



České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Rekonstrukce barokního kostela

Refurbishment of the baroque church

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.

Martin Mottl

Praha 2019



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Mottl</u>	Jméno: <u>Martin</u>	Osobní číslo: <u>460448</u>
Zadávací katedra: <u>K124 - Katedra konstrukcí pozemních staveb</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Konstrukce pozemních staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Rekonstrukce barokního kostela</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Refurbishment of baroque church</u>	
Pokyny pro vypracování: Proved'te zjednodušený stavebně technický průzkum objektu zaměřený na vybrané stavebně-technické problémy a následný návrh vybraných sanačních opatření.	
Seznam doporučené literatury: [1] Witzany J., Wasserbauer R., Čejka T., Zigler R.: Poruchy, degradace a rekonstrukce, skriptum ČVUT, 2010 [2] Balík M. a kol.: Odvlhčování staveb, Grada Publishing, Praha, 2005 [3] Pazderka J., Zigler R.: Refurbishment of moist building masonry in terms of sustainable building, Central Europe towards Sustainable Building 2013, p. 163-166, 2013	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>18.2.2019</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>26.5.2019</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
_____	_____
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>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“.</i>	
_____	_____
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího práce, doc. Ing. Jiřího Pazderky, Ph.D. Veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Nemám námitek proti použití tohoto akademického díla ve smyslu §60 zákona č. 121/2006 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

Poděkování

Veliké díky patří vedoucímu mé bakalářské práce, doc. Ing. Jiřímu Pazderkovi, Ph.D., za odborné vedení a předání cenných zkušeností a rad. Děkuji J.M. can. Mgr. Miroslavu Šimáčkovi, správci kostela sv. Václava ve Skoroticích, za umožnění použití objektu do závěrečné práce, pí. Slezákové za ochotu při umožňování přístupu do kostela a Ivaně Loušové za odborný dohled při provádění laboratorních měření.

Dále bych chtěl poděkovat mé rodině a přítelkyni, nejen za oporu při vypracování bakalářské práce, ale i za intenzivní podporu v průběhu celého studia na Fakultě stavební ČVUT v Praze.

Anotace

Předmětem této bakalářské práce je zjednodušený stavebně-technický průzkum barokního kostela sv. Václava ve Skoroticích u Ústí nad Labem, zaměřený na specifické části konstrukcí a následná analýza vybraných poruch a jejich spojitost s vývojem a užíváním stavby. Obsahem závěrečné práce je dále návrh sanace zvýšené vlhkosti stavebních konstrukcí a statického zajištění nosných konstrukcí objektu vykazujících značné poruchy.

Objekt je chráněn jako národní kulturní památka České republiky. Jednotlivá sanační opatření byla navrhována tak, aby byla zachována historická hodnota objektu.

Klíčová slova

Baroko, kostel, rekonstrukce, degradace, sanace, vlhkost, poruchy, trhliny

Abstract

The subject of this bachelor thesis is a simplified technical survey of the baroque Church of Saint Wenceslas in Skorotice by Ústí nad Labem, focused on specific parts of constructions and subsequent analysis of selected defects and their connection with evolution and usage of the building. This final thesis includes a suggestion of moisture remediation of building structures and static stabilization of support structures, which reports substantial failures.

The church is protected as a national cultural heritage of the Czech Republic. Remediation measures were designed to avoid the negative affect to the historical value of the building.

Keywords

Baroque, church, refurbishment, degradation, remediation, moisture, failures, cracks

Obsah

1	Úvod	8
1.1	Cíl práce	8
2	Základní informace o objektu.....	9
2.1	Údaje o objektu, poloha	9
2.2	Popis objektu	10
2.3	Historie objektu	11
2.4	Inženýrsko-geologické poměry	12
3	Stavebně-technický průzkum	14
3.1	Základové konstrukce	14
3.2	Svislé nosné konstrukce	15
3.3	Vodorovné nosné konstrukce	17
3.4	Nadpraží otvorů.....	19
3.5	Střecha	20
3.6	Výplně otvorů.....	22
3.7	Povrchové úpravy.....	23
3.8	Podlahy.....	25
3.9	Schodiště	26
4	Analýza poruch.....	27
4.1	Vlhkost konstrukcí	27
4.1.1	Hypotéza příčin zvýšené vlhkosti.....	27
4.1.2	Měření vlhkosti in-situ	29
4.1.3	Laboratorní měření vlhkosti	32
4.1.4	Měření salinity.....	35
4.1.5	Kvalitativní analýza.....	36
4.1.6	Kvantitativní analýza.....	37
4.1.7	Závěry provedených analýz.....	40

4.2	Statické poruchy	41
4.2.1	Komplexní hypotéza příčin statických poruch	41
4.2.2	Základové konstrukce	42
4.2.3	Svislé nosné konstrukce	44
4.2.4	Vodorovné nosné konstrukce	46
4.2.5	Povrchové úpravy, podlahy	46
4.2.6	Závěry provedených analýz	48
5	Návrh sanačních opatření	49
5.1	Sanace vlhkosti	49
5.1.1	Odvod dešťových vod	50
5.1.2	Účinné větrání interiéru	51
5.1.3	Izolace proti zemní vlhkosti – provětrávané vzduchové dutiny	53
5.2	Statické zajištění objektu	55
5.2.1	Sanace základových konstrukcí	55
5.2.2	Prostorové ztužení objektu	57
5.2.3	Injektáž trhlin	59
5.2.4	Podlaha v 1.NP	60
5.3	Sanace nepravé klenby hlavní lodi	70
5.4	Dodatečná opatření	70
5.4.1	Opravy povrchových úprav	70
5.4.2	Opravy oken a dveří	70
6	Závěr	72
7	Seznam výkresů a příloh	74
7.1	Seznam výkresů	74
7.2	Seznam příloh	75
8	Seznam použité literatury	76

1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá objektem kostela svatého Václava ve Skoroticích u Ústí nad Labem. Objekt byl vystaven v letech 1748 až 1755 na místě bývalého gotického kostela ze 14. století [1]. Nachází se na vysokém návrší v centru historického jádra obce, čímž tvoří dominantu místní oblasti. V dnešní době je pravidelně (dvakrát do měsíce) využíván pro bohoslužby.

Kostel je jednodlný, obdélníkového půdorysu, na východní straně zakončen presbytářem, na západní straně je vystavěna čtvercová věž se zvonící. Ze severní i jižní strany jsou k presbytáři přistavěny sakristie. Objekt je vystaven ze smíšeného zdiva, zastřešení tvoří valbová střecha s pálenou krytinou (bobrovkou). Od roku 1958 je stavba vedena jako kulturní památka České republiky a aktuálně je ve velmi špatném technickém stavu. Sakrální stavby často postrádají dostatečnou péči a jejich údržba je zanedbaná, kostel sv. Václava ve Skoroticích není výjimkou.

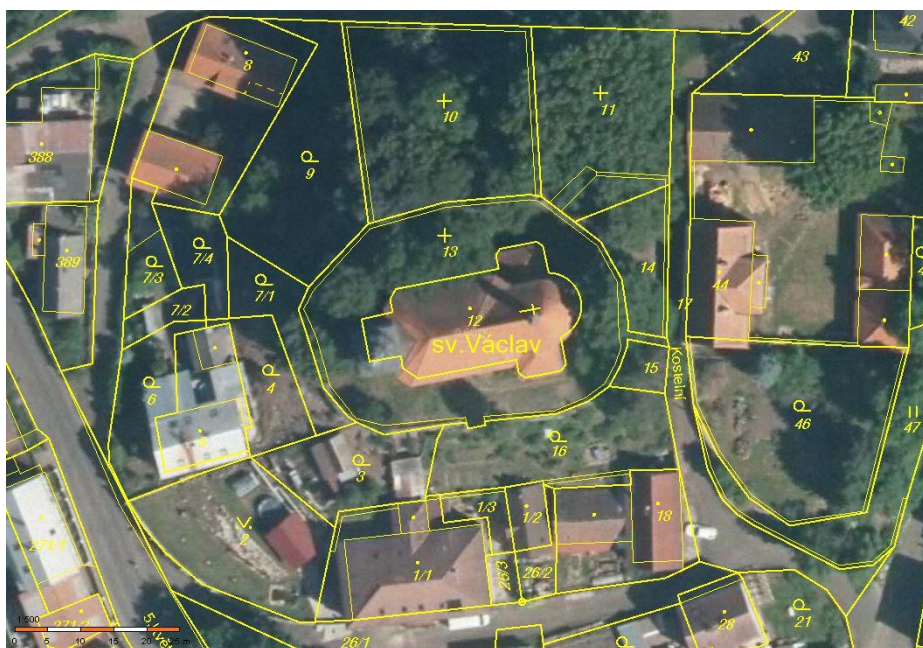
1.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo provedení předběžného stavebně-technického průzkumu objektu blíže zaměřeného na zvýšenou vlhkost konstrukcí a poruchy svislých a vodorovných nosných konstrukcí, analýza příčin vybraných poruch a následný návrh vhodných sanačních opatření pro vybrané stavební konstrukce. Při návrhu bylo nutné respektovat historickou hodnotu objektu.

2 Základní informace o objektu

2.1 Údaje o objektu, poloha

Kostel svatého Václava se nachází na severu Čech na vysokém návrší v centru historické části obce Skorotice, která od roku 1980 náleží ke krajskému městu Ústí nad Labem. Stavba s parcelním číslem 12 je umístěna na parcele č. 13, katastrální území Skorotice, okres Ústí nad Labem. Přístup k objektu je zajištěn dvěma brankami v ohradních zdech ohraničujících pozemek z východní a severovýchodní strany, vstup do hlavní lodi je situován z jižní strany. Vlastníkem objektu je Římskokatolická farnost Skorotice, organizačně spadající do ústeckého vikariátu litoměřické diecéze, administrátorem je J.M. can. Mgr. Miroslav Šimáček. Oblast kostela s přilehlým, bývalým hřbitovem, ze kterého se dochovaly jen zbytky klasicistních náhrobků, je ohraničena ohradními zdmi se dvěma branami. Nedaleko budovy se tyčí čtyři vzrostlé, mohutné lípy, od roku 1994 chráněné jako památné stromy.



Obrázek 2.1-Snímek z katastrální mapy + ortofoto [19]

2.2 Popis objektu

Kostel je jednolodní, obdélníkového půdorysu, na východní straně zakončen presbytářem, na západní straně je v ose hlavní lodi vystavěna čtvercová věž se zvonící. Ve věži je schodiště vedoucí na kruchtu lodi, do krovu kostela a horních pater věži. Na severní straně je k presbytáři přistavěna sakristie, na jižní straně kaplička. Presbytář je zastropen křížovou klenbou s klenbovými pásy, loď má nepravou zrcadlovou klenbu. Stropy sakristií tvoří křížové klenby. Objekt je vystaven ze smíšeného zdiva, zastřešení tvoří valbová střecha s pálenou krytinou (bobrovkou), konstrukcí krovu je barokní ležatá stolice s hambálkem. Prostorové řešení je zřejmé z výkresové části.



Obrázek 2.2 - Celkový pohled na objekt ze severovýchodní strany



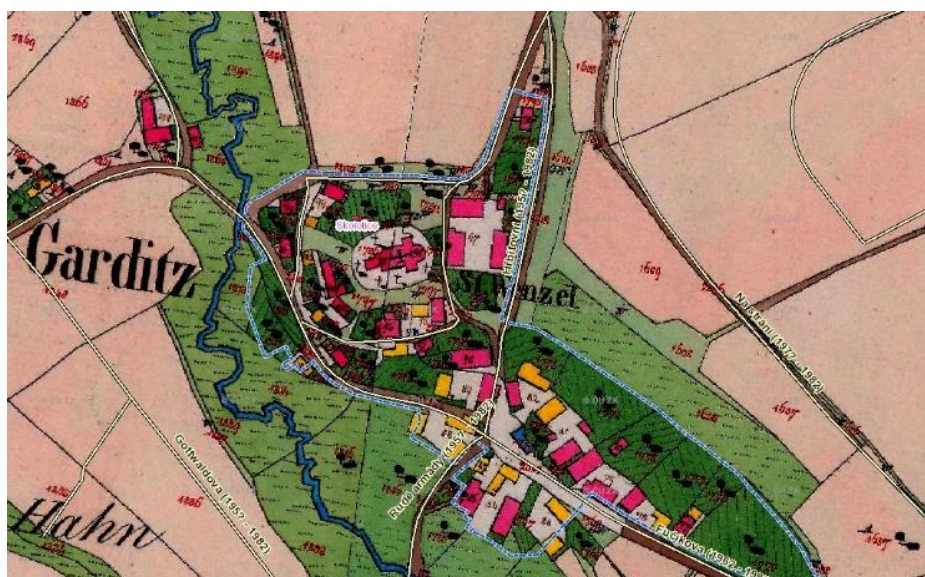
Obrázek 2.3 - Pohled na věž z jihozápadu

Objekt je nevytápěný, v jižní kapli je vystaven komín, ten se již nepoužívá a jeho nadstřešní část byla zrušena. V presbytáři se nachází ambon, kazatelna s řečištěm, je zde vystaven oltář, jeho zadní stěnu tvoří velký kamenný opracovaný blok, schůdky jsou dřevěné.

Kostel je v současné době přístupný pouze vchodovými dveřmi do kapličky, všechny ostatní vchody do objektu jsou zablokovány zevnitř petlicemi. Stavba je chráněna elektronickým zabezpečovacím systémem.

2.3 Historie objektu

Historické informace o objektu jsou značně omezené. Ke stavební historii se uvádí pouze, že kostel sv. Václava byl vystaven v letech 1748-1755 na místě kostela ze 14. století. Velký zvon ve věži je bronzový, z roku 1612, zvon v malé věži z roku 1914. [1] Údajně mají být pod kostelem pohřbeni vojáci padlí v bitvě u Chlumce v roce 1813. V kopci pod kostelem v neznámé hloubce se nachází podzemní chodba, dnes již pravděpodobně z větší či menší části zasypaná. Ta byla v minulosti přístupná z kostela (otevřením podlahy) a jedné či dvou částí kopce [6].

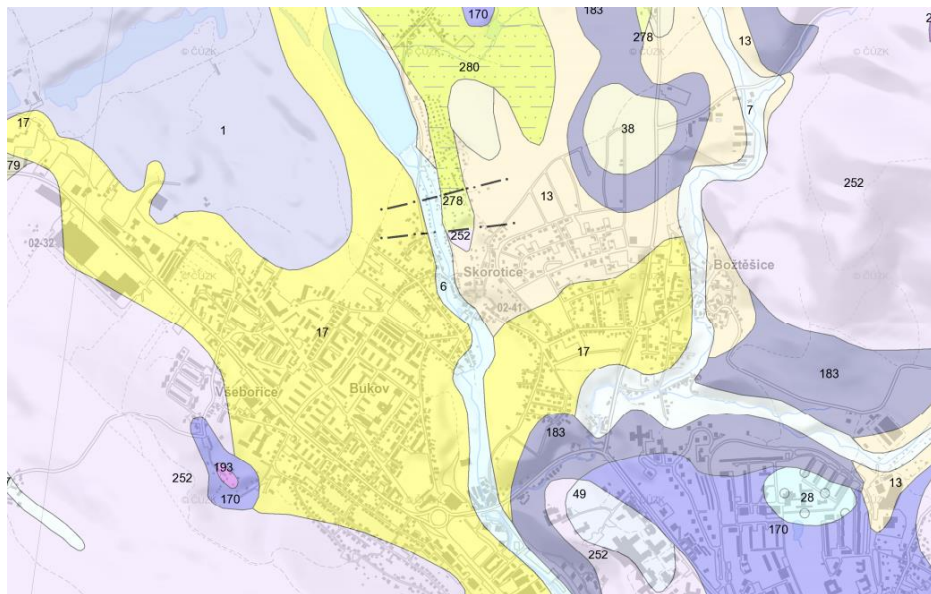


Obrázek 2.4-Snímek historické mapy – Císařský otisk z roku 1842 [20]

Od desátých let dvacátého století jsou pozorovány nadměrné pohyby stavby. Samotný kostel prošel v letech 1995-1996 rekonstrukcí, ta byla zaměřena na statické zajištění a zabezpečení stavby, neboť vykazovala vážné poruchy a deformace. Bylo provedeno rozšíření stávajících základových pasů, zajištění základových konstrukcí železobetonovými mikropilotami a opravy krovu (v minimální nutné míře). V letech 2006-2009 se již v objektu vyskytovaly další vážné poruchy, bylo nutno přistoupit ke statickému zajištění vítězného oblouku a jihozápadního okna. Problematika zvýšené vlhkosti zdiva nebyla nikdy řešena. Při provádění stavebně-technického průzkumu byly v omezené míře k dispozici archivní záznamy původního stavu kostela v projektové dokumentaci rekonstrukce z roku 1995 [2], ty byly porovnány se současným stavem objektu a převedeny do digitální podoby. V rámci analýzy poruch konstrukcí bylo provedeno porovnání aktuálního technického stavu objektu s dostupnými prameny o projektovaných a skutečně realizovaných sanačních pracích.

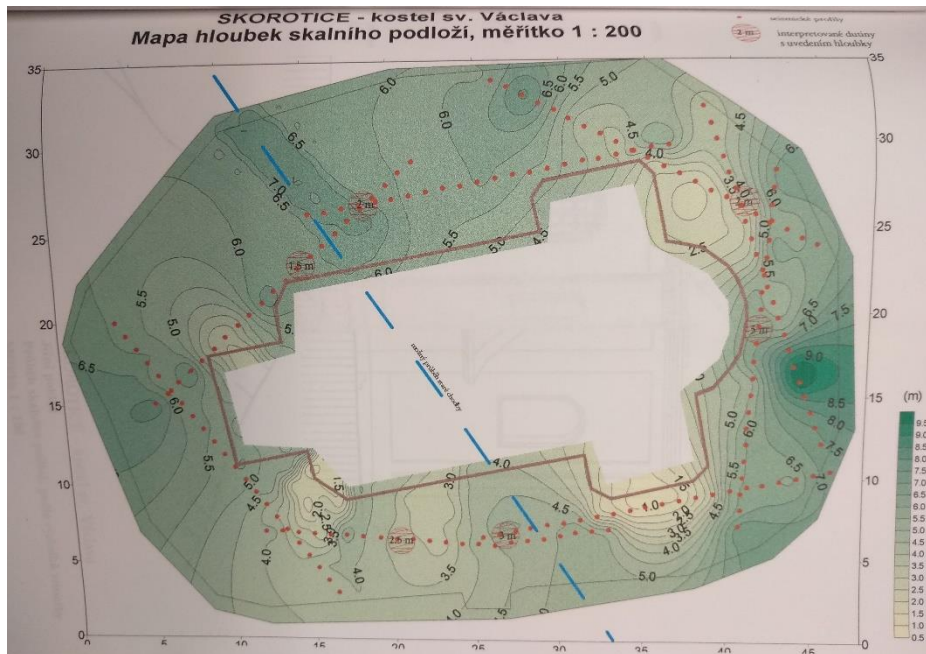
2.4 Inženýrsko-geologické poměry

Zájmová oblast patří do Českého Středohoří, konkrétně do její ploché části na Ústecku, na levém břehu hlubokého údolí Labe. Nacházejí se zde horniny z éry kenozoické a mezozoické, z první jsou zde zastoupeny periody kvartéru (čtvrtohor) a terciéru (třetihor) – neogén a paleogén, z druhé křídly. Geomorfologické poměry území jsou složité, členitou vrchovinu tvoří třetihorní vulkanity, především čediče, povrchových a podpovrchových těles, méně časté jsou slánovce a pískovce. V širší oblasti se vyskytují lávové příkrovy a pyroklastika (sedimenty s úlomky hornin vzniklé sopečnou činností), často přemístěná působením eroze. [4] „*Typickým znakem je destruovaný neovulkanický reliéf se zbytky posopečného zarovnaného povrchu strukturními plošinami, hřbety a výraznými kuželovitými a kupolovitými suký a tvary zvětrávání a odnosu hornin a četnými sesuvy.*“ [5]



Obrázek 2.5-Geologické poměry v oblasti [21]

V minulosti byl zpracován inženýrsko-geologický [5] a geofyzikální [3] průzkum lokality. Byly provedeny čtyři kopané sondy, tři v exteriéru a jedna v interiéru kostela, k dispozici jsou výsledky tří kopaných sond. Zjištěné skladby půdy v okolí spodní stavby a půdní profily z pěti vrtaných sond byly pro potřeby bakalářské práce shromážděny a vypsány do tabulky (viz Příloha č.1). Z výsledků průzkumů je zřejmé, že základovou půdu tvoří nestejněměrné vrstvy, především navážky, hlíny a jíly s úlomky a drtí čediče (případně zbytky cihel a lidských ostatků), hlouběji stlačitelné čedičové tufy, často s dutinami. Průběh skalního podloží je značně nerovný a jeho kvalita velice proměnlivá. Předpokládané hloubky skalního podloží dosahují 6 m a více (až 10 m), přičemž průzkum interpretuje také možnost výskytu lokálních nehomogenit ve formě dutin a částečně zavalených prostor.



Obrázek 2.6 - Předpokládaný průběh skalního podloží [3]

3 Stavebně-technický průzkum

3.1 Základové konstrukce

Objekt je založen na základových pasech z kamenného zdiva. Jako stavební materiál byly použity horniny z místních zdrojů, především čediče, případně pískovce, tvarů opracovaných kvádrů i hrubého lomového kamene. Nad úroveň terénu je znatelné rozšíření základových pasů betonem, toto rozšíření nepatří k součástí statického zajištění kostela z 90. let dvacátého století (pravděpodobně bylo toto rozšíření součástí statického zajištění kostela v první polovině 20. stol.), průměrná šířka tohoto rozšíření činí 330 mm. Betonové pasy na některých místech vykazují poruchy v podobě trhlin, místy dochází k drolení povrchových vrstev betonu, povrch betonu je z velké části pokryt mechem (především na severní straně objektu) a místy vykazuje známky mezerovitosti. Hloubka založení není známa, v dostupných spisech o rekonstrukci [4] byla zjištěna pouze informace o plánovaném prohlubování základů do úrovně únosných čedičů na jižní straně objektu. Hloubka základové spáry však nebyla zjišťována a nebyl proveden záznam o skutečné hloubce založení po provedení sanačních prací. V severní části budovy se nad úroveň terénu nachází masivní sokl z cihelného zdiva, který je poškozen atmosférickými vlivy, především působením vody (Obrázek 3.2).



Obrázek 3.1 – Celkový pohled na základy objektu, severní strana



Obrázek 3.2 - Pohled na cihelný sokl pokrytý mechem, severozápadní část

V projektové dokumentaci [2] je zmiňována přítomnost ploten a válcovaných profilů na některých místech v úrovni terénu, pravděpodobně od dřívějšího spínání, při stavebně-technickém průzkumu v rámci bakalářské práce však nebyly nalezeny. V interiéru kostela nejsou v úrovni podlahy známky přítomnosti táhel.

V rámci rekonstrukce v devadesátých letech 20. století bylo provedeno podchycení kostela železobetonovými svislými a šikmými mikropilotami vrtanými z vnějšku kostela. Bylo navrženo celkem 136 mikropilot [4], realizováno však bylo pouze 104 mikropilot (byly vynechány mikropiloty vrtané z interiéru) **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..** Jejich přesné umístění lze pouze předpokládat. Nejpočetnější umístění mikropilot je na severní straně objektu, zde byly provedeny železobetonové pasy, pravděpodobně pro uchycení hlav mikropilot (Obrázek 3.1), výška pasu 0,8 m, šířka proměnná od 0,8 do 1,0 m, ostatní mikropiloty byly pravděpodobně vrtány šikmo přes základové zdivo. Bylo navrženo podkopání základových konstrukcí a jejich následné prohloubení na vrstvy únosných čedičů, nad úrovní základů pak mělo být provedeno vodorovné ztužení objektu ocelovými kleštinami (viz 4.2 Statické poruchy).

V dostupných pramenech není jasně doložen typ základových pasů. Není jisté, zda jsou základové pasy po celém obvodu stavby zděné, nebo se jedná o vrstvy kamenné rovnaniny vyplněné hlínou s příměsí vápna. Tento způsob zakládání se v minulosti užíval v geologicky náročných podmínkách. Neobvyklá by byla mocnost této vrstvy (2,5 až 4,0 m), její existence by však vysvětlovala anomálie v předpokládaném průběhu skalního podloží, zjištěné při seismickém průzkumu [3](Obrázek 2.6).

3.2 Svislé nosné konstrukce

Obvodové a vnitřní nosné zdivo objektu je tvořeno převážně smíšeným zdivem. Líc masivních zdí je vyzděn z opracovaného kamene (případně místy doplněného cihlami), vnitřek stěn byl proveden z neopracovaného lomového kamene a zbytků kamenů a cihel zalitých vápennou maltou (emplekton). Jako stavební materiál byly použity horniny z místních zdrojů, především čediče a pískovce. Cihel plných pálených bylo užito hlavně na nárožích



Obrázek 3.3 - Pohled na kruchtu

a úžlabích stěn, v ostění a nadpraží otvorů a v pilířích. Tloušťky nosných stěn proměnlivé, od 1000 mm do 1250 mm, výška stěn hlavní lodi a sakristie 9,0 m.



Obrázek 3.4 - Pohled z hlavní lodi na presbytář



Obrázek 3.5 - Pohled na obvodovou stěnu s okny

Všechny stěny v objektu vykazují zvýšenou vlhkost, malby a štuky jsou popraskány, vápenné omítky se drolí a postupně odpadávají od zdiva. Z vnější strany objektu je patrné poškození povrchových vrstev zdiva odšťikující dešťovou vodou, na severní straně je pata obvodového zdiva z velké části napadena mechy. V oblasti styku střechy sakristie a kaple s presbytářem dochází k odšťikování dešťové vody a v důsledku toho k degradaci omítek a vzniku mechů. V interiéru stavby, pod okenními otvory, jsou na stěnách viditelné stopy po stékající vodě, pravděpodobně v důsledku kondenzace vlhkosti na sklech oken či zatékáním do netěsných oken větrem hnaným deštěm. Po celém obvodu objektu se vyskytují výrazné, rozsáhlé trhliny, místy přecházející až do klenob a klenbových nosníků. Některé trhliny v exteriéru objektu prochází i betonovým rozšířením základových pasů. Rozměry trhlín jsou velice znepokojující. Vysoké množství širokých trhlín se koncentruje v okolí okenních a dveřních otvorů, některé jsou i několik metrů dlouhé, tloušťky až 30 mm a prochází od pat stěn až po jejich vrchol.



Obrázek 3.6 - Vzlínající vlhkost, východní část hlavní lodi



Obrázek 3.7 - Vzlínající vlhkost, vchod do věže z hlavní lodi



Obrázek 3.8 - Vzlínající vlhkost, odstříkující voda, trhlina - sakristie



Obrázek 3.9 - Trhliny, sakristie



Obrázek 3.10 - Trhliny, kaple



Obrázek 3.11 - Trhliny, vchod do sakristie

3.3 Vodorovné nosné konstrukce

Lod' kostela je zastropena nepravou zrcadlovou klenbou zavěšenou na dřevěné trámy (rákosníky), její konstrukci tvoří dřevěná prkna s rákosovou omítkou. Zaoblený přechod na svislé stěny je tvořen vytvarovaným prkenným bedněním vyztuženým tvarovanými dřevěnými hranoly. Omítka stropu je popraskaná v celé ploše, místy opadává a jsou na ní znatelné skvrny od zatékající dešťové vody. V západní části lodi se již omítka oddělila od prkenného podbití s rákosou a odpadla na podlahu. Vzhledem k světlé výšce lodi (9 m) představuje opadávající omítka vážnou hrozbu pro bezpečnost a zdraví osob pohybujících se v prostoru hlavní lodi. Ve stropě hlavní lodi se nachází dva ventilační průduchy kryté kovovými mřížkami, vyústěné do prostoru krovu plechovým vzduchotechnickým potrubím o průměru 315 mm. Ty však byly na půdě uzavřeny a z vrchu zamaltovány.



Obrázek 3.12 - Nepravá zrcadlová klenba hlavní lodi



Obrázek 3.13 - Nepravá zrcadlová klenba hlavní lodi – opadaná omítka, stopy zatékání, praskliny

Stropy presbytáře, sakristie a kapličky jsou tvořeny cihelnými křížovými klenbami, v presbytáři podporovanými klenbovými pásy. Předpokládané tloušťky konstrukcí jsou 300 mm. Klenby vykazují značné známky poškození, vyskytují se v nich široké, aktivní statické trhliny. Nejznatelnější, až alarmující trhliny se nachází v severní sakristii, dosahují šíře přes 10 mm a vedou od paty stěny k vrcholu klenby až po patu stěny protější. Vodorovné nosné konstrukce věže jsou tvořeny valenými cihelnými klenbami a dřevěnými trámovými spalnými stropy s hrubými tesařskými podlahami.



Obrázek 3.14 - Klášterní klenba presbytáře



Obrázek 3.15 - Klenba sakristie s trhlinou

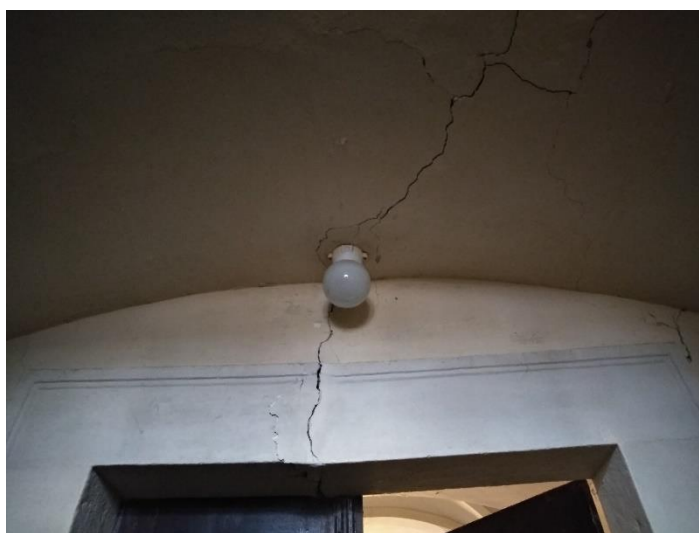
3.4 Nadpraží otvorů

Nadpraží otvorů v objektu jsou řešena převážně jako klenutá. Prakticky ve veškerých nadpražích dveřních a okenních otvorů se vyskytují trhliny různých šířek. Trhliny největších rozměrů se nacházejí nad okny hlavní lodi. U mnoha dveřních otvorů došlo k úplnému porušení překladu zalomeného ostění, překlady mají velkou trhlinu uprostřed rozpětí a došlo k jejich rozlomení, např. nad spojovacími dveřmi mezi hlavní lodí a přízemím věže (Obrázek 3.18, Obrázek 3.19).

U mnoha dveřních otvorů (především z exteriérové strany objektu) se vyskytují trhliny procházející od paty stěny podél výšky otvoru a pokračující dále šikmo vzhůru.



Obrázek 3.18 - Trhlina v nadpraží, vchod do věže z lodi



Obrázek 3.19 - Porušení překladu, vchod do věže z lodi



Obrázek 3.16 - Trhlina v nadpraží a parapetu, okno nad vchodem do lodi



Obrázek 3.17 - Trhlina v nadpraží východního okna, hlavní loď

3.5 Střecha

Objekt je zastřešen valbovou střechou s pálenou krytinou – bobrovkou kladenou na šupiny, osa střechy souběžná s osou lodi kostela, sklon střechy přibližně 42°. Střešní krytinou věží jsou falcované plechy. Pro oplechování detailů střech byl použit pozinkovaný plech a dešťové žlaby a svody (sakristie, kaple) jsou zhotoveny z lakovaného pozinkovaného plechu. Krov objektu tvoří barokní ležatá stolice s hambálkem. Tato konstrukce je typická pro barokní vesnickou architekturu Českého středohoří. Vazní trámy v každé vazbě krovu jsou ukládány na pozednice a zazděny (přesná poloha, počet a stav pozednic tedy nejsou známy). Krokve jsou podporovány hambálky a jsou začepovány do vazných trámů, u obvodových stěn jsou rozšířeny o námětky, které se opírají o římsy v úrovni okapů. V každé vazbě krovu se nachází vodorovné hambálky posazené na středové vaznice, v plných vazbách jsou osazeny vodorovné rozpěry se sloupky a šikmými vzpěrami tvořící tuhý rámový roh. Plné vazby jsou mezi sebou vzepřeny kolmými hranoly (v podélném směru). Mezi plnými vazbami je krov v podélném směru ztužen diagonálami začepovanými do středových vaznic a okapových vaznic a přeplátovanými do mezilehlých vaznic. Ve středu rozpětí jsou vazné trámy a stropní trámy (rákosníky) vynášeny kolmým hranolem značných rozměrů, zavěšeným do plných vazeb ocelovými táhly, tato konstrukce plní funkci věšadla (Obrázek 3.24).



Obrázek 3.20-Pohled na konstrukci krovu, ventilací průduch



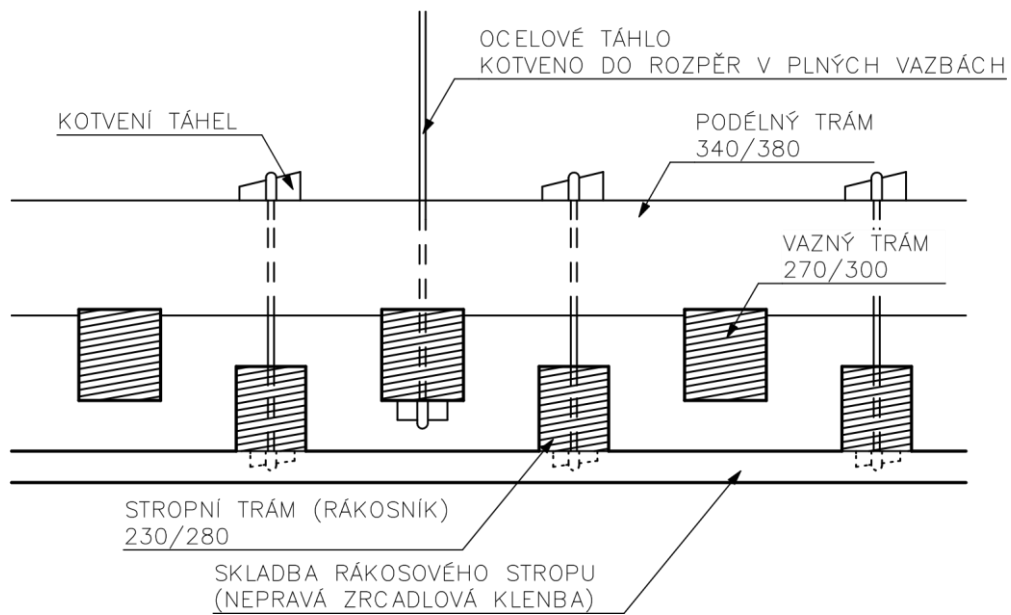
Obrázek 3.21-Pohled na krov



Obrázek 3.22 - Styk krokví v hřebeni a nároží



Obrázek 3.23 - Ukázka spojů plné vazby krovu



Obrázek 3.24 - Detail kotvení vazných trámů a rákosníků v polovině rozpětí

Provedení stavebně-technického průzkumu krovu a lokalizace jeho případných poruch byly do jisté míry omezeny absencí podlahy na půdě, průzkum byl proveden pouze v míře neohrožující bezpečnost a zdraví osob. Střecha objektu nevykazuje vážné známky poruch ani zvýšených deformací. Na několika místech došlo v minulosti k částečnému uvolnění některých tesařských spojů a došlo k jejich opravě. Střešní plášť ani nosná konstrukce krovu nejeví známky zatékání. Na stropě hlavní lodi jsou však znatelné stopy zatékání, pravděpodobně se jedná o pozůstatek z dob, kdy do střechy

zatékalo. Vizuálním průzkumem prvky krovu nevykazují známky napadení dřevokazným hmyzem či houbami. Při průzkumu nebyly provedeny sondy pro zjištění stavu zazděných pozednic a zhlaví trámů.

Věž kostela je zakončena bání se zvonící. Proti účinkům větru je věž zajištěna svislými ocelovými táhly, která jsou kotvena do dřevěných věnců umístěných pod úrovní stropní konstrukce prvního podlaží krovu věže. V minulosti pravděpodobně prošel krov věže částečnou rekonstrukcí, jsou znatelné rozdíly ve stáří některých prvků a nosné konstrukce jsou zesilované, zdvojené či protézované. Konstrukce krovu věže je z velké části pokryta holubím trusem, věž je do exteriéru otevřená a vletu ptactva není nijak bráněno. Některé prvky krovu věže jeví známky napadení červotočem. Střešní krytina však není poškozena, do věže nezatéká. Do krovů sakristie a kapličky je přístup pouze střešními okny ze střechy. Střecha hlavní lodi, presbytáře a věže postrádá prvky pro odvod dešťových vod, ty stékají ze střech volně na terén.

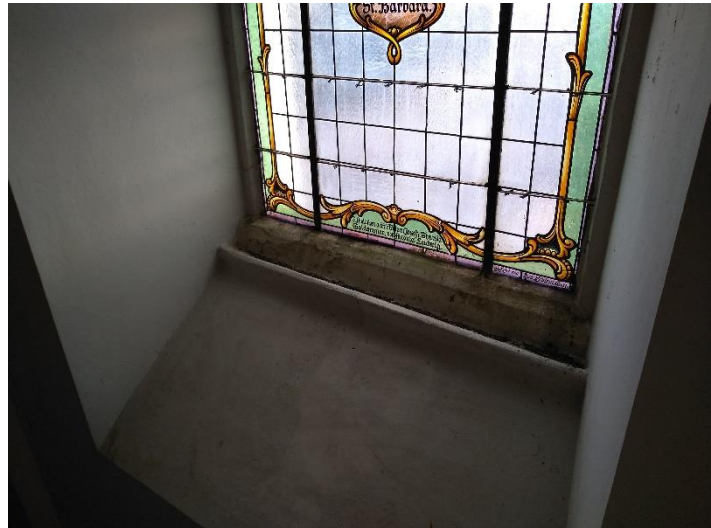
V projektové dokumentaci [4] byla předepsána realizace vodorovného ztužení objektu v úrovni krovu lodi, věže i sakristie a kaple v podobě ocelových táhel, ty však nebyly při provádění stavebně-technického průzkumu nalezeny.

3.6 Výplně otvorů

V objektu jsou dřevěná okna s jednoduchým zasklením. V hlavní lodi kostela jsou vitrážová okna, vnitřní parapety jsou zešikmené a jejich povrchovou úpravu tvoří omítka. Ve vrchní části parapetu, u rámu okna, je vytvořen žlab pro zachycení z kondenzované vody (Obrázek 3.26). Pod některými okny jsou patrné vlhkostní mapy od stékající vody. V části věže jsou okna s jednoduchými čirými plavenými skly, v horním patře věže jsou osazeny dřevěné okenice. Vchodové dveře do objektu jsou zhotovené z tvrdého masivního dřeva (Obrázek 3.29). Vnitřní dveře, případně lehké dřevěné příčky, jsou jednoduché, z dřevěných prken tloušťky 25-35 mm, s jednoduchým zasklením (dělicí stěna mezi presbytářem a kaplí, viz Obrázek 3.28). Výplně otvorů nevykazují vážnější poškození, byla však zanedbána jejich údržba, především z hlediska povrchových úprav. Vstupní dveře do hlavní lodi a věže jsou mírně poškozeny, především zvýšenou vlhkostí, zejména v jejich spodních částech. Okno nad vstupem do hlavní lodi je poničené, chybí část prosklení, vzniklý otvor byl zakryt polykarbonátovou deskou.



Obrázek 3.25 - Dveře ke kruchtě



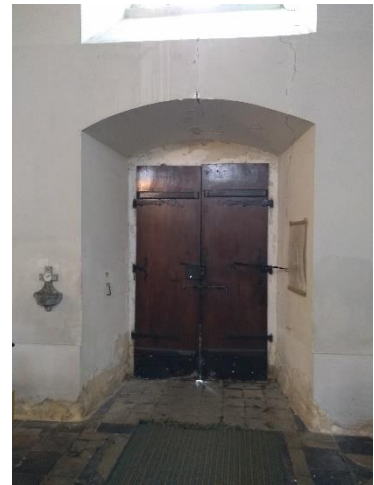
Obrázek 3.26 - Pohled na okno hlavní lodi



Obrázek 3.27 - Okno v presbytáři



Obrázek 3.28 - Dělicí příčka mezi presbytářem a kaplí



Obrázek 3.29 - Vchodové dveře do hlavní lodi

3.7 Povrchové úpravy

Zdivo v objektu je omítnuto vápennými štukovými omítkami. Povrch stěn je opatřen malbami bílé barvy, římsy a okrasné reliéfy v rozích a nárožích v odstínu světle žluté barvy. V objektu se nenachází zdobné štukové prvky, fresky ani okrasné malby. Optické rozdělení interiéru tvoří cihelné římsy v různých výškových úrovních a svislé reliéfy mezi okenními otvory. Klenby, včetně rákosového stropu hlavní lodi, jsou omítnuty pravděpodobně vápennými omítkami. Při stavebně-technickém průzkumu byla zjištěna přítomnost výztužných tkanin ve vnějších omítkách (Obrázek 3.32). Nejsou informace o skutečném rozsahu realizací těchto výztužných tkanin, pro zjištění ploch jimi opatřených by bylo nutno provést podrobnější průzkum.



Obrázek 3.30 - Poškození omítky veže



Obrázek 3.31 - Degradace omítek

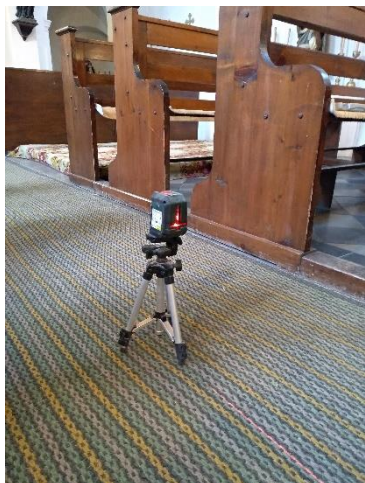
Na mnoha místech stavby jsou povrchy konstrukcí zdegradované, poškozené a výrazně znečištěné, na některých místech jsou pokryty mechy (především severní část objektu), v soklové části obvodového zdiva degradují odstříkující vodou od betonového rozšíření základů, nad sakristiemi pak od jejich zastřešení. Zvýšenou vlhkostí stěn dochází k rozsáhlému opadávání povrchových vrstev i samotných omítek. Celkový stav povrchových úprav je velice zanedbaný, patrně bez pravidelné údržby. V místech, kde nedochází ke zvyšování vlhkosti, znečištění či statickým poruchám, jsou omítky v poměrně dobrém stavu.



Obrázek 3.32 - Výztužná tkanina ve vnější omítce (trhlina sakristie)

3.8 Podlahy

Podlaha v hlavní lodi je tvořena kameninovou dlažbou pokládanou do maltového lože z vápenné malty. Povrch podlahy je nerovný a zvlněný, v celé ploše půdorysu je na mnoha místech dlažba viditelně pokleslá či vyčnívající, při chůzi se jednotlivé dlaždice pohybují a jsou znatelné výškové rozdíly podlahy. Dlažba je na mnoha místech uvolněná, maltové lože ztratilo soudržnost a svou funkci, jednotlivé dlaždice lze bez použití náčiní odstraňovat. Bylo provedeno orientační měření hloubky propadlých částí podlahy za použití laserového zaměřovače se stativem (Obrázek 3.33). Byl sledován rozdíl výšek mezi rovnou částí podlahy a dnem prohlubní. Výsledky měření ukázaly, že místy je dlažba propadlá o více než 16 cm. Kritické místo podlahy se nachází pod kruchtou, kde je již na pohled viditelná veliká prohlubeň, nepochybně se pod podlahou nachází dutina. Na některých místech podlahy jsou viditelné stopy vlhkosti.



Obrázek 3.33 – Orientační měření podlahy



Obrázek 3.34 - Deformace podlahy



Obrázek 3.35 - Uvolněná dlažba

Na podlaze kruchty je betonová mazanina, ta vykazuje dvě široké trhliny v podélném směru hlavní lodi, umístěné přibližně nad klenbovými nosníky. Podlahy věže tvoří keramická dlažba z půdovek, která je výrazně zdeformovaná, s prohlubněmi, a hrubá tesařská podlaha. Půda hlavní lodi nemá podlahu, pohyb po ní je umožněn pouze položenými prkny a po podélném středovém hranolu.



Obrázek 3.36 - Podlaha kruchty, trhliny

3.9 Schodiště

Pro vertikální dopravu mezi prvním až třetím podlažím věže slouží jednoramenná točitá schodnicová schodiště s visutými schodišťovými stupni z betonu. Schodiště pravděpodobně nejsou původní (předpokládá se, že původní schodiště by bylo kamenné). Na několika místech se v místě uložení schodnic do masivní obvodové zdi vyskytují trhliny. Do krovu věže vedlo v minulosti také kamenné schodiště, což je patrné z otvorů ve stěnách opisujících jeho původní tvar, bylo však nahrazeno schodištěm dřevěným jednoramenným žebříkovým. V krovu věže se pak nachází žebřík pro přístup ke zvonu, do horních výškových úrovní věže není umožněn přístup bez použití mechanizace (delšího žebříku). Pro překonání výškových převýšení u vstupů do objektu slouží pískovcové schodišťové stupně.



Obrázek 3.37 - Betonové schodiště do věže



Obrázek 3.38 - Schodiště do krovu věže, vstup do krovu lodi

4 Analýza poruch

4.1 Vlhkost konstrukcí

4.1.1 Hypotéza příčin zvýšené vlhkosti

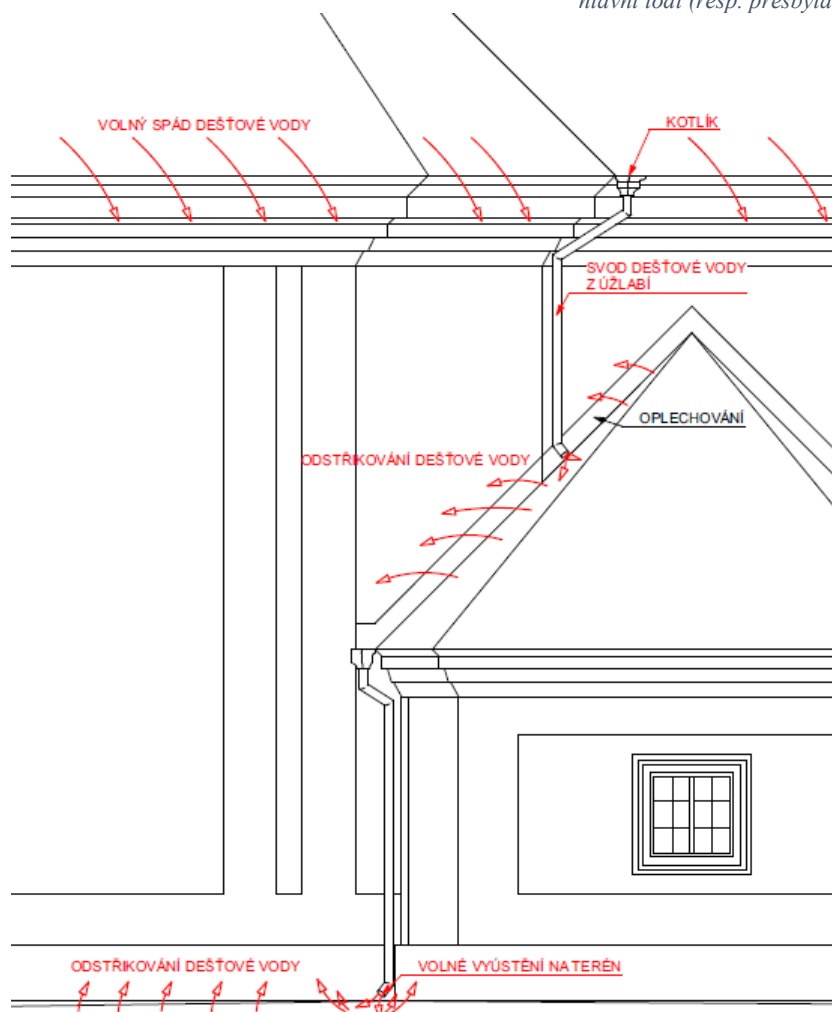
Problematicke zvýšené vlhkosti v objektu nebyla v minulosti přikládána důležitost a nikdy nebyla realizována žádná hydroizolační opatření. Při údržbě a sanačních pracích byly pouze zdegradované a nesoudržné omítky otlučeny a nahrazeny novými, příčiny jejich poruch ale řešeny nebyly. Stále se objevující vlhkostní mapy a dlouhodobě vysoká vlhkost stavebních materiálů způsobují snížení trvanlivosti stavebních materiálů, zhoršování jejich vlastností a zkracování životnosti, přičemž se částečně nebo i zcela eliminuje původní funkce materiálu. Vznikají poruchy v podobě opakované degradace omítek s následným opadáváním jejich povrchových vrstev, narušování soudržnosti a pevnosti zdících prvků a malty a případně dochází ke zvýšení koncentrací solí, změně pH či zrodu výskytu mikroorganismů. V neposlední řadě nastává zvyšování relativní vlhkosti vzduchu v interiéru, zhoršování hygienických podmínek pro pobyt v prostorách stavby a mohou vznikat plísně. Zvýšená vlhkost konstrukcí představuje riziko při poklesu teploty pod bod mrazu. Voda při zamrznutí zvětšuje svůj objem o 9 %, čímž vytváří při tomto procesu značné síly, které mají za následek délkové změny objektu i vznik trhlin.

Významnou roli ve zvýšené vlhkosti řešeného objektu tvoří nesprávný (resp. žádný) odvod dešťové vody ze střech. Hlavní loď, presbytář i věž postrádají dešťové žlaby, srážky ze střechy objektu nejsou zachytávány, stékají ze střechy volně na terén, což zásadně ovlivňuje vlhkost a celkový stav svislých nosných konstrukcí (resp. obvodového zdiva). Jediné prvky pro odvod dešťových vod ze střechy hlavní lodi a presbytáře se nacházejí u jejich styku, kdy vody nahromaděné v úžlabí stékají do okapových kotlíků (celkem 2 ks, na každé straně objektu jeden) a odpadním potrubím jsou vyvedeny volně na střechy sakristie a kaple. Značné množství dešťové vody dopadající ze střechy kostela volně na terén, betonové rozšíření základů a níže položené střechy odštíkuje a způsobuje nejen postupnou degradaci betonu, zdiva a jeho povrchových vrstev, ale také trvale zvýšenou vlhkost konstrukcí. Zemina v těsné blízkosti objektu je nadměrně zavodňována a může docházet k podmáčení základové spáry. Srážkové vody mohou prosakovat na úroveň nepropustných vrstev a může tak docházet

k dalším pohybům zemního tělesa, což může být jednou z příčin pohybu objektu a vzniku trhlin. Akcelerátorem degradace povrchových vrstev svislých konstrukcí je pak absence oplechování říms (soklů) nad terénem, dochází k jejich promáčení dešťovou vodou a následné degradaci (na mnoha místech se již odlupují povrchové vrstvy betonu) a vzniku podmínek pro růst mechů. Prvky pro odvod vody ze střech sakristie a kaple jsou zaneseny nečistotami a velkým množstvím napadaného listí a větví, které mnohdy zapříčiňují úplné znemožnění odtoku vody.



Obrázek 4.1-Degradace omítek ve styku střechy kaple a hlavní lodi (resp. presbytáře)



Obrázek 4.2-Schéma degradace materiálů chybným odvodem dešťových vod

Podpořit zvýšenou vlhkost svislých konstrukcí mohou i vzrostlé stromy nacházející se vedle objektu. Jejich kořenový systém, který se může přibližovat či přímo zasahovat do částí základových konstrukcí, váže značné množství vody a mohl by podpořit vzlínání vlhkosti základy a stěnami.

Další příčinou zvýšené vlhkosti svislých konstrukcí v objektu je bezpochyby absence hydroizolace spodní stavby. Historicky využívaným způsobem hydroizolačních opatření jsou izolace jílovými vrstvami, ty sice neutěšňují stavby stoprocentně, ale zajišťují optimální vlhkostní stav ve zdivu. Vzhledem k hojnému výskytu jílu a jílovitých hlín ve skladbě základových zemin lze usoudit, že izolace jílem v minulosti mohla být u objektu provedena. Z kopaných a vrtaných sond (viz Příloha č.1) je však patrné, že svrchní vrstvy zemin tvoří především navážky s úlomky cihel a čedičů. Funkce izolačních jílu tak byla vyřazena.

Aspektem ovlivňujícím vlhkost stavebních konstrukcí v objektu bývá také režim jeho užívání. V případě kostela sv. Václava je relativní vlhkost vzduchu v interiéru nadprůměrně vysoká i přes jeho pouze občasné využívání (2 x za měsíc). To je důkazem, že příčinou zvýšené vlhkosti je především dlouhodobě difundující vodní pára ze svislých konstrukcí. Zcela neodborným zásahem bylo zrušení dvou ventilačních průduchů v hlavní lodi kostela, což omezilo přirozenou výměnu vzduchu v interiéru.

Na severní straně hlavní lodi a věže nejsou patrné známky vzlínající vlhkosti, povrchové vrstvy stěn nejsou narušeny (případně v minimální míře těsně nad úrovní podlahy). Terén se v těchto místech nachází podstatně níže než v ostatních částech objektu, a vzlínající vlhkost díky tomu nedosáhne takových výšek jako tam, kde je terén přibližně v úrovni podlahy kostela.

4.1.2 Měření vlhkosti in-situ

V rámci šetření zvýšené vlhkosti bylo v objektu provedeno orientační měření vlhkostí. Pro měření teploty vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu byl použit vlhkoměr/teploměr Greisinger electronic GFTH 95. Vlhkost stavebních konstrukcí byla měřena kapacitním vlhkoměrem Greisinger electronic GMK 100. Měření teploty vnitřního vzduchu a relativní vlhkosti vnitřního vzduchu bylo prováděno ve středu místnosti ve výšce 1,0 m nad podlahou. Měření vlhkosti konstrukcí bylo provedeno celkem na 46 bodech objektu plnoplošným přiložením kapacitního vlhkoměru na stěnu (vzhledem ke stavu omítek v objektu bylo poměrně náročné lokalizovat vhodná místa pro měření), a to vždy ve třech výškách nad sebou – 0,1 m, 0,5 m a 1,0 m nad úrovní podlahy.

Body měření viz výkres č. 9. Výsledky měření in-situ jsou znázorněny v tabulce a zaříděny podle klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN-P-73 0610 (viz Tabulka 4.2).



Obrázek 4.3-Greisinger electronic GFTH 95



Obrázek 4.4-Greisinger electronic GMK 100

Vlhkost	Třída vlhkosti
$w < 3 \%$	velmi nízká
$3 \% < w < 5 \%$	nízká
$5 \% < w < 7,5 \%$	zvýšená
$7,5 \% < w < 10 \%$	vysoká
$w > 10 \%$	velmi vysoká

Tabulka 4.1-Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610

Bod č.	Výška měření	Vlhkost w (%)	Klasifikace dle ČSN 73 0610								
16	0,1 m	9,9	Vysoká	32	0,1 m	5,8	Zvýšená	32	0,1 m	5,8	Zvýšená
	0,5 m	15,0	Velmi vysoká		0,5 m	6,3	Zvýšená		0,5 m	6,3	Zvýšená
	1,0 m	11,5	Velmi vysoká		1,0 m	8,4	Vysoká		1,0 m	8,4	Vysoká
17	0,1 m	10,2	Velmi vysoká	33	0,1 m	8,5	Vysoká	33	0,1 m	8,5	Vysoká
	0,5 m	17,0	Velmi vysoká		0,5 m	5,9	Zvýšená		0,5 m	5,9	Zvýšená
	1,0 m	17,0	Velmi vysoká		1,0 m	6,1	Zvýšená		1,0 m	6,1	Zvýšená
18	0,1 m	9,2	Vysoká	34	0,1 m	6,0	Zvýšená	34	0,1 m	6,0	Zvýšená
	0,5 m	9,6	Vysoká		0,5 m	9,3	Vysoká		0,5 m	9,3	Vysoká
	1,0 m	11,0	Velmi vysoká		1,0 m	10,2	Velmi vysoká		1,0 m	10,2	Velmi vysoká
19	0,1 m	9,1	Vysoká	35	0,1 m	9,7	Vysoká	35	0,1 m	9,7	Vysoká
	0,5 m	11,3	Velmi vysoká		0,5 m	10,4	Velmi vysoká		0,5 m	10,4	Velmi vysoká
	1,0 m	6,6	Zvýšená		1,0 m	10,7	Velmi vysoká		1,0 m	10,7	Velmi vysoká
20	0,1 m	8,6	Vysoká	36	0,1 m	7,8	Vysoká	36	0,1 m	7,8	Vysoká
	0,5 m	14,7	Velmi vysoká		0,5 m	8,8	Vysoká		0,5 m	8,8	Vysoká
	1,0 m	5,4	Zvýšená		1,0 m	6,0	Zvýšená		1,0 m	6,0	Zvýšená
21	0,1 m	10,2	Velmi vysoká	37	0,1 m	9,3	Vysoká	37	0,1 m	9,3	Vysoká
	0,5 m	10,8	Velmi vysoká		0,5 m	7,5	Zvýšená		0,5 m	7,5	Zvýšená
	1,0 m	5,8	Zvýšená		1,0 m	7,7	Vysoká		1,0 m	7,7	Vysoká
22	0,1 m	6,8	Zvýšená	38	0,1 m	7,0	Zvýšená	38	0,1 m	7,0	Zvýšená
	0,5 m	9,8	Vysoká		0,5 m	10,6	Velmi vysoká		0,5 m	10,6	Velmi vysoká
	1,0 m	10,5	Velmi vysoká		1,0 m	9,8	Vysoká		1,0 m	9,8	Vysoká
23	0,1 m	7,7	Vysoká	39	0,1 m	7,4	Zvýšená	39	0,1 m	7,4	Zvýšená
	0,5 m	11,1	Velmi vysoká		0,5 m	10,5	Velmi vysoká		0,5 m	10,5	Velmi vysoká
	1,0 m	10,5	Velmi vysoká		1,0 m	11,3	Velmi vysoká		1,0 m	11,3	Velmi vysoká
24	0,1 m	8,6	Vysoká	40	0,1 m	9,0	Vysoká	40	0,1 m	9,0	Vysoká
	0,5 m	10,1	Velmi vysoká		0,5 m	10,2	Velmi vysoká		0,5 m	10,2	Velmi vysoká
	1,0 m	11,2	Velmi vysoká		1,0 m	9,4	Vysoká		1,0 m	9,4	Vysoká
25	0,1 m	6,7	Zvýšená	41	0,1 m	7,7	Vysoká	41	0,1 m	7,7	Vysoká
	0,5 m	7,9	Vysoká		0,5 m	6,9	Zvýšená		0,5 m	6,9	Zvýšená
	1,0 m	7,3	Zvýšená		1,0 m	8,1	Vysoká		1,0 m	8,1	Vysoká
26	0,1 m	8,3	Vysoká	42	0,1 m	6,1	Zvýšená	42	0,1 m	6,1	Zvýšená
	0,5 m	7,9	Vysoká		0,5 m	7,5	Zvýšená		0,5 m	7,5	Zvýšená
	1,0 m	11,0	Velmi vysoká		1,0 m	9,8	Vysoká		1,0 m	9,8	Vysoká
27	0,1 m	7,5	Zvýšená	43	0,1 m	10,3	Velmi vysoká	43	0,1 m	10,3	Velmi vysoká
	0,5 m	7,4	Zvýšená		0,5 m	15,4	Velmi vysoká		0,5 m	15,4	Velmi vysoká
	1,0 m	10,7	Velmi vysoká		1,0 m	11,1	Velmi vysoká		1,0 m	11,1	Velmi vysoká
28	0,1 m	5,9	Zvýšená	44	0,1 m	10,2	Velmi vysoká	44	0,1 m	10,2	Velmi vysoká
	0,5 m	10,8	Velmi vysoká		0,5 m	11,6	Velmi vysoká		0,5 m	11,6	Velmi vysoká
	1,0 m	10,8	Velmi vysoká		1,0 m	4,8	Nízká		1,0 m	4,8	Nízká
29	0,1 m	9,0	Vysoká	45	0,1 m	9,1	Vysoká	45	0,1 m	9,1	Vysoká
	0,5 m	6,9	Zvýšená		0,5 m	15,4	Velmi vysoká		0,5 m	15,4	Velmi vysoká
	1,0 m	10,4	Velmi vysoká		1,0 m	8,2	Vysoká		1,0 m	8,2	Vysoká
30	0,1 m	5,4	Zvýšená	46	0,1 m	10,1	Velmi vysoká	46	0,1 m	10,1	Velmi vysoká
	0,5 m	6,7	Zvýšená		0,5 m	16,2	Velmi vysoká		0,5 m	16,2	Velmi vysoká
	1,0 m	8,3	Vysoká		1,0 m	20,0	Velmi vysoká		1,0 m	20,0	Velmi vysoká
31	0,1 m	5,7	Zvýšená	31	0,1 m	5,7	Zvýšená	31	0,1 m	5,7	Zvýšená
	0,5 m	9,5	Vysoká		0,5 m	9,5	Vysoká		0,5 m	9,5	Vysoká
	1,0 m	10,4	Velmi vysoká		1,0 m	10,4	Velmi vysoká		1,0 m	10,4	Velmi vysoká

Tabulka 4.2-Naměřené hodnoty vlhkosti

Okrajové podmínky v době měření:

Teplota v interiéru $\theta_i=5,7$ °C

Relativní vlhkost v interiéru $R_i=73,2$ %

Teplota v exteriéru $\theta_e=10,6$ °C

Relativní vlhkost v exteriéru $R_e=68,4$ %

Lze konstatovat, že celková vlhkost stěn v objektu je nadprůměrně vysoká, na mnoha místech značně převyšuje velmi vysokou třídu vlhkosti dle ČSN P 73 0610. Z naměřených hodnot je patrné, že vlhkost zdiva je nižší na jeho exteriérové straně. Tato skutečnost je však diskutabilní, hodnoty vlhkosti naměřené kapacitním vlhkoměrem se mohou lišit v závislosti na aktuálním počasí. Měření probíhalo počátkem března roku 2019 ve dnech, kdy se na řešeném území již nenacházela sněhová pokrývka, průměrné denní teploty se pohybovaly mezi 6-10 °C a vyskytovaly se mírné dešťové přeháňky. Lze však usoudit, že orientačně naměřené hodnoty budou dostatečné pro konstatování výskytu dlouhodobě vyšší vlhkosti zdiva v interiéru oproti exteriéru. Toto je způsobeno především vodními parami difundujícími do vnitřních nevytápěných prostor stavby, kde společně s absencí účinného větrání objektu dochází ke zvyšování relativní vlhkosti vzduchu.

Viditelné jsou rozdíly naměřených hodnot v závislosti na výšce provádění měření. Zarážející je fakt, že nejnižší hodnoty vlhkosti se vyskytují ve výškách 0,1 m nad podlahou. Pravděpodobně je tato anomálie způsobena výskytem omítek s vysokým difusním odporem ve spodních částech zdiva (např. omítky s obsahem cementu). Vodní páry nemohou difundovat v místě materiálů s vysokým difusním odporem, nedochází tak k přirozenému vysychání stavebních prvků a dochází k hromadění vlhkosti v konstrukci a jejímu kapilárnímu vztlínání do vyšších úrovní zdiva. Mohlo také dojít k nepřesnému měření v důsledku nesoudržných a opadaných vrstev omítek těsně nad úrovní podlahy. Pro zajištění správné funkce kapacitního vlhkoměru je nutný jeho celoplošný kontakt s podkladem, což bylo při provádění měření kvůli poruchám povrchových vrstev náročné.

4.1.3 Laboratorní měření vlhkosti

a) Odběr vzorků

V objektu bylo odebráno celkem 10 vzorků stavebních materiálů, z toho 5 vzorků omítek, 2 vzorky malty z podlahy lodi, 2 vzorky dřeva a 1 vzorek zdícího prvku. Odběry malty/zdících materiálů byly ztíženy používáním kostela, vzorky bylo možno odebírat pouze na místech s porušenými povrchovými vrstvami či opadanou omítkou. Odběr probíhal pomocí zednického kladiva a ručního sekáče v hloubce cca 20-30 mm pod povrchem. Vzorek dřeva pro gravimetrickou analýzu (vzorek č. 8) byl odebrán ze sloupku plné vazby krovu hlavní lodi. Vzorek č. 9 pochází z krovu věže a v laboratoři byl podroben vizuálnímu průzkumu.

Vzorky byly uloženy do vzduchotěsných nádob (sklenic), popsány pořadovými čísly a poloha odběrů byla zaznamenána do půdorysu stavby (výkres č. 10). Sklenice byly uloženy do termoizolační tašky a neprodleně převezeny do Chemické a mikrobiologické laboratoře Katedry konstrukcí pozemních staveb Fakulty stavební ČVUT v Praze, kde byly podrobeny laboratornímu měření pod dohledem pověřené osoby.

Vzorek konstrukce krovu věže (Obrázek 4.5) byl podroben vizuální analýze. Jeho povrch byl pokryt holubím trusem (stejně jako většina prvků krovu věže), ve dřevě byly patrné stopy po napadení červotočem. Materiál byl pevný, celistvý, bez známek poškození či degradace a bylo konstatováno, že dřevokazný hmyz již v konstrukci nepůsobí.



Obrázek 4.5-Vzorek č. 9

b) Stanovení vlhkosti gravimetrickou metodou

Stanovení vlhkosti materiálů gravimetrickou metodou spočívá v rozdílu jeho hmotností v mokřím a suchém stavu. Stanovení je založeno na normách ČSN EN 1097-5, ČSN EN 772-10 a ČSN EN ISO 12570. Jednotlivé vzorky byly vloženy do hliníkových misek s průměrnou hmotností 1,6 g, popsáných shodnými číslicemi jako měřené vzorky, a byla změřena jejich hmotnost na digitální váze Kern PEJ 4200-2M s přesností $\pm 0,1$ g. Hodnoty byly zaznamenány a vzorky byly vloženy do laboratorní sušárny, kde probíhalo jejich sušení při teplotě $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 48 h.

Po vysušení byl opakován proces měření se zaznamenáním naměřených hodnot, následně byl proveden výpočet hmotnostní vlhkosti materiálu dle vzorce:

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

w vlhkost (%)

m_1 hmotnost vlhkého vzorku (g)

m_2 hmotnost suchého vzorku (g)



Obrázek 4.6-Příprava vzorků



Obrázek 4.7-Vážení vzorků

Výsledky laboratorního měření jsou shrnuty v tabulce (Tabulka 4.3).

Vzorek	Specifikace	m_w (g)	m_s (g)	w (%)	Klasifikace dle ČSN 73 0610
1	Omítka	42,92	41,92	2,39	Velmi nízká
2	Omítka	60,19	58,46	2,96	Velmi nízká
3	Omítka	74,53	72,44	2,89	Velmi nízká
4	Omítka	42,12	40,22	4,72	Nízká
5	Malta (podlaha)	49,49	47,89	3,34	Nízká
6	Malta (podlaha)	70,48	67,39	4,59	Nízká
7	Omítka	40,46	39,64	2,07	Velmi nízká
10	Zdivo (CPP)	68,57	68,03	0,79	Velmi nízká

Tabulka 4.3-Výsledky laboratorního měření

Výsledky laboratorního měření vlhkosti byly překvapivé, několikanásobně se liší od hodnot naměřených kapacitním vlhkoměrem. Tato značná anomálie byla pravděpodobně způsobena nechtěným vyschnutím vzorků při přepravě mezi stavbou a laboratoří, přestože byly transportovány v difusně zavřených nádobách a



Obrázek 4.8-Ukládání vzorků do laboratorní sušárny

doba jejich převozu byla v největší možné míře minimalizována. Takto nízká vlhkost materiálů mohla být podpořena i jejich stavem před odběrem – především omítky mohly

vlivem dlouhodobé degradace ztratit adhezi k podkladu a transport kapilární vlhkosti mohl být v daných místech značně omezen, případně i přerušen. Vzorky však byly odebírány s pečlivostí tak, aby se nejednalo o části konstrukce, které ztratily svou přílnavost k podkladu (odběr z větší hloubky, nutnost použití větší síly), a tak se tato příčina nepředpokládá.

Skutečnost zvýšené vlhkosti v objektu je však nezpochybnitelná. Vysoká relativní vlhkost vzduchu, vysychající fronty a degradace povrchových vrstev jednoznačně dokazují nutnost řešení problematiky obsahu vody v konstrukcích. Výsledky laboratorního měření bylo tedy bohužel nutno dementovat a při návrhu sanačních opatřeních bylo přihlédnuto k výsledkům měření in-situ.

Vlhkost vzorku č. 8 (odebrán z krovu hlavní lodi) činila 16,24 %. Vzhledem k prostředí, ve kterém se konstrukce nachází (krov, do kterého nezatéká), lze usoudit, že se jedná pouze o vodu fyzikálně vázanou. Vlhkost prvků umístěných dlouhodobě v prostředí s určitou teplotou a vlhkostí vzduchu se ustálí na hodnotě rovnovážné vlhkosti. Hodnota obsahu vody kolem 16 % pak odpovídá umístění v nevytápěném, avšak proti přímému působení srážkové vody chráněném prostoru.

4.1.4 Měření salinity

Množství solí ve stavebních materiálech přímo souvisí se změnou vlastností stavebních materiálů. Jejich chemický účinek (rozpuštění, migrace rozpustných solí, krystalizace, rekrystalizace, jejich případná další interakce s okolním prostředím) je jednou z příčin dlouhodobé degradace materiálů a konstrukcí. Chemický účinek vlhkosti může mít za následek např. chemickou přeměnu pojiva, změny dilatometrických vlastností cihelného střepu či značné vnitřní pnutí způsobující rozpad a odlupování povrchových vrstev zdiva (ve spojení s nerovnoměrným obsahem solí). V rámci laboratorního měření vzorků stavebních materiálů z řešeného kostela byla provedena analýza skutečného obsahu solí ve vybraných vzorcích. Na vzorcích č. 3, 6 a 10 byla měřena hodnota pH a dále obsah následujících solí:

- Chloridy (Cl^-)
- Amoniak (NH_4^+)
- Dusičnany (NO_3^-)
- Sírany (SO_4^{2-})

Pro stanovení obsahu solí ve vzorcích byla nutná jejich příprava. Byly rozdrčeny na jemnější frakce a louhovány ve 100 ml destilované vody (přibližně 2 g vzorku). Směsi byly pro dokonalé promíchání a utvoření výluhu vystaveny ultrazvuku po dobu cca 10 minut a následně ponechány v klidu při pokojové teplotě pro usazení pevných částic u dna nádob. Druhý den, před prováděním laboratorních měření, byly vodné roztoky odebrány laboratorními pipetami do samostatných nádob.



Obrázek 4.9-Příprava vzorků

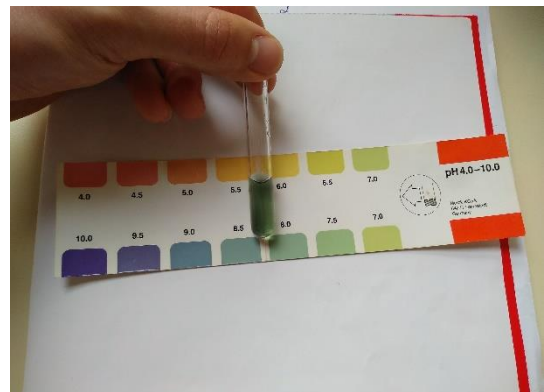


Obrázek 4.10-Suspenze vzorků s destilovanou vodou

4.1.5 Kvalitativní analýza

Kvalitativní analýza byla u vzorků provedena pro předběžné zjištění přítomnosti a přibližného stanovení obsahu solí v materiálech. Provádí se pomocí analytických testovacích proužků, kdy se sleduje jejich zbarvení po kontaktu s výluhem a výsledná barva je porovnávána se stupnicí. Sírany se ve všech třech vzorcích vyskytovaly pouze v malém množství, dusičnany byly v největší míře obsaženy ve vzorku č. 6, ten byl proto pro kvantitativní analýzu jejich obsahu zředěn v poměru 1:10 s destilovanou vodou (množství dusičnanů by jinak bylo mimo rozsah měření přístroje).

Analytickými testovacími proužky bylo také stanoveno pH jednotlivých vzorků tak, že do nich bylo přidáno dané množství pH indikátoru, pomocí kterého se vzorky po řádném promíchání zbarví. Výsledky tohoto měření jsou vypsány v tabulce (Tabulka 4.5).



Obrázek 4.11-Měření pH

Hodnota pH	Klasifikace
< 7	Kyselý
7	Neutrální
>7	Zásaditý

Tabulka 4.4-zatřídění pH

Vzorek č.	Hodnota pH	Klasifikace
3	8,0	Zásaditý
6	7,5	Zásaditý
10	7,5	Zásaditý

Tabulka 4.5-Naměřené pH



Obrázek 4.12-Kvalitativní analýza – dusičnany



Obrázek 4.13-Kvalitativní analýza – sírany

4.1.6 Kvantitativní analýza

Přesné stanovení obsahu solí ve vzorcích bylo prováděno fotometricky, pomocí UV-VIS fotometrického přístroje Spectroquant® Pharo 300. Ten umožňuje stanovovat vlastnosti vzorků na základě pohlcování světla v různých vlnových délkách spektra. Jednotlivé vzorky jsou barevně upraveny v závislosti na koncentraci solí. Principem přístroje je ozáření roztoku v kyvetě monochromatickým světlem, které je molekulou analytu absorbováno, míra absorpce je závislá na míře zbarvení vzorků. Detektor záření měří intenzitu dopadajícího světla neabsorbovaného roztokem, výsledek měření je následně zobrazen na displeji přístroje.

a) Chloridy (Cl⁻)

Pro stanovení obsahu chloridů bylo pipetou odebráno 5,0 ml vzorku, do kterého bylo následně přidáno 2,5 ml činidla Cl-1 a 0,5 ml činidla Cl-2. Chloridové ionty reagují s thiokyanátem rtuťnatým, přičemž vytvářejí chlorid rtuťnatý. Uvolněný thiokyanát reaguje s železitými ionty a vytváří thiokyanát železitý, ten je měřen fotometricky.

b) Amoniak (NH_4^+)

Do 5,0 ml upraveného vzorku bylo přidáno 0,6 ml činidla NH_4 -1 a 1 mikrolžička činidla NH_4 -2. Po uplynutí reakční doby byly přidány 4 kapky činidla NH_4 -3. Amoniak reaguje s chlornany a vzniká monochloramin, ten dále reaguje s thymolem a vzniká modrý indofenol, který se zjišťuje fotometricky.

c) Dusičnany (NO_3^-)

Do zkumavky byla odměřena jedna zarovnaná mikrolžička činidla NO_3 -1 a 5,0 ml činidla NO_3 -1. Následně bylo přidáno 1,5 ml upraveného vzorku. V koncentrované kyselině sírové reagují ionty dusičnanů s derivátem kyseliny benzoové a vytvářejí červeně zbarvenou sloučeninu (exotermická reakce při přítomnosti vody).

d) Sířany (SO_4)

Do 0,5 ml činidla SO_4 -1 bylo přidáno 5,0 ml vzorku a následně 1 mikrolžička činidla SO_4 -2. Probíhá reakce iontů síranů s jodičnanem barnatým za současného uvolňování iontů jodičnanu. Fotometricky se analyzuje hnědočervená sloučenina vznikající při oxidaci taninu.



Obrázek 4.14-Měření amoniaku



Obrázek 4.15-Připravené vzorky pro měření dusičnanů



Obrázek 4.16-Pohled na fotometrický přístroj

Vzorek č.	m (g)	NH_4^+	Obsah solí (mg/l)		
			Chloridy	Dusičnany	Sířany
3	1,99	0,00	4,60	0,00	25,00
6	2,02	0,00	11,20	10,80 ^{*)}	13,00
10	2,15	0,03	5,90	19,00	64,00

^{*)} Vzorek č. 6 byl pro potřeby měření obsahu dusičnanů naředěn destilovanou vodou v poměru 1:10

Tabulka 4.6-Výsledky laboratorního měření

Fotometrický přístroj udává výslednou koncentraci v jednotkách mg/l. Pro klasifikaci obsahu solí bylo nutno výsledky upravit dle vzorce:

$$c_g = \frac{c_l}{10 \times m}$$

c_g koncentrace látky v roztoku (mg/g)

c_l koncentrace látky v roztoku (mg/l)

m hmotnost vzorku (g)

Výsledné hodnoty koncentrace solí ve vzorcích byly klasifikovány dle ČSN P 73 0610 (Tabulka 4.7) a vypsány do tabulky (Tabulka 4.8).

Stupeň zasolení zdiva	Obsah solí v mg/g vzorku v procentech hmotnosti					
	Chloridy		Dusičnany		Sířany	
	mg/g	% hmotnost	mg/g	% hmotnost	mg/g	% hmotnost
nízký	< 0,75	< 0,075	< 1,0	< 0,10	< 5,0	< 0,5
zvýšený	0,75 až 2,0	0,075 až 0,20	1,0 až 2,5	0,10 až 0,25	5,0 až 20	0,5 až 2,0
vysoký	2,0 až 5,0	0,20 až 0,50	2,5 až 5,0	0,25 až 0,50	20 až 50	2,0 až 5,0
velmi vysoký	> 5,0	> 0,50	> 5,0	> 0,50	> 50	> 5,0

Tabulka 4.7-Stupeň zasolení zdiva dle ČSN P 73 0610

Vorek č.	Obsah solí v mg/g vzorku v procentech hmotnosti, stupeň zasolení zdiva					
	Chloridy		Dusičnany		Sířany	
	mg/g	% hmotnost	mg/g	% hmotnost	mg/g	% hmotnost
3	0,23	0,023	0	0	1,26	0,126
	nízký		nízký		nízký	
6	0,55	0,055	5,35	0,535	0,64	0,064
	nízký		velmi vysoký		nízký	
10	0,27	0,027	0,88	0,088	2,98	0,298
	nízký		nízký		nízký	

Tabulka 4.8-Výsledná klasifikace obsahu solí

Z provedených laboratorních měření je patrné, že množství solí obsažených v konstrukcích objektu je velice nízké. Odchylna je zřejmá jen u vzorku č. 6, jedná se o maltu z podlahy hlavní lodi, kde vzhledem ke skladbě zeminy pod podlahou není výsledek měření překvapivý. Již v malé hloubce se zde totiž nacházejí zbytky lidských ostatků, zvýšený obsah dusičnanů je tak pravděpodobně způsoben hnilobnými procesy a rozkladem lidských těl, kdy jako transportní prostředek slouží vztlínající vlhkost.

Obsahy ostatních solí (amoniak, sířany, chloridy) jsou zanedbatelné.

4.1.7 Závěry provedených analýz

Na základě stavebně-technického průzkumu a následné analýze zvýšené vlhkosti v rámci bakalářské práce je třeba konstatovat, že pro zachování životnosti, trvanlivosti stavby a možnosti jejího bezproblémového užívání je nutno navrhnout sanaci objektu proti zvýšené vlhkosti.

Shrnutí poznatků o zvýšené vlhkosti v objektu a nutnosti sanace:

- Odvod dešťových vod – většina plochy objektu postrádá jakékoli prvky odvodnění, voda stéká volně na terén a části konstrukcí. Odvádění vod ze střech sakristie a kaple je zcela nevhodné (volné vyústění dešťových svodů na terén). Tyto skutečnosti mohou mít kromě zvýšené vlhkosti základů a zdiva v úrovni terénu vliv i na podmáčení základové spáry a vznik trhlin ve svislých konstrukcích.
- Povrchové vrstvy omítek v exteriéru jsou na kritických místech značně poškozovány dešťovou vodou, především kvůli absenci oplechování říms a soklů.
- Vzlínající vlhkost je mnohem závažnější na jižní a východní straně objektu. Na severní a západní straně je okolní terén podstatně níže než úroveň podlahy, proto jsou stopy vzlínající vlhkosti mnohem menší.
- Ve svislých konstrukcích je obsah solí zanedbatelný.
- Difundujícími vodními parami a absencí účinného větrání interiéru je relativní vlhkost vzduchu uvnitř kostela nadprůměrně vysoká.
- Podlahy 1.NP obsahují vysoké množství dusičnanů, ty jsou transportovány vzlínající vlhkostí, jejich zdrojem jsou ostatky lidských těl nacházejících se pod kostelem.

4.2 Statické poruchy

4.2.1 Komplexní hypotéza příčin statických poruch

Široké aktivní trhliny se vyskytují po celé ploše objektu (výkresy č. 11-15). Charakter poruch je systémový, objevují se stále na stejných místech a jejich příčiny jsou totožné. Jednoznačnou příčinou jejich vzniku jsou především pohyby podzákladí, respektive nerovnoměrné sedání objektu. Podloží stavby je značně nestejněměrné, tvoří jej převážně jílovité zeminy různých vlastností s menšími či většími úlomky navětralých čedičů, místy s čedičovými balvanů, ve větších hloubkách čedičové tufy, často zvětralé. Takto nejednotné podzákladí, složené z materiálů s různými materiálovými a geotechnickými charakteristikami v měkkém a stlačitelném prostředí, představuje hrozbu nejen z hlediska únosnosti a schopnosti konsolidace zeminy, ale i případnému promáčení a následnému vysychání základové spáry (vysušování jílové základové zeminy v letních měsících především na jižní straně), což úzce souvisí s nevhodnými opatřeními pro odvod dešťových vod z objektu a jeho okolí. Vzhledem k vysoké nestejnorodosti podloží v celém objemu vyvýšeniny, na které se stavba nachází, mohou být výsledky inženýrsko-geologického [5] a geofyzikálního průzkumu [3] brány pouze jako orientační. Rozdílné hloubky předpokládaného skalního podloží od 2,0 do 10,0 metrů (či více) pod povrchem dokazují, že hloubky stávajících mikropilot (průměrně 6,0 m) nemusí být dostačující.

Při místním šetření bylo vyslechnuto několik místních pamětníků. Muž, žijící v domě přibližně 50 metrů severovýchodně od kostela řekl, že žije v domě nad kostelem odjakživa a celý život pozoruje, jak se jeho dům posouvá po svahu a praská. Toto svědectví prokazuje problematické inženýrsko-geologické poměry celé oblasti, kdy stavby založené na nestabilním podloží v údolí řeky Labe vykazují rozsáhlé poruchy. Další vyslechnutý muž byl v roce 1996 zaměstnancem dodavatele sanačních prací a prozradil, že již při realizaci vrtů pro mikropiloty bylo zřejmé, že hloubka šest metrů nebude dostatečná. Dále uvedl, že výrazný vliv na stavební práce měla finanční situace majitele objektu a mnoho věcí nebylo provedeno tak, jak by mělo. Při realizaci vrtů pro mikropiloty byla zjištěna mocná vrstva čedičových balvanů, pod kterou jsou horniny zvětralé a navětralé, hlouběji se nachází tufy. Skalního podloží údajně nebylo hloubkou vrtů dosaženo.

Dle projektové dokumentace [4] měli být při realizaci statického zajištění objektu přítomni projektanti a specialisté z jednotlivých oborů, na provádění vrtů měl dohlížet geotechnik. Při odkrytí základových spár měli situaci kontrolovat statik a geolog a případně navrhnout úpravy sanačních opatření. Ti však nebyli na stavbu přizváni a není tak jasné, zda byly práce prováděny přesně podle projektové dokumentace a technologických postupů, nejsou k dispozici žádné protokoly z kontrolních dnů nebo průběhu stavby.

V roce 2009 proběhlo statické zajištění havarijních poruch [7] – trhliny nad a pod jihozápadním oknem hlavní lodi a trhliny vítězného oblouku presbytáře. Proběhlo odstranění omítek, očištění a vyklínování trhlín a jejich následná injektáž vápenocementovou maltou. Nadokenní část okna v lodi kostela byla dále fixována protézou z oceli (z vnější i vnitřní strany). Na inkriminovaných místech jsou v současné době známky oprav (přechod mezi štuky, rozdílný odstín maleb) a statické trhliny se nyní nevyskytují.

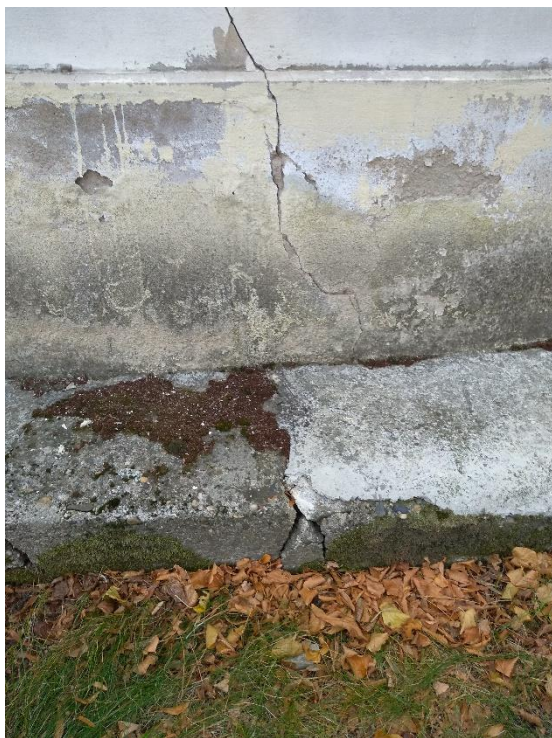
4.2.2 Základové konstrukce

Jak již bylo zmíněno, příčinou vzniku většiny statických trhlín v objektu je založení objektu, které bylo v mimořádně náročných podmínkách zhotoveno nevhodně a jeho následná sanace byla nedostatečná. Na nestejněm podloží probíhá nerovnoměrné sedání stavby. Je možné, že jednotlivé části stavby různého stáří či zatížení byly různě založeny, mohou se vyskytovat kombinace např. základových pasů z kamenného zdiva (např. pod sakristií, kaplí) a vrstvy kamenné rovnániny s výplní zeminy a vápenné malty (pod hlavní lodí). Trhliny v kritických místech probíhají základovými konstrukcemi a spojují se, případně těsně sousedí s trhlínami svislých nosných konstrukcí. K poškození základových konstrukcí může částečně docházet i vlivem kořenových tlaků od přilehlých vzrostlých stromů (severní strana objektu).

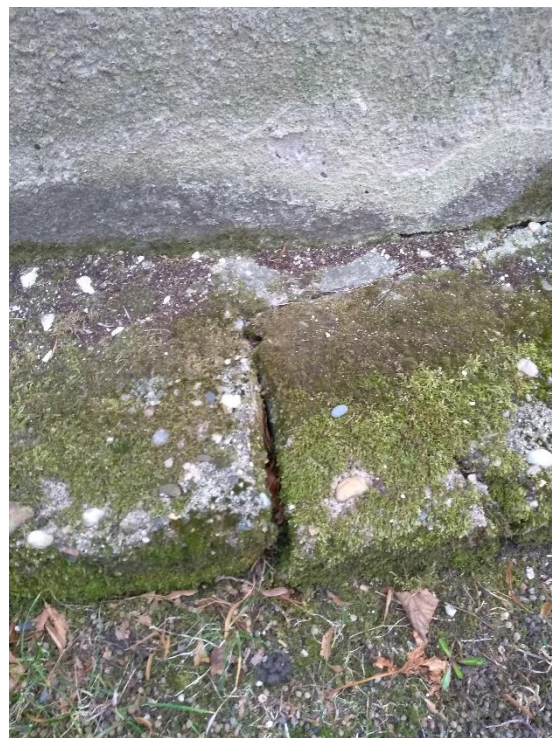
Objekt je podchycen celkem 104 železobetonovými mikropilotami, oproti projektové dokumentaci [4] byly vynechány mikropiloty vrtané z interiéru kostela (24 ks). Jejich hloubky činí 3,0 až 7,5 m a kořeny měly dosahovat pevných tufů. Navrženy byly tak, aby přenášely celé zatížení stavby (průměrná únosnost 200 kN). Železobetonové pasy pro opření hlav pilot byly realizovány jen na severní straně objektu (viz 3.1 Základové konstrukce), přičemž není jisté jejich dostatečné kotvení do původních základů kostela, ani míra jejich vzájemného spolupůsobení. Ostatní piloty byly vrtány šikmo, skrz základové zdivo. Ve zbytku objektu došlo k podbetonování základů.

K dispozici však nejsou žádné záznamy o provádění těchto prací, a tak není jisté, jakých hloubek bylo podbetonováním dosaženo.

Při realizaci podchycení základových konstrukcí nebyl potvrzen předpoklad hloubky skalního podloží, to s největší pravděpodobností nebylo všemi vrty dosaženo, a tak ani s dostatečnou únosností pilot nedochází k přenášení zatížení do únosného podloží. Známý jsou navíc zmínky o dutinách a nestejnorodosti čedičových tufů tvořících skalní podloží.



Obrázek 4.17-Trhlina ve stěně a základu



Obrázek 4.18-Trhlina v základech

Jak již bylo zmíněno výše, trhliny na objektu jsou systematické, jejich polohy a charakter se opakují, v základové zemině stále probíhá konsolidace, pravděpodobně ve vrstvách zvětralých a navětralých čedičů a tufů. Statické zajištění objektu v roce 1996 bylo nedostatečné a v mnoha případech nebyly dodrženy požadavky projektové dokumentace a technologie stavebních prací. Chybí vodorovné ztužení objektu.

4.2.3 Svislé nosné konstrukce

V projektové dokumentaci [4] bylo navrženo vyčištění a zainjektování trhlin, jejich překrytí ocelovými skobami a vyztužení cementového jádra omítky ocelovým pletivem. Oprava omítek se měla provádět po půlročním pozorování stavu zainjektovaných trhlin. Vzhledem k opakovanému výskytu trhlin na stejných místech je zřejmé, že trhliny nebyly řádně injektovány, nebylo provedeno překrytí ocelovými skobami ani vyztužení ocelovým pletivem. Toto počínání ze strany dodavatele stavebních prací bylo chybné a neodborné, bez hloubkového vyspárování a injektáže bude nadále docházet k pohybům v trhlínách.

Rozsáhlé trhliny severní sakristie, které prochází od paty stěn až po vrchol klenby, kde se spojují, ukazují na rozdílné sedání jednotlivých částí objektu, které není dovoleno absencí dilatace. Tato trhlina se směrem vzhůru rozšiřuje, v úrovni římsy dosahuje šíře až 35 mm (Obrázek 4.19). Další trhliny zřetelně poukazující na rozdílné sedání stavby lze pozorovat např. v obvodové stěně východní části presbytáře pod oknem (Obrázek 4.26), a to z vnitřní i vnější strany. Šikmé trhliny tloušťky až 10 mm vedou od parapetu okna až po podlahu, zároveň se rozsáhlá trhlina nachází v okenním napraží (Obrázek 4.25). Obdobný stav je k vidění také na jižní stěně hlavní lodi vpravo od vstupu, kde v exteriéru trhliny dosahují šíře 2,5 mm, v interiéru 5 mm a více, trhliny se směrem vzhůru rozšiřují (Obrázek 4.23-4.24).



Ob. Obrázek 4.19-Trhlina v sakristii (římsa) vni lodi



Obrázek 4.20-Trhlina v sakristii (východní stěna)



Obrázek 4.23-Trhliny nad východním oknem, hlavní loď



Obrázek 4.24-Trhliny pod východním oknem, hlavní loď

Šikmé a svislé tahové statické trhliny ve svislých stěnách signalizují nedokončenou konsolidací základové zeminy. Chybí vodorovné ztužení objektu, které bylo v minulosti navrženo jako ocelové kleštiny v úrovni římsy hlavní lodi a říms sakristie a kaple[4]. Tato forma se používala v minulosti (stejně tak i v dnešní době při rekonstrukcích historických staveb). Absence vodorovného ztužení stavby je vážným nedostatkem a její nezrealizování lze považovat za hrubou chybu ze strany dodavatele stavebních prací. Některé poruchy mohou být způsobeny rozdílným stářím jednotlivých konstrukcí, je možné, že např. věž, či její část, byla ke kostelu přistavěna dodatečně, minimálně však v minulosti došlo k její přestavbě či rekonstrukci.



Obrázek 4.25-Trhliny pod a nad oknem, presbytář



Obrázek 4.26-Trhlina pod oknem, presbytář

4.2.4 Vodorovné nosné konstrukce

Kromě prvků, které prošly opravou v roce 2009 (vítězný oblouk a nadpraží jihozápadního okna hlavní lodi) [7], vykazují všechny vodorovné nosné konstrukce poruchy. V klenbách se nacházejí široké trhliny procházející celou jejich plochou a pokračující dále svislými stěnami. Kritický je stav v severní sakristii, trhlina šíře až 10 mm vážně ohrožuje stabilitu konstrukce, hrozí její destrukce a v sázce je bezpečnost přítomných osob. Obdobná je situace v kapličce, pouze v menším rozsahu, stejný charakter pak mají i trhliny kleneb kruchty a věže. Rozsáhlá trhlina sakristie vytváří vlastní dilatační mezeru



Obrázek 4.27-Trhlina klenby sakristie



Obrázek 4.28-Trhlina klenby kaple

4.2.5 Povrchové úpravy, podlahy

Jak již bylo zmíněno ve stavebně-technickém průzkumu, povrchové úpravy (omítky, štuky) jsou poškozeny především vlivem zvýšené vlhkosti v důsledku vzlínající vody a odšťikující dešťové vody, případně zanedbanou údržbou. V místech trhlin (statických i nestatických) dochází k drolení omítek a jejich následnému opadávání z povrchu konstrukcí v samotné trhlině i přilehlém okolí.

Realizace vnějších omítek s výztužnou tkaninou (perlinkou, viz Obrázek 3.32) vloženou do vrstvy tenkovrstvé lepicí malty byla neuvážená. Důvodem jejího provedení bylo pravděpodobně zamezení vzniku nestatických a vlasových trhlin na fasádě. Přítomnost lepicí tenkovrstvé malty s velkým difusním odporem na vnější straně konstrukce však vážně ovlivňuje difusní tok v konstrukci, zamezuje přirozenému pronikání vodních par do exteriéru a může tak vést ke zvýšení vlhkosti konstrukcí i interiéru či tvorbě plísní.

Rozsáhlé nestatické trhliny v nepravé klenbě hlavní lodi jsou pravděpodobně způsobeny degradací rákosových omítek (nejspíše vápenných). Vlivem času, zvýšené vlhkosti (vzdušné i zatékáním v minulosti) a současným teplotním změnám a délkové roztažnosti stropní konstrukce dlouhodobě dochází k narušování struktury materiálu, snižování adhezi k povrchu (prkennému podbití) a vzniku trhlin. Opadávající omítka ze stropu vážně ohrožuje bezpečnost a zdraví osob při užívání kostela.



Obrázek 4.31-Stav vnějších omítek+trhliny, sakristie

Značné deformace podlahy hlavní lodi naznačují problémy s jejím podložím.

Z výsledku kopané sondy uvnitř kostela je patrná přítomnost násypů s úlomky čediče a množstvím zbytků lidských ostatků, níže pak zvětralé čediče a rozpadlý jíl. Nestejnorodý a nestabilní podklad ve spojení s poškozenou ložnou maltou (ta již úplně ztratila svou pevnost, drolí se, plní spíše funkci zpevněného násypu) způsobuje vznik prohlubní a destrukci dlažby. Pravděpodobná je přítomnost dutin pod plochou podlahy, hrozí její propadnutí, ohrožena je bezpečnost přítomných osob.



Obrázek 4.29-Podlaha, na kterou dopadla omítka ze stropu



Obrázek 4.30-Stav ložné malty v podlaze

4.2.6 Závěry provedených analýz

Na základě stavebně-technického průzkumu objektu a následné analýze poruch provedených v rámci bakalářské práce je nutno označit stav kostela jako **havarijní**. Vážně je narušena statika stavby, není zaručena stabilita objektu, statické poruchy havarijního charakteru se vyskytují v celé ploše budovy.

Výpis nejvážnějších poruch a procesů:

- Severní sakristie, dochází k nadměrnému sedání a dilatačním pohybům, nastává odklánění celé části na severní stranu, rozevřené trhliny v celé ploše stropní konstrukce, hrozí kolaps konstrukcí
- Nadměrné sedání jižní stěny hlavní lodi a presbytáře v oblasti kaple
- Pokles přibližně třetiny plochy jižní kaple
- Nadpraží okenních otvorů hlavní lodi (kritický je stav na jižní straně) a dveřních otvorů v objektu jsou vážně porušena svislými a šikmými trhlínami, hrozí destrukce nadpraží
- Rozsáhlá trhlina klenby věže a kruchty, nad spojovacími dveřmi mezi hlavní lodí a věží značných rozměrů. Vodorovná část nadpraží již dosáhla mezního stavu únosnosti (rozlomení překladu), riziko kolapsu
- Odklánění věže na východní stranu, tj. její odvracení od zbytku kostela
- Podlaha hlavní lodi – výrazné prohlubně v celé ploše, riziko propadu, pravděpodobný výskyt dutin, nebezpečí úrazu na porušené dlažbě, malta ztratila pevnost
- Nesoudržná omítka nepravé klenby hlavní lodi již ztrácí soudržnost s podkladem, hrozí její postupné opadávání v celé ploše

Na základě průzkumů a analýz provedených v rámci bakalářské práce doporučuji přerušit provoz kostela, zamezit vstupu osob a provizorně zajistit některé části objektu proti destrukci jejich podepřením dočasnými dřevěnými konstrukcemi. Dále doporučuji provést podrobný stavebně-technický a stavebně-historický průzkum kostela pro zjištění spojitosti vyskytujících se poruch s historickým vývojem stavby, a neprodleně uskutečnit potřebné sanační práce pro zaručení životnosti stavby.

5 Návrh sanačních opatření

Při návrhu sanace objektu bylo přihlédnuto k jeho historické hodnotě a ochraně jakožto národní kulturní památky. Veškeré práce byly navrženy tak, aby bylo v co nejmenší míře zasahováno do stávajících konstrukcí objektu, nebyly porušeny, znehodnoceny či odstraněny prvky původní řemeslné výroby. Bourací práce byly minimalizovány na míru nutnou k provedení rekonstrukce objektu tak, aby bylo docíleno jeho dostatečné životnosti a trvanlivosti. Statické zajištění objektu bylo koncipováno tak, aby nemuselo dojít k rozebrání krovu a nebyla tak narušena jeho historická cennost.

5.1 Sanace vlhkosti

Pro účinné snížení vlhkosti konstrukcí je bezpodmínečně nutná eliminace zdrojů vody. V případě kostela sv. Václava se jedná o dešťové vody ze střechy objektu, které nejsou správně odváděny. Po odstranění zdroje vlhkosti bude přistoupeno k přímému hydroizolačnímu opatření v podobě odvětrávaných vzduchových dutin v kombinaci s nepřímou metodou ochrany proti vlhkosti – úpravou vnitřního prostředí objektu.

Při návrhu sanačních opatření proti zvýšené vlhkosti bylo zohledněno více metod přímé hydroizolace objektu. Mechanické metody dodatečné hydroizolace (podřezávání zdiva, pneumatické zatlačování kovových desek a další) byly zamítnuty především z hlediska památkové ochrany objektu, ale také kvůli nevhodnosti metody na řešený typ konstrukce, neboť prořezávání smíšeného zdiva tloušťky 1,2 m složeného z velké části z čedičového kamene by bylo technologicky velice náročné. Dalším aspektem je také narušená statika objektu, mechanické metody dodatečné hydroizolace představují závažný zásah do konstrukce a mohlo by dojít ke zhoršení technického stavu či přímo ztrátě stability a únosnosti konstrukcí nebo celé části objektu.

Elektrofyzikální metody jsou pro použití nevhodné vzhledem k přítomnosti ocelových konstrukcí (podlaha 1.NP, předpínací lana v úrovni základů, původní železobetonové rozšíření základů a mikropiloty). Kovové stavební materiály by vytvářely rušivá elektrická napětí, což by mohlo omezit nebo zcela vyřadit funkci elektroosmózy. Další překážkou pro použití tohoto způsobu sanace představuje tloušťka obvodových stěn.

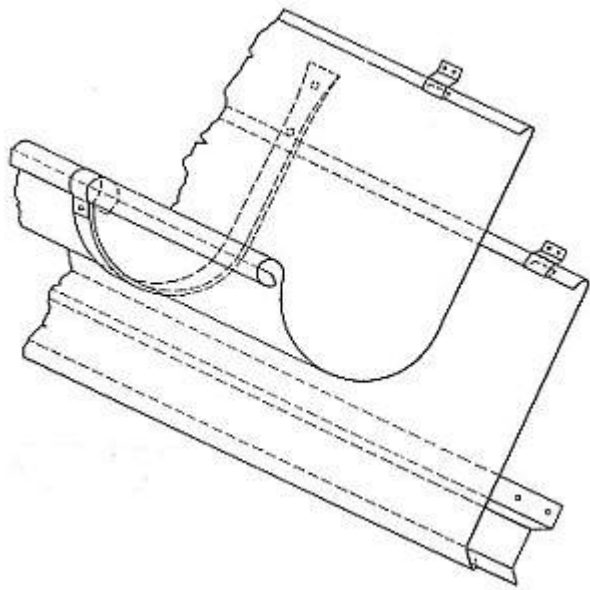
Při použití infuzních metod pro eliminaci kapilárního vztlínání dochází ke značnému oslabení stěn injektážními vrty, což by mohlo mít za následek další narušení

statiky objektu (dtto mechanické metody). Chemická injektáž je dále nevhodná vzhledem k památkové ochraně objektu.

5.1.1 Odvod dešťových vod

Dešťové vody budou ze střech objektu nově odváděny střešními žlaby a přes odpadní dešťová potrubí svedeny svodným potrubím do nádrží na dešťovou vodu, umístěných na pozemku majitele stavby, a uchovávány pro potřeby zalévání zahrady přilehlé k místní faře.

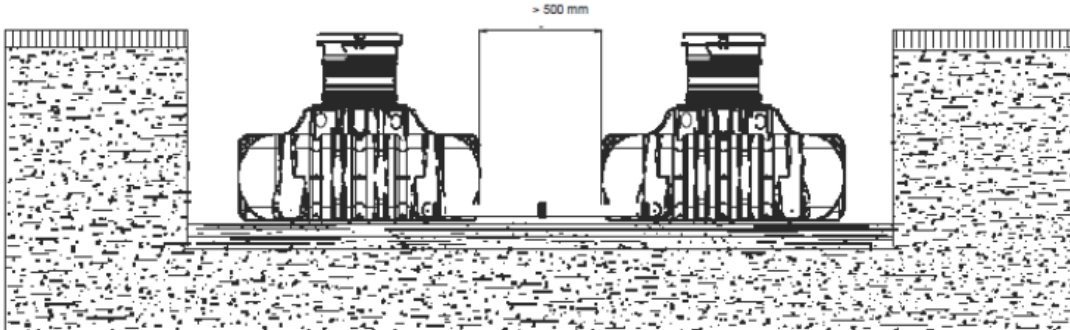
Na střeše hlavní lodi a presbytáře byly navrženy nástřešní žlaby z pozinkovaného plechu rozvinuté šíře 670 mm, tloušťky 0,6 mm. Bude sejmuta střešní krytina podél římsy, žlaby budou přichyceny celokovovými pozinkovanými háky v dostatečném spádu pro odvodnění (minimální spád 0,5 %, rozteč háků přibližně 50 cm) a vzájemně spojovány nýtováním. Pod žlabem bude přes hranu římsy osazen okapní plech s podkladním plechem (viz Obrázek 5.1)



Obrázek 5.1-Celková úprava nástřešního žlabu [13]

Na střeších sakristie a kaple budou stávající podokapní žlaby nahrazeny novými, včetně nových žlabových háků. Dešťové vody budou dále svedeny odpadními dešťovými potrubími pod úroveň terénu do nezámrzné hloubky, v úrovni terénu budou osazeny litinové lapače střešních splavenin příslušných rozměrů. Pod zemí bude svodné potrubí z materiálu PVC KG SN4 vedeno v minimálním spádu 1 %, na jeho trase budou umístěny celkem 2 revizní šachty kanalizace (maximální vzdálenosti úseků mezi šachtami 25 m), viz výkres č.17. Dno rýhy pro uložení kanalizačního potrubí bude opatřeno šterkovým podsypem frakce 32-64 mm v tloušťce min. 150 mm, samotné potrubí bude zasypano jemnějším šterkem frakce 4-16 mm. Dešťová kanalizace bude svedena na p.p.č. 46 v majetku stavebníka, kde budou umístěny 2 nádrže na dešťovou vodu, každá o objemu 7500 l. Nádrže budou mezi sebou propojeny (min. vzdálenost mezi nimi 500 mm) a bude realizován bezpečností přepad, ten bude veden pod úroveň parcely

(zahrady), kde bude docházet ke vsakování. Dešťová voda z nádrží bude využívána k zalévání zahrady fary, která je používána a udržována místními věřícími. Zemní nádrže na dešťovou vodu Garantia LiLo o objemu 7500 l budou instalovány dle Návodu pro montáž a údržbu předepsaném výrobcem.



Obrázek 5.2-Schéma uložení nádrží na dešťovou vodu [25]

Část svodného potrubí délky 3,2 m bude procházet pod parcelou p.p.č. 17 v majetku Statutárního města Ústí nad Labem, pozemek je využíván jako cesta pro pěší s nezpevněným povrchem. Před realizací dešťové kanalizace je nutné zajistit povolení k záběru tohoto prostranství při výkopových pracích a umístění věcného břemene pod tímto pozemkem.

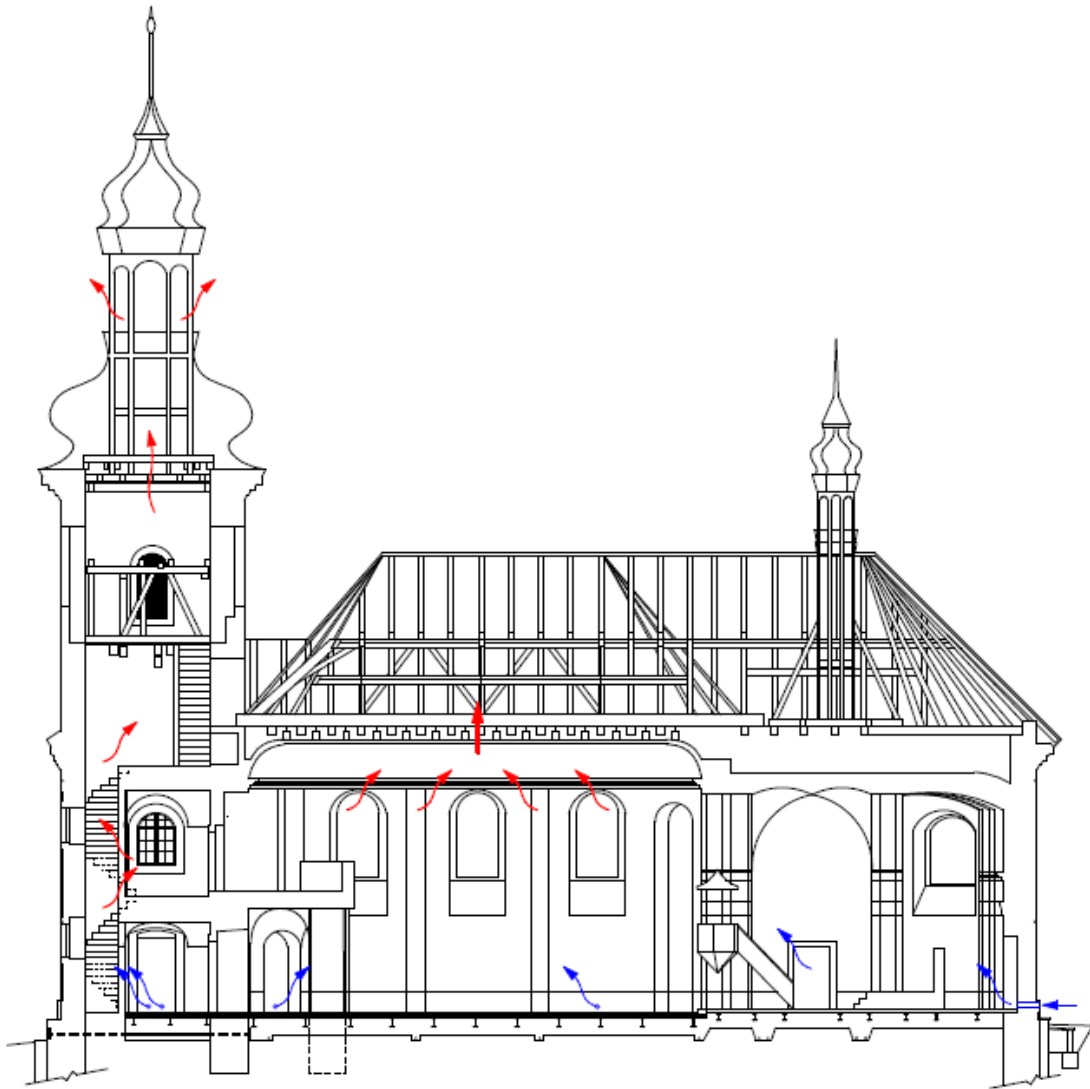
V rámci ochrany objektu proti účinkům dešťové vody budou sokly nad úrovní terénu a stávající betonové rozšíření základů obloženy čedičovými štípanými bloky (viz Výkres č. 27 a 28).

5.1.2 Účinné větrání interiéru

V současné době objekt postrádá formu systematické výměny vzduchu, správa kostela neprovádí alespoň občasné větrání interiéru při vyšších venkovních teplotách. Jediná výměna vzduchu se odehrává přirozenou infiltrací netěsnými, případně poškozenými dveřmi a okny, což je ale vzhledem k velkému objemu vnitřního vzduchu naprosto nedostatečné. Dokořán otevřené vstupní dveře dvakrát měsíčně při bohoslužbách v letních měsících jsou pro trvalé snížení relativní vlhkosti vzduchu v interiéru zanedbatelné. Bylo přistoupeno k návrhu nuceného větrání interiéru, využívajícího stávající vzduchotechnické prvky pro odvod odpadního vzduchu, závislého na rozdílných teplotách interiéru a exteriéru.

Pro přívod čerstvého vzduchu do interiéru budou sloužit větrací průduchy rozmístěné po objektu tak, aby docházelo k efektivní výměně vzduchu při provozu ventilátorů, polohy a velikosti průduchů viz výkres č. 18. Všechny prostupy stěnami

budou na vnitřní i vnější straně opatřeny litinovými mřížkami pro zamezení vniku cizích předmětů či větších živočichů. Odvod odpadního vzduchu z objektu budou zajišťovat dva ventilátory vložené do stávajícího vzduchotechnického potrubí o průměru 315 mm ve stropě hlavní lodi. Před provedením montáže je nutno obnovit prostupnost tohoto potrubí vybouráním maltové ucpávky situované v úrovni stropních trámů. Kovová mřížka na lícové straně pohledu bude ponechána, bude zkontrolováno, případně zajištěno její dostatečné upevnění do konstrukce nepravé klenby.



Obrázek 5.3-Princip větrání interiéru

Výměnu vzduchu budou zajišťovat dva ventilátory VKOM 315, každý o příkonu 110 W a maximálním průtoku vzduchu 1700 m³/h. Chod ventilátorů bude řízen čidly teplot vzduchu v interiéru a exteriéru – při vyšší exteriérové teplotě budou ventilátory v provozu, v opačném případě budou vypnuty. Pro regulaci otáček motorů ventilátorů bude sloužit regulátor otáček VENTS RS-5.0-T umístěný v sakristii.

Větrací otvory pro přívod čerstvého vzduchu byly navrženy na provoz při užívání kostela během bohoslužeb. Pro zamezení vzniku průvanu byly plochy otvorů předběžně spočítány pro rychlost proudění vzduchu 0,5 m/s a intenzitu větrání 0,1 h⁻¹ (viz Příloha č.2). Při nevyužívání objektu však může být rychlost proudícího vzduchu vyšší a pro efektivnější odvod vzduchu (a tím i snižování relativní vlhkosti vzduchu) může být provoz ventilátorů nastaven pro vyšší hodnoty výměny vzduchu. Při intenzitě větrání 0,3 h⁻¹ by byl celkový objemový průtok vzduchu odpadními potrubími 1950 m³/h. Množství větracího vzduchu bude řízeno výše zmíněným regulátorem otáček.

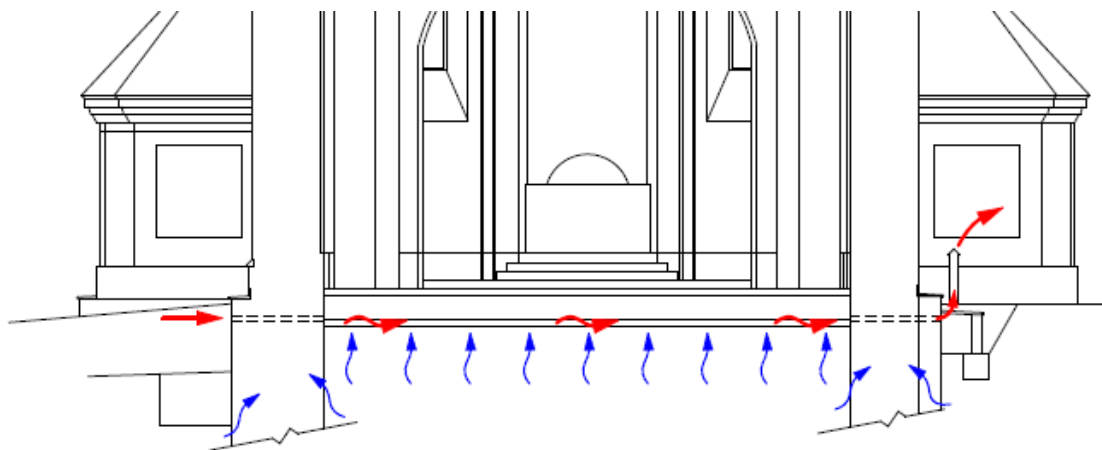
Větrání interiéru věže budou zajišťovat dva průduchy o průměru 150 mm umístěné u podlahy 1.NP na severní straně. V rámci věže, která po své výšce není dělena dveřmi a je tak umožněn volný průchod vzduchu, bude díky její výšce vznikat komínový efekt a odpadní vzduch bude odváděn přes otevřený krov do exteriéru.

Během provozu a životnosti budovy musí být zajištěn volný prostup vzduchu ventilačními průduchy, ty nesmí být ucpaný, překryty či zablokovány přisazeným nábytkem nebo jinými tělesy. Pravidelně bude kontrolována funkčnost ventilátorů.

5.1.3 Izolace proti zemní vlhkosti – provětrávané vzduchové dutiny

V rámci koordinace sanace vlhkosti a statických poruch vznikne při rekonstrukci podlahy 1.NP nuceně provětrávaná vzduchová dutina mezi rostlým terénem a novou konstrukcí podlahy (popis konstrukce podlahy viz 5.2.4Podlaha v 1.NP). Pro přívod a odvod vzduchu budou sloužit větrací průduchy kruhového průřezu o průměru 100 mm (jejich umístění viz výkres č. 19) vedené obvodovým zdivem, resp. jeho základy. Na severní straně objektu budou tyto otvory nad úroveň terénu kryty litinovými mřížkami proti vniku nečistot či živočichů, kolem zbylé části objektu bude realizována zakrytá vzduchová dutina opatřená větracími kameninovými komínky pro odvod větraného vzduchu. Odtahové komínky s vloženými ventilátory budou umístěny na jižní straně budovy a bude tak částečně využito mírného tlakového spádu vzduchu na severní a jižní straně stavby. Proudění vzduchu v dutinách bude nucené, zajištěné chodem ventilátorů umístěných na nasávacích i odtahových průduchách. Ventilátory budou řízeny časovým spínačem v závislosti na vnější teplotě. Na počátku funkce se předpokládá nepřetržitý provoz. Vzduchové dutiny kolem stěn, resp. základů budou dále dopomáhat efektivnější difuzi vodních par ze svislých konstrukcí.

Stěnová dutina v exteriéru bude zajištěna železobetonovou stěnou zhotovenou pomocí bednicích tvárnic tloušťky 200 mm, základové pasy stěny potom pomocí tvárnic tl. 500 mm s nezámrnou hloubkou min. 1,2 m. Dutina bude překryta železobetonovými prefabrikovanými deskami se zajištěním vodotěsnosti hydroizolačními asfaltovými pasy (např. Elastek 40 special dekor), ty budou zasypány vykopanou zeminou. Dno dutiny bude opatřeno šterkem fr. 16/32, do kterého bude vloženo drenážní potrubí, to bude napojeno na dešťovou kanalizaci. V tomto zakrytém, provětrávaném prostoru budou také umístěny kotvy předpínacích lan (viz 5.2.2 Prostorové ztužení objektu). Před prováděním výkopových prací bude zjištěna hloubka základové spáry, ta při realizaci nebude obnažena. Hloubka založení stěny dutiny může být proměnná v závislosti na poloze základové spáry kostela, nutné je však dodržení minimální nezámrné hloubky. Potřebné je zajištění vodotěsnosti kontaktu hydroizolačních pásů v místě jejich napojení na stávající betonové rozšíření základů. Po obvodě objektu není zajištěna stejná kvalita povrchu betonu, čemuž musí být napojení asfaltových pásů uzpůsobeno. Zdegradované povrchové vrstvy budou odstraněny a místa budou opravena epoxydovými pryskyřicemi, následně bude možné natavení pásů. V případě nepoškozeného betonu mohou být pásy aplikovány bez zmíněných opatření. Řešení provětrávané dutiny s návazností na sanace statických poruch viz výkresy 27 - 29.



Obrázek 5.4-Princip funkce provětrávané podlahy

5.2 Statické zajištění objektu

Hlavní příčinou statických poruch objektu je pravděpodobně jeho nevhodné a nedostatečné založení v náročných geologických podmínkách. V první fázi bude nutno eliminovat nadměrné pohyby objektu (sedání), následně bude přistoupeno k prostorovému ztužení objektu, sanaci podlahy 1.NP a konečné opravě konstrukcí s trhlinami.

5.2.1 Sanace základových konstrukcí

Objekt je nutno zajistit proti nadměrným pohybům způsobeným nedostatečným založením na nestejnoroce základové zemině. Přestože jsou známy výsledky inženýrsko-geologického průzkumu [5], doporučuji na základě poznatků získaných při analýze v rámci bakalářské práce vypracovat nový, podrobný inženýrsko-geologický a hydro-geologický průzkum lokality. Především v kritických místech (oblast sakristie, jižní strana hlavní lodi a presbytáře kolem kaple) je nutné detailněji identifikovat složení půdního profilu a hloubku a kvalitu skalního podloží. Pro vytvoření kvalitních podkladů pro vypracování podrobných statických návrhů sanačních postupů je vhodné lokalizovat původní chodbu (či více chodeb, katakomb), nacházející se v neznámé hloubce pod kostelem, prozkoumat její stav a případně přejít k opatřením, která zajistí její stabilitu a zamezí budoucím nežádoucím vlivům na podzákladí řešené stavby. Bezpodmínečně žádoucí je provedení podrobného stavebně-technického průzkumu, zjistit přesně způsoby, rozsahy a hloubky založení objektu, a to jak původního, tak z novějších let, uskutečnit rozbor jejich vzájemné interakce a prokázat jejich dostatečné statické spolupůsobení. Doporučuji nalézt stavební deník z roku 1996, případně získat od stavebních firem provádějících rekonstrukci v 90. letech 20. století veškeré dokumenty o prováděných pracích, a provést následnou analýzu skutečného stavu konstrukcí. Lze důrazně doporučit uskutečnění podrobného historického průzkumu kostela, díky kterému by se mohly získat cenné informace o událostech a činnostech kolem řešené lokality v dobách minulých, např. pověsti o vojácích z napoleonských válek pohřbených pod kostelem.

Sanace základů předběžně navrhuji ve dvou variantách:

a) Zlepšení vlastností základové zeminy

Pro přímou úpravu vlastností základové zeminy umožňující navýšení její únosnosti a snížení stlačitelnosti (tím zamezení sedání objektu) je v řešené lokalitě možno navrhnout stabilizaci tryskovou injektáží. U nestejnorodého podzákladí, složeného z jílu a jílovitých zemin s navětralými úlomky čedičů a tufů by pak mohlo dojít ke zvětšení smykové pevnosti, deformačního modulu, snížení propustnosti, stabilizaci apod. Jejich použití je však závislé na výsledcích podrobného inženýrsko-geologického průzkumu. Při prokázání velkého počtu dutin a puklin v zemině, případně přítomnosti chodby v potenciální hloubce zásahu, by muselo být pro stabilizaci zeminy spotřebováno nadměrné množství materiálu a sanace by byla výrazně neekonomická. Výběr metody musí být podložen detailním návrhem a statickým posouzením geotechnika.

b) Podchycení objektu mikropilotami

Přestože se již v základech objektu mikropiloty nacházejí, předpokládá se jejich nedokonalé působení, a to buď nedostatečnou hloubkou či chybným kotvením v jejich hlavě, případně špatnou statickou interakcí železobetonového kotevního pasu s původním zděným základem na severní straně stavby. Potřebné je zjištění přesné polohy a stavu stávajících pilot a jejich hloubek. Budou navrženy mikropiloty nové, jejich návrh bude opět přímo závislý na výsledcích podrobného inženýrsko-geologického průzkumu a lokalizaci chodby, při jejíž ignoraci by vznikaly opětovné anomálie a následné statické problémy.

Vrtané piloty průměru do 300 mm se silnostěnnými ocelovými trubkami budou svou délkou zasahovat do skalního podloží, kde budou upnuty jejich kořeny, hloubky pilot budou pravděpodobně dosahovat až 10 m, dle výsledků podrobného inženýrsko-geologického průzkumu. V závislosti na druhu skalního podloží se stanoví nutnost injektáže kořenových částí. Mikropiloty budou prováděny šikmo přes stávající základy objektu, z vnitřní i vnější strany (rozměry vrtné soupravy omezeny velikostí vchodových dveří do lodi). Mikropiloty budou statickým výpočtem navrženy na přenášení zatížení z celého objemu stavby. Hlavy budou v místech kotvení upraveny navařenými roznášecími deskami, případně dle vhodnosti propojeny se sousedními pilotami.

5.2.2 Prostorové ztužení objektu

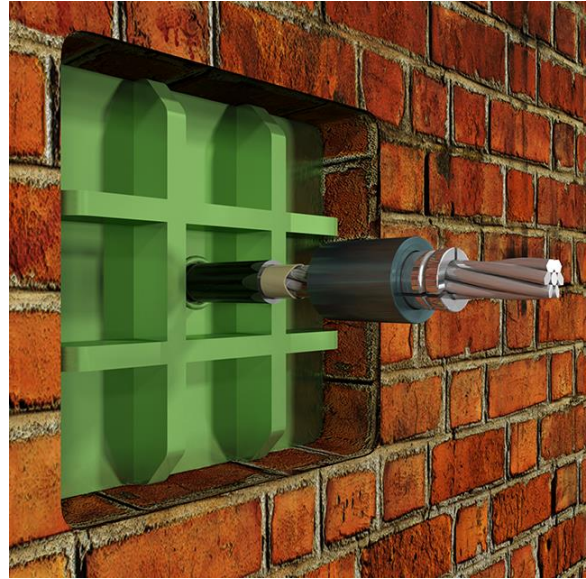
Pro zajištění budovy před účinky rozdílného sedání a smykového nebo tahového namáhání a docílení požadovaného spolupůsobení jednotlivých konstrukcí je nutné zvýšení tuhosti stavby. Kostel v současné době postrádá formu prostorového ztužení, možný je pouze výskyt táhel v podlaze hlavní lodi, jejich množství, umístění, dimenze a kvalita jsou však neznámé, při stavebně technickém průzkumu v rámci BP nebyly nalezeny stopy po jejich přítomnosti.

Prostorové ztužení objektu proběhne formou předepnutí táhly v úrovni základů a stažení konstrukce helikální výztuží ve svou dalších výškách.

a) Ztužení objektu předpjatými lany

Dodatečné sepnutí svislých nosných konstrukcí bude realizováno v horní části základových pasů za použití předpínacích lan Sanax Monostrand s průměrem lana 15,7 mm a pevností v tahu 1860 MPa. Lana budou uložena v HDPE chráničkách s mazivem. Realizace proběhne po odstranění podlahy 1.NP a části jejího podloží (viz 5.2.4 Podlaha v 1.NP), rozmístění táhel je zřejmé z výkresové části (viz výkres č. 20). Před prováděním předpínání je nutný statický návrh předpínacích sil v ocelových lanech na základě únosnosti svislých zděných konstrukcí, aby nedošlo k drcení zdiva v oblasti kotvení lan či jeho porušení ve směru kolmém na ložné spáry. Současně je nutno zajistit, aby při předpínání nedošlo k deformaci ocelových kotevních desek. Tyto desky budou na severní straně objektu vloženy do vysekaných nik ve zdivu a následně omítnuty vápenocementovou maltou, předpokládaná velikost desek 300/300 mm (stejný výrobce jako předpínací lana, viz Obrázek 5.5). Ve zbytku objektu (tj. tam, kde bude realizována stěnová provětrávaná dutina v exteriéru) budou kotvy přiznané. Lana budou vedena volně, v dutině provětrávané podlahy 1.NP, případně v rýhách pod podlahou, a to zejména v presbytáři, sakristii a kapli (viz výkresy 27-29).

O provádění předpínání bude veden protokol s materiálovými charakteristikami lan a zaznamenanými hodnotami předpínání, a to projektovány i reálně do konstrukce vnášenými při předpínání v časových prodlevách. Po osazení kotevních desek se provede montážní předpětí na počáteční hodnotu 10 kN (max. 20 kN). Následné předpínání bude probíhat s časovým odstupem alespoň 15 min po 10 kN až do hodnot stanovených



Obrázek 5.5-Kotvení předpínání v soklu [22]

statickým výpočtem. Budou kontrolovány správné osazení kotevních desek, čistota v místech uložení a poloha lana. Velikost předpínací síly bude určována pomocí manometru, který je součástí předpínací pistole. Bude porovnávána míra protažení lana s hodnotou vypočtenou pro danou předpínací sílu. Pokud se hodnoty budou shodovat, probíhá předpínání bez potíží. Bude-li však hodnota vlastního protažení menší než vypočtená, může docházet ke stahování trhlin ve zdivu nebo k drcení zdiva a vzniku nových trhlin. Proto se při vnášení napětí současně kontroluje stav konstrukce, především v oblasti kotvení lan. Po dokončení předpínání se provede podrobná vizuální kontrola sepnutého objektu. Přesahující lana se zkrátí na délku přibližně 20 mm a zakryjí se kotvy, krytky budou opatřeny základním nátěrem.

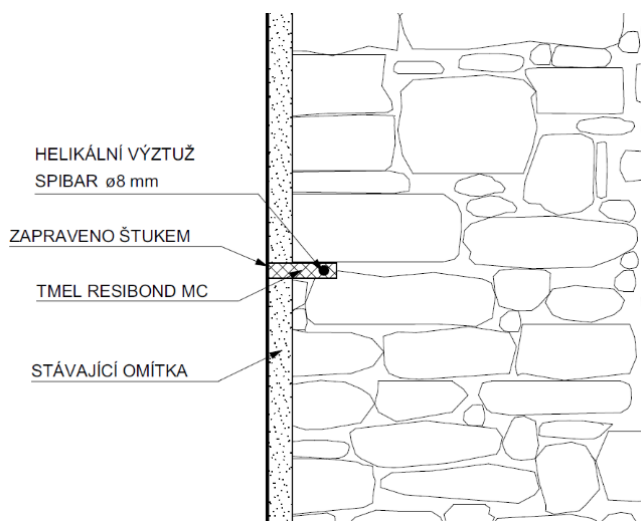
b) Ztužení objektu helikální výztuží

Pro zajištění dostatečného spolupůsobení jednotlivých konstrukcí a jejich částí a dále pro omezení dilatačních pohybů věže (zamezení jejího odklánění), kaple a sakristie navrhuji stažení objektu helikální výztuží SpiBar, a to ve dvou výškových úrovních – v místě stropu 1.NP a pod římsou krovu objektu, resp. ve výškových úrovních +3,050 m a +7,800 m (umístění zřejmé z výkresů 23 - 26). Nerezové pruty šroubovicovitého tvaru průměru 8 mm budou vkládány do vyfrézovaných, očištěných, prachových částic zbavených a navlhčených drážek o velikosti 35/12 mm. Naohýbané a předem zkrácené pruty se vtlačují do vrstvy tmelu (8-10 mm) ResiBond MC v celé délce tak, aby byly dokonale obaleny. Pruty se následně zakryjí druhou spojitou vrstvou tmelu zarovnaného

s lícem drážky. Po vytvrdnutí zálivky bude přistoupeno ke zpětné úpravě povrchu štukováním.



Obrázek 5.6-Helikální výztuž SpiBar [23]



Obrázek 5.7-Schéma uložení helikální výztuže

5.2.3 Injektáž trhlin

Po eliminaci příčin statických poruch, zaručené dlouhodobé stabilitě konstrukcí a zamezení pohybu okrajů trhlin bude možno přistoupit k sanaci trhlin ve svislých a vodorovných konstrukcích tmelením. Použitým materiálem budou epoxydové pryskyřice, které oproti silikátovým směsím vynikají velmi dobrou přilnavostí k silikátovým materiálům. Při aplikacích směsí na bázi cementu ve vodním roztoku se rychle vsakuje voda a rychle se mění jejich konzistence, což má za následek ucpání jemných trhlin a znemožnění funkce injektáže. V případě smíšeného zdiva z čediče, plných cihel a pískovce, spojovaných nasákovou vápennou maltou je toto nebezpečí ještě větší. Trhliny užší než 1 mm (u doposud staticky aktivních trhlin v kostele sv. Václava se takto malé trhliny vyskytují jen výjimečně) se sanují epoxydovými pryskyřicemi bez plnidel, širší potom s plnidly.

Povrch zdiva, resp. kleneb bude očištěn, uvolněné a nesoudržné části zdících materiálů a malty budou odstraněny, drobné nečistoty a prach budou odsáty. Řešené konstrukce budou řádně vysušeny, teplota okolí musí být minimálně 15°C. Na povrch zdiva budou připevněny injektážní trubičky ve vhodných vzdálenostech. Směs pro injektování CHS EPOXY 1200 se připravuje co nejpečlivěji, má být náležitě zhomogenizovaná, dávkování tvrdidel proběhne přesně dle pokynů výrobce. Injektážní směs se vhání do zdiva pod tlakem 0,2 MPa vždy zdola nahoru, za pomoci injektážního

zařízení s kompresorem, talkovou nádobou a hadicemi s kohouty. Po vytvrnutí pryskyřic bude provedena zpětná úprava povrchů štukováním.

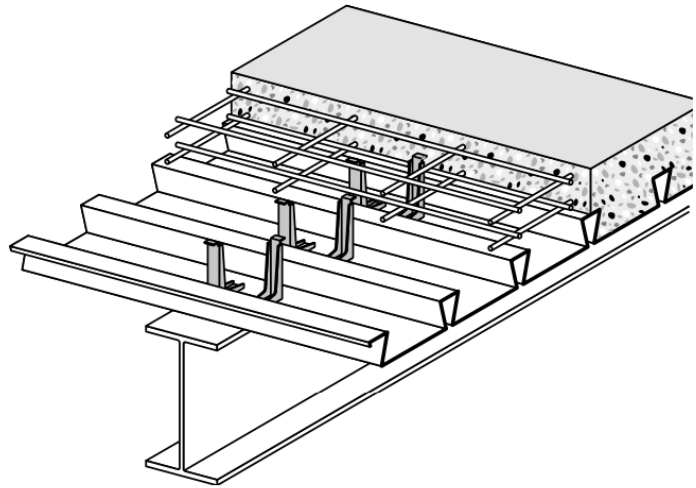
5.2.4 Podlaha v 1.NP

Složení podloží podlahy kostela (nejvážnější je stav v hlavní lodi) je natolik nestejnorodé, že zlepšování jeho vlastností by bylo značně neekonomické, a navíc kvůli nemožnosti užití větší mechanizace i technologicky náročné. V koordinaci se sanací vlhkosti (provětrávané dutiny) byla tedy navržena nová podlahová konstrukce s vlastními nosnými prvky, nezávislými na podkladu, roznášejícími zatížení do obvodových stěn.

Podlahy v přízemí kostela včetně schodišťových stupňů mezi hlavní lodí a presbytářem budou ručně rozebrány (není třeba mechanizace), nepoškozené kusy dlažby budou uskladněny na suchém místě a zpětně použity pro pokládku (pro skládku lze použít přilehlé hospodářské stavení fary). Značné množství dlaždic je však již v současné době poničeno a rozlámáno vlivem pohybů a nerovnosti podlahy. Ty budou ekologicky zlikvidovány a pro novou pokládku nahrazeny dlažbou stejného materiálu a barevného provedení, získanou z demolice či stavebních úprav jiného objektu podobného stáří. Tato dlažba se na území Čech hojně vyskytuje v objektech městských i vesnických staveb. Již před realizací předpinání bude provedeno odtěžení zeminy do hloubky 750 mm pod úroveň hlavní lodi a věže (tzn. -0,750 m k uvažované absolutní výšce) a cca 650 mm pod presbytářem, sakristií a kaplí. Přesnou hloubku nelze předem určit kvůli rozsáhlé nerovnosti a propadům podlahy v celé ploše.

Po provedení statického zajištění předepnutými lany a vytvoření ventilačních průduchů budou na obvodové a vnitřní nosné stěny osazeny a ukotveny ocelové úhelníky. Na ty budou uloženy a koutovým svarem zajištěny ocelové válcované profily IPN proměnných průřezů a roztečí (viz výkres č. 20). Na vyrovnané nosníky bude realizována spřažená železobetonová deska tl. 70 mm betonovaná na trapézové plechy 40S/160 (ukládáné kolmo na IPN profily), vyztužení desky proběhne pomocí výztužných sítí 8/100/100 mm. Pro spřažení ocelových nosníků s deskou budou použity trny HILTI X-HVB 95 ukládané vždy po dvou kusech do všech žeber trapézových plechů, tj. v osových vzdálenostech 160 mm. Po technologické pauze bude na železobetonovou desku položena (částečně původní) kameninová dlažba do vápenocementové malty. Na pokládku dlažby bych navrhoval spíše silikátové lepidlo na obklady a dlažbu pro jeho lepší mechanické vlastnosti, k použití VPC malty jsem však přistoupil kvůli předpokládanému požadavku orgánu památkové péče. Výškové převýšení mezi hlavní

lodí a presbytářem bude zajištěno původními pískovcovými schodišťovými stupni. Je možné, že při provádění prací bude zjištěna výrazná odchylka mezi podlahami jednotlivých místností či jejich částí (především hlavní loď a věž), výškové úrovně budou zvoleny tak, aby v půdorysu stavby nevznikaly příliš časté či veliké výškové rozdíly. Hlavní loď však bude v celé ploše s jednotnou výškou. Řešení podlahy je zřejmé z výkresů 27 - 29.



Obrázek 5.8-Obecný příklad spřaženého ocelobetonového stropu [24]

Následuje statický výpočet ocelobetonového stropu (zde podlahy 1.NP).

Statický návrh ocelobetonového stropu (podlaha hlavní lodi)

- 1) Zatížení desky
 a) Montážní stadium

	Zatížení	$f_k(\text{kN/m}^2)$	γ	$f_d(\text{kN/m}^2)$
Stálé	Železobetonová deska tl. 90 mm	2,340	1,35	3,159
	Trapézový plech 40S/160, 0,88 mm	0,917	1,35	1,238
	Celkem stálé	3,257		4,397
Proměnné	Rovnoměrné	0,750	1,5	1,125
	Zvětšené	1,500	1,5	2,250
	Celkem proměnné	2,250	1,5	3,375
Zatížení celkem		5,507		7,772

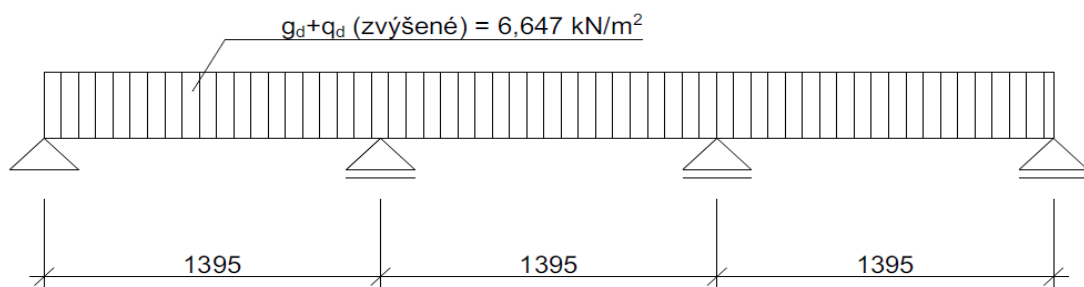
- b) Provozní stadium

	Zatížení	$f_k(\text{kN/m}^2)$	γ	$f_d(\text{kN/m}^2)$
Stálé	Kameninová dlažba tl. 20 mm	0,460	1,35	0,621
	Vápenocementová malta tl. 20 mm	0,400	1,35	0,540
	Železobetonová deska tl. 90 mm	2,250	1,35	3,038
	Trapézový plech 40S/160, 0,88 mm	0,917	1,35	1,238
	Celkem stálé	4,027		5,436
Prom.	Užitné	4,000	1,5	6,000
	Celkem proměnné	4,000	1,5	6,000
Zatížení celkem		8,027		11,436

- 2) Trapézové plechy

$$M_{Ed} = \frac{1}{10} \times f \times l^2 = \frac{1}{10} \times 6,647 \times 1,395^2 = 1,294 \text{ kNm/m}$$

$$W_{min} = \frac{M_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{1,294 \times 10^6}{320} = 4043,75 \text{ mm}^3/\text{m}$$



Návrh: TR 40S/160, tl. 0,88 mm

$$m = 9,17 \text{ kg/m}^3$$

$$I_{y,\text{eff}} = 20,46 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{y,\text{eff}} = 11,54 \times 10^3 \text{ mm}^4$$

Posudek – MSÚ

$$q_{Rd1} = 15,518 \text{ kN/m}^2 \text{ [14]}$$

$$q_{Rd1} > f$$

$$15,518 \text{ kN/m}^2 > 6,647 \text{ kN/m}^2$$

Trapézový plech v montážním stádiu vyhoví.

Posudek – MSP

$$M_{bk} = -\frac{1}{10} \times g_k \times l^2 = \frac{1}{10} \times 3,257 \times 1,395^2 = 0,634 \text{ kNm/m}$$

$$\delta = \frac{1}{E \times I_{y,\text{eff}}} \times \left(\frac{5}{384} \times g_k \times l^4 + \frac{1}{16} \times M_{bk} \times l^2 \right)$$

$$= \frac{1}{210000 \times 20,46 \times 10^4} \times \left(\frac{5}{384} \times 3,257 \times 1395^4 + \frac{1}{16} \times 0,634 \times 10^6 \times 1395^2 \right)$$

$$= 5,53 \text{ mm}$$

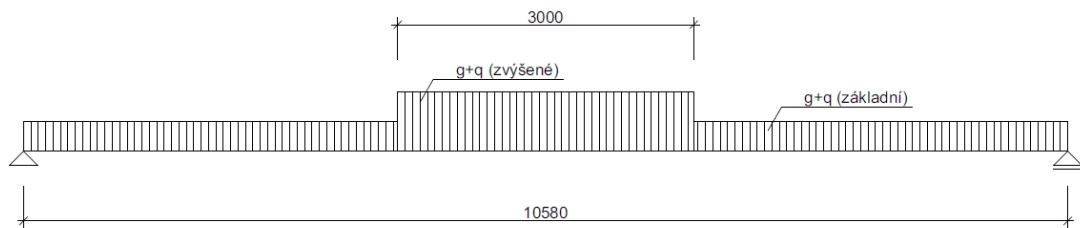
$$\delta \leq \frac{t_{deska}}{10}$$

$$5,53 \text{ mm} < 9 \text{ mm}$$

Trapézový plech vyhoví, rybníkový efekt neuvažují.

3) Stropnice nepodepřená během montážea) Montážní stadium

	Zatížení	f_k (kN/m ²)	ZŠ (m)	f_k (kN/m)	γ	f_d (kN/m)
Stálé	Železobetonová deska tl. 90 mm	2,340	1,395	3,264	1,35	4,407
	Trapézový plech 40S/160	0,917	1,395	1,279	1,35	1,727
	Vlastní tíha IPN (odhad)			0,610	1,35	0,824
	Celkem stálé	3,257		5,154		6,957
Prom.	Rovnoměrné	0,750	1,395	1,046	1,5	1,569
	Zvětšené	1,500	1,395	2,093	1,5	3,139
	Celkem proměnné	2,250	1,395	3,139	1,5	4,708
	Zatížení celkem	5,507				11,665



$$V_{Ed} = 6,957 \times \frac{10,58}{2} + (1,569 + 3,139) \times \frac{3}{2} = 43,863 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 43,863 \times \frac{10,58}{2} - (6,957 + 1,569) \times \frac{10,58^2}{2} - 3,138 \times \frac{1,5^2}{2}$$

$$= -275,855 \text{ kNm}$$

$$W_{min} = \frac{M_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{275,855 \times 10^6}{355} = 777056,338 \text{ mm}^3$$

Návrh: IPN 320, ocel S355

$$A = 7770 \text{ mm}^2$$

$$W_y = 782 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 914 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 12510 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$A_{v,z} = 3926 \text{ mm}^2$$

Tř. 1 pro ohyb k ose y

Posudek – MSÚ

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \times f_{yd} = 914 \times 10^3 \times 355 = 324,47 \text{ kNm} > 275,855 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,Rd} = A_{v,z} \times f_{yd} \times \frac{1}{\sqrt{3}} = 3962 \times 355 \times \frac{1}{\sqrt{3}} = 812,05 \text{ kN} > 43,863 \text{ kN}$$

Posudek – MSP

$$\delta = \frac{5}{384} \times \frac{g_k \times l^4}{E \times I_y} = \frac{5}{384} \times \frac{3,257 \times 10580^4}{210000 \times 12510 \times 10^4} = 20,23 \text{ mm}$$

$$\delta \leq \frac{t_{deska}}{10}$$

$$20,23 \text{ mm} > 9 \text{ mm}$$

Podmínka nesplněna, nutno uvažovat rybníkový efekt.

Přidaná tloušťka betonové desky:

$$\delta_0 = 0,7 \times \delta$$

$$\delta_0 = 0,7 \times 20,23 = 14,16 \text{ mm}$$

Přidané zatížení:

$$\Delta q_k = \delta_0 \times B \times 26 = 0,01416 \times 1,395 \times 26 = 0,514 \text{ kN/m}$$

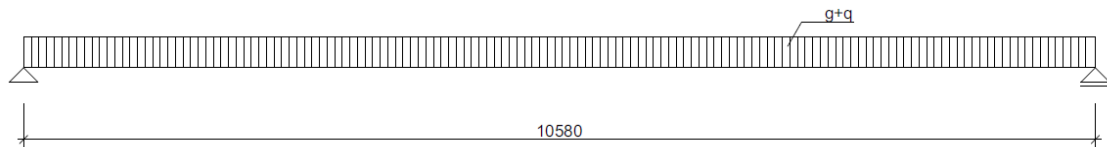
$$\Delta q_d = \Delta q_k \times \gamma_G = 0,514 \times 1,35 = 0,693 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = 275,855 + \frac{0,693}{8} \times 10,58^2 = 285,556 \text{ kNm} < M_{Rd} = 324,47 \text{ kNm}$$

Navržený průřez v montážním stadiu vyhoví.

b) Provozní stádium

	Zatížení	$f_k(\text{kN/m}^2)$	ZŠ (m)	$f_k(\text{kN/m})$	γ	$f_d(\text{kN/m})$
Stálé	Kameninová dlažba tl. 20 mm	0,460	1,395	0,642	1,35	0,866
	Vápenocementová malta tl. 20 mm	0,400	1,395	0,558	1,35	0,753
	Železobetonová deska tl. 90 mm	2,250	1,395	3,139	1,35	4,237
	Trapézový plech 40S/160	0,917	1,395	1,279	1,35	1,727
	Vlastní tíha IPN (odhad)			0,610	1,35	0,824
	Celkem stálé	4,027		6,228		8,407
Promě	Užitné ^{*)}	4,000	1,395	5,580	1,5	8,370
	Celkem proměnné	4,000	1,395	5,580	1,5	8,370
	Zatížení celkem	8,027				16,777



$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \times f \times l^2 = \frac{1}{8} \times 16,777 \times 10,58^2 = 234,745 \text{ kNm/m}$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \times f \times l = \frac{1}{2} \times 16,777 \times 10,58 = 88,75 \text{ kN}$$

Posouzení – MSÚ

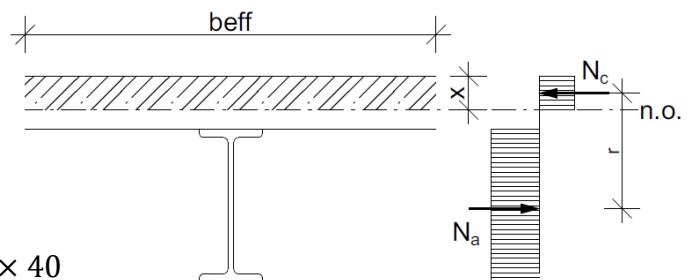
Účinná šířka desky:

$$b_{eff} = \min\left(\frac{l}{8} \times 2; \text{osová vzdál. mezi nosníky}\right) = \min(2645; 1395) = 1395 \text{ mm}$$

Poloha neutrálné osy:

$$\frac{A_a \times f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{0,85 \times x \times b_{eff} \times f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$\frac{7770 \times 355}{1,0} = \frac{0,85 \times x \times 1395 \times 40}{1,5}$$


 $x = 87 \text{ mm} < 90 \text{ mm} \rightarrow \text{N. O. v tloušťce desky}$

Momentová únosnost:

$$r = \frac{320}{2} + 40 + 70 - \frac{87}{2} = 226,5 \text{ mm}$$

$$M_{pl,Rd} = N_a \times r = N_c \times r = 7770 \times 355 \times 226,5 = 624,77 \text{ kNm}$$

$$624,77 \text{ kNm} > M_{Ed} = 234,75 \text{ kNm}$$

Smyková únosnost:

$$V_{pl,Rd} = A_{v,z} \times f_{yd} \times \frac{1}{\sqrt{3}} = 3926 \times 355 \times \frac{1}{\sqrt{3}} = 804,67 \text{ kN} > V_{Ed} = 88,75 \text{ kN}$$

4) Spřažení

Návrh: **trny HILTI X-HVB-95, ocel S235**

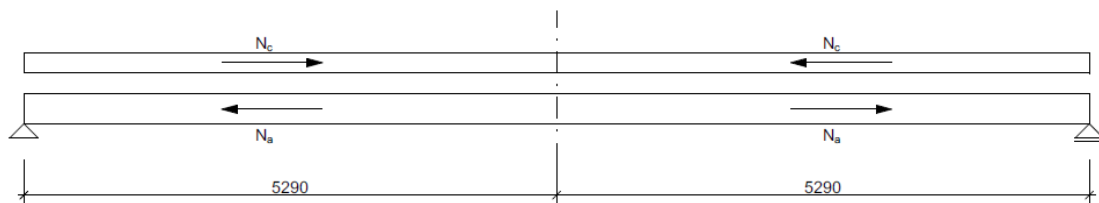
Únosnost jednoho trnu:

$$P_{Rk} = 35 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = 28 \text{ kN}$$

(Viz Technický list výrobce - Příloha č.3)

Síla na spřažení:



$$F_{cd} = N_c = N_a = 7770 \times 355 = 2,758 \text{ MN}$$

Potřebný počet trnů:

$$n_f = \frac{F_{cf}}{P_{Rd}} = \frac{2758}{28} = 98,5 \rightarrow \text{min. } 99 \text{ trnů}$$

$$\text{Počet žeber} = \frac{10580}{160} = 66 \rightarrow \text{Navrhuji } 2 \text{ trny v každém žebru} = 132 \text{ trnů}$$

Posouzení – MSP
Montážní zatížení:

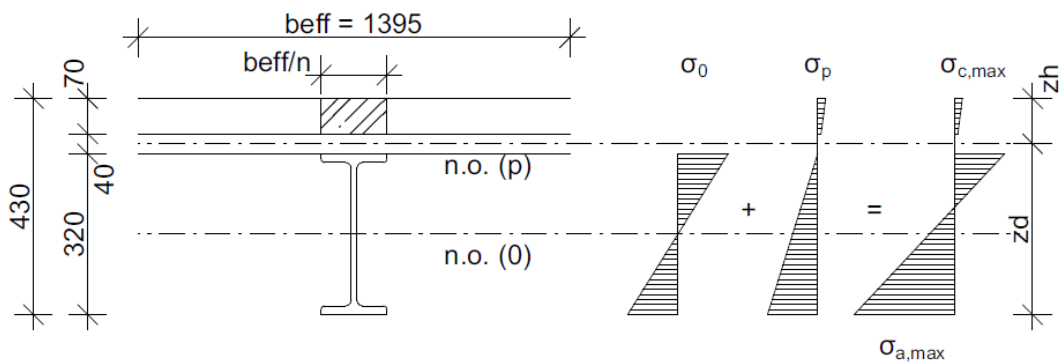
Stálé	5,154 kN/m
Vliv rybníkového efektu	0,694 kN/m
Celkem	5,848 kN/m

Provozní zatížení:

Ostatní stálé	1,200 kN/m
Užitné	5,580 kN/m
Celkem	6,780 kN/m

$$M_0 = \frac{1}{8} \times f_k \times l^2 = \frac{1}{8} \times 5,848 \times 10,58^2 = 81,826 \text{ kNm/m (montážní)}$$

$$M_p = \frac{1}{8} \times f_d \times l^2 = \frac{1}{8} \times 6,780 \times 10,58^2 = 94,866 \text{ kNm/m (provozní)}$$



Modul pružnosti betonu s vlivem dotvarování a smršťování:

$$E'_c = \frac{E_{cm}}{2} = \frac{35000}{2} = 17500 \text{ MPa}$$

Pracovní součinitel:

$$n = \frac{E_a}{E'_c} = \frac{210000}{17500} = 12$$

Plocha ideálního průřezu:

$$A_i = 7770 + 70 \times \frac{1395}{12} = 15907,5 \text{ mm}^2$$

Těžiště ideálního průřezu:

$$e = \frac{7770 \times 160 + 70 \times \frac{1395}{12} \times \left(320 + 40 + \frac{70}{2}\right)}{15907,5} = 280,2 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu:

$$I_i = 12510 \times 10^4 + 7770 \times \left(280,2 - \frac{320}{2}\right)^2 + \\ + \frac{1}{12} \times \left(\frac{1395 \times 70^3}{12} + 1395 \times 70 \times (280,2 - 320 - 40 - 70,2)^2\right) = \\ = 344,615 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

Napětí ve spodních vláknech ocelového profilu:

$$\sigma_{a,max} = \sigma_0 + \sigma_p = \frac{M_0}{W_y} + \frac{M_p}{I_i} \times z_d = \frac{81,826 \times 10^6}{782 \times 10^3} + \frac{94,866 \times 10^6}{344,615 \times 10^6} = 107,38 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,max} \leq f_{yd}$$

$$107,38 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa}$$

Napětí ve spodních vláknech ocelového profilu:

$$\sigma_{c,max} = \frac{M_p}{n \times I_i} \times z_h = \frac{94,866 \times 10^6}{12 \times 344,615 \times 10^6} \times (430 - 280,2) = 3,436 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,max} \leq 0,85 \times f_{ck}$$

$$3,436 < 34 \text{ MPa}$$

Mezní průhyb:

$$\delta = \frac{5}{384} \times \frac{q_k \times l^4}{E \times I_y} = \frac{5}{384} \times \frac{5,580 \times 10580^4}{210000 \times 344,615 \times 10^4} = 12,58 \text{ mm}$$

$$\delta \leq \frac{l}{250}$$

$$12,58 \text{ mm} < 42,32 \text{ mm}$$

Navržený průřez IPN 320 vyhoví.

5.3 Sanace nepravé klenby hlavní lodi

Nepravá klenba vykazuje známky poškození v celé své ploše, její omítka ztrácí soudržnost a odděluje se od podkladu. Je nutné přistoupit k její opravě. Bude odstraněna omítka v celé ploše stropní konstrukce, rákos může být ponechán, pokud nebude vykazovat známky většího poškození (případně může být odebrán jen lokálně). Přestože se na stropě hlavní lodi nenachází architektonické prvky zdobící interiér stavby, očekává se ze strany orgánu památkové péče požadavek na zachování původního materiálu a postupu realizace konstrukce. Bude tedy proveden laboratorní výzkum zaměřený na složení stávající malty, nová omítka bude následně zhotovena dle původních receptur se složením co nejvíce se blížícím původnímu materiálu. Případný odstraněný rákos bude nahrazen novými stěbly připevněnými k dřevěnému podbití kovovými drátky. Omítnutí stropu bude probíhat dle postupů schválených orgánem památkové péče a bude respektovat původní tloušťku a tvarování povrchu.

5.4 Dodatečná opatření

5.4.1 Opravy povrchových úprav

Doporučuji lokalizovat místa, kde byla v minulosti na obvodových stěnách v exteriéru realizována oprava omítek tenkovrstvými stěrkami s výztužnými tkaninami, odebrat je v celé ploše a nahradit omítkami tradičními pro zajištění přirozené difuze vodních par z konstrukcí.

Budou uskutečněny lokální opravy poškozených omítek svislých a vodorovných nosných konstrukcí s následnou vrchní štukovou úpravou. Povrchy vnitřních i vnějších omítek budou po dokončení všech stavebních prací opatřeny malbami stejného barevného provedení.

5.4.2 Opravy oken a dveří

Okno nad vstupem do hlavní lodi bude podrobena důkladnější analýze, aktuálně je pouze jisté, že část jeho zasklení je poškozena. Po zjištění rozsahu poškození okna a přejde se k jeho opravě, a to buď nahrazením poškozených tabulí autentickými kopiemi včetně výtvarných zdobných prvků, nebo výměnou celé vitráže v případě rozsáhlého poškození. Doporučuji provést opravu povrchových vrstev všech oken v objektu. Okenní rámy a křídla budou zbavena stávajících nátěrů, poškozená místa budou vyspravena

lokálně dřevařským tmelem, u rozsáhlejších poruch dojde eventuálně k výměně celé části prvku. Křídla budou přetěsněna, zasklení zatmeleno sklářským tmelem a v případě potřeby budou opravena kování a kličky. Následně proběhne impregnace a nový dvojnásobný nátěr syntetickou barvou určenou na repasování historických dřevěných prvků.

Vchodové dveře do hlavní lodi a věže jsou mírně poškozené v jejich spodních částech. Nejsou nutné větší truhlářské zásahy, dojde pouze k obnovení silnovrstvých nátěrů a lokálním vysprávkám v případě potřeby. Po realizaci odvodnění střechy a zamezení tak nadměrnému ostříkovaní soklových částí objektu dešťovou vodou se již další degradace dveří nepředpokládá.

6 Závěr

Obsahem této bakalářské práce je zjednodušený stavebně-technický průzkum kostela sv. Václava ve Skoroticích u Ústí nad Labem, analýza jeho stavu a vyskytujících se poruch a následný návrh sanačních opatření vybraných poruch. Návrh sanací byl rozdělen do dvou hlavních částí – řešení zvýšené vlhkosti a statické zajištění objektu, a byl přizpůsoben historické hodnotě objektu a jeho ochraně jakožto národní kulturní památky.

Při shromažďování informací o objektu a získávání archivních pramenů zaobírajících se řešenou stavbou bylo zjištěno, že kostel prošel již několika rekonstrukcemi a první záznamy o narušené statické budovy se datují již do první poloviny dvacátého století. V badatelně Národního památkového ústavu v Ústí nad Labem a Spisovém meziarchivu Magistrátu města Ústí nad Labem jsem našel dokumentaci rekonstrukce kostela z roku 1995, obsahující návrh statického zajištění objektu (resp. jeho základových konstrukcí), a některé další spisy o prováděných pracích z roku 1996 (dopisy, faktury aj.). Fakta vytěžená z dostupných podkladů byla porovnána se skutečným stavem objektu a byla provedena analýza korespondence navržených a skutečně provedených sanačních prací. Výkresy stavby byly v rámci bakalářské práce převedeny do digitální podoby a upraveny podle reálného stavu budovy. V archivu Římskokatolické farnosti – arciděkanství v Ústí n/L byl nalezen spis o dílčí sanaci z roku 2009, pojednávající o lokální opravě nadpraží okna hlavní lodi a vítězného oblouku.

Po provedení stavebně-technického průzkumu a následné analýze vyskytujících se poruch bylo zjištěno, že naprostá většina statických závad je systematická, opakovaně se vyskytující na stejných místech, a totožného charakteru. Základové poměry místa jsou velice složité, podloží lokality je značně nestejnorodé, tvořené jíly a navětralými čedičovými úlomky a tufy v různých hloubkách, a probíhá nerovnoměrné sedání objektu. Založení kostela sv. Václava bylo v těchto podmínkách nevhodné a jeho následná sanace v 90. letech 20. století nedostatečná, provedené podchycení objektu mikropilotami a prohloubení základových pasů se pravděpodobně minulo svému účinku. Sanace v roce 1996 nebyly provedeny v navrženém rozsahu, pravděpodobně kvůli nedostatku financí. Zvýšená vlhkost konstrukcí nebyla nikdy řešena, kostel postrádá formu odvodu dešťových vod ze střechy (kromě sakristie a kaple) a vyskytují se chyby v řešení ochrany říms a soklů proti dešťové vodě, resp. jejich ochrana není řešena vůbec. Závěrem provedených analýz v rámci BP byl stav kostela označen jako havarijní.

Po vyhodnocení stavu objektu a okrajových podmínek bylo přikročeno k návrhu sanačních opatření. Při respektování památkové ochrany kostela byl výběr sanací značně omezený. K rekonstrukci bylo přistupováno komplexně, se společným řešením statických poruch i zvýšené vlhkosti. Pro eliminaci vlhkosti v objektu je nutno v první řadě efektivně odvádět dešťové vody ze střech, dále byla navržena metoda šetrná z hlediska památkové péče – provětrávané vzduchové dutiny v podlaze 1.NP, částečně s odvětrávanými stěnovými dutinami po obvodě budovy, společně s nepřímou metodou sanace v podobě účinného větrání interiéru. Statické zajištění objektu bylo navrženo formou zvýšení tuhosti stavby, předpjatými ocelovými lany pod podlahou přízemí a stažením helikální výztuží v úrovních říms krovů. Problematiku nevhodného založení objektu je v těchto podmínkách nutno řešit detailněji, v rámci řešení bakalářské práce jsem doporučil vypracování podrobného inženýrsko-geologického průzkumu, na jehož základě se navrhne vhodná forma zajištění základů, doložená detailním statickým výpočtem. Předběžně jsem řešení navrhl ve dvou variantách, a to zlepšením vlastností základové půdy nebo opětovným podchycením objektu mikropilotami dosahujícími skalního podloží dostatečných pevností.

Při návrhu stavebních prací byla snaha omezit zásahy do stávajících konstrukcí a zachovat cenné historické a řemeslné prvky, především krov. Ten je ve velmi dobrém technickém stavu, a tak byl návrh statického zajištění (především prostorové ztužení v horní úrovni hlavní lodi) koncipován tak, aby do střechy nemuselo být vůbec zasaženo. Tento přístup vyloučil např. realizaci ztužujícího železobetonového věnce, vnášení ocelových táhel či jiných ocelových prvků do konstrukce. Šetrně k historické hodnotě stavby bylo přistupováno i při návrhu rekonstrukce podlahy 1.NP, kde bude zpětně použita stávající kameninová dlažba. Kvůli předpokládanému požadavku orgánu památkové péče na materiálové řešení bude dlažba ukládána do maltového lože z vápenocementové malty, navzdory horším mechanickým vlastnostem oproti silikátovým lepidlům pro obklady a dlažbu.

Dále jsem v rámci BP doporučil provedení podrobných průzkumů – stavebně-technického, stavebně-historického, inženýrsko-geologického a hydro-geologického, a dále nalézt, pokud možno, veškeré existující doklady o provedených pracích v minulosti (především stavební deníky). Vzhledem k historické hodnotě objektu je nutné jeho havarijní stav bezodkladně řešit, přistoupit k jeho statickému zajištění, zamezit dalšímu zhoršování jeho stavu a předejít tak pohromě v podobě destrukce této cenné památky.

7 Seznam výkresů a příloh

7.1 Seznam výkresů

- 1 Půdorys 1.NP – Stávající stav
- 2 Půdorys 2.NP – Stávající stav
- 3 Řez A-A' – Stávající stav
- 4 Řez B-B' – Stávající stav
- 5 Pohled jižní – Stávající stav
- 6 Pohled západní – Stávající stav
- 7 Pohled severní – Stávající stav
- 8 Pohled východní – Stávající stav
- 9 Půdorys 1.NP – Body měření vlhkosti
- 10 Půdorys 1.NP – Místa odběru vzorků
- 11 Půdorys 1.NP – Statické trhliny
- 12 Řez A-A' - Poruchy
- 13 Řez B-B' – Poruchy
- 14 Pohledy I – Poruchy
- 15 Pohledy II – Poruchy
- 16 Návrh odvodnění střechy
- 17 Situace – návrh odvodnění
- 18 Půdorys 1.NP – Větrání interiéru
- 19 Půdorys 1.NP – Sanace vlhkosti
- 20 Půdorys 1.NP – Sanace statických poruch
- 21 Řez A-A' – Návrh sanace
- 22 Řez B-B' – Návrh sanace
- 23 Pohled jižní – Návrh sanace
- 24 Pohled západní – Návrh sanace
- 25 Pohled severní – Návrh sanace
- 26 Pohled východní – Návrh sanace
- 27 Detail A
- 28 Detail B
- 29 Detail C

7.2 Seznam příloh

- Příloha č.1 Shrnutí výsledků inženýrsko-geologického průzkumu
- Příloha č.2 Předběžný návrh otvorů pro větrání interiéru
- Příloha č.3 Technický list HILTI X-HVB
- Příloha č.4 Technický list ventilátoru VKOM Z 315
- Příloha č.5 Technický list regulátoru otáček VENTS RS-5.0-T
- Příloha č.6 Technický list předpínacích lan MonoStrand
- Příloha č.7 Technický list helikální výztuže SpiBar
- Příloha č.8 Technický list epoxydové pryskyřice CHS EPOXY 1200

8 Seznam použité literatury

- [1] POCHE, Emanuel. Umělecké památky Čech 3, P-Š. Praha: Academia, 1980
- [2] KUDRNOVÁ, Renata. Zaměření stávajícího stavu. Liberec: IPK spol. s.r.o, 1995
- [3] LEVÝ, Oldřich. Geofyzikální průzkum. Praha: INSET s.r.o, 1995
- [4] MYSLIVEC, Jan. Projekt stavby rekonstrukce kostela. Liberec: IPK spol. s.r.o, 1995
- [5] TYLŠ, Vladislav. Předběžný inženýrsko-geologický a hydro-geologický průzkum. Liberec: IPK spol. s.r.o, 1995
- [6] SPORER, Antonín. Dopis ing. K. Myslivcovi, Ústí nad Labem: Arciděkanství úřad Ústí nad Labem, 20.2.1995
- [7] OLIVA, Ladislav. Kostel sv. Václava Skorotice, opravy a údržba – havarijní stavky, Děčín: Ladislav Oliva-Agepis, 2009
- [8] WITZANY, Jiří, Richard WASSERBAUER, Tomáš ČEJKA, Klára KROFTOVÁ a Radek ZIGLER. *Obnova a rekonstrukce staveb: poruchy, degradace, sanace*. 2. přepracované vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2018. ISBN 978-80-01-06360-6
- [9] BALÍK, Michael. *Odvhlčování staveb*. 2., přeprac. vyd. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2693-9
- [10] PAZDERKA, Jiří a Radek ZIGLER. *Refurbishment of moist building masonry in terms of sustainable building*. In CESB 13 - Central Europe towards Sustainable Building 2013. Praha: GRADA PUBLISHING, 2013, p. 163-166. ISBN 978-80-247-5015-6
- [11] SOLAŘ, Jaroslav. *Poruchy a rekonstrukce zděných staveb*. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2672-4
- [12] PUME, Dimitrij. *Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí*. Praha: ABF, 1993. Stavby a rekonstrukce
- [13] ŠTUMPA, Bohumil, Ondřej ŠEFCŮ a Jiří LANGNER. *100 osvědčených stavebních detailů: klempířství a pokrývačství*. Praha: Grada, 2012. Stavitel. ISBN 978-80-247-3572-6
- [14] JANDERA, Michal a Martina ELIÁŠOVÁ a Tomáš VRANÝ. *Ocelové konstrukce 01 – cvičení*. 3. upravené vydání. Praha, 2015
- [15] ČSN EN 1990 (73 0002) Navrhování nosných konstrukcí

- [16] ČSN EN 1991-1 (73 0035) Zatížení konstrukcí
- [17] ČSN EN 1993 (73 1401) Navrhování ocelových konstrukcí
- [18] ČSN EN 1994 (73 1470) Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí
- [19] *Nahlížení do katastru nemovitostí. Marushka – Mapový aplikační server* [online]. [cit. 01.03.2019]. Dostupné z: <http://sginahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=2EDA9E08&MarQParam0=1306246510&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>
- [20] *Historické mapy v ORP Ústí nad Labem* [online]. [cit. 01.03.2019]. Dostupné z: <https://mapy.usti-nad-labem.cz/apps/historie/>
- [21] *Geovědní mapy 1:50 000* [online]. [cit. 01.03.2019]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [22] MonoStrand | Sanax Group s.r.o.. *Sanax Group s.r.o. | Specialista na stavební chemii* [online]. Copyright © Sanax Group s.r.o 2014 [cit. 27.04.2019]. Dostupné z: <https://www.sanax.cz/technicke-informace/mono-strand>
- [23] SpiBar | Sanax Group s.r.o.. *Sanax Group s.r.o. | Specialista na stavební chemii* [online]. Copyright © Sanax Group s.r.o 2014 [cit. 27.04.2019]. Dostupné z: <https://www.sanax.cz/produkt/spibar>
- [24] X-HVB – Další prvky - Hilti Czech Republic. *Hilti.cz - Hilti Czech Republic* [online]. Copyright © 2008 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: https://www.hilti.cz/c/CLS_FASTENER_7135/CLS_DIRECT_FASTENING_ELEMENTS_7135/CLS_OTHER_ELEMENTS_7135/r6231?CHD_HEIGHT_PM=113%20mm&salespackquantity=200%20ks&itemCode=348180
- [25] *Návod pro montáž a údržbu zemní nádrže na dešťovou vodu GARANTIA Li-Lo / Nicoll Česká republika* [online]. Dostupné z: <https://www.nicoll.cz/produkty/destova-voda/nadrze-na-destovou-vodu/ke-stazeni-nadrze-na-vodu.html>