q = i \cdot A \cdot C \text{ [l/s]}, \quad (5.1)$$

kde  $i$  je intenzita deště rovná hodnotě 0,02 l/s,  $A$  je půdorysný průmět celé střechy rovný 387, 532 m<sup>2</sup> a  $C$  je součinitel odtoku uvažovaný hodnotou 1, bylo stanoveno množství odtoku dešťové vody pro celou plochu střechy hlavního objektu, které je rovno hodnotě 7,75 l/s.

Nově navržené odvodnění střechy je řešeno půlkruhovými podstřešními žlaby o průměru 200 mm, tzn. rozvinuté šířce žlabu 400 mm, a šesti svislými dešťovými svody o průměru 100 mm. Schéma rozmístění okapových svodů je zobrazeno na obrázku 90.



*Obr. 90 – Schéma rozmístění nově navržených dešťových svodů (DS)*

Okapové žlaby budou připevněny pomocí okapových háků na dřevěné krokve ve vzdálenostech daných výrobcem. Dešťové svody budou upevněny k fasádě s využitím objímek a v úrovni terénu budou opatřeny lapači střešních splavenin. Celý okapový systém bude z pozinkovaného plechu s hnědou povrchovou úpravou. Stávající dešťové svody severního a jižního přístavku budou opraveny a opatřeny lapači střešních splavenin.

Dále je navržena akumulční nádrž sloužící pro zachycení dešťové vody ze střešních ploch. Nádrž bude umístěna pod zemí v areálu statku. Přesné místo osazení je nutno stanovit s ohledem na polohu jímací nádrže splaškové vody, tzv. septiku, umístěné na pozemku. Dešťová voda bude sloužit pro závlahu okolní zatravněné plochy a přilehlé zahrady. Tuto vodu lze v případě potřeby využít také v domácnostech, např. na splachování WC.

#### **5.1.4 Likvidace dřevokazných škůdců v krovu**

Po odstranění příčin zvýšené vlhkosti v půdním prostoru je vhodné přistoupit k likvidaci aktivních dřevokazných činitelů v konstrukčních prvcích. U dřevokazných hub a plísní je toho možné dosáhnout, pokud je dřevo vysušeno pod vlhkostní hranici 20 %, v případě výskytu dřevomorky domácí až pod 16 %. K likvidaci je navržena sterilizace poškozeného dřeva včetně preventivních chemických nátěrů zvolenými fungicidními roztoky. [7]

U likvidace dřevokazného hmyzu je nutno zajistit trvalé snížení vlhkosti dřeva pod 10 %. U dřevěných prvků obývaných aktivními škůdci je doporučeno v případě rozsáhlejšího napadení provést jejich kompletní výměnu, případně poškozenou část odstranit až na zdravé dřevo, provést sterilizaci a důsledné ošetření preventivním chemickým nátěrem. V případě zásahu do nosných prvků musí být navržena vhodná náhrada. [7]

#### **5.1.4.1 Sterilizace napadených dřevěných prvků**

Pro kompletní likvidaci všech vývojových stádií dřevokazného hmyzu je navržena metoda tzv. termosanace. Princip spočívá v zahřátí prvků na teplotu přibližně 55 °C po dobu minimálně 60 minut. Té je dosaženo přívodem horkého vzduchu o teplotě cca 80 až 120 °C po dobu několika hodin v závislosti na venkovní teplotě, velikosti sanovaného prostoru a průřezu napadených prvků. Při provádění metody je měřena teplota sanovaných prvků i teplota vzduchu v prostoru. Teplo je do sanovaného prostoru odděleného tepelně izolačními fóliemi přiváděno pomocí horkovzdušného potrubí se zdrojem vnějších horkovzdušných agregátů. [11]

Další variantou je využití metody plynování, tzv. fumigace. Při níž je důležité zajištění kompletní těsnosti a oddělení sanovaného prostoru od okolního prostředí neprodyšným materiálem. Doba fumigace je v závislosti na použitém plynu variabilní (od 4 hodin až do 4 týdnů). Z důvodu náročnosti na okrajové podmínky provedení a možného úniku nebezpečného plynu je tato metoda pro řešený objekt nevhodná. [7]

#### **5.1.4.2 Chemická ochrana dřeva**

Po provedení sterilizace sanovaného prostoru je důležité provést chemickou ochranu dřeva s využitím nástřiků preventivních fungicidních a insekticidních přípravků (např. *Bochemit QB Profi*). Chemickou ochranu dřeva je nutno provést také u vyměněných či protézovaných prvků (viz kapitola 5.1.5). Doporučená doba opakování nátěru se udává v průběhu 3 až 5 let. [7]

### **5.1.5 Návrh opravy poškozených prvků a spojů v krovu**

U sanace poškozených dřevěných prvků a spojů krovu je s ohledem na rozsah poškození doporučeno použít některou z následujících metod.

V případě mělkého napadení je nutno provést odstranění požerků dřevokazného hmyzu a odstranění povrchových vrstev napadených prvků. Po těchto krocích je provedena aplikace biocidního nátěru. Pokud jsou prvky výrazně poškozeny je nutno přistoupit k jejich náhradě ve formě protéz. [12] [13]

V případě částečně hloubkového napadení je doporučeno využívat metody příložkování, případně protézování. U obou případů je důležité provést aplikaci fungicidních a insekticidních přípravků, jak u nových, tak i stávajících prvků. [12] [13]

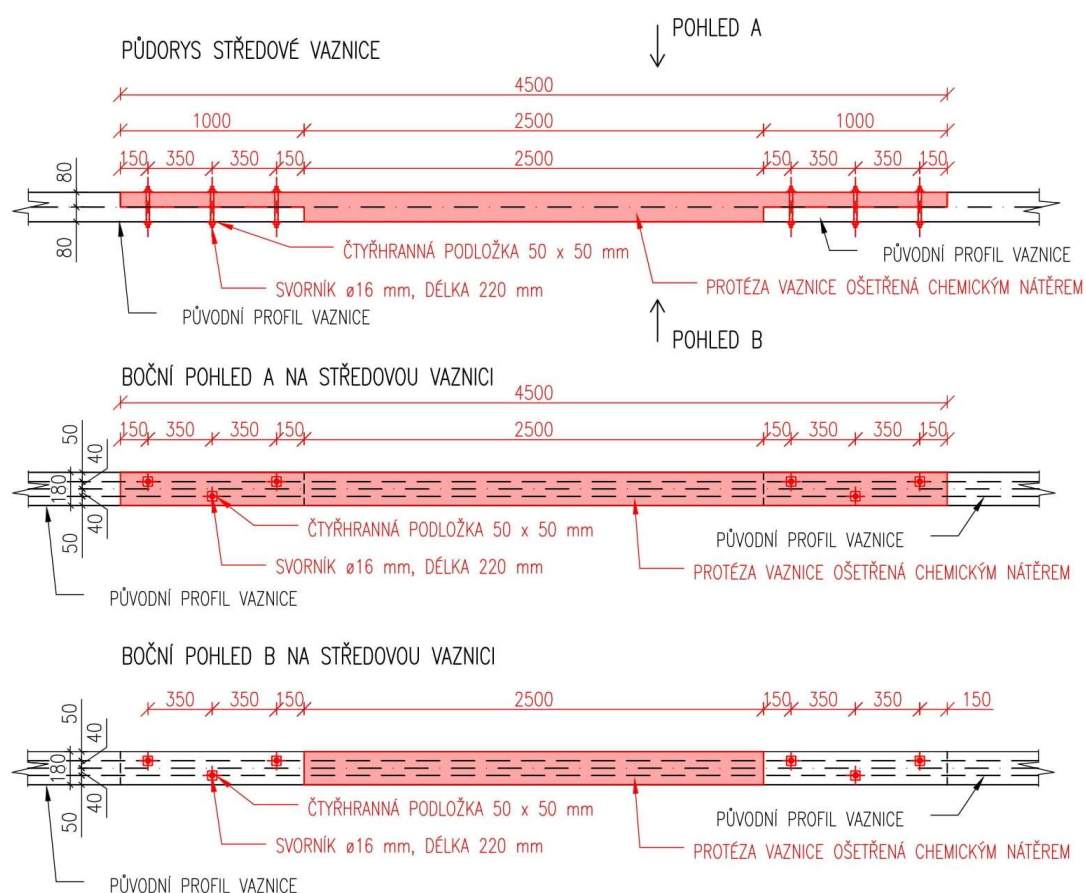
V případě rozsáhlého napadení je nutno dřevěný prvek vyměnit v celé délce za nový prvek stejných vlastností ošetřený preventivními nátěry proti dřevokazným škůdcům. Alternativně lze provést náhradu dřevěného prvku za ocelový. Při napadení dřevěných částí krovu dřevokaznou houbou je důležité provést výměnu s přesahem nejméně 1 m od viditelného napadení. Odstraněné části napadeného dřeva budou umístěny do PE pytlů a odvezeny na skládku. Před odstraněním napadených částí dřevěných prvků krovu je důležité provedení vhodného statického zajištění s ohledem na vyvolanou změnu působení sil. Při novém vkládání dřevěných prvků nebo jejich částí je nutné, aby jejich vlhkost nepřesahovala hranici 12 %. [12] [13]

#### **5.1.5.1 Protézování dřevěných prvků krovu**

V případě částečného napadení dřevěného prvku biotickými činiteli v přijatelném rozsahu je navrženo řešení ve formě protézování. Po zjištění rozsahu napadení je poškozená část prvku odřezána až na zdravé dřevo (s přesahem 1 m od zjevných příznaků napadení) a nahrazena novým dřevěným prvkem řádně ošetřeným chemickým nátěrem roztoku fungicidu a insekticidu. Při návrhu je důležité dodržet, aby spoj nebyl umístěn v místě maximálního namáhání a aby spoj nebyl přímo zatížený (např. sloupkem). [12] [14]

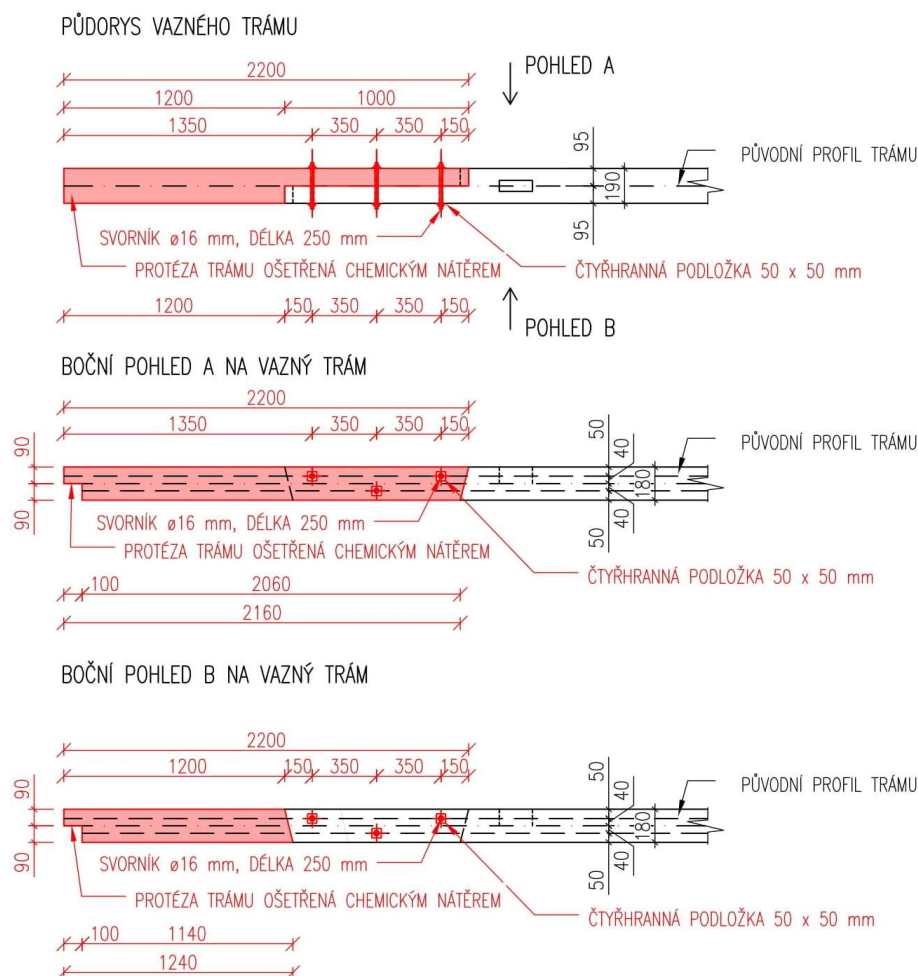
V rámci stavebně technického průzkumu je potřebné provést sanační opatření formou protézování u levé středové vaznice napadené plísněmi, která se nachází se v okolí schodiště mezi plnými vazbami PV1 a PV2. Vzhledem k rozsahu

napadení dalších prvků nelze spoléhat na to, že se jedná pouze o povrchové napadení, a nikoliv o napadení v kombinaci s dřevokaznou houbou. Před prováděním sanace je potřebné provést dočasné zajištění krovu. Napadená část dřevěného prvku bude odřezána na zdravé dřevo s přesahem 1 metru od znatelných příznaků poruchy a nahrazena novou chemicky ošetřenou protézou. Protézování je navrženo formou plátování se zajištěním ocelovými svorníky. Schéma sanace je znázorněno na obrázku 91.



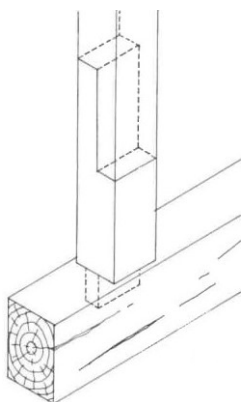
**Obr. 91** – Schéma protézování středové vaznice

Další protézování je navrženo v místech lokálního poškození vazných trámů dřevokaznými činiteli. Jedná se především o vazný trám vazby V3 v místě styku PV5. Před samotnou sanací je potřebné provést dočasné statické zajištění krovu. Poté je možno odstranit a nahradit poškozené dřevo. Protézování bude provedeno ve formě šikmého plátovaného spoje zajištěného ocelovými svorníky. Původní tesařský spoj (přeplátování) bude proveden i v novém styku dvou vazných trámů s využitím tesařské kramle. Schéma sanace je znázorněno na obrázku 92.



**Obr. 92** – Schéma protézování vazného trámu vazby V3

Protézování je dále navrženo u svislých i šikmých sloupků podpírajících vaznice v místech úplné výměny vazných trámů. Bude u nich provedena sanace s využitím rovného plátovaného spoje (Obr.93) zajištěného s pomocí ocelových svorníků. Před provedení sanace je nutno provést statické zajištění krovu.



**Obr. 93** – Sanace svislého sloupku s využitím rovného plátovaného spoje [7]<sup>3</sup>

<sup>3</sup> REINPRECHT, Ladislav a Jozef ŠTEFKO. *Dřevěné stropy a krovy: typy, poruchy, průzkumy a rekonstrukce*. Praha: ARCH, 2000. ISBN 80-861-6529-9, s. 189.

#### **5.1.5.2 Úplná výměna napadených dřevěných prvků**

V případě rozsáhlejšího napadení dřevěných prvků krovu je navržena jejich kompletní výměna. V rámci řešeného objektu se jedná o vazné trámy plných vazeb s označením PV2, PV3 a vazby V4. Při výměnách je potřebné provést provizorní opatření k zajištění stability krovu (vyvěšení, podepření sloupků a vaznic).

Úplná výměna je také navržena v místě plné vazby PV4, kde vlivem masivního zatékání porušeným střešním pláštěm došlo k poškození styku levé středové vaznice, šikmého sloupku a krokve. V případě vaznice je navržena její sanace ve formě protézování v obdobném rozsahu jako v kapitole 5.1.5.1.

Při realizaci je doporučeno provést podrobný vlhkostní a mykologický průzkum dřevěných prvků krovu a na jeho základě přistupovat k dalším možným výměnám.

#### **5.1.5.3 Prvky poškozené povrchovou hnilobou**

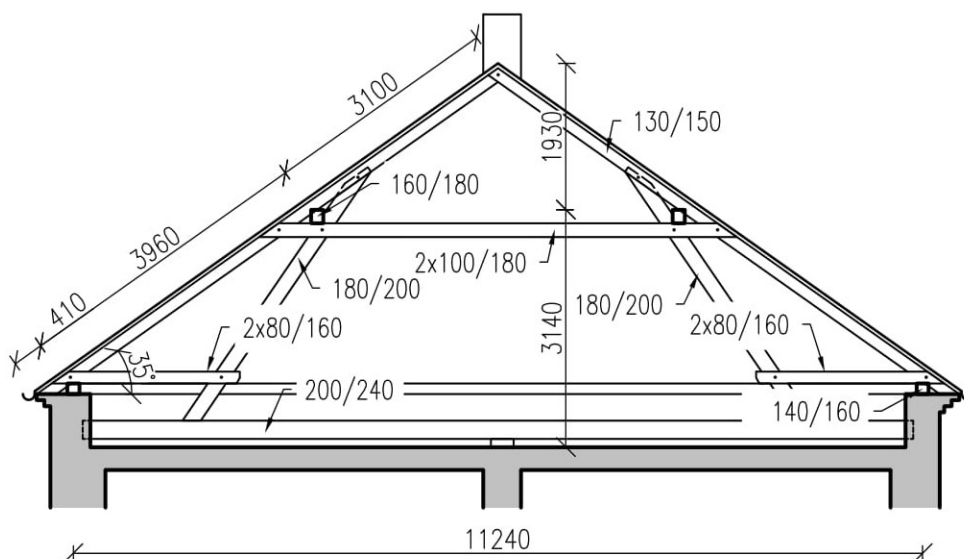
U prvků napadených povrchovou hnilobou je sanace řešena s využitím sterilizace zmíněné v kapitole 5.1.4. V případě nálezu většího poškození v době realizace je potřeba provést s ohledem na rozsah jednu z výše zmíněných metod.

#### **5.1.6 Ověření stavu krovu**

Po provedení všech sanačních zásahů je doporučeno minimálně 1 x ročně zkontrolovat konstrukci krovu včetně jeho střešního pláště. V případě nálezu netěsnosti je nutno zajistit následnou opravu, která zabrání zatékání srážkové vody a zvýšení hodnoty vlhkosti dřevěných prvků nad 20 %. [14]

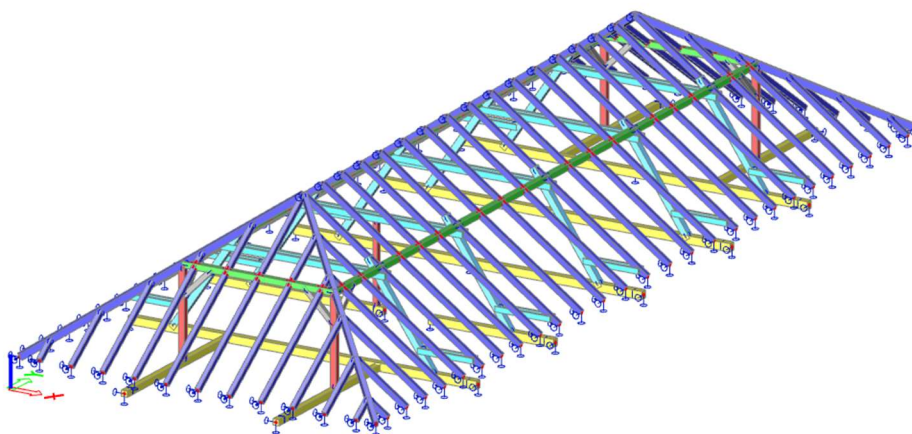
#### **5.1.7 Statické posouzení krovu**

Po návrhu sanačních opatření bylo provedeno statické posouzení konstrukce krovu dle ČSN EN 1995-1-1 [15]. Posudek byl proveden na typické plné vazbě ležaté stolice (Obr.94) pro krokev, vaznici, šikmý sloupek a vazný trám.



**Obr. 94** – Typická plná vazba ležaté stolice krovu řešeného objektu

Pro účely výpočtu byl sestaven zjednodušený 3D model krovu s využitím statického softwaru. Jeho vizualizace je zobrazena na obrázku 95.



**Obr. 95** – Vizualizace prostorového modelu krovu

Zatížení vlastní tíhou bylo generováno přímo ve statickém softwaru. Ostatní stálé zatížení [16] bylo uvažováno dle skladby střešního pláště, která je navržena v kapitole 5.1.1, hodnotou  $0,75 \text{ kN/m}^2$ . Výpočet zatížení sněhem byl proveden s využitím ČSN EN 1991-1-3 [17] a je uveden v příloze B. Zatížení větrem valbové střechy bylo spočteno dle ČSN EN 1991 1-4 [18] a je uvedeno v příloze B. Při výpočtu vnitřních sil byla uvažována kombinace zatížení MSÚ – sada B dle ČSN EN 1990 [19].

U posudků MSÚ bylo spočteno, že všechny prvky kromě vaznice vyhovují. U té je z důvodů velkého rozponu krovu o hodnotě 11,24 m a velkých vzdáleností mezi



příčnými vazbami cca 4,73 m doporučen návrh pásků, které slouží pro ztužení konstrukce krovu v podélném směru, a především pro zkrácení rozpětí vaznic. Po návrhu pásků byl již posudek vaznice na MSÚ vyhovující. Statické posudky dřevěných prvků typické plné vazby krovu jsou součástí přílohy B.

## 5.2 Sanace zvýšené vlhkosti zdiva

Při průzkumu stěn v suterénu byla nalezena původní jílová hydroizolační vrstva v částech sklepních prostor. Ta však v současné době neplní svoji funkci, a je proto potřebné navrhnout sanační opatření vedoucí k vytvoření nové hydroizolační obálky stavby. S neexistující hydroizolační obálkou stavby taktéž souvisí degradace omítky kolem celého objektu do výšky cca 2 metrů a degradace vnitřní omítky do výšky cca 1 metru. Návrh sanační metody podléhá vhodnému použití kombinací přímých a nepřímých sanačních metod a následných doplňkových opatření. Mezi přímé sanační metody patří metody mechanické, vzduchové izolace, chemické a elektrofyzikální.

U mechanických metod je využito dodatečného vložení hydroizolační vrstvy do předem vytvořených drážek elektrickou pilou, případně diamantovým lanem u smíšeného nebo kamenného zdiva v celé šířce konstrukce, nebo zarážení ocelových plechů do maltových spár zdiva. Jejich výhoda spočívá ve vysoké účinnosti a v případě kvalitní realizace také vysoké životnosti. Metoda je však finančně náročnější a vyžaduje kolem řešených konstrukcí volný prostor cca 1,5 m. Vysokou opatrnost a příslušné zhodnocení stavu objektu je důležité provést u konstrukcí náchylných na pokles podpor, např. u kleneb či pilířů. [14] [20]

Metody vzduchové izolace využívají principu odvodu vlhkosti za pomoci proudícího vzduchu dutinami nebo kanály umístěnými v přímém kontaktu s konstrukcí. Vyskytují se především u historických objektů, které již tyto vzduchové kanály v minulosti využívaly. Účinnost těchto metod je podmíněna návrhem vzduchových dutin a odvětrávacích kanálků, u kterých je v jarním a podzimním období nutno věřit, zda v nich nedochází k povrchové kondenzaci. [14] [20]

Chemické metody fungují na principu vytvoření hydroizolační clony vpravením chemického roztoku do pórového systému zdiva. Napuštění chemické látky probíhá pomocí beztlakové nebo tlakové injektáže. Výběr vhodné injektážní

látky závisí na vlastnostech a stavu zdiva, především na chemickém složení, obsahu a druhu solí, vlastnostech pórů a vlhkosti zdiva. Z důvodu narušení zdiva injektážními vrty je důležité provést jeho statické posouzení. Při využití injektážní látky na bázi vodných roztoků je doporučeno, aby hmotností vlhkost sanovaného prvku nebyla vyšší než 8 %. U využití látek na bázi organických rozpouštědel je doporučeno, aby hmotností vlhkost nepřesahovala 11 %. U vyšších hodnot vlhkosti je vhodné metodu využít v kombinaci s vysoušením zdiva. [14] [20]

U elektrofyzikálních metod dochází při působení stejnosměrného proudu k omezení procesu kapilárního pohybu vody. Využití je uplatněno v místech, kde nelze nijak zasahovat do konstrukcí objektu. Je důležité dbát na omezení funkčnosti metody v případě kontaktu s kovovými prvky uloženými ve zdivu (např. potrubní rozvody). Metoda není vhodná při vysokém výskytu solí a obsahu vlhkosti v sanované konstrukci. Nedoporučuje se ji využívat ani v případě příliš nízkých hodnot pH menších než 6. [14] [20]

Před využitím přímých sanačních metod je nutno využít metody nepřímé. Ty slouží především k omezení dotace vlhkosti do konstrukcí. Mezi ně patří například úprava terénu spočívající ve vytvoření jeho dostatečného spádu a zajištění odvodu vody od objektu a realizace drenážního systému kolem obvodu objektu.

### **5.2.1 Zhodnocení přímých sanačních metod**

Mechanické metody jsou z důvodu vysoké náročnosti na provedení ve sklepních prostorech se zaklenutými stropy a špatnému přístupu z obou stran obvodových stěn shledány jako nevhodné. Sanace obvodových konstrukcí s ohledem na výsledek měření vlhkosti nevyžaduje využití těchto prostorově, ale také finančně náročných metod.

Metody řešené na principu odvětrání přebytečné vlhkosti s využitím vzduchových kanálů a dutin jsou pro objekt možným řešením. Systém podléhá vytvoření vzduchového kanálu po obvodu řešeného objektu a správnému návrhu nasávacích a výdechových otvorů včetně jejich posouzení účinnosti v celoročním provozu. Problémová a finančně náročná by zde byla realizace vzduchové kanálu kolem objektu. V řešeném objektu byly použity ve dvou sklepních prostorech nevhodně zrealizované podlahy na profilovaných nopových fóliích s nášlapnou

vrstvou tvořenou betonovou mazaninou. Z důvodu absence drenážního systému a pravděpodobně nedostatečné technologické kázně při realizaci (těsné napojení spojů profilované fólie) byla však dotace stěn vlhkostí zvýšena a toto řešení zhoršilo vlhkostní stav přilehlých konstrukcí.

Chemické metody sanace zvýšené vlhkosti jsou v případě výběru vhodného injektážního prostředku a s ohledem na prostorovou náročnost při provádění vhodnější variantou než metody mechanické. Výběr chemické látky podléhá stavu a vlastnostem injektovaného zdiva, a to především obsahu solí, velikosti pórů a způsobu aplikace a vzdálenosti injektážních vrtů. Využití metody je s ohledem na provedení injektážních vrtů ze strany interiéru a při využití v kombinaci s drenážním systémem zvoleno jako vhodné a doporučené. V případě realizace je však nutno provést statický výpočet konstrukcí oslabených injektážními vrtvy.

Použití metody elektroosmózy je s ohledem na vysoký obsah solí považováno za nevhodné. Ve zdivu se mohou nacházet různé ocelové části konstrukcí (ocelové stropní nosníky), které mají nepříznivý vliv na správnou funkčnost metody. Pro řešený obytný objekt je tedy tato metoda nevhodná.

### **5.2.2 Nepřímé sanační metody**

V současné době je objekt po celém svém obvodu v přímém kontaktu s okolní zemínou. Vyústění dešťových svodů je provedeno volně nad terénem a nepříznivě tak ovlivňuje vlhkostní stav obvodových stěn.

Jak již bylo zmíněno v kapitole 5.1.3, tak je nově navržen celý okapový systém včetně vyústění svislých dešťových svodů přes lapače střešních splavenin a svodné potrubí dešťové kanalizace. Svedení srážkové vody je navrženo do podzemní akumulační nádrže osazené v areálu statku. Okolo celého objektu je navržen drenážní systém. V hloubce minimálně 0,8 – 1,2 m pod úrovní terénu je položeno drenážní potrubí, které je obsypané propustným šterkovým kamenivem frakce 8/16 mm a omotané separační geotextílií z důvodu eliminace zanesení a ucpání potrubí. Toto potrubí je napojeno na svodné potrubí dešťové kanalizace. Zásyp je proveden ze ztuhlé země. Z důvodu eliminace nadměrného vlhnutí soklové části fasády je kolem celého objektu navržen okapový chodník vysypaný kačírkem frakce 16/32 mm a ohraničený betonovým obrubníkem. Svislá a ochranná vrstva oddělující přilehlý

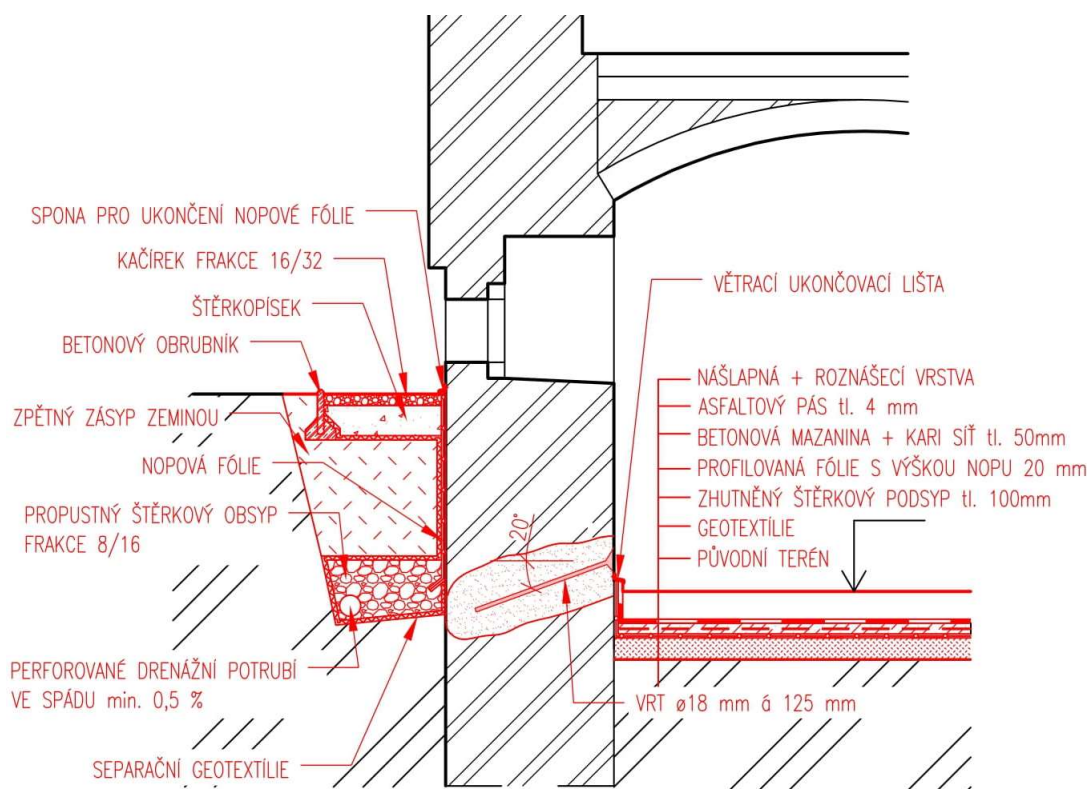
terén od obvodové stěny je tvořena nopovou fólií, která je ukončena mechanicky kotvenou ukončovací lištou. Z důvodu rozdílných výškových poměrů původního terénu kolem celého objektu bude hloubka drenážního potrubí při realizaci proměnná.

### **5.2.3 Navržená přímá a nepřímá sanační opatření**

Navržená sanační opatření budou prováděna v jednotlivých etapách. První etapou bude zhotovení drenážního systému a okapového chodníku kolem celého objektu včetně zaústění svislých dešťových svodů do svodného potrubí svedeného do akumulární nádrže. Tím bude zamezeno přímému kontaktu obvodových stěn a přilehlého terénu, který byl dotován dešťovou vodou z volně vyústěných dešťových svodů.

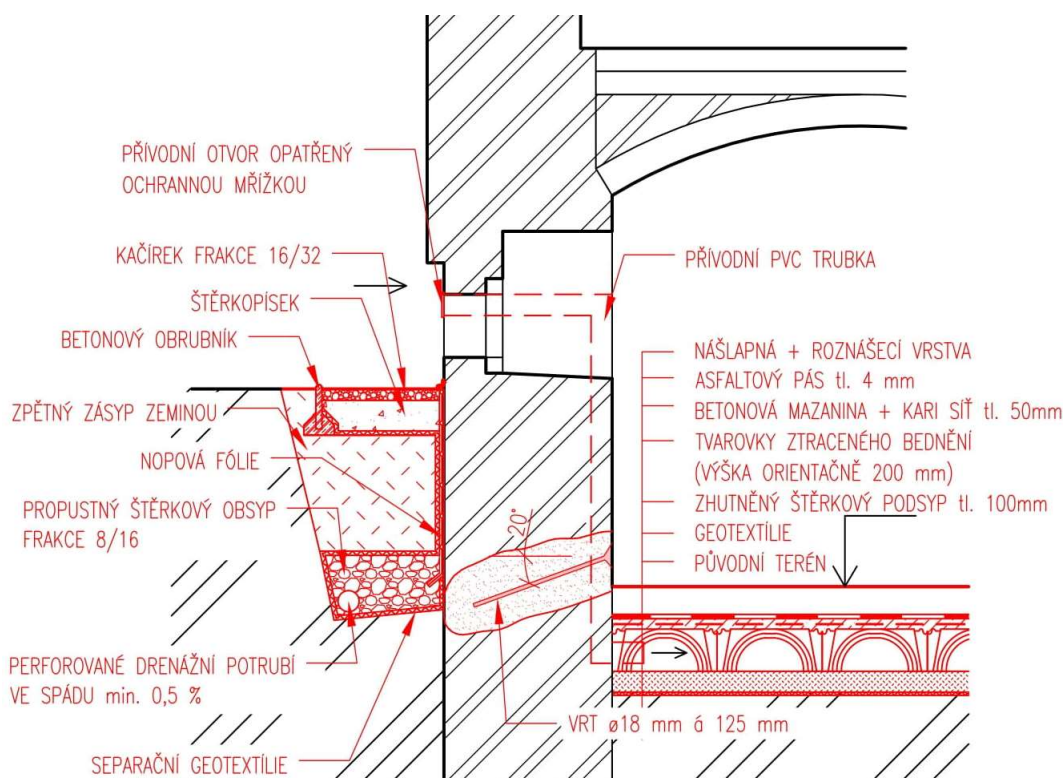
Druhou etapou bude provedení infuzních vrtů s injektážní látkou vybranou v závislosti na vlastnostech zdiva (smíšené zdivo) a výsledcích gravimetrické metody stanovení vlhkosti a zasolení zdiva. Vzdálenosti vrtů a použitý způsob a dobu injektáže navrhne oprávněná realizační firma s ohledem na podmínky stanovené výrobcem injektážního média. Po obdržení sanačního projektu je nutno zajistit statický posudek sanovaných nosných konstrukcí. Infuzní vrty budou provedeny u obvodových stěn, ale také u vnitřních stěn sklepních prostor. Z důvodu zvýšení spolehlivosti vytvořené hydroizolační bariéry je doporučeno provádět vrty v šachovnicovém rozložení ve dvou řadách. U obvodových stěn se předpokládá využití prostředků na bázi vodných roztoků s ohledem na nižší hodnoty vlhkosti zdiva. U vnitřních stěn je z důvodu velmi vysokých hodnot vlhkostí doporučeno využití metody tzv. následné infuze. Její princip spočívá v napuštění zdiva dvěma látkami, z nichž jedna je utěšňující a druhá vysoce hydrofobizační. [14]

Třetí etapou bude provedení nové podlahy s větranou mezerou ve sklepních prostorech. Provětrávaná mezera bude tvořena profilovanou fólií s nopy, která bude zakončena u stěn větrací lištou. Před samotnou realizací je navržena demontáž stávajících podlah. Při realizaci je nutno dbát na vodotěsné napojení spojů fólie. Na fólii bude poté provedena vrstva betonové mazaniny. Schéma sanace zvýšené vlhkosti s využitím podlahy s provětrávanou mezerou z profilovaných fólií je zobrazeno na obrázku 96.



**Obr. 96** – Schéma sanace zvýšené vlhkosti s využitím podlahy s provětrávanou mezerou z nopové fólie

Alternativní variantou je provedení provětrávané podlahy s využitím plastových tvarovek ztraceného bednění. Před začátkem stavebních prací je potřeba provést kompletní demontáž stávající cihelné podlahy a betonové podlahy na nopové fólii. Výšková úroveň navržené provětrávané podlahy je předpokládána ve stejné úrovni jako původní podlaha tvořená nášlapnou vrstvou z cihelné dlažby nebo dusané hlíny. Návrh přívodních a odvodních otvorů ve fasádě objektu je orientačně stanoven jako 1/100 plochy. Při realizaci je doporučeno provést podrobnou dimenzi těchto otvorů. Předpokládá se umístění přívodních otvorů na západní stranu objektu směrem k přilehlé komunikaci a odvodních otvorů na východní stranu směrem do areálu statku. Z důvodu větší účinnosti je doporučeno na odvodní potrubí osadit odvodní ventilátory. Vzduchová dutina oddělující konstrukci podlahy od přilehlé zeminy slouží k odvodu zvýšené vlhkosti a je realizována pomocí tvarovek systému ztraceného bednění. Tvarovky budou položeny na zhutněném štěrkopískovém podsypu. Po jejich vyskládání v jednotlivých sklepních prostorech bude zhotovena betonová deska, která poslouží jako podklad pro nové souvrství podlahy. Schéma sanace zvýšené vlhkosti s využitím podlahy s provětrávanou mezerou z tvarovek ztraceného bednění je zobrazeno na obrázku 97.



**Obr. 97** – Schéma sanace zvýšené vlhkosti s využitím podlahy s provětrávanou mezerou z plastových tvarovek

V případě řešeného objektu je v rámci třetí etapy navrženo použití provětrávané podlahy s využitím profilované fólie s nopy s výškou nopy o hodnotě 20 mm (např. *DEKDREN T20*). Toto řešení je použito s ohledem na účel sklepních prostor jako odkladného prostoru a s ohledem na eliminaci zásahů do fasády.

## 5.2.4 Dodatečná opatření proti vlhkosti

Po realizaci kombinace přímých a nepřímých sanačních metod jsou navržena následující dodatečná opatření. Ty je vhodné provádět až po určitém časovém období, které slouží k ověření účinků navržených sanačních opatření vedoucích ke snížení vlhkosti uvedených v předchozích podkapitolách.

### 5.2.4.1 Sanace salinity zdiva

I při využití přímých a nepřímých sanačních opatření zůstává ve zdivu stále ještě velké množství vody, která obsahuje rozpuštěné soli. Pro snížení obsahu vody je navrženo využití sanačního omítkového systému, který díky své pórovité struktuře napomáhá k rychlejšímu odparu vody a vyplnění pórů solemi. Provedení omítek je vhodné až po určitém časovém období nástupu účinků realizovaných přímých

a nepřímých sanačních metod. Očištěné obvodové i vnitřní zdivo je doporučeno po určenou dobu ponechat postupnému vysychání.

Pro vnitřní omítky ve sklepech je z důvodu velmi vysoké vlhkosti značně převyšující hodnotu 10 % hmotnosti a vysokého stupně zasolení navržen omítkový systém *CEMIX SUPERSAN* skládající se z hrubého postřiku, jádra a jemného štku. Technické listy omítkového systému jsou součástí přílohy D na přiloženém CD. Sanační omítky bude aplikována ve sklepech do výšky cca 0,8 – 1,0 m nad viditelnou úroveň vystoupané vlhkosti. Pokud by se hodnota vlhkosti a zasolení po aplikaci sanačních metod razantně snížila, je možno přistoupit k jinému řešení omítkového souvrství. [21]

Před samotnou sanací je nutno odstranit veškeré zbytky omítky do výšky 1,0 m od hrany viditelné vlhkosti, vyškrábnout spáry zdiva a očistit je do hloubky cca 20 mm. Hrubé nerovnosti zdiva se vyspraví a drátěným kartáčem se provede důkladné očištění prachových nečistot a nesoudržných odpadávajících částí omítky. Dále se aplikuje postřik *SUPERSAN hrubý* v tloušťce 5 mm sloužící pro zajištění kontaktu mezi očištěným zdivem a další vrstvou. Po uplynutí 1 až 3 dnů se vytvrdlý postřik opět navlhčí a zhotoví se jádrová vrstva omítky typu *SUPERSAN hrubý* v tloušťce 20 až 30 mm. Poslední součástí omítkového systému je povrchová vrstva omítky typu *SUPERSAN jemný* v tloušťce 2 až 3 mm, která je využitelná v interiéru i v exteriéru. [21]

U vnějších omítek hlavního objektu je z důvodu nižšího obsahu vlhkosti a středního obsahu solí navrženo využití sanačního omítkového systému *CEMIX WTA*. Po přípravě podkladu se provede aplikace *sanačního podhozu WTA* v tloušťce 5 mm. Po cca 3 dnech se zhotoví *sanační omítky WTA* ve dvou vrstvách (2 x 10 mm). V případě potřeby je pro zvolený omítkový systém doporučeno využít fasádní povrchovou úpravu od společnosti *CEMIX*. [21]

#### **5.2.4.2 Likvidace plísní v interiéru**

Před návrhem sanace napadených stěn plísněmi je potřebné nejprve odstranit příčinu jejich vzniku. Jedná se především o zlepšení tepelně vlhkostních parametrů v místnosti. To je vhodné zajistit buď pomocí zvýšeného režimu větrání a vytápění

nebo s využitím domácích odvlhčovačů vzduchu. Pro odstranění zárodků plísní je doporučeno použití ultrafialových germicidních výbojek. [5]

Po odstranění příčiny vzniku plísní je možno přistoupit k následné sanaci. Před mechanickým odstraněním plísně pomocí škrabky nebo ocelového kartáče je důležité plochy s viditelnými mycelii plísní opatřit dezinfekčním přípravkem (např. *FUNGISPRAY*) určeným pro likvidaci plísní. Po uplynutí cca 1 hodiny je možné plíseň odstranit. Dalším krokem je oškrabání omítky v ploše, která je větší než ta napadená. Takto upravený povrch je opatřen přibližně dvěma až třemi nátěry s použitím protiplísňového fungicidního přípravku (např. *FUNGISAN*).

Pro zamezení dalšího vzniku plísní je doporučeno neumísťovat nábytek do přímého kontaktu se stěnami. Vždy by mělo být zajištěno volné proudění vzduchu za nábytkem.

### **5.3 Sanace trhlin**

Abychom mohli přistoupit k návrhu sanačního řešení je nejprve potřeba provést měření a monitoring nalezených trhlin. Doporučeno je využití běžné metody sledování rozvoje trhlin pomocí sádrových terčů uložených příčně přes trhlínu a kotvených po obou stranách ke konstrukci. Lze však také použít monitoring pomocí mechanických přístrojů, tzv. dilatometrů. Po zjištění, zda se jedná o trhlínu aktivní, která svědčí o stále probíhající poruše, nebo pasivní, je možné přistoupit k dalšímu postupu sanace.

#### **5.3.1 Analýza příčin vzniku aktivních trhlin**

U aktivních trhlin způsobených poklesem podpory vlivem podmáčení základové zeminy je nejprve nutno zrealizovat drenážní systém, který byl součástí návrhu nepřímých sanačních metod proti zvýšené vlhkosti, a odklonit tak vodu směrem od objektu. U nedostatečného založení objektu nebo některé z jeho částí je navržena sanace podchycení stávajících základů mikropilotami nebo s využitím tryskové injektáže.

Podchycení stávajících základů mikropilotami se provádí pomocí malopřůměrových mobilních vrtaček, které lze využívat i ve stísněných prostorech. Mikropiloty je možné provést i přes starý základ nebo část zdiva. Po provedení



mikropilot specializovanou realizační firmou je nutno stanovit a ověřit jejich únosnost zatěžovací zkouškou. [14]

Další variantou sanace je podchycení základů tryskovou injektáží, která je použitelná pro všechny typy zemin. Jedná se o metodu, u které za působení vysokého tlaku cementové směsi dochází k rozrušování okolní zeminy a tím k jejich vzájemnému promísení. Rozměry injektážních pilířů a hodnotu potřebného tlaku tryskání stanoví autorizovaná osoba. [14]

Pro finální výběr sanačního opatření by bylo potřebné provést podrobný geotechnický průzkum, případně kopanou sondu a posoudit stav základových konstrukcí.

### **5.3.2 Sanace trhlin helikální výztuží**

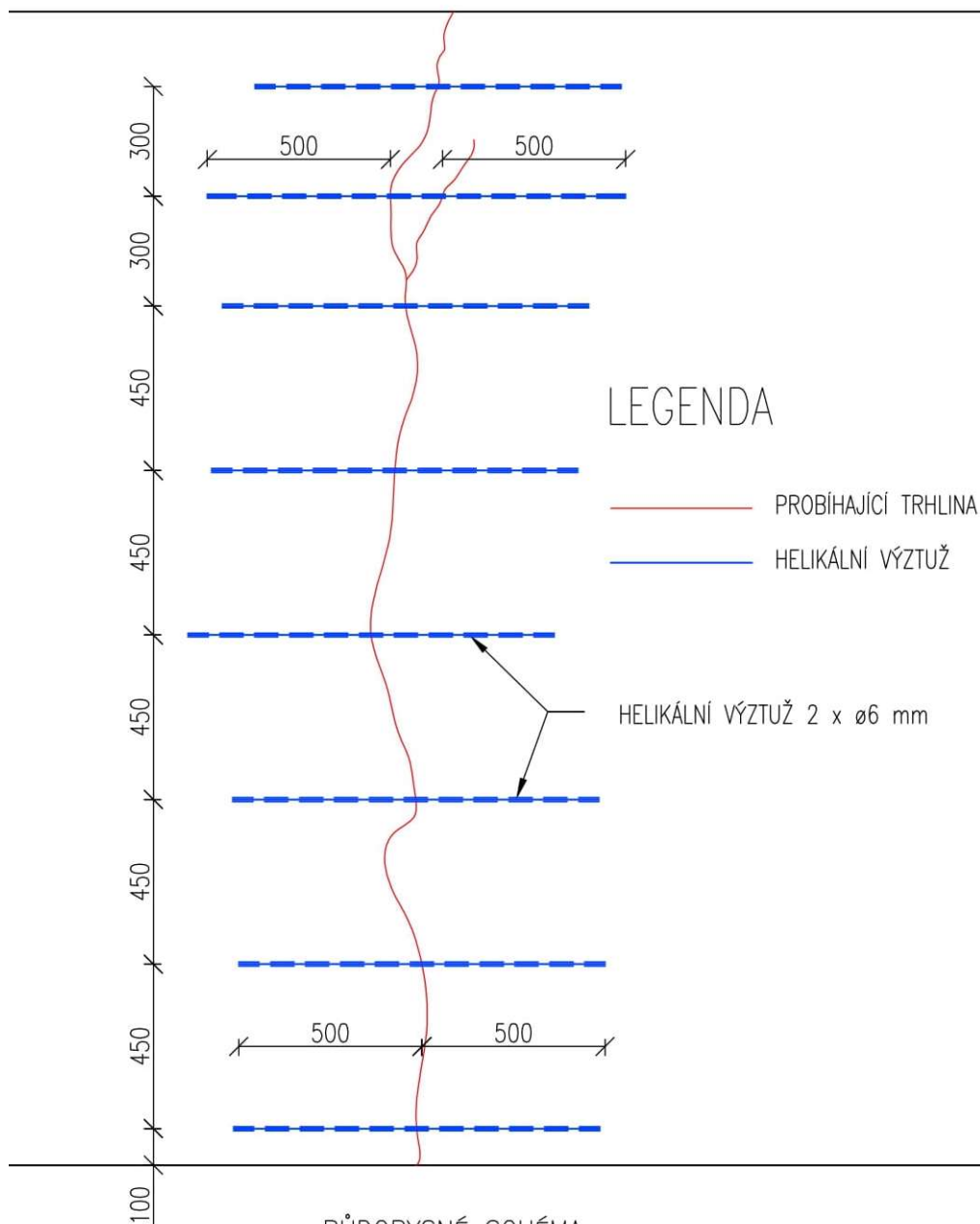
Po odstranění příčin vzniku aktivních trhlin nebo v případě pasivních trhlin je možné přistoupit k následujícím sanačním opatřením. S ohledem na snadnější provedení je navržena sanace s využitím dodatečného vlepění helikální výztuže (např. *SpiBar*) do drážek nebo vrtů provedených ve zdivu.

Po zhotovení drážky pomocí drážkovací frézy je provedeno její důkladné očištění, případně vysátí technickým vysavačem. Před vlepěním je drážka navlhčena vodou a natřena příslušným penetračním prostředkem. Připravená kotevní malta je nanášena pomocí aplikační pistole na zadní plochu zhotovené drážky. Prut helikální výztuže je do malty vtlačen po celé své délce. Poté je znovu nanesena vrstva malty, která se s využitím spárovací špachtle zahladí. V případě provedení vrtu je postup obdobný. [22]

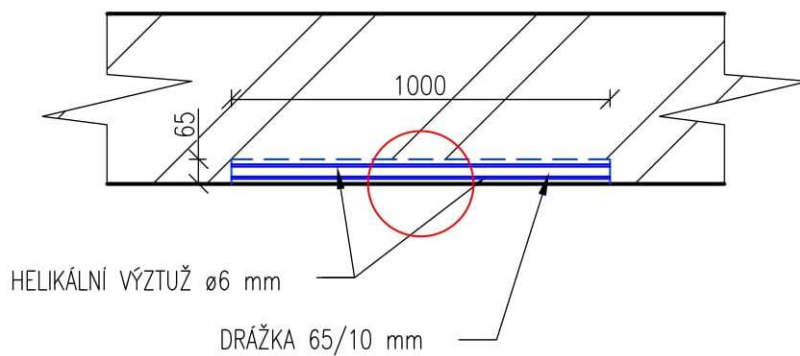
Hlavními výhodami této metody jsou menší zásah do sanované konstrukce v podobě drážek a dobrá tvarovatelnost výztužných prutů. Šroubovicový tvar helikální výztuže z vysokopevnostní nerezové oceli pak zajistí lepší spolupůsobení.

U sanované trhliny v obývacím pokoji bytu č. 2 je navrženo použití dvou profilů helikální výztuže o průměru 6 mm. Hloubka drážky je 65 mm a její výška 10 mm. Doporučená kotevní délka je 500 mm. Vertikální vzdálenost profilů je 300 a 450 mm. Na obrázku 98 je znázorněn pohled na sanovanou stěnu v obývacím pokoji bytu č. 2 a její půdorysné schéma.

POHLED NA STĚNU

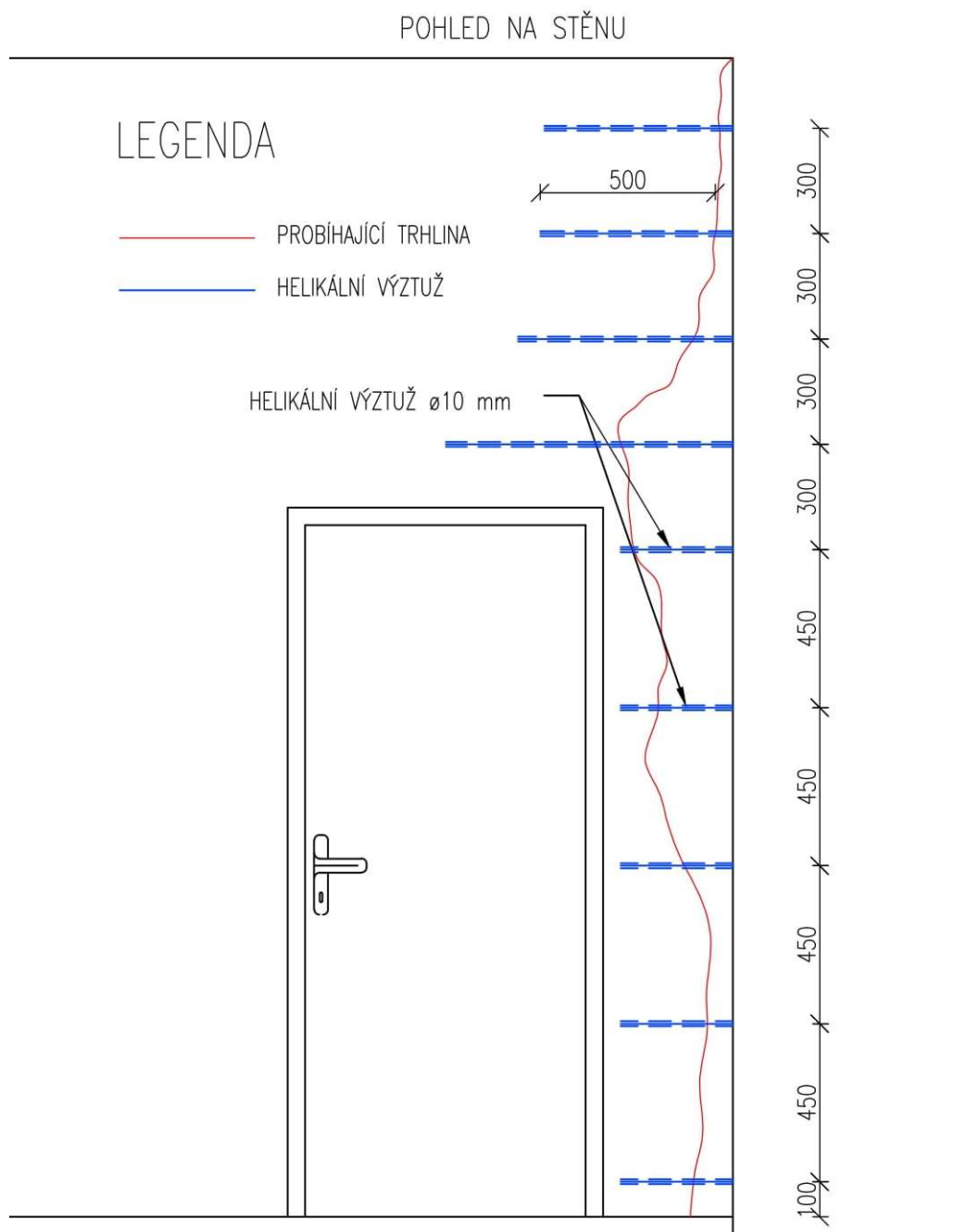


PŮDORYSNÉ SCHÉMA



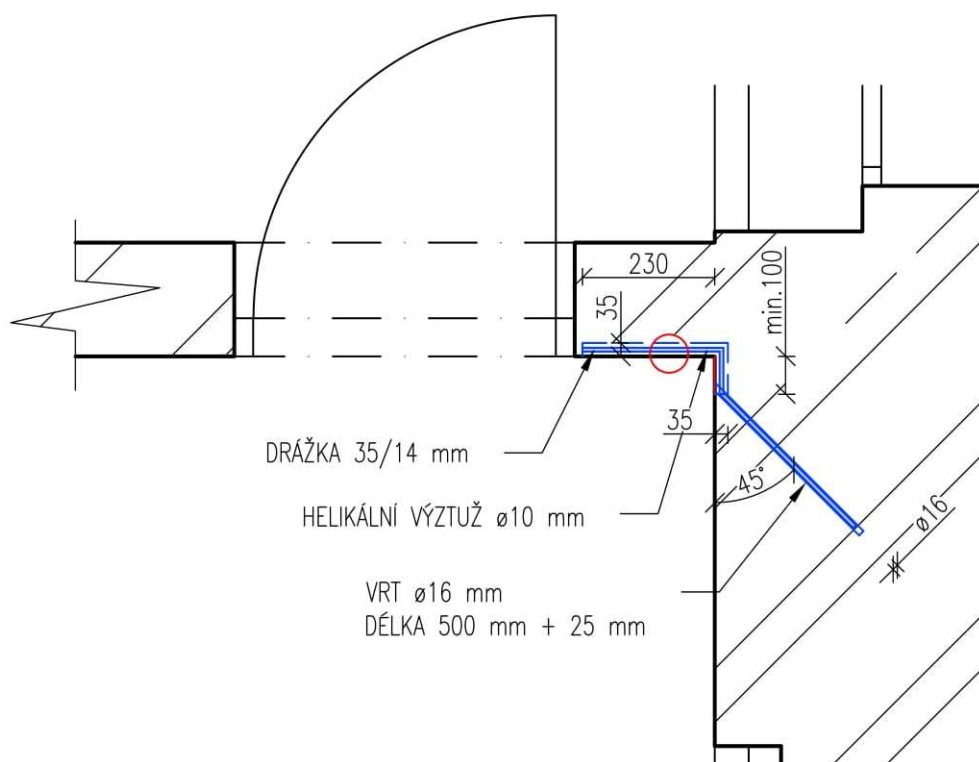
Obr. 98 – Pohled na sanovanou stěnu v obývacím pokoji bytu č. 2 a její půdorysné schéma

U sanované trhliny v dětském pokoji bytu č. 2 je navrženo použití helikální výztuže o průměru 10 mm. Z důvodu trhliny vzniklé v rohu je využito zakotvení výztuže do drážky v pravém úhlu s přesahem min. 100 mm od stěny a následným zakotvením do vrtu o průměru 16 mm. Na obrázcích 99 a 100 je znázorněn pohled na sanovanou stěnu v dětském pokoji bytu č. 2 a její půdorysné schéma.



**Obr. 99** – Pohled na sanovanou stěnu v dětském pokoji bytu č. 2

## PŮDORYSNÉ SCHÉMA



**Obr. 100** – Půdorysné schéma sanované stěny v dětském pokoji bytu č. 2

Ostatní trhliny (viz kapitola 3.2) jsou sanovány obdobným postupem helikální výztuží, a to s využitím drážek nebo drážek v kombinaci s vrtů. Návrh helikální výztuže je pouze orientační. U stěn silnějších než 600 mm je doporučeno zakotvit helikální výztuž minimálně 300 mm (doporučeno 500 mm) do vrtů pod úhlem 45°. [22] V případě realizace je doporučeno nechat provést návrh autorizovanou osobu, případně ověřenou realizační firmu.

## 5.4 Sanace dalších poruch objektu

V objektu byly nalezeny další poruchy, které nebylo možno zařadit k předchozím kapitolám. V následující kapitole je uveden návrh řešení jejich sanací.

### 5.4.1 Zateplení přístavků

Z důvodu eliminace tepelných mostů a nákladů na vytápění je u stěn severního a jižního přístavku navrženo jeho zateplení deskami z difúzně otevřených fasádních desek z expandovaného polystyrenu (např. *Baumit openReflect*) o jednotné tloušťce 140 mm. Toto řešení je doporučeno s ohledem na nižší tloušťku

stěn přístavků oproti hlavnímu objektu a na účel místností, které se v něm nacházejí (WC v bytě č. 3 a koupelna v bytě č. 1). Tloušťka zateplovacího systému je navržena na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U pro stěnu vnější dle [23]. Tepelně technické posudky skladeb jsou součástí přílohy C, části C.1 a C.2. Ukončení tepelné izolace je provedeno 300 mm nad terénem. Povrchová úprava zateplovacího systému je řešena pomocí paropropustné omítky. Soklová oblast obou přístavků je opatřena hydrofobním nátěrem určeným pro smíšené nebo cihelné zdivo (např. *AquaStop SanFix®*).

Dále jsou navrženy sanace a zateplení konstrukcí zastřešení a stropních konstrukcí jižního a severního přístavku. U střešních konstrukci přístavků, které nejsou v tuto chvíli odkryty, bude navrženo po jejich bližším průzkumu použití vhodného tepelného izolantu k eliminaci tepelných mostů. Orientačně je navrženo zateplení ve formě minerální vlny o přibližné tloušťce 200 mm.

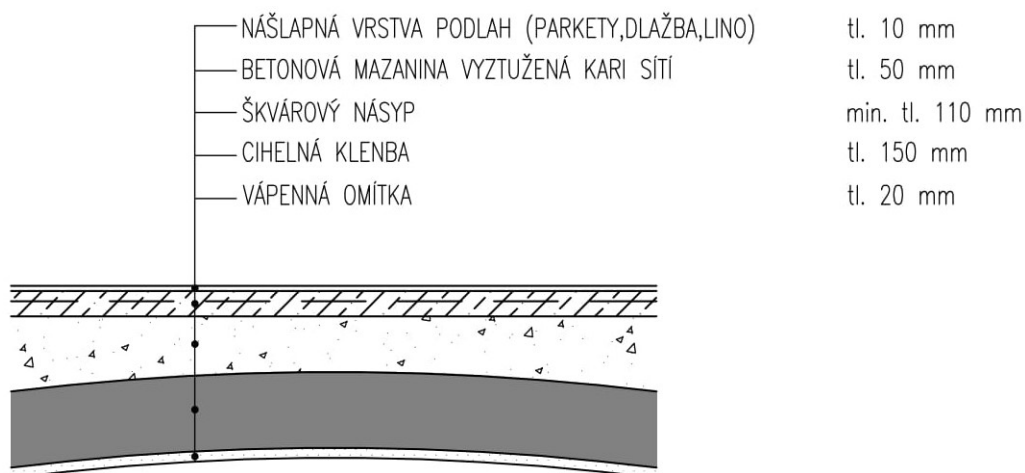
U stropních konstrukcí severního a jižního přístavku v suterénu je navrženo zateplení celoplošně lepenými deskami z minerální vlny (např. *Isover Top V final*) o tloušťce 100 mm. Tepelně technický posudek skladby je součástí přílohy C, části C.3.

#### **5.4.2 Sanační řešení koroze ocelových nosníků ve sklepech**

V prostorech sklepů byly nosníky z důvodu zvýšené vlhkosti vlivem zatékání pokryty povrchovou vrstvou rzi. Návrh sanace spočívá v jejím mechanickém odstranění s využitím ocelového kartáče nebo v případě výraznější rzi pískovací pistolí. Takto očištěné nosníky je doporučeno natřít speciálním nátěrem (např. *HOSTAGRUND blokátor rzi U216*) a poté základovou antikorozi barvou (např. *HOSTAGRUND 2v1 na železo*). U žádného z ocelových nosníků nebylo spatřeno výraznější napadení rzi, které by signalizovalo problém s jeho únosností.

#### **5.4.3 Zateplení stropní konstrukce sklepů**

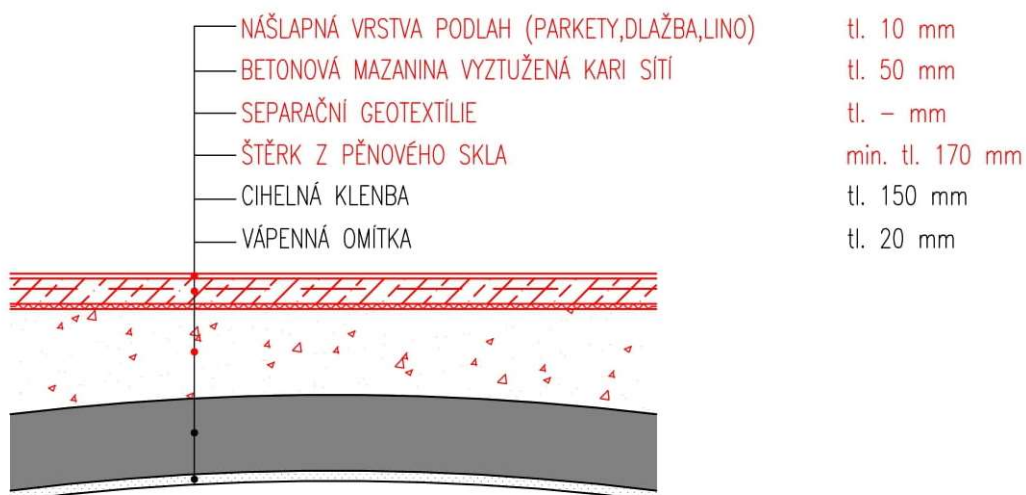
Z důvodu úniků tepla směrem z přízemí do sklepních prostor je nutno provést zateplení. Původní skladba stropní konstrukce ve sklepech je uvedena na následujícím obrázku 101.



**Obr. 101** – Původní skladba stropní konstrukce 1. PP

Návrh zateplení je proveden na hodnotu součinitele prostupu tepla  $U$  rovnou  $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$  dle požadavků normy [23] pro strop vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru. Při výběru řešení je možno volit ze dvou variant.

Jedna z variant je zateplení stropní konstrukce tvořené klenbou ze strany vytápěného přízemí (Obr. 102). V této variantě je navržena výměna škvárového násypu za štěrk z pěnového skla. Toto řešení je možné, avšak předpokládá se demontáž nášlapných vrstev podlah a betonové mazaniny. Z důvodu dosažení požadované hodnoty součinitele prostupu tepla je navrženo zateplení s využitím štěrku z pěnového skla o tloušťce vrstvy  $170 \text{ mm}$ . Tepelně technický posudek skladby je součástí přílohy C, části C.4.

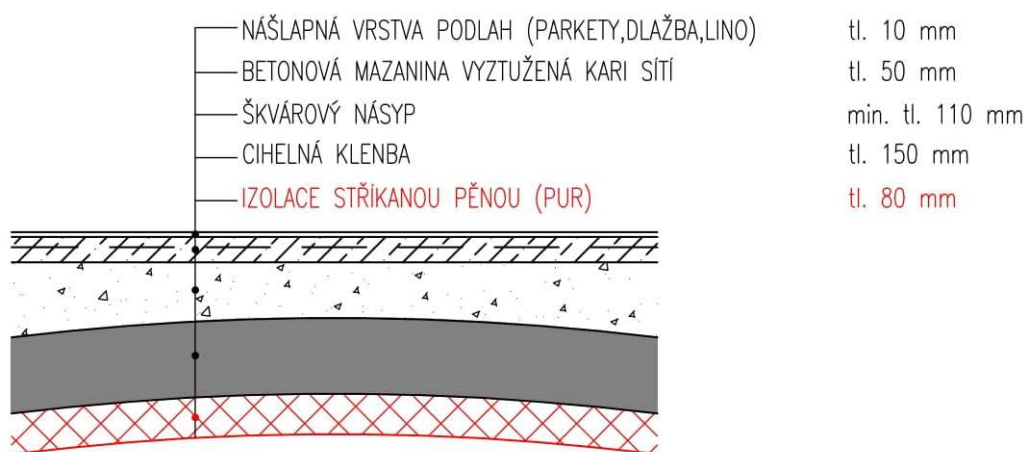


**Obr. 102** – Zateplení stropní konstrukce 1. PP – varianta 1

Toto řešení má za následek zvýšení tloušťky konstrukce podlahy, a tak i konstrukční výšky schodiště o 60 mm. V případě jeho použití je nutno navrhnout vyvýšení stávajících podlah v severním a jižním přístavku o 60 mm (např. použitím lehčeného betonu a nové nášlapné vrstvy). Tato změna podléhá výsledku statického posudku stávajících stropních konstrukcí přístavků. Dále by musel být proveden nový návrh schodišť u obou přístavků.

Pokud by se jednalo o návrh na požadované hodnoty dle normy [23], tak by tloušťka vrstvy z pěnového skla mohla být rovna hodnotě původního škvárového násypu. Tím by se předešlo problému s rozdílnou výškou podlah a sanacím týkajících se úprav přístupových venkovních schodišť.

Další variantou je zateplení ze spodní strany kleneb s využitím zateplovacího materiálu ve formě stříkaných pěn (Obr. 103) na bázi PUR (např. *H<sub>2</sub>Foam Lite*). Tomuto řešení však předchází příprava povrchu před následnou aplikací. Aby bylo možné nanést na spodní povrch klenby vrstvu stříkané izolace, tak je nutno znát její vlhkostní stav. V případě vysoké vlhkosti povrchu je požadováno provedení vysušení s využitím přímotopných ohříváčů nebo mikrovlnného ohřevu stěn. Tloušťka vrstvy stříkané izolace je navržena o hodnotě 80 mm. Tepelně technický posudek skladby je součástí přílohy C, části C.5.



Obr. 103 – Zateplení stropní konstrukce 1. PP – varianta 2

Z důvodu nízké světlé výšky v prostoru sklepů není doporučeno ani navrženo provádět zateplení cihelné klenby s využitím tepelného izolantu (např. minerální vlny) svěšeného na nosném podhledu.

Vybrané sanační řešení je zateplení stropní konstrukce ze spodní strany pomocí stříkané pěny. Toto řešení podléhá znalosti o vlhkostním stavu podkladu, na který bude izolace nanášena. V případě potřeby je nutno vlhkost stropů snížit využitím mikrovlnného ohřevu nebo přímotopných ohříváčů. Výhodou tohoto řešení je minimální zásah do původních skladeb konstrukcí v objektu a zachování klenutosti původních stropních konstrukcí. U aktuálně nevyužívaného schodišťového prostoru je doporučeno zateplit provizorní stropní konstrukci volně položenou minerální vlnou, případně minerální vlnou zavěšenou na podhledu. Toto opatření lze provést až po sanaci zmíněné provizorní dřevěné konstrukce (viz 5.4.9). V případě využívání schodiště je potřebné provést nový návrh zateplení.

#### **5.4.4 Sanace vyboulené podlahy v půdním prostoru**

Z důvodu nevhodného zásahu při vybourávání otvoru v bytě č. 2 bylo nadzvednuto několik stropních trámů společně s částí konstrukce podlahy v půdním prostoru. V tomto místě je doporučeno podlahové souvrství postupně rozebrat až na nosné dřevěné trámy. Po provedení kontroly jejich stavu bude možné stanovit rozsah jejich sanace.

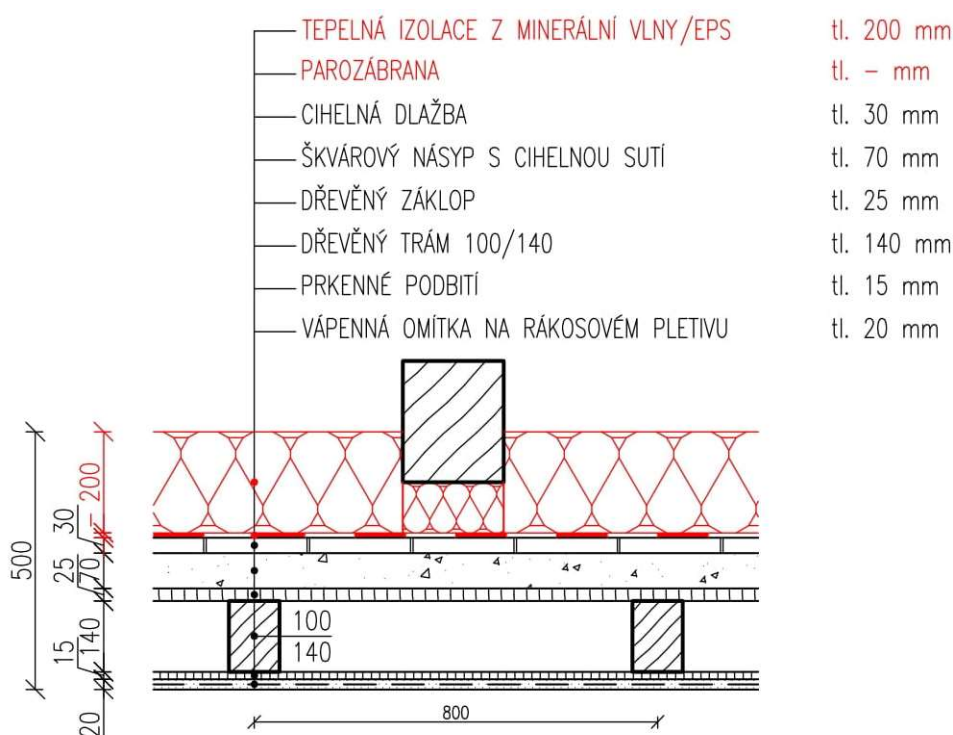
#### **5.4.5 Zateplení stropní konstrukce pod nevytápěnou půdou**

Z důvodu značného úniku tepla konstrukcí stropu a konstrukcí střechy a snížení nákladů na vytápění je nutno navrhnout zateplení. S ohledem na ekonomické řešení a s předpokladem, že podkroví zůstane nevyužívané, je v následující kapitole navrženo zateplení stropní konstrukce. Návrh je proveden na hodnotu součinitele prostupu tepla  $U$  rovnou  $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$  dle [23] pro strop pod nevytápěnou půdou.

Zateplení stropu ze strany podkroví je podmíněno částečnou nebo úplnou výměnou nosných prvků krovu (zmíněno v kapitole 5.1.5). Jeho realizace je možná až po provedení jejich sanace. I po opravách nebo výměnách dřevěných prvků krovu je doporučeno omezení použití dřeva (např. ve formě dřevěného roštu) v konstrukci podlahy na minimum. S ohledem na využitelnost nevytápěné půdy je možno navrhnout skladbu podlahy v pochozí i nepochozí variantě.

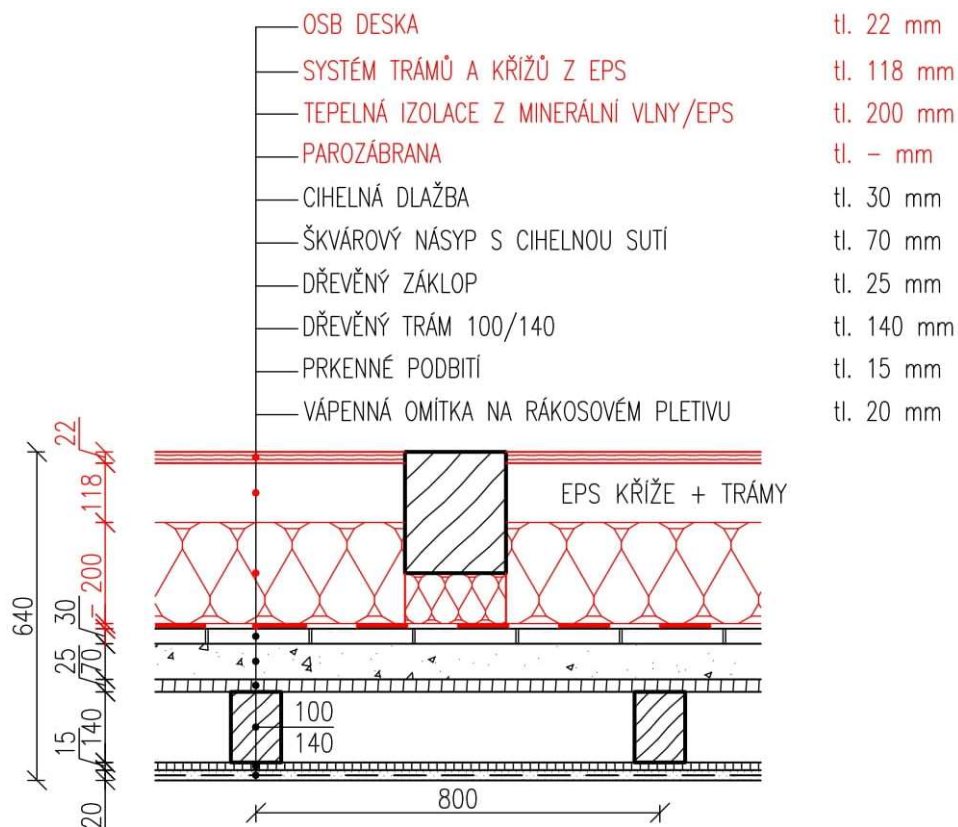


U nepochozí varianty je navržena skladba nové podlahy (Obr. 104) uložená na stávající cihelné dlažbě. Parobrzdnou fólii (např. *ISOVER® VARIO XtraSafe*) je možno pokládat přímo na cihelnou dlažbu. V případě nerovností nebo výčnělků u dlažby je nutno tato místa zabrousit nebo upravit a následně v obou případech podložit kouskem netkané geotextílie z důvodu eliminace poškození parobrzdné fólie. Při výpočtu součinitele prostupu tepla je uvažováno s jeho korekcí v důsledku vlivu tepelných mostů.



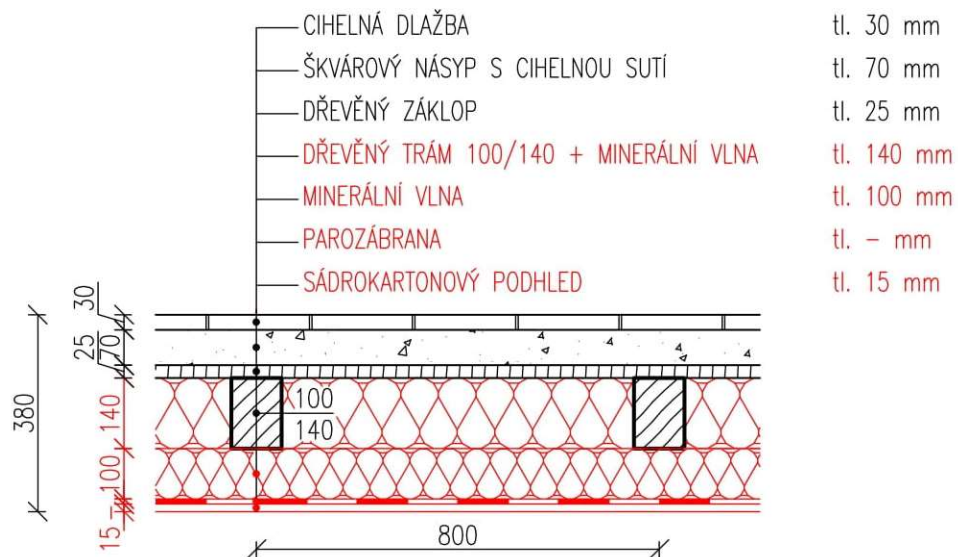
**Obr. 104** – Zateplení stropní konstrukce 1. NP – varianta 1

V případě pochozí varianty je skladba nové podlahy (Obr. 105) taktéž uložena na stávající cihelné dlažbě. U návrhu je využito systémové řešení s využitím nosných prvků tvořených z EPS trámů a EPS křížů. Ty tvoří podklad pro montážní prkna, na která se kotví pochozí OSB desky. Při výpočtu součinitele prostupu tepla je uvažováno s jeho korekcí v důsledku vlivu tepelných mostů. V případě použití pochozí varianty je doporučeno provést nové statické posouzení stávajících dřevěných trámů. Při využití této varianty dojde k navýšení konstrukční výšky, a je tak důležité provést nový návrh dřevěného schodnicového schodiště. Tepelně technický posudek skladby pro variantu 1 a 2 je součástí přílohy C, části C.6



**Obr. 105** – Zateplení stropní konstrukce 1. NP – varianta 2

Poslední variantou je zateplení stávající stropní konstrukce minerální vlnou (např. *ISOVER ORSIK*) mezi dřevěnými trámy a v souvislé vrstvě v podhledu (Obr. 106).



**Obr. 106** – Zateplení stropní konstrukce 1. NP – varianta 3

Tomuto návrhu předchází nutná kontrola dřevěných stropních trámů, rizika jejich napadení dřevokaznými škůdci a poškození vlivem zatékání střešním pláštěm.

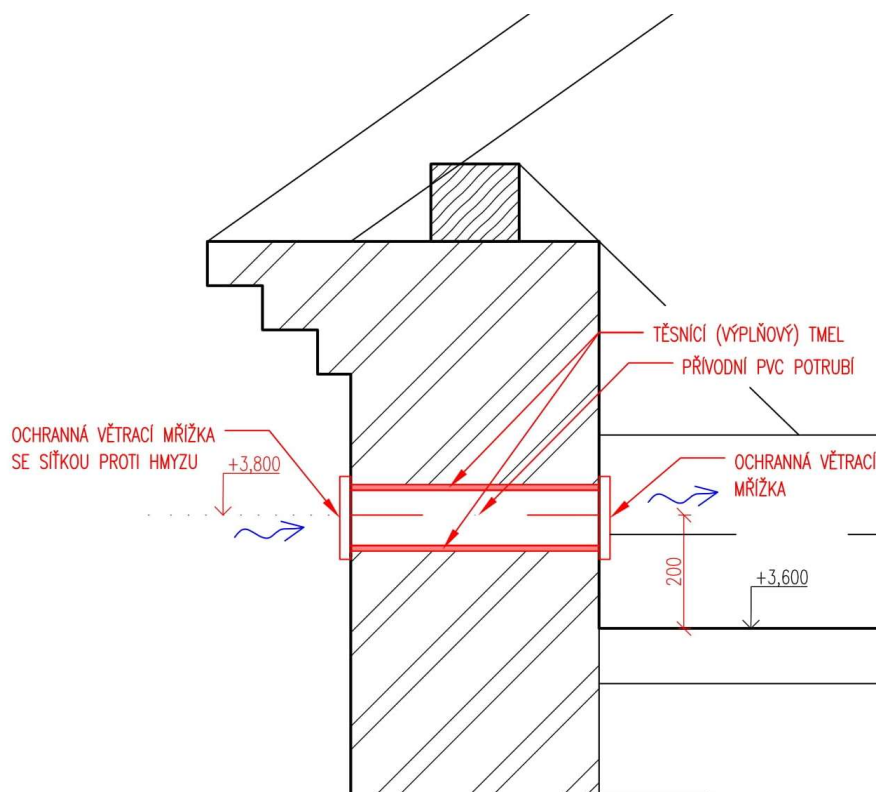
Jedná se o variantu, ve které dojde ke snížení světlé výšky v místnosti o 80 mm. Tepelně technický posudek skladby je součástí přílohy C, části C.7.

Z důvodu rozsáhlého poškození krovu a značných problémů s vlhkostí vlivem zatékání a možnosti jeho pravidelných kontrol i po realizaci zateplení je doporučeno využití poslední varianty zateplení minerální vlnou vloženou mezi stropní trámy a v podhledu. Toto opatření podléhá bezprostřední kontrole stavu stropních trámů a jejich případné sanaci.

#### 5.4.6 Odvětrávání neobývaného podkroví

Z důvodu odvětrání nahromaděné přebytečné vlhkosti a zajištění vhodného klimatu pro dřevěné prvky krovu v půdním prostoru je navržen větrací systém vytvořený z nasávacích a výdechových otvorů.

V případě nasávacích otvorů je doporučeno využití již původních otvorů, které jsou již ve fasádě vytvořeny. Ty je však nutno vyčistit a osadit do nich přívodní potrubí. Nasávací otvory je nutno opatřit z obou stran větracími mřížkami z důvodu zamezení vniku hlodavců, ptáků a hmyzu. Tato varianta (Obr. 107) koresponduje s využitím zateplení stropní konstrukce ze spodní strany (viz kapitola 5.4.5).



Obr. 107 – Schéma osazení přívodního potrubí

Alternativní variantou je stávající otvory zazdít a zhotovit nové nasávací otvory. Z důvodu náročnosti realizace a nových zásahů do fasády je toto řešení považováno za nevhodné.

V případě výdechových otvorů je navrženo využití systémových řešení střešních ventilačních hlavic v závislosti na použité střešní krytině. Pravidlem pro návrh je rovnost plochy nasávacích a výdechových otvorů. S ohledem na účinnost řešení je možno umístit na některé z nasávacích otvorů ventilátory.

#### **5.4.7 Sanace venkovních schodišť**

U betonových schodišť je navržena sanace systémovým řešením tvořeným z multifunkční malty s rychlovazným cementem (např. *BOTAMENT M 36 SPEED*) a jemnou stěrkovou směsí (např. *BOTAMENT M 06*). Po očištění povrchu schodiště s využitím vodního paprsku je provedeno jeho dostatečné zvlhčení. Poškozené části schodů se vyplní multifunkční maltou. Následně je zhotovena finální vrstva pomocí celoplošného natažení stěrkové směsi. [24] S ohledem na odtékání dešťové vody je doporučeno vytvořit u nášlapných hran spád maximálně o hodnotě 1,5 %.

#### **5.4.8 Sanace komínových těles**

V případě používání komínových těles pro odvod spalin je nutno provést jejich podrobný průzkum a případně následnou sanaci. Posouzení současného stavu spalinových cest jednotlivých komínů provede osoba odborně způsobilá, tzn. držitel živnostenského oprávnění v oboru kominík. Podle jeho vyjádření lze dále postupovat k návrhu komínových průduchů v závislosti na jejich budoucím využití.

Při využití komínových těles pro odvod spalin je důležité provést jejich vyvločkování. V případě nedostatečné rovinnosti komínového průduchu je nutno komínový průduch vyfrézovat. V místech připojení spotřebiče, kontrolních a vybíracích otvorů jsou provedeny do stávajícího komínového pláště potřebné otvory. V případě větších rozměrů otvorů je doporučeno konzultovat bourací práce se statikem. Po bouracích pracích bude provedeno usazení kondenzační jímký a vsunutí komínového dílu s kontrolním otvorem. Následuje postupné spouštění komínových vložek směrem dolů včetně jejich vzájemného spojení. Materiál vložek je určen s ohledem na druh paliva. Po kompletním osazení vložek je důležité opatřit

vyústění komína krycí deskou z důvodu zabránění vniku srážkové vody mezerou mezi vložkou a jeho vnitřním pláštěm. [25]

U prostupu komínových těles střešní konstrukcí je z důvodu zabránění vniku srážkové vody navrženo oplechování, jak již bylo zmíněno v kapitole 5.1.2.

#### **5.4.9 Napadení dalších dřevěných prvků dřevokazným hmyzem**

V případě napadení dřevěného rámu okna sklepního prostoru dřevokazným hmyzem je doporučena jeho kompletní výměna včetně opatření preventivním nátěrem (např. *Bochemit QB Profi*). Při zachování dřevěného rámu je nutno využít chemického nátěru s obsahem insekticidů v několika vrstvách. To je však s ohledem na rozsah jeho poškození finančně a časově náročné řešení.

U poškozených dřevěných trámů podpírajících provizorní konstrukci podlahy místnosti č. 116 je doporučena jejich kompletní výměna. Nové dřevěné prvky je nutno opatřit preventivním nátěrem proti plísním, dřevokaznému hmyzu a houbám (např. *Bochemit QB Profi*). V případě zachování původních prvků je potřebné taktéž použití chemického nátěru s obsahem biocidů v několika vrstvách.

V místnosti kuchyně bytu č. 3 je vhodné v místě vlhkostní mapy ze spodní strany omítky provést odkrytí a zkontrolovat případné poškození dřevěných trámů. Po zjištění rozsahu poškození je doporučeno provést jejich sanaci nebo případnou výměnu.

#### **5.4.10 Výměna výplní otvorů v suterénu**

Z důvodu zatékání vlivem hnaného deště je v rámci všech sklepních prostor navržena výměna okenních otvorů, která nemají pevná zasklení. U současných výplní otvorů je vhodné zkontrolovat, zda nevykazují znaky poruch nebo není poškozeno jejich zasklení. V případě poškození zasklení je nutno provést jejich výměnu. Dále je také navržena výměna dveřních otvorů, a to ve sklepě pod bytem č. 3, pod severním přístavkem a pod bytem č. 2.

Z důvodu zajištění vhodného klimatu a odvětrání zůstatkové vlhkosti je potřebné sklep pravidelně větrat, zajistit průvan, ale nevětrat v případě vlhkého počasí. Pro kontrolu vlhkosti je doporučeno vybavit sklepní prostor vlhkoměrem a provádět pravidelné kontroly.

## Závěr

Cílem této diplomové práce je zpracování stavebně technického průzkumu obytného objektu v areálu statku v Blevicích včetně dokumentace jeho poruch, analýzy jejich příčin a návrhu sanačních řešení vybraných z nich.

Z důvodu neexistující projektové dokumentace bylo provedeno celkové zaměření vnějších i vnitřních částí objektu, které sloužilo k následnému vypracování zjednodušené výkresové dokumentace stávajícího stavu. Během zaměřování a bližšího průzkumu budovy byly v rámci obce shromažďovány veškeré informace o historii, a především o účelu a využití objektu v průběhu let. Z historických pramenů bylo zjištěno, že výstavba objektu proběhla pravděpodobně v 18. století. Velký počet majitelů, nevhodná a nedostatečná údržba se negativně podepsaly na aktuálním stavu objektu.

V rámci stavebně technického průzkumu byly podrobně popsány jednotlivé stavební konstrukce a byly pořízeny fotografie. Proběhla analýza aktuálního stavu konstrukcí a možných příčin vzniku objevených poruch. Nejvíce napadenou částí objektu je bezpochyby střešní konstrukce. Z důvodu četných poškození a nevhodně vyřešených prostupů komínových těles střešním pláštěm do krovu zatéká. Voda poškozují jeho konstrukci a degradace postupuje dále do nižších podlaží, kde nepříznivě působí na nosné i kompletační konstrukce. Budova je dále vystavena účinkům zvýšené vlhkosti způsobených srážkovou vodou z nevhodně vyústěných okapových svodů a jejím transportem. Objekt v některých částech také vykazuje statické poruchy ve formě trhlin.

Provedený průzkum objektu je rozšířen o podrobnou analýzu biologického napadení. V řešené budově byl proveden odběr 10 vzorků stavebních materiálů pro následnou laboratorní analýzu stanovení vlhkosti a salinity zdiva. Vyhodnocení potvrdilo, že se objekt potýká s vysokou vlhkostí a konstrukce obsahují významné množství solí. V rámci biologické analýzy byla dále na základě odebraných vzorků a nálezů in situ provedena identifikace biologických činitelů ze vzorků plísní z masivně napadené stěny v kuchyni bytu č. 3 a ze vzorků částí degradovaných dřevěných prvků v půdním prostoru. Při jejich vyhodnocení na základě laboratorního zkoumání pod

mikroskopem a stanovení typických znaků pro výskyt dřevokazného hmyzu bylo potvrzeno napadení plísněmi a dřevokaznými škůdci.

Po identifikaci možných příčin vzniku poruch a následné laboratorní analýze bylo přistoupeno k návrhu sanačních opatření. Bezpodmínečně nutná je v současné době oprava střešního pláště, se kterou ve velké míře souvisí vznik dalších poruch a napadení nejen dřevěných prvků v konstrukci krovu. Návrh nové skladby střešního pláště je proveden s ohledem na řešení nevyužívaného podkroví současně se zateplením stávající stropní konstrukce. Po vyřešení problémů souvisejících se zatékáním střešní konstrukcí do objektu byla navržena likvidace biotických činitelů s využitím termosanace a chemické prevence ve formě nátěrů. Poté byla navržena sanace částí poškozených prvků krovu, nebo jejich úplná výměna včetně podmínky statického zajištění při její realizaci. Prvky plné vazby byly po provedení předchozích opatření staticky posouzeny.

Pro zamezení přístupu vlhkosti do objektu byly vyhodnoceny sanační metody a navrženo využití kombinace infuzních vrtů a provětrávané podlahy s nepřímým sanačním opatřením ve formě drenážního systému. Jeho potrubí a nově navržené svislé dešťové svody budou napojeny do akumulární podzemní nádrže umístěné na pozemku v areálu statku. Doplňkovým řešením zvýšené vlhkosti je návrh sanačních omítek.

Při sanačním řešení trhlin je s ohledem na jejich příčinu a následný rozvoj navrženo podchycení stávajících základů injektážními pilíři nebo mikropilotami. V případě pasivních trhlin je sanace řešena s využitím helikální výztuže do předem připravených drážek a vrtů ve smíšeném nebo cihelném zdivu.

Diplomová práce dále obsahuje návrhy dalších opatření s cílem omezení úniků tepla a snížení nákladů na vytápění pomocí částečného zateplení přístavků, stropu sklepních prostor a zateplení stropu 1. NP. Dále byly navrženy sanace vedoucí k prodloužení životnosti, jakými jsou odvětrávání podkroví, sanace venkovních schodišť a ostatních dřevěných prvků v objektu.

V rámci diplomové práce byly navrhovány obvykle aplikované sanační metody s využitím dostupných materiálových řešení. Při jejich výběru bylo přihlédnuto ke stavu objektu a k možnosti realizace v rámci řešeného objektu.

## Zdroje

- [1] Blevice (Obec). *Mapy.cz* [online]. [cit. 2021-10-20]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.2372734&y=50.2102880&z=18&base=ophoto&q=blevice&source=muni&id=3665&ds=2>
- [2] Geovědní mapy 1:50 000. *Česká geologická služba – sekce mapy* [online]. [cit. 2021-10-20]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [3] ČSN P 73 0610. *Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení*, Praha: ČSN, listopad 2000.
- [4] Zasolení zdiva – vliv vodorozpustných solí na zdivo a omítky. *Drymat.cz* [online]. [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <https://www.drymatsysteme.cz/blog/zasoleni-zdiva-vliv-vodorozpustnych-soli-na-zdivo-a-omitky>
- [5] WASSERBAUER, Richard. *Biologické znehodnocení staveb*. Praha: ARCH, 2000. ISBN 80-861-6530-2.
- [6] Atlas škůdců. *Desinsekta* [online]. [cit. 2021-11-25]. Dostupné z: <https://www.desinsekta.cz/cs/atlas-kdc/atlas-kdc>
- [7] REINPRECHT, Ladislav a Jozef ŠTEFKO. *Dřevěné stropy a krovny: typy, poruchy, průzkumy a rekonstrukce*. Praha: ARCH, 2000. ISBN 80-861-6529-9.
- [8] SAMSON, Robert A. *Food and indoor fungi*. Utrecht: CBS-KNAW, c2010. CBS laboratory manual series. ISBN 978-90-70351-82-3.
- [9] KOLEKTIV AUTORŮ. *Miniatlas mikroorganismů*. [online]. Praha: FPBT VŠCHT, PŘF UK, Brno: PŘF MU [cit. 2021-11-25]. Dostupné z: <https://old.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/ostatni/miniatlas/mikr.htm>



- [10] OSTRÝ, Vladimír. Kapitola 4 – Významné rody plísní v potravinách a pokrmeh. *Kurs 7 – plísně v potravinách* [online]. [cit. 2021-11-25]. Dostupné z: [http://www.khshk.cz/e-learning/kurs7/kapitola\\_4\\_\\_vznamn\\_rody\\_plsn\\_v\\_potravinch\\_\\_a\\_pokrmeh\\_2.html](http://www.khshk.cz/e-learning/kurs7/kapitola_4__vznamn_rody_plsn_v_potravinch__a_pokrmeh_2.html)
- [11] Likvidace dřevokazného hmyzu. *Termosanace* [online]. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <http://www.thermosanace.cz/likvidace-drevokazneho-hmyzu/>
- [12] VINAŘ, Jan. *Historické krovy: typologie, průzkum, opravy*. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3038-7.
- [13] SOUKUP, František. *Posouzení jakosti dřevěných konstrukcí krovu a podlahy podia v objektu Sokolovny Černovice. Doporučení oprav, mechanické sanace, cílené konstrukční a chemické ochrany dřeva*. [online]. Únice, 2018 [cit. 2021-11-25]. Dostupné z: [https://www.mestocernovice.cz/e\\_download.php?file=data/editor/457cs\\_2.pdf&original=Posudek%20d%C5%99ev.kc%C3%AD.pdf](https://www.mestocernovice.cz/e_download.php?file=data/editor/457cs_2.pdf&original=Posudek%20d%C5%99ev.kc%C3%AD.pdf). Posudek dřevěných konstrukcí.
- [14] 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.
- [15] ČSN EN 1995-1-1. *Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*, Praha: ČSN, prosinec 2006.
- [16] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*, Praha: ČSN, březen 2004.
- [17] ČSN EN 1991-1-3. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*, Praha: ČSN, červen 2005.

- [18] ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*, Praha: ÚNMZ, listopad 2020.
- [19] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*, Praha: ČSN, březen 2004.
- [20] Základní způsoby sanací vlhkých staveb. Realsan [online]. [cit. 2021-12-20]. Dostupné z: <https://realsan.cz/poradna/clanky/nefunkcni-hydroizolace/zakladni-zpusoby-sanaci-vlhkych-staveb>
- [21] *Pracovní postup Cemix: Sanační omítkové systémy na vlhké zdivo: s platností od 1.9.2019* [online]. LB Cemix s.r.o., 2019 [cit. 2021-12-20]. Dostupné z: [https://www.cemix.cz/data/files/pp\\_sanacni\\_omitkove\\_systemy\\_na\\_vlhke\\_zdivo.pdf](https://www.cemix.cz/data/files/pp_sanacni_omitkove_systemy_na_vlhke_zdivo.pdf)
- [22] Spirál systém. *Sanax chemical construction s.r.o. Specialista na stavební chemii.* [online]. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.sanax.cz/technicke-informace/spiral-system>
- [23] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*, Praha: ÚNMZ, říjen 2011.
- [24] Oprava venkovního schodiště pomocí BOTAMENT. *Besta Zápy s.r.o.* [online]. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.besta.cz/oprava-venkovniho-schodiste-pomoci-botament/>
- [25] Vložkování komínů. *Kamnarina* [online]. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://kamnarina.cz/content/15-navod-na-vlozkovani-kominu>

## Ostatní zdroje:

Archiv a kroniky obce Blevice

## **Použitý software:**

AutoCad 2021 – studentská verze

Microsoft Office 365 – studentská verze

Scia Engineer 20.0 – studentská verze

Teplo 2017 EDU – studentská verze

PTC Mathcad Prime 5.0.0.0

## Seznam obrázků

<b>Obr. 1</b> – Letecký snímek části obce Blevice s vyznačeným objektem s č.p. 10 [1] - 12 -	
<b>Obr. 2</b> – Půdorysné schéma 1.PP ..... - 13 -	
<b>Obr. 3</b> – Půdorysné schéma 1.NP ..... - 13 -	
<b>Obr. 4</b> – Severozápadní pohled na řešený objekt z přilehlé komunikace ..... - 14 -	
<b>Obr. 5</b> – Jižní pohled na řešený objekt z areálu statku ..... - 14 -	
<b>Obr. 6</b> – Východní pohled na řešený objekt z areálu statku..... - 15 -	
<b>Obr. 7</b> – Severní pohled na řešený objekt z areálu statku..... - 15 -	
<b>Obr. 8</b> – Dobová fotografie z areálu statku v Blevicích získaná z archivu obce..... - 16 -	
<b>Obr. 9</b> – Kamenný útvar (vlevo) umístěný ve sklepě pod bytem č. 3 ..... - 17 -	
<b>Obr. 10</b> – Cihly v okolí objektu s vyraženými kolky symbolů písmen J. H..... - 17 -	
<b>Obr. 11</b> – Geologická mapa s vyznačením okolí řešeného objektu [2]..... - 18 -	
<b>Obr. 12</b> – Obnažené smíšené zdivo východní fasády objektu ..... - 19 -	
<b>Obr. 13</b> – Valená klenba do nosných zdí ve sklepním prostoru..... - 20 -	
<b>Obr. 14</b> – Valená klenba do ocelových nosníků ve sklepním prostoru..... - 20 -	
<b>Obr. 15</b> – Stropní konstrukce sklepu jižního přístavku tvořená PZD panely..... - 20 -	
<b>Obr. 16</b> – Pohled na stropní konstrukci v dětském pokoji v bytě č. 2 ..... - 21 -	
<b>Obr. 17</b> – Venkovní schodiště sloužící pro vstup do bytu č. 1 ..... - 22 -	
<b>Obr. 18</b> – Pohled na část dřevěného schodiště sloužícího pro vstup do podkroví- 22 -	
<b>Obr. 19</b> – Pohled do půdního prostoru a na schodišťové stěny ..... - 23 -	
<b>Obr. 20</b> – Spodní kleštiny spínající šikmý sloupek a krokev v plné vazbě..... - 23 -	
<b>Obr. 21</b> – Prodloužení pozednice pomocí dvojitého rovného plátu..... - 24 -	
<b>Obr. 22</b> – Ukotvení pozednice k vaznému trámu pomocí pásové kotvy ..... - 24 -	
<b>Obr. 23</b> – Valba hlavní části krovu na severní straně budovy..... - 25 -	
<b>Obr. 24</b> – Osedlání nárožní krokve na vaznici podepřenou svislými sloupky..... - 25 -	
<b>Obr. 25</b> – Část rozebrané podlahy v půdním prostoru ..... - 26 -	
<b>Obr. 26</b> – Výplň otvoru tvořená dřevěným rámem s pletivem..... - 26 -	
<b>Obr. 27</b> – Špaletové okno v obývacím pokoji bytu č. 3..... - 27 -	
<b>Obr. 28</b> – Pohled na část západní fasády se zdobnými plastickými prvky..... - 28 -	
<b>Obr. 29</b> – Obnažené povrchy stěn ve sklepech do výšky parapetu cca 800 mm.... - 29 -	
<b>Obr. 30</b> – Degradace obvodové konstrukce vlivem zvýšené vlhkosti..... - 30 -	

<b>Obr. 31</b> – Pohled na trhlinu (červeně zvýrazněna) v dětském pokoji v bytě č. 2 ..	31 -
<b>Obr. 32</b> – Pohled na trhlinu v obývacím pokoji bytu č. 2.....	32 -
<b>Obr. 33</b> – Poškození stěn trhlinami v koupelně bytu č. 3 .....	32 -
<b>Obr. 34</b> – Trhlina kopírující linii napojení jižního přístavku na hlavní objekt .....	33 -
<b>Obr. 35</b> – Zatékání střešní konstrukcí vlivem absence oplechování komína.....	33 -
<b>Obr. 36</b> – Poškození dřevěných trámů v prostoru schodiště ve sklepě.....	34 -
<b>Obr. 37</b> – Dřevěný trám podpírající konstrukci podlahy napadený červotočem ..	34 -
<b>Obr. 38</b> – Místo napadené dřevokaznou houbou.....	35 -
<b>Obr. 39</b> – Ocelové nosníky podléhající korozi vlivem zatékání střešní konstrukcí a vlhkosti vzduchu .....	35 -
<b>Obr. 40</b> – Poškozená omítka v ložnici bytu č. 3 vlivem zatékání střešním pláštěm-	36 -
<b>Obr. 41</b> – Poškození schodiště u vstupu do bytu č. 2 .....	36 -
<b>Obr. 42</b> – Prohnilá část vazného trámu v místě středové podpory.....	37 -
<b>Obr. 43</b> – Poškození tesařského spoje vlivem působení biologických činitelů.....	38 -
<b>Obr. 44</b> – Poškození vazného trámu v místě začepování šikmého sloupku vlivem zatékání a působení dřevokazného hmyzu .....	38 -
<b>Obr. 45</b> – Odpadávání povrchových vrstev průřezu vazného trámu.....	38 -
<b>Obr. 46</b> – Degradace dřevěných prvků vlivem zatékání .....	39 -
<b>Obr. 47</b> – Dřevěné prvky napadené hnilobou vlivem zatékání.....	39 -
<b>Obr. 48</b> – Rozevírání tesařského spoje v místě napojení krokví .....	40 -
<b>Obr. 49</b> – Výsušné trhliny v šikmém sloupku a vazném trámu.....	40 -
<b>Obr. 50</b> – Vyboulená podlaha v půdním prostoru .....	41 -
<b>Obr. 51</b> – Napadení dřevěného rámu okna suterénu dřevokazným hmyzem .....	42 -
<b>Obr. 52</b> – Znamky výskytu plísní na skleněné výplni okenního otvoru.....	42 -
<b>Obr. 53</b> – Degradace plastického zdobení pod oknem na severní fasádě.....	43 -
<b>Obr. 54</b> – Degradace fasádní omítky nad dveřmi do sklepního prostoru.....	43 -
<b>Obr. 55</b> – Degradace cihelného zdiva schodišťové stěny u severního přístavku... -	44 -
<b>Obr. 56</b> – Absence drenáže v soklové části objektu .....	44 -
<b>Obr. 57</b> – Poškozený okapový žlab v místě úžlabí střechy.....	45 -
<b>Obr. 58</b> – Výskyt řas na zdivu v suterénu.....	45 -
<b>Obr. 59</b> – Vlhkostní mapy na klenbě ve sklepním prostoru.....	46 -
<b>Obr. 60</b> – Výskyt plísní v rohu místnosti (v místě tepelného mostu) .....	46 -

<b>Obr. 61</b> – Schéma podkroví s vyznačenými body měření odporovým vlhkoměrem .....	- 48 -
<b>Obr. 62</b> – Připravené vzorky pro laboratorní stanovení vlhkosti.....	- 49 -
<b>Obr. 63</b> – Schéma 1.PP s vyznačeným odběrem vzorků pro stanovení vlhkosti a salinity .....	- 49 -
<b>Obr. 64</b> – Schéma 1.NP s vyznačeným odběrem vzorků pro stanovení vlhkosti a salinity .....	- 50 -
<b>Obr. 65</b> – Obnažená vrstva jílové hydroizolace ve sklepě v místnosti č. 010 .....	- 51 -
<b>Obr. 66</b> – Označené místo odběru vzorku V3 na východní fasádě.....	- 52 -
<b>Obr. 67</b> – Stupnice pH společnosti Merck použitá pro kolorimetrický odhad .....	- 54 -
<b>Obr. 68</b> – Laboratorní stanovení salinity pomocí kvalitativní analýzy.....	- 55 -
<b>Obr. 69</b> – Laboratorní stanovení salinity pomocí fotometru UV – VIS Spectroquant Pharo 300 .....	- 55 -
<b>Obr. 70</b> – Místo odběru vzorku V9 s předpokládanou přítomností soli .....	- 57 -
<b>Obr. 71</b> – Použití stěrové metody pro přenos plísně do laboratorního prostředí. -	59 -
<b>Obr. 72</b> – Schéma 1.NP s vyznačeným místem odběru vzorků plísni .....	- 60 -
<b>Obr. 73</b> – Petriho miska s narostlým vzorkem plísně .....	- 60 -
<b>Obr. 74</b> – Schéma podkroví s vyznačenými oblastmi odběru vzorků pro stanovení působení biotických činitelů .....	- 61 -
<b>Obr. 75</b> – Místo odběru vzorku A v podkroví.....	- 61 -
<b>Obr. 76</b> – Bílá vlákna signalizující výskyt dřevokazných hub .....	- 62 -
<b>Obr. 77</b> – Místo odběru vzorku B v podkroví.....	- 62 -
<b>Obr. 78</b> – Místo odběru vzorku C v podkroví.....	- 63 -
<b>Obr. 79</b> – Vývoj růstu plísni odebraného vzorku A ve sladidlovém agaru po 14 dnech v laboratorním termostatu .....	- 63 -
<b>Obr. 80</b> – Plíseň <i>Alternaria</i> sp. identifikovaná v odebraném vzorku C.....	- 64 -
<b>Obr. 81</b> – Plíseň <i>Cladosporium</i> sp. identifikovaná v odebraném vzorku B.....	- 65 -
<b>Obr. 82</b> – Plíseň <i>Mucor</i> sp. (označená) identifikovaná ve vzorku A .....	- 65 -
<b>Obr. 83</b> – Rychle rostoucí šedé kolonie plísně <i>Mucor</i> sp. v Petriho misce se vzorkem A.....	- 66 -
<b>Obr. 84</b> – Plíseň <i>Penicilium</i> sp. identifikovaná ve vzorku B2 .....	- 66 -

<b>Obr. 85</b> – Napadení dřevěného trámu provizorní konstrukce podlahy červotočem .....	- 67 -
<b>Obr. 86</b> – Napadení dřevěného rámu okna suterénu červotočem .....	- 67 -
<b>Obr. 87</b> – Úplný rozpad dřevní struktury značící výskyt tesaříka krovového .....	- 68 -
<b>Obr. 88</b> – Napadení vazného trámu dřevokaznými činiteli .....	- 68 -
<b>Obr. 89</b> – Nově navržená skladba střešního pláště .....	- 72 -
<b>Obr. 90</b> – Schéma rozmístění nově navržených dešťových svodů (DS).....	- 74 -
<b>Obr. 91</b> – Schéma protézování středové vaznice.....	- 77 -
<b>Obr. 92</b> – Schéma protézování vazného trámu vazby V3.....	- 78 -
<b>Obr. 93</b> – Sanace svislého sloupku s využitím rovného plátovaného spoje [7].....	- 78 -
<b>Obr. 94</b> – Typická plná vazba ležaté stolice krovu řešeného objektu.....	- 80 -
<b>Obr. 95</b> – Vizualizace prostorového modelu krovu .....	- 80 -
<b>Obr. 96</b> – Schéma sanace zvýšené vlhkosti s využitím podlahy s provětrávanou mezerou z nopové fólie.....	- 85 -
<b>Obr. 97</b> – Schéma sanace zvýšené vlhkosti s využitím podlahy s provětrávanou mezerou z plastových tvarovek.....	- 86 -
<b>Obr. 98</b> – Pohled na sanovanou stěnu v obývacím pokoji bytu č. 2 a její půdorysné schéma .....	- 90 -
<b>Obr. 99</b> – Pohled na sanovanou stěnu v dětském pokoji bytu č. 2 .....	- 91 -
<b>Obr. 100</b> – Půdorysné schéma sanované stěny v dětském pokoji bytu č. 2.....	- 92 -
<b>Obr. 101</b> – Původní skladba stropní konstrukce 1. PP.....	- 94 -
<b>Obr. 102</b> – Zateplení stropní konstrukce 1. PP – varianta 1 .....	- 94 -
<b>Obr. 103</b> – Zateplení stropní konstrukce 1. PP – varianta 2 .....	- 95 -
<b>Obr. 104</b> – Zateplení stropní konstrukce 1. NP – varianta 1.....	- 97 -
<b>Obr. 105</b> – Zateplení stropní konstrukce 1. NP – varianta 2.....	- 98 -
<b>Obr. 106</b> – Zateplení stropní konstrukce 1. NP – varianta 3.....	- 98 -
<b>Obr. 107</b> – Schéma osazení přívodního potrubí .....	- 99 -

## Seznam tabulek

<b>Tab. 1</b> – Interiérové a exteriérové podmínky při měření a odběru vzorků .....	- 47 -
<b>Tab. 2</b> – Naměřené hodnoty vlhkosti odporovým vlhkoměrem.....	- 48 -
<b>Tab. 3</b> – Klasifikace stupňů vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610 [3] .....	- 50 -
<b>Tab. 4</b> – Naměřené a dopočtené hodnoty vlhkosti materiálu.....	- 51 -
<b>Tab. 5</b> – Klasifikační stupnice hodnoty pH .....	- 54 -
<b>Tab. 6</b> – Kolorimetricky stanovené hodnoty pH .....	- 54 -
<b>Tab. 7</b> – Klasifikace salinity zdiva dle ČSN P 73 0610 [3].....	- 56 -
<b>Tab. 8</b> – Výsledky laboratorního stanovení salinity kolorimetrickou a fotometrickou metodou.....	- 56 -



## **Seznam příloh**

### **Příloha A – Zjednodušená výkresová dokumentace**

- A.1 Stávající stav objektu
- A.2 Stávající stav objektu se zakreslením poruch
- A.3 Nový stav objektu

### **Příloha B – Statické posouzení konstrukce krovu**

### **Příloha C – Tepelně technické posudky**

### **Příloha D – Technické listy (na přiloženém CD)**