

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta stavební
Katedra konstrukcí pozemních staveb**

Průzkum a návrh rekonstrukce zámku Brnky

Survey and Reconstruction Proposal of Brnky palace

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Radek Zigler, Ph.D.

Michal Hoffmann

Praha 2017



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Hoffmann

Jméno: Michal

Osobní číslo: 426310

Zadávací katedra: k124 - Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Průzkum a návrh rekonstrukce zámku Brnky

Název bakalářské práce anglicky: Survey and Reconstruction Proposal of Brnky palace

Pokyny pro vypracování:

Vypracujte zjednodušený stavebně technický průzkum objektu, proveďte hodnocení stavebně technického stavu jednotlivých konstrukcí, analýzu příčin poruch, stanovte nutná sanační opatření a vypracujte zjednodušenou výkresovou dokumentaci objektu s vyznačením jednotlivých poruch.

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 bakalářské práce: Ing. Radek Zigler, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 28.2.2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 28. 5. 2017

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

28.2. 2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

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

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

V 10:00 dne 10.5. 2016

Michal Hoffmann

Poděkování

Děkuji Ing. Radku Ziglerovi, Ph.D. za odborné vedení a rady při zpracování této bakalářské práce. Poděkování patří také panu Tomáši Tondrovi jako správci zámku za vstřícnost. A především své rodině za trpělivost a oporu.

Anotace

Práce se zabývá stavebně technickým stavem zámku Brnky. Úkolem bylo provedení zjednodušeného stavebně technického průzkumu s hodnocením stavu jednotlivých konstrukcí, analýzou příčin poruch a návrh nutných sanačních opatření. Sanační opatření jsou zaměřena na statické zajištění budovy a sanaci zvýšené vlhkosti zdiva.

Objekt je nemovitou kulturní památkou a tomu byla také sanační opatření přizpůsobena.

Klíčová slova

Rekonstrukce, sanace, havarijní stav, poškození, degradace, vlhkost, zední kleště, statické zajištění, trhliny.

Annotation

The thesis deals with the building-technical state of the Brnky castle. The task was to carry out a simplified structural engineering survey, assessing the state of individual structures, analyzing the causes of the failures and proposing the necessary remedial measures. Remediation measures are focused on static building security and remediation of increased masonry moisture.

The building is an immovable cultural monument and the remediation measures have been adopted.

Keywords

Reconstruction, remediation, emergency, damage, degradation, humidity, wall pliers, static locking, cracks.

Obsah

Úvod	- 8 -
1. Informace o objektu.....	- 9 -
1.1. Umístění objektu	- 9 -
1.2. Základní údaje o objektu.....	- 10 -
1.3 Historický vývoj.....	- 11 -
2. Stavebně technický průzkum	- 12 -
2.1 Zkoumané dokumenty	- 12 -
2.2 Postup a druh prohlídek	- 15 -
2.3 Konstruktivní systém a materiály.....	- 15 -
2.3.1 Geologie podloží a základové konstrukce	- 15 -
2.3.2 Svislé nosné konstrukce, popis a analýza poruch	- 17 -
2.3.3 Vodorovné nosné konstrukce, popis a analýza poruch	- 21 -
2.3.4 Schodiště, popis a analýza poruch.....	- 23 -
2.3.5 Krov, popis analýza poruch.....	- 24 -
Obr. 16 Rekonstrukce části krovu	- 25 -
2.3.6 Okenní a dveřní otvory, popis a analýza poruch	- 25 -
2.4 Vlhkostní průzkum a salinita.....	- 27 -
2.4.1 Odběr vzorků	- 27 -
2.4.2 Laboratorní zkoušky	- 29 -
3. Návrh sanací	- 36 -
3.1 Postup při provádění hlavních sanačních úprav	- 36 -
3.2 Sepnutí zděné konstrukce.....	- 36 -
3.2.1 Návrh síly sepnutí.....	- 37 -
3.3 Zpevnování a injektáž zdiva.....	- 39 -
3.4 Sanace klenby kaple	- 41 -
3.4 Sanace vlhkosti	- 44 -
Závěr.....	- 47 -
Citovaná literatura.....	- 48 -
Výkresová část.....	- 51 -
Příloha 1. Původní stav zámku Brnky	- 51 -
Příloha 2. Stávající stav se zakreslením poruch	- 51 -
Příloha 3. Rekonstruovaný stav.....	- 51 -

Úvod

Bakalářská práce se zabývá rekonstrukcí zámku Brnky z konce 17. století, který se nachází v obci Zdiby v části Brnky.

Zámek je opuštěný bez využití, zhruba od roku 1980 odkdy postupně podléhá rozkradení a povětrnostním vlivům. Proto je v havarijním stavu. Přibližně roce 2003 byly provedeny hrubé zajišťovací práce a kolem roku 2009 rekonstrukce části jinak zřícené střechy [1]. Od této doby ale objekt opět upadá a pokud nebude provedeno statické zajištění objektu a patřičné sanace objekt se zřítí.

Cílem bakalářské práce je zjištění a popis stávajícího stavu provedením zjednodušeného stavebně technického průzkumu, vlhkostního průzkumu, analýza poruch a návrh sanačních opatření. Primárně pro statické zajištění trhlin ve stěnách, nadpražích, klenbách a odstranění příčin a důsledků zvýšené vlhkosti.

Zámek je na seznamu ohrožených nemovitých kulturních památek národního památkového ústavu České Republiky zapsán od 3.5.1958 [2].

Na objekt se tedy vztahuje památková ochrana a s ní určitá omezení vztážená k historii, při postupu a provádění rekonstrukce.

Jako podklady pro práci byl k dispozici stavebně historický průzkum pro potřeby památkové péče, zahrnující půdorys a řez objektu s vyznačením historických etap. [3]. A pár historických fotek. Z těchto podkladů tedy byla vyhotovena vlastní dokumentace i s pohledy do kterých byly zaznamenány poruchy objektu. Pro přesnější představu jsou významnější části dokumentovány fotkami.

1. Informace o objektu

1.1. Umístění objektu

Budova raně barokního zámku se nachází ve Středočeském kraji, okresu Praha-Východ, v obci Zdiby, části Brnky s výškovým rozdílem kolem 60 m a vzdáleností 800 m od břehu Vltavy. Samotný zámek je umístěn ve výšce 240 m n. m. [4]. Zámek je orientován hlavním průčelím na severo-východ, převážně tedy východ, kde byl také umístěn hlavní vstup s příjezdovou cestou. Má kolem sebe velký volný prostor ohraničený ze dvou stran místními cestami a ze zbylých dvou polem. V okolí byli dříve umístěny sousedící hospodářská stavení a zámecká zahrada. Pozemek zámku má parcelní číslo 1/1 [5]. Terén je ze 3 stran svažován od zámku pouze na jihozápadní straně mírně stoupá. K zámku se lze nejlépe dostat ze západu z přístupové Sedlácké cesty vedoucí na náves, vzdálené asi 200 m.



Obr. 1. Poloha zámku Brnky [6].



Obr. 2 Zámek č.p 1 s přilehlým okolím [5].

1.2. Základní údaje o objektu

Zámek Brnky je raně barokní objekt s využitím původní tvrze a následným přestavěním klasicistně. Zvláště umělecko-historicky cenná je raně barokní kaple P. Marie. Zámek zaujímá prostor 26 m x 12 m a má tři nadzemní podlaží. Zastřešen je valbovou střechou s výškou hřebene 17 m. V bývalé obytné části je ze severu částečně podsklepen. Evidence v ÚSKP je pod číslem 32219/2-2205, se stavebním úřadem v Klecanech [2].

1.3 Historický vývoj

Zámek byl vystavěn ze dřívější gotické tvrze o které jsou první dochované zprávy z konce 16 století ve vsi Brnky, ta je nyní částí obce Zdiby. Původní gotickou tvrz Birkovi přestavěli r. 1652 na dnes zchátralý renesanční zámek s kaplí a se zbytky gotického zdiva. Roku 1661 jej přenechali rektorovi jezuitské koleje. Barokní úpravy jsou z let 1721-3, novorenesanční ze 70.-80. let 19. století. Roku 1861 byl majitelem Martin Brabec z Prahy. Tehdy ke statku patřil zámek, vinopalna, pivovar a jeden poplužní dvůr. [7] Roku 1943 byl zámek obsazen německou armádou. Po sametové revoluci 1989 vrácen v restituci panu J. Cahovi již v chátrajícím stavu ten jej prodá podvodníkovi. Později je zámek převeden na sdružení pro obnovu a provozování zámku Brnky o.s. [1].



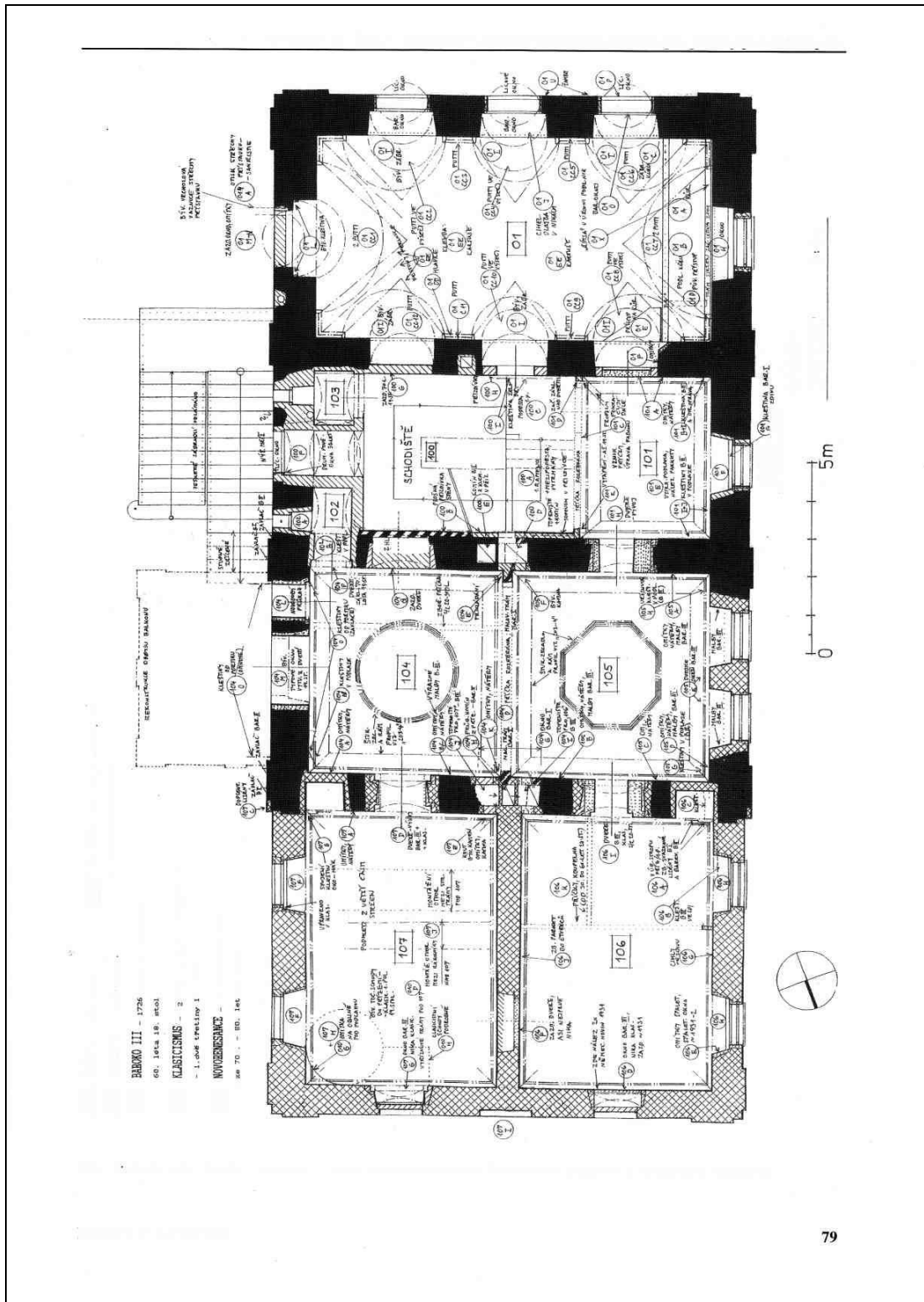
Obr. 3 Skica areálu zámku [8].

2. Stavebně technický průzkum

Průzkum byl proveden formou prohlídek objektu, při kterých byl popsán stav jednotlivých konstrukcí spolu s fotodokumentací, ověření informací zkoumaných dokumentů a analýzou možných příčin poruch. Průzkum byl zaměřen na první a druhé nadzemní patro a blízké okolí.

2.1 Zkoumané dokumenty

Řez a půdorys z hloubkově stavebně historického průzkumu pro potřeby památkové péče [3].



Obr. 4 Brnky 2. patro zámku [3].

2.2 Postup a druh prohlídek

První prohlídka proběhla dne 25.2. 2017 ve 15:00, byl zjištěn stav objektu, nafoceny širší pohledy, prozkoumaní okolního terénu, konstrukčního systému a materiálového řešení.

Druhá prohlídka proběhla dne 15.3.2017 v 10:00, s širším zkoumáním vnitřního uspořádání a zaměřením na vlhkostní průzkum, při níž proběhl odběr vzorků. (viz kapitola 2.4.1 odběr vzorků)

Třetí prohlídka proběhla 21.4. 2017 v 12:00, proběhlo podrobnější zakreslení trhlin se zkoumáním jejich tvaru a možných příčin vzniku, zkoumání jednotlivých konstrukcí stropů, schodiště, otvorů a krovu.

2.3 Konstrukční systém a materiály

Konstrukční systém zámku se skládá z nosných obvodových stěn a nosných příčných stěn dělící objekt na 4 hlavní prostory. Z jižní strany to je prostor kaple, následuje prostor schodiště, sál a poslední úsek nejvíce na severu je rozdělen nosnou podélnou stěnou na další dvě místnosti. Toto rozdělení postupuje všemi nadzemními podlažími. Nosné vodorovné konstrukce jsou tvořené klenbami a dřevěným trámovým stropem rozponů do 6 m. K základům nebyl umožněn přístup, a to ani do podsklepené části z důvodu nebezpečí úrazu, předpokládám že jsou vyskládány z lomového kamene. Střechu tvoří dřevěný krov poskládaný do valby.

2.3.1 Geologie podloží a základové konstrukce

Informace o geologii podloží byly zjištěny z české geologické služby, která vyhověla požadavku a zaslala informace o geologických profilech ze dvou nejbližších vrtů. Vrt J-2 je umístěn asi 50 metrů severovýchodně. Vrt J-6 je umístěn 20 metrů východně. Hladina podzemní vody nebyla nalezena, podloží tvoří převážně tuhé hlíny a písky.

O stavu základů nebyly nalezeny žádné informace a ani nebyl proveden jejich průzkum, přibližný stav základů by byl možný zjistit například kopanou sondou.

Česká geologická služba gd3v databáze geologicky dokumentovaných objektů

**STRATIGRAFICKY VYMEZENÝ VÝPIS GEOLOGICKÉ DOKUMENTACE
ARCHIVNÍHO VRTU**

J-2 [Zdiby]

Klíč báze GDO : 196442 Číslo posudku : P028287 Mapy 1:25.000 12-241 M-33-65-D-b

Souřadnice - X : 1035300.00 Y : 742458.20 [zaměřeno]

Nadmořská výška : 240.70 [Jadran-Lišov] Rok ukončení : 1979

Hloubka / délka : 10.00 [vrt svislý] Datum výpisu : 12.4.2017

Účel objektu : inženýrsko-geologický

Realizace : Geindustria, závod Praha

Komentář :**stratigrafie**

hloubkový interval základní popis polohy [m]

Kvartér

0.00 - 2.60 : **navážka** hlinitá

2.60 - 4.40 : **navážka** hlinitá, tuhá, hnědošedá

4.40 - 5.50 : **hlína** humózní, tuhá, hnědá

5.50 - 6.50 : **hlína** sprašová, tuhá, světle hnědá

6.50 - 8.10 : **hlína** písčítá, jílovitá, tuhá, šedoohnědá; příměs: prachovec

Algonkium střední oddíl

8.10 - 10.00 : **prachovec** rozložený, šedožlutý

Suchý objekt

P r o v e d e n é z k o u š k y

geotechnické rozborů

J-6 [Zdiby]

Klíč báze GDO : 196446 Číslo posudku : P028287 Mapy 1:25.000 12-241 M-33-65-D-b

Souřadnice - X : 1035319.20 Y : 742501.80 [zaměřeno]

Nadmořská výška : 241.40 [Jadran-Lišov] Rok ukončení : 1979

Hloubka / délka : 6.00 [vrt svislý] Datum výpisu : 12.4.2017

Účel objektu : inženýrsko-geologický

Realizace : Geindustria, závod Praha

Komentář :**stratigrafie**

hloubkový interval základní popis polohy [m]

Kvartér

0.00 - 1.80 : **navážka** jílovitá, písčítá, hnědá

1.80 - 2.30 : **hlína** humózní, jílovitá, písčítá, pevná, tmavě hnědá

2.30 - 3.40 : **hlína** sprašová, tuhá, světle hnědá

3.40 - 4.20 : **písek** střednozrnný, ulehlý, světle hnědý

Algonkium střední oddíl

4.20 - 6.00 : **prachovec** rozložený, červenohnědý
Suchý objekt

Příklady druhů zemin	Relativní propustnost zeminy podle ČSN 73 6850	Přibližné rozmezí filtračního součinitele k ($m.s^{-1}$)	Třída zeminy podle ČSN 73 1001
jíly jílovité hlíny	velmi nepropustná	$< 10^{-10}$	F 6 F 7 F 8
hlíny jílovité hlíny písčité písčité jíly	nepropustná	10^{-8} až 10^{-10}	F 2 F 4 F 5
hlinité písky a štěrky jílovité písky a štěrky písčité a štěrkovité hlíny	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}	S 4 F 1 F 3 S 5 G 4 G 5
písky a štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy (5 až 15 %)	propustná	10^{-4} až 10^{-6}	S 3 G 3
čisté písky a štěrky, písčité štěrky, písky a štěrky s velmi malou příměsí jemnozrnných zemín (< 5 %)	velmi propustná	$> 10^{-4}$	S 1 S 2 G 1 G 2

Tab. 1 Orientační hodnoty propustnosti vybraných druhů zeminy [9].

Podle tabulky již neplatné normy ,ale stále používané je zemina v okolí stavby podle bližšího vrtu J-4 nepropustná. U vzdálenějšího vrtu nepropustná do hloubky 3,40 m, hlouběji se objevili písky. Ty již jsou klasifikovány jako propustné.

2.3.2 Svislé nosné konstrukce, popis a analýza poruch

Popis

Svislé nosné konstrukce jsou zděné ze smíšeného zdiva převážně z plných pálených cihel. Zdi dosahují velkých tloušťek 0,6 m až 1 m v přízemí, s rostoucí výškou tloušťka klesá až na 0,45 m. Stěny dosahují výšky nad 12 metrů. Na obvodových stěnách jsou znatelně vystupující architektonické prvky v podobě pruhů rozdělující fasádu na celou její výšku. Pruhy kopírují přibližně, vnitřní rozdělení nosnými stěnami. Otvory oken a dveří jsou pak rozmístěny pravidelně mezi tyto pruhy. Vnitřní nosné stěny obsahují komínové průduchy vedoucí nad střechu, které značně oslabují prostorovou tuhost objektu. Zdivo bylo

omítáno vrstvou vápenné omítky tloušťky od 15 do 25 mm s drobným říčním kamenivem.



Obr. 6 Severozápadní pohled zámku Brnky

Analýza poruch

Z vnější strany se na stěnách vyskytují trhliny převážně tahové v oslabených částech u oken. Nejvíce zasažená je stěna jižní strany kaple, která vykazuje i boulení způsobené vodorovnou silou od klenby kaple a pro to je provizorně stažena táhly vedoucí skrze otvory oken zakotvených do úhelníků obepínající meziokenní pilíře (*obr.8*).

Části s opadanou omítkou ukazují na nekvalitní vazbu zdiva (*obr.7*). Nejčastěji se trhliny rozvíjejí od parapetu horního okna a směřují k nadpraží okna spodního. Šířka těchto trhlin se pohybuje od 1 mm do 5 mm. U některých čel stěn se pod odkrytou omítkou z vnější strany ukázaly zední kleště jako způsob horizontálního ztužení, ale není známo, do jaké hloubky vedou a jestli plní svoji funkci. Ze zjištěného nízkého pH zdiva pod hodnotu 8 lze předpokládat že jsou všechny kovové prvky zazděné v konstrukci porušeny značnou korozi [10]. Z vnitřní strany je trhlín více a jsou jak smykové, tak tahové. Velká část trhlín je umístěna v nadpraží oken a dveří popsána podrobněji v části překlady. Významné tahové trhliny dosahující velké šířky až 30 mm jsou v 2.NP postupující do 3.NP naznačující odklon boční části objektu (*obr.T21i*). To může být způsobeno chybějícím, nebo porušeným horizontálním ztužením

Zakreslení všech znatelných trhlin je znázorněno ve výkresové části stávajícího stavu.
(viz. Příloha č.2, výkres č. 1-6).



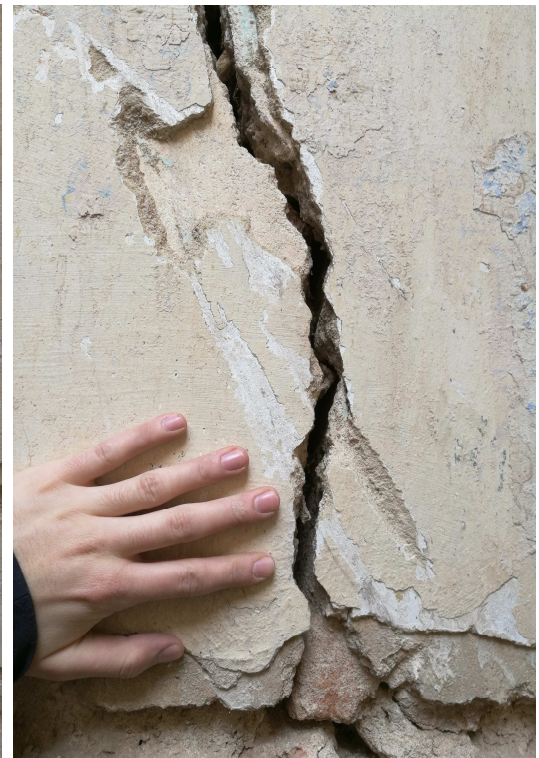
Obr. 10 Jižní stěna



Obr. 9 špatná vazba zdiva



Obr. 7 rozsáhlá trhлина T21i ve vnitřní zdi



Obr. 8 bližší pohled na trhlinu T21i

2.3.3 Vodorovné nosné konstrukce, popis a analýza poruch

Popis

Vodorovné konstrukce tvoří v místnostech nadzemních křížové klenby, v části kaple to je klenba valená s lunetami (obr.12). Klenba kaple je pouze pohledová nad ní je teprve nosný trámový strop. Zbylé stropy jsou dřevěné trámové se záklopem a násypem, původně s odkrytými malovanými trámy později zakrytými podhledem z rákosu na plném bednění a omítkou. To zřejmě vedlo i k zhuštění trámů po osové vzdálenosti 800 mm tak aby omítka při větších zatíženích nepopraskala od průhybů jednotlivých trámů. Trámy jsou řezané z velkých stromů. Světlý rozpon trámů je do 5200 mm, šířka v rozmezí od 200 - 250 mm, výška 280 mm. Důvod pro přidání podhledu může být pohledový nebo protipožární. Strop dřevěný trámový s násypem z dolní strany neomítnutý se řadí jako spalný, zatímco omítnutý na rákosu a bednění je již polospalný [11]. V severní části byla provedena rekonstrukce trámového stropu překryta prkeným záklopem v rámci rekonstrukce části střechy.

Analýza poruch

Stropní konstrukce jsou ve velmi špatném stavu dřevěné trámové stropy jsou zříceny a většinou zbývají pouze hlavní trámy které postupně také podléhají hnilobě způsobené zatékající vodou od chybějící střechy. Zděná klenba v kapli je velmi značně porušená táhlými tahovými trhlinami v líci uprostřed rozpětí a po obvodě v místech nadpraží značící nedostatečné zachycení vodorovných sil a postupné rozevírání konstrukce.

Nad klenbou je volný nepřístupný prostor dřívějšího 3.NP zastřešen provizorní dřevěnou mírně sklonitou střechou. Nejlépe jsou na tom klenby křížové v 1.NP ty nejsou nijak významně porušeny, ale jsou značně přitíženy suti ze spadlých stropů, v kterých se také akumuluje vlhkost od zatékající srážkové vody.



Obr. 12 pohled na klenbu kaple



Obr. 11 okno v lunetě klenby kaple



Obr. 13 trámy původního trámového stropu místnosti 104

2.3.4 Schodiště, popis a analýza poruch

Popis

V objektu se nalézá schodiště vnitřní trojramenné v 1.NP postupující do ostatních nadzemních podlaží, v 2.NP a 3.NP se změní na schodiště čtyřramenné (*obr.14*). Druhé schodiště je venkovní dvouramenné vedoucí ze zahrady na terasu v 2.NP (*obr.15*). Schodiště byla tvořena velkými kamennými stupni uložených z jedné strany do zděné stěny a ze strany druhé podepřena zřejmě ocelovou schodnicí navazující na nosníky podpírající podestu.

Analýza poruch

Po vnitřním schodišti zbyly pouze 3 nástupní stupně a kapsy ve zdech od stupňů. Venkovní schodiště má zachovanou část kamenné podesty vytesané z jednoho kusu kamene a v trávě leží pozůstatky obrovských tesaných kamenných stupňů.



Obr. 14 drážky ve zdivu od původního osazení vnitřního schodiště



Obr. 15 Jihovýchodní pohled s schodišťovou podestou a uložením schodiště

2.3.5 Krov, popis analýza poruch

Popis

Krov proběhl řadou změn v průběhu stavebních období baroka a renesance. Novější krov byl valbový s pevnými vazbami stojaté stolice rozepřenými hambálkem, střední vaznicí, pozednicí, vazným trámem a ztužujícími pásky v obou směrech jak je znázorněno v řezu historického průzkumu [3]. Pro zmenšení rozponu vazného trámu byla vedena v 3.NP střední zeď po celé délce budovy.

Analýza poruch

Původní krov je zřícený, v severní části proběhla rekonstrukce krovu, ale ta zakrývá pouze malou část objektu. Rekonstrukce proběhla z nových trámů kopírující původní vazbu s respektováním původních tesařských spojů. Zakryta je pálenou taškou.



Obr. 16 Rekonstrukce části krovu

2.3.6 Okenní a dveřní otvory, popis a analýza poruch

Popis

Okenní otvory jsou většinou obdélníkové, výšky 2000 mm, šířky 1200 mm se skoseným ostěním a rovným nadpražím tvořeným překladem klenutým v mírném sklonu z cihel. V dolní části kaple jsou okna čtvercová rozměrů 1500 mm x 1500 mm. Nad nimi potom okna se segmentovými nadpražím o 400 mm vyšší ve střední části. Všechny rozměry jsou brány přibližně a u každého otvoru se liší. Otvory dveří jsou tvořeny podobně, největší otvor pro vstupní dveře je šířky 2200 mm a výšky 3000 mm nad kterým je vytvořena mírná klenutá klenba s dvojitou řadou cihel.

Analýza poruch

U většiny otvorů se objevuje velká tahová trhlina na dolním líci nadpraží vedoucí z vnitřní části ven. Příčinou je velké zatížení na střed klenby a ztráta pevnosti zdících prvků a malty.



Obr. 17 trhlina v nadpraží okna T20i

2.4 Vlhkostní průzkum a salinita

2.4.1 Odběr vzorků

Dne 15.3.2017 v 10:00, 12°C, odebráno 12 vzorků. Vzorky byly odebrány z míst vykazujících možnou vysokou vlhkost obsaženou v materiálu, možný výskyt solí a byly postiženy degradací. Místa, která autor určil jako podstatná, se nachází u obvodové stěny kaple v přízemí, zde byl terén přibližně o 0,150 m výše než podlaha kaple. V místě odběru A byly odebírány vzorky z různých vzdáleností po příčném profilu skrze zeď odstraněním první řady cihel vnitřního parapetu (vzorek 2 a 3), ze vnitřní povrchu (vzorek 1) a venkovního povrchu (vzorek 4). V místě odběru B byly vzorky odebrány z vnitřního rohu nad sebou s rozdílem 40 cm (vzorek 5,6,7). V místě odběru C z vnitřní strany stěny nad sebou (vzorek 8,9). Zbylé tři odběry byly provedeny ve sklepech, kde byla pocíťována podstatně vyšší relativní vlhkost vzduchu, až těžko dýchatelného. V místě odběru D u vnitřního povrchu obvodové stěny nad sebou (vzorek 10,11) a v místě E byl odběr proveden na vnitřní stěně v úrovni pod podlahou přízemí (vzorek 12).

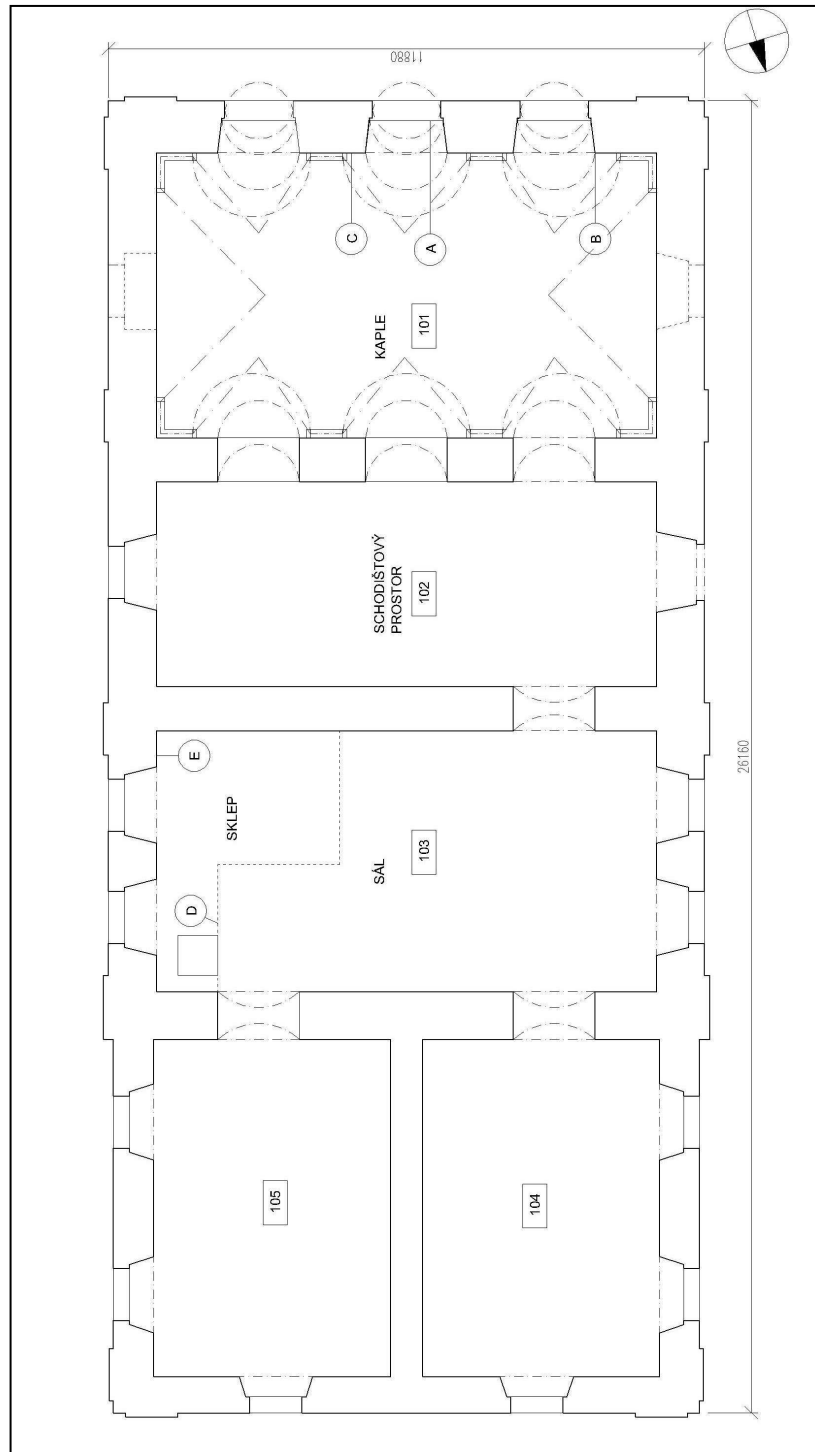
Vzorky omítky, malty a malých částí zdiva byly seškrábány do plastové uzavíratelné zkumavky a do doby zkoušky udržovány v chladnějším prostředí.



Obr. 19 místo odběru B, vz. 5,6,7, interiér



Obr. 18 místo odběru A, vz. č.4 exteriér



Obr. 20 Půdorys, vyznačením míst odběru vzorků.

2.4.2 Laboratorní zkoušky

Zkoušky byly provedeny v laboratoři K 124 za odborného dozoru paní Ivany Loušové. V dnech 16-23.3.2017.

Gravimetrická zkouška

Následující den ráno byly vzorky zváženy na váze Strohlein AC-12 K s přesností na 0,1 g a dány do sušárny HS201A kde se sušily při 105 °C po dobu minimálně 48 hodin. Následovalo vážení sušených vzorků. Výsledky vážení mokrých i suchých vzorků byly zaznamenány do tabulky a porovnány mezi sebou. Po zvážení byly vzorky znovu umístěny do sušárny a sušili se dalších 24 hodin. Po druhém zvážení sušených vzorků se zjistilo, že opravdu dosahují konstantní vysušené hmotnosti, protože při porovnání s předchozím měření nebyly zjištěny žádné rozdíly s přesností 0,1 g.



Obr. 22 Váha Strohlein AC-12 K a příslušné vzorky



Obr. 21 Sušárna HS201A.

Výsledky byly porovnány s informativní přílohou A, dle normy ČSN P 73 0610. Vzorky byly ale odebrány převážně povrchově, ne z doporučených 10 cm.

Tab. 2 A.1-klasifikace vlhkosti zdiva [12]

Hodnocení vlhkosti	Vlhkost zdiva (% hm.)
velmi nízká	< 3
nízká	3–5
zvýšená	5–7,5
vysoká	7,5–10
velmi vysoká	> 10

Použitý vzorec pro hmotnostní vlhkost

$$W_m = \frac{m_w - m_s}{m_s} * 100$$

Tab. 3 Shrnutí výsledků v tabulce

MÍSTO	OZN VZORKU	POPIS VZORKU	VÝŠKA ODBĚRU [cm]	HLOUBA ODBĚRU [cm]	W _m [%]	KLASIFIKACE VLHKOSTI PODLE ČSN
A	1.	Omítka	10	>2	9,1	VYSOKÁ
	2.	Malta	10	25	13,1	VELMI VYSOKÁ
	3.	Cihla	10	35	11,3	VELMI VYSOKÁ
	4.	Cihla	25	60	15,8	VELMI VYSOKÁ
B	5.	Omítka	15	>5	6,0	ZVÝŠENÁ
	6.	Omítka	55	>5	4,0	NÍZKÁ
	7.	Omítka	95	>5	4,4	NÍZKÁ
C	8.	Omítka	30	>2	11,5	VELMI VYSOKÁ
	9.	Omítka	60	>2	9,2	VYSOKÁ
D	10.	Omítka	20	>2	24,2	VELMI VYSOKÁ
	11.	Omítka	150	>5	7,2	ZVÝŠENÁ
E	12.	Omítka	250	>5	4,6	NÍZKÁ

W_m- hmotnostní vlhkost vypočítaná podle vztahu 1.

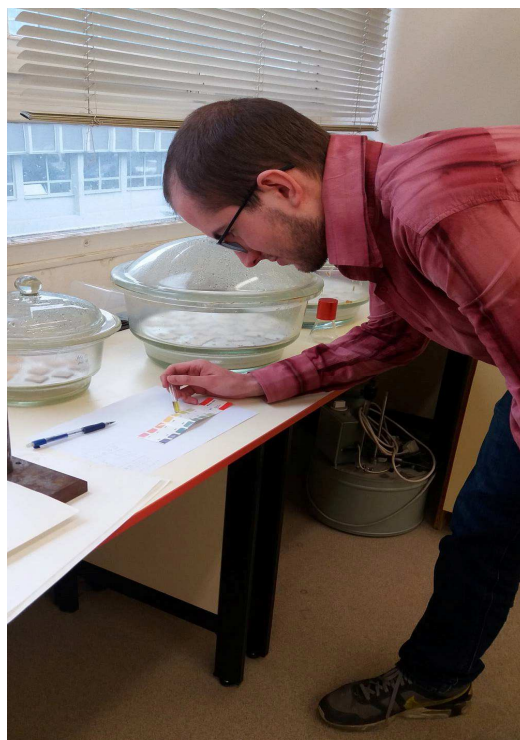
Salinita

Pro zkoušky byly vytipovány 3 vzorky s vysokou a velmi vysokou vlhkostí. Jsou to vzorky označené 1,8,10. Ty byly rozdrceny a přibližně 2 g navážky přesypány do jednotlivých Erlenmeyerových baněk o obsahu 200-250 ml. Materiál se zalil 100 ml destilované vody. Baňky se umístily na vařič, povařily se a následně vystavily ultrazvuku na 10 minut. Vzorky se nechaly přes noc sedimentovat. Následující den se směsi přefiltrovaly přes filtrační papír do připravené lahvičky, aby případné nečistoty neovlivnily výsledky.

Jako první se stanovila hodnota pH směsí. Do skumavek se pipetou přemístilo malé množství směsi a přidalo se činidlo, zabarvující směs barvou podle pH. Následovalo porovnání s indikátorem pH.



Obr. 24 Filtrování směsi do lahvičky



Obr. 23 Porovnání barvy a odečtení čísla pH

Předběžné stanovení obsahů dusičnanů a síranů se provedlo pomocí příslušných analytických testovacích proužků. Po vložení proužků se ihned ukázalo, že obsahy solí jsou velmi velké a vzorky bude nutné naředit 1/10 aby přístroj měřící hodnoty, v určitém rozsahu, mohl určit množství obsažených solí.



Obr. 25 Zkoušení obsahu dusičnanů



Obr. 26 Zkoušení obsahu síranů

Následovala příprava směsí, samostatně pro každou zkoušku dusičnanů, síranů, chloridů a amoniaku. Zkouška se nazývá spektrometrie a určuje obsahy solí podle zbarvení směsí ve fotometru.



Obr. 27 Fotometr UV-VIS Spectroquant Pharo 300



Obr. 28 Příprava směsí



Obr. 30 Pracovní plocha se směsmi



Obr. 29 Temperování směsí

Výsledky byly zaznamenány do tabulky a porovnány s informativní přílohou B.1, dle normy ČSN P 73 0610. Vzorčky byly odebrány z doporučené hloubky menší než 2 cm.

Tab. 4 B.1-klasifikace salinity zdiva [13]

Druh solí	Koncentrace (% hm.)			
	< 0,075	0,075–0,2	0,2–0,5	>0,5
chloridy	< 0,075	0,075–0,2	0,2–0,5	>0,5
dusičnany	< 0,1	0,1–0,25	0,25–0,5	>0,5
sírany	< 0,5	0,5–2,0	2,0–5,0	>5,0
Stupeň zasolení:	nízký	zvýšený	vysoký	velmi vysoký

Tab. 5 Shrnutí výsledků salinity v tabulce

OZN VZORKU	pH	CHLORIDY [%hm.]	DUSIČNANY [%hm.]	SÍRANY [%hm.]	AMONIAK [mg/g]
1.	7	0,26	0,42	3,91	0,011
8.	8	0,12	0,11	6,45	0,006
10.	6,5	0,62	0,39	4,22	0,018

Tab. 6 Tabulka označující barvou,

Stupeň zasolení zdiva	
nízký	
zvýšený	
vysoký	
velmi vysoký	

Vyhodnocení vlhkosti a salinity

Ze 12 odebraných vzorků bylo vyhodnoceno 41 % s vlhkostí velmi vysokou, 17 % s vlhkostí vysokou, 17 % s vlhkostí zvýšenou, 25 % s vlhkostí nízkou a 0 % s vlhkostí velmi nízkou. Největší vlhkost 24,2 % byla zjištěna u vzorku č.10 odebraného ve sklepe 20 cm nad podlahou. Ze třech vzorků zkoušených na salinitu, všechny prokázaly zvýšené až velmi vysoké množství obsahů solí.

Příčiny

Podle klesající vlhkosti stěn se stoupající výškou lze soudit že se jedná o kapilární vztlínání.

Příčinou zvýšených a vysokých vlhkostí je zřejmě srážková a zemní vlhkost a ta může být navýšena faktem, že vzorky byly odebrány v březnu po zimním období, kdy se dá předpokládat zvýšená akumulace vlhkosti v půdě. To potvrzují i informace o geologii podloží a fakt že hladina podzemní vody nebyla nalezena.

Další příčinou je několikanásobně zvýšená rovnovážná vlhkost zdiva, způsobená velkým obsahem solí. [10]

Působení na konstrukci

Vlhkost a soli společně degradují zdivo a způsobují postupné odlupování povrchových vrstev krystalickými tlaky a změnou dilatometrických vlastností. V důsledku dochází ke postupnému snižování pevnosti [10]. Ve více namáhaných částech objektu to může mít za následek až zřícení objektu. Tento fakt je velmi znatelný na jižní straně budovy, kde je degradace jasně viditelná .

3. Návrh sanací

Podle informací shromážděných při provádění stavebně technického průzkumu byl vypracován plán sanací, tak aby odstranil nežádoucí vliv poruch na konstrukci objektu a jejich příčiny. Sanace byly navrženy tak aby se snažily zachovat ráz objektu a byly neinvazivní. To z důvodu památkové ochrany díky které, všechny sanační úpravy a zásahy do konstrukce bude muset schválit památkový ústav.

Provedené sanační opatření jsou zakresleny v příloze 3 rekonstruovaný stav.

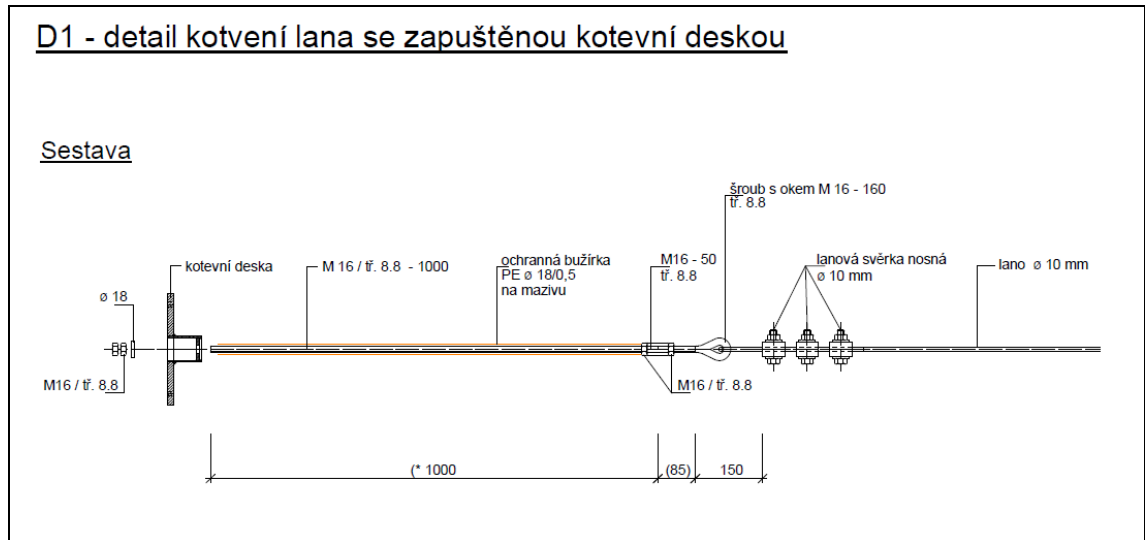
3.1 Postup při provádění hlavních sanačních úprav

Objekt je nutné jako první předběžně staticky zajistit, podepřít stropy kleneb v podzemních i nadzemních podlaží, a šikmými vzpěrami podepřít obvodové zdi. Následně je potřebné odklidit suť a trámové stopy havarijního stavu, trámy by se měly roztrždit, je možné že část trámů se bude moci využít zpětně. To by měla určit biochemická analýza. Dalším krokem bude hlavní statické zajištění objektu, vodorovným sepnutím zedními kleštinami a injektáží. Sanace klenby kaple a nadpraží otvorů spolu s dokončením rekonstrukce krovu. Důležitým krokem je také odstranění příčin vlhkosti a umožnění v konstrukci vysychání.

3.2 Sepnutí zděné konstrukce

U objektu bude doplněno vodorovné ztužení zdiva, které zvýší celkovou tuhost objektu a pomůže zdivu přenést vodorovné síly od kleneb a krovu. Dále bude zabraňovat rozevírání trhlin a vzniku dalších poruch. Spínání bude provedeno ocelovými šestipramennými lany opláštěné PVC \varnothing 10 mm ve třech úrovních, vždy v úrovni stropu. Podélně v delších obvodových stěnách v úrovni 1.NP +3,780 m, 2.NP +7,880 m, 3.NP 11,980 m. A příčně o 20 mm výše z důvodu, aby se nemusely lana výškově ohýbat a nevznikaly tak nežádoucí síly, v úrovni 1.NP +3,800 m, 2.NP +7,900 m, 3.NP 12,000 m. Kóta je měřena od úrovně terénu 240 m. n. m. Spínání bude provedeno, vždy dvojicí lan osazených do vyfrézovaných drážek 60 mm x 60 mm na obou lících všech obvodových a třech příčných nosných stěnách. V místech změny směru lana budou osazeny Al trubky zajištěné v poloze betonářskou sponou fungující jako deviátory napětí. Lana budou kotvena do ocelových kotevních desek 250/250/15 mm zapuštěných do stěn, přes kotevní

závitovou tyč $\varnothing 16$ mm. Kotevní desky budou vzájemně propojeny ocelovou spojkou. Po předeptnutí lan bude drážka vyplněna jemnozrnným betonem C30/37-XC2-D8-S3. [14]



Obr. 31 Kotvení lana [14]

3.2.1 Návrh síly sepnutí

Uvažujeme hodnotu větší z a) a b).

Síla přepětí lana $F_a = 44$ kN. Napínání bude provedeno po 10 kN a při stálé kontrole kce objektu a prvků spínání.

a) Dle empirických publikovaných hodnot předeptí do lan lineárně závislých na rozměru objektu kolmém na předmětná lana $\Sigma F = 25 \cdot B$ [kN], kde B je větší z rozměrů délky nebo výšky kolmé zdi. [14]

Statický výpočet, zeď příčná (kratší)

délka=11,88 m, výška= 12,3 m

Součet sil:

$$\Sigma F = 25 \cdot B = 25 \cdot 12,3 = 307,5 \text{ kN}$$

Síla v jednom laně:

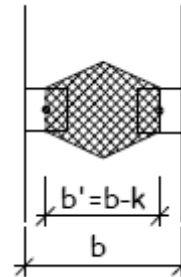
$$F_a = \Sigma F / n = 307,5 / 12 = 25,625 \text{ kN}$$

b) Sepnutí zdi tj. aktivací věncového pásu definovaného průřezu tl. spínané zdi, tj. plochy vymezené kotvami $A = b' \cdot k + b \cdot 1/6 b = b' (k + 1/6b)$. [14]

b = šířka zdi [mm]

k = šířka čtvercové kotevní desky [mm]

$b' = b - k$



Obr. 32 Utvoření věncového pásu

$$A = b' \cdot k + b \cdot 1/6 b = b' (k + 1/6b) = 710 (250 + 1/6 \cdot 960) = 291100 \text{ mm}^2$$

Aktivace $\sigma = 0,3 - 0,5$ MPa, volím min hodnotu pro historický objekt s převážně cihelným zdivem a nesoudržným pojivem.

Síla v jednom laně:

$$F_a = 1/2 \cdot A \cdot \sigma = 1/2 \cdot 291100 \cdot 0,3 = 43665 \text{ N} = \underline{44 \text{ kN}}$$

Posouzení lana:

Lano šestipramenné standart 6x7 = 42 drátů s drátěnou duší, $f_{pk} = 1770$ MPa

Únosnost $75 \text{ kN} > 44 \text{ kN}$ Vyhovuje.

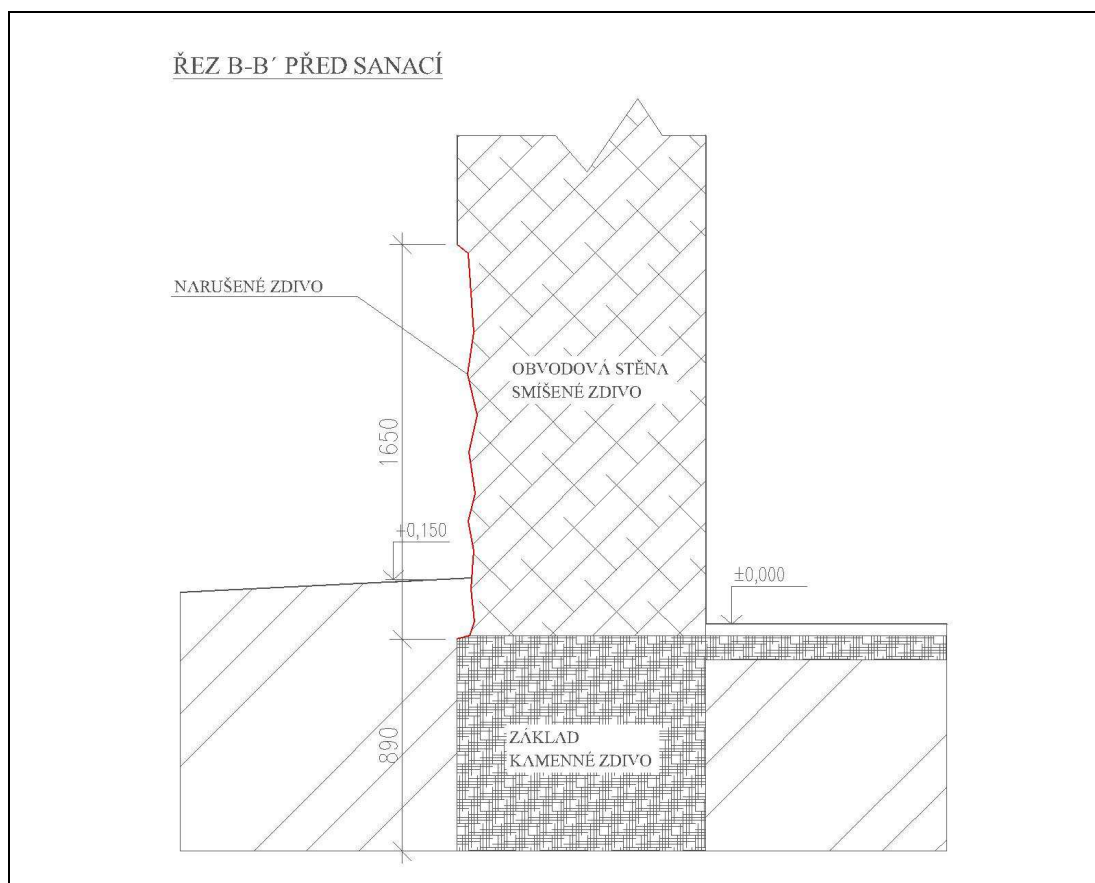
Posouzení drcení zdiva pod kotvící deskou:

$$\sigma = F_a / A = 44\ 000 / (250 \cdot 250) = 0,704 \text{ MPa} < \text{pevnost zdiva MPa.}$$

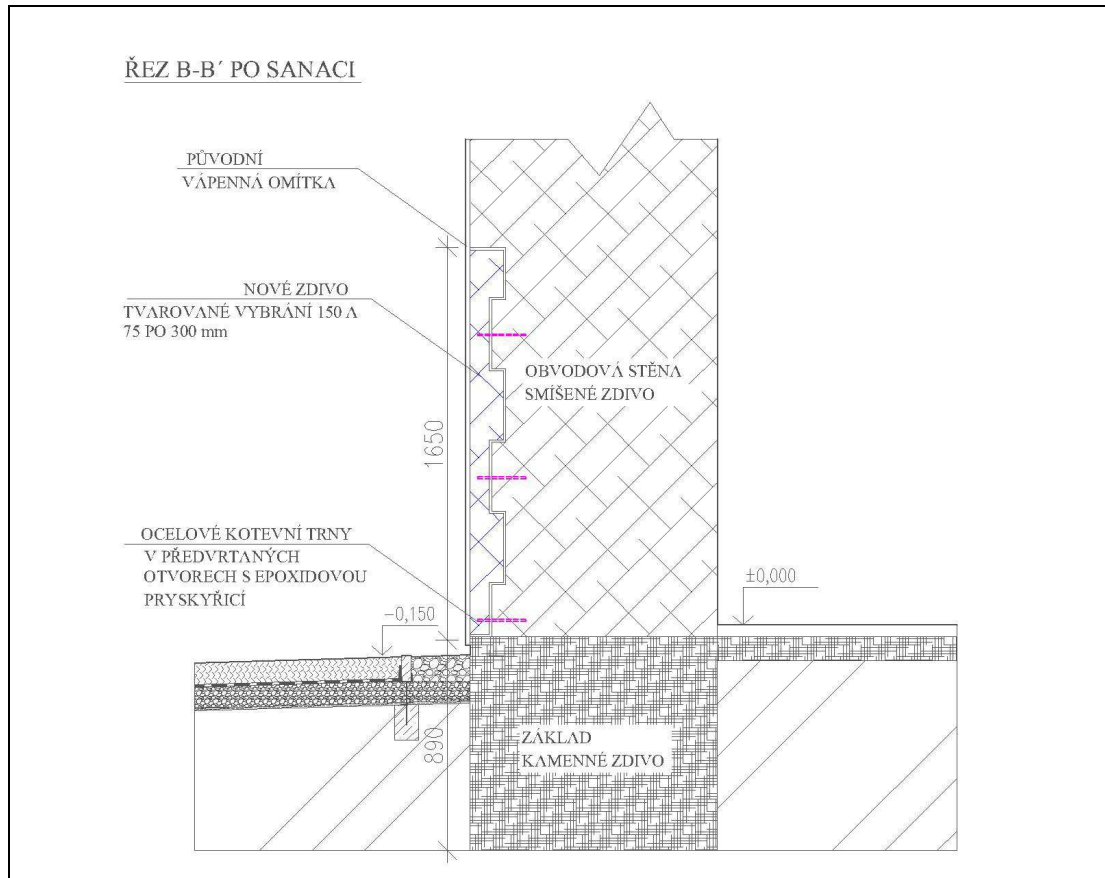
Pevnost zdiva nebyla ověřena, nepředpokládá se že v tlaku vodorovném na zdivo klesne pod vypočtenou hodnotu, pokud by byla ale menší, desku by bylo nutně zvětšit.

3.3 Zpevnění a injektáž zdiva

Velmi narušené kusové stavivo, bude mechanicky odstraněno až na neporušenou zdravou část a do vzniklého otvoru se osadí nový kus původního zdícího prvku. Vysekaný otvor bude ze všech stran opatří cementovou maltou s nízkým obsahem sádrovce vhodného do agresivního prostředí. Dle potřeby se styčná spára mezi novým stavivem a stěnou překryje ocelovými sponami kotvených v předvrtaných otvorech epoxidovou pryskyřicí. [10] Náhrada bude prováděna především u velmi degradovaného smíšeného zdiva jižní obvodové stěny v její spodní části. Podle hloubky degradace se určí, zda bude nutné konstrukci před sanací staticky zajistit.



Obr. 33 Narušené obvodové zdivo



Obr. 34 Výměna narušeného zdiva

V některých vnitřních částech, kde chybí zdivo (např. u provalené stěny komínu v 2.NP) bude provedeno dozdění s provázáním styčných spár mezi starým a novým zdivem.

U průběžných svislých trhlin bude každá druhá cihla vybourána a nahrazena cihlou přemostňující trhlinu. Zbytek trhliny bude injektován suspenzí s rychlovazného cementu s větším podílem pevného bezsádrovcového slínku. (dále jen CBS).

Injektáž bude provedena u závažných a havarijních skupin trhlin, kde v závislosti na šířce trhliny bude vybrán druh směsi. Před injektáží se do trhliny vyvrtají otvory na 2/3 tloušťky stěny, vzdálené 0,5 až 1 m. Následně bude trhlina očištěna tlakem vzduchu. Do vyvrtaných otvorů se vloží kovový nástavec a povrch trhliny se utěsí cementovou maltou bez plniva ručně vpravenou do trhliny. Injektážní látka musí mít nízkou viskozitu a rychle vytvrdnout po injektování. [10]

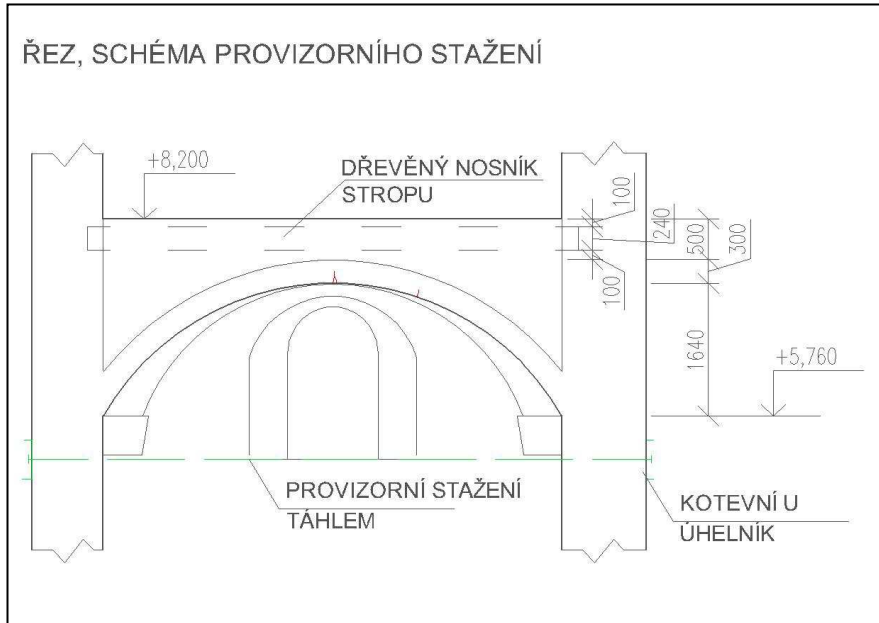
Trhliny do 2 mm budou sanovány epoxidovými pryskyřicemi bez plnidel při teplotě větší než +15°C, tlakem 20 až 40 kPa, do vrtů průměru 20 až 30 mm.

Trhliny 2 až 4 mm sanujeme epoxidovou pryskyřicí s jemným křemitým pískem při teplotě větší než +15°C, tlakem 20 až 60 kPa, do vrtů průměru 20 až 40 mm.

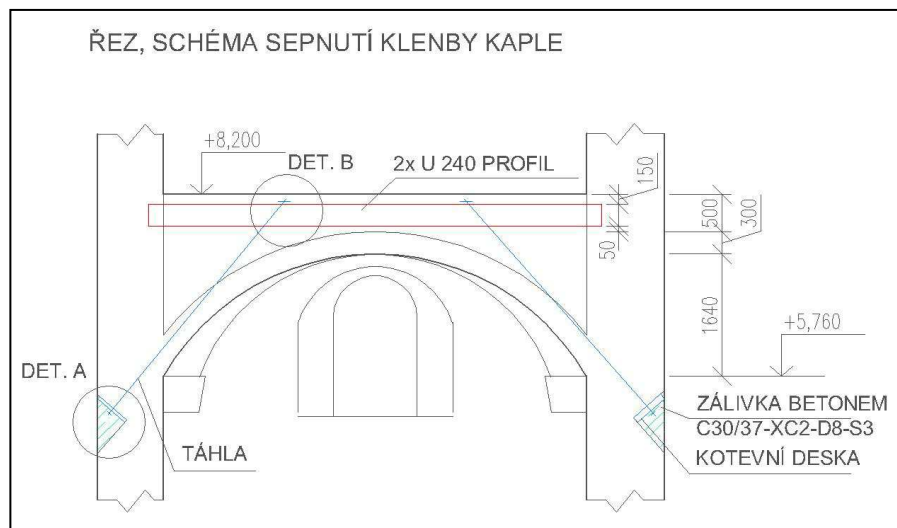
Trhliny větší než 4 mm budou sanovány směsí CBS uvedenou výše při teplotě větší než +5°C, tlakem 50 až 100 kPa, do vrtů průměru 30 až 40 mm.

3.4 Sanace klenby kapse

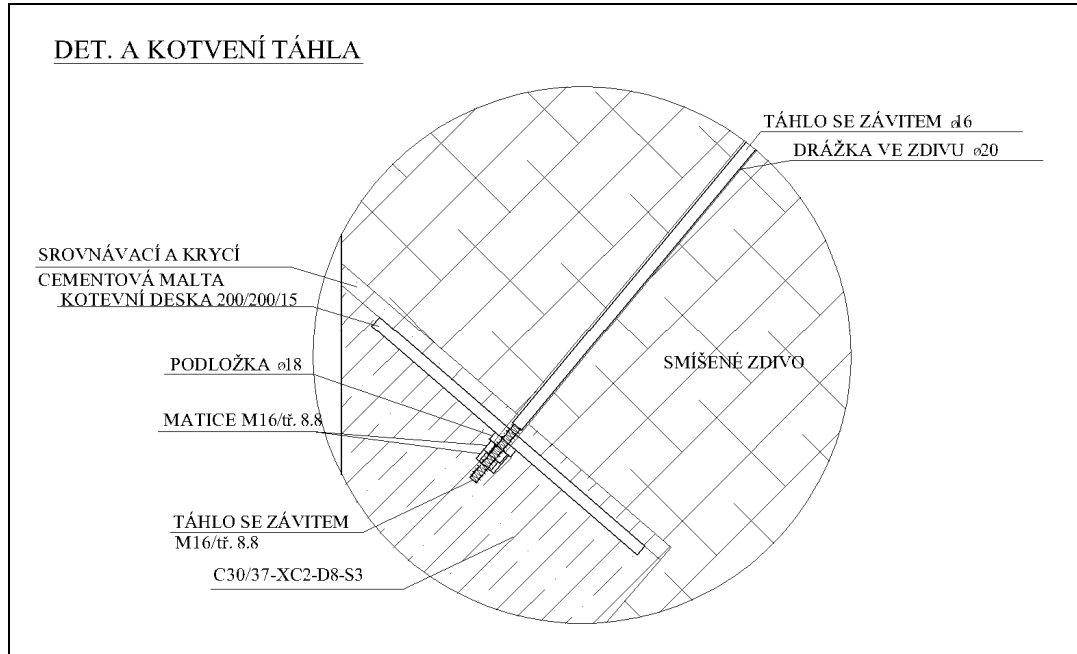
Sanace bude řešena sepnutím pomocí táhel, zavěšených na ocelové nosníky umístěnými nad klenbou do kapes ve zdivu po osové vzdálenosti 1500 mm. Nosník bude tvořený dvojicí U 240 profilů svařených přes ocelové desky oddalující vodorovně U profily o 20 mm, to umožní protažení ocelová táhla opláštěné PVC \varnothing 16 mm skrz do kotevní desky navařené na nosníku s vyvrtaným šikmým otvorem pro táhlo. Táhla povedou k patě klenby k zachycení vodorovné síly kotvená do kotevních desek na vnějším líci stěn. Kotevní desky 200/200/15 budou osazeny do vyhloubených otvorů tak aby rovina desky byla kolmá na táhlo. Po kontrole předeprnutí táhel po 10 dnech budou vysekané otvory zabetonovány betonem C30/37-XC2-D8-S3. Všechny trhliny klenby budou injektovány (viz. injektáž). Po zatvrdnutí injektáže a kontrole táhel cca po 26 dnech bude odstraněno spodní provizorní sepnutí táhly. To umožní lepší přístup ke klenbě ze spodní strany pro následující restaurování.



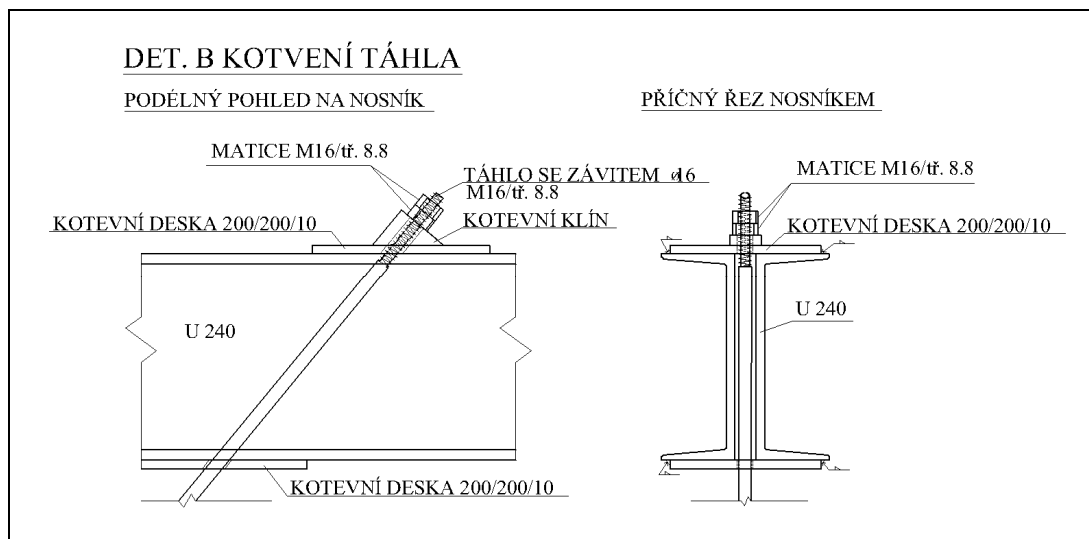
Obr. 35 Původní provizorní zajištění klenby



Obr. 36 Klenba po sanaci



Obr. 37 Detail A kotvení táhla dole

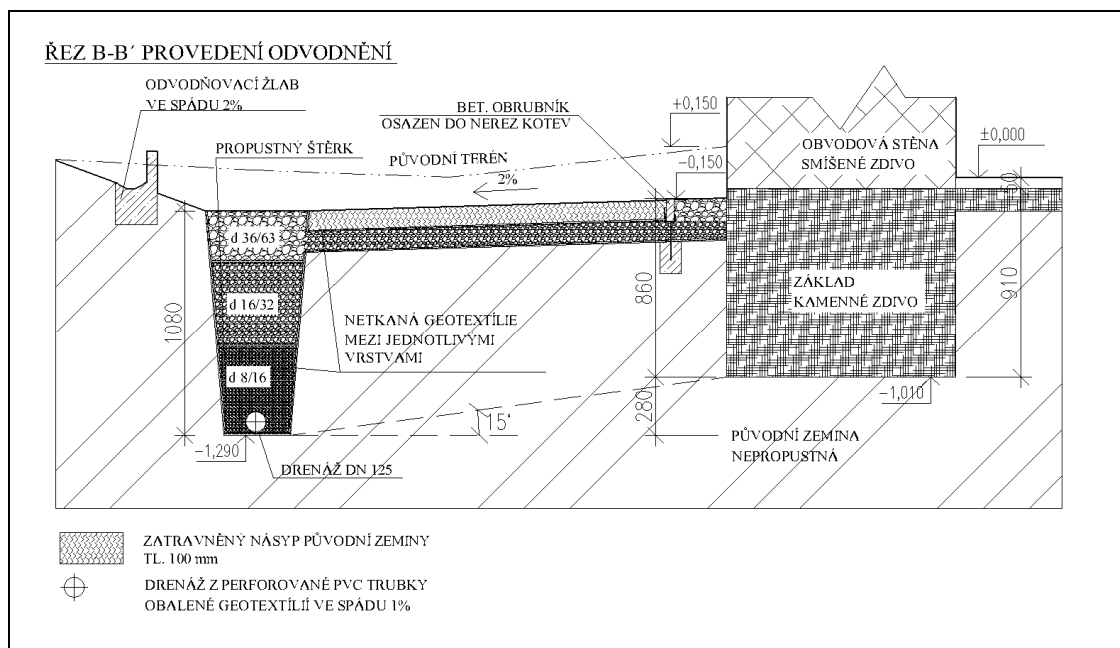


Obr. 38 Detail B kotvení táhla nahoře

3.4 Sanace vlhkosti

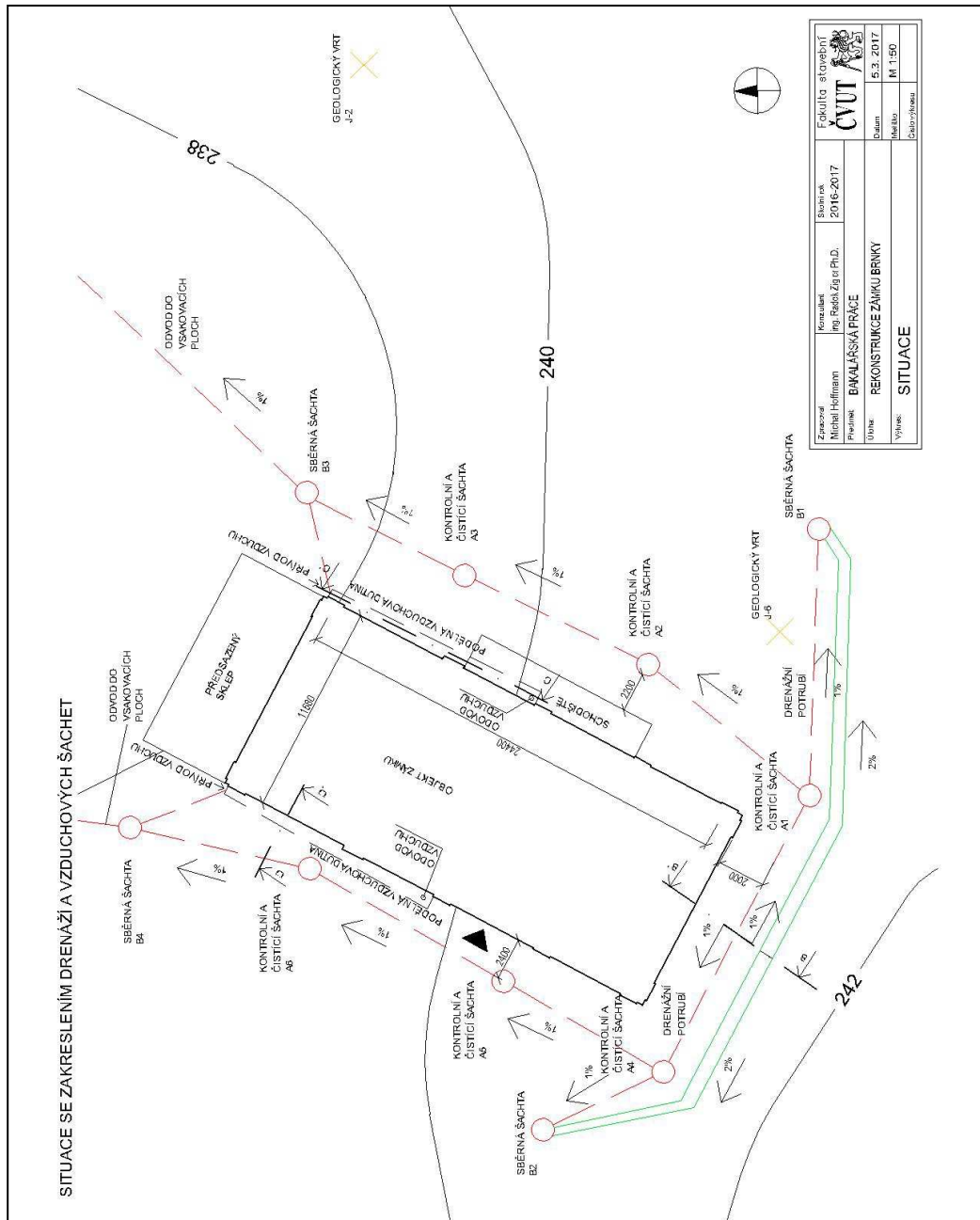
Návrh sanací vlhkosti a odvodnění vychází z provedeného vlhkostního průřezu, včetně průřezu salinity. Dále ze získaných informací o geologických profilech z geologických vrtů poblíž stavby.

Byl navržen systém drenáží zabraňující zatékání srážkové vody k budově a zároveň odvádějící vodu do vsakovacích ploch a sběrných šachet. Systém je navržený tak aby vodu sváděl v bezpečné vzdálenosti od základové spáry. V největším sklonu svahu k objektu kde hrozí vyplavování zeminy do drenáže je navržen také povrchový odvodňovací žlab. Inspirace pro návrh byla nalezena v knize Odvodnění domu. [15]

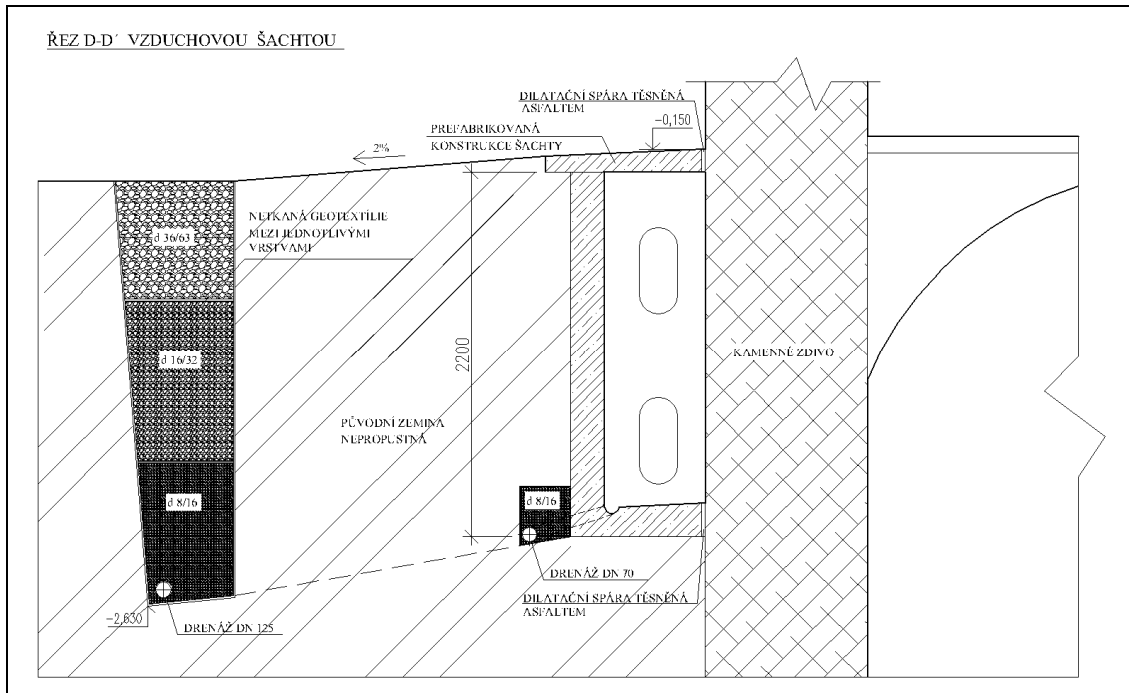


Obr. 39 schéma řezu drenáží u jižní stěny

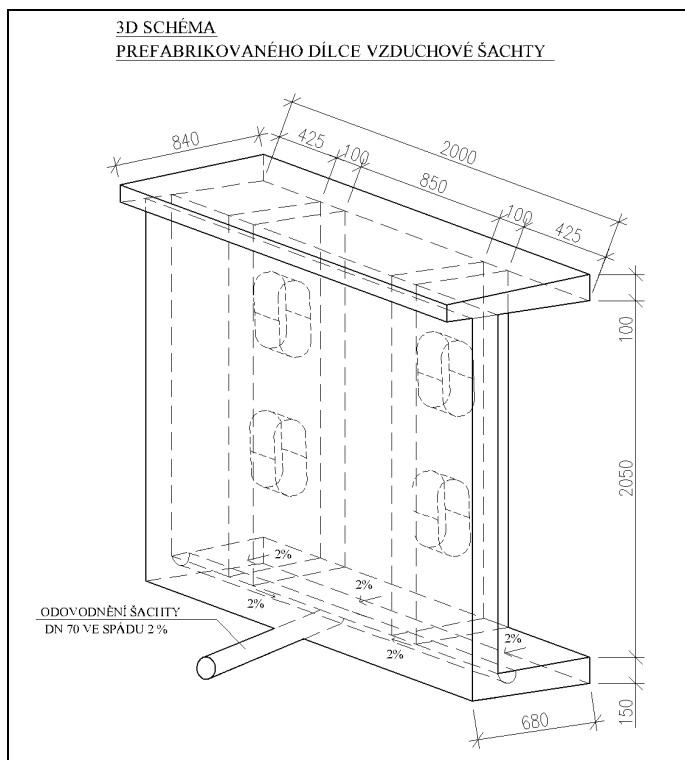
Dalším opatřením je návrh dvou podélných vzduchových šachet pod terénem z venkovní strany stěn v podsklepené části objektu, dovolující zvlhčenému zdivu postupné vysychání. Konstrukce je postavena s prefabrikovaných betonových dílců dilatována od objektu.



Obr. 40 Situace se zakreslením drenáží a šachet



Obr. 41 Drenáže a vzduchové šachty



Obr. 42 Schéma dílce vzduchové šachty

Závěr

Objekt i přes dlouhodobé chátrání vykazuje do jisté míry stabilitu a tuhost, která je daná hlavně velkou tloušťkou zdí. Ty jsou schopné přenášet zatížení i přes velká přetvoření a značné poruchy. Zděné zdi a klenby jsou však jediné schopné plnit svoji funkci a to jen za předpokladu, že v blízké době budou provedena příslušná sanační opatření a rekonstrukce střechy. Většina dřevěných stropů a vnitřní i vnější schodiště musí být zrekonstruovány v plném rozsahu jen s minimálním množstvím až téměř žádným původního materiálu. Proto by se dalo mluvit spíše o postavení replik původních konstrukcí.

V této souvislosti se dá hovořit o faktu, že rekonstrukce celé stavby by byla až nevhodná, vzhledem k památkové ochraně však správná.

Citovaná literatura

[1]. [Http://zamek-brnky.webnode.cz](http://zamek-brnky.webnode.cz) [online]. 2012 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<http://zamek-brnky.webnode.cz/zamek-v-datech-historie/>

[2]. [Http://www.pamatkovykatalog.cz](http://www.pamatkovykatalog.cz) [online]. 2015 [cit. 2017-05-04]. Dostupné z:
<http://www.pamatkovykatalog.cz/?element=2313109&sequence=2&mode=fulltext@ion%5B0%5D=St%C5%99edo%C4%8Desk%C3%BD+kraj&county%5B0%5D=Praha-v%C3%BDchod&municipality%5B0%5D=Zdiby&order=relevance%3Adesc&action=element&presenter=ElementsResults>

[3]. JESENSKÝ, Vít a Michael RYKL. Hlubkový stavebně historický průzkum pro potřeby památkové péče. In: *Dějiny staveb 2001*. s. 79-82.

[4]. [Http://geoportal.cuzk.cz](http://geoportal.cuzk.cz) [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/?serverconf=bodpole>

[5]. [Http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz](http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz) [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=792390&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>

[6]. [Https://mapy.cz](https://mapy.cz) [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<https://mapy.cz/letecka?x=14.4104524&y=50.1565627&z=19&source=base&id=1701286>

[7]. [Http://www.zriceniny.eu](http://www.zriceniny.eu) [online]. [cit. 2017-05-15]. Dostupné z:
<http://www.zriceniny.eu/zamek-brnky-u-prahy>

[8]. [Http://zamek-brnky.webnode.cz](http://zamek-brnky.webnode.cz) [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<http://zamek-brnky.webnode.cz/situace-budov-1959/#brnky-1959-mapa-jpg3>

- [9]. [Http://geologie.vsb.cz](http://geologie.vsb.cz) [online]. [cit. 2017-05-15]. Dostupné z:
http://geologie.vsb.cz/CviceniInzenyrskaGeologie/KAPITOLY/10_Vlastnosti/10%20Vlastnosti_v7ma.htm
- [10]. WITZANY, Jiří, Tomáš ČEJKA, Richard WASSERBAUER a Radek ZIGLER. *PDR - poruchy, degradace a rekonstrukce*. V Praze: České vysoké učení technické, 2010, 458 s. ISBN 978-80-01-04488-9.
- [11]. VLČEK, Milan. *Poruchy a rekonstrukce staveb*. 2., dopl. a opr. vyd. Brno: ERA group, 2003. Technická knihovna (ERA). ISBN 80-865-1756-X.
- [12]. ČSN P 73 0610. *Hydroizolace staveb - Sanace vlhkého zdiva: Základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [13]. www.asb-portal.cz [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z:
<https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/rekonstrukce-staveb/pruzkum-pricin-vlhnuti-zdiva-a-metodika-navrhu-sanace>
- [14]. VEVERKA, Miroslav. *Statická sanace obvodového zdiva* [online]. 2012 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: http://www.jesenice-ra.cz/e_download.php?file=data/uredni_deska/obsah798_2.pdf&original=PD+-+staticka+sanace+zdiva.pdf
- [15]. BALÍK, Michael a Jaroslav SOLAŘ. *Odvodnění domu: anglické dvorky, drenáže, vzduchové dutiny*. 2., přeprac. vyd. Praha: Grada, 2010. Profi. ISBN 978-80-247-3393-7.

Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1. Poloha zámku Brnky [6].	- 9 -
Obr. 2 Zámek č.p 1 s přílehlý okolím [5].	- 10 -
Obr. 3 Skica areálu zámku [8].	- 11 -
Obr. 4 Brnky 2. patro zámku [3].	- 13 -
Obr. 5 Brnky podélný řez zámku [3].	- 14 -
Obr. 6 Severozápadní pohled zámku Brnky.	- 18 -
Obr. 7 rozsáhlá trhлина T21i ve vnitřní zdi.	- 20 -
Obr. 8 bližší pohled na trhlinu T21i	- 20 -
Obr. 9 špatná vazba zdiva.	- 20 -
Obr. 10 Jižní stěna.	- 20 -
Obr. 11 okno v lunetě klenby kaple	- 22 -
Obr. 12 pohled na klenbu kaple	- 22 -
Obr. 13 trámy původního trémového stropu místnosti 104.	- 22 -
Obr. 14 drážky ve zdivu od původního osazení vnitřního schodiště.	- 23 -
Obr. 15 Jihovýchodní pohled s schodišťovou podestou a uložením schodiště.	- 24 -
Obr. 16 Rekonstrukce části krovu.	- 25 -
Obr. 17 trhлина v nadpraží okna T20i.	- 26 -
Obr. 18 místo odběru B, vzorek 5,6,7, interiér	- 27 -
Obr. 19 místo odběru A, vzorek č.4 exteriér	- 27 -
Obr. 20 Půdorys, vyznačením míst odběrů vzorků.	- 28 -
Obr. 21 Sušárna HS201A.	- 29 -
Obr. 22 Váha Strohlein AC-12 K a příslušné vzorky	- 29 -
Obr. 23 Filtrování směsi do lahvičky.	- 31 -
Obr. 24 Porovnání barvy a odečtení čísla pH.	- 31 -
Obr. 25 Zkoušení obsahu dusičnanů.	- 32 -
Obr. 26 Zkoušení obsahu síranů	- 32 -
Obr. 27 Fotometr UV–VIS Spectroquant Pharo 300.	- 33 -
Obr. 28 Příprava směsí	- 33 -
Obr. 29 Temperování směsí	- 33 -

Obr. 30 Pracovní plocha se směsmi.....	- 33 -
Obr. 31 kotvení lana [14].....	- 37 -
Obr. 32 utvoření věncového pásu	- 38 -
Obr. 33 narušené obvodové zdivo	- 39 -
Obr. 34 výměna naručeného zdiva	- 40 -
Obr. 35 původní provizorní zajištění klenby	- 42 -
Obr. 36 Klenba po sanaci	- 42 -
Obr. 37 Detail A kotvení táhla dole	- 43 -
Obr. 38 Detail B kotvení táhla nahoře	- 43 -
Obr. 39 schéma řezu drenáží u jižní stěny.....	- 44 -
Obr. 40 Situace se zakreslením drenáží a šachet.....	- 45 -
Obr. 41 Drenáže a vzduchové šachty.....	- 46 -
Obr. 42 Schéma dílce vzduchové šachty	- 46 -
Tab. 1 Orientační hodnoty propustnosti vybraných druhů zeminy [9].	- 17 -
Tab. 2 A.1-klasifikace vlhkosti zdiva [12]	- 30 -
Tab. 3 Shrnutí výsledků v tabulce.....	- 30 -
Tab. 4 B.1-klasifikace salinity zdiva [13].....	- 34 -
Tab. 5 Shrnutí výsledků salinity v tabulce.....	- 34 -
Tab. 6 Tabulka označující barvou, příslušný stupeň zasolení podle normy [12]	- 34 -

Výkresová část

Příloha 1. Původní stav zámku Brnky

Příloha 2. Stávající stav se zakreslením poruch

Příloha 3. Rekonstruovaný stav