



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Rekonstrukce kostela z roku 1908

Refurbishment of church from 1908

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

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

Ema Škarecká

Praha 2017



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Škarecká Jméno: Ema Osobní číslo: 423553

Zadávací katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908

Název bakalářské práce anglicky: Refurbishment of church from 1908

Pokyny pro vypracování:

Proveďte 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: doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 24.2. 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5. 2017

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

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

24.2. 2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)



Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, za odborného vedení vedoucího bakalářské práce doc. Ing. Jiřího Pazderky, Ph.D. Všechny použité zdroje jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne 28. 5. 2017

.....

Ema Škarecká



Poděkování

Mé poděkování patří především panu doc. Ing. Jiřímu Pazderkovi, Ph.D. za odborné vedení této bakalářské práce, za jeho cenné rady, čas a přístup, kterého si velmi vážím. Dále bych chtěla poděkovat mé rodině za neustálou podporu, která se mi dostávala v celém průběhu mého studia.



Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá stavebně technickým průzkumem novorománského kostela sv. Prokopa ve Stříbrnicích, postaveném v roce 1908, a návrhem sanačních opatření vybraných poruch. Práce se soustředí zejména na poruchy způsobené vztlínáním vody do konstrukce a na statické poruchy projevující se trhlinami. Vlhkost zdiva byla měřena kapacitní metodou a poté bylo provedeno měření koncentrace soli ve zdivu. Dále byla provedena analýza statických poruch vyskytujících se v nosných konstrukcích, především v klenbách. Pro sanaci vlhkosti a statické poruchy konstrukce byla navržena vhodná sanační opatření.

Klíčová slova

Degradace, klenba, kostel, sanace, trhliny, vlhkost, zdivo

Abstract

The bachelor thesis deals with the technical survey of the neo romanesque church of St. Prokop in Stříbrnice, which was built in 1908, and the design of the suitable refurbishment. The thesis is especially focused on the failures caused by the water transport from the ground to the structure and the static failures. The moisture of building materials was measured by capacitive moisture meter and after that the measurement of concentration of salt in the building materials was made. Furthermore, the analysis of static failures was undertaken which appears in the supporting structure, particularly in the vaults. The suitable solutions of the renovation have been designed for the moisture in the building materials and the static failures.

Keywords

Degradation, vault, church, remediation, cracks, moisture, masonry



Obsah

1. Úvod	6
2. Základní informace o objektu	7
2.1. Umístění objektu.....	7
2.2. Historie objektu.....	9
3. Stavebně technický průzkum – Popis konstrukcí.....	10
3.1. Popis objektu	10
3.2. Výkresová dokumentace	12
3.3. Geologické poměry	19
3.4. Základové konstrukce.....	19
3.5. Svislé konstrukce	19
3.6. Vodorovné konstrukce	20
3.7. Vertikální komunikace	21
3.8. Střešní konstrukce	22
3.9. Výplně otvorů	23
3.10. Fasáda a úpravy povrchů	25
4. Stavebně technický průzkum - Vlhkostní průzkum	27
4.1. Stanovení teploty a relativní vlhkosti vzduchu	27
4.2. Stanovení vlhkosti kapacitní metodou	28
4.3.Kvalitativní a kvantitativní stanovení obsahu aniontů a kationtů ve stavebním materiálu.....	34
5. Stavebně technický průzkum - Analýza poruch.....	37
5.1. Poruchy způsobené vlivem vody	37
5.1.1. Kapilární vztlínání vody	37
5.1.2. Zatékání srážkové vody	38
5.1.3. Hnaná srážková voda.....	40
5.2. Poruchy svislých nosných konstrukcí	41



5.3. Poruchy vodorovných nosných konstrukcí.....	42
5.4. Výkresová dokumentace poruch.....	43
6. Návrh sanačních opatření.....	50
6.1. Sanace zvýšené vlhkosti.....	50
6.1.1. Podlahové vzduchové dutiny	50
6.1.2. Odsolování zdiva	51
6.2. Sanace klenby	53
6.2.1. Stažení klenby ocelovým táhlem.....	56
6.3. Sanace základových konstrukcí	58
7. Závěr	61
8. Literatura.....	63
8.1. Publikace	63
8.2. Internetové zdroje.....	63
8.3. Normy	64
9. Přílohy.....	65



1. Úvod

Bakalářská práce se zabývá rekonstrukcí kostela sv. Prokopa postaveného na počátku 20. století ve Stříbrnicích. Objekt je postaven společně s farou v novorománském stylu. Za více než jedno století jsou na objektu patrné poruchy vyznačující se trhlinami či vlhkostí, jejichž příčinou může být řada faktorů. Bakalářská práce se zabývá některým typem poruch.

Výkresová dokumentace objektu mi nebyla poskytnuta, a proto jsem ji sama v rámci bakalářské práce zpracovala. Pomocí in-situ měření byly vytvořeny půdorysy a pohledy kostela, které jsou součástí bakalářské práce. Pro celkové zobrazení objektu a jeho současného stavu byla pořízena fotodokumentace exteriéru a interiéru kostela. Provedla jsem zjednodušený stavebně technický průzkum, při kterém byl zjištěn celkový stav konstrukce. Tento průzkum byl zaměřen zejména na vlhkost zdiva a statické poruchy konstrukce. Při zjišťování stavu konstrukce byly odebrány vzorky, a poté byly podrobeny analýze v laboratoři ČVUT. Na základě vizuální prohlídky jsem do výkresů zaznamenala všechny zjištěné poruchy nacházející se na objektu.

Při provádění stavebně technického průzkumu bylo v objektu nalezeno několik poruch vyžadujících opravy. V závislosti na stupni poškození byla na vybrané poruchy navržena vhodná sanační opatření. Je nutno podotknout, že se nejedná o památkově chráněný objekt. Přesto se ale pan farář, jakožto správce objektu, chystá v dohledné době zažádat Národní památkový ústav o uznání tohoto objektu jako památkově chráněnou budovu.

Cíl práce

Cílem bakalářské práce je popis stávajícího stavu objektu a provedení zjednodušeného stavebně technického průzkumu a vlhkostního průzkumu, analýza poruch konstrukcí a příčin jejího vzniku. V závislosti na zjištění vybraných poruch bude proveden návrh vhodného sanačního opatření, který zabrání nežádoucím degradačním procesům v objektu.



2. Základní informace o objektu

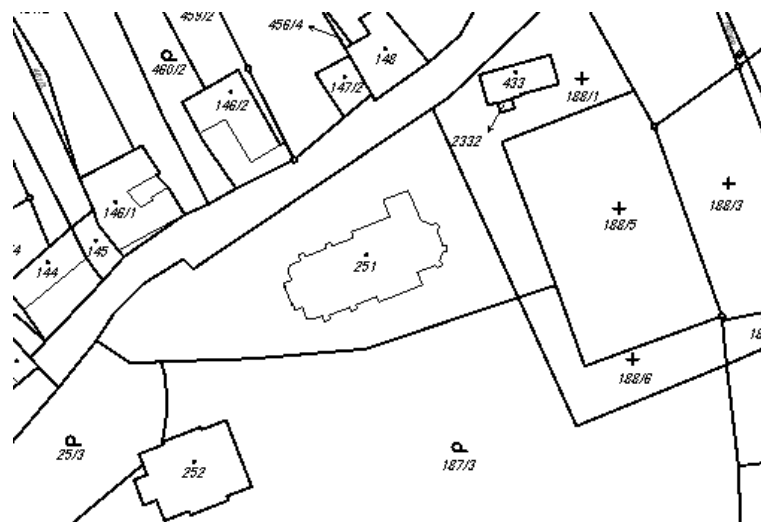
2.1. Umístění objektu

Kostel sv. Prokopa se společně s přílehlou farou a hřbitovem nacházejí na kopečku v malé obci Stříbrnice (obr. 1). Objekt je situován na okraji vesnice ležící na úpatí Chřibů nedaleko Starého města ve Zlínském kraji, konkrétně v okrese Uherské Hradiště [1]. Kostel je římskokatolický a spadá pod olomouckou arcidiecézi.

Objekt je umístěn uprostřed pozemku s parcelním číslem 251 (obr. 2). Pozemek má 1784 m² a je zčásti oplocen. Cesta ke kostelu je ze severní a západní strany, zpevněná kamennou dlažbou.



Obr. 1: Letecký pohled na kostel sv. Prokopa [2]



Obr. 2: Katastrální mapa – kostel sv. Prokopa [3]



Na objektu je umístěn bod státní nivelace (obr. 4 a 5) nacházející se v nadmořské výšce 256,201 m Bpv (obr. 3) [4].

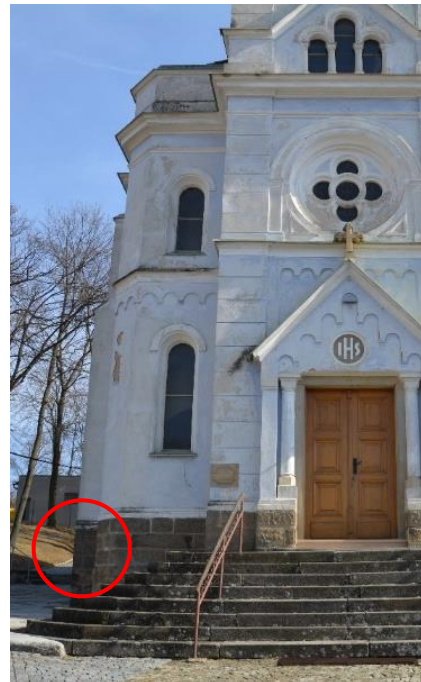
NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Pb5 Boršice-Vlkoš - 1. odbočný pořad						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddílu	od počátku			
Pb5-17	Pb5-17a	0.258	0.258	256.201 m	1975	
<p>Místopisný popis: Stříbrnice, kostel sv. Prokopa</p> <p>Stav a stáří objektu: značka 0,6 m nad zemí zachovalá cihlová stavba s kamennou podezdívkou z roku 1908</p> <p>Poznámky:</p>		<p>Místopis: Pb5-17a</p> <p>Úz. jednotka: 371106201 Okres: Uherské Hradiště Obec: STŘÍBRNICE Kat. území: STŘÍBRNICE U UHERSKÉHO HRADIŠTĚ Vlastník/parc. č.: /</p>				
ZM-50	24-44		SMO-5	Uherské Hradiště 9-0		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
ČV	1	GTÚ		Y	548696 m	dig.
	Druh stab.	Hrdý		X	1181091 m	
	N	1956				
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba	
17° 18' 44,3"		49° 3' 34,2"	980897 mgal	980982 mgal	-21 mgal	
Datum: 24.5.2017						

Obr. 3: Nivelační údaje – databáze nivelačních bodů ČÚZK [4]



Obr. 4: Bod státní nivelace



Obr. 5: Umístění bodu na objektu

2.2. Historie objektu

Roku 1906 byla založena samostatná farnost ve Stříbrnicích. Do té doby spadala vesnice pod farnost Boršic. O rok později byla založena tzv. Jednota sv. Prokopa, která měla organizačně i finančně uskutečnit stavbu nového kostela. Pozemek byl natolik velký a jednota disponovala dostatkem financí, díky čemuž bylo možné postavit společně s kostelem nejen faru, ale i hřbitov. Stavba kostela byla dokončena v říjnu roku 1908 a v listopadu byl kostel vysvěcen sv. Prokopovi. Patronát nad tímto kostelem převzal hrabě Leopold Berchtold, který byl toho času pánem na hradě Buchlově [5]. Kostel je ve vlastnictví Římskokatolické farnosti Stříbrnice. V současné době probíhají bohoslužby dvakrát týdně.



Obr. 6: Pohled z roku 1910



3. Stavebně technický průzkum – Popis konstrukcí

3.1. Popis objektu

Kostel sv. Prokopa sestává z věže o čtvercové základně, dvou přiléhajících přístavcích, hlavní obdélné lodi se stejně vysokým obdélným transeptem neboli příčnou lodí, za kterou následuje pětiboký presbytář. U severní stěny presbytáře se nachází obdélníková sakristie s komorou, vstupem do kazatelny a skrytým schodištěm do 2. NP, kde je umístěna oratoř. Hlavní vstup do objektu (obr. 7) je z jihozápadní strany zdobeným předsazeným portálem, jenž je zakončen trojúhelným tympanonem. Před ním se nachází přímé kamenné schodiště. Druhý vstup z jižní části vede po točitém kamenném schodišti na kůr, a dále pak do věže ke zvonům a krovu. Další vstupy jsou do hlavní lodi a sakristie, ty ale nejsou využívány.



Obr. 7: Pohled z JZ strany na hlavní vstup

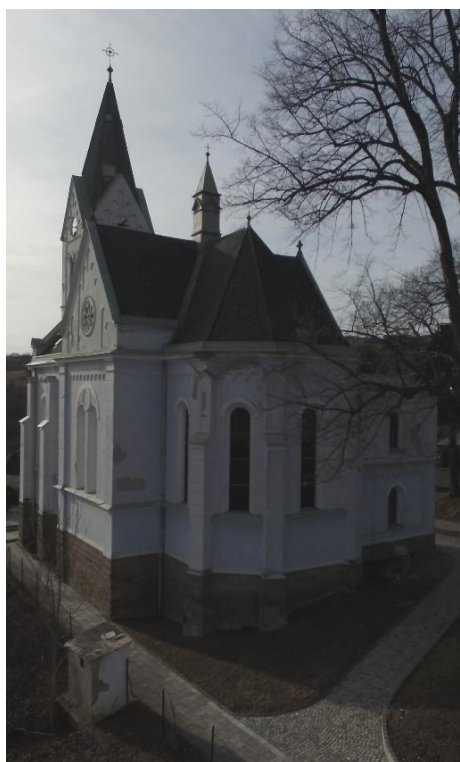


Obr. 8: Pohled ze severní strany

Hlavním znakem kostela sv. Prokopa je půlkruhové klenutí oken a použití říms. V příčné lodi bylo použito odlehčovací oblouk, jehož úkolem je odvedení části zatížení do stěn. Uvnitř kostela se nachází valené a křížové klenby charakteristické právě pro románský sloh. Objevuje se zde také prvek gotiky, a to lomený oblouk.



Obr. 9: Pohled z ptačí perspektivy na kostel s farou (pořízeno dronem autorkou BP)



Obr. 10: Pohled na presbytář
(pořízeno dronem autorkou BP)

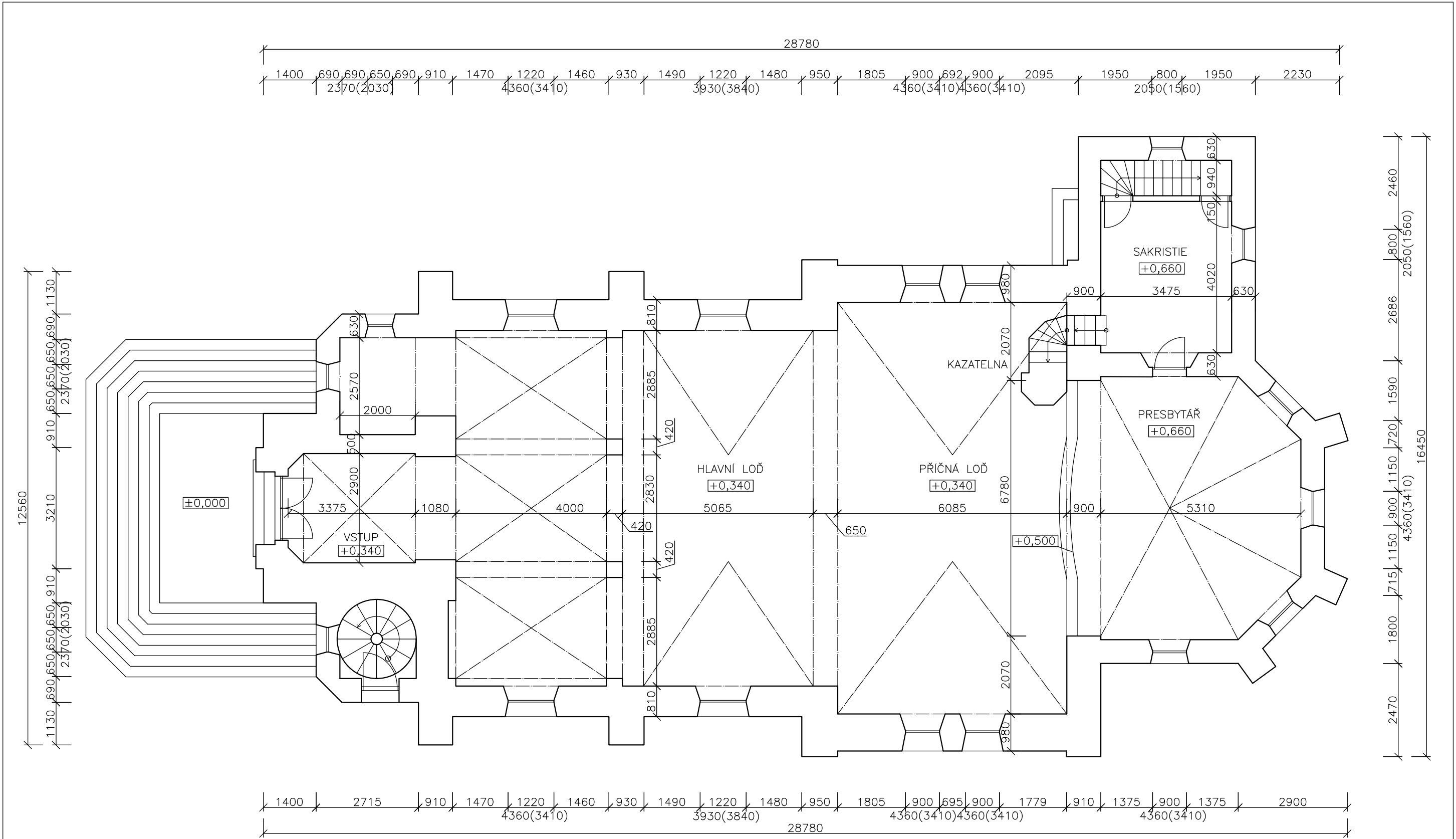


Obr. 11: Pohled ze západní strany



3.2. Výkresová dokumentace

Výkresová dokumentace nebyla k dispozici, proto byla vytvořena pomocí měření in-situ za pomoci pásma a laserového měřicího přístroje BOSCH. Hodnoty byly poté zpracovány a převedeny do elektronické podoby. Výkresová dokumentace je součástí bakalářské práce.



±0,000 = 258 m. n. m. Bpv

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
 Fakulta stavební
 Katedra konstrukcí pozemních staveb



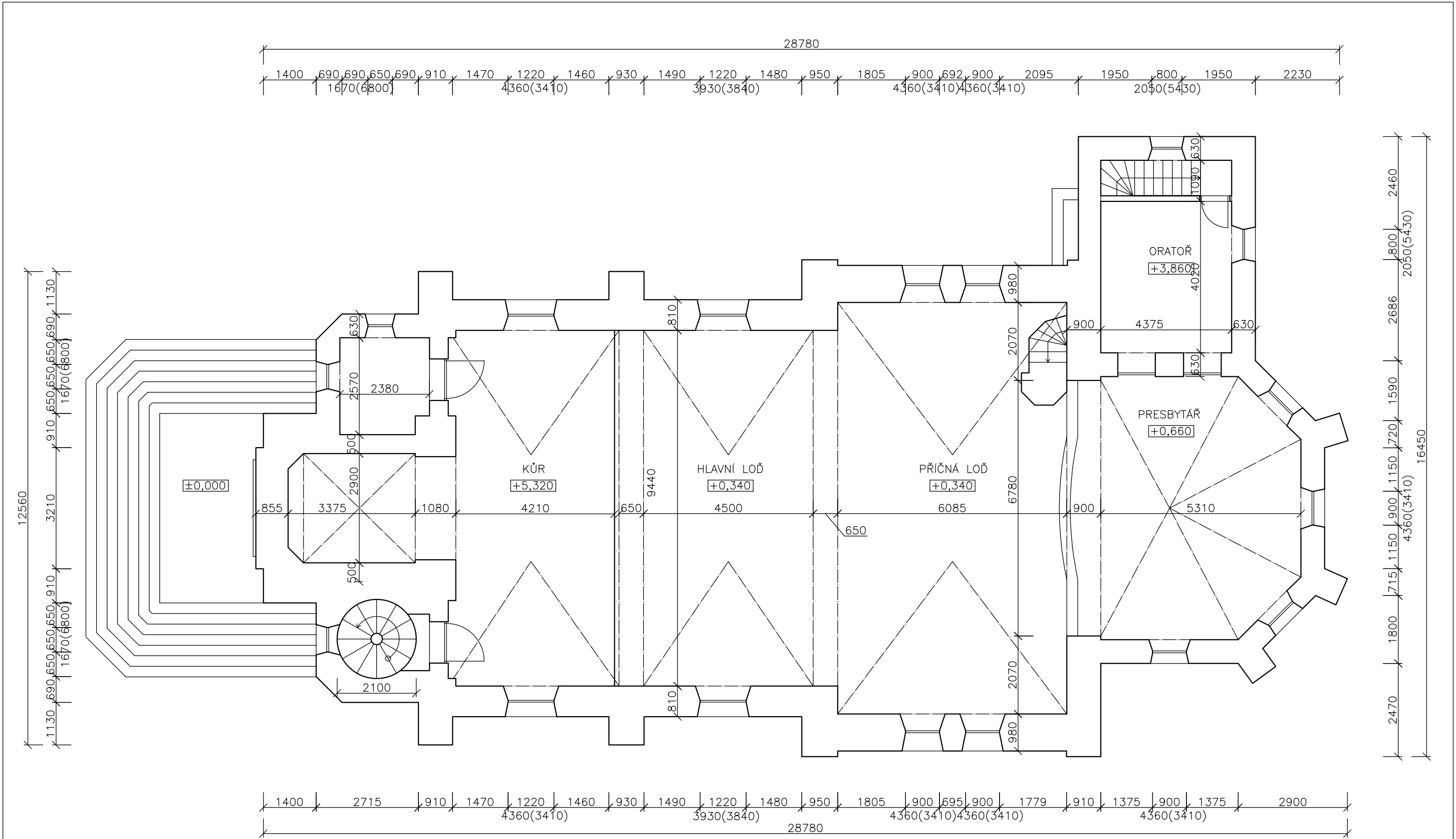
Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908

Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:100
--------	--------------------	---------	-------

Vypracovala	Emu Škarecká	Formát	2xA4
-------------	--------------	--------	------

Kontroloval	doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
-------------	--------------------------------	------------	---------

Název výkresu	PŮDORYS 1.NP	Č. výkresu	1
---------------	--------------	------------	---



±0,000 = 258 m. n. m. Bpv

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
 Fakulta stavební
 Katedra konstrukcí pozemních staveb



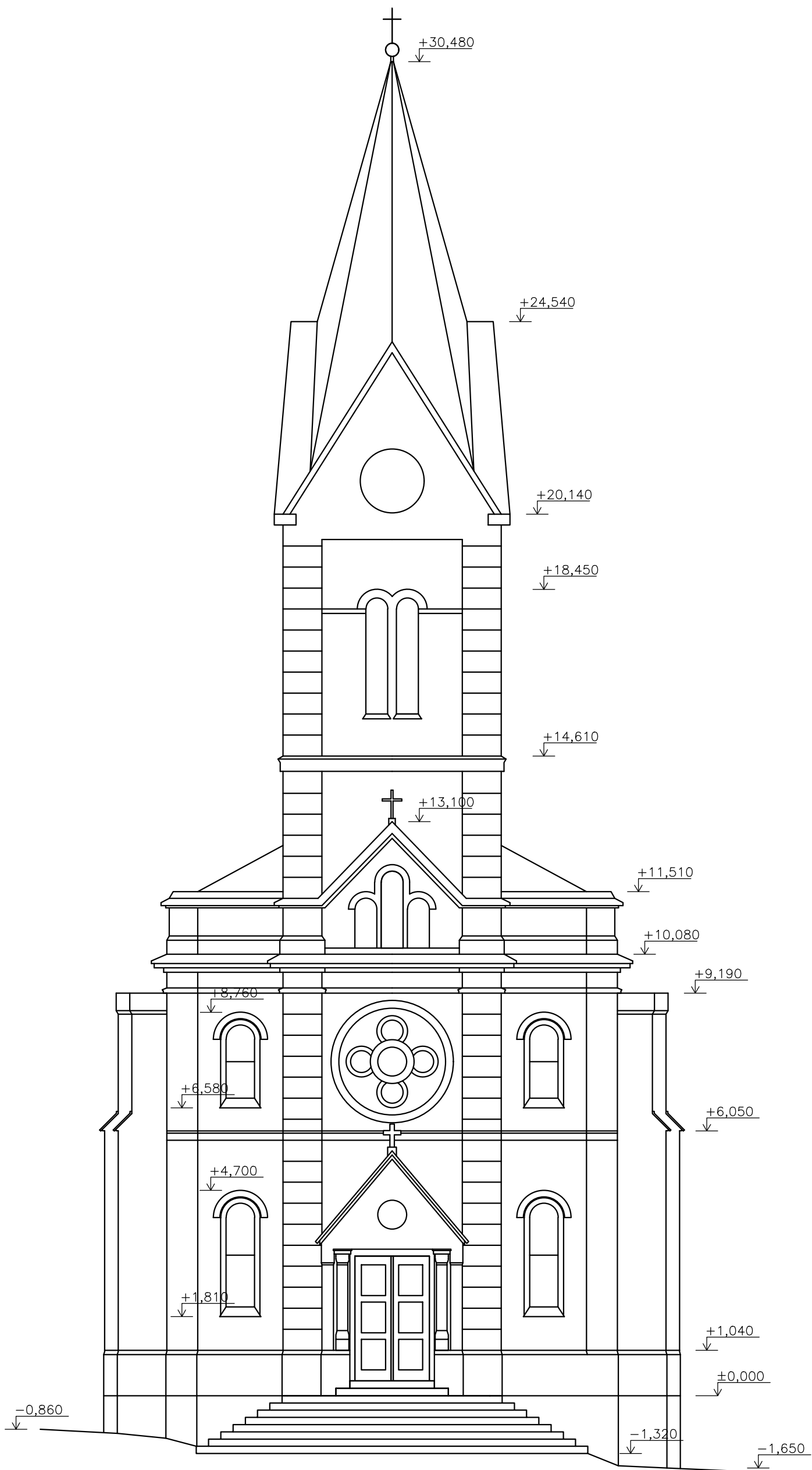
Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908

Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:100
--------	--------------------	---------	-------

Vypracovala	Ema Škarecká	Formát	2xA4
-------------	--------------	--------	------

Kontroloval	doc.Ing.Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
-------------	------------------------------	------------	---------

Název výkresu	PŮDORYS 2.NP	Č. výkresu	2
---------------	--------------	------------	---



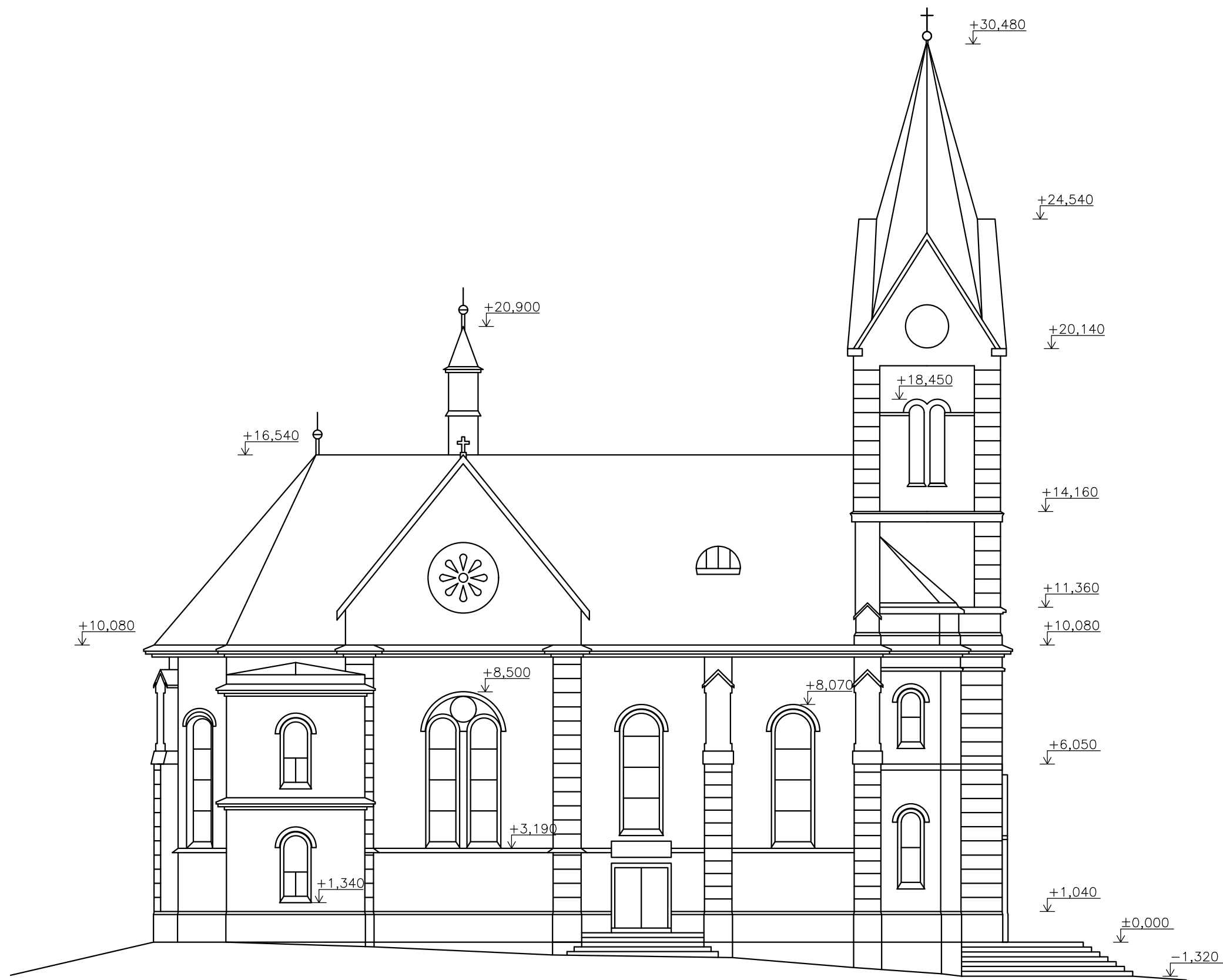
±0,000 = 258 m. n. m. Bpv

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Katedra konstrukcí pozemních staveb



Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908

Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:100
Vypracovala	Emma Škarecká	Formát	2x A4
Kontroloval	doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
Název výkresu	POHLED JZ	Č. výkresu	3



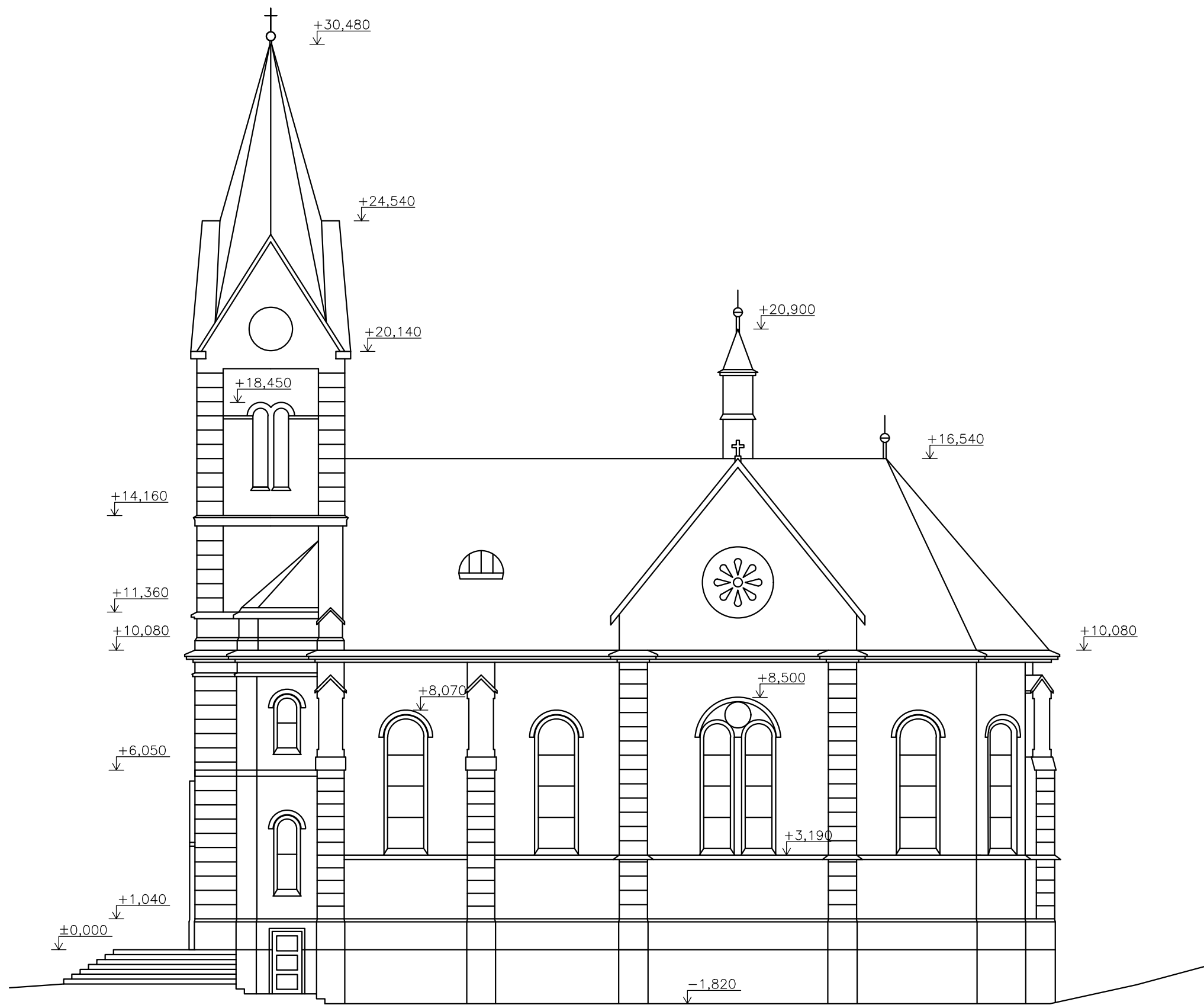
±0,000 = 258 m. n. m. Bpv

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
 Fakulta stavební
 Katedra konstrukcí pozemních staveb



Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908

Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:150
Vypracovala	Emu Škarecká	Formát	2xA4
Kontroloval	doc.Ing.Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
Název výkresu	POHLED SZ	Č. výkresu	4

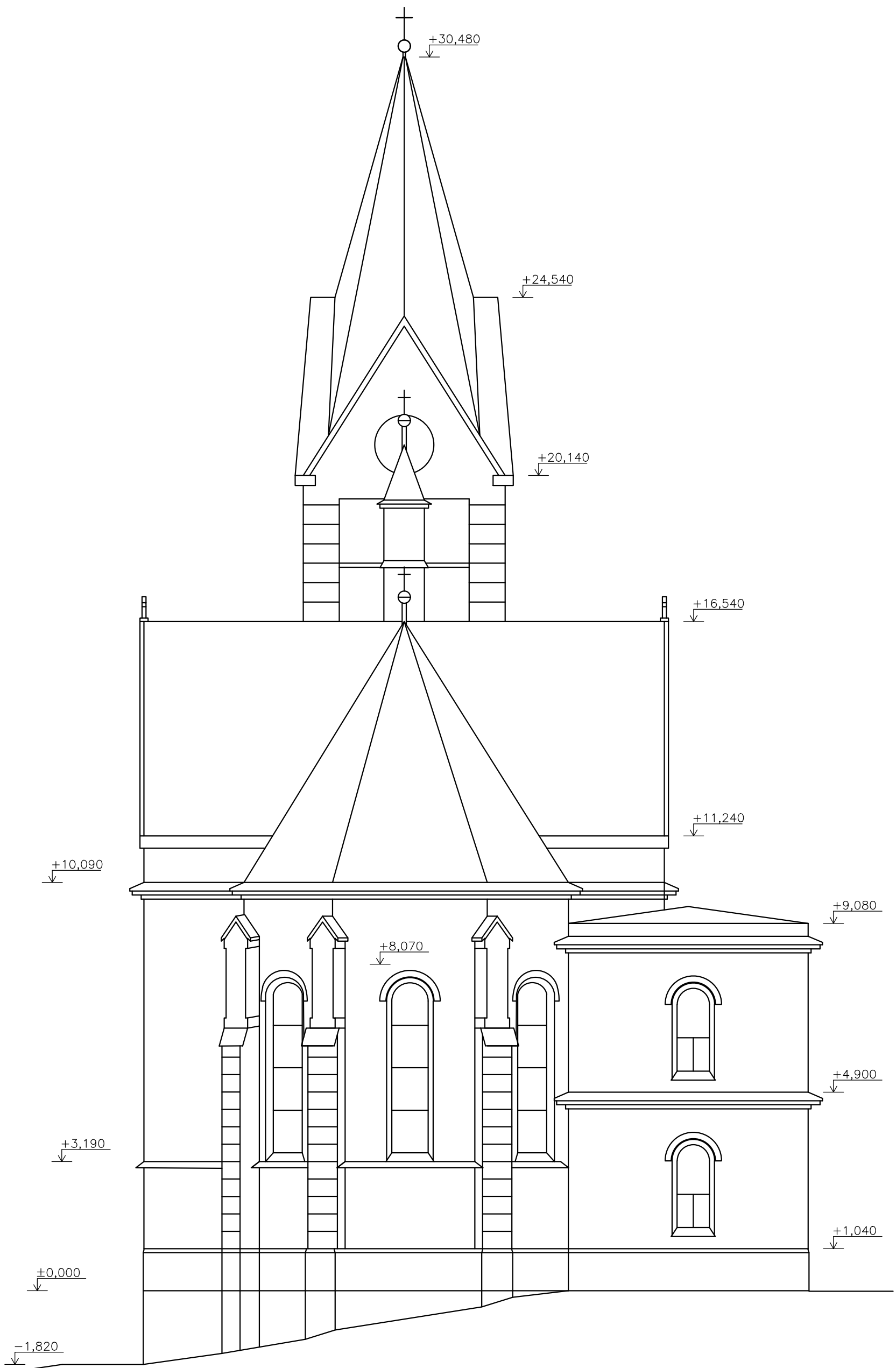


±0,000 = 258 m. n. m. Bpv

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Katedra konstrukcí pozemních staveb



Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908			
Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:150
Vypracovala	Emu Škarecká	Formát	2xA4
Kontroloval	doc.Ing.Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
Název výkresu	POHLED JV	Č. výkresu	5



±0,000 = 258 m. n. m. Bpv

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
 Fakulta stavební
 Katedra konstrukcí pozemních staveb

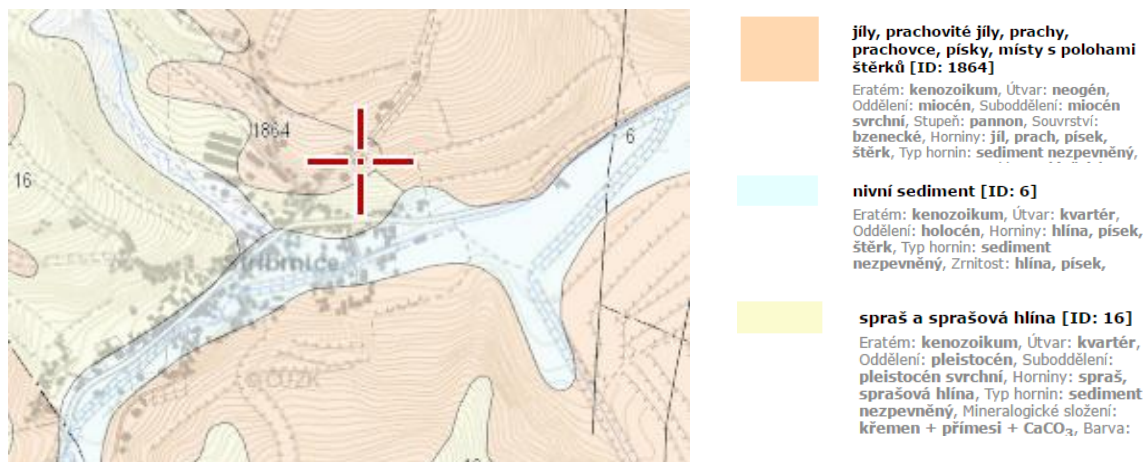


Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908			
Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:100
Vypracovala	Emma Škarecká	Formát	2x44
Kontroloval	doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
Název výkresu	POHLED SV	Č. výkresu	6



3.3. Geologické poměry

Vesnice Stříbrnice se nachází na okraji Chřibů, které se rozprostírají mezi Kyjovem a Kvasicemi v Jihomoravském a Zlínském kraji. Tato oblast spadá do vídeňské pánve a je charakteristická především pískovci, jílovci a slepenci [7].



Obr. 12: Geologická mapa v místě stavby [8]

3.4. Základové konstrukce

Jelikož nebyly k dispozici žádné podklady, nebylo snadné určit, o jakou základovou konstrukci se jedná. Ke zjištění hloubky a šířky základové spáry by pomohla kopaná sonda. Kvůli časové náročnosti a rizikům realizace nebyla tato metoda zjišťování přesné charakteristiky základových konstrukcí použita. Jak už bylo zmíněno, objekt byl postaven na začátku 20. století. Lze tedy usoudit, že základové konstrukce mohou být tvořeny základovými pasy z lomového kamene či smíšeného cihelného zdiva, které se používalo od poloviny 19. století [9].

3.5. Svislé konstrukce

Svislé konstrukce mají nosnou funkci a jsou tvořeny obvodovými a vnitřními stěnami. Veškeré obvodové nosné stěny jsou z plných pálených cihel (obr. 16). Tohoto zjištění bylo docíleno díky opadané omítce, především z vnější části na různých místech objektu. Sloupy uprostřed hlavní lodi jsou tvořeny z pálených cihel a kamene. Stejně tak pilíře se pravděpodobně skládají z kamenného a cihelného zdiva. Spodní soklová část je obložena kamennými kvádry, pravděpodobně z pískovce.



Mezi svislé nosné konstrukce patří stěny a pilíře. Tloušťka stěn je proměnlivá a pohybuje se mezi 630 až 980 mm. V hlavní lodi je tloušťka 810 mm a v příčné lodi, mezi dvěma pilíři se tloušťka stěny mění na 980 mm.



Obr. 16: Viditelná cihla plná pálená

Hlavním nosným prvkem jsou pilíře z plných pálených cihel. Pilíře, tvořící věž, jsou čtyři o rozměrech přibližně 1080 x 1080 mm. V hlavní lodi se nachází 6 pilířů s přibližnými rozměry 1870 x 950 mm. Mezi příčnou lodí a presbyteriem jsou dva pilíře o rozměrech 3190 x 900 mm. Pětiboké presbyterium je zakončeno třemi pilíři o rozměrech 1200 x 750 mm.

Další svislé konstrukce jsou nenosné, a to příčky v sakristii, jejichž tloušťka je přibližně 150 mm.

3.6. Vodorovné konstrukce

Vodorovné nosné konstrukce jsou tvořeny valenými a křížovými klenbami z plných pálených cihel. Ve vstupní části kostela v 1. NP je patrná křížová klenba, která se dále opakuje v části hlavní lodi pod kůrem, kdy dochází k průniku dvou valených klenb. V hlavní lodi se nacházejí valené klenby s lunetami (obr. 17). Otevřené lunety v hlavní lodi a presbyteriu jsou vyzděny ve tvaru lomeného oblouku (obr. 18). Na přechodu příčné lodi a presbyteria je překlenuta valená klenba tloušťky 900 mm (obr. 19). V presbyteriu se klenby kříží, a vytvářejí tak hvězdicový tvar. Ve věži jsou vodorovné nosné konstrukce tvořené dřevěným trámovým stropem.



Obr. 14: Pohled na kůr a valenou klenbu s lunetami



Obr. 15: Lomený oblouk



Obr. 16: Pohled na presbytář a valenou klenbu

3.7. Vertikální komunikace

Před hlavním vstupem do objektu se nachází přímé kamenné schodiště. Schodiště má 8 stupňů o rozměrech 165 x 280 mm. V přístavku se nachází kamenné vřetenové schodiště, pravděpodobně z pískovce, které začíná pod úrovní 1. NP a vede na kůr, pak dále do věže ke zvonům a ke krovové části objektu (obr. 20). Přímo ke zvonům vede přímé dřevěné schodiště. Další kamenné schodiště z pískovce se nachází v sakristii vedoucí z 1. NP na oratoř v 2. NP. To se ale využívá zcela výjimečně (obr. 21).



Obr. 17: Kamenné schodiště ke zvonům



Obr. 18: Kamenné schodiště do sakristie v 2. NP

3.8. Střešní konstrukce

Nad hlavní lodí a transeptem je střecha sedlová, nad presbytářem a sakristií střecha valbová. Věž má vysokou, osmibokou věžovou střechu. Střešní krytina je tvořena azbestocementovými šablonami, které jsou položeny na jednoduchém laťování a ve věži na deskovém bednění. Nad sakristií je použita krytina z falcovaného plechu. Střešní krytina je ve špatném stavu, zejména pak nad hlavní lodí, kde dochází k zatékání srážkové vody do krovu.



Obr. 19: Pohled do krovu

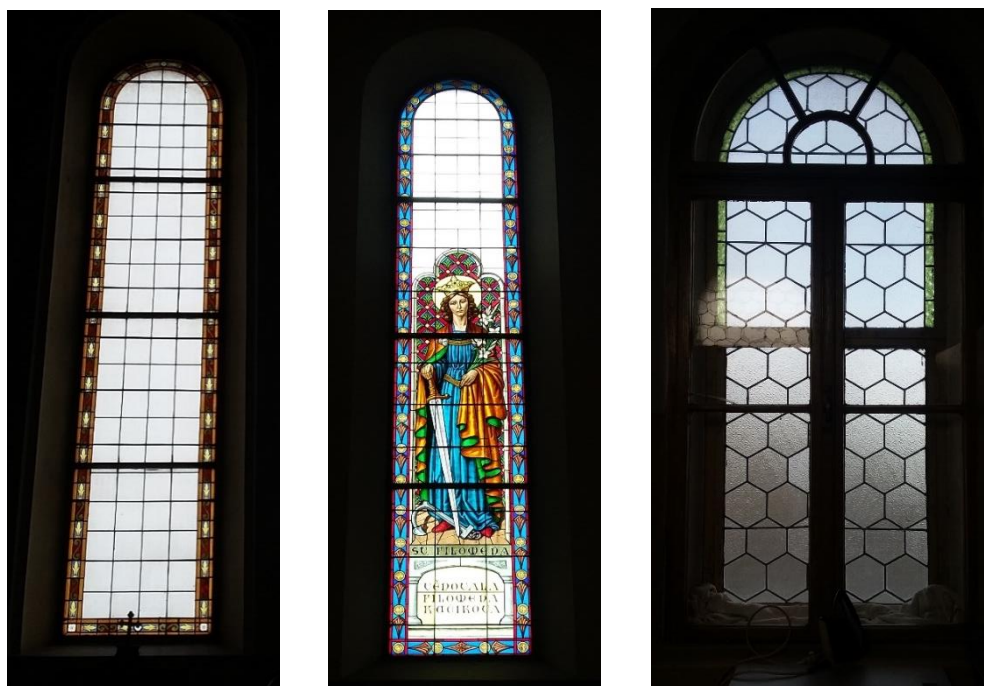


Krov nad hlavní lodí tvoří stojatá stolice s dvojitým věšadlem s okapovou a středovou vaznicí, vrcholová vaznice chybí (obr. 22). Trámy jsou uloženy na pozednicích. Ztužení krovu je realizováno pomocí pásků, ondřejské kříže chybí. Objekt je v krovové části ztužen pomocí ocelových táhel.

Před dvanácti lety byl vypracován mykologický průzkum krovu a návrh sanačního opatření, který ale z důvodu nedostatku finančních prostředků nebyl realizován. Tento průzkum ukázal, že se v krovu vyskytují různé druhy biotických škůdců. Krovová konstrukce je místně poškozena hlavně dřevokaznými houbami a dřevokazným hmyzem. Z důvodu nebezpečí úrazu není možný bližší přístup do krovové části [10].

3.9. Výplně otvorů

Všechna okna mají klenuté cihelné nadpraží a jsou umístěna v nikách. Okna v hlavní a příčné lodi v 1. NP jsou zdobená a jejich rám je vyroben ze železa. Jejich tvar je podlouhlý a nejsou otvíratelná (obr. 21 - 23). V presbyteriu byla použita okna vitrážová. Okna jsou rozdělena na menší části oloveným páskem a skla jsou osazena do malých čtvercových rámečků. V sakristii v 1. NP jsou okna dvojitá, vnější část je železná a vnitřní dřevěná.



Obr. 21, 22, 23: Okenní otvory z interiéru v 1. NP, zleva v hlavní lodi, presbytáři a sakristii



Obr. 24, 25, 26: Okenní otvory z exteriéru v 1. NP, zleva v presbytáři, příčné lodi a přístavku

Další typ oken se nachází v přístavcích, jejichž výplně jsou tvořeny pouze čirým sklem. Ve věži u zvonů jsou patrná sružená okna oddělená sloupkem, která mají železný rám vyplněný drátkem a dřevěnými žaluziemi (obr. 27). V sakristii v 2. NP se nacházejí dřevěná okna, která jsou umístěna směrem do presbytáře (obr. 28). Na jihozápadní straně ve věži byla vytvořena malovaná rozeta.



Obr. 27: Dřevěná okna v sakristii



Obr. 28: Sružená okna ve věži

Vstupní dveře jsou dřevěné dvoukřídlé s vyřezávaným povrchem (obr. 29). Ostění dveřního otvoru je tvořeno pískovcovým portálem. V hlavní lodi se nachází dvoje dřevěné dvoukřídlé dveře, které jsou umístěny hned za sebou (obr. 30). Vstup vedoucí na kůr je tvořen jednokřídlými dřevěnými dveřmi.



Obr. 29: Hlavní vstupní dveře



Obr. 30: Vstupní dveře do hlavní lodi

3.10. Fasáda a úpravy povrchů

Fasádu člení předsazený sokl z kamenných kvádrů, pravděpodobně z pískovce, a jednoduše profilovaná korunní římsa. Fasáda objektu je členěna římsami, především jsou použity jednoduše zdobené korunní a kordonové římsy, které rozdělují věž na jednotlivá podlaží a jsou vždy shora oplechovány (obr. 29). Na objektu jsou patrné lizeny s pásovou bosáží, které se spojují s obloučkovým vlysem pod kordonovou římsou. Pásová bosáž se vyskytuje na všech pilířích. Stěny věže vrcholí vyšším trojúhelným zděným štítem ozdobený lizénami s obloučkovým vlysem, na věži jsou umístěny hodiny. Na jižní a severní straně se pod okny nachází oplechovaná parapetní římsa (obr. 30).



Obr. 29: Pohled na fasádní prvky z JZ strany

(pořízeno dronem autorkou BP)



Obr. 30: Pohled na fasádní prvky z JV strany

(pořízeno dronem autorkou BP)



Podlaha v 1. NP je tvořena kamennými dlaždicemi, pravděpodobně z mramoru, které jsou v hlavní lodi pokryty červeným kobercem (obr. 32). Ve 2. NP, kde se nachází kůr a druhá sakristie, je dřevěná prkenná podlaha. Nášlapná vrstva v presbytáři je zčásti tvořena teracovou dlažbou (obr. 33).



Obr. 31: Výmalba v hlavní a příčné lodi



Obr. 32: Kamenné dlaždice v sakristii



Obr. 33: Teracová dlažba v zadní části presbytáře



4. Stavebně technický průzkum - Vlhkostní průzkum

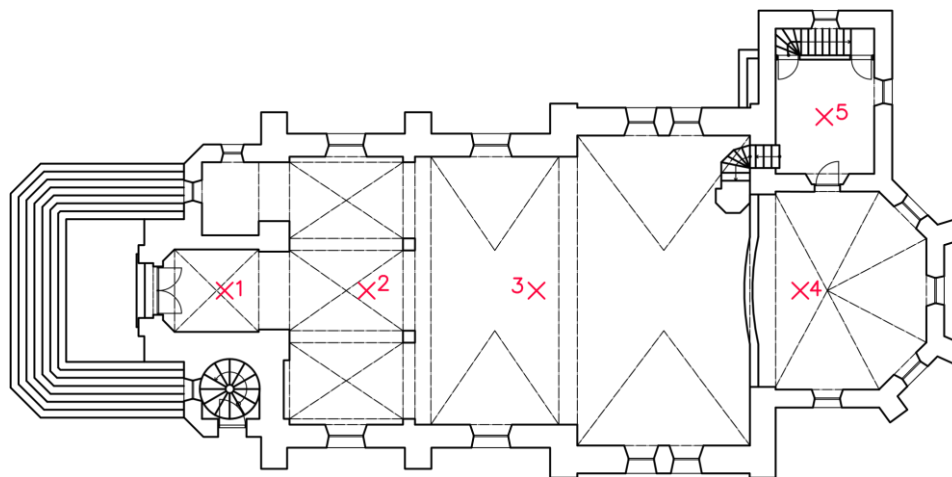
4.1. Stanovení teploty a relativní vlhkosti vzduchu

Teplota a relativní vlhkost vzduchu byla v objektu stanovena pomocí měřicího přístroje GREISINGER electronic GFTH 95 (obr. 34). Měření bylo provedeno 17. 3. 2017 na 5 místech (obr. 35).



Obr. 34: Měřicí přístroj GREISINGER electronic GFTH 95

Naměřené hodnoty byly porovnány s tabulkovými hodnotami, jež jsou uvedeny v normě ČSN P 73 0610 (Tab. 1) [9]. Na základě tohoto posouzení lze říci, že vnitřní prostředí v kostele je normální (Tab. 2).



Obr. 35: Místa měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu v objektu



Tab. 1: Vlhkost vzduchu ve vnitřním prostředí budov [8]

Vlhkostní klima vnitřního prostředí	Relativní vlhkost vzduchu [%]
suché	< 50
normální	50 až 60
vlhké	60 až 75
mokrý	> 75

Tab. 2: Naměřené hodnoty teploty a relativní vlhkosti v objektu ze 17. 3. 2017

Místo měření	Teplota vzduchu [°C]	Vlhkost vzduchu [%]	Posouzení
1	10	54,7	normální
2	9,8	54,8	normální
3	10,2	52,5	normální
4	10,6	54,1	normální
5	9,7	57,7	normální

4.2. Stanovení vlhkosti kapacitní metodou

Pro stanovení vlhkosti kapacitní metodou byl použit kapacitní vlhkoměr GREISINGER electronic GMK 100 (obr. 36). Byla měřena vlhkost stěn, na nichž jsou patrné projevy vztlínající vlhkosti. Tato metoda se řadí mezi nedestruktivní metody, pomocí níž se zjišťuje vlhkost ve stavebních materiálech a konstrukcích.

Kapacitní metoda je metoda elektrická, která spočívá v určení závislosti elektrických vlastností nekovových stavebních materiálů na vlhkosti. Tato metoda má několik výhod, mezi které patří zejména malý vliv na okolní teploty, malý vliv solí rozpuštěných ve vodě a možnost měřit v širokém rozmezí vlhkosti. Nevýhodou metody je nepřesnost měření způsobená použitou technologií [11].



Obr. 36: Měřicí přístroj GREISINGER electronic GMK 100



Měření bylo provedeno 17. 3. 2017 celkem na 54 místech ve třech výškových kategoriích (obr. 37). V interiéru bylo naměřeno dohromady 36 hodnot na různých místech, ke kterým byl přímý přístup. V exteriéru bylo naměřeno pouze 18 hodnot, jelikož nemohlo být provedeno na jihovýchodní straně a části severovýchodní strany z důvodu výšky soklu, který v těchto místech sahá až do výšky 1,8 m nad terénem.



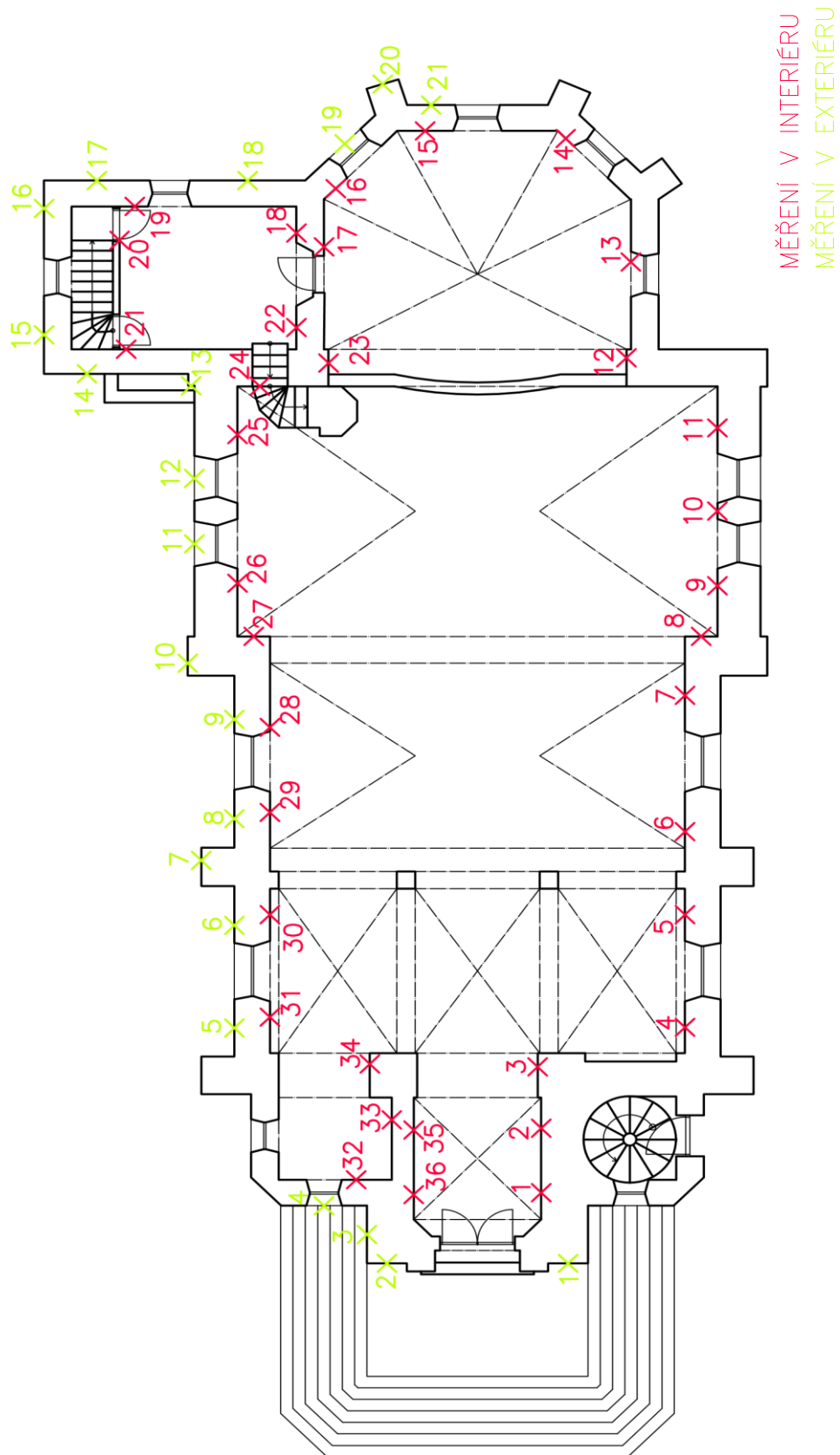
Obr. 37: Měření vlhkosti zdiva pomocí kapacitního vlhkoměru a) v interiéru, b) v exteriéru

Naměřené hodnoty byly zpracovány a posouzeny (Tab. 4. a 5.) podle údajů uvedených v normě ČSN P 73 0610 (Tab. 3).

Tab. 3: Vlhkost zdiva [9]

Stupeň vlhkosti	Vlhkost zdiva w [% hm]
velmi nízká	$w < 3$
nízká	$3 \leq w < 5$
zvýšená	$5 \leq w < 7,5$
vysoká	$7,5 \leq w < 10$
velmi vysoká	> 10

V některých místech dochází ke zvýšení vlhkosti ve větších výškách a vzniká tak nepředpokládaný průběh vlhkosti ve zdivu. Tento jev je zapříčiněn nehomogenitou prostředí ve zdivu, která způsobuje různý průběh vlhkosti v konstrukci.



Obr. 38: Místa měření vlhkosti kapacitní metodou



Tab. 4: Měření vlhkosti zdiva v interiéru

Bod	Výška [cm]	Vlhkost [%]	Posouzení dle ČSN P 73 0610
1	30	12,1	velmi vysoká
	60	10,3	velmi vysoká
	100	5,5	zvýšená
2*)	30	8,2	vysoká
	60	7,7	vysoká
	100	10,6	velmi vysoká
3	30	4,7	nízká
	60	4,2	nízká
	100	3,7	nízká
4	30	11,0	velmi vysoká
	60	10,4	velmi vysoká
	100	5,6	zvýšená
5	30	5,4	zvýšená
	60	3,8	nízká
	100	3,4	nízká
6	30	5,9	zvýšená
	60	4,2	nízká
	100	3,3	nízká
7*)	30	6,5	zvýšená
	60	5,2	zvýšená
	100	5,6	zvýšená
8	30	6,3	zvýšená
	60	5,4	zvýšená
	100	5,3	zvýšená
9	30	6,2	zvýšená
	60	5,8	zvýšená
	100	4,5	nízká
10	30	5,1	zvýšená
	60	3,9	nízká
	100	3,6	velmi nízká
11	30	5,4	zvýšená
	60	4,4	nízká
	100	2,4	velmi nízká
*) Průběh vlhkosti neodpovídá předpokládanému průběhu			

Bod	Výška [cm]	Vlhkost [%]	Posouzení dle ČSN P 73 0610
12	30	5,4	zvýšená
	60	4,8	nízká
	100	3,5	nízká
13	30	5,0	Zvýšená
	60	4,6	nízká
	100	3,7	nízká
14	30	5,3	zvýšená
	60	5,2	zvýšená
	100	2,8	velmi nízká
15	30	6,3	zvýšená
	60	5,6	zvýšená
	100	3,0	nízká
16	30	8,5	vysoká
	60	3,3	nízká
	100	2,6	velmi nízká
17	30	5,4	zvýšená
	60	4,1	nízká
	100	3,2	nízká
18	30	6,9	zvýšená
	60	4,6	nízká
	100	3,7	nízká
19	30	5,7	zvýšená
	60	4,8	nízká
	100	3,8	nízká
20*)	30	4,0	nízká
	60	3,9	nízká
	100	4,3	nízká
21	30	9,5	vysoká
	60	8,5	vysoká
	100	7,0	zvýšená
22	30	8,2	vysoká
	60	4,3	nízká
	100	2,9	velmi nízká
*) Průběh vlhkosti neodpovídá předpokládanému průběhu			



Tab. 4: Měření vlhkosti zdiva v interiéru

Bod	Výška [cm]	Vlhkost [%]	Posouzení dle ČSN P 73 0610
23	30	4,7	nízká
	60	3,9	nízká
	100	1,7	velmi nízká
24	30	8,8	vysoká
	60	4,6	nízká
	100	4,2	nízká
25	30	11,5	velmi vysoká
	60	5,2	zvýšená
	100	4,6	nízká
26	30	9,7	vysoká
	60	5,0	zvýšená
	100	4,5	nízká
27	30	12,1	velmi vysoká
	60	5,3	zvýšená
	100	3,7	nízká
28	30	10,1	velmi vysoká
	60	6,3	zvýšená
	100	3,8	nízká
29*)	30	8,9	vysoká
	60	5,5	zvýšená
	100	4,1	nízká
*) Průběh vlhkosti neodpovídá předpokládanému průběhu			

Bod	Výška [cm]	Vlhkost [%]	Posouzení dle ČSN P 73 0610
30*)	30	7,0	zvýšená
	60	4,2	nízká
	100	4,8	nízká
31	30	5,7	zvýšená
	60	4,0	nízká
	100	3,7	nízká
32*)	30	7,2	zvýšená
	60	4,9	nízká
	100	5,1	zvýšená
33*)	30	10,2	velmi vysoká
	60	5,3	zvýšená
	100	5,5	zvýšená
34	30	6,5	zvýšená
	60	6,0	zvýšená
	100	5,9	zvýšená
35*)	30	11,0	velmi vysoká
	60	7,7	vysoká
	100	8,4	vysoká
36	30	10,8	velmi vysoká
	60	9,8	vysoká
	100	5,3	zvýšená
*) Průběh vlhkosti neodpovídá předpokládanému průběhu			

Při měření vlhkosti zdiva v exteriéru, nemohlo být provedeno měření v soklové části z důvodu nerovnosti povrchu. Proto bylo provedeno ve výšce 30, 60 a 100 cm nad soklem, kde byly zjištěny hodnoty vlhkosti zdiva. Z těchto hodnot (tab. 5) je patrné, že vlhkost zdiva se pohybuje ve většině případu v rozmezí velmi nízkém až nízkém. Na kamenném soklu jsou viditelné vlhkostní mapy ze všech stran, nejvíce však na severozápadní části objektu (viz výkresy poruch).



Tab. 5: Měření vlhkosti zdiva v exteriéru

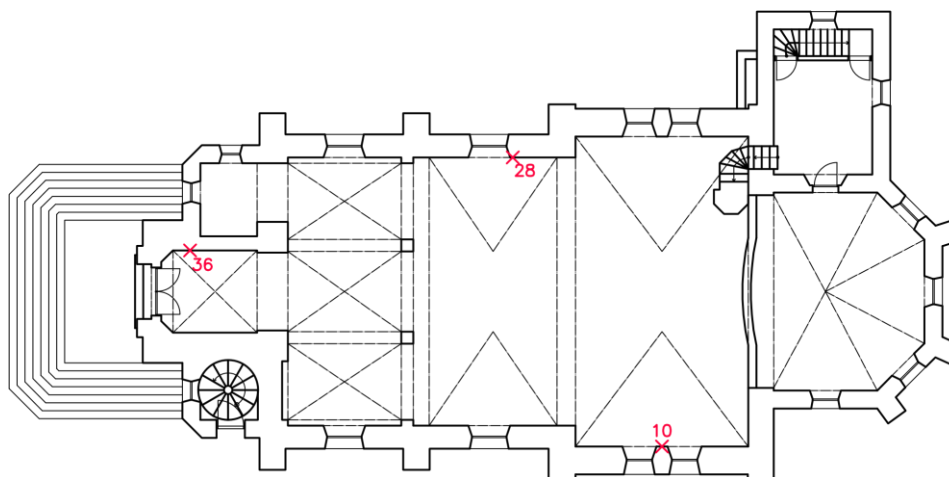
Bod	Výška [cm]	Vlhkost [%]	Posouzení dle ČSN P 73 0610
1*)	30	4	nízká
	60	2,2	velmi nízká
	100	2,7	velmi nízká
2	30	3	nízká
	60	2,7	velmi nízká
	100	0,9	velmi nízká
3	30	4,1	nízká
	60	2,6	velmi nízká
	100	2,5	velmi nízká
4*)	30	2,4	velmi nízká
	60	2,8	velmi nízká
	100	2,7	velmi nízká
5	30	4,2	nízká
	60	2,4	velmi nízká
	100	1,8	velmi nízká
6*)	30	3,6	nízká
	60	3,7	nízká
	100	2,4	velmi nízká
7	30	5,8	zvýšená
	60	4,3	nízká
	100	2,5	velmi nízká
8*)	30	1,8	velmi nízká
	60	3,8	nízká
	100	3,5	nízká
9*)	30	8,2	vysoká
	60	2,9	velmi nízká
	100	3,5	nízká
*) Průběh vlhkosti neodpovídá předpokládanému průběhu			

Bod	Výška [cm]	Vlhkost [%]	Posouzení dle ČSN P 73 0610
10	30	3,8	nízká
	60	3,3	nízká
	100	3,2	nízká
11*)	30	2,8	velmi nízká
	60	3,7	nízká
	100	3,6	nízká
12*)	30	4	nízká
	60	3,4	nízká
	100	3	nízká
13	30	4	nízká
	60	3,7	nízká
	100	3,5	nízká
14	30	4,8	nízká
	60	4,6	nízká
	100	3,5	nízká
15	30	3	nízká
	60	3	nízká
	100	2,8	velmi nízká
16	30	3,8	nízká
	60	2,4	velmi nízká
	100	2,2	velmi nízká
17*)	30	2,7	velmi nízká
	60	3,3	nízká
	100	3,2	nízká
18	30	8,5	vysoká
	60	1,7	velmi nízká
	100	1,5	velmi nízká
*) Průběh vlhkosti neodpovídá předpokládanému průběhu			



4.3. Kvalitativní a kvantitativní stanovení obsahu aniontů a kationtů ve stavebním materiálu

Koncentrace solí ve zdivu byla určena u 3 vzorků, které byly odebrány 26. 3. 2017 v interiéru objektu na místech, kde byla měřena vlhkost zdiva (obr. 38). Místa byla zvolena podle předpokládaného obsahu soli ve zdivu.



Obr. 38: Místa odběru vzorků

Měření obsahu aniontů a kationtů ve stavebním materiálu proběhlo za odborné asistence paní Loušové v laboratoři ČVUT v rámci dvou dní. První den byly vzorky pomocí kladiva rozdrčeny a cca 2 g vzorku byly nasypány do Erlenmeyerovy baňky. Poté bylo do jednotlivých baněk nalito 100 ml destilované vody. Tato směs byla povařena za občasného promíchání, a poté byla na 10 minut vystavena ultrazvuku. Přes noc byly jednotlivé směsi ponechány k sedimentaci.

Druhý den proběhlo samotné měření salinity (obr. 39 a 41). Nejdříve byla každá směs přefiltrována, a poté bylo zjištěno pH všech vzorků, následně obsah chloridů, amoniaku, dusičnanů a síranů obsažených ve vzorcích. Stanovení obsahu jednotlivých solí bylo určeno pomocí fotometrického přístroje Spectroquant Pharo 300 (obr. 40). Před měřením musely být všechny vzorky chemicky upraveny podle příloženého návodu, který je dán výrobcem fotometru. Fotometr je optický přístroj, jež určuje obsah kationtů a aniontů na základě intenzity zabarvení vzorku. Chemicky upravený vzorek se naleje do kyvety, a poté



Obr. 39: Měření obsahu síranů ve vzorku

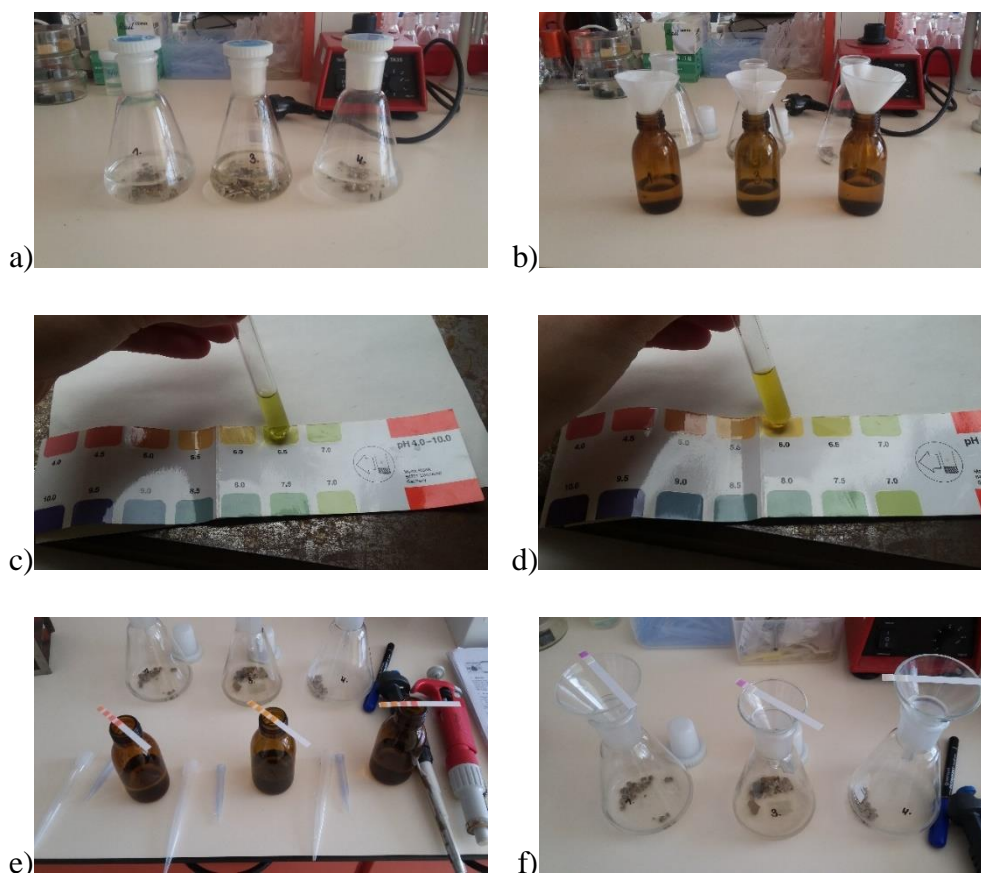


uloží do fotometru, který zjistí koncentraci soli ve vzorku. Výsledkem je hodnota koncentrace v jednotkách mg/l, a ta se dále musí přepočítat na jednotky mg/g materiálu.



Obr. 40: Fotometr Spectroquant Pharo 300

Pomocí analytických testovacích proužků bylo provedeno předběžné stanovení kationtů a aniontů ve vzorku, kdy byla zjištěna vyšší koncentrace dusičnanů (růžový odstín) u prvního a druhého vzorku, proto byly tyto vzorky zředěny destilovanou vodou v poměru 1:10. Stejně tak byla vyšší koncentrace síranů (oranžový odstín) u druhého a třetího vzorku. Tato skutečnost musí být zohledněna ve výpočtu.



Obr. 41: Příprava vzorků pro určení salinity a) Vzorky v Erlenmeyerově baňce, b) filtrace vzorků, c) určení pH druhého vzorku, d) určení pH třetího vzorku, e) předběžné určení síranů ve vzorcích, d) předběžné určení dusičnanů ve vzorcích



Celkově byla na fotometrickém přístroji provedena 4 měření dle předepsaných postupů, která určila koncentraci kationtů a aniontů ve vzorcích. Naměřené hodnoty byly zpracovány a přepočítány (Tab. 6) a následně porovnány s tabulkovými hodnotami z normy ČSN EN 73 0610 (Tab. 7).

Z výsledků naměřených hodnot vyplývá, že odebrané vzorky mají vyšší obsah dusičnanů a síranů, a tudíž bude navrženo vhodné sanační opatření.

Tab. 6: Koncentrace soli ve stavebním materiálu [9]

Stupeň zasolení zdiva	Chloridy		Dusičnany		Sířany	
	Koncentrace soli [mg/g]	Hmotnost [% hm]	Koncentrace soli [mg/g]	Hmotnost [% hm]	Koncentrace soli [mg/g]	Hmotnost [% hm]
nízký	< 0,75	< 0,075	< 1,0	< 0,1	< 5,0	< 0,5
zvýšený	0,75 až 2,0	0,075 až 0,20	1,0 až 2,5	0,1 až 0,25	5,0 až 20	0,5 až 0,20
vysoký	2,0 až 5,0	0,20 až 0,50	2,5 až 5,0	0,25 až 0,50	20 až 50	2,0 až 5,0
velmi vysoký	> 5,0	> 0,50	> 5,0	> 0,50	> 50	> 5,0

Tab. 7: Naměřené hodnoty obsahu salinity a jejich posouzení s normou

Bod odběru	Hmotnost [g]	pH	Chloridy			Amoniak		
			[mg/l]	[mg/g]	Posouzení	[mg/l]	[mg/g]	Posouzení
10	1,9	6	2,5	0,1316	nízký	0,62	0,0326	-
28	2,1	6,5	9,9	0,4714	nízký	0,26	0,0124	-
38	2	6,5	9,1	0,455	nízký	0,27	0,0135	-

Bod odběru	Hmotnost [g]	pH	Dusičnany			Sířany		
			[mg/l]	[mg/g]	Posouzení	[mg/l]	[mg/g]	Posouzení
10	1,9	6	2,2	0,1158	nízký	92	48,42	vysoký
28	2,1	6,5	2,2	1,05	zvýšený	150	71,4	velmi vysoký
38	2	6,5	2,2	1,1	zvýšený	206	10,3	zvýšený



5. Stavebně technický průzkum - Analýza poruch

5.1. Poruchy způsobené vlivem vody

5.1.1. Kapilární vztlínání vody

Vzhledem k době, ve které byl objekt vystaven, lze předpokládat, že spodní stavba není nijak chráněna proti vodě. V případě, že hydroizolace byla provedena, již neplní svou funkci z důvodu přítomné vlhkosti v konstrukci. V interiéru kostela se nacházejí místa s viditelným působením vztlínající vlhkosti, zejména ve vstupní části, hlavní lodi a transeptu. Při stanovení vlhkosti zdiva byl určen stupeň vlhkosti na různých místech objektu (viz kap. 4. 2.). Ze všech stran objektu, nejvíce však ze severovýchodní a severozápadní strany, jsou patrné vlhkostní mapy na kamenném soklu sahající do výšky přibližně 1 m (obr. 41 a 42).



Obr. 41: Vlhkostní mapa na SZ straně



Obr. 42: Vlhkostní mapa na SV straně

Oblast nejvíce namáhána vztlínající vlhkostí je u hlavního vstupu a bočního vchodu do hlavní lodi (obr. 43), kde dochází k opadávání omítky a výkvětům solí na povrchu. Dalším velmi namáhaným místem v interiéru je vstupní část bočního vchodu, kde se nachází kamenné schody na kůr (obr. 44). Tato skutečnost také zohledňuje fakt, že zde byla naměřena poměrně vysoká vlhkost zdiva (viz Tab. 4). Postižená místa byla také podrobena měření koncentrace soli ve zdivu (viz Tab. 7). Vztlínající vlhkost způsobuje opadávání omítky v dolní části interiéru objektu, kdy při větším poškození má vliv na únosnost a trvanlivost zdících prvků.



Obr. 43: Vzlínající vlhkost v hlavní lodi



Obr. 44: Vzlínající vlhkost u bočního vchodu na kůr

5.1.2. Zatékání srážkové vody

Zatékání srážkové vody lze pozorovat v hlavní lodi v 1. NP na nosných zdech a stropní části konstrukce. Voda proniká skrz poškozenou střešní krytinu do krovu, a poté prosakuje do stropu, kde způsobuje vlhkostní mapy na nosných konstrukcích (obr. 45).



Obr. 45: Zatečená voda ve stropě

Dále se srážková voda dostává do objektu přes okenní rámy, jejichž skleněná výplň není těsná (obr. 46). Příčinou zatékání v tomto místě může být i kondenzace vodní páry na oknech. Další místo s vlhkostní mapou způsobené srážkovou vodou se nachází na oratoři.



Obr. 46: Srážková voda protékající přes okenní rámy

Dalším zdrojem vlhkosti může být vlhkostní zátěž způsobená návštěvníky, kdy při větším počtu lidí v objektu dochází ke kondenzaci vodní páry na vnitřním povrchu chladných konstrukcí. Opakující se jev způsobuje postupné rozrušování konstrukcí a vede k tvorbě plísní [9].

Zatékání neprobíhá pouze v interiéru, ale je také patrné v exteriéru, kde je pravděpodobně poškozeno oplechování a špatně proveden odvod srážkové vody. Dochází k degradaci okapní římsy a tvorbě vlhkostních map na fasádě. Nejvíce poškozená místa jsou z obou stran hlavní lodě pod okapní římsou (obr. 47). Zatékání srážkové vody probíhá i na nosných stěnách presbytáře, kde dochází k opadávání omítky a malých kusů zdiva (obr. 48).



Obr. 47: Zatečená srážková voda



Obr. 48: Zatečená voda a opadaná omítka

5.1.3. Hnaná srážková voda

Dalším zdrojem zvýšené vlhkosti v konstrukci je hnaná srážková voda vznikající zejména při větších deštích spolu s větrem. Vzhledem k umístění kostela je objekt vystaven působení větru ze všech stran, a proto je degradace způsobená hnanou srážkovou vodou viditelná na celém objektu, obzvláště na věži, a to ze všech stran (obr. 49).



Následkem vody způsobené silným deštěm dochází k postupné degradaci omítky, tvorbě map a smývání původní barvy fasády (obr. 50).



Obr. 49: Působení srážkové vody

Obr. 50: Působení hnané srážkové vody v oblasti tympanonu

5.2. Poruchy svislých nosných konstrukcí

Příčinou vzniku trhlin v objektu je s největší pravděpodobností nerovnoměrné sednutí základové konstrukce. Tato skutečnost má za následek vznik trhlin nejen ve svislých konstrukcích, ale také ve vodorovných, které budou popsány v kap. 5.3.

Ve svislých konstrukcích se nachází velké množství trhlin, jejichž tvar i šířka se liší. Na konstrukci jsou patrné jak v interiéru, tak z exteriéru. Na fasádě kostela se nachází mnoho vlasových trhlin, zejména na severozápadní straně. Ty se objevují nejčastěji kolem oken.

Několik vlasových trhlin bylo zpozorováno v místě lunet v oblasti lomeného oblouku, další svislé tahové trhliny lze pozorovat v sakristii a presbyteriu. Při provádění stavebně technického průzkumu bylo objeveno pár závažnějších trhlin. V příčné lodi v 1. NP vedle kazatelny se nachází trhlina se šířkou asi 3 mm, jejíž průběh je od soklové části až k parapetu okna (obr. 51). Další trhlina šířky vznikající od parapetu se nachází v jednom z přístavků (obr. 52).



Obr. 51: Svislá tahová trhлина

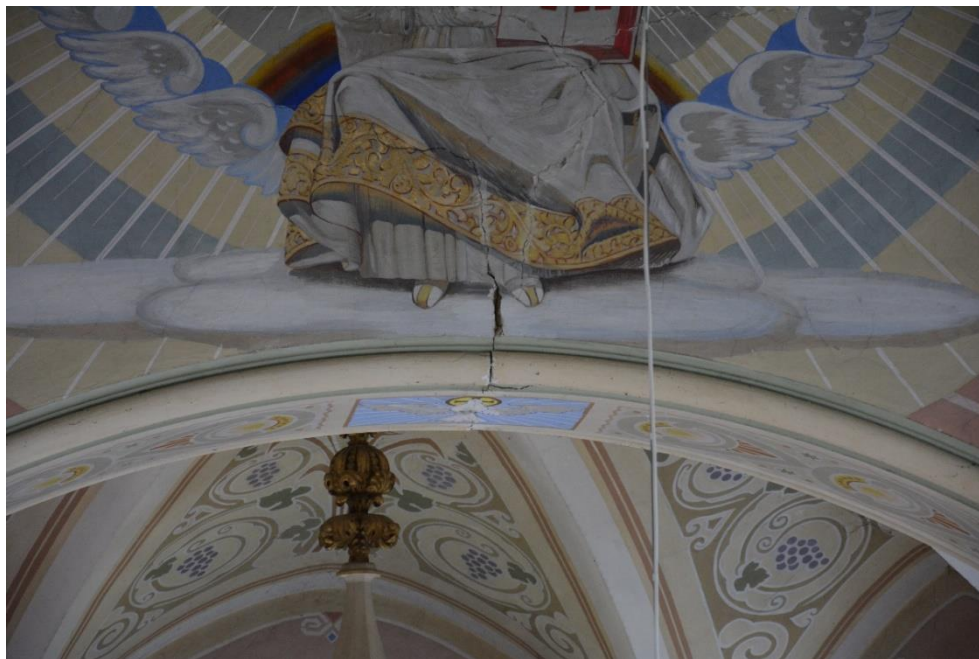


Obr. 52: Svislá trhлина

5.3. Poruchy vodorovných nosných konštrukcií

Nejvíce trhlin se nachází v klenbách v hlavní a příčné lodi. V 1. NP v hlavní lodi pod kůrem jsou křížové klenby poškozeny svazkem vlasových trhlin. V půlkruhových klenbách se vyskytují patrně širší trhliny, kolem nichž došlo k postupnému opadávání tenké vrstvy omítky. Velké množství vlasových trhlin je patrně právě v hlavní lodi, zejména pak v oblasti spojení půlkruhové klenby s lunetou. Šířku trhlin vyskytujících se v klenbách není možné změřit z důvodu vysokého stropu. Vznik trhlin ve vodorovných konstrukcích je pravděpodobně způsoben, stejně jako u svislých, sednutím základové konstrukce.

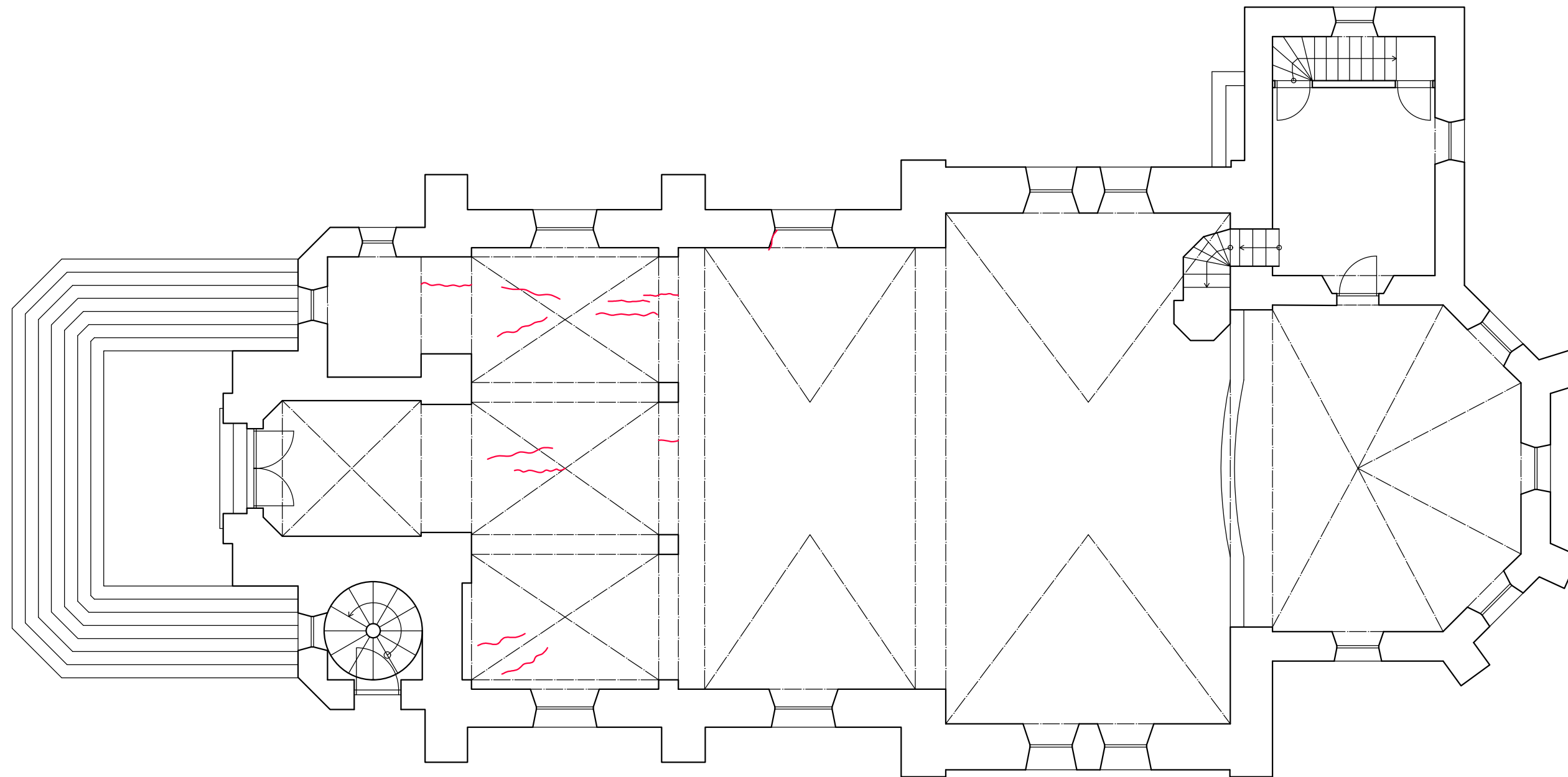
Nejzávažnější poruchou ve vodorovné konstrukci lze považovat viditelná tahová trhлина velké půlkruhové klenby široké 900 mm, u níž dochází k pomalému posunu pravé podpory vlivem posunů základové konstrukce. Bohužel není možné se k trhlíně dostat blíže, díky tomu lze z pořízené fotodokumentace odhadnout, že šířka trhliny je přibližně 5 až 10 mm v rozšiřující se části. Jelikož je tato porucha poněkud závažná, bude v následující kapitole navrženo vhodné sanační opatření.



Obr. 53: Svislá tahová trhлина v klenbě

5.4. Výkresová dokumentace poruch

Výkresová dokumentace poruch objektu nebyla k dispozici, a proto byla v rámci zpracování bakalářské práce vytvořena.



LEGENDA

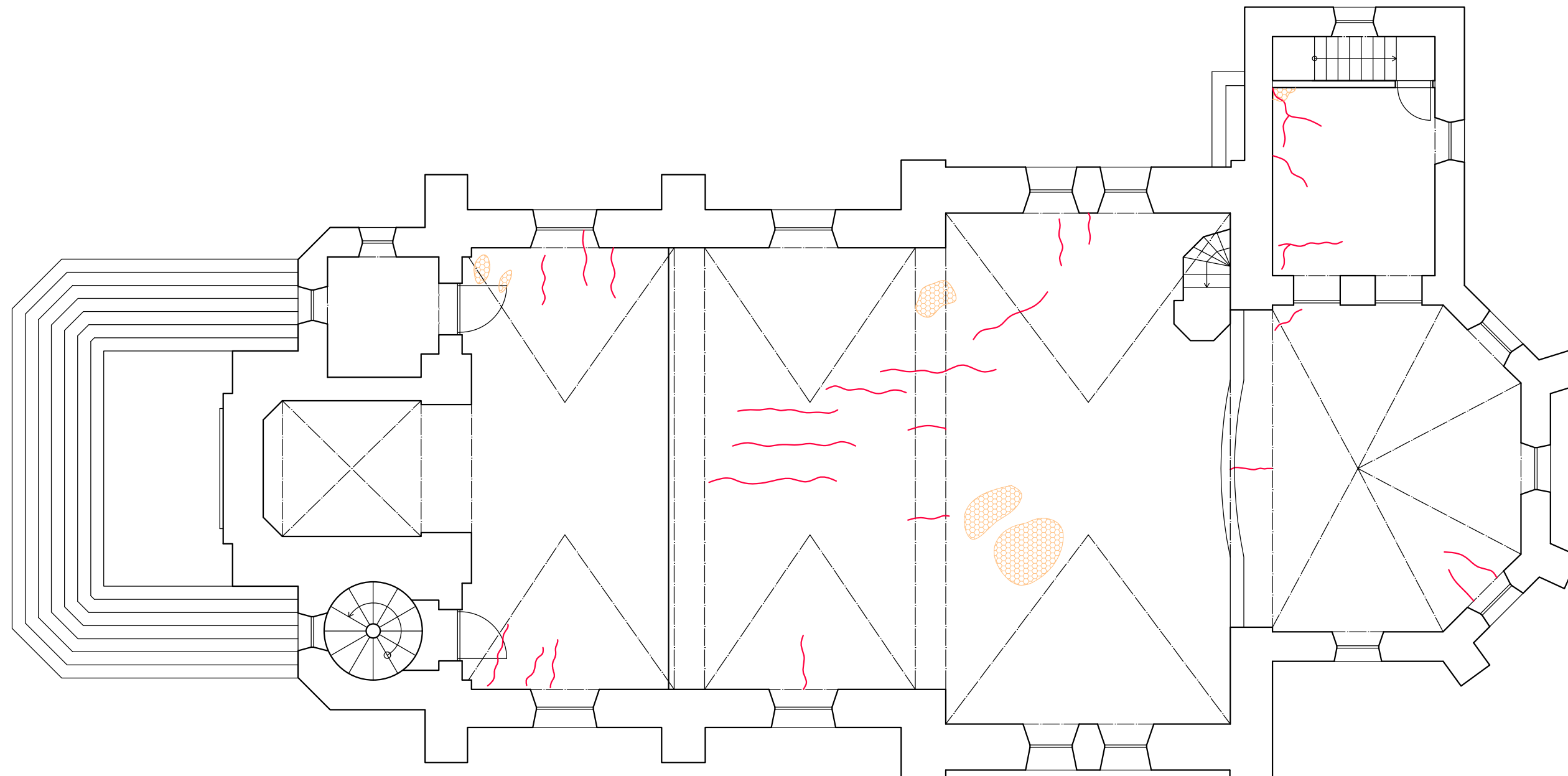
 VODOROVNÉ TRHLINY

±0,000 = 258 m. n. m. Bpv

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
 Fakulta stavební
 Katedra konstrukcí pozemních staveb



Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908			
Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:100
Vypracovala	Emu Škarecká	Formát	2xA4
Kontroloval	doc.Ing.Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
Název výkresu	PŮDORYS PORUCH 1.NP	Č. výkresu	7



LEGENDA

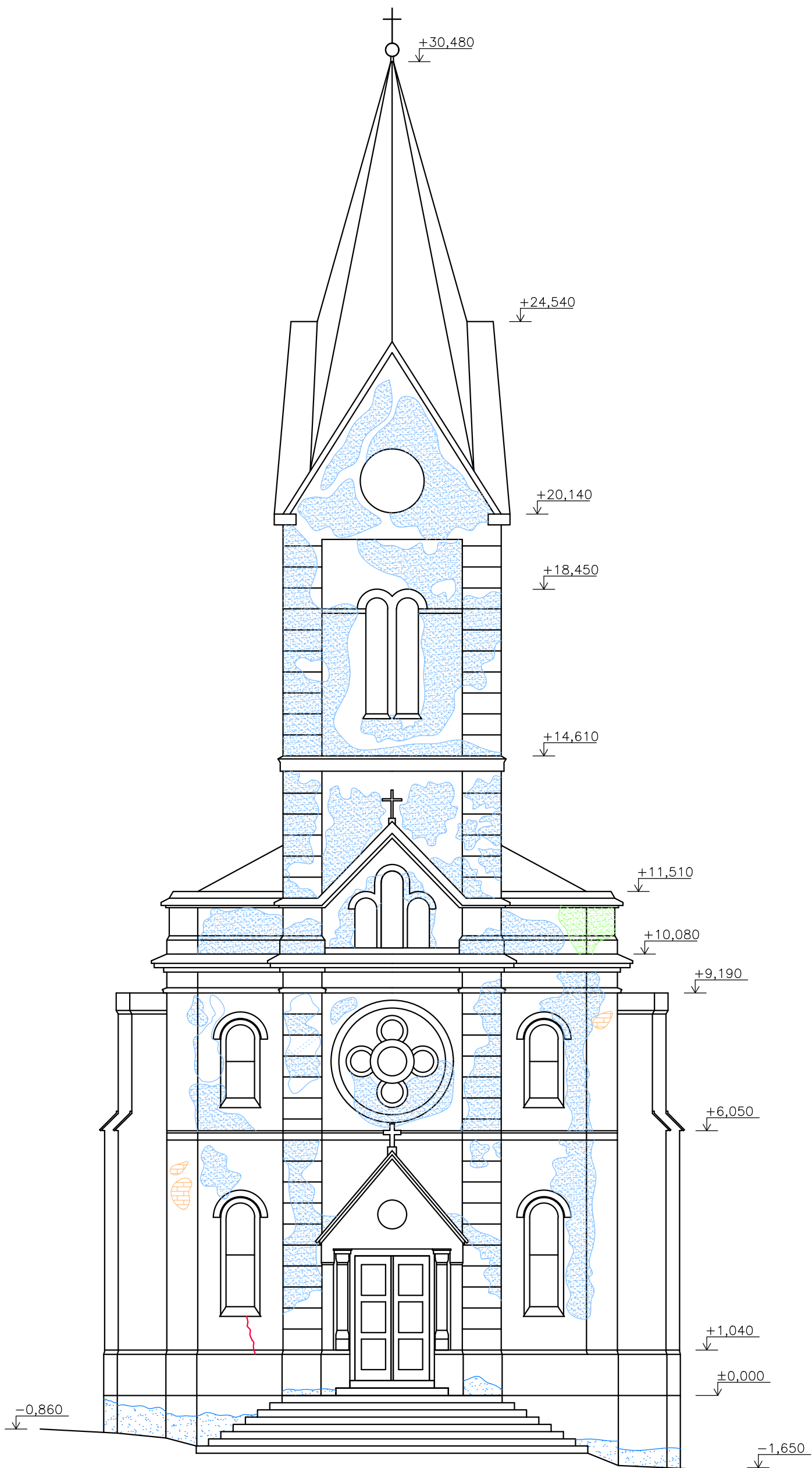
-  VODOROVNÉ TRHLINY
-  PROJEV VLHKOSTI VE STROPNÍ KCI

±0,000 = 258 m. n. m. Bpv






ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
 Fakulta stavební
 Katedra konstrukcí pozemních staveb



Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908			
Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:100
Vypracovala	Emu Škarecká	Formát	2xA4
Kontroloval	doc.Ing.Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
Název výkresu	PŮDORYS PORUCH 2.NP	Č. výkresu	8



LEGENDA

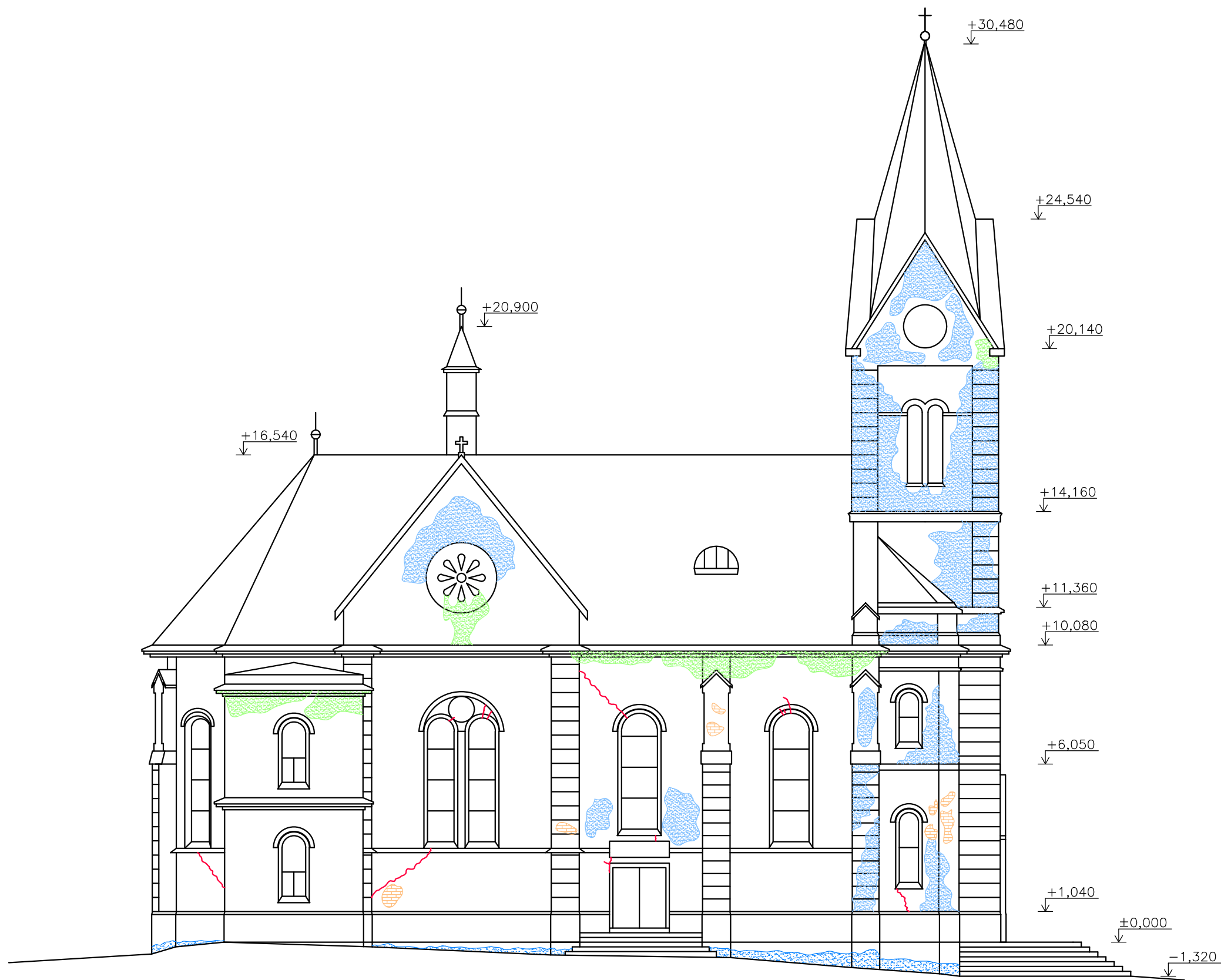
-  TRHLINY VE SVISLÝCH KONSTRUKCÍCH
-  PROJEVY ZATĚKÁNÍ VODY
-  PROJEVY HMANÉ SRÁŽKOVÉ VODY
-  PROJEVY VZLÍNÁJÍCÍ VODY
-  OPADANÁ OMÍTKA






±0,000 = 258 m. n. m. Bpv

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
 Fakulta stavební
 Katedra konstrukcí pozemních staveb



Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908			
Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:100
Vypracovala	Emma Škarecká	Formát	2x44
Kontroloval	doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
Název výkresu	PORUCHY – POHLED JZ	Č. výkresu	9



- LEGENDA
-  SVISLÉ TRHLINY
 -  PROJEVY ZPŮSOBENÉ ZATEKÁNÍM VODY
 -  PROJEVY HANÉ DEŠŤOVÉ VODY
 -  PROJEVY ZPŮSOBENÉ VZLÍNÁNÍM VODY
 -  OPADANÁ OMÍTKA

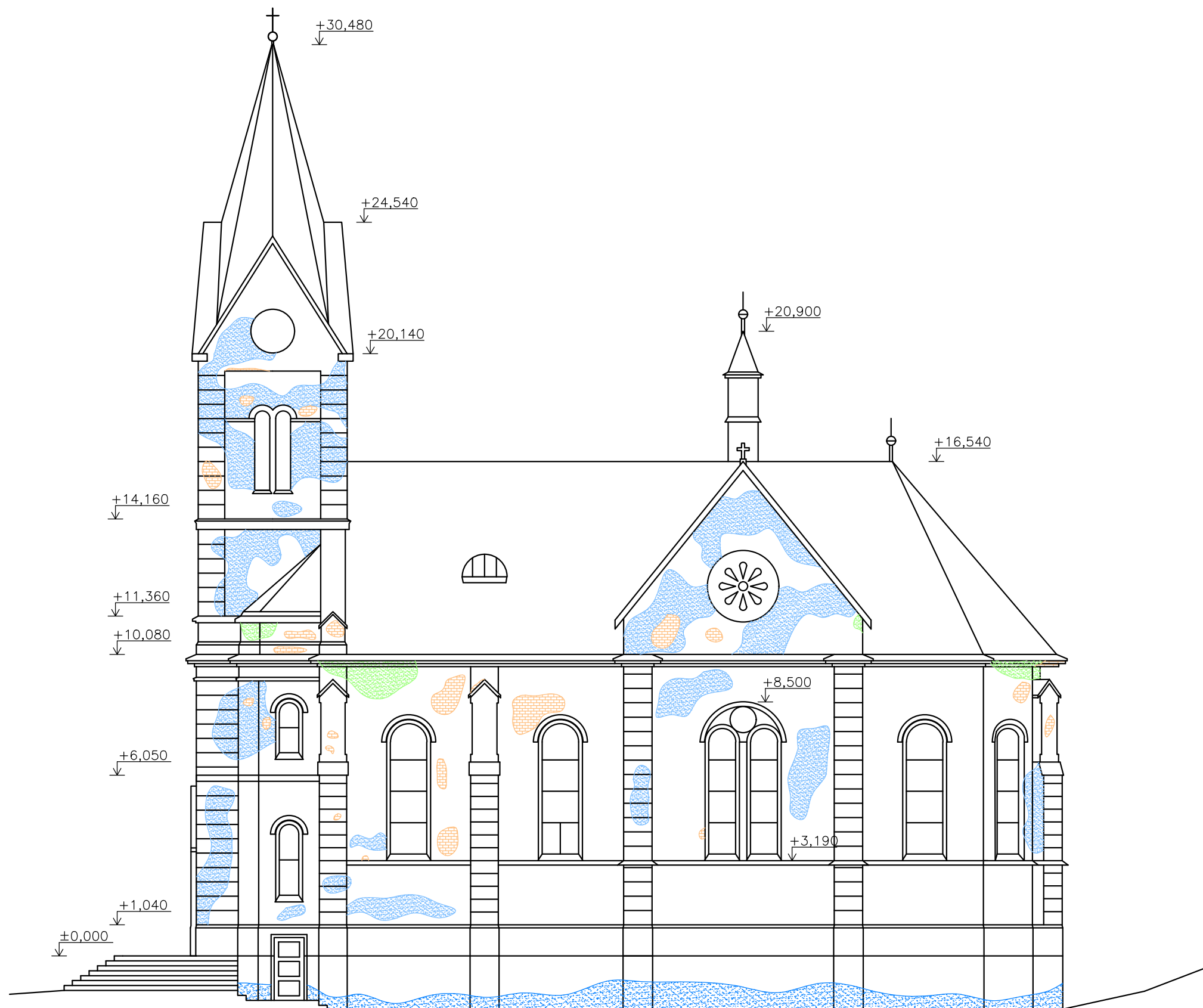
±0,000 = 258 m. n. m. Bpv






ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
 Fakulta stavební
 Katedra konstrukcí pozemních staveb

Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908

Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:150
Vypracovala	Emu Škarecká	Formát	2xA4
Kontroloval	doc.Ing.Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
Název výkresu	PORUCHY – POHLED SZ	Č. výkresu	10





- LEGENDA
-  SVISLÉ TRHLINY
 -  PROJEVY ZPŮSOBENÉ ZATEKÁNÍM VODY
 -  PROJEVY HANÉ DEŠŤOVÉ VODY
 -  PROJEVY ZPŮSOBENÉ VZLÍNÁNÍM VODY
 -  OPADANÁ OMÍTKA

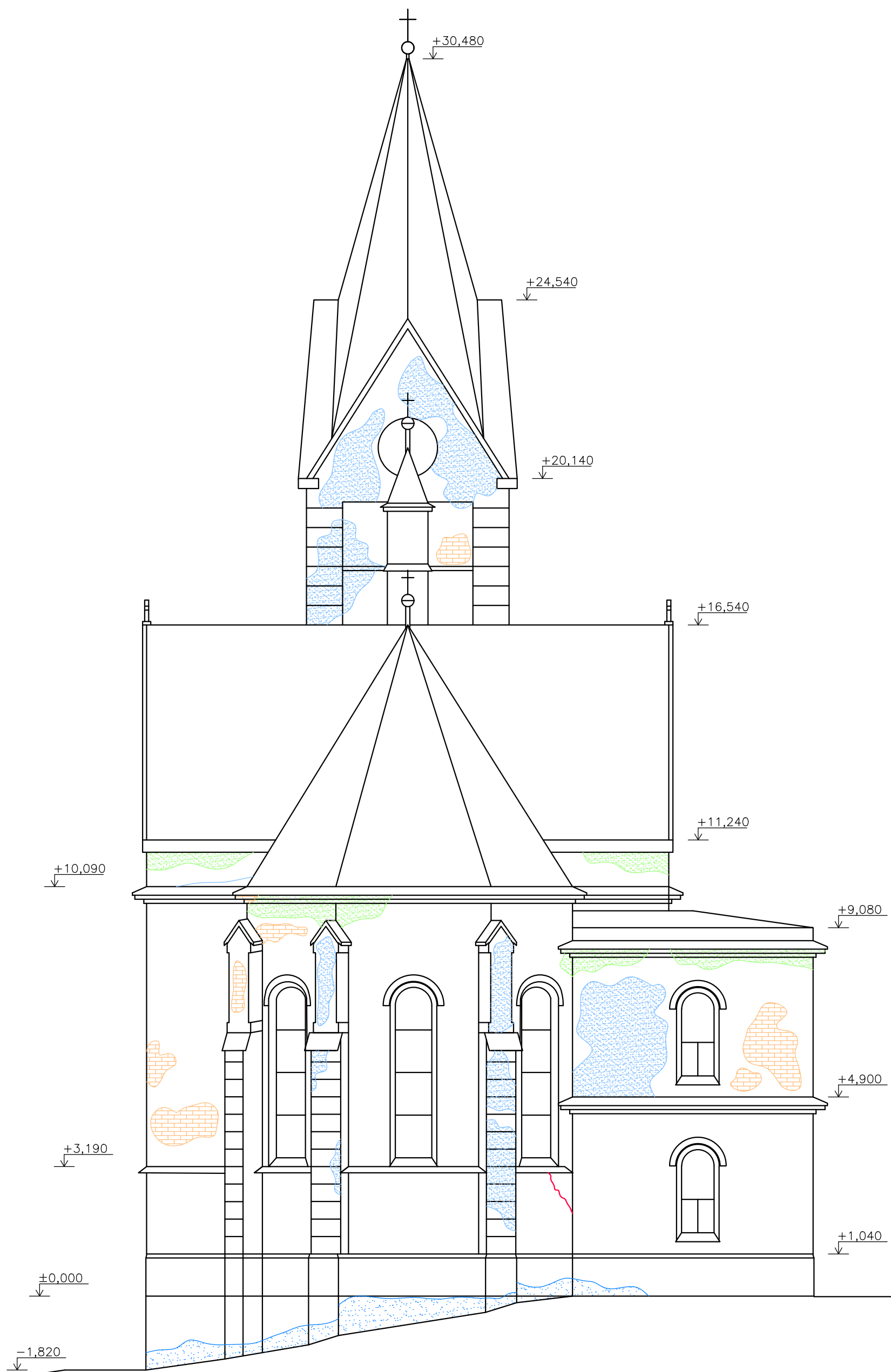
±0,000 = 258 m. n. m. Bpv

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
 Fakulta stavební
 Katedra konstrukcí pozemních staveb






Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908

Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:150
Vypracovala	Emma Škarecká	Formát	2xA4
Kontroloval	doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
Název výkresu	PORUCHY – POHLED JV	Č. výkresu	11





LEGENDA

-  TRHLINY VE SVISLÝCH KONSTRUKCÍCH
-  PROJEVY ZATĚKÁNÍ VODY
-  PROJEVY HMANÉ SRÁŽKOVÉ VODY
-  PROJEVY VZLÍNÁJÍCÍ VODY
-  OPADANÁ OMÍTKA

±0,000 = 258 m. n. m. Bpv

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Katedra konstrukcí pozemních staveb



Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908

Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:100
Vypracovala	Emma Škarecká	Formát	2x44
Kontroloval	doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
Název výkresu	PORUCHY – POHLED SV	Č. výkresu	12



6. Návrh sanačních opatření

6.1. Sanace zvýšené vlhkosti

Součástí stavebně technického průzkumu bylo měření vlhkosti zdiva kapacitní metodou, při níž bylo zjištěno, že v některých částech konstrukce je vlhkost zdiva vysoká. Nejvyšší naměřená hodnota je 12,1%, avšak většina hodnot se pohybuje v rozmezí 5 - 7,5 % vlhkosti, což je kvalifikováno jako zvýšená vlhkost, a je tedy potřeba v tomto objektu snížit její koncentraci.

Jelikož se v objektu nachází klenby, není možné použít mechanické metody sanace. Pro sanaci zvýšené vlhkosti byla proto vybrána metoda vzduchových dutin, která se aplikuje v případě vlhkosti 4-7% hm. Účinnost této metody závisí především na proudění vzduchu v okolí budovy a jeho parametrech. Ve většině případů se provádí provětrávané vzduchové dutiny spolu s provětrávanou podlahou. V tomto případě se uvažuje, že provětrávaná podlaha bude dostatečným sanačním řešením pro odvod vlhkosti ze zdiva [12].

6.1.1. Podlahové vzduchové dutiny

Podlaha bude odvětrána pomocí speciálních tvarovek zvaných IGLÚ od společnosti Gabex s.r.o., které umožňují průchod vzduchu pod podlahou, čímž tak zajišťují odvod vlhkosti, jak z přiléhající zeminy pod podlahou, tak ze stěn [13].

Při provádění této sanace se nejprve připraví podklad, na který se položí geotextilie Filtek 300 g/m² a na ni zhutněný štěrk tloušťky 15 cm. Poté budou provedeny nasávací a výdechové kanálky, jejichž převýšení musí být alespoň 1,5 m, aby docházelo ke komínovému efektu a proběhla potřebná výměna vzduchu. Plastové trubice o průměru 12 cm se pak uloží do vysekaného otvoru ve zdi. Kanálky budou v obvodové zdi rozmístěny po zhruba 4 až 5 metrech vždy naproti sebe pro odvod a vývod vzduchu. Nasávání vzduchu je zvoleno z jihovýchodní strany, a to z důvodu většího proudění vzduchu na této straně, kde k proudění vzduchu nebrání žádné objekty. Naproti tomu vývod vzduchu bude na severozápadní straně, na níž se nachází zástavba domů a stromy. Velikost tvarovek byla zvolena 50 cm (označení Iglú H50). Položeny budou na zhutněný štěrk a nad nimi bude vytvořena železobetonová deska tloušťky 40 mm a dále nášlapná



vrstva podlahy. Vyšší tvarovky byly navrženy z důvodu větší výměny vzduchu v provětrávané podlaze.

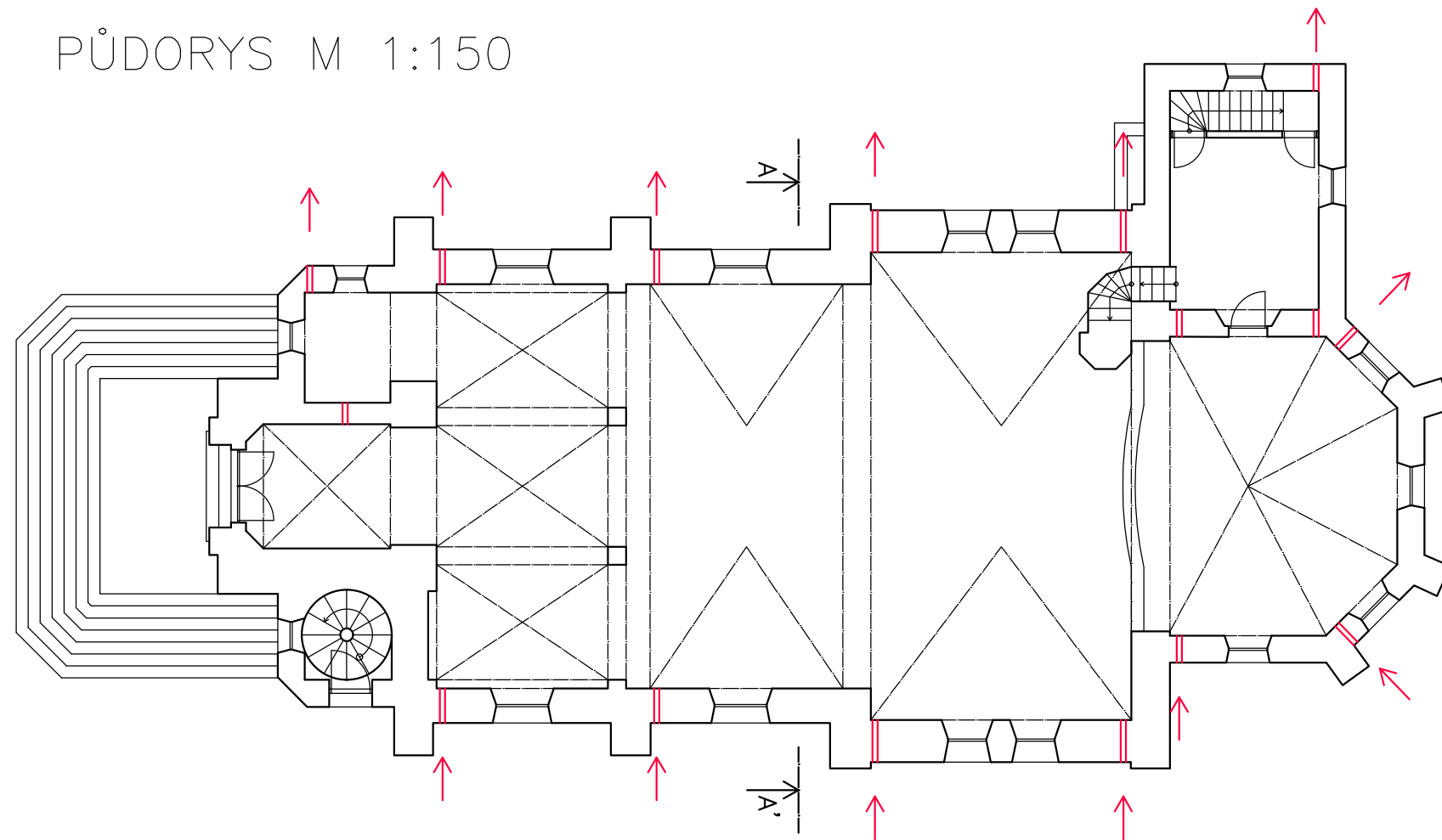
Nedílnou součástí návrhu sanace je použití nepřímých sanačních metod, jejichž účinek omezí zdroje a příčiny výskytu vlhkosti v konstrukci. Při analýze poruch byly zjištěny degradace způsobené mnoha typy vlhkostí. Zatímco hnanou dešťovou vodu nelze tolik ovlivnit z důvodu umístění objektu, objekt bude muset být opatřen fungujícím odvodním systémem srážkové vody v podobě odvodů a svodů. Tomuto opatření ale předchází kompletní výměna střešní krytiny a oprava klempířských detailů, které zamezí zatékání vody do objektu.

6.1.2. Odsolování zdiva

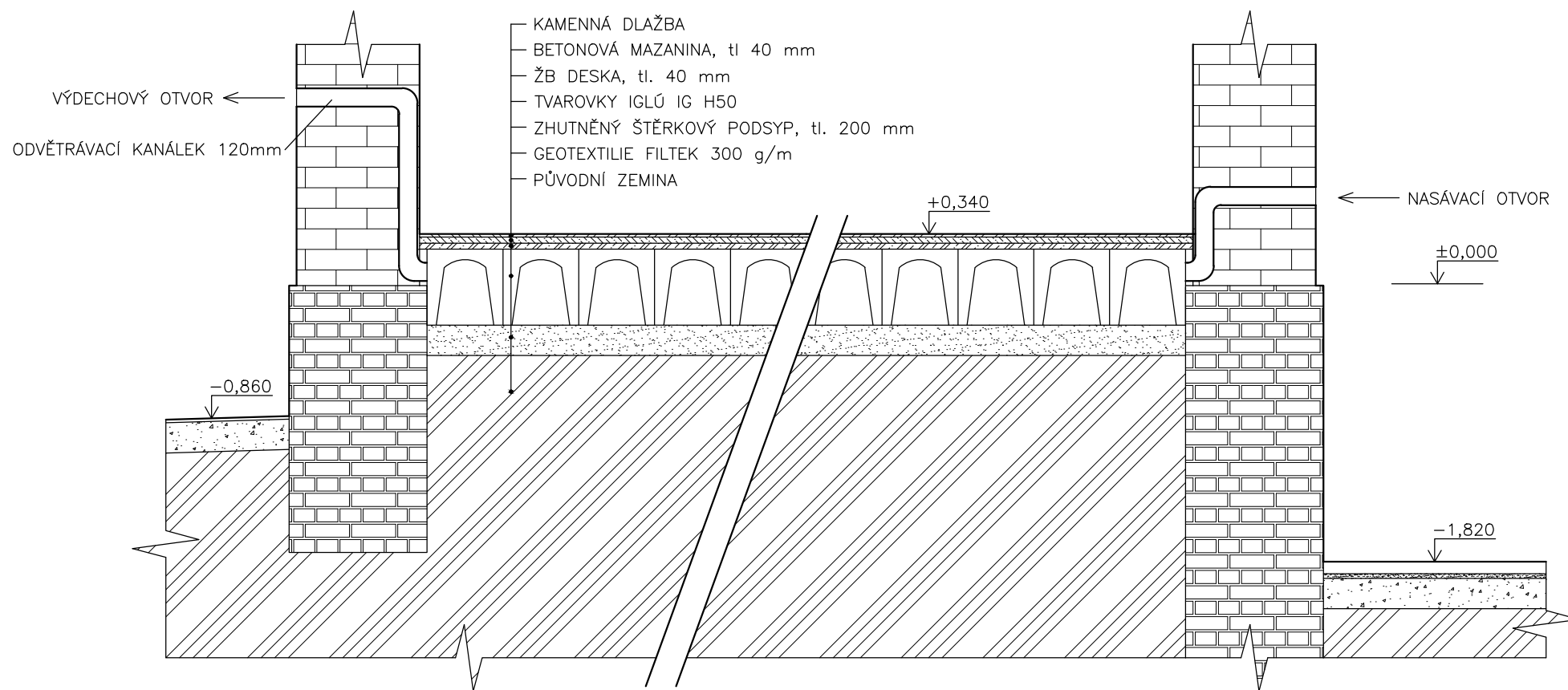
Další součástí stavebně technického průzkumu bylo zjištění koncentrace solí ve zdivu (viz kap 4.3.). Sanace spočívá prvotně v zabrání přístupu vlhkosti do zdiva, a pak snížení koncentrace rozpustných solí, aby dále nedocházelo k poškozování zdiva [14]. Soli nelze úplně odstranit, ale pouze snížit jejich koncentraci. Salinita zdiva se ovšem může vyskytovat i v hlubších místech zdiva, k čemuž by musel být proveden detailnější průzkum týkající se tohoto problému.

Pro snížení koncentrace salinity ve zdivu byla vybrána sanační omítka, která se od obyčejné liší ve větším počtu pórů. Svými vlastnostmi umožňuje odpařování vlhkosti ze zdiva, a rovněž usazování solí uvnitř pórového systému. Účinnost závisí na množství usazené soli uvnitř pórového systému. Na celý objekt bude navrhována sanační jednovrstvá omítka o tloušťce 20 mm. Před samotnou aplikací se odstraní původní zasolená omítka a vyčistí spáry zdiva do hloubky 20 mm. Poté se nanese jednovrstvá sanační omítka Cemix v úrovni soklu v celém objektu.

PŮDORYS M 1:150



ŘEZ A-A' M 1:40



LEGENDA

-  KAMENNÁ DLAŽBA
-  BETONOVÁ MAZANINA
-  CIHELNÉ ZDIVO
-  SMÍŠENÉ ZDIVO
-  ŽELEZOBETON
-  ZHUTNĚNÝ ŠTĚRKOVÝ NÁSYP
-  PŮVODNÍ ZEMINA

±0,000 = 258 m. n. m. Bpv

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE			
Fakulta stavební			
Katedra konstrukcí pozemních staveb			
Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908			
Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:150, 1:40
Vypracovala	Ema Škarecká	Formát	2xA4
Kontroloval	doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
Název výkresu	PROVĚTRÁVANÁ PODLAHA	Č. výkresu	13



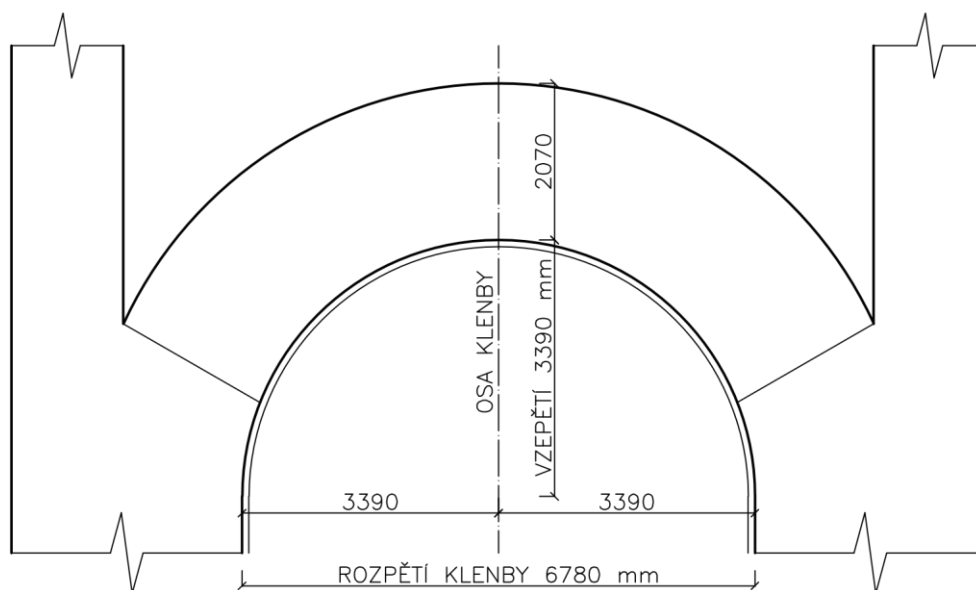


6.2. Sanace klenby

Jak už bylo řečeno, objekt je pravděpodobně vystaven nerovnoměrnému sedání základových konstrukcí. V klenbách se nachází několik svazků trhlin, zatímco u masivní půlkruhové klenby v presbyteriu je viditelná větší tahová trhlina přímo v ose klenby. Zcela primární je oprava základových konstrukcí a poté, co se odstraní příčina poruch základů a bude zabráněno jakémukoliv posunutí, se zrealizuje sanace klenby. Geometrie klenby byla odhadnuta na základě podobnosti kleneb ze stejného historického období.

Výpočet klenby pomocí grafické metody

Pomocí grafické metody byly vypočítány síly v konstrukci. Přístup do krovové části nebyl z důvodu bezpečnosti umožněn, proto je geometrie klenby a celkový výpočet pouze orientační. Pomocí stavebně technického průzkumu bylo zjištěno, že krov je uložený na nosné obvodové zdi, a tudíž klenba je zatížena pouze vlastní tíhou a částí stropu presbyteria. Uložení klenby na nosné stěny je odhadnuto (obr. 55). Výpočet byl proveden podle ČSN EN 1996-1-1 [18,24].



Obr. 55: Odhadnutá geometrie klenby



Vstupní hodnoty pro výpočet

Klenba	Cihly	Malta	Obj. hmotnost [kg/m ³]	Rozpon [mm]	Vzepětí [mm]	Tloušťka [mm]
valená	CP5	vápenná	1800	6780	3390	2070

Výpočet síly F_x

F _x na 0,9 m		F _k [kN/m ²]	γ	F _d [kN/m ²]
Cihelná klenba	2,07x0,9x1800x0,01	33,53	1,35	45,27
Zatížení od kleneb v presbyteriu	0,5x0,61x1800x0,01	5,49		7,41
Zatížení celkem		39,02		52,68

Tab. 8: Hodnoty pro výpočet vodorovné síly H

A1 = 1,172 m ²	F1 = 61,74 kN	x1 = 3,476 m
A2 = 1,193 m ²	F2 = 62,85 kN	x2 = 2,911 m
A3 = 1,234 m ²	F3 = 65,01 kN	x3 = 2,346 m
A4 = 1,319 m ²	F4 = 69,49 kN	x4 = 1,781 m
A5 = 1,463 m ²	F5 = 77,07 kN	x5 = 1,216 m
A6 = 1,771 m ²	F6 = 93,30 kN	x6 = 0,651 m

Momentová podmínka okolo bodu b:

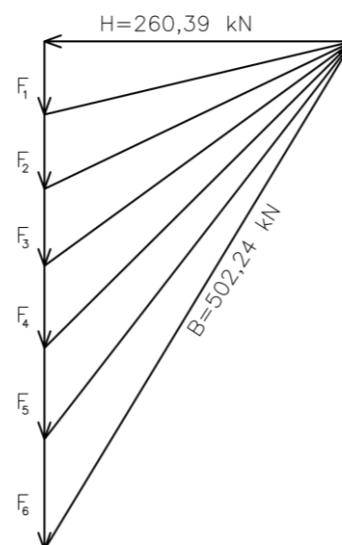
$$H * h = \Sigma (F_i * x_i)$$

$$H * 3,181 = F_1 * x_1 + F_2 * x_2 + F_3 * x_3 + F_4 * x_4 + F_5 * x_5 + F_6 * x_6$$

$$H * 3,181 = 61,74 * 3,476 + 62,85 * 2,911 + 65,01 * 2,346 + 69,49 * 1,781 + 77,07 * 1,216 + 93,30 * 0,651$$

$$H = \frac{828,311}{3,181} = 260,393 \text{ kN}$$

Z grafické metody rovnováhy sil: **B = 502,24 kN**



Obr. 56: Grafická metoda



Posouzení únosnosti klenby v patě a ve vrcholu:

$$N_{Rd} = \phi_m * b * t * f_{d,z}$$

$$e = \frac{1}{6} * t = \frac{1}{6} * 2070 = 345 \text{ mm}$$

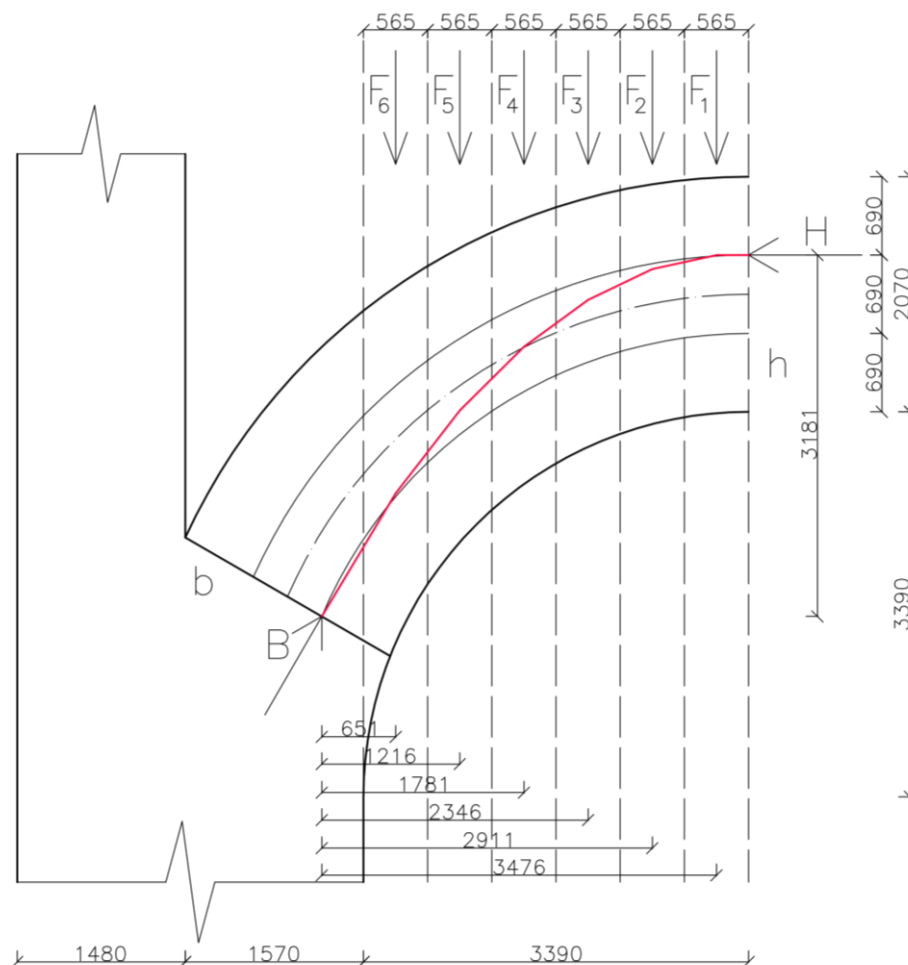
$$\phi_m = 1 - \frac{2e}{t} = 1 - \frac{2 * 345}{2070} = 0,667$$

$$f_{k,z} = K * f_b^{0,65} * f_m^{0,25}$$

$$f_{k,z} = 0,8 * 0,55 * 5^{0,65} * 0,3^{0,25} = 0,927 \text{ MPa}$$

$$N_{Rd} = 0,667 * 0,9 * 2,07 * \frac{0,927 * 10^3}{2,2} = 525,931 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 525,931 \text{ kN} > B = 502,24 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$



Obr. 57: Znázornění tlakové čáry



Klenbová konstrukce musí splňovat tři výminky rovnováhy, které musí vyhovět v každé spáře [19].

1) *Výminka rovnováhy vzhledem k pootočení.* Tato výminka **je splněna**, protože tlaková čára nevystupuje z jádra průřezu.

2) *Výminka rovnováhy vzhledem k posunutí.* Úhel sevřený výslednicí a kolmicí k vyšetřované spáře je menší než třetí úhel. Podmínka **je tedy splněna**.

3) *Výminka bezpečné pevnosti.* Pevnost materiálu v tlaku není v žádném místě průřezu překročena. Podmínka **je splněna**.

Z tohoto výpočtu vyplývá, že výminky rovnováhy jsou splněny a klenbová konstrukce tak vyhovuje, což potvrzuje předpoklad poruchy vlivem posunu podpory. V tomto případě je předpokládán posun podpory vodorovný a svislý. Proto byla pro sanaci klenby vybrána sanace ocelovým táhlem a sanace základových konstrukcí (viz kap. 6.2.).

6.2.1. Stažení klenby ocelovým táhlem

Přestože se v objektu v krovové části nachází ocelová táhla, pravděpodobně ztratily svoji funkci, neboť objekt vykazuje mnoho statických poruch. Proto bude navrženo nové táhlo, které staticky zajistí masivní valenou klenbu.

Porušená klenba bude sanována stažením ocelovým táhlem. Táhlo bude mít průměr 30 mm a bude aktivováno vnesením předpětí o velikosti 260,39 kN (dle výpočtu). Jako první se zaměří místo kotvení ve stěnách, poté se vyvrtají otvory a vloží roznášecí desky. Po umístění roznášecích desek se usadí táhlo se závitem na konci, které bude ukotveno pomocí matice. Uprostřed bude táhlo opatřeno rektifikačním článkem, který slouží v případě potřeby k dotažení táhla (obr. 58).

Tato sanace má jednu velkou nevýhodu - táhlo bude viditelné. V případě realizace této sanace je vhodné táhlo opatřit nátěrem identickým s ostatními povrchovými úpravami v kostele.



Návrh ocelového táhla

Pomocí grafické metody byla zjištěna vodorovná síla v podpoře, která se rovná normálové síle v táhle $N_t = 260,393 \text{ kN}$.

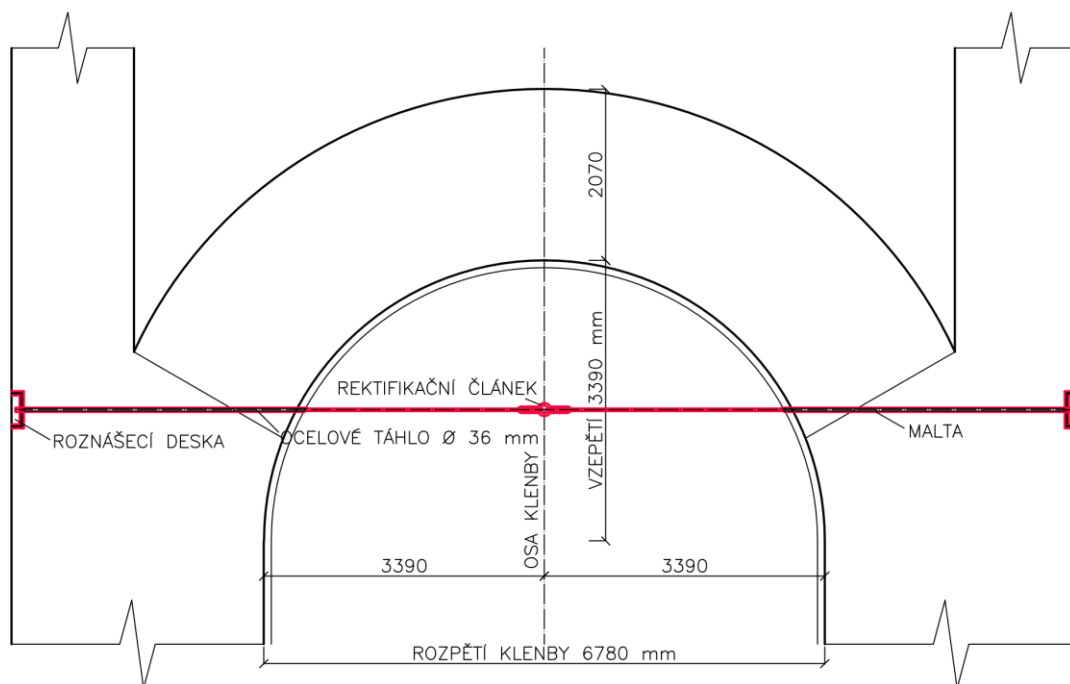
Návrh táhla: ocel **S 355** ($f_{yk} = 355 \text{ MPa}$, $E_s = 210 \text{ GPa}$); $\varnothing = 36 \text{ mm}$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi * 36^2}{4} = 1017,88 \text{ mm}^2$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{355}{1,0} = 355 \text{ MPa}$$

$$N_{Rd} = f_{yd} * A = 355 * 10^{-3} * 1017,88 = 361,35 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 260,393 < N_{Rd} = 361,35 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$



Obr. 58: Sanace klenby ocelovým táhlem

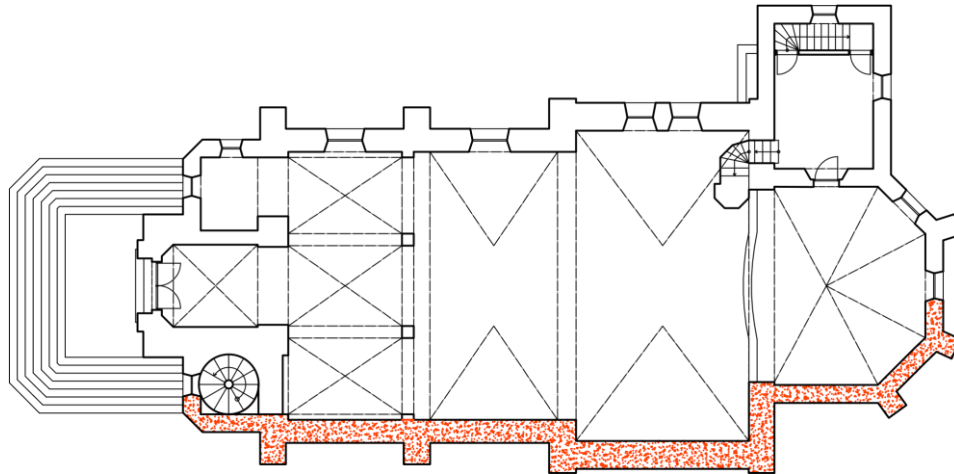


6.3. Sanace základových konstrukcí

Základové konstrukce jsou velmi důležité z hlediska nosného systému objektu. Jelikož statické poruchy vyskytující se na objektu jsou zapříčiněny pravděpodobně posunem základů, jejich sanace bude stěžejní, co se týče zamezení dalšího vzniku poruch v objektu.

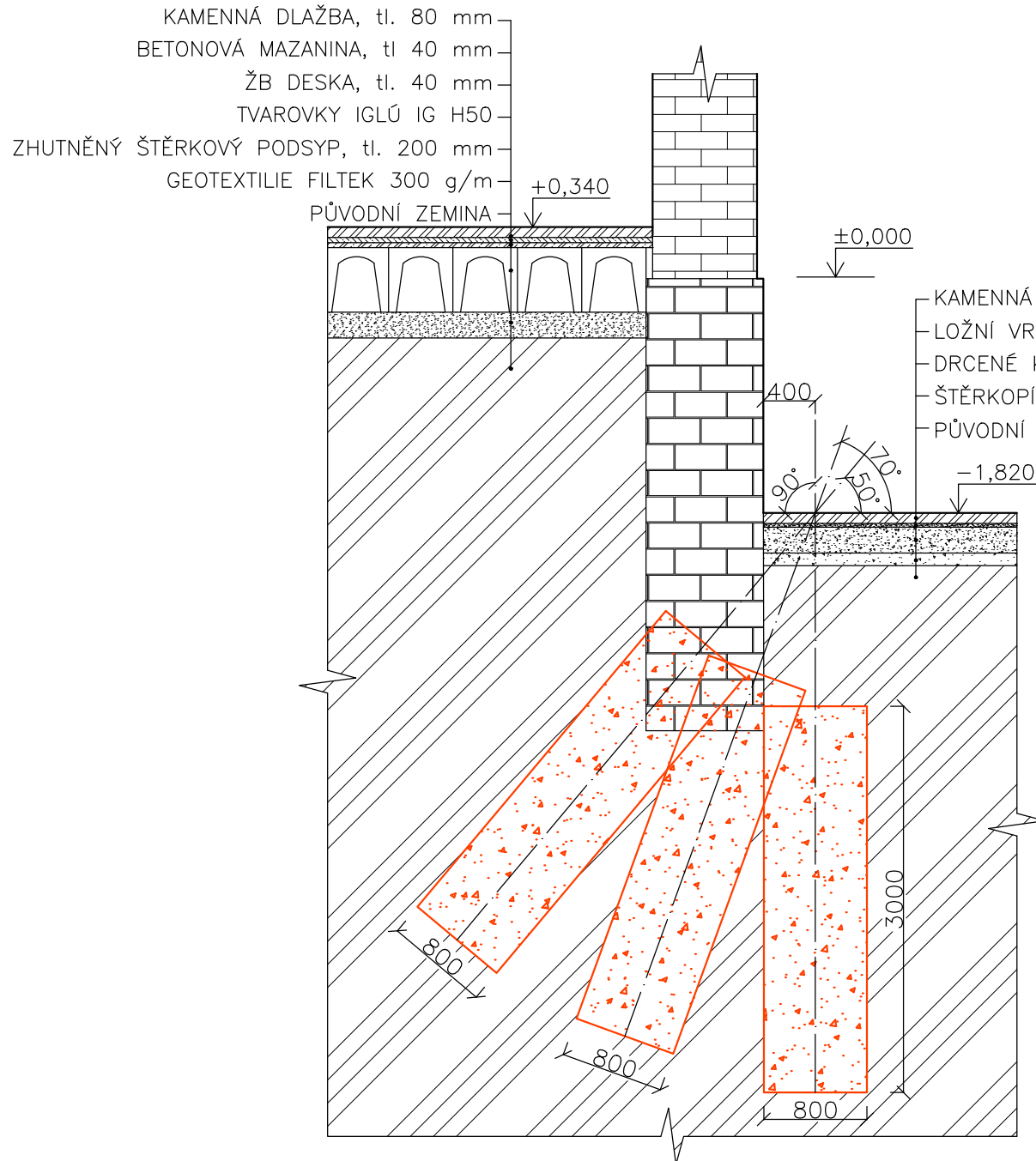
Protože není znám charakter základových konstrukcí, lze předpokládat, že základové konstrukce tvoří základové pasy ze smíšeného zdiva, charakteristické pro 19. a počátek 20. století. Před samotným provedením sanačního opatření základů je nutné zajistit kopané sondy, které určí přesnou skladbu základového podloží, charakter a přibližné rozměry základové konstrukce. Nicméně na tomto místě sonda nebyla nikdy provedena a nejbližší vrt je vzdálen asi 600 m. Podle geologické mapy má oblast s nejbližším vrtem ale jiné složení podloží než ta, kde se nachází kostel (viz obr. 15). Proto bude použita charakteristika podloží využitím geologické mapy [7]. Avšak nastává komplikovaná situace, protože základová půda v tomto okruhu je tvořena převážně jíly, prachovci a písky, na nějakých místech se vyskytují štěrky. Proto se uvažuje, že jíl bude mít větší podíl na skladbě podloží.

Důležitým bodem, který je nutno brát v potaz, je fakt, že základové konstrukce nemusí být soudržné, a proto jakékoliv otřesy v jejich blízkosti jsou nežádoucí. Pro sanaci základových konstrukcí byla zvolena tedy trysková injektáž. Tato metoda se dá použít pro všechny typy zemin, včetně jílovitých zemin, které tvoří základovou půdu pod objektem. Dalším klíčovým faktorem je cena této metody, která je v porovnání s ostatními metodami poněkud nákladná. Injektáž bude provedena na jihovýchodní straně objektu, jejíž základové konstrukce jsou vystaveny nerovnoměrnému sedání (obr. 54). Celá konstrukce spodní stavby je odhadnuta a je na ní znázorněno, jak bude trysková injektáž realizována (viz výkres č. 14).



Obr. 54: Vyznačení stěn, které budou podchyceny pomocí tryskové injektáže

Přesná metoda tryskové injektáže bude zjištěna po provedení podrobného stavebně technického průzkumu. V tomto případě se předpokládá použití tryskové injektáže zvané Monojet (viz Příloha). Sanace základů bude provedena pouze ze strany exteriéru. V prvním kroku dojde k prohloubení vrtu rotačním vrtáním do hloubky asi 4,5 m pod terénem, kde bude sloup začínat. Poté se začne vrtná soustava pomalu otáčet a tryskající směs bude vháněna do trysky pod tlakem asi 40 MPa. Rozměry vytvořeného sloupu budou přibližně 0,8 x 3,0 m. Tryskání je pozastaveno při dosažení horní úrovně sloupu. Pro zvýšení stability se na jednom místě vytvoří tři pilíře a injektuje se i část základů. Poté se vrtná soustava posune a tento technologický postup se opakuje [15]. Při realizaci pilířů je nutné brát ohled na další sanační opatření, a to provětrávanou podlahu, která bude provedena kvůli vysoké vlhkosti.



LEGENDA

	KAMENNÁ DLAŽBA
	BETONOVÁ MAZANINA
	CIHELNÉ ZDIVO
	SMÍŠENÉ ZDIVO
	ŽELEZOBETON
	ZHUTNĚNÝ ŠTĚRKOVÝ NÁSYP
	PŮVODNÍ ZEMINA
	SLOUPY TRYSKOVÉ INJEKTÁŽE

±0,000 = 258 m. n. m. Bpv

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
 Fakulta stavební
 Katedra konstrukcí pozemních staveb



Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z roku 1908

Objekt	kostel sv. Prokopa	Měřítko	1:50
Vypracovala	Ema Škarecká	Formát	A4
Kontroloval	doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok	2016/17
Název výkresu	TRYSKOVÁ INJEKTÁŽ	Č. výkresu	14



7. Závěr

Bakalářská práce se zabývá stavebně technickým průzkumem kostela sv. Prokopa ve Stříbrnicích, jehož součástí je analýza poruch vyskytujících se v objektu a následně návrhem vhodných sanačních opatření vybraných poruch. Sanační opatření jsou zaměřena na zvýšenou vlhkost zdiva a vyskytující se statické trhliny, konkrétně trhlina v masivní klenbě zapříčiněná nerovnoměrným sednutím základových konstrukcí.

Cílem zjednodušeného stavebně technického průzkumu bylo zjistit stávající stav objektu, při němž byly objeveny poruchy. Jelikož výkresová dokumentace nebyla k dispozici, byla v rámci zpracování bakalářské práce vytvořena. Při stavebně technickém průzkumu byly zjištěny poruchy týkající se vlhkosti zdiva a statické poruchy objektu. Zdroj vlhkosti v objektu je tvořen především vzlínající vodou z podloží, hnanou srážkovou vodou a zatékající vodou. Další poruchou jsou statické trhliny vyskytující se zejména na stropě, ale také v nosných obvodových stěnách. Zatímco trhliny ve stropní části nedosahují větší šířky, trhliny ve stěnách jsou poměrně širší. Bližší průzkum základů nemohl být proveden, lze ale předpokládat, že statické poruchy jsou způsobeny nerovnoměrným sednutím základů. Všechny tyto poruchy jsou zakresleny ve výkresové dokumentaci poruch.

Součástí stavebně technického průzkumu bylo provedeno měření zdiva kapacitní metodou. Měření proběhlo na 54 místech, kde byly zjištěny hodnoty vlhkosti zdiva v interiéru a exteriéru. Z naměřených hodnot vyplývá, že je vlhkost na některých místech nízká, na většině míst zvýšená, někde i velmi vysoká. Ve stejný den proběhlo měření vlhkosti a teploty vzduchu v objektu. Vnitřní prostředí lze na základě měření klasifikovat jako normální. Dalším měřením, které ale už probíhalo v laboratoři ČVUT, bylo měření salinity zdiva. Ze tří míst v interiéru byly odebrány vzorky, které byly následně podrobeny měření v laboratoři. Bylo zjištěno, že v některých místech je vyšší koncentrace dusičnanů a síranů.

Pro poruchy byla následně navržena odpovídající sanační opatření. Konkrétně byla sanace navržena na zvýšenou vlhkost a trhlín ve svislých a vodorovných konstrukcích. Zjednodušeně bylo navrženo i snížení koncentrace soli ve zdivu. Pro vlhkost ve zdivu, která je klasifikována jako zvýšená, byla vybrána sanace provětrávané vzduchové podlahy. Dále byl proveden výpočet masivní klenby pomocí grafické metody, kdy byly



splněny podmínky rovnováhy, a tudíž předpoklad nerovnoměrného sednutí základových konstrukcí byl potvrzen. Z této skutečnosti lze usoudit, že v tomto případě dochází k posunu podpory jak svislým, tak vodorovným směrem. Proto byla na svislý posun navrhována sanace základů tryskovou injektáží a pro vodorovný posun bude provedeno stáhnutí klenby ocelovým táhlem.



8. Literatura

8.1. Publikace

- [5] TRÍSKA, Miroslav. *Stříbrnice lovecká oblast v proměnách času*. Vydala Obec Stříbrnice, 2012. ISBN 978-80-260-1668-7
- [6] ČOUPEK, Jiří. *100 let farnosti ve Stříbrnicích*. Vydala Obec Stříbrnice, 2010
- [9] WITZANY, Jiří. *PDR – poruchy, degradace a rekonstrukce*. Vydání 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2010, 458 s. ISBN 978-80-01-04488-9.
- [10] DEREK – ZAGORA, Petr. *Mykologický průzkum krovu – Kostel sv. Prokopa ve Stříbrnicích*. Stříbrnice, 2005.
- [12] BALÍK, Michael a Kolektiv. *Odvhlčování staveb*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-90-247-2693-9.
- [17] TURČEK, Peter. *Zakládání staveb*. Bratislava: Jaga, 2005. ISBN 80-8076-023-3.
- [18] KOŠATKA, Pavel a BROUKALOVÁ, Iva. *Navrhování zděných konstrukcí příručka k ČSN EN 1996-1-1*. Informační centrum ČKAIT, 2010. ISBN 978-80-87438-02-2.
- [19] LIPANSKÁ, Eduarda. *Historické klenby*. Nakladatel: EL CONSULT, 1999. ISBN 80-902076-1-8.
- [20] BENEŠ, Petr, MACEKOVÁ, Věra, MOUDRÝ, Ivan, NOVOTNÝ, Miloslav, VLČEK Milan. *Poruchy a rekonstrukce staveb I. Era*. 2006. ISBN 80-7366-013-X.
- [21] PAZDERKA, Jiří, ZIGLER Radek. *Refurbishment of moist building masonry in terms of sustainable building*, Central Europe towards Sustainable Building 2013, p. 163-166, 2013.

8.2. Internetové zdroje

- [1] www.wikipedia.org
- [2] www.mapy.cz



- [3] www.cuzk.cz
- [4] www.bodovapole.cuzk.cz
- [7] www.geologicke-mapy.cz
- [8] www.geology.cz
- [11] www.sinz.cz
- [13] www.gabex.cz
- [14] www.obcanskavystavba.cz/2009/07/salinita-zdiva/
- [15] www.zakladani.cz/cz/tryskova-injektaz
- [16] [www.solentanche.cz/technologie tryskova injektaz/](http://www.solentanche.cz/technologie_tryskova_injektaz/)
- [22] www.cemix.cz

8.3. Normy

- [23] ČSN 73 0610 Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení.
- [24] ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce.



9. Přílohy

PLR 25 a PLR 50 – laserové měřiče vzdálenosti od firmy Bosch

- Přesný **měřicí bod** se pomocí laserového bodu zobrazí na vzdálenost až 25 m (PLR 25), resp. 50 m (PLR 50).
- Díky **velkému displeji** lze snadno odečítat všechny výsledky měření.
- Měření od **přední nebo zadní hrany** umožňuje použití PLR 25 a PLR 50 i na špatně přístupných místech.
- Měkká gumová tlumicí vložka **Softgrip** je protiskluzová a sedí bezpečně v ruce.
- Integrovaný **hledáček** napomáhá při zaměřování cíle na velké vzdálenosti.
- Praktická **funkční tlačítka** se srozumitelnými symboly usnadňují ovládání, například při výpočtu ploch a objemů.
- PLR 25 a PLR 50 jsou **mimořádně kompaktní** a vejdou se tak do každé kapsy.



Novinka!

PLR 25

Rozměry (V x Š x H)	100 x 55 x 25 mm
Pracovní rozsah	0,05 – 25 m
Přesnost měření	± 2 mm
Typ laseru	635 nm, třída 2
Referenční rovina měření	zadní hrana, přední hrana
Výpočet plochy, objemu	ano
Sčítání, odčítání	ano
Kontinuální měření	ano
Funkce výpočtu podle Pythagorovy věty	ne
Ukládání do paměti	ano
Baterie	včetně
Ochranné pouzdro	včetně

Humidity/Temperature Meas. Device



Digital-Hygro-/Thermometer GFTH 95

Application: quick-response humidity and temperature measurements in EDP rooms, museums, galleries, churches, office complexes, workshops, storage rooms, swimming-baths, private buildings, greenhouses, for refrigeration engineering, air conditioning, for building sites/technology, for inspectors or rendering of expert opinions etc.

Specification:

Measuring range:

°C: -20.0 ... 70.0 °C

%RH: 10 ... 95 %RH (recom. range: 30 ... 80%)

Resolution: 0.1°C or 0.1 %RH.

Accuracy: (±1 digit) (at nominal temperature = 25°C)

temperature: ±0.5% of m.v. ±0.1°C

humidity: ±3%RH (for range 30 to 80%)

Measuring probe:

temperature: Pt 1000

humidity: capacitive polymer humidity sensor

Response time: T₉₀ = 15 sec.

Display: 3½-digit, 13mm high LCD-display

Operation elements: slide switch for selection of measuring range

Nominal temperature: 25°C

Operating conditions:

Electronic: -20...70°C; 0...80 %RH (non-condensing)

Sensors: -20...70°C; 0...100 %RH

Power supply: 9V-battery type IEC 6F22 (in scope of supply)

Power consumption: max. 0.1 mA

Low battery warning: „BAT“ displayed automatically in display of low battery condition.

Housing: impact resistant ABS-housing 106 x 67 x 30 mm, plus sensor head protruding at the longer side 35 mm long and 14 mm Ø, ie. overall length 141 mm.

Weight: approx. 135 g incl. battery

Accessories:

GKK 252 case
(235 x 185 x 48 mm) with foam lining

GKK 1100 case
(340 x 275 x 83 mm) with foam lining

GB 9 V spare battery

Certificate of calibration WPF4
for ISO9000ff (p.r.t. page 4)

Humidity / Temperature / Dew Point Measuring Device



Digital-Hygro-/Thermometer GFTH 200

GFTH 200 SET (incl. infra-red thermometer GIM 530 MS)

Because of the low power consumption and the integrated min-/max-value memory the **GFTH200** is perfectly suitable for long term climate surveillances.

The additional infrared thermometer contained in the GFTH 200 SET makes it easy to check mould-problem areas on walls etc. The wall can easily scanned by means of the laser beam within very short time. When wall temperature falls below the critical dewpoint (this is, when the wall gets wet), the device alerts with an audible signal.

Advantages GFTH 200:

- relative humidity, temperature and dew point in just one instrument
- high accuracy by means of digital works calibration
- min-/max-value memory for all measurements
- external Pt1000 temperature probe connectable
- offset and slope correction for easy adjustment
- extrem low power consumption

Additional advantages GFTH 200 SET:

- blindingly easy search for thermal bridges
- targeting laser for precise location even of inaccessible areas
- audible alarm below dewpoint
- fast evaluation of mould-problem areas

Specification:

Measuring range:

Temp: -25.0 ... +70.0 °C; -13.0 ... +158.0 °F

%RH: 0.0 ... 100.0 %RH
(recommended range: 11 - 90 %RH)

Td: (Dewpoint) -40.0...+70.0 °C or -40.0...+158.0 °F

Resolution: 0.1 %RH., 0.1°C or 0.1°F

Accuracy: (±1 digit) (at nominal temperature = 25°C)

temperature (internal): ±0.5% of m.v. ±0.1°C
temperature (external): 0.1°C (device) + probe accuracy

humidity: ±2.5 %RH (for range 11 to 90%)

Measuring probe:

temperature: Pt 1000

humidity: capacitive polymer humidity sensor

Response time: T₉₀ = 10 sec.

terminal for external probe: for connection of any Pt1000-probes with 3.5mm mono plug (for suitable probes p.r.t. page 122)

Display: 3½-digit, 13mm high LCD-display
operation elements: 3 keys for On/Off, min-/max-value display and hold. Slide switch for selection of measuring range.

Nominal temperature: 25°C

Operating conditions:

Electronic: -25...70°C; 0...80 %RH (non-condensing)

Sensors: -25...70°C; 0...100 %RH



Measuring set

Power supply: 9V-battery type IEC 6F22

Power consumption:

approx. 9µA at 1 measurings / 60s

approx. 100µA at 1 meas. / sec. (mode FAST)

Low battery warning: „BAT“

Min./max. value memory: Min and Max measuring values are stored for all 3 ranges.

Hold key: The current measuring will be "frozen" (for all three ranges).

Housing: impact resistant ABS-housing 106 x 67 x 30 mm, plus sensor head protruding at the longer side 35 mm long and 14 mm Ø, ie. overall length 141 mm.

Weight: approx. 135 g incl. battery

GIM 530 MS: for technical data for this instrument please refer to page 13.

Accessories:

GKK 252 case
(235 x 185 x 48 mm) with foam lining

GOF 175 Mini temperature probe
for surface temperature measuring (p.r.t. page 122)

further temperature probe refer to page 122

Certificate of calibration WPF4
for ISO9000ff (p.r.t. page 4)

GFTH200 - WPF4 complete-offering
device incl. certificate of calibration and case (p.r.t. p. 5)

Material Moisture

Product Information

GMK 100

05/2010

Capacitive moisture measurement device

Features

- Non-destructive measurement
- Moisture display in percent
- Acoustical and visual moisture rating
- Special material characteristics for wood and building materials
- 2 different measurement depths
- Backlight

Application

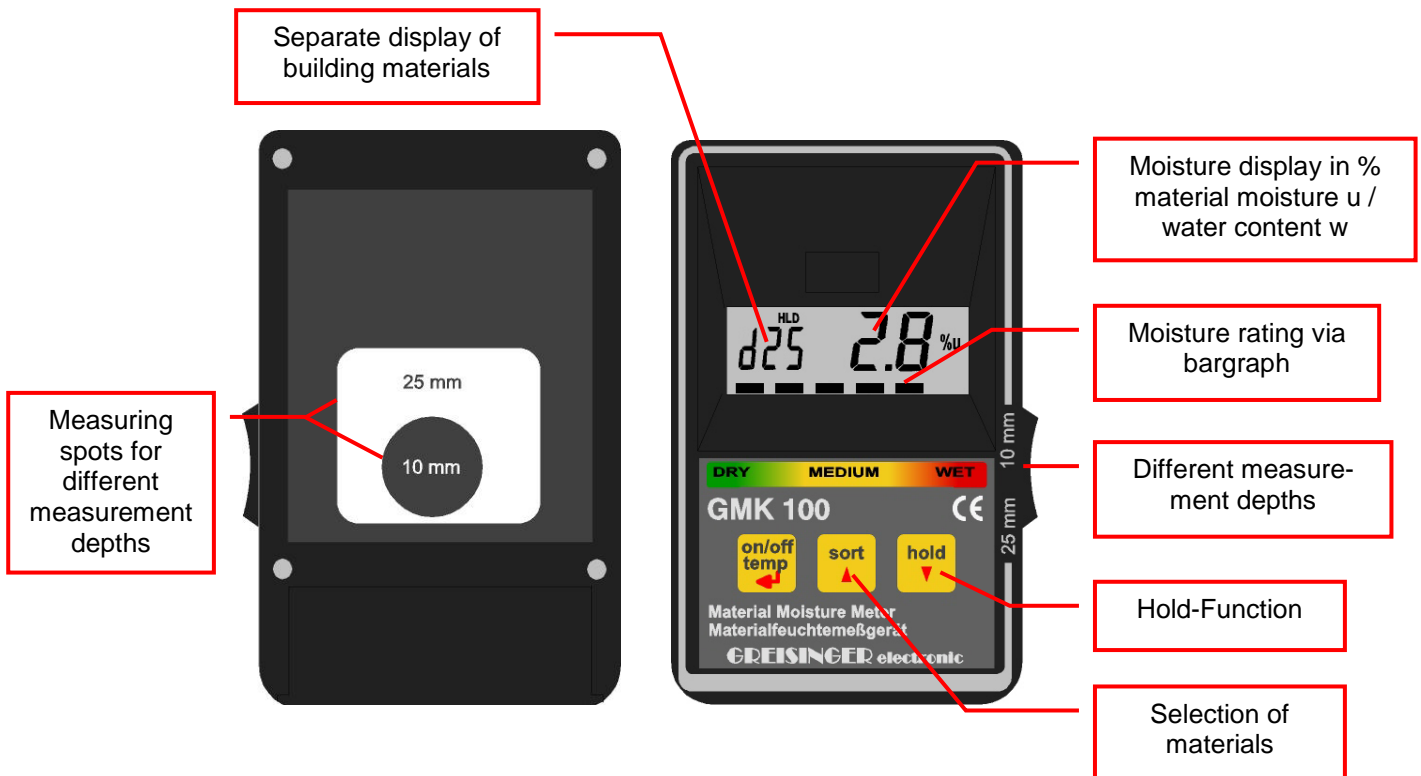
- Wood
- Concrete
- Screed
- Plaster
- etc.



GREISINGER electronic GmbH

D - 93128 Regenstauf, Hans-Sachs-Straße 26

☎ 09402 / 9383-0, 📠 09402 / 9383-33 📧 info@greisinger.de



General

The GMK 100 is a capacitive material moisture measuring device with direct moisture display in percent. It is optimally suited for home and handicraft.

Depending on the application, it is possible to display the material moisture "u" or the water content "w".

For measuring, the device simply has to be placed on the material. According to this concept the material to be measured remains without damage.

In cooperation with well-known construction material manufacturers, special characteristic curves for wood and building materials were analyzed.

There are integrated characteristic curves i.e. for wood with different densities (from 500–1000 g/m³), concrete, cement- and anhydridscreed as well as gypsum or lime cement plaster.

Measuring Depth

The humidity is measured by a measuring plate on the back of the device. With a side-mounted switch the measuring depth can be changed. With the help of measurements in different depth a statement could be made if for example the material dries already or if the moisture is just on the surface of the material.

Moisture Rating

Additional to the measured value there is a moisture rating: the decision if "wet" or "dry" is done by a 6-step bar graph. Beside there is also an acoustical rating. The rating is just an approximate value and depends on the application of the measured material.

Technical Data

Measuring range	Water content (w): 0,0 ... 50% Material moisture (u): 0,0 ... 100% (wood) 0,0 ... ~8,0 (concrete etc.)
Moisture rating	6-step bargraph (wet ... dry)
Measurement depth	10mm / 25 mm
Power supply	9V block battery (Type 6F22 included in the delivery)
Features	Backlight, Acoustical and visual moisture rating, HOLD, Auto-Power-Off,

Spectroquant® Pharo 100 and 300

The new spectrophotometer system
at a glance

Spectroquant® Pharo 100 For measurements in the VIS range

The Spectroquant® Pharo 100 spectrophotometer with a wavelength range of 320–1100 nm is suitable for use with all Spectroquant® test kits and combines the benefits of a system photometer with the multitude of possibilities offered by a spectrophotometer.

No matter whether you wish to program your own methods, measure concentrations or absorbances, record spectra or kinetic profiles, or make special multiwave-length measurements – all options are open to you now. In addition you can utilise the benefits of the Spectroquant® system photometers such as instrument-assisted analytical quality assurance (AQA) and bar code reading system for all of the available Spectroquant® tests.

Spectroquant® Pharo 300 For measurements in the UV/VIS range

The Spectroquant® Pharo 300 UV/VIS spectrophotometer with a wavelength range of 190–1100 nm offers all the advantages of the Pharo 100 as well as the possibility of performing measurements in the UV range.

Ordering information

Model	Wavelength range	Ordering number
Spectroquant® Spectrophotometer Pharo 100	320–1100 nm	1.00706.0001
Spectroquant® UV/VIS Spectrophotometer Pharo 300	190–1100 nm	1.00707.0001



Technical specification



	Spectroquant® Pharo 100	Spectroquant® Pharo 300
Wavelength range	320 - 1100 nm	190 - 1100 nm
Source lamp	Tungsten halogen lamp	Xenon flashlamp
Technology	Stabilized single-beam	
Measuring modes	Concentration, Absorbance, Transmission, Multi wavelengths, Scans + Kinetics in absorbance or transmission mode	
Spectral bandwidth	4 nm	
Wavelength resolution	1 nm	
Wavelength accuracy	± 1 nm	
Photometric range	± 3.3 A	
Absorbance resolution	0.001 A	
Absorbance accuracy	0.003 A at < 0.600 A 0.5 % of the reading for 0.600 ≤ A ≤ 2.000	
Scan	Scans in 1 nm increments with free selectable wavelength range	
Cells	16 mm round, 10/20/50 mm rectangular with automatic cell recognition	
Test recognition	Automatic bar code reading system for all Spectroquant® cell and reagent tests	
Display	Graphic display with background lighting	
Methods and profiles	Programmed methods of all Spectroquant® cell and reagent tests, 100 user-defined methods, 20 profiles for kinetic and absorption scans	
Method update	via Internet / PC or via USB-Stick	
Instrument-supported quality assurance	AQS 1: Instrument check using PhotoCheck and CertiPUR® UV/VIS standards AQS 2: System check using CombiCheck and/or CertiPUR® UV/VIS standards AQS 3: Testing samples for interferences by means of the MatrixCheck function	
Communication interfaces	1 USB-A, 1 USB-B, 1 RS 232	
Data storage	1000 single measured values; 4 MB for scans and kinetics i.e. approx. 100 scans (300 - 900 nm) and 400 kinetic curves with 150 single values each	
Languages	German, English, Spanish, French, Italian (please contact your Merck representative for availability of additional languages)	
Protection class	IP 31 and drain device for spilled cell contents	
Power supply	Country specific power supply, length of the connection cable: 2.5 m	
Power requirements	100 - 240 V~ / 50 - 60 Hz / 0.75 A	
Temperature	Operating: +10°C to +35°C, Storage: -25°C to +65°C	
Allowable relative humidity	Annual mean: ≤ 75%; 30 days/year: 95%; other days: 85%	
Dimensions	404 x 197 x 314 mm (width x height x depth)	
Weight (without plug-in power supply)	approx. 3.7 kg	
Accessories (from 2008)	Battery for portable use / automobile charging cable	

For further information

<http://photometry.merck.de>

Merck KGaA
64271 Darmstadt, Germany
E-mail: environmental.analysis@merck.de
<http://photometry.merck.de>

We provide information and advice to our customers on application technologies and regulatory matters to the best of our knowledge and ability, but without obligation or liability. Existing laws and regulations are to be observed in all cases by our customers. This also applies in respect to any rights of third parties. Our information and advice do not relieve our customers of their own responsibility for checking the suitability of our products for the envisaged purpose. Spectroquant® and CertiPUR® are registered trademarks of Merck KGaA, Darmstadt, Germany.

název	výška	výška pod obloukem h	půdorys	max. průměr trubky	max. průměr trubek	hmotnost tvarovky	betonová výplň do výšky H	rozměr palety	plocha	hmotnost palety	cena za 1 m ²
	[cm]	[cm]	[cm]	[A1xcm]	[B2xcm]	[1ks/kg]	[m ³ /m ²]	[cm]	[m ² /pal]	[kg]	[Kč bez DPH]
IG H4	4	3	50x50	3	3	0,770	0,004	110x110x100	100	310	365,-
IG H8	8	4,5	50x50	4,5	4,5	1,240	0,012	110x100x250	10	490	451,-
IG H12	12	8	50x50	8	8	1,250	0,016	110x110x250	100	500	453,-
IG H16	16	11	50x50	11	9,5	1,300	0,034	110x110x250	75	400	470,-
IG H20	20	13	50x50	13	10	1,450	0,035	110x110x250	75	465	486,-
IG H27	27	21	50x50	21	16	1,650	0,040	110x110x250	75	525	521,-
IG H35	35	29	50x50	25,5	14,5	1,850	0,056	110x110x250	75	585	583,-
IG H40	40	34	50x50	27,5	15	2,000	0,060	110x110x250	75	630	614,-
IG H45	45	39	50x50	27	14,5	2,100	0,065	110x110x250	75	660	633,-
IG H50	50	43	50x50	26,5	14	2,150	0,067	110x110x250	75	675	697,-
IG H55	55	44	71x71			2,400	0,090	110x110x250	75	730	762,-

* Zboží je pouze na objednání - nedržíme skladem.

OBLOUKOVÝ EFEKT A MODULARITA

Oblouk je nejklasičtější z „tlačených konstrukcí“. Prvními, kdo použil toto statické řešení k překlenutí velkých rozpětí, aniž by se tím snížila pevnost konstrukcí, byli Římané. IGLÚ svým výjimečným tvarem na principu oblouku zaručuje litému betonu dosažení maximálních konstrukčních vlastností, proto ke stejné tloušťce desky nebo, jinak řečeno, ke stejnému statickému účinku je zapotřebí menší tloušťka desky a tudíž nižší spotřeba betonu.

Modularita prvků IGLÚ o rozměrech 50x50 (71x71) cm umožňuje okamžitou simulaci výpočtu díky dokonalým geometrickým tvarům, tudíž umožňuje přesné určení bodů s nejmenší tloušťkou.



TABULKA NOSNOSTI PODLAHY V ZÁVISLOSTI NA SÍLE BETONOVÉ DESKY A PEVNOSTI

umístění / zatížení podlahy	vlastní hmotnost a zatížení	síla betonové desky (nad nejvyšším bodem tvarovky)	armovací síť průměr a velikost ok	síla vrstvy podkladového betonu		
				[cm]	IGLÚ H4	IGLÚ H8
[kg/m ²]	[kg/m ²]	[cm]		[cm]		
Bytové prostory	400	4	Ø 5/25x25	0	1,65	0,78
				5	0,19	0,31
				10	0,08	0,18
Kanceláře	600	4	Ø 5/25x25	0	2,29	1,08
				5	0,25	0,40
				10	0,10	0,22
Garáže	1100	5	Ø 6/20x20	0	3,98	1,86
				5	0,41	0,65
				10	0,15	0,35
Průmyslové stavby	2100	6	Ø 6/20x20	0	7,29	3,37
				5	0,72	1,14
				10	0,26	0,58

IGLÚ+ TVAROVKA Z TENČÍHO MATERIÁLU



název	půdorys [cm]	výška V [cm]	výška V1 pod obloukem [cm]	hmotnost tvarovky [kg]	betonová výplň [m ³ /m ²]	rozměr palety [cm]	plocha [m ² /paleta]	hmotnost palety [kg]	cena za 1 m ² [Kč bez DPH]
IG+ H4	50x50	4	2,2	0,800	0,0017	110x110x230	150	500	260,-
IG+ H6	50x50	6	3,9	0,840	0,0020	110x110x230	150	500	266,-
IG+ H8	50x50	8	5,9	0,875	0,0022	110x110x240	150	640	270,-
IG+ H10	50x50	10	5,8	1,200	0,0290	110x110x220	120	576	283,-
IG+ H12	50x50	12	7,7	1,225	0,0310	110x110x220	120	576	289,-
IG+ H14	50x50	14	9,8	1,250	0,0330	110x110x230	85	420	327,-
IG+ H16	50x50	16	11,8	1,275	0,0330	110x110x220	80	420	341,-
IG+ H18	50x50	18	13,8	1,300	0,0360	110x110x220	80	430	344,-
IG+ H20	50x50	20	15,5	1,325	0,0380	110x110x220	80	430	347,-
IG+ H22	50x50	22	17,8	1,350	0,0390	110x110x225	80	440	353,-
IG+ H25	50x50	25	20,5	1,450	0,0390	110x110x225	80	450	377,-
IG+ H27	57,8x57,8	27	22,5	1,800	0,0469	120x120x240	100	560	349,-
IG+ H30	50x50	30	26,3	1,600	0,0580	110x110x250	80	510	399,-
IG+ H35	50x50	35	31,3	1,700	0,0639	110x110x255	80	540	407,-
IG+ H40	50x50	40	36,3	1,800	0,0674	110x110x260	80	570	423,-
IG+ H45	50x50	45	41,3	1,900	0,0695	110x110x250	75	570	441,-
IG+ H50*	57,8x57,8	50	45,4	2,500	0,0940	120x120x242	80	725	493,-
IG+ H60*	57,8x57,8	60	55,4	2,800	0,0970	120x120x255	76	725	538,-
IG+ H65*	71x71	60,7	45	4,600	0,1120	80x160x250	60	564	650,-
IG+ H70*	71x71	65,7	45	4,760	0,1140	80x160x250	58	564	700,-
IG+ H75*	71x71	70,7	45	4,870	0,1170	80x160x250	56	558	750,-
IG+ H80*	71x71	75,7	45	5,350	0,1180	80x160x250	55	600	830,-

* Zboží je pouze na objednání - nedržíme skladem.

PODLOŽÍ V MÍSTĚ STAVBY (tabulka je sestavena pro každou výšku tvarovek zvlášť)

tlak přenesený pilířkem (nožičkou Iglú) na podloží [kg/cm ²]												
Iglú H12	Iglú H16	Iglú H20	Iglú H27	Iglú H35	Iglú H40	Iglú H45	Iglú H50	Iglú H55	Iglú H65	Iglú H70	Iglú H75	Iglú H80
0,94	0,94	1,11	1,50	1,11	1,23	1,51	1,52	1,81	3,30	3,30	3,30	3,30
0,34	0,35	0,34	0,45	0,40	0,42	0,47	0,47	0,53	0,99	0,99	1,00	1,00
0,19	0,20	0,21	0,24	0,22	0,23	0,25	0,25	0,27	0,48	0,49	0,49	0,49
1,28	1,26	1,49	2,00	1,46	1,61	1,96	1,97	2,31	4,10	4,11	4,13	4,15
0,45	0,45	0,49	0,58	0,50	0,53	0,59	0,59	0,66	1,21	1,21	1,22	1,22
0,24	0,25	0,26	0,29	0,27	0,28	0,30	0,30	0,33	0,59	0,59	0,60	0,60
2,20	2,10	2,49	3,31	2,37	2,60	3,15	3,16	3,63	6,21	6,23	6,25	6,27
0,72	0,71	0,78	0,91	0,77	0,81	0,90	0,90	0,98	1,80	1,80	1,81	1,81
0,37	0,37	0,39	0,44	0,39	0,41	0,44	0,44	0,47	0,86	0,86	0,87	0,87
3,98	3,74	4,43	5,88	4,15	4,55	5,48	5,49	6,19	10,30	10,30	10,40	10,40
1,25	1,22	1,33	1,55	1,30	1,37	1,51	1,51	1,63	2,95	2,96	2,96	2,97
0,62	0,61	0,65	0,72	0,64	0,67	0,72	0,72	0,76	1,39	1,40	1,40	1,40

TECHNICKÝ LIST

Sanační omítka jednovrstvá

054

Omítka pro sanaci vlhkého a zasoleného zdiva pro aplikaci v jedné vrstvě

VLASTNOSTI A ZPŮSOBY POUŽITÍ:

- sanační jednovrstvá omítka pro omítání vlhkého a mrazem nebo solí poškozeného cihelného, kamenného nebo smíšeného zdiva
- omítka pro vnitřní i vnější prostředí bez dodatečné povrchové úpravy štukovou omítkou
- aplikuje se strojně nebo ručně v jedné vrstvě (tloušťka vrstvy musí být nejméně 20 mm a neměla by být větší než 25 mm)
- vykazuje vynikající propustnost pro vodní páru a schopnost zachycování solí
- omítka se zrychlenou hydratací umožňující v krátké době provedení jemné filcované struktury


SLOŽENÍ: Minerální plnivo, cement, vápenný hydrát a speciální přísady zlepšující zpracovatelské a užité vlastnosti malty.

TECHNICKÉ PARAMETRY:

Sanační malta (R) podle EN 998-1, kategorie CS II (rozšířené zkoušky podle směrnice WTA 2-9-04/D)			
Pevnost v tlaku (kategorie CS II)	1,5 až 5,0 MPa	Reakce na oheň	ř. A1
Přidrznost – způsob odtržení (FP)	min. 0,2 MPa (FP: B)	Objemová hmotnost zatvrdlé malty	1000-1200 kg/m ³
Faktor difuzního odporu vodní páry μ	max. 12	Součinitel tepelné vodivosti λ	max. 0,33 W/m.K *)
Trvanlivost – počet cyklů **)	min. 10	Doba zpracovatelnosti	min. 1 hod.
Kapilární absorpce vody W_{24} ***) (po 24 hodinách)	min. 0,3 kg/m ²	Penetrace vody po zkoušce kapilární absorpce vody (hloubka vniknutí vody h)	max. 5 mm
Konzistence (rozliv)	(170 ± 5) mm	Obsah vzduchu v čerstvé maltě	min. 25 %
Objemová hmotnost čerstvé malty	1150-1350 kg/m ³	Schopnost zadržovat vodu	min. 85 %
Poměr pevností tlak / tah za ohybu	max. 3	Odolnost vůči působení solí	vyhovuje zkoušce
Pórovitost	min. 40 %		
Vlastnosti při strojním zpracování (rozšířené zkoušky podle směrnice WTA 2-9-04/D)			
Obsah vzduchu v čerstvé maltě	25-30 %	Pórovitost	min. 40 %
Objemová hmotnost čerstvé malty	1150-1350 kg/m ³		
*) tabulková hodnota **) zkouška mrazuvzdornosti malty podle ČSN 72 2452 ***) označení W_{24} podle WTA 2-9-04/D			

INFORMATIVNÍ		
Zrnitost		0-0,7 mm
Množství záměsové vody:	na 1 kg suché směsi	0,29-0,33 l/kg
	na 1 pytel (30 kg)	8,7-9,9 l
Vydatnost		cca 950 kg/m ³
Doporučená tloušťka vrstvy provedené omítky		20 mm
Spotřeba malty při doporučené vrstvě		cca 19 kg/m ²
Vydatnost – plocha omítnutá z jednoho pytle při doporučené vrstvě		cca 1,6 m ²

POZN.: Technické parametry jsou stanoveny při normálních podmínkách (20 ± 2) °C a (65 ± 5) % relativní vlhkosti vzduchu.

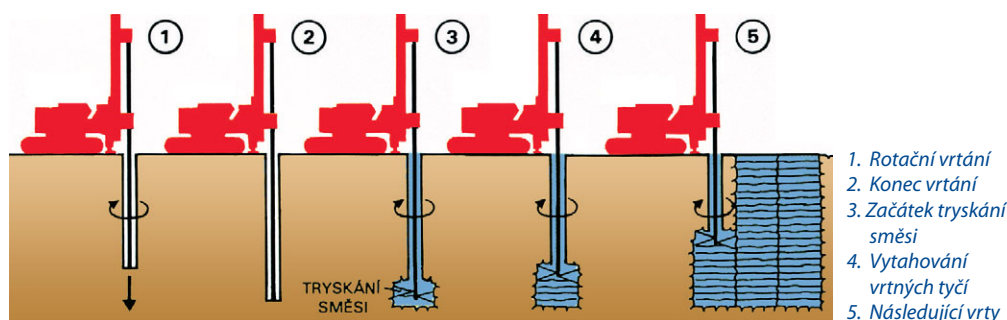
PŘÍPRAVA PODKLADU: Ve spolupráci se sanačním technikem je nejprve nutné zjistit druh a technický stav zdiva, provést analýzu odebraných vzorků (změřit vlhkost a salinitu zdiva) a zajistit provedení vhodných sanačních opatření. Vrstva staré omítky se odstraní do výšky nejméně 800 mm (při tloušťce zdiva nad 600 mm do výšky, která se rovná 1 ½ násobku tloušťky zdiva) nad viditelnou hranici poškození (zavlnutí), spáry se proškábou do hloubky cca 20 mm (podle statického stavu zdiva), zdivo se očistí ocelovým kartáčem a odstraní se zbytky malty a prachu. Trhliny ve zdivu a výrazné nerovnosti po uvolněných cihlách se vysprávi nebo zaplní touto zahuštěnou maltou. Silně nasákové podklady se předem navlhčí vodou. Pro zlepšení přidrznosti malty na rizikových podkladech (např. kámen, přechody materiálů) a v případě nutnosti omezení nasákovosti se podklad opatří maltou Cemix **Sanační podhoz WTA (044)**, která se nanese síťovitě v 50-75% plochy.

PRINCIP VÝROBY

Trysková injektáž je moderní metoda zlepšování základových půd. Principem je využití dynamické energie paprsku cementové injekční směsi tryskané pod vysokým tlakem. Tím je zemina rozrušena a současně promíšena se směsí, takže na místě vzniká kompozitní materiál z částic zeminy a cementu. Takto mohou být upravovány různé zeminy, od jílu až po balvanité štěrky, s odpovídajícími výsledky v rozsahu pevností 1 až 20 MPa.

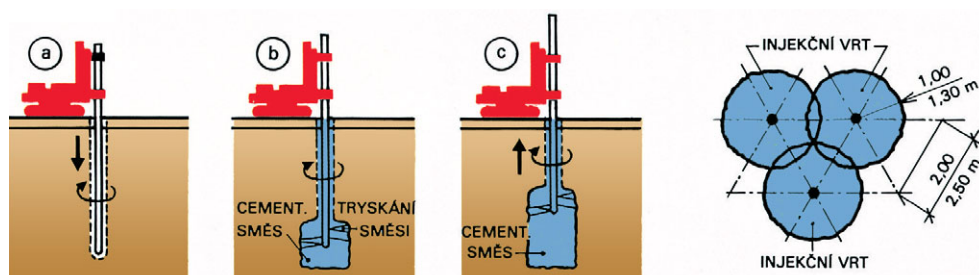
METODA „MONOJET“

Po provedení vrtu se při pomalém pohybu vrtného nástroje vzhůru a jeho pomalém otáčení vhání do trysky nad břitem cementová injekční směs pod tlakem 30–50 MPa. Vytvoří se tak postupně sloup z tryskové injektáže o průměru 0,6–1,2 m, v závislosti na daných podmínkách.



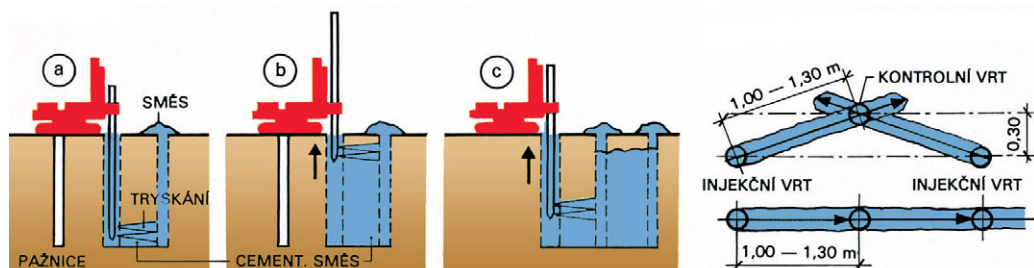
METODA „DOUBLEJET“

Při této metodě se účinnost tryskání zlepšuje koaxiálně vháněným vzduchem pod tlakem 0,6–1,2 MPa. Průměr vytvořených sloupů tak dosahuje 0,8–1,8 m.



JEDNOSMĚRNÁ INJEKTÁŽ

Obdobným způsobem, bez otáčení vrtného soustředí při vytahování, lze v zemině vytvořit stěnové prvky, vhodné zejména pro omezení průsaků.

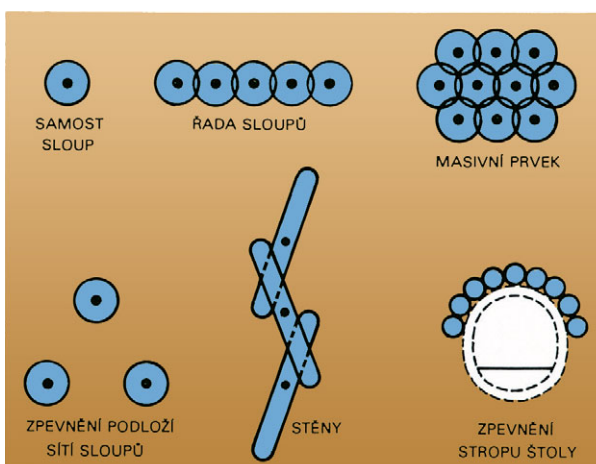


MOŽNOSTI POUŽITÍ TRYSKOVÉ INJEKTÁŽE

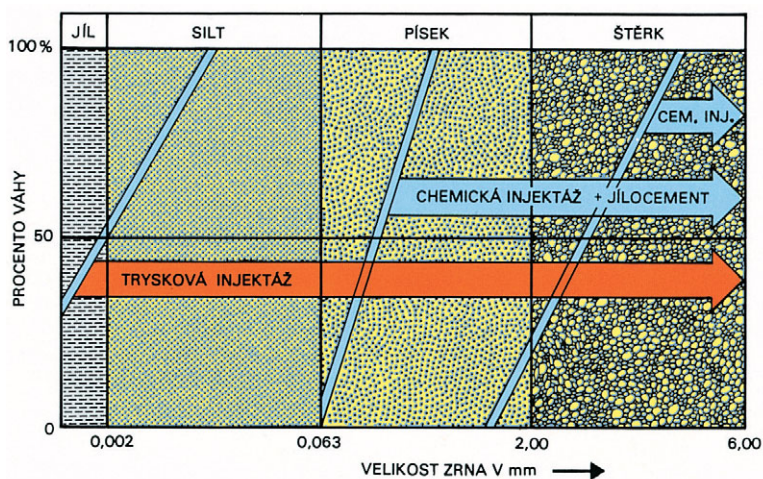
Na níže uvedeném obrázku je patrná široká oblast geologických podmínek pro aplikaci této metody. Vzhledem k používání maloprofilového vrtání je často vítána na staveništích se stísněnými podmínkami, kde není možno použít mechanismy jiných metod, například ve sklepení budov. Velmi vhodná je pro podchycování a rekonstrukce základů stávajících objektů, neboť lze dosáhnout vynikajícího přenosu zatížení z konstrukce na nově vybudovaný základový prvek.



Provádění trykové injektáže ve sklepních prostorách rekonstruovaného objektu

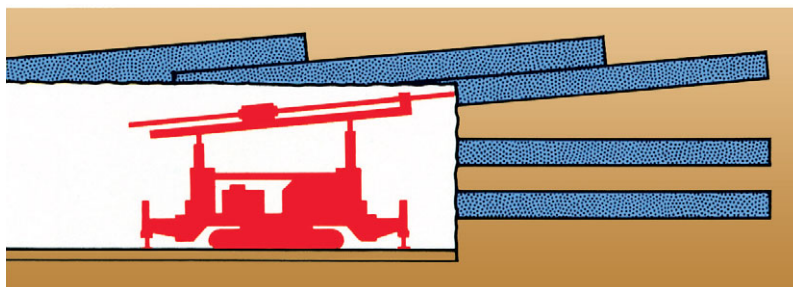


Typické základové prvky vytvořené trykovou injektáží

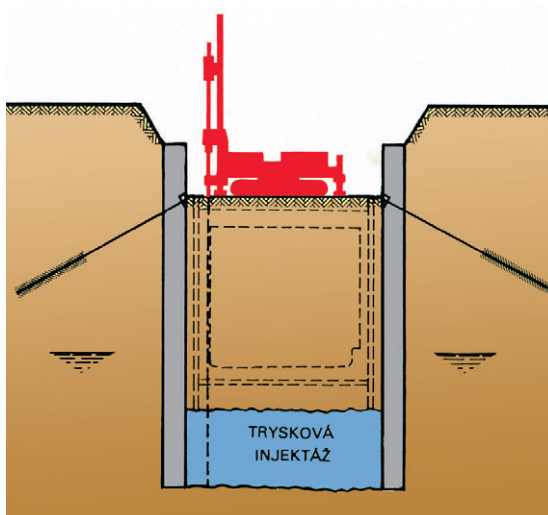


Znáznornění oblasti použití trykové injektáže.

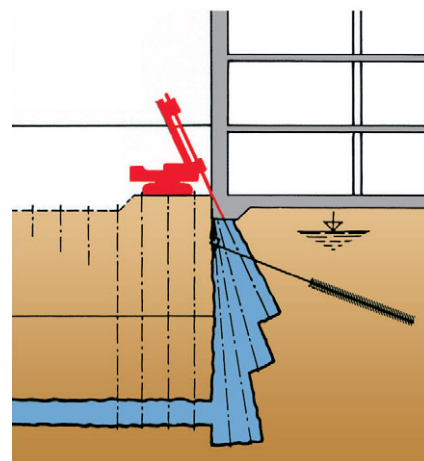
**PŘÍKLADY POUŽITÍ
TRYSKOVÉ INJEKTÁŽE**



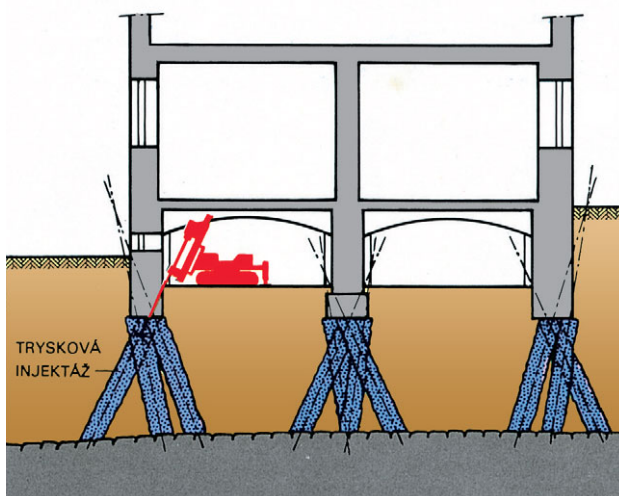
Zabezpečení tuneláže v nestabilních horninách



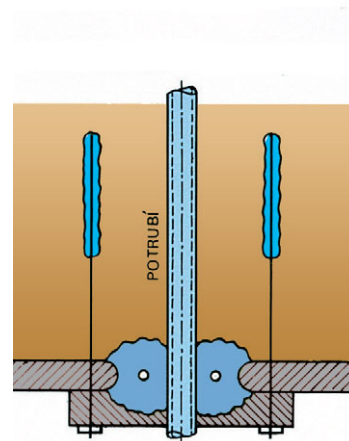
Zajištění hlubokých výkopů liniových staveb



Zajištění stavební jámy a přilehlého objektu



Podchycení základů při rekonstrukci



Těsnění prostupů inženýrských sítí v podzemní stěně

PŘÍKLADY REALIZACE



Obnažené pilíře tryskové injektáže zajišťující stavební jámu a podchycující přilehlý objekt (Pod Kotlaskou, Praha)



Ukázky podchycování základů u historických objektů (Kostel sv. Františka Xaverského, Uherské Hradiště)



(Na Příkopech, Praha)