

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**NÁVRH REKONSTRUKCE ZÁMKU V PETROVICÍCH U MILIČÍNA**

**2016**

**BERANOVÁ MICHAELA**

### **Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Návrh rekonstrukce zámku v Petrovicích u Miličína vypracovala samostatně. Veškeré podklady, ze kterých jsem čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne.....

Podpis.





ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební



Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE


Příjmení: <u>Beranová</u>	Jméno: <u>Michaela</u>	Osobní číslo: <u>380746</u>
Zadávatel: <u>k124</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>Budovy a prostředí</u>		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Průzkum a návrh rekonstrukce zámku Petrovice u Miličína</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Structural analysis and reconstruction proposal of Petrovice by Miličín palace</u>	
Pokyny pro vypracování: Vypracujte zjednodušený stavebně technický průzkum objektu, proveďte hodnocení stavebně technického stavu jednotlivých konstrukcí, analýzu příčin poruch, vypracujte rámcový návrh nutných sanačních opatření a zpracujte zjednodušenou výkresovou dokumentaci.	
Seznam doporučené literatury: 1. Witzany, J. a kol: Sanace a rekonstrukce zděných budov I, Stavební informace, Praha 2005 2. Witzany, J. a kol: Sanace a rekonstrukce zděných budov – ochrana proti vlhkosti a radonu, Stavební informace, Praha 2006 3. Witzany, J. a kol: Rekonstrukce, poruchy a sanace betonových konstrukcí, Stavební informace, Praha 2004 4. Witzany, J., Čejka, T., Zigler, R.: Zděné valené klenbové konstrukce, Stavební ročenka 2006, Bratislava 2005 5. Witzany, J., Čejka, T., Zigler, R.: Stanovení zbytkové únosnosti existujících zděných konstrukcí, Stavební obzor 2008, roč. 17, č. 9, Praha 2008 6. Witzany, J., Čejka, T.: Výzkum fyzikálně mechanických vlastností porézních zdících prvků, Stavební obzor 2008, roč. 17, č. 10, Praha 2008	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Radek Zigler, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>13. 10. 2016</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>8. 1. 2017</u>
 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“.*

<u>13. 10. 2016</u> Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)
--	---

### **Poděkování:**

Ráda bych tímto poděkovala Ing. Radku Ziglerovi, Ph.D. za poskytnutý čas a odborné konzultace, za podnětné rady a návrhy při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat paní Ivaně Loušové za konzultace a možnost provedení laboratorních měření a starostovi obce Miličín panu Jiřímu Zíkovi za ochotu a umožnění přístupu do zámku.

## **Abstrakt:**

Náplní diplomové práce je stavebně technický průzkum a předběžný návrh rekonstrukce zámku v Petrovicích u Miličina. Práce obsahuje popis konstrukcí, popis poruch, analýzu příčin poruch a popis sanací. Podrobněji se věnuje sanaci vztlínající vlhkosti, dřevěných stropních trámů a krovu.

## **Klíčová slova:**

Porucha

Degradace

Vlhkost

Trhlina

Biologičtí škůdci

Sanace

Dřevěný trámový strop

Krov

## **Abstract:**

The submitted thesis focuses on structural survey and preliminary reconstruction design proposal of the Petrovice by Miličín palace. The thesis contains description of structures, description of failures and analysis of their cause and description of reconstruction interventions. The intervention against rising moisture and the reconstruction of wood ceiling beams and roof structure is described in detail.

## **Key words:**

Fault

Degradation

Dampness

Crack

Biological pest

Wooden beam ceiling

Rafter

## Obsah:

1.	Petrovice u Miličina .....	9
1.1	Lokalizace obce .....	9
1.2	Historie obce .....	9
2.	Zámek v Petrovicích u Miličina .....	11
2.1	Stavební vývoj objektu .....	11
2.2	Popis objektu .....	12
3.	Popis konstrukcí zámku .....	13
3.1	Základové konstrukce .....	13
3.2	Svislé konstrukce .....	13
3.2.1	Dočasná stabilizace svislých konstrukcí .....	13
3.3	Vodorovné konstrukce .....	14
3.3.1	Dočasná stabilizace vodorovných konstrukcí .....	16
3.4	Krov a střecha .....	18
3.5	Schodiště .....	19
3.6	Výplň otvorů .....	21
3.7	Podlahové konstrukce a omítky .....	23
4.	Popis poruch .....	24
4.1	Základové konstrukce .....	24
4.2	Svislé konstrukce .....	24
4.3	Vodorovné konstrukce .....	29
4.4	Krov a střecha .....	33
4.5	Schodiště .....	35
4.6	Výplň otvorů .....	36

4.7	Podlahové konstrukce a omítky .....	36
5.	Analýza příčin poruch .....	37
5.1	Svislé konstrukce .....	37
5.2	Vodorovné konstrukce .....	40
5.3	Schodiště .....	41
5.4	Krov a střecha .....	42
5.5	Výplň otvorů .....	43
6.	Vlhkostní průzkum .....	44
6.1	Měření vlhkosti zdiva .....	44
6.2	Měření salinity zdiva .....	47
6.3	Hniloba dřevěných konstrukcí .....	53
7.	Návrh sanačních opatření .....	55
7.1	Sanace vlhkého zdiva .....	55
7.1.1	<i>Drenážní systém</i> .....	55
7.1.2	<i>Odsolení zdiva</i> .....	56
7.1.3	<i>Vzduchová metoda – systém iglú</i> .....	56
7.1.4	<i>Sanace vztlínající vlhkosti</i> .....	57
7.2	Sanace destrukce zdiva .....	60
7.2.1	<i>Výstavba nového zdiva</i> .....	60
7.2.2	<i>Plombování</i> .....	60
7.3	Sanace trhlin .....	61
7.3.1	<i>Stehování trhlin</i> .....	61
7.3.2	<i>Opláštění výztužnou sítí</i> .....	62
7.3.3	<i>Sepnutí budovy ocelovými táhly</i> .....	62
7.4	Sanace omítek .....	65

7.5	Sanace kleneb .....	65
7.6	Sanace biologické degradace dřevěných konstrukcí.....	67
7.6.1	<i>Sanace dřevěných trámových stropů</i> .....	67
7.6.2	<i>Sanace krovu</i> .....	71
8.	Závěr .....	73
9.	Přílohy .....	75
	Návrh nového stropního trámu z lamelového dřeva v místnosti 2.02 .....	75
	Návrh nového stropního trámu z rostlého dřeva v místnosti 2.05 .....	80
10.	Seznam zdrojů .....	90
11.	Seznam obrázků .....	92



## 1. Obec Petrovice u Miličina

### 1.1 Lokalizace obce

Zámek se nachází ve vesnici Petrovice, která spadá pod obec Miličín. Vesnice je vzdálena cca 30 km jižně od okresního města Benešov a 5 km od obce Miličín. Petrovice je osada, ve které žije asi 102 obyvatel. Stojí zde 30 obyvatelných domů a 1 bytová budova. Do Petrovic jezdí chalupáři z větších měst. V obci je postaveno 12 rekreačních chat.



Obrázek 1 - Vesnice Petrovice u Miličina [7]

### 1.2 Historie obce

Počátky obce nejsou přesně známy, jelikož už v minulosti jméno Petrovice neslo mnoho vesnic. První zmínka o této vesnici byla pravděpodobně z roku 1318, kdy ves vlastnil Václav z Petrovic. Dalšími majiteli Petrovic po 14. století byli Mrakeš st. a Jarek. Dále Petr Mrakeš ml. a jeho syn Jan z Petrovic, o kterých byla poslední zmínka roku 1413. Další písemné zprávy o majitelích jsou dochovány až z 16. století, kdy vesnice připadla rytířskému rodu Votických z Votic, konkrétně bratrům Buriánovi a Janovi. Petrovice tak byly připojeny k městu Votice. Roku 1554, z důvodu zadlužení bratrů, spadl majetek do rukou Kryštofu Skuhravskému ze Skuhrova. Ten však roku 1559 zemřel a

majetek zdělili jeho synové. Ti téhož roku vesnici prodali Hynku Častolárovi z Podolí na Dubu. Po smrti Hynka roku 1571 zdělili majetek synové, kteří statek ihned prodali Janu Malovci z Malovic. Ten Petrovice prodal roku 1586 Elišce z Lobkovic na Nemyšli a Petrovice se tak staly součástí obce Nemyšle. Roku 1615 dostal do vlastnictví Petrovice syn Elišky Friedrich z Talmberka. Následujícím vlastníkem se stal roku 1643 jeho syn František Vilém. Statek Nemyšl se rozrůstal. Patřili do něj vesnice Nemyšl, Petrovice, Mitrovce, Úraz, Úlehle, Dědičky, Záříčí, Sudoměřice, Horní Střítež, Kachlovická Lhota a část Prudic a Hoštic. Roku 1662 koupil ves Petrovice a Nemyšl Mikoláš Franchimont z Frankfeldu, který statek rozšiřoval o další statky Nalžovice, Kňovice a Červený Hrádek na Sedlčansku. Po jeho smrti 1684 zdělil statky Nemyšl, Petrovice, dům v Praze u svatého Štěpána a dům v Táboře mladší z jeho synů Vojtěch, který zde pobýval se svou ženou Terezií Johankou. Ta se po manželově smrti roku 1718 dostala do finančních potíží a sídlo prodala Viktorii Morlové, která statku spravovala do roku 1725 a následně ho prodala Františkovi Leopoldovi Voračickému z Paběnic. Manželé spravovali statek do roku 1745. Poté Petrovice vlastnila jejich dcera Marie Terezie s manželem Rudolfem Janem. Dalšími majiteli statku se stali Ludmila z Malovic (dcera Marie a Rudolfa), po její smrti její poručník Jan Josef Dejm ze Stříže a roku 1774 Alžběta d'Alincourt. Po smrti Alžběty zdělila statek její nevlastní dcera Marie Terezie, která vlastnila zámek do roku 1790, kdy statek prodala Kajetánu rytíři z Briffautu a Slavětína. Kajetán vlastnil Petrovice pouhých 5 let.

V roce 1795 statek koupil Jan Těšovský, rytíř z Trostenburgu a roku 1828 ho získala do svého vlastnictví rodina Hemenegildova z Peche, která měla osm potomků. Josef Karel, jeden z potomků Hemenegildovy rodiny, v roce 1888 odkoupil všechny podíly od svých sourozenců a stal se majitelem celého statku. Jeho syn Karel roku 1911 prodal Petrovice Karlu Bachrachovi, který statek spravoval téměř 30 let. Roku 1943 byl z neznámých důvodů statek zabaven Gestapem. O rok později byl statek vrácen do vlastnictví Karlu Bachrachovi. Roku 1947 mu byl opět odebrán ministerstvem zemědělství, které zde hospodařilo až do konce osmdesátých let. Po roce 1990 byly vráceny pouze pozemky původním majitelům rodině Traplů, avšak stavba zůstala ve vlastnictví obce Miličín. Od této doby nebyl statek využíván a chátrá. [1]

## 2. Zámek Petrovice

### 2.1 Stavební vývoj objektu

První písemná zmínka o Petrovicích je z roku 1318. Další záznamy o vesnici a o panském sídle jsou ze 14. století. Tvrz byla pravděpodobně postavena ve 14. století. Zápisy z roku 1586 ukazují, že sídlo bylo využíváno jako poplužní dvůr. Roku 1662 je poprvé o stavbě psáno jako o „rytířském sídle“. První podoba zámku je známá až z roku 1718, kdy byl zámek tvořen pouze severním křídlem budovy. V přízemí se nacházel sklep, v prvním nadzemním podlaží kuchyň se světnicí a v druhém nadzemním podlaží světnice a komory. Roku 1725 proběhla výstavba do podoby barokního zámku Františkem Leopoldem Voračickým z Paběnic. Přistavěna byla zámecká kaple ve středu objektu a dále jižní křídlo, které se napojilo na hospodářskou budovu. Výstavba objektu probíhala až do roku 1830, kdy měl zámek dnešní půdorysnou podobu. Nejcennější památkou petrovického zámku je místnost věže v druhém nadzemním podlaží, kde se dochovala fresková výmalba a oltářní stěna.

Petrovický zámek byl využíván jako sídlo a hospodářský statek. Od osmdesátých let zámek chátral a došlo až ke zřícení části objektu. Zámek byl v roce 2005 havarijně zajištěn podepřením svislých a vodorovných konstrukcí a sepnutím ocelovým lanem jihozápadní části křídla. Rekonstrukce zříceného severozápadního průčelí a střechy bohužel neproběhla. Jedním z důvodů, proč již nedošlo k rekonstrukci, jsou rozdílní vlastníci stavby a pozemku. Zámek vlastní Obec Miličín. Stavební parcelu, na které objekt stojí, nyní vlastní pan MUDr. Václav Váhala žijící v Austrálii. Snaha obce odkoupit pozemek, na němž budova stojí, je zatím bez úspěchu. Rekonstrukce tak stále není v dohledu. Stavba je v dezolátním stavu a chátrá dál. Zámek je zapsán v seznamu nemovitých kulturních památek. [2]



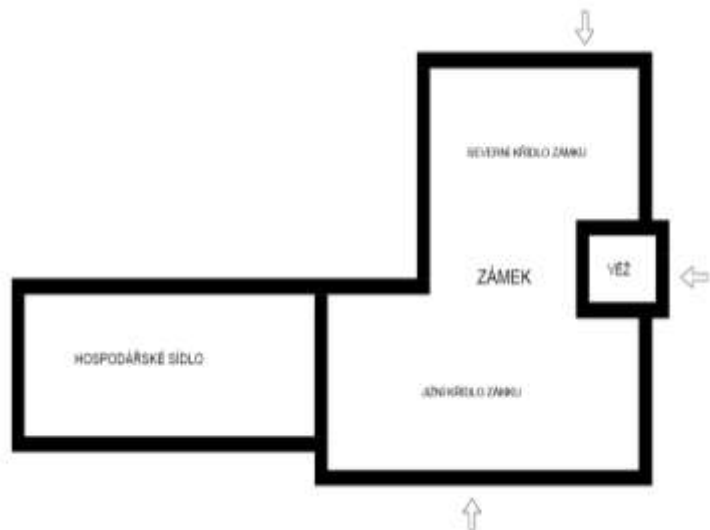
Obrázek 2 – Východní průčelí zámku Petrovice u Miličina

## 2.2 Popis objektu

Zámek je situovaný na severozápadní straně obce Petrovice. Objekt má půdorys ve tvaru L, je dvoupodlažní a částečně podsklepen (*Obrázek 3*). Ve sklepě je vybudována studna, pravděpodobně pro funkci drenážního systému. Budova je součástí hospodářského dvora. Zámek stojí na mírném jižním svahu, kde druhé nadzemní podlaží severního křídla objektu leží v úrovni terénu. Střecha zámku je mansardová. Ve vyčnívající věži je vystavena zámecká kaple, která je zastřešena jehlanovou střechou. Do objektu je možno vstoupit ze tří stran. Ze severní části je vstup řešen přes klenutý kamenný mostek se schodištěm do druhého nadzemního podlaží. Z východu je vstup umožněn přes průchod dlouhou chodbou věže nebo z vedlejší místnosti. Hlavní vstup je situován v jižním křídle z hospodářského dvora. Na západní obvodovou zeď jižního křídla sídla se napojuje přízemní hospodářská budova (*Obrázek 4*). Hospodářské sídlo je zastřešeno sedlovou střechou.



Obrázek 3 - Hospodářský dvůr Petrovice u Miličina



Obrázek 4 - Schéma petrovického zámku

### 3. Popis konstrukcí zámku

#### 3.1 Základové konstrukce

Základové konstrukce jsou pravděpodobně kamenné. Patrně se jedná o kamenivo ortoruly. Vzhledem ke stáří objektu zde nebude provedena ochrana proti vodě. Šířka základových pasů je zřejmě 1,2 m vzhledem k tloušťce obvodových zdí. Základy zámku nelze s přesností určit, neboť nejsou přístupné.

#### 3.2 Svislé konstrukce

Svislé nosné konstrukce jsou postaveny převážně ze smíšeného zdiva, které se skládá z kamene a plných pálených cihel. Tloušťka obvodových stěn je 900 mm. Tloušťky nosných stěn v objektu jsou 500, 800 a 1560 mm. Nosné vnitřní zdivo je převážně cihlové na vápennou maltu.

Příčky jsou v objektu vyžděny z cihel na vápennou maltu. Jejich tloušťky jsou 150, 250 a 350 mm.

##### 3.2.1 Dočasná stabilizace svislých konstrukcí

Svislé konstrukce jsou v některých místech značně poškozeny a z tohoto důvodu jsou zajištěny před zborcením. V prvním nadzemním podlaží jsou mezi svislé konstrukce umístěny dřevěné rozpěry v chodbě 1.13 (*Obrázek 6*) a v prostoru jednoramenného schodiště 1.14. Dřevěné sloupky rozpírají naklánějící se porušené zdivo tak, aby nedošlo k jeho zborcení.

V druhém nadzemním podlaží v místnosti 2.13 je nataženo ocelové lano (*Obrázek 5*), které spíná bortící se svislé konstrukce. Ocelové lano je sepnuto mezi dřevěné sloupky, které jsou umístěny v severní části dveří a protilehlém jižním okenním otvoru.

Na severozápadní části objektu jsou obvodové zdi zapřeny šikmými dřevěnými vzpěrami o průměru 150 – 300 mm. Vzpěry přidržují zdi před rozpadem.



Obrázek 5 – Ocelové spínací lano v místnosti 2.14



Obrázek 6 - dřevěné rozpěry v chodbě 1.13

### 3.3 Vodorovné konstrukce

V zámku se vyskytují 3 typy vodorovných konstrukcí valená klenba, necková klenba uložena do traverz a dřevěný trámový strop.

V prvním nadzemním podlaží jsou vodorovné konstrukce tvořeny převážně klenbou valenou s význačnými výsečemi (*Obrázek 7*). Klenby jsou vyzděny z plných pálených cihel a jejich rozpon je různý v závislosti na rozměrech místností. Valená klenba, která je postavena z kamene, se nachází v hospodářském sídle v místnosti 1.19. Jedná se zřejmě o nejstarší místnost v celém objektu.

V prvním nadzemním podlaží v místnostech 1.16, 1.17 a 1.18 se vyskytuje dřevěný trámový strop. Rozměry dřevěných trámů jsou 150 x 300 mm. Délky trámů jsou dány rozměry místností a jsou uloženy v kapsách zdiva v příčném i podélném směru v obvodové a vnitřní nosné zdi. Osová vzdálenost mezi jednotlivými trámy je přibližně 800 mm. Podbití je tvořeno latěmi, rákosem a omítkou.

Vodorovná konstrukce tvořena 5 poli neckovými cihlovými klenbami se nachází v místnosti 1.01. Cihlové klenby jsou uloženy do traverz z ocelových I-nosníků o délce 6500 mm. Osová vzdálenost I-nosníků je 1730 mm.

V celém druhém nadzemním podlaží se nachází dřevěná stropní konstrukce (*Obrázek 8*). Rozměry trámů jsou 150 x 300 mm. Délky trámů jsou dané dle rozměru místností. Dřevěné trámy jsou uloženy v příčném i v podélném směru do kapes obvodové a vnitřní nosné zdi. Podbití je tvořeno latěmi, rákosem a omítkou.

## Popis konstrukcí zámku

Vodorovná konstrukce vyčnívající věže zámku je tvořena cihlovou klenbou. Klenba má kupolovitý tvar s vybíhajícími pásy do čtyř stran. Ve středu klenby je otvor v průměru 300 x 300 mm zřejmě za účelem větrání.

Místnost	Typ vodorovné konstrukce	Rozpon
1.01	Necková cihlová klenba do travverz	6300mm
1.02	-----	
1.03	-----	
1.04	Valená cihlová klenba	4200mm
1.05	Valená cihlová klenba	4900mm
1.06	Valená cihlová klenba	4000mm
1.07	Valená cihlová klenba	4200mm
1.08	Valená cihlová klenba	4200mm
1.09	Valená cihlová klenba	4200mm
1.10	Valená cihlová klenba	3300mm
1.11	Valená cihlová klenba	3300mm
1.12	Valená cihlová klenba	4150mm
1.13	Valená cihlová klenba	2000mm
1.14	-----	
1.15	-----	
1.16	Dřevěný trámový strop	3600mm
1.17	Dřevěný trámový strop	2900mm
1.18	Dřevěný trámový strop	4900mm
1.19	Valená kamenná klenba	4780mm

**Tabulka 1 - Vodorovné konstrukce 1NP**

Místnost	Typ vodorovné konstrukce	Rozpon
2.01	Dřevěný trámový strop	6300mm
2.02	Dřevěný trámový strop	7860mm
2.03	Dřevěný trámový strop	4000mm
2.04	Valená cihlová klenba	4800mm
2.05	Dřevěný trámový strop	4460mm
2.06	Dřevěný trámový strop	3590mm
2.07	Dřevěný trámový strop	3590mm
2.08	Dřevěný trámový strop	3800mm
2.09	Dřevěný trámový strop	4350mm
2.10	Dřevěný trámový strop	4150mm
2.11	Dřevěný trámový strop	4150mm
2.12	-----	
2.13	Dřevěný trámový strop	5300mm
2.14	-----	
2.15	-----	

**Tabulka 2 - Vodorovné konstrukce 2NP**



Obrázek 7 – Valená klenba s výsečemi v místnosti 1.04



Obrázek 8 - Dřevěný trámový strop

### 3.3.1 Dočasná stabilizace vodorovných konstrukcí

Stabilizace vodorovných konstrukcí je provedena pomocí dřevěných sloupků. Ty slouží jako podpěra porušených stropních konstrukcí, aby nedošlo k jejich celkovému propadu. Do objektu byly zabudovány v letech 2005 – 2009. Podpěry jsou dřevěné o průměrech 150 – 300 mm. V prvním nadzemním podlaží se vyskytují v místnostech:

- 1.01, kde jsou rozmístěny ve 4 řadách po 5 sloupech, mezi kterými je umístěna doplňující 1 řadě po 3 sloupech
- 1.05 stojí podpěry ve 2 řadách. V jedné jsou umístěny po 3 a ve druhé řadě po 2 sloupech
- 1.06 jsou postaveny 4 podpěry v jedné řadě, které doplňuje 1 podpěra v řadě druhé
- 1.07 je podepřena 7 sloupy v místě propadlého stropu a další 2 sloupy podpírající otvor oken
- 1.13 jsou umístěny 2 sloupy podpírající klenbu

V druhém nadzemním podlaží se vyskytují v místnostech:

- 2.01, kde jsou podpěry rozmístěny ve 3 řadách po 8 sloupech
- 2.02 jsou podpěry postaveny po 8 sloupech ve 4 řadách (Obrázek 9)
- 2.03 jsou sloupy rozestavěny po 4 ve 3 řadách.
- 2.08 je podepřena 4 sloupy, které jsou umístěny pod 2 propady ve stropní konstrukci
- 2.09 je vodorovná konstrukce zajištěna v místě propadu 5 podpěrami, které jsou umístěny ve 2 řadách po 3 a po 2 sloupech



- 2.10, kde je stropní konstrukce opět porušena propadem je podepřena 7 sloupy, které stojí ve 3 řadách po 3, 1 a 3 sloupech (*Obrázek 10*)
- 2.14 je postaveno 6 sloupů. Z toho 2 sloupy podpírají část porušené vodorovné konstrukce, 2 sloupy rozpírají jižní okenní otvor a 2 sloupy podpírají protilehlé dveře.

Stabilizace místa zříceného obvodového zdiva D1 je zajištěna 3 sloupy, které jsou umístěny v severní obvodové konstrukci jižního křídla. Sloupy vybíhají skrz dvě patra z prvního nadzemního podlaží až po vazné trámy objektu. V prvním nadzemním podlaží se jedná o místnost 1.18 a v druhém nadzemním podlaží místnosti 2.16 a 2.15.



**Obrázek 9 - Podpěry stropní konstrukce v místnosti 2.02**



**Obrázek 10 – Podpěry v místě otvoru 2.10**

### 3.4 Krov a střecha

Střešní konstrukce je tvořena dřevěným dvojúrovňovým krovem typu stojatá stolice a patrová konstrukce hambalkového typu (*Obrázek 11*). Soustava krovu je založena na vazných trámech o rozměrech 400 x 400 mm, ze kterých vystupují sloupky o rozměrech 400 x 300 mm. Na sloupkách jsou uloženy vaznice, které jsou zavětrovány pásky. V severní širší části objektu tvoří plnou vazbu 5 sloupků. V jižní užší části je tvořena plná vazba 3 sloupky (*Obrázek 12*). Druhá úroveň krovu je složena z přesahujících hambálek, které jsou položeny kolmo na vaznice. Hambálky jsou zakončeny mansardovou římsou. Plná vazba, tvořena pozednicí, vazným trámem, sloupky a hambálem, je přibližně každá šestá. Mansardová střecha je pokladena dvojitou bobrovkovou krytinou (*Obrázek 13*).

Typ krovu vystupující zděné věže je pravděpodobně jednoduchý vaznicový. Střecha je jehlanová a je pokryta z tašek bobrovek.

Střecha západního hospodářského křídla je téměř zcela zřícena. Ze stávající zbylé střešní konstrukce je možno odhadnout, že systém krovu je zřejmě sedlový vaznicový (*Obrázek 14*). Z dřevěných vazných trámů, které byly uloženy do kapes zdiva, vystupovaly sloupky. Hřebenová vaznice byla uložena na sloupky, jež byly zavětrovány pásky. Zbylá střešní krytina je tvořena taškou z bobrovek.



Obrázek 11 - Střešní konstrukce severního vnitřního průčelí



Obrázek 12 - Krov jižní části zámku



Obrázek 13 – Mansardová střecha zámku



Obrázek 14 - Střešní konstrukce hospodářského sídla

### 3.5 Schodiště

V zámku se nachází 4 typy schodiště. Na severní straně zámku je vybudován kamenný mostek, kterým se vstupuje do druhého podlaží objektu. Mostek je jednoobloukový s 8 kamennými schodišťovými stupni. Výška stupně je 140 mm a šířka stupně je 250 mm. Mostek o šířce 2700 mm je jižně opírá o pilíře, které jsou vyzděny z obvodové zdi (Obrázek 15).

Jednoramenné točité schodiště vede z místnosti 1.04 v prvním podlaží do sklepa. Schodiště se nachází se v jihozápadním rohu této místnosti a je ohraničeno cihlovou zídkou. Rameno má šířku 1200 mm. Schodišťové stupně šířky 200 mm a výšky 150 mm jsou cihlové (Obrázek 16).

Vnitřní jednoramenné schodiště 1.14 jižního křídla severní části zámku vede z prvního nadzemního podlaží do druhého nadzemního podlaží do míst zříceného zdiva. Dřevěné schodiště má stupně o výšce 180 mm a šířce 280 mm. Šířka schodišťového ramene je 1730 mm. Schodišťový prostor je nezastropen (Obrázek 17).

Dvouramenné točité schodiště 2.06 v druhém podlaží stoupá do půdního prostoru. Je tvořeno 24 dřevěných schodišťových stupňů, jejichž výška je 180 mm a šířka je 260 mm. Šířka schodišťových ramen se zužuje stoupající výškou. V druhém nadzemním podlaží je šířka ramene 1240 mm a šířka ramene v půdním prostoru se zužila na 870 mm (Obrázek 18).



Obrázek 15 - Mostek s venkovním schodištěm na severním průčelí



Obrázek 16 – Schodiště do sklepa



Obrázek 17 - Vnitřní jednoramenné schodiště 1.14



Obrázek 18 - Točité dřevěné schodiště 2.06

### 3.6 Výplň otvorů

V objektu se nachází 3 vstupy. Hlavní vstup je situován v jižním křídle zámku, který je tvořen dvoukřídlými dřevěnými dveřmi o rozměru 1500 mm. Do severního křídla budovy druhého nadzemního podlaží se vstupuje přes kamenný mostek. Zde jsou umístěny dvoukřídlé dřevěné dveře o rozměru 1200 mm. Ve východním průčelí objektu se nachází dřevěné vstupní dveře s klenutým nárožím a obdélníkovým nadsvětlíkem. (*Obrázek 19*).

V přiléhajícím hospodářském křídle v levé části jižní strany 1.20 jsou osazena velká vrata o rozměru 3000 mm a v pravé části se nacházejí vstupní dřevěné dveře se segmentovým záklenkem do místnosti 1.19.

Vnitřní dveře objektu jsou dřevěné, převážně dvoukřídlé se dřevěnými zárubněmi (*Obrázek 21*). Z chodby 1.13 do zříčené místnosti 1.15 jsou zabudovány klenuté dvoukřídlé dveře s obloukovým nadsvětlíkem. Z chodby 2.11 do místnosti 2.10 jsou osazeny jednokřídlé dveře taktéž s obloukovým nadsvětlíkem (*Obrázek 20*). V prvním podlaží je místnost 1.06 rozdělena vraty, které jsou tvořeny latěmi.

Okna v celém objektu jsou převážně šestitabulková, dvojitá - otvíravá ven i dovnitř (*Obrázek 22*). Rámy jsou dřevěné. Okenní otvory mají segmentové záklenky. Podezdívka a nadezdívka, ke které docházelo při úpravě oken, je cihlová.

Okna, která se nacházejí v bočních zdech věže zámku, jsou půlkruhového tvaru. Okna mají oblé záklenky a jejich rámy jsou dřevěné.

V objektu se nacházejí niky s různými funkcemi. V chodbě 1.13 je umístěn ve východní zdi výklenek pro elektrický rozvaděč. V druhém nadzemním podlaží se vyskytuje v rozích místností 2.01, 2.02, 2.09, 2.10, 2.14 obloukové niky, kde byla umístěna kamna. Ve východním průčelí v horní části věže jsou 3 kruhové otvory, které zřejmě slouží k provětrání místnosti. V prvním nadzemním podlaží v místnosti 1.04 a v druhém nadzemním podlaží v místnosti 2.02 se vyskytují otvory zazděné cihlami.



Obrázek 19 - Východní strana zámku se dvěma vstupními otvory



Obrázek 20 - Jednokřídlé dveře s obloukovým nadsvětlíkem v chodbě 2.11



Obrázek 21 - Vnitřní dvoukřídlé dřevěné dveře



Obrázek 22 - Šestitabulkové okno

### 3.7 Podlahové konstrukce a omítky

V prvním nadzemním podlaží je položena v místnostech 1.04, 1.05 a ve sklepě cihlová podlaha (*Obrázek 28*). Podlaha dusaná hlínou se vyskytuje v místnostech 1.16, 1.17, 1.19 a 1.20. Podlaha tvořena z betonových dlaždic (*Obrázek 26*) se nachází v chodbě 1.12, 1.13 a v místnostech 1.06, 1.07, 1.08 a 1.09. Dřevěná prkenná podlaha je položena ve zbylých místnostech a to jsou 1.10 a 1.11.

V druhém nadzemním podlaží jsou téměř ve všech místnostech poklady dřevěné prkenné podlahy ve směru příčném nebo podélném (*Obrázek 27*). V místnosti 2.02 je dřevěná podlaha tvořena čtvercovými parketami o rozměrech 300 x 300 mm, které jsou kladeny na koso (*Obrázek 25*). Další výjimkou v druhém podlaží je místnost věže 2.04, kde je podlaha tvořena šestiúhelníkovými betonovými dlaždicemi.

Fasáda zámku a přilehlého hospodářského sídla se vyskytuje jen zřídka. Omítky jsou v celém objektu pravděpodobně štukové. Na klenbě věže je částečně zachována fresková výmalba.



Obrázek 23 - Parkety v místnosti 2.02



Obrázek 24 - Betonové dlaždice v chodbě 1.12



Obrázek 25 - Prkenná podlaha v 2NP



Obrázek 26 - Cihlová podlaha ve sklepě

## 4. Popis poruch

### 4.1 Základové konstrukce

Průzkum základových konstrukcí nebyl proveden. Vzhledem ke stáří objektu a vztlínající vlhkosti v prvním nadzemním podlaží, kde se vyskytují na stěnách mapy vlhkosti, je pravděpodobné, že zde není provedeno opatření proti zemní vlhkosti. U základových konstrukcí zámku nelze s přesností určit, v jakém jsou stavu, jelikož nebyla provedena sonda. Nevyskytují se zde viditelné poruchy, které by mohly způsobit poruchy ostatních konstrukcí (např. sedání). Z toho důvodu je možné tvrdit, že základy nejsou významně porušeny.

### 4.2 Svislé konstrukce

Svislé konstrukce jsou ve velké části porušeny trhlinami nebo již zřícením zdi. Vnitřní a venkovní omítky jsou na stávajících svislých konstrukcích značně narušené nebo již chybí. Všechny tyto poruchy jsou znázorněny ve výkresové části (poruchy: půdorys 1NP, půdorys 2NP, řez A, řez B a pohledy J, Z, S, V).

#### *Destrukce zdiva*

Velmi rozsáhlá porucha, kde došlo k destrukci obvodového zdiva D1, se nachází v rohu, který svírá severní obvodové zdi jižního křídla a západní obvodové zdi severního křídla zámku (*Obrázek 27*). V prvním podlaží tak chybí část severní a západní obvodové zdi v místnosti 1.01 a po celé délce v místnostech 1.15 a 1.18. Taktéž je tomu v druhém nadzemním podlaží v místnostech 2.01, 2.14, 2.15 a 2.12.

Další porucha, způsobena rozpadem zdiva D2, se nachází v přílehlé hospodářské části v místnosti 1.20. Destrukce zdiva se rozrůstá směrem od východní k západní části hospodářského sídla, která byla zřejmě využívána jako stáj nebo garáž. Západní štít budovy je zcela zřícen.

Porucha D3, která spočívá v částečné destrukci zdiva západní vnitřní stěny, se nachází v prvním nadzemním podlaží místnosti 1.06.

Destrukce zdiva D4 na obvodové konstrukci se nachází v místech pravého půlobloukového okna věže na východním průčelí zámku. Svislá konstrukce je zde prorostlá vyššími rostlinami a mechem a dochází k opadávání částí smíšeného zdiva a ložných spár.



### *Trhliny*

Svislé konstrukce jsou ve velké míře porušeny převážně tahovými trhlinami. Po celém obvodu zámku je zdivo porušeno vybíhajícími trhlinkami z míst nad okny až po římsu. Některé trhliny jsou povrchové, kde je poškozena pouze omítka. Za závažnější trhliny považujeme ty, které mají větší tloušťku a délku.

Dominantní tahová trhlina Ts1 se vyskytuje na západní obvodové zdi severního křídla zámku. Trhlina vybíhá ze shora římsy, kde má největší tloušťku. V prvním podlaží se její tloušťka zužuje. Obvodová zeď je v tomto místě podepřena dřevěnými vzpěrami (*Obrázek 27*).

Svislé konstrukce, porušené tahovými trhlinami, se nachází zejména v místnostech sousedících s destrukcí obvodového zdiva D1, a to v místnostech:

- 2.01 nachází tahové trhliny Ts2. Na protější straně východního rohu probíhá trhlina Ts3, po celé délce zdi od stropu až po podlahu. Trhliny pravděpodobně pokračují do místnosti 1.01, která se nachází pod místností 2.01. Ale z bezpečnostních důvodů není přístup do místnosti 1.01 umožněn.
- 2.04 ve věži východní části zámku druhého nadzemního podlaží porušují svislé konstrukce dvě tahové trhliny Ts4 a Ts5, které vybíhají svisle dolů z míst klenby až ke svislé konstrukci věže (*Obrázek 31*).
- 2.03, kde se nachází svislé tahové trhliny Ts6 v rohu a Ts7 uprostřed severní vnitřní zdi. Dále symetricky k předešlým trhlinám se na jižní vnitřní stěně nacházejí tahové trhliny Ts9 a Ts10. Poslední trhlina Ts8 v místnosti 2.03 se vyskytuje v místě oblouku vstupního otvoru, který je podepřen dřevěným sloupem.
- 1.14 v otevřeném prostoru schodiště v západní stěně se vyskytuje shluk tahových trhlín Ts22, které znehodnocují stabilitu zdi. Ta je ve spodní části rozepřena a v horní části podepřena dřevěnými vzpěrami z důvodu možného rozpadu zdiva (*Obrázek 28*).
- 2.13 dochází v severovýchodním rohu místnosti k pomalé destrukci stěny. Zeď je ve velké míře porušena shlukem trhlín Ts16 (*Obrázek 29*). Svislá trhlina Ts17 v místnosti se vyskytuje v severní stěně v nadpraží dveří. Průchod těmito dveřmi jde do prázdna, jelikož sousední místnost 2.15 je v ruinách. Další tahové trhliny Ts18 a Ts19 v místnosti se vyskytují v západní obvodové konstrukci. Ts19 je možno vidět pod opadanou omítkou uprostřed zdi a trhlina Ts18 se tvoří v propadu stropní konstrukce a pokračuje směrem dolů k podlaze. V jižních nadokenních záklencích místnosti se nachází trhliny Ts20 a Ts21. Další svislé trhliny ve východní části zdi Ts15 se vyskytují v místech nadpraží dveří a

v místě propadu vodorovné konstrukce, kde trhlina pokračuje směrem dolů po svislé konstrukci.

Další poruchy svislých konstrukcí tahovými trhlinami se nachází v místnostech jižního křídla zámku. Trhliny většinou vybíhají z míst propadů stropních konstrukcí a pokračují směrem dolů k podlaze, dále se tvoří trhliny v místech nadpraží. Jedná se o místnosti:

- 2.10, kde jsou svislé konstrukce porušeny trhlinami Ts13 a Ts14. Trhliny Ts14 se vyskytují v západní zdi. Jedna trhlina, která navazuje na trhlinu vodorovné konstrukce a druhá vytvořena v nadpraží dveří. Trhlina Ts13 porušuje východní svislou konstrukci, která navazuje na trhlinu ve stropní konstrukci (*Obrázek 30*).
- 2.09, kde je západní stěna porušena trhlinou Ts12. Ta pokračuje od trhliny vodorovné konstrukce svisle dolů po západní svislé konstrukci.
- 2.08, kde je porušena východní zeď trhlinou Ts11 vybíhající přibližně 1m od propadu stropní konstrukce.

### *Povrchové poruchy*

V celém objektu je ve velké míře opadaná omítka, pod kterou je možno vidět zdivo smíšené, kamenné nebo cihlové. Mapy na zdivu od vzlínající vlhkosti se vyskytují zejména v prvním nadzemním podlaží. Zeleně a plísni, kterými je zdivo prorostlé, se nachází v místnostech:

- 1.05 plíseň Z1 vykvétá na jižní stěně místnosti (*Obrázek 33*).
- 1.06 zeleně Z2 se rozrůstá na jižní straně nosné stěny.
- 1.17 se vyskytuje plíseň Z3 na stěně západní a severní
- 1.19 v přilehlém hospodářském sídle prorůstá mech a plísněmi Z4 východní obvodová stěna a zároveň kamenná klenba, která vybíhá ze svislé konstrukce.
- 2.08 v severovýchodním rohu místnosti v propadu stropní konstrukce se na stěně tvoří zeleně Z5 a také je na omítce zdiva vidět zatékající srážková voda.
- 2.13 v druhém podlaží v místnosti se nachází v severozápadním rohu opět v místě propadu stropní konstrukce porost plísní Z6. I zde je na stěně vidět mapa od zatékající srážkové vody.

Obvodové zdivo je prorostlé mech a vyššími rostlinami Z8 na východním a Z7 na západním průčelí zámku (*Obrázek 32*).



Obrázek 27 - Trhlina Ts1 v obvodovém zdivu a destrukce zdiva ve vnitřním průčelí



Obrázek 28 - Trhliny Ts22 v místě schodiště 1.14



Obrázek 29 - Trhliny Ts15 v nadpraží místnosti 2.13



Obrázek 30 - Trhlina Ts13 v místnosti 2.10



Obrázek 31 - Trhlina Ts4 ve věži 2.04



Obrázek 32 - Mech a rostliny prorostlé zdívem



Obrázek 33 - Plíseň a opadaná omítka v místnosti 1.05

### 4.3 Vodorovné konstrukce

Vodorovné konstrukce jsou porušeny trhlinami, částečnými propady nebo již celkovým zřícením stropu.

#### *Celkový propad vodorovné konstrukce*

Ve vnitřním průčelí severozápadní části zámku došlo k destrukci krovu, obvodových stěn i vodorovných konstrukcí. Stropní konstrukce je zcela zřícena v prvním nadzemním podlaží zámku v místnostech 1.15 P1, 1.18 P2 a v druhém nadzemním podlaží v místnostech 2.12 P17, 2.14 a 2.15 P16.

Zhruba polovina plochy vodorovné konstrukce P8 je zřícena v druhém nadzemním podlaží v místnosti 2.05. Zde je strop tvořen dřevěnými trámy. V jižní a severní stěně je možno vidět cihlové kapsy, ve kterých byly trámy uloženy (*Obrázek 37*).

V přílehlém hospodářském sídle je stropní konstrukce zřícena P4 ve velké stáji 1.20. Vodorovná konstrukce zde byla patrně tvořena vaznými trámy krovu.

#### *Propady ve vodorovné konstrukci*

V prvním podlaží v místnosti 1.07 je cihlová valená klenba porušena propadem konstrukce P3 o průměru cca 800 mm (*Obrázek 38*). Vodorovná konstrukce je v těchto místech podepřena 7 dřevěnými sloupky.

Propady stropní konstrukce se vyskytují zejména v druhém nadzemním podlaží v místnostech:

- 2.02 se nachází ve stropní konstrukci 3 propady. Otvory způsobeny propadem stropní konstrukce P5 v severní části místnosti o průměru cca 900 mm a P6 o průměru cca 700 mm. V jihovýchodním rohu místnosti se nachází propad stropní konstrukce P7 trojúhelníkovitého tvaru o délce přepony cca 1200mm.
- 2.08 je stropní konstrukce porušena propadem v severovýchodním rohu P9 o průměru 600 mm a v severovýchodní části P10 obdélníkového tvaru o rozměrech 700 x 350 mm. Oba propadlé otvory jsou podepřeny dřevěnými sloupky.
- 2.09 v jižní části se nachází dva propady vodorovné konstrukce P11 a P12. P11 má průměr cca 1000 mm a je podepřen 5 dřevěnými podpěrami. P12 má průměr cca 600 mm.

- 2.10 je stropní konstrukce porušena v jihovýchodní části propadem P13 o průměru cca 1500 mm. Propadlý Otvor je podepřen 7 dřevěnými sloupky.
- 2.13 se vyskytuje propad P14, jehož rozměr je cca 400 mm. Nachází se v jihovýchodní části místnosti. V severozápadní části rohu této místnosti je vodorovná konstrukce porušena otvorem P15.

### *Průhyb vodorovné konstrukce*

K viditelným průhybům stropní konstrukce tvořené dřevěnými trámy došlo v prvním nadzemním podlaží v místnosti 1.17 a v druhém nadzemním podlaží v místnosti 2.13.

### *Trhliny*

Porušení vodorovných konstrukcí trhlinami se v zámku vyskytuje ve velké míře. Trhliny se nachází především v druhém nadzemním podlaží v místech propadů stropních konstrukcí a v místech uložení stropní konstrukce na konstrukci svislou.

V prvním nadzemním podlaží se trhliny ve stropních konstrukcích vyskytují v místnostech:

- 1.06 je trhlinou Tv1 porušena valená klenba. Trhlina kopíruje oblouk nad vchodem v západní části, která sousedí s ruinou vnitřního průčelí D1.
- 1.07 je trhlinami Tv2 porušena valená klenba ve středu stropní konstrukce.
- 1.13 je trhlinami Tv3 porušena valená klenba s výsečemi. Stropní konstrukce je zde podepřena dřevěnými sloupy.

V druhém nadzemním podlaží se trhliny ve stropních konstrukcích vyskytují v místnostech:

- 2.01 v severní části stropní konstrukci probíhá trhlina Tv2 po celé její délce. Ta pokračuje ve východní části, zhruba 2250 mm od severní stěny, kde končí nad dveřním otvorem. Místnost je havarijně zajištěna dřevěnými sloupky, které podpírají vodorovnou konstrukci.
- 2.03 se symetricky vyskytují trhliny Tv12 v severní části a Tv13 v jižní části stropu. Trhliny směřují od západní strany směrem dovnitř místnosti.
- 2.04 ve věži zámku způsobují poruchu klenby dvě trhliny Tv4 a Tv5 vyběhající symetricky ze severní a jižní části zdiva. (*Obrázek 36*).
- 2.08 se nachází trhlina Tv6 ve vodorovné konstrukci od otvoru P9, která pokračuje k svislé trhlíně Ts13 cca 1700 mm.
- 2.09 se ve vodorovné konstrukci vyskytuje trhlina Tv7, která vede podél jižní strany od otvoru P11 přes otvor P12 a končí ve svislé trhlíně Ts14. Její tloušťka je zhruba 20 mm (*Obrázek 39*).

- 2.10 trhlina Tv8 probíhá taktéž v jižní části vodorovné konstrukce přes délku celé místnosti. (Obrázek 34).
- 2.13 má porušenou stropní konstrukci trhlinami Tv9, Tv10 a Tv11. Trhlina Tv9 v jihovýchodním rohu, probíhá od propadu stropní konstrukce P14 až ke dveřím, umístěné ve východní stěně. Další trhlina Tv10 se nachází na severní straně místnosti převážně v obloukovém záklenku v místě kamen. Třetí a poslední trhlina Tv11 v místnosti obkresluje západní stranu vodorovné konstrukce po celé její délce. Tloušťka trhliny nejbližší propadu P15 má širší tloušťku, s větší vzdáleností se její tloušťka snižuje (Obrázek 35).

### *Povrchové poruchy*

Rozsáhlou povrchovou poruchou na vodorovných konstrukcích v celém objektu je opadaná omítka. V místech chybějící omítky je možno vidět v prvním nadzemním podlaží cihlové klenby a v druhém nadzemním podlaží rákos na dřevěné stropní trámy.



Obrázek 34 - Trhlina Tv8 v místnosti 2.10



Obrázek 35 - Trhlina Tv11 a otvor P15 v místnosti 2.13



Obrázek 36 - Trhlina Tv5 ve věži 2.04



Obrázek 37 – Zřícení části stropní kce P5 v místnosti 2.05



Obrázek 38 – Podepření klenby v místnosti 1.17



Obrázek 39 - Propad stropní kce P11 v místnosti 2.09



#### 4.4 Krov a střecha

Střešní krytina je porušena na několika místech objektu střechy, kde vznikly otvory vypadnutím nebo rozbitím tašek. Takto porušená střešní krytina ztrácí celistvost a umožňuje zatékání srážkové vody do objektu.

Spodní část střešní mansardové konstrukce, která je zřícena s destrukcí D1 obvodových zdí zámku (*Obrázek 40*). Zde je odkryt půdní prostor objektu. V těchto místech dochází k degradaci dřevěných vazných trámů a sloupků vlivem velké vlhkosti. Krajiní vazné trámy nad zřícenými místnostmi 2.12, 2.14 a 2.15 již uhnily a chybí, další řada vazných trámů pomalu uhnívá. Jejich nosnost se snižuje. Dva sloupky stojí na trámu pouze třetinou plochy jejich průřezu (*Obrázek 41*).

Další značná porucha ve střešní konstrukci se vyskytuje ve východní části zámku na obou stranách věže, kde opět chybí střešní krytina a dochází zde k zatékání srážkové vody. Krytina chybí v místech přibližně 4150 mm jižním směrem a cca 1400 mm severním směrem od vyčnívající středové věže. V těchto místech je střecha pokryta fólií, která měla pravděpodobně zajistit objekt proti zatékání srážkové vody. Toto zajištění neplní svoji funkci a srážková voda do objektu stále zatéká a vytváří zde velmi vlhké prostředí. Krokve jsou napadeny hnilobou, dřevokaznými škůdci a ztrácí svoji pevnost. V půdních prostorech je možno vidět jejich prohnutí (*Obrázek 42*).

V přiléhajícím hospodářském sídle je střecha nad stájí 1.20 zcela zřícena. V ruinách jsou vidět pozůstatky dřevěných trámů a sloupků z konstrukce krovu. Část střechy hospodářského sídla statečně drží pouze nad místností 1.19 (*Obrázek 43*). Stávající konstrukce degradují vlivem přímého působení klimatických jevů.



Obrázek 40 - Zřícení střešní konstrukce ve vnitřním průčelí zámku Obrázek 41 - Sloupek na uhnilém vazném trámu



Obrázek 42 – Průhyb krokví nad východní částí zámku Obrázek 43 - Zřícenina hospodářské západní části objekt



Obrázek 44 - Chybějící střešní krytina východní části jižního křídla zámku

## 4.5 Schodiště

Severní venkovní schodiště na kamenném mostku je zarostlé mechem a trávou Z9. Porostem na schodišťových stupních se snižuje jejich výška a zhoršuje se tak přístup do budovy. Tlakem kořenů vyšších rostlin dochází k narušení vazby zdiva a snižování únosnosti. Při vlhkém počasí je nebezpečí uklouznutí. Chybí zde zábradlí (*Obrázek 45*).

Jednoramenné vnitřní schodiště v místnosti 1.14 vede do druhého nadzemního podlaží do míst zřícené části zámku D1. Podesta schodiště, na kterou by se mělo vstoupit, je taktéž zřícena a s ní i tři poslední schodišťové stupně. Na stěnách se vyskytuje velké množství svislých tahových trhlin, které mají velkou tloušťku a hloubku. Staticky je schodišťový prostor zajištěn dřevěnými rozpěrami a v druhém nadzemním podlaží vzpěrami (*Obrázek 46*).



Obrázek 45 - Prorostlý kamenný mostek



Obrázek 46 - Jednoramenné schodiště 1.14

#### 4.6 Výplň otvorů

Okna jsou v zámku většinou vysklena, dřevěné rámy vymláčené či uhnílé. Místy okna zcela chybí. V druhém nadzemním podlaží je většina oken porušena v nadokenním otvoru trhlinou, která vybíhá až k římsě zámku (*Obrázek 47*).

Dveře v zámku jsou poničené, nebo zcela chybí. Dřevěné zárubně jsou napadeny hnilobou. Nadsvětlíky nade dveřmi jsou vyskleny.



Obrázek 47 - Prohnilé dřevěné okenní rámy a trhliny

#### 4.7 Podlahové konstrukce a omítky

Podlahy jsou vzhledem ke stáří objektu prošlapané, popraskané a místy zcela chybí. V druhém nadzemním podlaží je podlaha tvořena z dřevěných prken a násypu, které jsou pravděpodobně v některých částech napadeny dřevokaznými škůdci.

Omítky jsou vně i uvnitř objektu ve velké míře opadány. V prvním nadzemním podlaží je možno na zbývající omítce vidět mapy vztlínající vlhkosti a místy vyskytující se plíseň.

## 5. Analýza příčin poruch

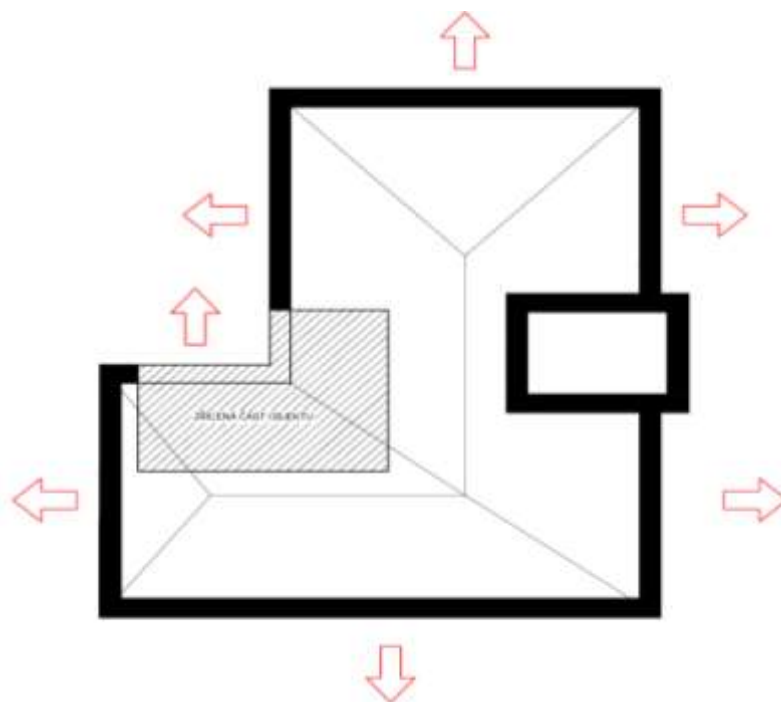
### 5.1 Svislé konstrukce

#### *Zřícení svislých konstrukcí*

Značnou poruchou v zámku je zřícené vnitřní průčelí D1. Příčinou rozpadlé části objektu jsou pravděpodobně poruchy střešní konstrukce, skrze které do budovy zatékala srážková voda. Voda uvnitř objektu působila nejprve na dřevěný krov, který hnilobou uvolňoval spoje, ztrácel svoji pevnost a jeho nosná funkce se přenášela do svislých konstrukcí pod ním. Obvodové zdi, které držely tíhu stropní konstrukce a krovu se bortily. Negativně na ně působila i srážková voda, která stékala po obvodových konstrukcích poničeným nebo zcela chybějícím okapovým svodem. Následně došlo ke zřícení obvodových zdí, krovu a stropních konstrukcí v části severozápadního vnitřního průčelí (*Obrázek 48*).

Zřícení zdiva D2 v přilehlém hospodářském sídle je patrně způsobena vlhkostí. Ta se do objektu dostala zatékáním srážkové vody skrz porušenou střešní konstrukci. Následně došlo k hnilobě dřevěného krovu, který se ztrátou pevnosti zřítíl a s ním i západní obvodová zeď s vyzděným štítem.

Menší poruchy způsobené destrukcí zdiva D3 a D4 jsou způsobeny zvýšenou vlhkostí a prorůstáním vyšších rostlin, které narušují strukturu zdiva. Dochází k drobení maltových spár a následně k opadávání částí zdiva.



**Obrázek 48 - Schéma působení sil krovu**

### *Trhliny*

Jednou z příčin trhlin je hniloba dřevěného krovu, který ztrácí svou pevnost a jeho zatížení se přenáší do svislých konstrukcí. Stárnutí materiálu a zvýšená vlhkost snižují únosnost zdiva. Zvýšeným zatížením od krovu a snížením únosnosti zdiva vlivem vlhkosti působí na svislé zdivo, které degraduje a dochází ke vzniku trhlin. Takto vzniklé trhliny se vyskytují zejména v druhém nadzemním podlaží.

Další příčinou vzniku trhlin je zřícené vnitřní průčelí zámku D1 a zároveň ztráta pevnosti krovu, přičemž dochází k rozdílnému působení sil na svislé konstrukce. Obvodové zdivo zámku se posouvá směrem k zřícené části. Krov poničen vlhkostí přenáší zatížení do svislých konstrukcí opačným směrem (*Obrázek 48*). Příkladem je vytvoření dominantní trhliny Ts1 v obvodovém zdivu severní části západního průčelí, kde jižní část obvodové zdi od trhliny se svažuje směrem k ruině a severní část je zatížena krovem na opačnou stranu (*Obrázek 49*).

Stejně tak, je tomu ve zdivu přilehlých místnostech zříceného severozápadního průčelí, kde v důsledku různého působení sil svislých konstrukcí vznikají trhliny.

Římsa je po celém obvodu objektu porušena tahovými trhlinami nebo již rozpadem částí zdiva. Příčina poruch římsy je opět ztráta pevnosti krovu a přítomnost vlhkosti. Trhliny většinou probíhají od římsy až k nadokennímu záklenku. Záklenky jsou vyžděny z cihel a jejich spáry jsou vyplněny maltou, která časem degraduje. Malta se ze spár drolí a uvolňuje tak vazbu zdiva (*Obrázek 51*).

### *Povrchové poruchy*

Poruchy na obvodovém i vnitřním zdivu se tvoří z důvodu výskytu velkého množství vlhkosti v zámku. Srážková voda do objektu zatéká porušenou střešní konstrukcí, skrz okenní a dveřní otvory bez výplně a v místech zříceného zdiva D1. V prvním nadzemním podlaží je přítomna voda ze vztlínající vlhkosti. Ve zdivu tak dochází ke kapilární elevaci, kde se vlhkost dostává kapilární silou přes póry do stěn. Voda přítomna ve zdi způsobuje opadání omítky, mapy vlhkosti, plísně, a zdivo postupně degraduje a snižuje svoji únosnost.

V prvním nadzemním podlaží se tvoří poruchy především z důvodu zemní vztlínající vlhkosti, jelikož v základech zámku pravděpodobně chybí hydroizolace. Na stěnách se vyskytují mapy vlhkosti, plíseň a opadávající omítka (*Obrázek 50*).

Další příčina poruch se tvoří v závislosti na propadu stropních konstrukcí, přes které stéká srážková voda až ke zdivu do prvního podlaží (místnost 1.07).

Omítka na zdivu opadáva vlivem povětrnostních a dešťových vlivů. Napomáhající jsou dřevěné nebo zcela chybějící okapní plechy po obvodu celého objektu, které srážkovou vodu neodvádí, nýbrž skrze nimi voda protéká na fasádu zámku.

Na východním a západním průčelí je obvodové zdivo prorostlé rostlinami. Rostliny pronikají do zdiva omítkou nebo maltou. Kořeny porostu porušují svislé konstrukce tlakem (*Obrázek 52*).



Obrázek 49 – Tahová trhлина Ts1



Obrázek 50 - Plíseň a opadaná omítka v místnosti 1.17



Obrázek 51 - Tahové trhliny na římse



Obrázek 52 - Obvodové zdivo porušeno rostlinami

## 5.2 Vodorovné konstrukce

### *Zřícení vodorovných konstrukcí*

Ke ztrátě statické stability petrovického zámku došlo zřícením částí krovu, svislých a vodorovných konstrukcí (P1, P2, P16, P17) v místech severní části jižního křídla a západní části severního křídla. Vzhledem k chybějící části zdiva a ztrátě pevnosti krovu dochází k rozdílnému působení sil. Krov hnilobou ztrácí pevnost a přenáší své zatížení do svislých konstrukcí. Poruchy vodorovných konstrukcí zapříčiňují svislé zdi, které se vyklání z důvodu zvýšeného namáhání sil dřevěného krovu. Ve stropních konstrukcích tak dochází v místech uložení na obvodové stěny k trhlinám. Trhliny se vyskytují převážně v druhém nadzemním podlaží v jižním křídle zámku.

### *Průhyby vodorovných konstrukcí*

Ke značně viditelným průhybům vodorovných konstrukcí dochází v prvním nadzemním podlaží v místnosti 1.17 a v druhém nadzemním podlaží v místnosti 2.13. Stropní konstrukce jsou tvořeny dřevěnými trámy. Průhyby jsou způsobeny ztrátou pevnosti stropních trámů, které jsou napadeny hnilobou. Napadení trámů dřevokaznými škůdci a následnou hnilobou je zapříčiněno nadměrnou vlhkostí. Srážková voda zatéká v místech napadení skrz porušenou stropní konstrukci a přímým vtékáním vody přes zřícené obvodové zdivo D1.

Vodorovné trhliny vznikají zejména ve druhém podlaží, kde je stropní konstrukce tvořena dřevěnými trámy. Ty jsou napadeny hnilobou a ztrácejí svou pevnost. Následně dochází k průhybům, trhlinám až propadům.

### *Propady vodorovných konstrukcí*

Propady stropních konstrukcí P5-P7 a P9-P15 jsou způsobeny zejména vlhkostí. Vlhkost se do objektu dostává zatékající srážkovou vodou skrze chybějící střešní krytinu a kondenzací v kapsách zdiva. V druhém nadzemním podlaží je stropní konstrukce tvořena dřevěnými trámy, v kterých většinou dochází k uhnívání zhlaví. Trámy jsou uloženy v kapsách zdiva. Vlhké zdivo transportuje vodu přímo do dřevěného trámu nebo těsná obezdívka trámu způsobuje zamezení proudění vzduchu a dochází tak ke kondenzaci. Přítomnou vlhkostí jsou stropní trámy napadeny dřevokaznými houbami a hmyzem a dochází k jejich uhnívání a následnému propadu (*Obrázek 54*).



V prvním nadzemním podlaží je v místnosti pod propadem P8 vodorovná konstrukce tvořena cihlovou klenbou. Zatéká zde srážková voda přes otvor v druhém nadzemním podlaží. Vlhkost způsobila rozklad pojiva ložných spár a postupnou degradaci struktury cihel klenby. Propadem stropní konstrukce druhého patra je klenba nerovnoměrně zatížena, tvoří se trhliny a následně dochází k jejímu propadu P3 (Obrázek 53).

K zajištění vodorovných konstrukcí došlo v letech 2005-2009, kdy byly stropy v místnostech podepřeny dřevěnými sloupky. To však nezabraňuje dalšímu šíření těchto poruch.



Obrázek 53 - Porucha stropní konstrukce v místnosti 2.02    Obrázek 54 – Propad P3 klenby v místnosti 1.07

### 5.3 Schodiště

Venkovní jednoobloukový kamenný mostek se schodištěm je poškozen z důvodu zanedbání údržby. Dalším možným činitelem poruch je působení tlaku kořenů vyšších rostlin. Dochází k narušení vazby zdiva a snižování únosnosti. V severní části zámku bývala zahrada. Dnes je zde pouze vysoká tráva a keře, které zamezují vstupu do budovy. Chybějící zábradlí bylo pravděpodobně zničeno povětrnostními vlivy nebo vandalismem.

Vnitřní schodiště 1.14 v odkrytém vnitřním průčelí je poškozeno povětrnostními vlivy a srážkovou vodou. Se stropní konstrukcí se zřítily i 3 poslední dřevěné schodišťové stupně. Poslední stojící stupeň je značně prohnulý, taktéž z důvodu přímého působení klimatických jevů.

## 5.4 Krov a střecha

Střešní krytina je plášť chránící budovy před vniknutím vody dovnitř objektu, v mnoha částech ale chybí. Chybějící střešní krytinou zatéká do objektu srážková voda. Krokve, latě, vazné trámy, a sloupky jsou napadeny hnilobou. Jejich pevnost se tím snižuje a dochází k uvolnění spojů a místy k rozpadu. Ke zřícení střešní konstrukce došlo ve spodní část mansardové střechy petrovického zámku a sedlové střechy přilehlého hospodářského sídla.

Hlavní příčinou poruch celého objektu jsou tak pravděpodobně poruchy střešní krytiny, skrze kterou zatéká srážková voda a následně dochází k poruše celé střešní konstrukce. Přítomnost vlhkosti způsobila hnilobu krovu a následné uvolnění spojů. Vodorovné síly dřevěného krovu se přenesly do svislých konstrukcí, které se zbourily se svislými, vodorovnými konstrukcemi a zároveň i s částí krovu.

Zbylé části krovu jsou v místech propadu D1 a D2 vystaveny přímému působení klimatickým vlivům. Z části jsou napadeny hnilobou a pomalu degradují dál (Obrázek 55,56).



Obrázek 55 - Hniloba dřevěného vazného trámu



Obrázek 56 - Hniloba vazného trámu a sloupku v místě zřícení severozápadního průčelí

## 5.5 Výplň otvorů

Téměř všechna okna a nadsvětlíky dveří jsou vyskleny. Dřevěné rámy oken jsou většinou prohnilé. (Obrázek 57). Poškozeny jsou především srážkami, větrem a možným vandalismem. V prvním nadzemním podlaží jsou dřevěné zárubně dveří a rámy oken napadeny hnilobou z důvodu vztlínající vlhkosti a vandalismem (Obrázek 58).



Obrázek 57 - Výplně otvorů objektu



Obrázek 58 – Porušené dveře v chodbě 1.14

## 6. Vlhkostní průzkum

### 6.1 Měření vlhkosti zdiva

V petrovickém zámku je zdivo napadeno především vzlínající vlhkostí, jelikož izolace proti vlhkosti nebyla provedena. Vzlínající vlhkost stoupá zdívkou, které obsahuje malé póry. Spáry vyplněné maltou postupně degradují, narušuje se tak struktura zdiva a dochází k tvorbě trhlin, opadávání omítky a částí zdiva. Vlhkost ve zdivu způsobuje jeho degradaci a snižuje jeho pevnost.

Pro určení vlhkosti zdiva bylo provedeno základní měření dle normy ČSN EN 1097, kde bylo určeno procento vlhkosti obsažené ve stěnách zámku. Měření probíhalo v Chemické a mikrobiologické laboratoři ČVUT Katedry konstrukcí pozemních staveb. Pro měření byly odebrány vzorky zdiva v prvním i druhém nadzemním podlaží z míst předpokládané nejvyšší vlhkosti. V prvním nadzemním podlaží byly vzorky odebrány z místností 1.05, 1.07, 1.17 a v druhém nadzemním podlaží v místnostech 2.02, 2.05, 2.13. Vzorky byly odebrány z povrchu zdiva ve třech výškách 0,5 m, 1 m a 1,5 m. Ihned byly vloženy do vakuovaného sáčku, aby nedošlo k úniku vlhkosti. V laboratoři byly vzorky zváženy ve vlhkém stavu, poté byly vloženy do sušárny, ve které se sušily při teplotě 110°C. Následující den se vzorky, poté co se ochladily na pokojovou teplotu, byly opět zváženy. Vzorky zdiva byly váženy, dokud zůstala jejich váha neměnná. Z hodnot hmotností vlhkého a vysušeného zdiva se vypočetlo procento vlhkosti dle vzorce: [8]

$$w = \frac{m1 - m2}{m2} \times 100 [\%]$$

$m1$  = hmotnost vlhkého vzorku

$m2$  = hmotnost suchého vzorku



Obrázek 59 - Odběr vzorku z místnosti 1.17 ve výšce 1m

Obrázek 60 - Vážení odebraných vzorků, vložení vzorků do pece

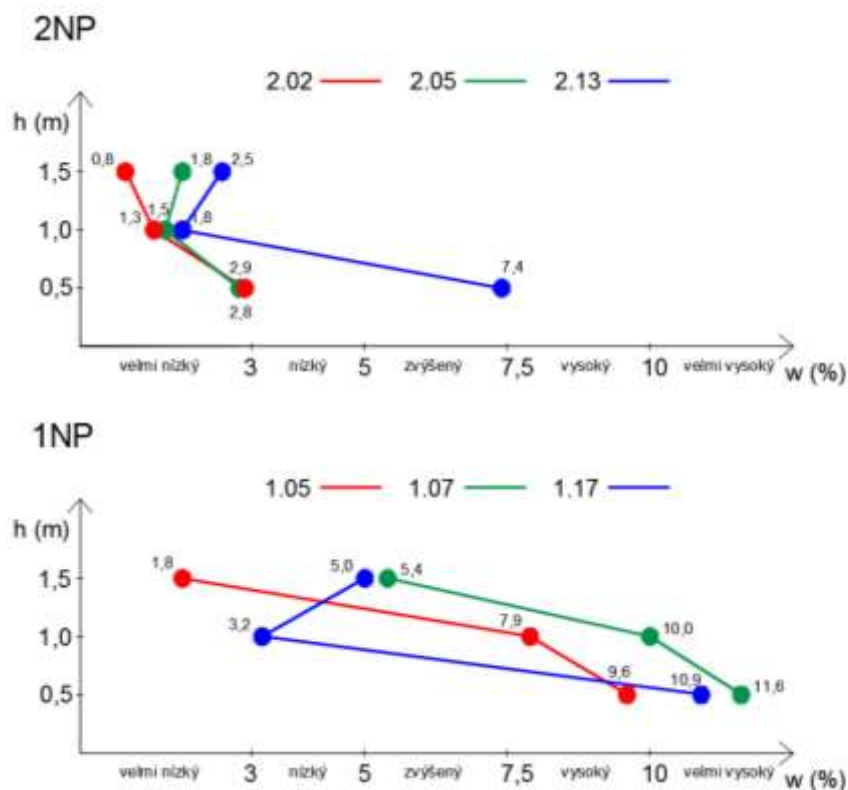
<i>Stupeň vlhkosti</i>	<i>Vlhkost zdiva [%]</i>
velmi nízký	< 3
nízký	3 – 5
zvýšený	5 – 7,5
vysoký	7,5 – 10
velmi vysoký	> 10

Tabulka 3 - Norma vlhkosti zdiva řazení dle ČSN P 73 06 10

<i>Číslo místnosti</i>	<i>Výška odběru [m]</i>	<i>Vlhkost [%]</i>	<i>Norma</i>	<i>Vyhodnocení</i>
1.05	0,5	9,6	7,5 - 10	vysoký
	1,0	7,9	7,5 - 10	vysoký
	1,5	1,8	< 3	velmi nízký
1.07	0,5	11,6	> 10	velmi vysoký
	1,0	10,0	> 10	velmi vysoký
	1,5	5,4	5 – 7,5	zvýšený

1.17	0,5	10,9	> 10	velmi vysoký
	1,0	3,2	3 – 5	nízký
	1,5	5,0	5 – 7,5	zvýšený
2.02	0,5	2,9	< 3	velmi nízký
	1,0	1,3	< 3	velmi nízký
	1,5	0,8	< 3	velmi nízký
2.05	0,5	2,8	< 3	velmi nízký
	1,0	1,5	< 3	velmi nízký
	1,5	1,8	< 3	velmi nízký
2.13	0,5	7,4	5 – 7,5	zvýšený
	1,0	1,8	< 3	velmi nízký
	1,5	2,5	< 3	velmi nízký

Tabulka 4 - Vyhodnocení vlhkosti zdiva



Obrázek 61 - Vlhkost zdiva

Výpočtem vlhkosti zdiva se dle normy (Tabulka 3) vyhodnotil stupeň vlhkosti v daném místě odběru (Tabulka 4).

#### INP

V prvním nadzemním podlaží v místnosti 1.05 ve výšce 0,5 m byl naměřen vysoký stupeň vlhkosti. Ve výšce 1,5 m byl naměřen stupeň vlhkosti nízký. Zdivo je napadeno vzlínající vlhkostí, jelikož s postupnou výškou vlhkost výrazně klesá.

V místnosti 1.07 ve výškách 0,5 m a 1 m byl naměřen velmi vysoký stupeň vlhkosti. Ve výšce 1,5 m je stupeň vlhkosti zvýšený. Velmi vysoká vlhkost v této místnosti je pravděpodobně způsobena jak vzlínající vlhkostí, tak i srážkovou vodou. Ta se do místnosti 1.07 dostává chybějící střešní krytinou, propadlým dřevěným stropem v druhém nadzemním podlaží a otvorem cihlové klenby posuzované místnosti.

Zdivo v místnosti 1.17 je ve výšce 0,5 m napadeno vzlínající vlhkostí. Ve středu obvodové stěny byla naměřena velmi nízká vlhkost. Ve výšce 1,5 m dosahuje zdivo vyššího stupně vlhkosti, který je zřejmě způsoben srážkovou vodou, která zatéká do místnosti porušenou stropní konstrukcí.

### 2NP

Ve druhém nadzemním podlaží byl naměřen velmi nízký stupeň vlhkosti ve všech místnostech. Pouze v místnosti 1.17 ve výšce 1,5 m je stupeň vlhkosti zdiva zvýšený. V místech odběru je porušena stropní konstrukce, kterou pravděpodobně do míst zatéká. Další možností zatékající srážkové vody do míst odběru je skrze dveřní otvor, kde chybí jeho výplň.

Z měření vlhkosti je možné určit, že zdivo je napadeno zejména v prvním nadzemním podlaží vzlínající vlhkostí. Se stoupající výškou vlhkost zdiva klesá. Pouze v místnosti 1.17 je z grafu možno vidět, že ve výšce odběru 1,5 m v 1NP i 2NP je zdivo vlhčí než ve výšce 1 m. To je pravděpodobně způsobeno zatékáním srážkové vody do objektu. (Obrázek 61).

## 6.2 Měření salinity zdiva

S vlhkostí souvisí i obsah solí ve zdivu, jelikož zejména vzlínající vlhkost obsahuje soli, které transportuje do materiálu zdiva. Ve zdivu se nejčastěji analyzuje obsah síranů, chloridů a dusičnanů. Látky se do objektu transportují se zemní vlhkostí. Sírany poukazují na průmyslové znečištění, chloridy jsou přítomny především v zimě při solení komunikací a dusičnany se vyskytují v místech stájí, toalet, hnojiště. Výskyt solí v materiálu způsobuje ucpání pórů a zamezuje odpařování vody. Vyšší obsah solí tudíž může způsobit vyšší obsah vlhkosti ve zdivu. Hydratační a krystalické změny, zejména v zimních obdobích kdy dochází k opakovanému promrzání, způsobují objemové změny struktury materiálu a dochází tak k následné destrukci omítek a zdiva. [3]

Salinita ve zdivu petrovického zámku byla určena podle obsahu síranů, chloridů a dusičnanů, které byly změřeny v laboratoři ČVUT. Byly odebrány 3 vzorky zdiva ze zámku z míst pravděpodobně nejvyššího obsahu soli, a to z místností 1.05, 1.17 a 2.13. Ke 2g odebraných vzorků se přililo 100ml destilované vody do Erlenmeyerovy baňky. Vzorky se nakládaly do vodného roztoku a pomocí

ultrazvuku a zahřátí se louhovaly. Následující den byly vzorky opatrně přefiltrovány přes filtrační papírky do nádob, tak aby nedošlo ke zkalení. Z přefiltrovaných vzorků se stanovilo pH, dusičnany, sírany, amoniak a chloridy podle jednotlivých postupů. Kvantitativní měření se provedlo na UV-VIS fotometru Spectroquant Pharo 300. Měření fotometrem spočívá v absorpci světla vzorkem při určitém rozsahu vlnové délky. Absorpce závisí na koncentraci vzorku. [8]

### *pH*

Měření pH proběhlo přidáním do 1 ml vzorku 4 kapek pH indikátoru a následně se zamíchalo. pH indikátorové papírky se namočily do baněk. Po dvou minutách se přiložily k barevnému indikátorovému papírku, podle kterého se pomocí zbarvení vzorků určilo pH (*Obrázek 63*).



<i>pH</i>	<i>roztok</i>
< 7	kyselé
= 7	neutrální
> 7	zásadité

**Obrázek 62 - Měření pH**

**Obrázek 63 - Stanovení pH vzorků**

<i>číslo vzorku</i>	<i>pH</i>	<i>roztok</i>
1.05	5,5	kyselé
1.17	7,0	neutrální
2.13	8,0	zásadité

**Tabulka 5 - Vyhodnocení pH roztoku zdiva**

Analýzou pH roztoku odebraných vzorků zdiva je možné určit napadení objektu. Zvýšená vlhkost a snížené pH může způsobit vhodné prostředí pro růst plísní, mechů a řas. Nižší hodnota pH se většinou vyskytuje u starších objektů. Nová výstavba s čerstvým vápnem má zásadité pH, naopak zdivo historických budov se většinou vyznačuje kyselým pH.

V petrovickém zámku byl analyzován kyselý roztok odebraného vzorku v místnosti 1.05. Kyselý charakter je zde přítomen pravděpodobně z důvodu napadení stěn a cihlové klenby porostem plísní a značnou vzlínající vlhkostí původního smíšeného zdiva ze 14.století.



V místnostech 1.17 a 2.13 byly vyhodnoceny roztoky neutrálního (1.17) a zásaditého (2.13) charakteru. Pravděpodobně z důvodu nacházejícího se mladšího typu zdiva, kdy v letech 1830 proběhla výstavba zámku do konečné fáze stávajícího půdorysu.

#### *Chloridy $Cl^-$*

Tato metoda je analogická podle EPA325,1 a US Standard Methods 4500-ClE. Chloridové ionty reagují s thiokyanátem rtuťnatým přičemž vytvářejí disociovaný chlorid rtuťnatý. Uvolněný thiokyanát reaguje s železitými ionty a vytváří červený thiokyanát železitý, který se stanoví fotometricky. [15]

Obsah chloridu ve vzorku se stanovilo přidáním 2,5ml činidla  $Cl_1$  a 0,5ml činidla  $Cl_2$  pipetou do 5ml přefiltrovaného vzorku. Po každém přidání činidla se vzorky řádně promíchaly. Po odstátí 1 minuty se vzorky postupně přelávaly do kyvety a vložily ke změření do fotometru. Výsledky obsahu chloridu z fotometru byly změřeny v jednotkách mg/l, které byly přepočteny na jednotky mg/g pomocí vzorce:

$$\frac{Cl[mg/l]}{10} / m[g] = Cl [mg/g] \quad m - \text{hmotnost vzorku}$$

<i>číslo vzorku</i>	<i>m</i>	<i>Cl[mg/l]</i>	<i>Cl[mg/g]</i>
1.05	2,9	30	1,03
1.17	2,8	24	0,86
2.13	2,2	3,8	0,17

**Tabulka 6 - Obsah chloridů**

#### *Amoniak $NH_4^+$*

Tato metoda je analogická s EPA 350.1, APHA 4500-NH<sub>3</sub> D a ISO 7150/1. Amoniakální dusík (NH<sub>4</sub>-N) se vyskytuje částečně ve formě amonných iontů a částečně jako amoniak. Mezi těmito formami existuje rovnováha závislá na hodnotě pH. V silně alkalických roztocích je NH<sub>4</sub>-N přítomný téměř výhradně jako amoniak, který reaguje s chlornanem a vzniká monochloramin. Tento dále reaguje s thymolem a vzniká modrý indofenol, jehož koncentrace se stanoví fotometricky. [15]

Stanovení amoniaku ve zdivu proběhlo postupným přidáváním činidel NH<sub>4-1</sub> a NH<sub>4-2</sub> do baněk se vzorky o obsahu 5 ml pomocí pipety a následnému promíchání. Poté se nechalo 5 minut odstát a přimíchalo se poslední činidlo NH<sub>4-3</sub>. Opět se vzorky nechaly 5 minut odstát. Dále se odlil část vzorku do kyvety, která se vložila do fotometru, který změřil hodnotu amoniaku v mg/l v každém vzorku.

Výsledky obsahu amoniaku z fotometru byly změřeny v jednotkách mg/l, které byly přepočteny na jednotky mg/g pomocí vzorce:

$$\frac{NH_4[mg/l]}{10} / m[g] = NH_4 [mg/g] \quad m - \text{hmotnost vzorku}$$

číslo vzorku	<i>m</i>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/l]	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/g]
1.05	2,9	0,23	0,008
1.17	2,8	0,34	0,012
2.13	2,2	0,41	0,018

**Tabulka 7 - Obsah amoniaku**

#### *Dusičnany NO<sub>3</sub><sup>-</sup>*

V koncentrované kyselině sírové reagují ionty dusičnanů s derivátem kyseliny benzoové a vytvářejí červeně zbarvenou nitro sloučeninu. Fotometricky se stanoví její koncentrace. [15]

Měření obsahu dusičnanů z přefiltrovaných vzorků se muselo naředit v poměru 1:10 (1 - vzorek : 10 destilované vody). Nejprve se v suché zkumavce smíchaly činidla NO<sub>3</sub>-1 a NO<sub>3</sub>-2, které se řádně promíchaly. Dále se do zkumavky pomalu přilévaly vzorky. Tato reakce způsobila zahřátí směsi na vysokou teplotu. Nechalo se 10 minut odstát před dalším měřením ve fotometru stejným způsobem jako v předchozím měření (*Obrázek 64*). Výsledné hodnoty byly naměřeny v jednotkách mg/l, které byly přepočteny na mg/g.

$$NO_3[mg/l] / m[g] = NO_3 [mg/g] \quad m - \text{hmotnost vzorku}$$

číslo vzorku	<i>m</i>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/l]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/g]
1.05	2,9	8,6	2,97
1.17	2,8	35,3	12,6
2.13	2,2	12	5,45

**Tabulka 8 - Obsah dusíku**



Obrázek 64 - Příprava vzorků pro měření obsahu dusičnanů

### Sírany $SO_4$

Ionty síranů reagují s jodičnanem barnatým, uvolňují se ionty jodičnanu. Ty oxidují tanin a vytváří se hnědočervená sloučenina, která se stanoví fotometricky. [15]

Poslední měření ve fotometru proběhlo ke zjištění obsahu síranu ve zdivu. Do upraveného vzorku o objemu 2,5 ml, který byl v uzavíratelné baňce, se přimíchala činidla  $SO_4^- 1$  a  $SO_4^- 2$ . (Obrázek 66). Následně se vložily do vodní lázně, ve které se hřály ve  $40^\circ C$  po dobu 7 minut. Dále se přimíchalo činidlo  $SO_4^- 3$ . Poté se vzorky přefiltrovaly do suché baňky, kam se k nim přimíchalo poslední činidlo  $SO_4^- 4$ . Opět se vložily do vodní lázně, kde se zahřívaly ve  $40^\circ C$  po dobu 7 minut (Obrázek 65). Nakonec se vzorky přelily do kyvety a vložily do fotometru, kde byly změřeny v jednotkách mg/l.

$$\frac{SO_4[mg/l]}{10} / m[g] = SO_4 [mg/g] \quad m - \text{hmotnost vzorku}$$

číslo vzorku	$m$	$SO_4^- [mg/l]$	$SO_4^- [mg/g]$
1.05	2,9	25	0,86
1.17	2,8	52	1,86
2.13	2,2	122	5,55

Tabulka 9 - Obsah síranu



Obrázek 65 - Zahřívání vzorků ve vodní lázni



Obrázek 66 - Příprava vzorků pro měření obsahu síranu

<i>Stupeň zasolení zdiva</i>	<i>Chloridy [mg/g]</i>	<i>Dusičnany [mg/g]</i>	<i>Sírany [mg/g]</i>
nízký	< 0,75	< 0,1	< 5,0
zvýšený	0,75 – 2,0	1,0 – 2,5	5,0 – 20,0
vysoký	2,0 – 5,0	2,5 – 5,0	20,0 – 50,0
velmi vysoký	> 5	> 5	> 50,0

Tabulka 10 – Klasifikace salinity zdiva dle ČSN P 73 06 10

Číslo vzorku	<i>Chloridy [mg/g]</i>	<i>Dusičnany [mg/g]</i>	<i>Sírany [mg/g]</i>
1.05	1,03 – zvýšený	2,97 – vysoký	0,86 – nízký
1.17	0,86 – zvýšený	12,6 – velmi vysoký	1,86 – nízký
2.13	0,17 – nízký	5,45 – velmi vysoký	5,55 - zvýšený

Tabulka 11 - Vyhodnocení salinity zdiva

Změřením hodnot chloridů, dusičnanů a síranů se vyhodnotily vzorky dle normy ČSN P 73 06 10 z hlediska stupně zasolení. Obsah chloridů ve zdivu je velmi vysoký pravděpodobně z důvodu blízké komunikace, která se v zimním období solí proti námraze. Zámek leží v hospodářském dvoře. V přílehlé přízemní budově, která sousedí s místnostmi 1.17 a v nadzemním podlaží s místností 2.13 byla pravděpodobně stáj. Z těchto důvodů je obsah dusičnanů v těchto místech velmi vysoký. Při vysokém obsahu chloridů a dusičnanů je vhodné zdivo odsolit.



Obrázek 67 - Schéma odebraných vzorků

### 6.3 Hniloba dřevěných konstrukcí

Vlhkost v objektu způsobuje poruchy dřevěných konstrukcí zejména krovu a stropu tvořeného dřevěnými trámy. Konstrukce krovu je napadena zejména vlhkostí ze srážkové vody, která do objektu zatéká skrz otvory ve střešní konstrukci, porušenými okapními plechy a chybějící výplní okenních otvorů. Dřevěné trámy stropní konstrukce jsou většinou porušeny ve zhlaví. Hlavní příčinou je uložení trámů v kapsách zdiva. Těsná obezdívka trámů zamezuje proudění vzduchu a dochází tak ke kondenzaci. Dřevěné trámy jsou uloženy přímo na zdivo, tím dochází k přímému přenosu vlhkosti do materiálu. Přítomnou vlhkostí se ve dřevě pravděpodobně vyskytují dřevokazné houby a hmyz. Hranice vlhkosti dřeva  $w$  pro možný výskyt hub je 20 % a pro hmyz 10%. Dřevokazný hmyz a houby způsobují postupný rozklad dřevní hmoty. Dřevo ztrácí pevnost a dochází ke kolapsu stropní konstrukce. [3]

V petrovickém zámku se pravděpodobně vyskytuje koniofora sklepní. Tato dřevokazná houba prochází 3 stádii. V prvním stadiu je dřevo mokré a slabě zbarvené bílými až žlutohnědými povlaky. V druhém stadiu dřevo tmavne do tmavě hnědé barvy. V posledním stadiu dochází k rozkladu materiálu na malé kostičky až do úplné degradace na prach. [9]

V objektu jsou napadeny dřevěné konstrukce nejspíše tesaříkem krovovým. Samičky tesaříků nakladou až 300 vajíček do dřeva do hloubky 20 – 30 mm. Z vajíček se vylíhnou larvy, které uvnitř dřevěné konstrukce vykusují cestičky. Na povrchu není napadení hmyzem poznat. Larvy takto porušují dřevěnou konstrukci až do úplného rozpadu. [10]



**Obrázek 68 – Dřevěný trám napaden koniforou sklepní Obrázek 69 - Napadení trámu dřevokazným hmyzem**

## 7. Návrh sanačních opatření

Zámek je ve velmi špatném stavu. Jednou z nejzávažnějších poruch je zřícené zdivo uvnitř severozápadního průčelí, kde dochází k sesuvu přiléhajících svislých konstrukcí. Dalším problémem v celém objektu je vlhkost. V prvním nadzemním podlaží se voda do budovy dostává vztlínající zemní vlhkostí, kdy porušuje svislé vnitřní i obvodové konstrukce. Do druhého nadzemního podlaží a krovu zatéká srážková voda skrz chybějící střešní krytinu. Srážková voda způsobuje postupnou degradaci dřevěných konstrukcí krovu a hnilobu dřevěných trámových stropů. Propady stropních konstrukcí druhého patra zatíží valené cihlové klenby v prvním patře a zvýšenou vlhkostí se cihly drolí. Tím dochází k tvorbě trhlin a následnému propadu klenby. Poruchy jsou potřeba komplexně zanalyzovat z důvodu správného návrhu sanačních opatření.

### 7.1 Sanace vlhkého zdiva

Měřením odebraných vzorků byl stanoven vysoký stupeň vlhkosti, který je potřeba sanovat. Problémem je voda vztlínající a srážková, která se do objektu dostává.

#### 7.1.1 Drenážní systém

Důležitou sanační metodou je odvod nahromaděné srážkové a podzemní vody v okolí budovy a to drenážním systémem. Okolo obvodu celého objektu se odhrabe výkop minimálně 500 mm hluboký z důvodu nezámrazné hloubky. Zároveň musí být drenážní trubka uložena minimálně 200 mm nad základovou spárou. Terénní úpravy se hrabou ve spádu minimálně 1%, aby voda mohla samovolně odtékat. Výkop se vystele geotextilií a zasype 20 mm pískem. Trubka obalena geotextilií o minimálním průměru 100 mm se uloží do připraveného pískového lože. Uložená trubka se zasype štěrskem frakce 8/16 a opět se položí geotextilie a zasype se štěrskem frakce 16/32. Následně se výkop zasypeme až do požadované výšky zeminou původního terénu (*Obrázek 71*). Doplnkem drenážního systému se zhotoví po celém obvodu zámku kačírek a odvodní se střecha. Odstraní se zbývající porušené okapní svody a nahradí novými, které budou svedeny do drenážního systému.

### 7.1.2 Odsolení zdiva

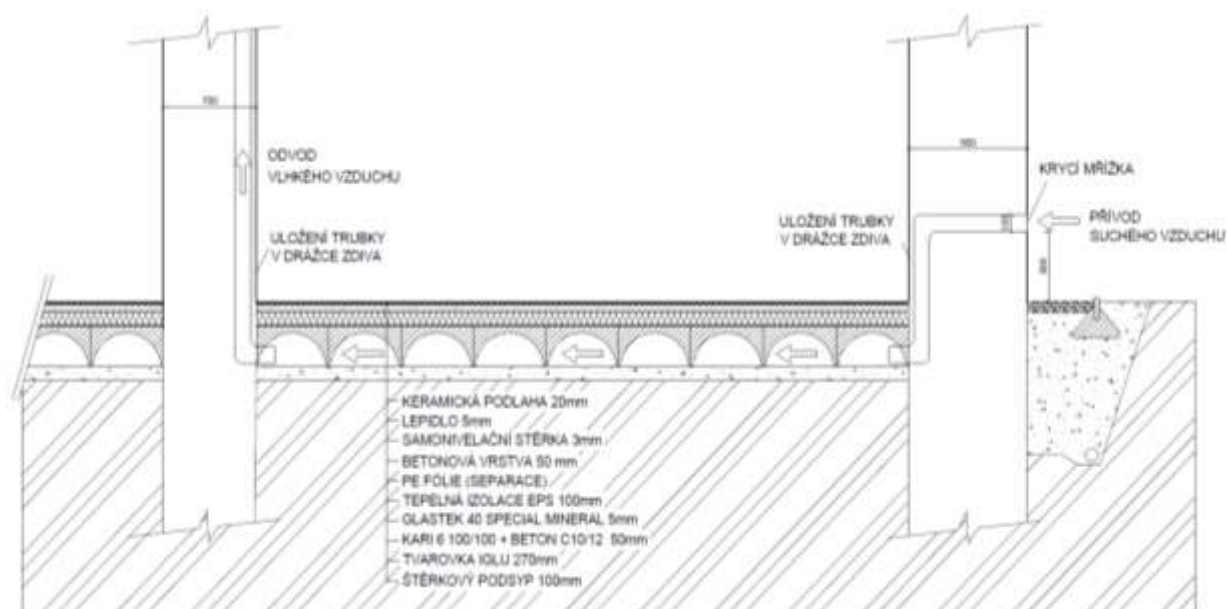
Po provedení rozboru salinita zdiva se zjistilo velké procento dusičnanů a chloridů. Z toho důvodu je vhodné zdivo před sanacemi odsolit. Nejprve se musí omítka mechanicky odstranit a začistit od prachu, výkvětů a nečistot. Hladký povrch se navlhčí destilovanou vodou. Na zvlhčený podklad se nanese plastická směs o tloušťce 15 – 30 mm, která je tvořena smícháním suché malty Enstaltungskompresse a destilované vody. Obklad musí vysychat pomalu, aby se soli přenesly do naneseného obkladu. Po několika dnech se vyschlý obklad s napuštěnými solemi odstraní. Postup se několikrát opakuje, dokud se obsah soli ve zdivu sníží na přístupné hodnoty, které se analyzují po opětném provedení měření salinity. [11]

### 7.1.3 Vzduchová metoda – systém iglů

Vzduchovou metodou se odvádí s proudícím vzduchem vlhkost v objektu. Metoda je založena na principu provětrávaných Iglů tvarovek, které jsou vyrobeny ze směsi plastických materiálů. Tvarovky mají čtvercový rozměr 500 x 500 mm a jejich výška je 270 mm. Nejprve se v celém prvním podlaží odstraní stávající podlahy. Iglů tvarovky se položí na zhutněný štěrkový podsyp o tloušťce 100 mm. Na tvarovky se uloží KARI síť 100 x 100 a zalijí se 30 mm vrstvou betonu C10/12. Po technologické přestávce se nataví hydroizolační asfaltový pás Glastek 40 special mineral a následně se zateplí 100 mm EPS tepelné izolace. Před vylitím 50 mm betonové vrstvy se na izolaci vloží PE separační fólie. Pro hladký povrch a následné pokladení lepidla a keramické podlahy se na betonovou vrstvu nanese samonivelační stěrka o tloušťce 3 mm.

Principem odvětrávané podlahy je proudící vzduch, jež na sebe váže zemní vlhkost, kterou odvádí. Proudění vzduchu funguje na principu komínového efektu. Čím vyšší je rozdíl teplot mezi přiváděným a odváděným vzduchem a výška odvodného potrubí, tím je vyšší komínový tah. Příliš dlouhé a úzké potrubí tah snižuje. Vzduch je přiváděn plastovými trubkami o průměru 120 mm, které jsou zabudovány skrz obvodové konstrukce po celém obvodu objektu. Plastové potrubí ve vnitřních stěnách je vloženo do drážek, které jsou následně vyplněny maltou a ohozeny omítkou. Potrubí přivádějící suchý vzduch je umístěno ve výšce 500 mm nad terénem a osově vzdáleno přibližně 3000 – 5000 mm. Přivodní potrubí jsou opatřena mřížkami z nerezového drátu o velikosti ok 8/8 mm. Trubky uloženy v drážkách vnitřních stěn jsou napojeny na nejbližší komín, kterým se vlhký proudící vzduch odvádí (*Obrázek 70*). [3], [12]





Obrázek 70 - Schéma odvětrání podlahy

#### 7.1.4 Sanace vztlínající vlhkosti

Z laboratorního měření vlhkosti zdiva byl zjištěn v prvním nadzemním podlaží velmi vysoký stupeň. Proto je nutno provést sanační opatření a zamezit tak vztlínání zemní vlhkosti do zdiva objektu.

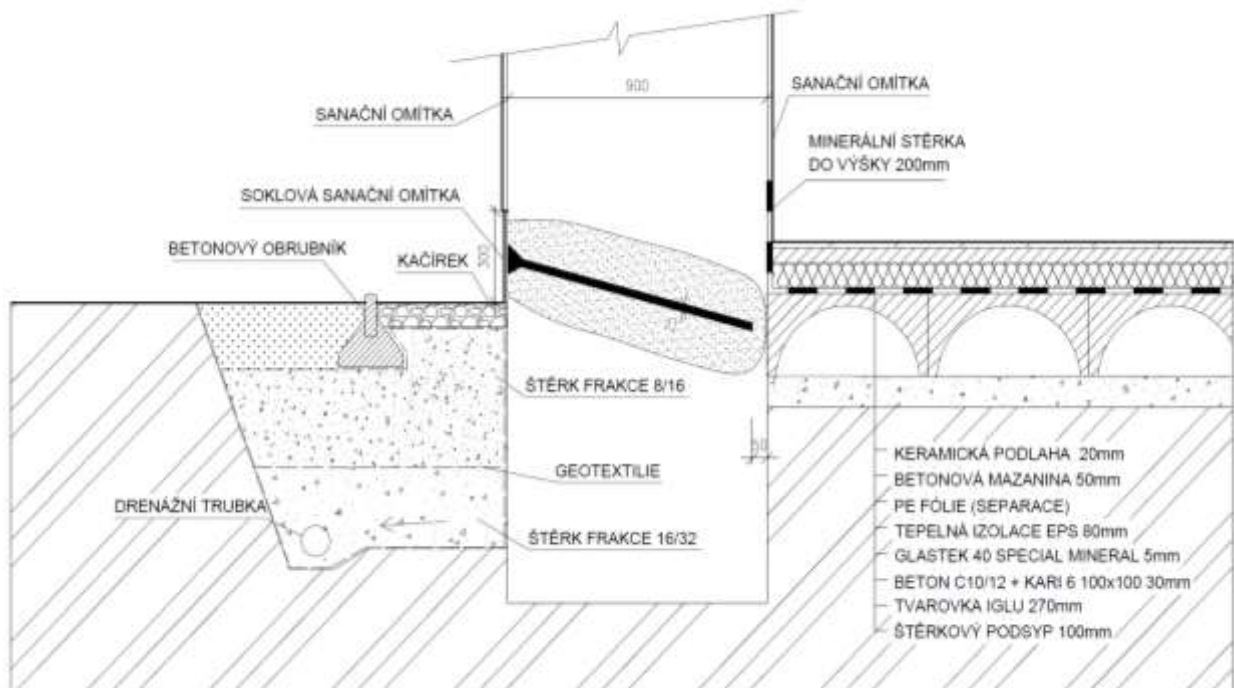
##### 7.1.4.1 Vkládání dodatečné hydroizolace

Jedna z možných mechanických sanačních metod je vkládání dodatečné hydroizolace. Před vkládáním hydroizolace se nejprve musí odhrabat terén do hloubky pod úroveň podlah. Dále se odstraní původní omítka stěny do výšky minimálně 1,2 m nebo 0,5 m od mapy vlhkosti na zdivu. Vodorovné spáry zdiva se začistí. Zařezání spár je možno provést diamantovým lanem, ruční nebo elektrickou pilou. Nejvhodnější pro řez je použít diamantové lano, které je určeno pro smíšené zdivo jakékoliv tloušťky s neprůběžnou vodorovnou spárou. Řezání ložné spáry je nutno provádět po etapách ve vzdálenostech 800 mm do hloubky minimálně 10 mm. Následně se spára důkladně vyčistí a vkládají se hydroizolační asfaltové pásy s přesahem minimálně 50 mm. Spára se po 200 mm oboustranně zaklínuje z důvodu sedání zdiva. Pokračuje se další etapou a následně se spára první etapy vyplní tlakovou injektážní cementovou maltou s vodoodpudivými přísadami. Takto se pokračuje po celém obvodu objektu. Důležité je zaizolovat i svislou část stěny hydroizolací do výšky 300 mm nad terénem. Výhodou vkládání dodatečné hydroizolace při kvalitním provedení je její vysoká živostnost. Negativními účinky jsou statická nestabilita zdiva, pracnost a vysoké náklady. [3] [5]

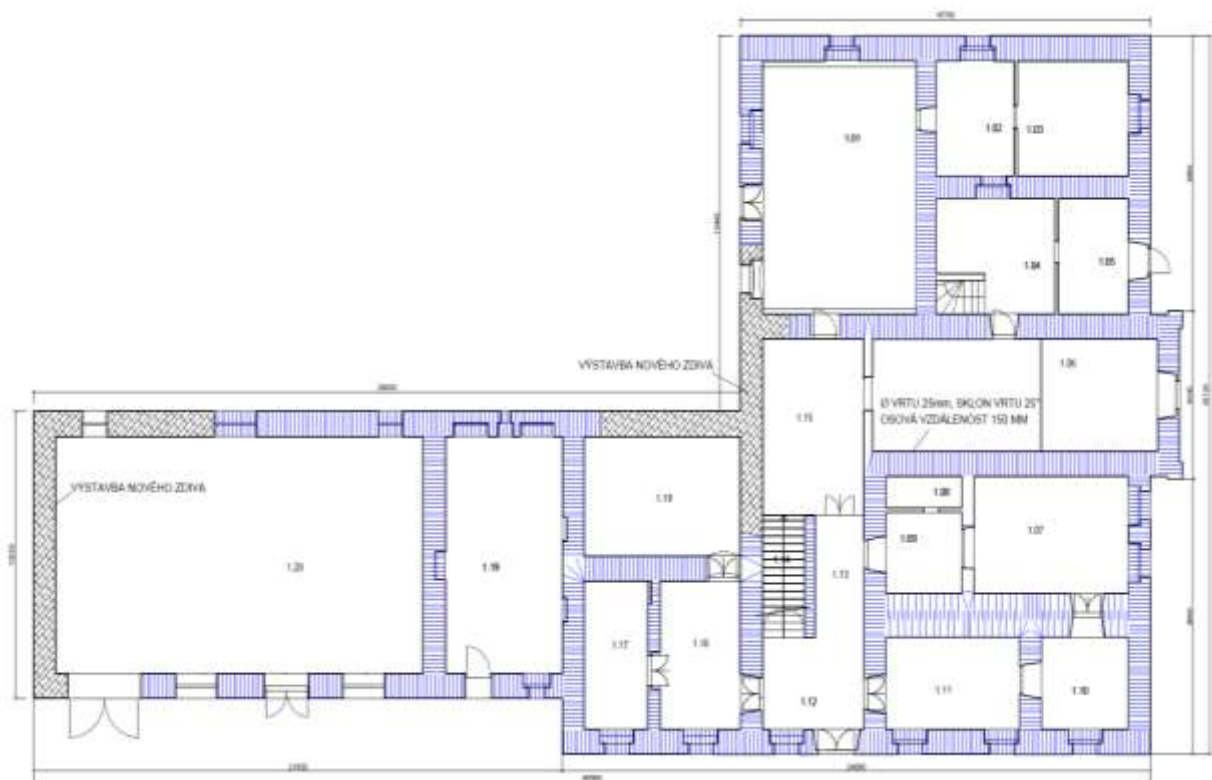
Dalším možným typem sanace proti vztlínající vlhkosti zdiva je chemická metoda. Její hlavní výhody jsou, že nezasahuje do statiky obvodového zdiva a umožňuje lepší řešení detailů rohů. Vzhledem ke stavu zdiva petrovického zámku, které je značně porušeno, je preferována metoda chemickou injektáží.

### 7.1.4.2 Chemická metoda

Pro sanaci vztlínající vlhkosti prvního podlaží v petrovickém zámku je navržena infuzní metoda. Hlavní výhodou této metody, jak je již řečeno v předešlém odstavci, je eliminace statického zásahu do značně porušených svislých konstrukcí. Principem chemické injektáže je vytvořit hydroizolační clonu ve zdivu a zamezit tak vztlínání zemní vlhkosti. Injektáž se dělí podle aplikace na injektáž beztlakovou s hydrostatickým přetlakem a na tlakovou. Tlaková metoda injektážní látku do vrtů vstříkne pomocí tlakového injektážního čerpadla. Beztlaková injektáž se provádí na principu hydrostatického přetlaku, který je dán rozdílem výšky vrtu a nádoby s injektážní látkou. Objekt bude sanován beztlakovou injektáží. Obvodové zdi zámku mají tloušťku menší než 1 m, tudíž je zvolena jednostranná injektáž. V objektu se nachází pouze jedna vnitřní stěna o tloušťce 1560 mm, která bude injektována oboustrannou injektáží. Zdivo má velmi vysokou vlhkost. Jeho kapiláry a póry jsou zaplněny vodou. Zdivo by se tak dostatečně nezaplnilo injektážní látkou, z tohoto důvodu je vhodné ho předem vysušit. Vysušení proběhne pomocí elektrických topných tyčí o teplotě 400 – 500 °C, které se vloží do vrtů. Vrty mají průměr 25 mm a sklon 25°, tak aby zasáhl dvě ložné spáry. Vyvrtány jsou pomocí pneumatické vrtačky v osové vzdálenosti 150 mm do hloubky o 50 mm menší než tloušťka zdiva. Pro oboustrannou injektáž se musí vrty ve středu vnitřní zdi překrývat o 200 mm. Vrtány jsou v jedné řadě, aby nedošlo k narušení statických vlastností (*Obrázek 72*). Vyvrtané otvory jsou vzduchem vyčištěny od prachu. Injektážní látka IMESTA IW 550, látka na bázi silan-siloxanového mikroemulzního koncentrátu, se beztlakově napouští do vrtů, kde se rozprostírá do pórů zdiva (*Obrázek 71*). [3] [5] [13]



Obrázek 71 – Detail injektáže



Obrázek 72 - Schéma injektážních vrtů

## 7.2 Sanace destrukce zdiva

### 7.2.1 Výstavba nového zdiva

Nejzávažnější poruchou v celém objektu je zřícené vnitřní průčelí. Nejprve je potřeba odstranit zřícené svislé, vodorovné konstrukce a část krovu, aby zde mohla proběhnout nová výstavba chybějící části zámku (*Obrázek 72*). Dále je nutné dočasně zajistit vodorovné a svislé konstrukce v přilehlých místnostech. Podepřeny budou dřevěnými sloupky a vzpěrami. Po stabilizaci přilehlých konstrukcí dochází ke konkrétní sanaci. Narušené zdivo se mechanicky odstraní až na neporušenou část obvodové stěny. Okraj začištěné stěny bude zazubený, tak aby se na vytvořené zuby mohlo navázat zdivo nové. Výstavba nového zdiva začíná od rohů západního a severního průčelí. Nové zdivo je tvořeno ostře pálenými cihlami a cementovou maltou. Kvalitním provedení vazby cihel a ložných spár se zabrání vzniku poruch zdiva navazujících konstrukcí. K lepšímu sepnutí zdiva nového a stávajícího se do každé druhé ložné spáry vloží smykové trny. [3], [4]

### 7.2.2 Plombování

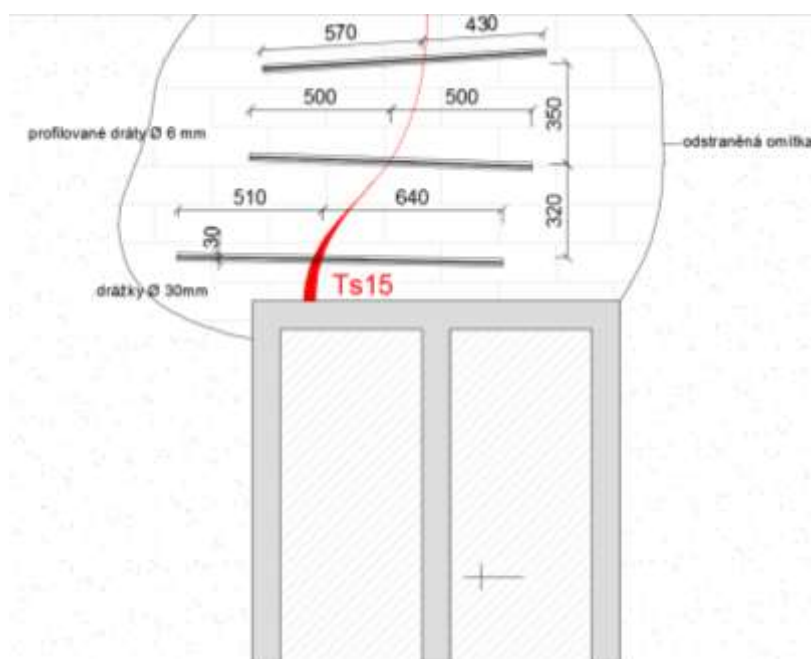
Menší poruchy způsobené opadáváním pouze částí zdiva, které se vyskytují zejména na římse, se budou sanovat vyplněním jeho chybějící částí tzv. plombováním. Nejprve se důkladně odstraní narušené zdivo až ke zdivu zdravému. Na vzniklý otvor se po celém obvodu nanese vápenocementová malta s jemnou kamennou drtí. Následně se osazuje připravená plomba ze stejného druhu kamene. Plomba a původní zdivo se v místě styčné spáry stáhnou ocelovou sponou kotvenou do předvrtaných otvorů a zainjektují epoxidovou pryskyřicí. [3]

### 7.3 Sanace trhlin

V petrovickém zámku jsou svislé a vodorovné konstrukce porušeny tahovými trhlinami. Trhliny jsou způsobeny destrukcí části objektu D1 a ztrátě pevnosti dřevěného krovu, který je napaden hnilobou. S největší pravděpodobností jsou trhliny stabilizovány, tudíž je možno trhliny sanovat lokálně. Z hlediska jejich rozsahu porušení se budou sanovat různými způsoby.

#### 7.3.1 Stehování trhlin

Tahové trhliny vyskytující se převážně v místech nadpraží dveří se budou sanovat stažením porušeného zdiva pomocí ocelových spon tzv. “stehováním“. Sanace touto metodou je možné pouze v místech neporušeného zdiva. Trhliny jsou řádně vyčištěny od prachu a zbylé omítky. Kolmo na trhlinu jsou vyvrtány drážky, které přesahují z každé strany minimálně 400 mm. Koncové kotvy jsou uloženy do otvorů o průměru 30 – 40 mm do hloubky 500 – 800 mm tloušťky zdiva. Osová vzdálenosti spon na koncích trhlin je 300 – 600 mm. Otvory se vyplní cementovou maltou, dále se vloží profilované dráty z vysokopevnostní oceli. Následně se zatmelí cementovou směsí, překryjí sítí a omítkou. Tím jsou spony chráněny před korozi. Pro větší efektivitu se bude stehování provádět z obou stran. Důležité je pravidelné střídání osazení spon, aby nedošlo k narušení pevnosti zdiva. [3]



Obrázek 73 - Stehování trhliny Ts15

### 7.3.2 Opláštění výztužnou sítí

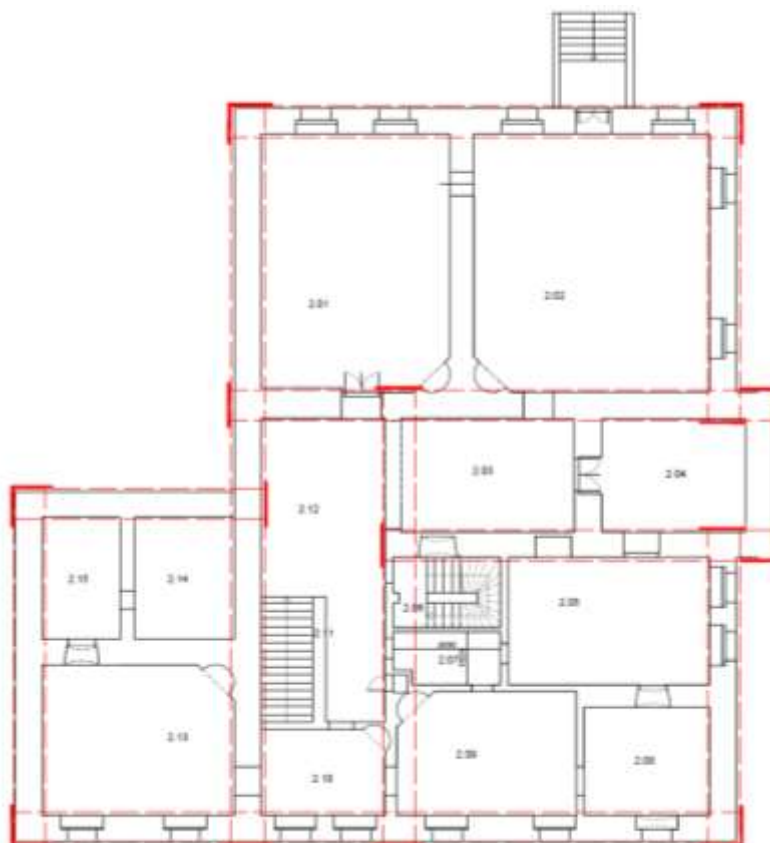
Trhliny, které není možno sanovat stehováním, z důvodu značného porušení okolního zdiva nebo shluku trhlin, budou sanovány zakotvenou plošnou ocelovou výztuží. Výztuž je tvořena Kari sítí o velikosti ok 100/100 a o průměru drátu 6 mm. Sít' je kotvena do svislé konstrukce ocelovými kotvami o průměru 8 mm. Ty jsou osazeny do předvrtaných otvorů ve vzdálenostech 400 – 600 mm vyplněné cementovou maltou. Poté se na svislou konstrukci s vyztužením nastříká 50 mm betonové směsi pomocí torkretovacího stroje. [3]

### 7.3.3 Sepnutí budovy ocelovými táhly

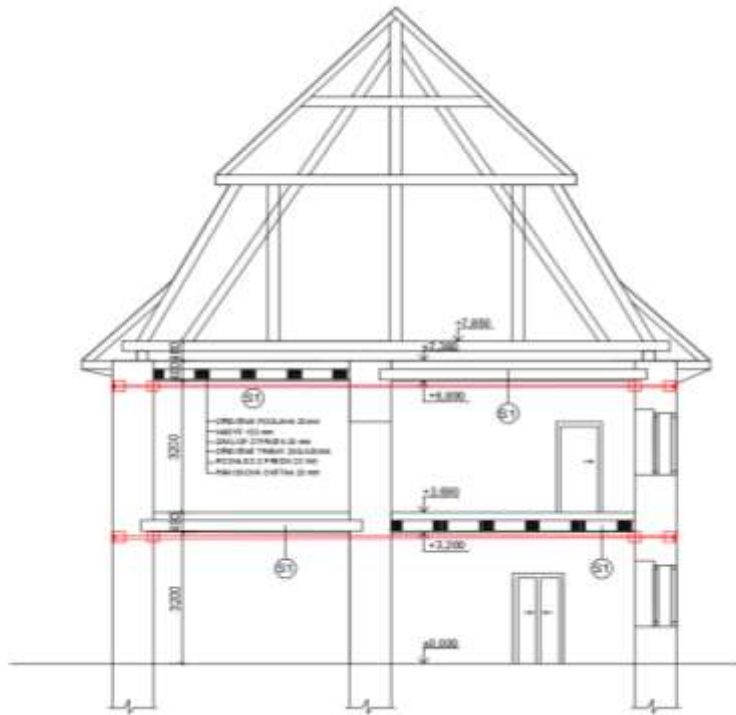
Z hlediska zvýšení tuhosti celého objektu a zároveň preventivní ochrana před možným rozvojem trhlin bude provedeno sepnutí budovy ocelovými táhly. Před sepnutím se trhliny očistí a vyplní plastifikovanou cementovou maltou. Sepnutí konstrukce bude provedeno vysokopevnostními ocelovými táhly. Síly z ocelových táhel se přenáší do kotevních ocelových desek umístěných na rozích budovy. Ze statického hlediska budou táhla aplikována po obou stranách zdí. Táhla jsou vedena v předem připravených drážkách o hloubce 50 mm v líci zdiva. Zároveň jsou přibližně po 2 metrech kotvena sponami. Opatření proti korozi bude zajištěno nízkotlakou injektáží cementovým gelem po celé délce táhla. Následně se nanese omítka. Pro návrh předpínacích sil táhel je nutný statický výpočet, aby nedošlo k porušení stávající konstrukce od přepětí. Táhla budou sepnuta silou, která zajistí stále napnutí, aby při možných změnách teploty bylo stálé. V průběhu roku se musí napětí ocelových táhel kontrolovat. V případě menšího napětí se musí ve šroubech osazených na rohu budovy dopnout. (Obrázek 74,75,76). [3], [6]



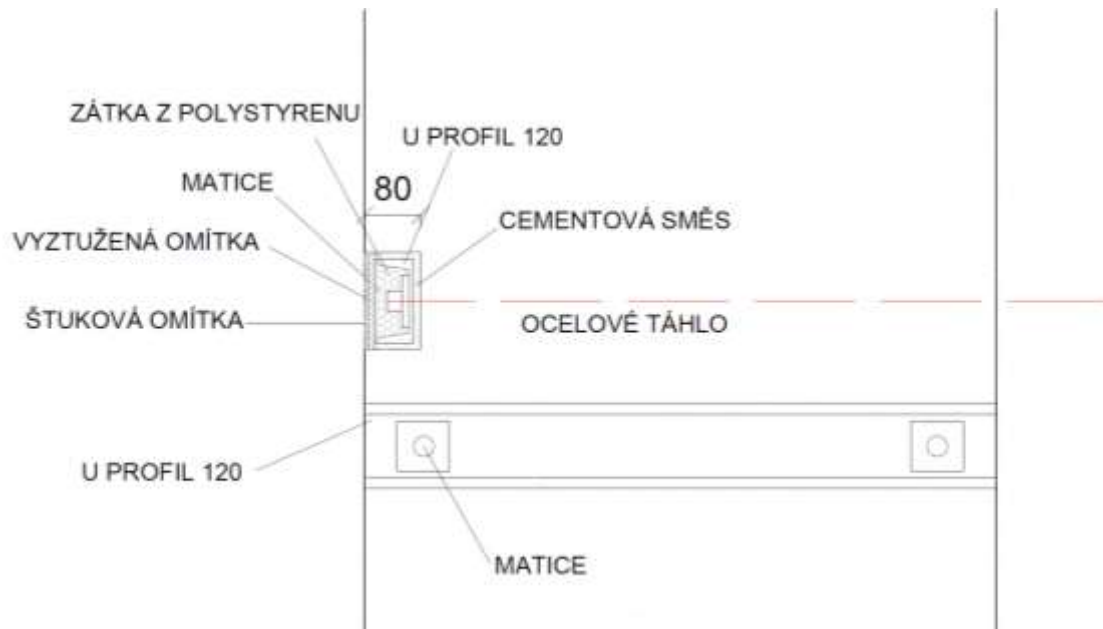
Obrázek 74 - Schéma sepnutí kee 1NP



Obrázek 75 - Schéma sepnutí kee 2NP



Obrázek 76 - Sepnutí táhly - řez B



Obrázek 77 - Kotvení ocelových táhel



## 7.4 Sanace omítek

Vzhledem k vysoké vlhkosti zdiva v prvním nadzemním podlaží, budou sanační omítky provedeny pouze v prvním podlaží do výšky 2 m. Tento typ omítek zajišťuje odpařování vlhkosti ze zdiva. Pro aplikaci je zvolen sanační omítkový systém weber.san sanační WTA, který splňuje svým složením požadavky směrnice WTA 2-9-04/D. Nejprve proběhne příprava podkladu k nanášení sanační omítky. Zbytky původní omítky se odstraní, spáry se vyškrabou do hloubky 20mm, porušené zdivo bude opraveno, jak již bylo popsáno v předešlých návrzích sanačního opatření (stehování, plombování,...). Zdivo se pak po celé ploše očistí kartáčem od zbylého prachu a nerovností. Poté se připraví postřík smícháním suché směsi weber.san mono s vodou. Dle technologického postupu se smíchá směs v samospádové míchačce. Postřík se na předem zvlhčené zdivo aplikuje celoplošně síťovitě o tloušťce 5mm. Při vyšším stupni zasolení a větší tloušťce omítky se nanáší první vrstva weber.san vyrovnávací WTA, která slouží k zachycení solí a vyrovnání podkladu. Nanáší se po 1 dni sušení postříku. Hmoty o tloušťce 20 mm se aplikuje pomocí kontinuální míchačky s provzdušňovacím tubusem. Nástřík zajišťuje lepší přilnavost dalších vrstev. Po vyschnutí se aplikuje vrstva omítky weber.san sanační WTA o tloušťce 20 mm. Nanesená vrstva se musí chránit před rychlým vysoušením z důvodu optimálního tvrdnutí. Po vyschnutí se nanáší jemná omítka weber.san 600 o tloušťce 2 mm.

Zdivo v místech opadané omítky nad výškou 2 m, kde není nutno aplikovat sanační omítku, budou naneseny cementovápennou omítkou. [3], [14]

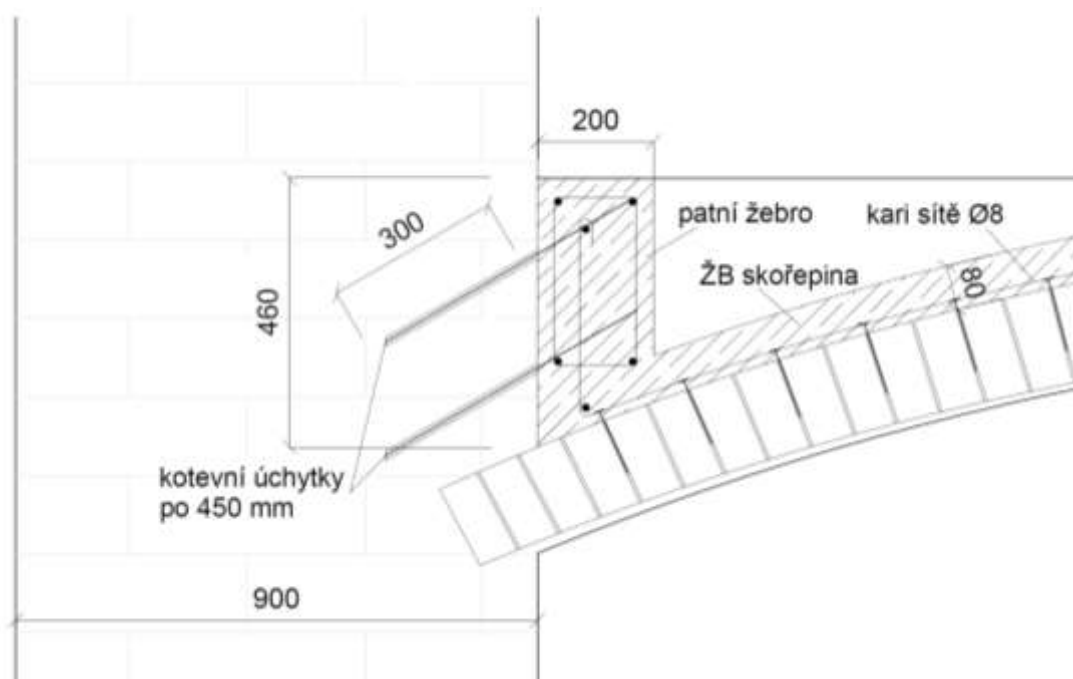
## 7.5 Sanace kleneb

K narušení kleneb v budově dochází z důvodu zvýšené vlhkosti, následnými výkvěty a zvětšujícím se zatížením z vyšších podlaží. Postupně degraduje pojivo, kusové stavivo, tvoří se trhliny a dochází k propadu části konstrukce. Valené klenby v prvním nadzemním podlaží jsou porušeny trhlinami Tv1 – Tv3. V místnosti 1.07 je cihelná klenba propadlá. Nejprve se musí zajistit příčiny poruch kleneb, především zamezení šířené vlhkosti do objektu. Klenby se sanují vzhledem k míře jejich porušení.

V místech, kde jsou klenby porušeny trhlinami Tv1 a Tv3, bude provedena sanace injektáží. Sanovat se začíná od paty klenby až po její vrchol. Nejprve se vodorovné konstrukce staticky podeprou. Odstraní se porušená omítka, spáry a vyskytující trhliny se začistí do hloubky 30 - 50 mm. Následně se provede injektáž trhlín. Trhliny o tloušťce do 1 mm se zainjektují epoxidovou pryskyřicí. Trhliny o větších tloušťkách se budou injektovat minerální směsí. Pokud se v klenbě objeví porušené cihly, odstraní se porušené zdivo až ke zdivu zdravému. Začistí se a nanese cementová malta. Do

připraveného otvoru se vloží plomba. Nakonec se zdivo zatmelí cementovou směsí, překryje sítí a omítkou.

V místnosti 1.07, kde se nachází otvor v klenbě a trhliny Tv3, se bude sanovat zesílením pomocí skořepiny. Klenba se opět nejprve staticky zajistí. Odstraní se záklop, zásyp a povaly a očistí se rub klenby. Otvor se ošetří plombováním. Postup sanace je popsán v předešlém odstavci porušených cihel v klenbě. Maltový potěr a spáry vyplněné maltou na rubu klenby se vyhloubí do 10 – 15 mm. Přibližně do každé druhé spáry cihel klenby se vyvrtají otvory do 2/3 její hloubky, do kterých se vloží ocelové kotvy. Kotvy jsou vytvořeny z kari sítě o tloušťce 8mm do tvaru T. Po té se otvory vyplní epoxidovou maltou. Do zdi se osadí trny, na které se kotví patní žebro do výšky hrubé podlahy. Na rub klenby se následně uloží skořepina tvořena KARI sítí a 80 mm vrstvou betonu. Nejprve se položí KARI síť, ke které se přiřadluje výztuž osazena ve spárách a následně se stříká vrstva betonu (Obrázek 77). Po vytvrdnutí se mohou odstranit podpěry, které staticky zajišťují klenbu. [3]



Obrázek 78 - Schéma sanace klenby ŽB skořepinou

## 7.6 Sanace biologické degradace dřevěných konstrukcí

Nejrozšířenější poruchou v petrovickém zámku je hniloba dřevěných konstrukcí způsobena výskytem dřevokazných hub a hmyzu. Dřevokazní škůdci rozkládají dřevěné konstrukce, které ztrácí pevnost a dochází k jejich kolapsu. Napadené konstrukce se musí důkladně odstranit a následně sanovat. Sanace se rozlišuje podle rozsahu napadení dřeva.

U zdravě vypadajících dřevěných konstrukcí je nutná preventivní ochrana dvojnásobným chemickým povrchovým postřikem biocidy. Zamezí se možnosti výskytu škůdců a jejich následným degradacím.

Značně narušené dřevo se vyskytuje v petrovickém zámku především ve zhlaví uložených stropních trámů v kapsách zdiva a v konstrukcích dřevěného krovu. Jejich porušená část se musí důkladně odstranit a následně se provede její zesílení.

Dřevěné stropní trámy, které jsou porušeny z velké části nebo zcela zříceny, se sanují celkovým odstraněním a následnou výměnou. Nové stropní trámy budou navrženy dle statického výpočtu. [3]

### 7.6.1 Sanace dřevěných trámových stropů

Z hlediska výskytu velké vlhkosti v objektu jsou dřevěné stropní trámy, tvořící vodorovné konstrukce dvou místností prvního podlaží a v celém druhém nadzemním podlaží, ve velké míře poškozeny. Napadené trámy vykazují nadměrné průhyby, porušená zhlaví nebo celkový propad. Návrh sanací stropních trámů jsou navrženy vzhledem k míře jejich napadení, která je posouzena pouze z vizuálního hlediska.

#### 7.6.1.1 Protézování

Dřevěné trámy, které jsou porušeny převážně ve zhlaví, bude provedeno protézováním. Před sanací se musí vodorovné konstrukce staticky zajistit. Nejprve se odstraní uhnílá část trámu až na část zdravou + minimálně 500 mm za ní. Zbytek trámu se očistí kartáčem od prachu a provede se nástřík chemickou ochranou proti dřevokazným škůdcům. Preventivní chemická ochrana se provede i na dřevěné protéze. Ty by měla být ze stejného typu dřeva a rozměrů jako stávající trám, aby se zajistila co nejlepší interakce prvků. Kapsa ve zdivu musí být rozšířena, tak aby okolo trámu byla 30 mm mezera na proudění vzduchu. Zvětšená kapsa se taktéž důkladně očistí a chemicky ochrání. Po té se vloží protéza do kapsy na naimpregnovanou dubovou podložku o tloušťce 30 mm. Následně se spojí

protéza se stávajícím trámem pomocí dvou dřevěných příložek, které budou propojeny ocelovými svorníky. [3]

### 7.6.1.2 Výměna trámu

Ve velké míře napadené nebo již zřícené stropní dřevěné trámy, budou nahrazeny dřevěnými trámy novými (Obrázek 78,79). Nejprve se odstraní podbití a násyp. Vodorovné konstrukce se podeprou v místech zdravé části trámu. Následně se oříznou poškozené trámy přibližně 300 mm od uložení v kapsách zdiva, delší trámy se rozřežou na menší části. Z kapes se odstraní zhlaví trámů a důkladně se kapsy očistí. Dále se zvětší, tak aby okolo trámu byla vzduchová mezera 30 mm. Nakonec se nanese chemický postřik proti biotickým škůdcům. Dřevěné stropní trámy se uloží na dubovou podložku. Nové chemicky ošetřené dřevěné trámy budou navrženy dle zatížení a rozponu místností. [3] Ve statickém výpočtu jsou posouzeny pouze trámy o největších rozponech (Výpočet 1,2).

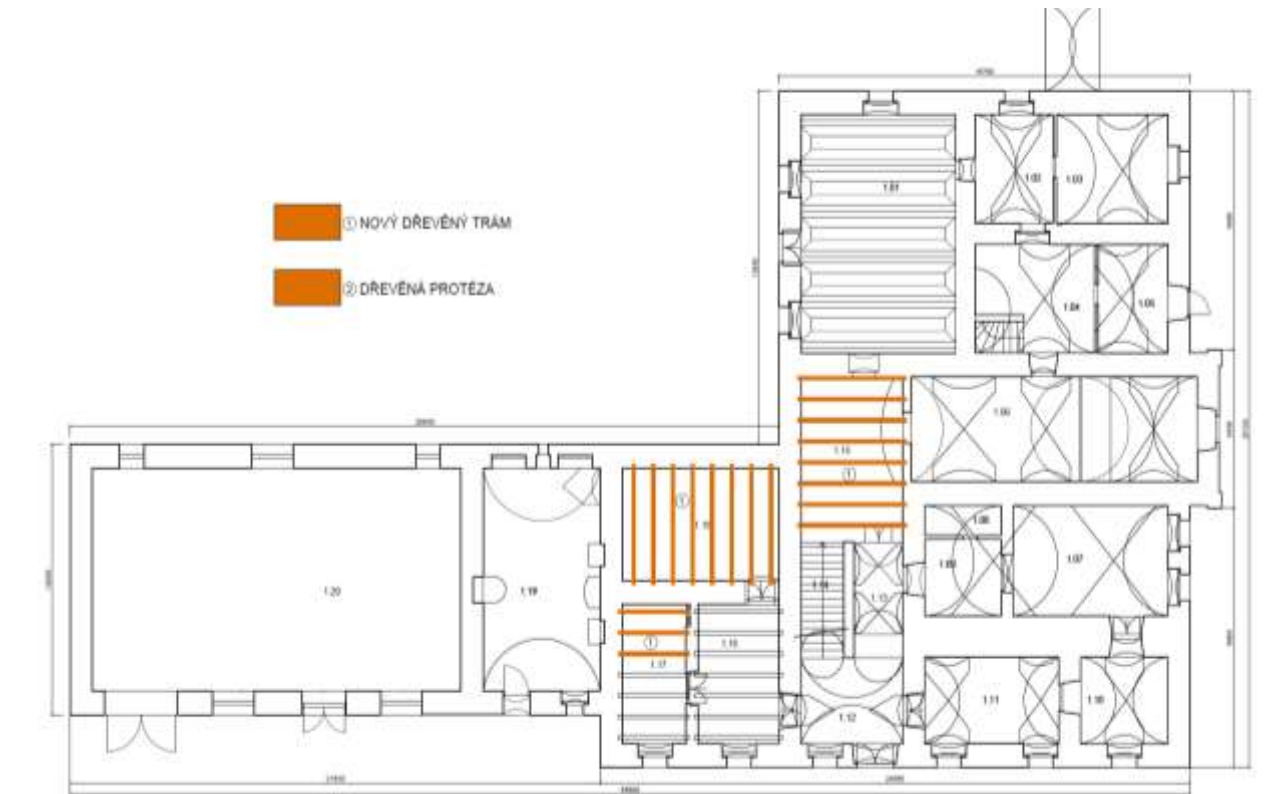
Nejprve se vymodelovalo statické schéma kloubově uloženého nosníku zatíženého stálým a užitným zatížením. Výpočtem vnitřních sil a momentů na nosníku se vyhodnotilo a posoudilo normálové napětí za ohybu, smykové napětí a průhyby. Rozměry a materiály nových trámů byly navrženy tak, aby bylo vyhověno požadavkům mezních stavů únosnosti a použitelnosti (Tabulka 12).

Nejdelší rozpon 7600 mm se nachází v místnosti 2.02. Z hlediska velké délky trámů je nutno zvolit materiál s vyššími pevnostními vlastnostmi. Navrženy jsou stropní trámy z lepeného lamelového dřeva GL24 (Výpočet 1).

V místnosti 2.13 budou uloženy nové dřevěné trámy o délce 5300 mm. Stropní trámy jsou navrženy z rostlého dřeva C22 o rozměrech 150 x 250 mm (Výpočet 2).

Vlastnosti materiálu	rostlé dřevo C 22	lepené lamelové dřevo GL24
pevnost v ohybu $f_{m,k}$	22	24
pevnost v tahu $f_{t,0,k}$	13	16,5
pevnost ve smyku $f_{v,k}$	3,8	2,7
$E_{0,mean}$	10	11,6
$E_{0,05}$	6,7	9,4

Tabulka 12 - Materiálové vlastnosti dřeva



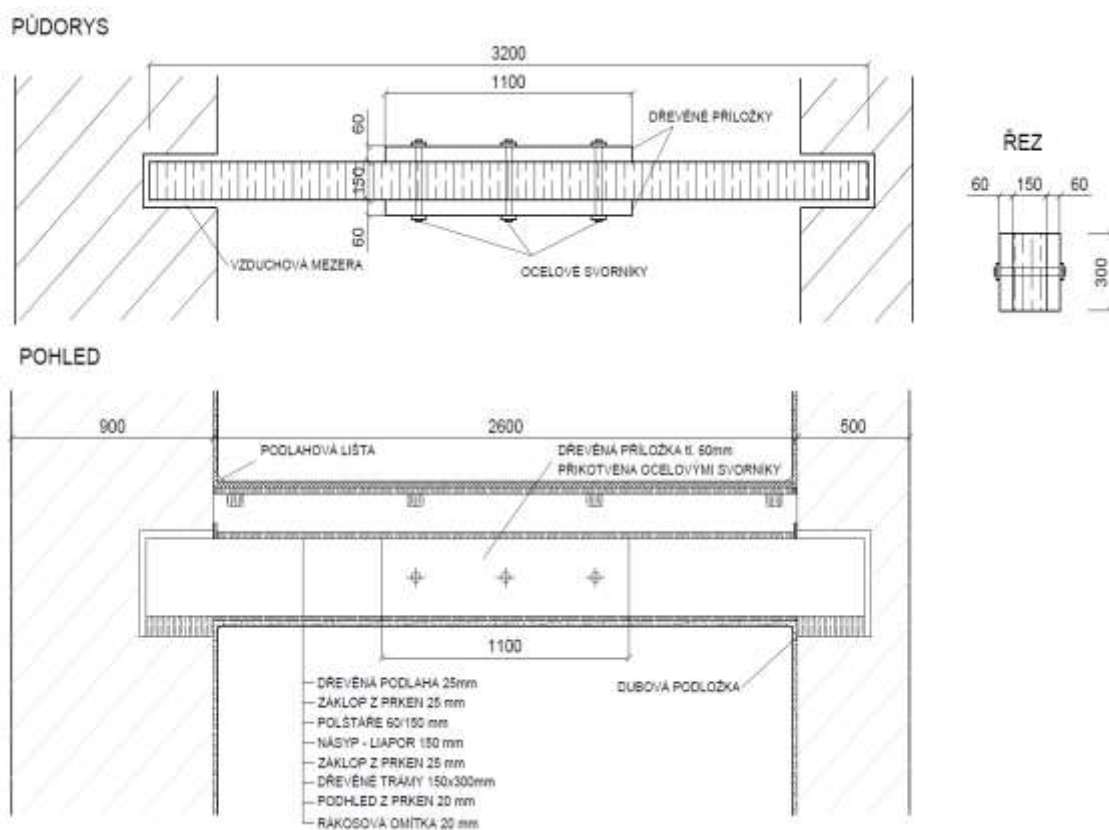
Obrázek 79 - Schéma sanace dřevěných trámů stropní konstrukce 1NP



Obrázek 80 - Schéma sanace dřevěných trámů stropní konstrukce 2NP

### 7.6.1.3 Dřevěné příložky

Trámy, které nejsou natolik poškozeny, aby došlo k jejich výměně za nové, ale přesto vykazují sníženou únosnost, budou zesíleny dřevěnými příložkami. Příložky zajistí vyšší nosnost. Zesílení proběhne ve střední části trámu. Ke stávajícímu trámu budou připevněny dva dřevěné hranoly o tloušťce 60 mm pomocí ocelových svorníků. Příložky budou délky 1/3 z rozponu stávajícího trámu. Před sanací bude stávající dřevěný trám ošetřen chemickým postřikem. Dřevěné hranoly musí být naimpregnovány fungicidem proti dřevokazným houbám a insekticidem proti dřevokaznému hmyzu. Není možno posoudit rozsah napadení trámu, jelikož trámy jsou zakryty podhledem. Zesílení únosnosti dřevěných stropních trámů bude aplikováno po vyhodnocení míry poškození trámu, kdy bude odkryt podhled vodorovných konstrukcí. [3]



Obrázek 81 – Schéma zesílení trámu dřevěnými příložkami

## 7.6.2 Sanace krovu

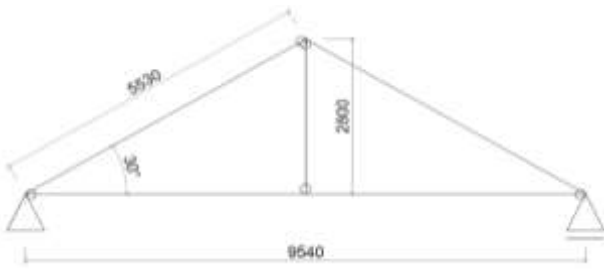
Pro sanaci krovu je nutné rozlišit rozsah poškození dřevěných prvků, které jsou z velké části napadeny dřevokazným hmyzem, houbami a hnilobou. U napadených prvků dochází k uvolňování spojů a ke ztrátě pevnosti. Příčina výskytu dřevokazných škůdců je vysoká vlhkost, která se do půdních prostor dostává v podobě srážkové vody skrz chybějící střešní krytinu. Před sanací je důležité zajistit prostředí před vysokou vlhkostí. Analýzou stavu jednotlivých prvků se určí míra sanace.

Objekt je památkově chráněn. U částečného poškození prvků a jejich spojů se konstrukce snažíme zachovat. Proveďte se jejich ochrana očištěním, odstraněním porušené části dřevěného prvku až na zdravou část. Před odstraněním napadené části se musí konstrukce staticky zajistit. Následně se provede chemická ochrana dvojitým biocidním postřikem. Důležité je nanést chemickou ochranu i na kontaktní plochy spojů. Dále se prvky mohou zesilovat pomocí prvků nebo vyměňovat pomocí protéz. Nutností je statický výpočet dimenzí zesilujících prvků, tak aby byla zajištěna spolehlivá interakce mezi jednotlivými prvky.

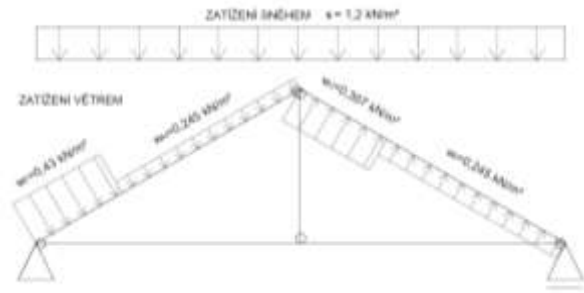
Dřevěné konstrukce poškozeny ve velké míře, je vhodné zcela odstranit a vyměnit za konstrukce nové. Postup sanace je shodný jako při výměně části prvku. Při náhradě nosného prvku krovové konstrukce je důležité staticky posoudit a navrhnout v souladu s namáháním.

V průběhu a po sanačních opravách je nutné prostory pravidelně čistit vysavačem, aby byly odstraněny veškeré zárodky dřevokazných škůdců. Důležité je chránit prostory proti srážkové vodě a zajistit proudění vzduchu proti zvýšené vlhkosti. Po sanaci se provede závěrečný chemický nástřik biocidními prostředky. [3]

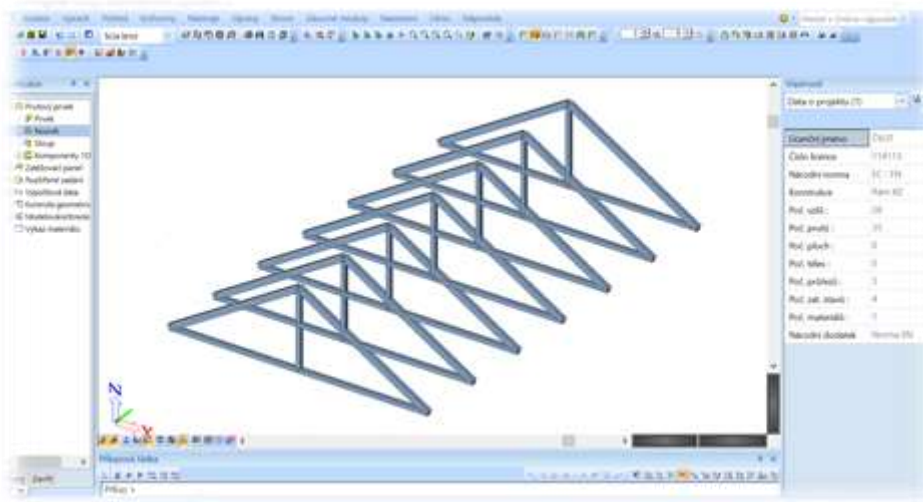
V přílehlém hospodářském sídle je střešní konstrukce zcela zřícena. Propadlý krov se musí důkladně odstranit a očistit obvodové konstrukce, na kterých byly prvky krovu uloženy. Navržen je nový dřevěný krov z rostlého dřeva C22. Všechny prvky krovu budou preventivně chemicky ošetřeny před napadením dřevokaznými houbami a hmyzem. Systém krovu je ponechán původní - jednoduchý vaznicový. Vazby jsou složeny z vazného trámu, středového sloupku a krokví, které svírají s vazným trámem úhel 30°. Vnitřní síly a momenty byly vypočteny v programu Scia (*Obrázek 84*), kde se vymodelovalo statické schéma krovu (*Obrázek 82*) a zatížilo kombinací vlastní tíhy, větrem a sněhem (*Obrázek 83*). Následně byly jednotlivé prvky posouzeny na tlak, tah, smyk a ohyb (*Výpočet 3*). Vazný trám byl navržen o rozměrech 150 x 150 mm. Vazný trám přenáší především tahové síly a zamezuje tak vybočení obvodových konstrukcí. Sloupek navržen o rozměrech 150 x 150 mm má funkci táhla. Přenáší průhyb zavěšeného vazného trámu. Největší zatížení přenáší krokve, které jsou navrženy o rozměrech 160 x 220 mm. Krokve byly posouzeny na vzpěr.



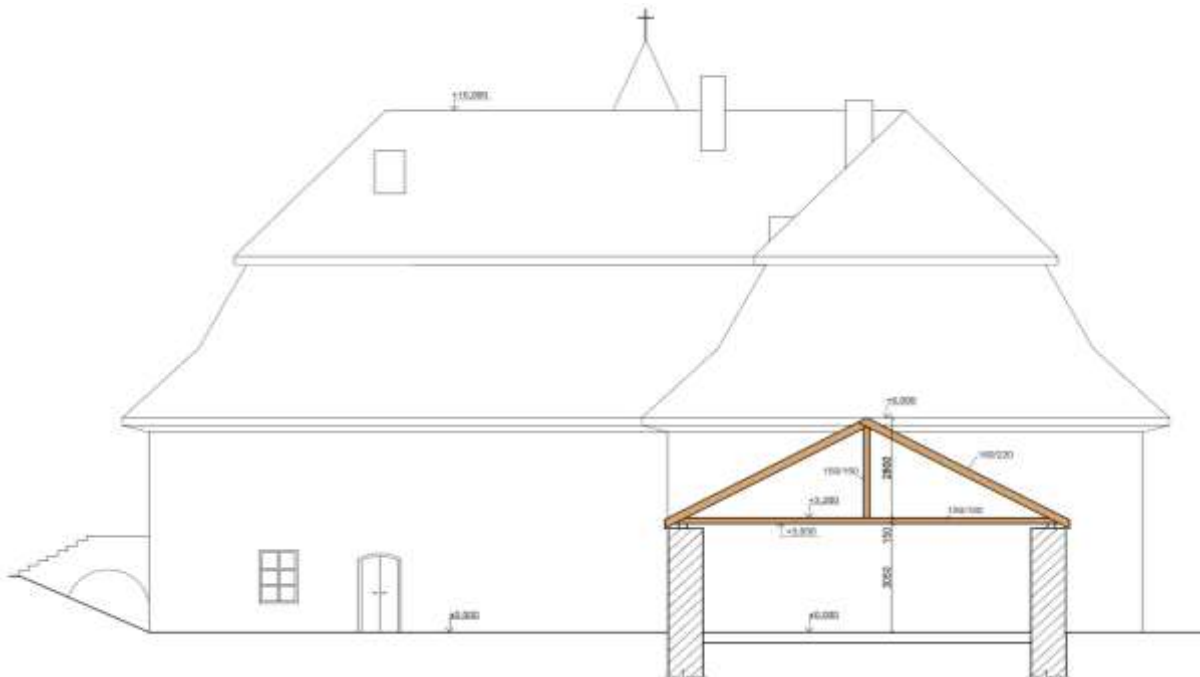
Obrázek 82 - Statické schéma krovu



Obrázek 83 - Schéma zatížení krovu



Obrázek 84 - Modelace v programu Scia



Obrázek 85 - Řez hospodářského sídla



## 8. Závěr

Zadáním diplomové práce bylo provést stavební průzkum zámku Petrovice, popsat a analyzovat jeho poruchy a následně navrhnout sanační opatření.

Jelikož nebyla k dispozici výkresová dokumentace, byl objekt zaměřen a poté byly zhotoveny výkresy půdorysů, řezů a pohledů. Při dalším průzkumu byly analyzovány poruchy svislých, vodorovných a kompletačních konstrukcí. Poruchy byly zaznamenány do výkresů poruch (půdorysy, řezy, pohledy).

Stavebním průzkumem byl zjištěn havarijní stav zámku. Nejdominantnější poruchou je zřícené severozápadní vnitřní průčelí objektu. Zde se nachází ruina svislých, vodorovných konstrukcí z prvního a druhého podlaží a spodní část konstrukce mansardové střechy. Navazující konstrukce zřícené části objektu jsou staticky nezajištěné, ztrácí svou pevnost a dochází tak k jejich poruchám, zejména k výskytu trhlin na svislých a vodorovných konstrukcích, k uhnívání stropních trámů, dřevěného schodiště a prvků krovového systému.

Dalším velmi závažným problémem v zámku vlhkost. Pro analýzu míry vlhkosti v objektu byl proveden laboratorní rozbor zdiva. Vyhodnocením bylo zjištěno, že v prvním nadzemním podlaží vykazuje zdivo velmi vysoký stupeň vlhkosti. Obsah vody ve svislých konstrukcích je tedy způsoben převážně zemní vztlínající vlhkostí. Voda vztlíná především skrz ložné spáry, které degradují a narušují strukturu zdiva. Se zemní vztlínající vlhkostí se do objektu dostávají vodorozpustné soli (sírany, chloridy a dusičnany), které při vykrystalizování ucpávají póry zdiva a zamezují tak přirozenému prostupu vzduchu. Pro vyhodnocení míry salinity zdiva byl proveden laboratorní rozbor odebraných vzorků, kde byl zjištěn vysoký stupeň dusičnanů a chloridů.

Vlhkost v budově je také způsobena srážkovou vodou, která do objektu zatéká skrz porušenou střešní konstrukci. Zatékající voda způsobuje hnilobu dřevěných prvků systému krovu a stropních dřevěných trámů vodorovných konstrukcí. Dřevo je napadeno dřevokaznými škůdci a dochází k uvolňování spojů a ztrátě pevnosti. Postupnou degradací vodorovné konstrukce propadají a síly krovového systému se přenáší do svislých konstrukcí.

Ve sledovaném objektu bylo analyzováno velmi mnoho poruch. Svislé konstrukce jsou porušeny zejména vztlínající vlhkostí, destrukcí a velkým výskytem trhlin. Sanační opatření proti vztlínající vlhkosti bylo navrženo aplikací přímé metody chemickou beztlakovou jednostrannou injektáží a doplňujícími nepřímými metodami vybudování drenážního systému a odvětrání podlahy iglu tvarovkami. Pro statickou stabilitu svislých konstrukcí zámku byla navržena dostavba chybějícího zdiva a sepnutí objektu po celém jeho obvodu ocelovými táhly.

Vodorovné konstrukce v prvním nadzemním podlaží tvořené valenými klenbami jsou porušeny trhlinami a propady z důvodu vlhkosti a velkého zatížení z vyšších nadzemních podlaží. Návrhem sanace částečně porušené valené klenby propadem bylo zavěšení na železobetonovou rubovou skořepinu. Pro klenby porušené trhlinami byla navržena injektáž. Vodorovné konstrukce převážně v druhém nadzemním podlaží tvořené dřevěnou stropní konstrukcí jsou napadeny dřevokaznými houbami a hmyzem. Podle míry napadení se určila jejich sanace zesílení příložkami, vkládání protéz nebo celkovou výměnou.

Dřevěný krov vzhledem k velké vlhkosti je napaden dřevokaznými škůdci. Způsobuje uvolňování spojů a ztrátě pevnosti. Následný návrh sanace byl ošetření chemickými postříky, protézováním, zesilování prvků nebo jejich celkovou výměnou.

Vzhledem k rozsáhlosti poruch byla detailně navržena sanace dřevěných stropních trámů a zříceného krovu sedlové střechy přilehlého hospodářského sídla. Stropní dřevěné trámy byly nově navrženy a posouzeny výpočtem v místnostech největších rozponů. Krov sedlové střechy přilehlého sídla byl navržen na systém původní vaznicový, kde byl posouzen v programu Scia na kombinaci zatížení větru a sněhu.

Cílem diplomové práce byl provést stavebně technický průzkum a částečný návrh sanací porušených konstrukcí. Analýzou se prokázaly velmi rozsáhlé poruchy, které je nutno v co nejrychlejší době sanovat, jelikož stav zámku Petrovice je v havarijním stavu.

## 9. Přílohy

### Výpočet 1:

#### Návrh nového stropního trámu z lamelového dřeva v místnosti 2.02

#### Posouzení stropního trámu

Stálé zatížení		g <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	γ <sub>G</sub>	g <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
dřevěná podlaha	0,025 m * 5 kN/m <sup>3</sup> =	0,125	1,35	0,169
násyp z liaporu	0,15 m * 3,5 kN/m <sup>3</sup> =	0,525	1,35	0,709
záklop z dřevěných prken	0,025 m * 5 kN/m <sup>3</sup> =	0,125	1,35	0,169
stropní dřevěné trámy	0,2m * 0,3m * 3,8 kN/m <sup>3</sup> * 1/0,8m=	0,375	1,35	0,506
podbití z dřevěných prken	0,02m * 5 kN/m <sup>3</sup> =	0,1	1,35	0,135
rákosová omítka	0,02m * 15 kN/m <sup>3</sup> =	0,3	1,35	0,405
Σ g(k,d)		1,55		2,09

Proměnné zatížení		q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	γ <sub>Q</sub>	q <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
užitné zatížení (byty)	1,5 kN/m <sup>2</sup> =	1,5	1,5	2,25
Σ q(k,d)		1,5		2,25

<b>CELKOVÉ ZATÍŽENÍ</b>	Σ g(k,d) + Σ q(k,d)=	3,05		4,34
-------------------------	----------------------	------	--	------

**ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKA**

$$0,8 \text{ m} * 3,05 \text{ kN/m}^2 = 2,44 \text{ kN/m}$$

$$0,8 \text{ m} * 4,34 \text{ kN/m}^2 = 3,47 \text{ kN/m}$$

**VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL**

**Posouvající síla V**

$$\text{MSÚ} \quad V = \frac{1}{2} * g_d * l = \frac{1}{2} * 3,47 * 7,86 = 13,65 \text{ kN/m}$$

$$\text{MSP} \quad V = \frac{1}{2} * q_k * l = \frac{1}{2} * 2,44 * 7,86 = 9,59 \text{ kN/m}$$

**Moment M**

$$\text{MSÚ} \quad M = \frac{1}{8} * g_d * l^2 = \frac{1}{8} * 3,47 * 7,86^2 = 26,83 \text{ kN/m}$$

$$\text{MSP} \quad M = \frac{1}{8} * q_k * l^2 = \frac{1}{8} * 2,44 * 7,86^2 = 18,84 \text{ kN/m}$$

**Zatížení**

**MSÚ**

$$f = 3,47 \text{ kN/m}$$



**MSP**

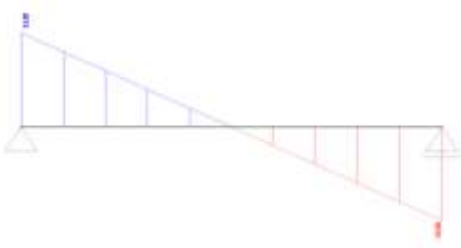
$$f = 2,44 \text{ kN/m}$$



**Posouvající síly**

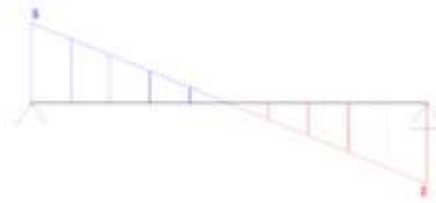
**MSÚ**

$$V = 13,65 \text{ kN}$$



**MSP**

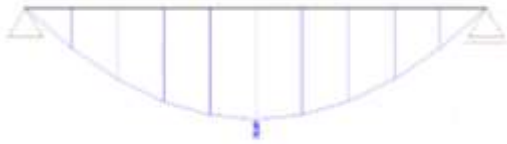
$$V = 9,59 \text{ kN}$$



Momenty

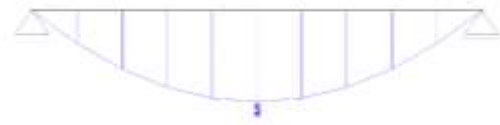
**MSÚ**

$$M = 26,83 \text{ kN/m}$$



**MSP**

$$M = 18,84 \text{ kN/m}$$



Návrh prvku:

Návrh: 200 mm x 300 mm

Charakteristické vlastnosti materiálu: GL24

Ohyb:  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$

Smyk:  $f_{v,k} = 2,7 \text{ MPa}$

Modul pružnosti:  $E_{o,mean} = 11\,600 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 9\,400 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost v ohybu a ve smyku:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{2,7}{1,25} = 1,73 \text{ MPa}$$

**Posouzení MSÚ**1) Normálové napětí za ohybu

Modul průřezu:

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 200 \cdot 300^2 = 2\,250\,000 \text{ mm}^3$$

Normálové napětí za ohybu:

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{26,832}{0,00225 \cdot 10^{-3}} = 8,94 \text{ MPa} < 15,36 \text{ MPa}$$

**Nosník na ohyb vyhovuje**2) Smykové napětí

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

Účinná šířka průřezu:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 200 = 134,0 \text{ mm}$$

 $k_{cr} = 0,67$  součinitel zohledňující vliv výsušných trhlin v případě rychlého vysoušení dřeva

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 13,65}{2 \cdot 134 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3}} = 0,51 \text{ MPa} < 1,73 \text{ MPa}$$

**Nosník na smyk vyhovuje****Posouzení MSP**3) Okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení (Charakteristické hodnoty):Průhyb od jednotkového zatížení  $q_{ref} = 1 \text{ kN/m}^2$ 

$$W_{ref} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{ref} \cdot L^4}{E_{0mean} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1 \cdot 7,86^4}{11600 \cdot 4,5 \cdot 10^{-4}} = 9,52 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 0,2 \cdot 0,3^3 = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^4$$

Okamžitý průhyb od stálého zatížení

$$g_k = 1,55 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \text{ m} = 1,24 \text{ kN/m}$$

$$W_{1,inst} = g_k \cdot u_{ref} = 1,24 \cdot 9,52 = 11,8 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \text{ m} = 1,2 \text{ kN/m}$$

$$W_{2,inst} = q_k \cdot u_{ref} = 1,2 \cdot 9,52 = 11,4 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$W_{,inst} = W_{1,inst} + W_{2,inst} = 11,8 + 11,4 = 23,22 \text{ mm}$$

$$W_{,inst} < \frac{l}{300} = \frac{7860}{300} = 26,2 \text{ mm}$$

$$23,22 \text{ mm} \leq 26,2 \text{ mm}$$

**Nosník na okamžitý průhyb vyhovuje**

4) Konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení (Charakteristické hodnoty):

$$W_{net,fin} = W_{1,inst} (1 + k_{1,def}) + W_{2,inst} (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{2,def})$$

$$W_{net,fin} = 11,8 \cdot (1 + 0,6) + 11,4 \cdot (1 + 0 \cdot 0,6) = 30,3 \text{ mm}$$

$$W_{net,fin} < \frac{l}{250} = \frac{7860}{250} = 31,44 \text{ mm}$$

$$30,3 \text{ mm} < 31,44 \text{ mm}$$

**Nosník na konečný průhyb vyhovuje**

**Výpočet 2:****Návrh nového stropního trámu z rostlého dřeva v místnosti 2.13****Posouzení stropního trámu**

Stálé zatížení		g <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	γ <sub>G</sub>	g <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
dřevěná podlaha	0,025 m * 5 kN/m <sup>3</sup> =	0,125	1,35	0,169
násyp z liaporu	0,15 m * 3,5 kN/m <sup>3</sup> =	0,525	1,35	0,709
záklon z dřevěných prken	0,025 m * 5 kN/m <sup>3</sup> =	0,125	1,35	0,169
stropní dřevěné trámy	0,15m * 0,25m * 5 kN/m <sup>3</sup> * 1/0,8m=	0,234	1,35	0,316
podbití z dřevěných prken	0,02m * 5 kN/m <sup>3</sup> =	0,1	1,35	0,135
rákosová omítka	0,02m * 15 kN/m <sup>3</sup> =	0,3	1,35	0,405
	Σ g(k,d)	1,41		1,90

Proměnné zatížení		q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	γ <sub>Q</sub>	q <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
užitné zatížení (byty)	1,5 kN/m <sup>2</sup> =	1,5	1,5	2,25
	Σ q(k,d)	1,5		2,25

<b>CELKOVÉ ZATÍŽENÍ</b>	Σ g(k,d) + Σ q(k,d)=	2,91		4,15
-------------------------	----------------------	------	--	------

**ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKA**

$$0,8 \text{ m} * 2,91 \text{ kN/m}^2 = 2,33 \text{ kN/m}$$

$$0,8 \text{ m} * 4,15 \text{ kN/m}^2 = 3,32 \text{ kN/m}$$



**VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL****Posouvající síla V**

$$\text{MSÚ} \quad V = \frac{1}{2} \cdot g_d \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 3,32 \cdot 5,3 = 8,80 \text{ kN/m}$$

$$\text{MSP} \quad V = \frac{1}{2} \cdot q_k \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 2,33 \cdot 5,3 = 6,17 \text{ kN/m}$$

**Moment M**

$$\text{MSÚ} \quad M = \frac{1}{8} \cdot g_d \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 3,32 \cdot 5,3^2 = 11,66 \text{ kN/m}$$

$$\text{MSP} \quad M = \frac{1}{8} \cdot q_k \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 2,33 \cdot 5,3^2 = 8,17 \text{ kN/m}$$

**Návrh prvku:**

Návrh: 150 mm x 250 mm

Charakteristické vlastnosti materiálu: C22

Ohyb:  $f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$

Smyk:  $f_{v,k} = 3,8 \text{ MPa}$

Modul pružnosti:  $E_{o,mean} = 10\,000 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 6\,700 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost v ohybu a ve smyku:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{22}{1,25} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{3,8}{1,25} = 2,33 \text{ MPa}$$

**Posouzení MSÚ**1) Normálové napětí za ohybu

Modul průřezu:

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 150 \cdot 250^2 = 1\,560\,000 \text{ mm}^3$$

Normálové napětí za ohybu:

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{11,66}{0,00156 \cdot 10^{-3}} = 7,47 \text{ MPa} < 13,54 \text{ MPa}$$

**Nosník na ohyb vyhovuje**2) Smykové napětí

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

Účinná šířka průřezu:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 150 = 100,5 \text{ mm}$$

 $k_{cr} = 0,67$  součinitel zohledňující vliv výsušných trhlin v případě rychlého vysoušení dřeva

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 8,80}{2 \cdot 100,5 \cdot 250 \cdot 10^{-3}} = 0,53 \text{ MPa} < 2,34 \text{ MPa}$$

**Nosník na smyk vyhovuje****Posouzení MSP**3) Okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení (Charakteristické hodnoty):Průhyb od jednotkového zatížení  $q_{ref} = 1 \text{ kN/m}^2$ 

$$W_{ref} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{ref} \cdot L^4}{E_{0mean} \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1 \cdot 5,3^4}{10\,000 \cdot 2,0 \cdot 10^{-4}} = 5,26 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 0,15 \cdot 0,25^3 = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^4$$

Okamžitý průhyb od stálého zatížení

$$g_k = 1,41 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \text{ m} = 1,13 \text{ kN/m}$$

$$W_{1,\text{inst}} = g_k \cdot u_{\text{ref}} = 1,13 \cdot 5,26 = 5,93 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \text{ m} = 1,2 \text{ kN/m}$$

$$W_{2,\text{inst}} = q_k \cdot u_{\text{ref}} = 1,2 \cdot 5,26 = 6,31 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$W_{,\text{inst}} = W_{1,\text{inst}} + W_{2,\text{inst}} = 5,93 + 6,31 = 12,24 \text{ mm}$$

$$W_{,\text{inst}} < \frac{l}{300} = \frac{5300}{300} = 17,6 \text{ mm}$$

$$12,24 \text{ mm} \leq 17,6 \text{ mm}$$

**Nosník na okamžitý průhyb vyhovuje**

4) Konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení (Charakteristické hodnoty):

$$W_{\text{net,fin}} = W_{1,\text{inst}} (1 + k_{1,\text{def}}) + W_{2,\text{inst}} (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{2,\text{def}})$$

$$W_{\text{net,fin}} = 5,93 \cdot (1 + 0,6) + 6,31 \cdot (1 + 0 \cdot 0,6) = 15,17 \text{ mm}$$

$$W_{\text{net,fin}} < \frac{l}{250} = \frac{5300}{250} = 21,22 \text{ mm}$$

$$15,8 \text{ mm} < 17,84 \text{ mm}$$

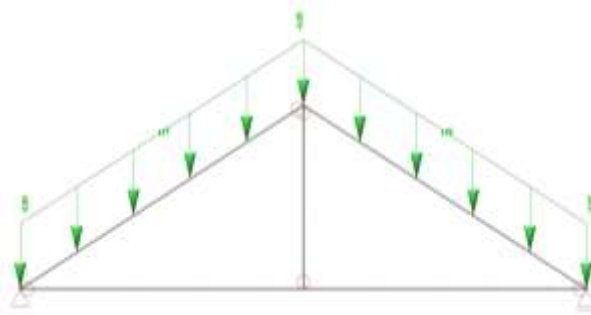
**Nosník na konečný průhyb vyhovuje**

Výpočet 3:

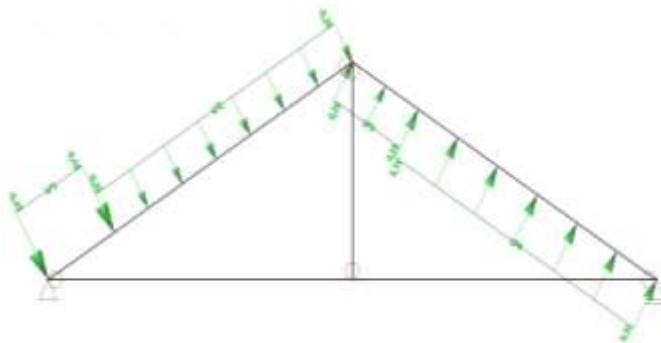
**Návrh a posouzení krovu sedlové střechy hospodářského sídla**

Zatížení

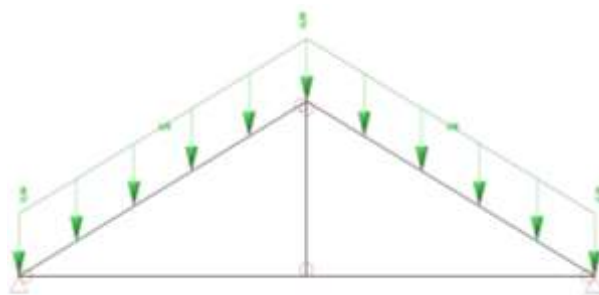
VL. TÍHA



VÍTR



SNÍH

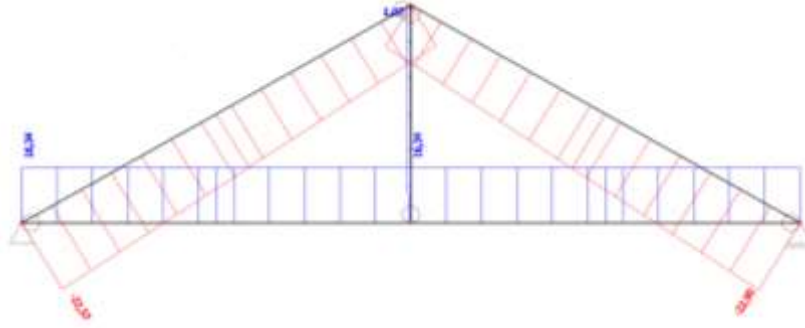


*Kombinace zatížení*

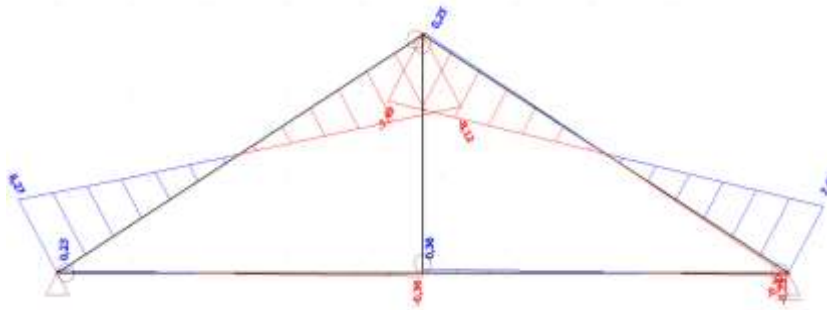
$$CO1 = LC1 * 1,35 + LC2 * 1,35 + LC3 * 1,5 + LC4 * 0,9$$

*Výsledky zatížení*

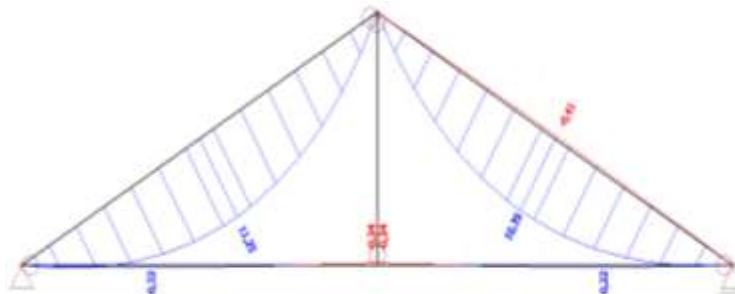
N [kN]



Vz [kN]



My [kN/m]



**Návrh prvků:*****Vazný trám***

Rozměr: 150 x 150 mm

Charakteristické vlastnosti materiálu: C22

Ohyb:  $f_{m,k} = 22$  MPaSmyk:  $f_{v,k} = 3,8$  MPaModul pružnosti:  $E_{o,mean} = 10\,000$  MPa $E_{0,05} = 6\,700$  MPa

Návrhová pevnost v ohybu a ve smyku:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{22}{1,3} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{3,8}{1,3} = 2,34 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{13}{1,3} = 8 \text{ MPa}$$

Normálové napětí za ohybu (nosník není po celé délce zajištěn proti příčné tuhosti)

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

Modul průřezu:

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 150 \cdot 150^2 = 5\,630\,000 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{0,69}{0,00056} = 0,39 \text{ MPa} < 13,54 \text{ MPa}$$

**Vazný trám na ohyb vyhovuje**

Normálové napětí na tah:

$$\sigma_{cod} \leq f_{t,0,d}$$

$$\sigma_{cod} = \frac{N+Vz}{A} = \frac{16,34+0,36}{0,225 \cdot 10^{-3}} = 0,77 < 8 \text{ MPa}$$

**Vazný trám na tah vyhovuje**

Smykové napětí

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

Účinná šířka průřezu:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 150 = 100,5 \text{ mm}$$

$k_{cr} = 0,67$  součinitel zohledňující vliv výsušných trhlin v případě rychlého vysoušení dřeva

$$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 0,36}{0,03015 \cdot 10^{-3}} = 0,036 \text{ MPa} < 2,46 \text{ MPa}$$

**Vazný trám na smyk vyhovuje**

***Sloupek***

Rozměr: 150 x 150 mm

Charakteristické vlastnosti materiálu: C22

Tlak:  $f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti:  $E_{0,05} = 6\,700 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost v ohybu a v tlaku:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{20}{1,3} = 12,31 \text{ MPa}$$

Normálové napětí v tahu:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{Nd}{A} = \frac{1,07}{0,0225 \cdot 10^{-3}} = 0,083 \text{ MPa}$$

štíhlostní poměr:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{2800}{43,3} = 64,66$$

$$\sigma_{m,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda^2} = \pi^2 \cdot \frac{6700}{64,66^2} = 15,8 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{crit}}} = \sqrt{\frac{20}{15,83}} = 1,12$$

součinitel vzpěrnosti:

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,18 - 0,3) + 1,18^2] = 1,22$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,22 + \sqrt{1,22^2 + 1,12^2}} = 0,35$$

Posouzení sloupu na vzpěr:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,083}{0,35 \cdot 12,31} \leq 1$$

$$0,02 \leq 1$$

**Sloup na vzpěr vyhovuje**

### ***Krokev***

Rozměr: 160 x 220 mm

Char. vlastnosti materiálu: C22

Ohyb:  $f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$

Tlak:  $f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti:  $E_{0,mean} = 10\,000 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 6\,700 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost v ohybu a ve smyku:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{22}{1,3} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{2,4}{1,3} = 2,46 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost v ohybu a v tlaku:



$$f_{c,o,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,o,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{20}{1,3} = 12,31 \text{ MPa}$$

Normálové napětí v tlaku:

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{Nd}{A} = \frac{22,57}{0,0352 \cdot 10^{-3}} = 0,64 \text{ MPa}$$

Normálové napětí za ohybu:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{11,25}{0,0013 \cdot 10^{-3}} = 8,72 \text{ MPa} < 14,73 \text{ MPa}$$

Modul průřezu:

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 160 \cdot 220^2 = 1\,290\,000 \text{ mm}^3$$

štíhlostní poměr:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{5530}{63,51} = 87,07$$

$$\sigma_{m,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda^2} = \pi^2 \cdot \frac{6700}{86,97^2} = 8,72 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{\sigma_{crit}}} = \sqrt{\frac{20}{8,73}} = 1,52$$

součinitel vzpěrnosti:

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,52 - 0,3) + 1,52^2] = 1,77$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,77 + \sqrt{1,77^2 + 1,52^2}} = 0,24$$

posouzení sloupu na vzpěr:

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_c \cdot f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,64}{0,24 \cdot 12,31} + \frac{8,7}{13,54} \leq 1$$

$$0,86 \leq 1$$

**Krokov na tlak s ohybem vyhovuje**

## 10. Seznam zdrojů

### 10.1 Publikace

[1] ÚLOVEC, Jiří. *Ohrožené hrady, zámky a tvrze Čech 2.díl N-Ž*. Vydavatelství Libri, 2005. ISBN 80-7277-208-2.

[2] NPÚ

[3] WITZANY, J., ČEJKA, T., WASSERBAUER, R., ZIGLER, R. *PDR - Poruchy, degradace a rekonstrukce*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2010. ISBN 978-80-01-04488-9.

[4] WITZANY, J. *Poruchy a rekonstrukce zděných budov*. Praha: ČKAIT, 1999. ISBN 80-802887-5-8.

[5] BALÍK, M. a kol. *Odvhlčování staveb*. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-0765-9.

[6] SOLAŘ, J. *Poruchy a rekonstrukce zděných staveb*. Praha 2008. ISBN 978-80-247-2672-4.

### 10.2 Internetové zdroje

[7] *Mapy.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-12-10].

Dostupné z: [https://mapy.cz/letecka?vlastni-body&x=14.7162019&y=49.5540712&z=18&uc=\)](https://mapy.cz/letecka?vlastni-body&x=14.7162019&y=49.5540712&z=18&uc=)

[8] *Stanovení vlhkosti materiálu* [online]. 2016 [cit. 2016-12-10].

Dostupné z: [http://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyzkum&sub=53\)](http://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyzkum&sub=53)

[9] *Koniofora sklepní* [online]. 2016 [cit. 2016-12-10].

Dostupné z: <https://www.sanako.cz/skudci/houby-a-plisne>

[10] *Tesařík krovový* [online]. 2016 [cit. 2016-12-10].

Dostupné z: <https://www.sanako.cz/skudci/drevokazny-hmyz>

[11] *Remmers* [online]. 2016 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z:

[http://www.remmers.cz/editor/image/stranky3\\_produkty2/tl\\_1070\\_entsalzungskomprese.pdf](http://www.remmers.cz/editor/image/stranky3_produkty2/tl_1070_entsalzungskomprese.pdf)

[12] *Technologie.fsv.cvut.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-12-10].

Dostupné z: <http://technologie.fsv.cvut.cz/122ytrh/get.php?id=213>

[13] *Mikroemulze IMESTA® IW 550*. Imesta s.r.o. [online]. 2016 [cit. 2016-12-10].

Dostupné z: <http://www.imesta.com/vyrobky/imesta-iw-550/>

[14] [www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz) [online]. 2016 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z:

[http://www.weberterranova.cz/uploads/tx\\_weberproductpage/TL\\_weber\\_san\\_sanacni\\_WTA.pdf](http://www.weberterranova.cz/uploads/tx_weberproductpage/TL_weber_san_sanacni_WTA.pdf)

[15] [www.merck.cz](http://www.merck.cz) [online]. 2016 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: [www.merck.cz](http://www.merck.cz)

### 10.3 Normy

[15] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: ČNI, březen 2004

[15] ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: ČNI, prosinec 2006

## 11. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Vesnice Petrovice u Miličina .....	9
Obrázek 2 – Východní průčelí zámku Petrovice u Miličina.....	11
Obrázek 3 - Hospodářský dvůr Petrovice u Miličina.....	12
Obrázek 4 - Schéma petrovického zámku.....	12
Obrázek 5 – Ocelové spínací lano v místnosti 1.14.....	14
Obrázek 6 - dřevěné rozpěry v chodbě 1.13.....	14
Obrázek 7 – Valená klenba s výsečemi v místnosti 1.04.....	16
Obrázek 8 - Dřevěný trámový strop.....	16
Obrázek 9 - Podpěry stropní konstrukce v místnosti 2.02 .....	17
Obrázek 10 – Podpěry v místě otvoru 2.10.....	17
Obrázek 11 - Střešní konstrukce severního vnitřního průčelí.....	18
Obrázek 12-Krov jižní části zámku.....	18
Obrázek 13 – Mansardová střecha zámku.....	19
Obrázek 14 - Střešní konstrukce hospodářského sídla.....	19
Obrázek 15 - Mostek s venkovním schodištěm na severním průčelí.....	20
Obrázek 16 – Schodiště do sklepa.....	20
Obrázek 17 - Vnitřní jednoramenné schodiště 1.14 .....	20
Obrázek 18 - Točité dřevěné schodiště 2.06 .....	20
Obrázek 19 - Východní strana zámku se dvěma.....	22
Obrázek 20 - Jednokřídlé dveře s obloukovým.....	22
Obrázek 21 - Vnitřní dvoukřídlé dřevěné dveře.....	22
Obrázek 22 - Šestitabulkové okno.....	22
Obrázek 23 - Parkety v místnosti 2.02.....	23
Obrázek 24 - Betonové dlaždice v chodbě 1.12 .....	23
Obrázek 25 - Prkenná podlaha v 2NP.....	23
Obrázek 26 - Cihlová podlaha ve sklepe .....	23
Obrázek 27 - Trhlina Ts1 v obvodovém zdivu a destrukce zdiva ve vnitřním průčelí.....	27
Obrázek 28 -Trhliny Ts22 v místě schodiště 1.14.....	27
Obrázek 29 - Trhliny Ts15 v nadpraží místnosti 2.13.....	27
Obrázek 30 - Trhlina Ts13 v místnosti 2.10.....	28
Obrázek 31 - Trhlina Ts4 ve věži 2.04.....	28

Obrázek 32 - Mech a rostliny prorostlé zdivem.....	28
Obrázek 33 - Plíseň a opadaná omítka v místnosti 1.05.....	28
Obrázek 34 - Trhlina Tv8 v místnosti 2.10.....	31
Obrázek 35 - Trhlina Tv11 a otvor P15 v místnosti 2.13.....	31
Obrázek 36 - Trhlina Tv5 ve věži 2.04.....	32
Obrázek 37 – Zřícení části stropní kce P5 v místnosti 2.05 .....	32
Obrázek 38 – Podepření klenby v místnosti 1.17.....	32
Obrázek 39 - Propad stropní kce P11 v místnosti 2.09 .....	32
Obrázek 40 -Zřícení střešní konstrukce ve vnitřním průčelí zámku.....	33
Obrázek 41 - Sloupek na uhnílé vazném trámu.....	33
Obrázek 42 – Průhyb krokví nad východní částí zámku.....	34
Obrázek 43 - Zřícenina hospodářské západní části objekt .....	34
Obrázek 44 - Chybějící střešní krytina východní části zámku .....	34
Obrázek 45 - Prorostlý kamenný mostek.....	35
Obrázek 46 - Jednoramenné schodiště 1.14.....	35
Obrázek 47 - Prohnilé dřevěné okenní rámy a trhliny .....	36
Obrázek 48 - Schéma působení sil krovu.....	37
Obrázek 49 – Tahová trhlina Ts1.....	39
Obrázek 50 - Plíseň a opadaná omítka v místnosti 1.17.....	39
Obrázek 51 - Tahové trhliny na římse.....	39
Obrázek 52 - Obvodové zdivo porušeno rostlinami.....	39
Obrázek 53 - Porucha stropní konstrukce v místnosti 2.02 .....	41
Obrázek 54 – Propad P3 klenby v místnosti 1.07.....	41
Obrázek 55 - Hniloba dřevěného vazného trámu.....	42
Obrázek 56 - Hniloba vazného trámu a sloupku v místě zřícení severozápadního průčelí.....	42
Obrázek 57 - Výplně otvorů objektu.....	43
Obrázek 58 – Porušené dveře v chodbě 1.14.....	43
Obrázek 59 - Odběr vzorku z místnosti 1.17 ve výšce 1m .....	45
Obrázek 60 - Vážení odebraných vzorků,.....	45
Obrázek 61 - Vlhkost zdiva .....	46
Obrázek 62 - Měření pH.....	48
Obrázek 63 - Stanovení pH vzorků .....	48

Obrázek 64 - Příprava vzorků pro měření obsahu dusičnanů .....	51
Obrázek 65 - Zahřívání vzorků ve vodní lázni.....	51
Obrázek 66 - Příprava vzorků pro měření obsahu síranů .....	52
Obrázek 67 - Schéma odebraných vzorků.....	53
Obrázek 68 – Dřevěný trám napaden koniforou sklepní.....	53
Obrázek 69 - Napadení trámu dřevokazným hmyzem.....	54
Obrázek 70 - Schéma odvětrání podlahy .....	57
Obrázek 71 – Detail injektáže .....	59
Obrázek 72 - Schéma injektážních vrtů.....	59
Obrázek 73 - Stehování trhliny Ts15 .....	61
Obrázek 74 - Schéma sepnutí kce 1NP.....	63
Obrázek 75 - Schéma sepnutí kce 2NP.....	63
Obrázek 76 - Sepnutí táhly - řez B .....	64
Obrázek 77 - Schéma sanace klenby ŽB skořepinou.....	66
Obrázek 78 - Schéma sanace dřevěných trámů stropní konstrukce 1NP.....	69
Obrázek 79 - Schéma sanace dřevěných trámů stropní konstrukce 2NP.....	69
Obrázek 80 – Schéma zesílení trámu dřevěnými příložkami .....	70
Obrázek 81 - Statické schéma krovu .....	71
Obrázek 82 - Schéma zatížení krovu.....	72
Obrázek 83 - Modelace v programu Scia.....	72
Obrázek 84 - Řez hospodářského sídla.....	72