



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

*Jan Ptáček*

**REKONSTRUKCE KOSTELA Z 18. STOLETÍ**

Bakalářská práce

**2017**



# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Ptáček Jméno: Jan Osobní číslo: 410174

Zadávající katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní program: (B3651) Stavební inženýrství

Studijní obor: (3608R008) Konstrukce pozemních staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Rekonstrukce kostela z 18. století

Název bakalářské práce anglicky: Refurbishment of church from 18. century

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)

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Rekonstrukce kostela z 18. století“ vypracoval samostatně s uvedením veškerých použitých informačních zdrojů.

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

V Praze dne.....

.....

(podpis autora)

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce panu doc. Ing. Jiřímu Pazderkovi, Ph.D. za cenné rady a čas, který mi při zpracování bakalářské práce věnoval. Dále bych rád poděkoval paní Mgr. Haně Procházkové za pomoc s anglickou verzí anotace a panu Zbyšku Moravcovi za pomoc při zaměřování objektu. V neposlední řadě patří poděkování také mým rodičům za podporu během dosavadního studia.





### **Abstrakt**

Předmětem bakalářské práce „Rekonstrukce kostela z 18. století“ je stavebně technický průzkum kostela sv. Jana Nepomuckého ve Vrchní Orlici. Na základě tohoto průzkumu jsou navržena sanační opatření vybraných stavebně technických problémů.

### **Klíčová slova**

degradace, klenba, táhlo, trhлина, vlhkost, vyztužování, zdivo

### **Abstract**

This bachelor thesis 'Refurbishment of a church from the 18th century' deals with the pre-construction condition survey of St. Jan Nepomucky church in Vrchni Orlice. Redevelopment methods of selected construction and technical problems are proposed based on this technical research.

### **Keywords**

degradation, arch, rod, crack, moisture, reinforcement, masonry



# Obsah

1	Úvod .....	7
2	Základní informace o objektu .....	7
2.1	Údaje o stavbě, umístění a přístup .....	7
2.2	Památková ochrana .....	8
2.3	Historie areálu .....	8
2.4	Současná podoba kostela.....	9
2.5	Výkresová dokumentace .....	10
3	Stavebně technický průzkum .....	11
3.1	Popis objektu .....	11
3.1.1	Základové konstrukce .....	11
3.1.2	Svislé konstrukce .....	12
3.1.3	Schodiště .....	13
3.1.4	Stropní konstrukce .....	14
3.1.5	Konstrukce střechy a krovu.....	15
3.1.6	Ostatní konstrukce .....	15
3.1.7	Podlahy.....	16
3.1.8	Otvory a výplně otvorů .....	16
3.1.9	Fasádní prvky, omítky .....	19
3.2	Měření vlhkosti stěn.....	21
3.2.1	Důvod měření .....	21
3.2.2	Použité přístroje a princip měření.....	21
3.2.3	Místa a způsob měření .....	21
3.2.4	Zjištěné hodnoty a vyhodnocení.....	22
4	Analýza poruch .....	23
4.1	Projevy zvýšené vlhkosti.....	23
4.1.1	Zatékání srážkové vody .....	23
4.1.2	Kapilární vztlínání vody.....	27
4.2	Svislé konstrukce .....	28
4.3	Schodiště .....	28
4.3.1	Vnitřní .....	28
4.3.2	Vnější .....	29



4.4	Stropní konstrukce .....	29
4.5	Podlahy .....	30
4.6	Okenní otvory .....	30
4.7	Dveřní otvory .....	31
4.8	Výkresová dokumentace – zakreslení poruch .....	32
5	Návrh sanačních opatření .....	33
5.1	Úvod k sanačním opatřením .....	33
5.2	Omezení vlhkosti .....	33
5.2.1	Interiér .....	34
5.2.2	Exteriér .....	36
5.2.3	Posouzení variant .....	38
5.3	Rekonstrukce vítězného oblouku .....	39
5.3.1	Geometrie oblouku .....	39
5.3.2	Možnosti sanace .....	40
5.3.3	Výpočet sil v patě klenby .....	40
5.3.4	Návrh a posouzení prvků .....	41
5.3.5	Provádění .....	42
5.4	Oprava trhlin zdí .....	44
5.5	Rekonstrukce stropů .....	46
5.6	Rekonstrukce schodišť .....	46
5.6.1	Vnitřní .....	46
5.6.2	Vnější .....	46
5.7	Rekonstrukce podlah .....	46
5.8	Oprava výplní otvorů .....	47
5.8.1	Dveře .....	47
5.8.2	Okna .....	47
6	Závěr .....	48
7	Použité zdroje a literatura .....	50
8	Přílohy .....	52



## 1 Úvod

Předmětem bakalářské práce je kostel svatého Jana Nepomuckého v Bartošovicích v Orlických horách, místní části Vrchní Orlice. Objekt byl postaven začátkem 18. století a během tohoto století dále rozšiřován. Po vystěhování původního obyvatelstva ve 40. letech 20. století se stal terčem vykrádání a pustošení. Dlouhá léta neudržovaný kostel se tak postupně dostal do havarijního stavu. Jedním z prvních kroků k nápravě byla rozsáhlá rekonstrukce krovů a střešního pláště. Od té doby probíhají drobné práce vedoucí k alespoň základnímu zajištění. Přesto je zde stále mnoho poruch a problémů, které bude nutné v blízké budoucnosti řešit.

Tato bakalářská práce si klade za cíl v první řadě najít a popsat nejvýraznější stavebně technické problémy a dále pak navrhnout možnosti jejich řešení.

## 2 Základní informace o objektu

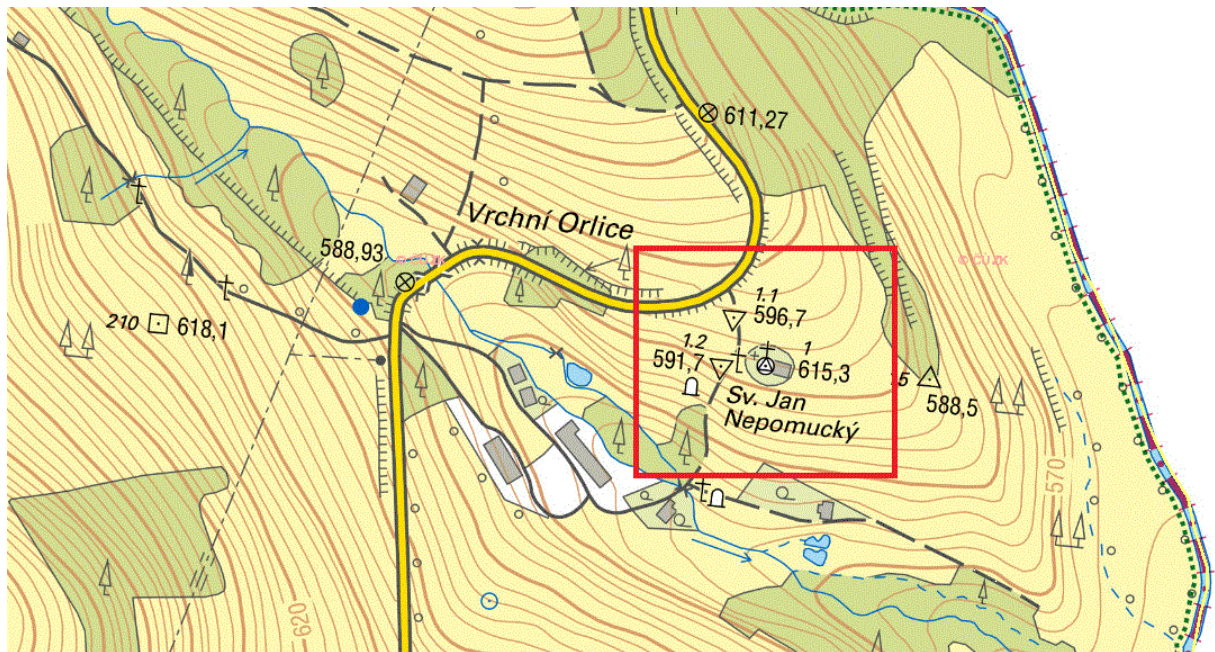
### 2.1 Údaje o stavbě, umístění a přístup

Kostel svatého Jana Nepomuckého se nachází v obci Bartošovice v Orlických horách, v místní části Vrchní Orlice, v okrese Rychnov nad Kněžnou v Královéhradeckém kraji.

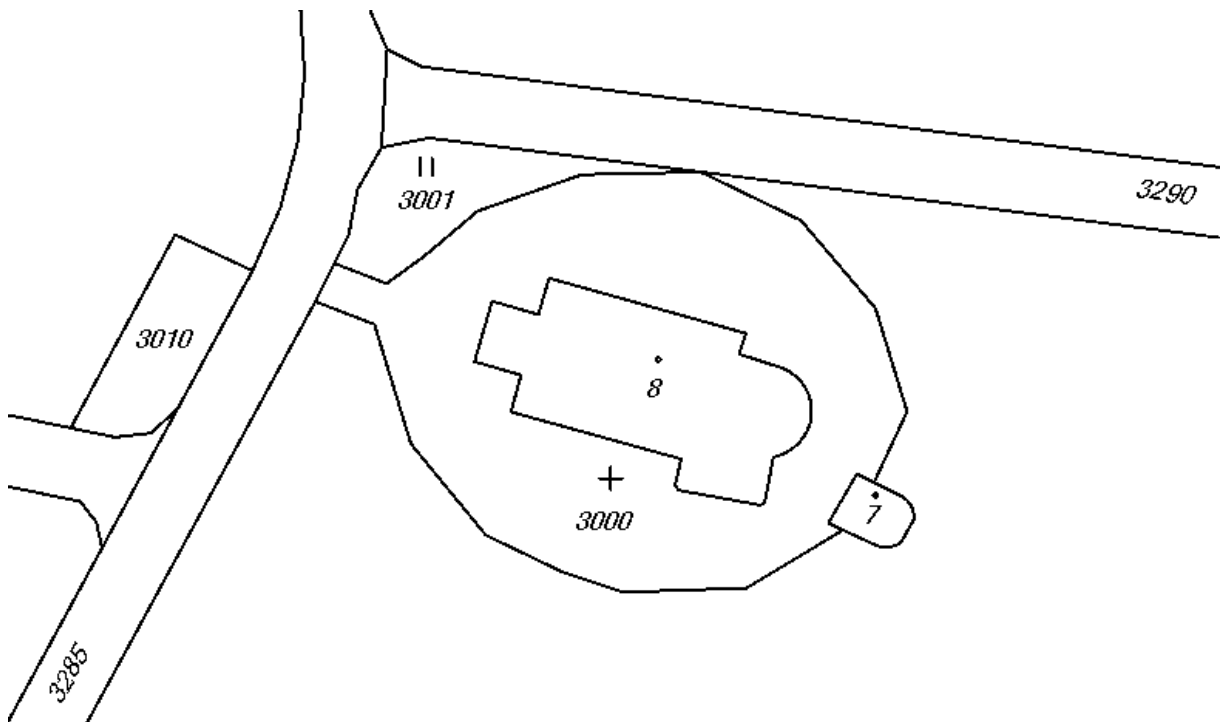
Areál se nachází v katastrálním území Vrchní Orlice a zahrnuje samotný kostel (parcela č. 8), márnici (parcela č.7), sochu Ukřižování a bývalý hřbitov s hřbitovní zdí (parcela č. 3000).

Majitelem areálu je Římskokatolická církev se sídlem v Neratově. Oblast je zahrnuta v CHKO Orlické hory v rámci II. až IV. zóny. [1]

Přístup k areálu je možný odbočením ze silnice č.311 na konci obce a dále cca 60m po zpevněné polní cestě. Terén je svažité směrem od severu k jihu.



Obr. 1.: Obec Bartošovice v Orl. horách – místní část Vrchní Orlice a poloha kostela Sv. Jana Nepomuckého. [2]



Obr.2.: Výřez z katastrální mapy. Pozemek č.3000 – hranice areálu a obvod hřbitovní zdi, č. 8 – kostel Sv. Jana Nepomuckého, č.7 – márnice. [1]

## 2.2 Památková ochrana

Celý areál byl dne 30.3.2012 prohlášen za kulturní památku a je veden v Ústředním seznamu kulturních památek (ÚSKP) pod číslem 104742. Kostel spadá pod správu stavebního úřadu v Rokytnici v Orlických horách. [3]

## 2.3 Historie areálu

Vrchní Orlice byla samostatnou obcí od začátku 17. století do cca poloviny 20. století. Mezi lety 1708 až 1712 byl na návrší nad obcí vystavěn barokní kamenný jednolodní kostel, jehož autorem byl italský stavitel Carl Antonio Reina, mimo jiné taktéž autor kostela v Neratově. [20] V roce 1770 byl kostel rozšířen a byla k němu přistavěna věž. Poslední výmalba interiérů proběhla na konci 19. století. Po druhé světové válce došlo k vystěhování německého obyvatelstva a následnému zbourání většiny domů v obci. Uzavřený a nevyužívaný kostel byl pak během 70. a 80. let dvacátého století zcela vykraden a zdevastován. [21] Z vnitřního vybavení se do dnešní doby na místě dochovaly pouze těžké dřevěné lavice.

Postupem času začalo do objektu zatékat jak střechou, tak i rozbitými výplněmi otvorů a začalo docházet k celkové degradaci zdiva a stropů. Kostel se tak vlivem drsného horského podnebí dostal do velmi špatného, až havarijního stavu. Ve stavu blízkém úplnému zřícení se nachází i márnice a hřbitovní zeď.

V roce 2010 proběhla rozsáhlá rekonstrukce střechy kostela, při níž byly opraveny poškozené části krovu a vyměněna střešní krytina. [30]

V současné době je kostel po většinu času otevřený a volně přístupný. Skupina dobrovolníků ve spolupráci s obcí Bartošovice v Orl. horách a farností Neratov na něm provádí postupné práce vedoucí ke zlepšení stavu kostela. Jde především o výrobu a opravu výplní otvorů. Do budoucna je plánováno využití kostela jako místa pro kulturní akce a výstavy. [4]





## 2.4 Současná podoba kostela



*Obr.3.: Pohled ze severozápadu.*

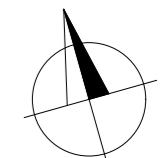
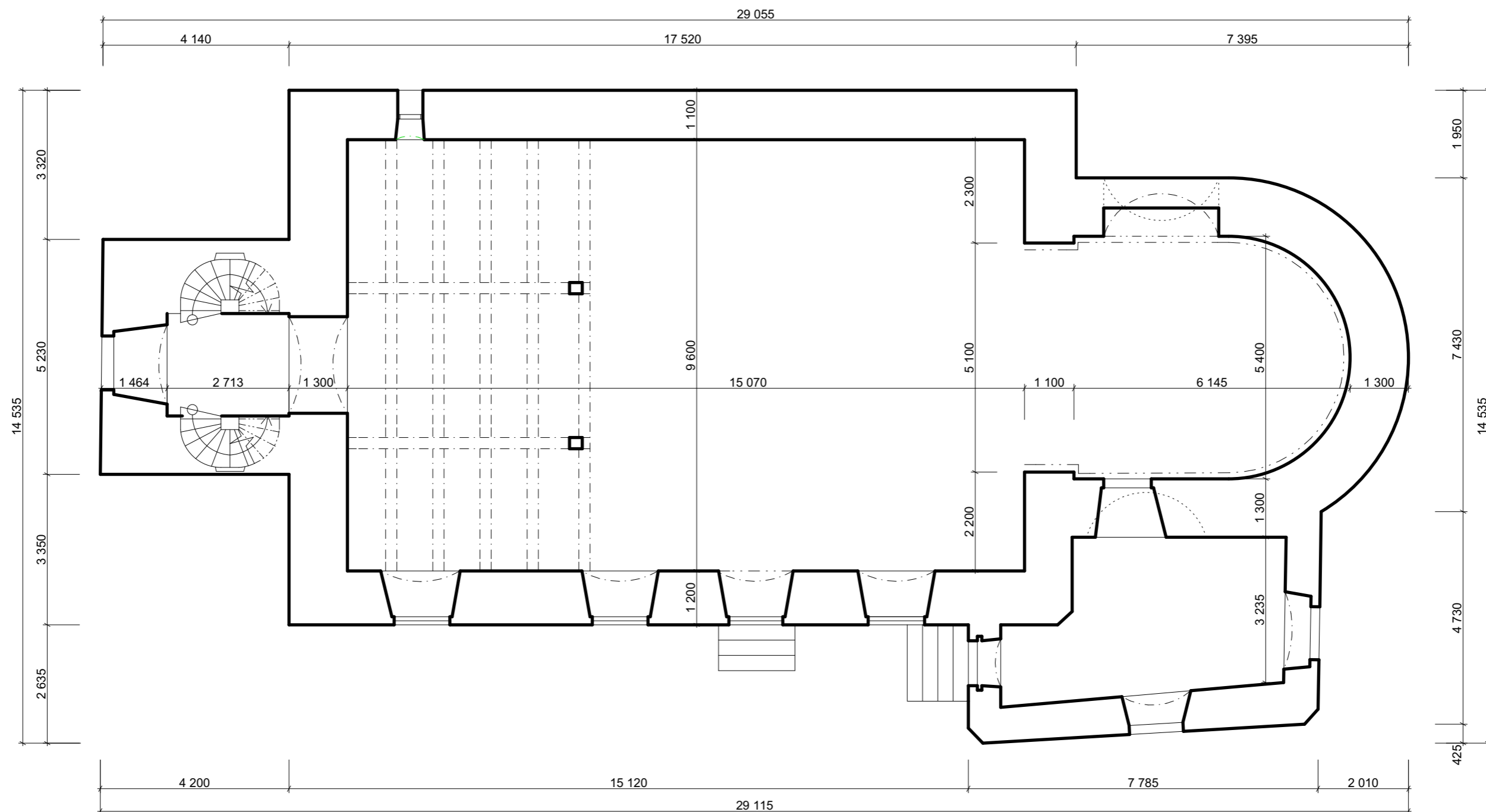


*Obr.4.: Pohled z jihovýchodu.*

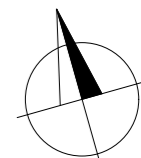
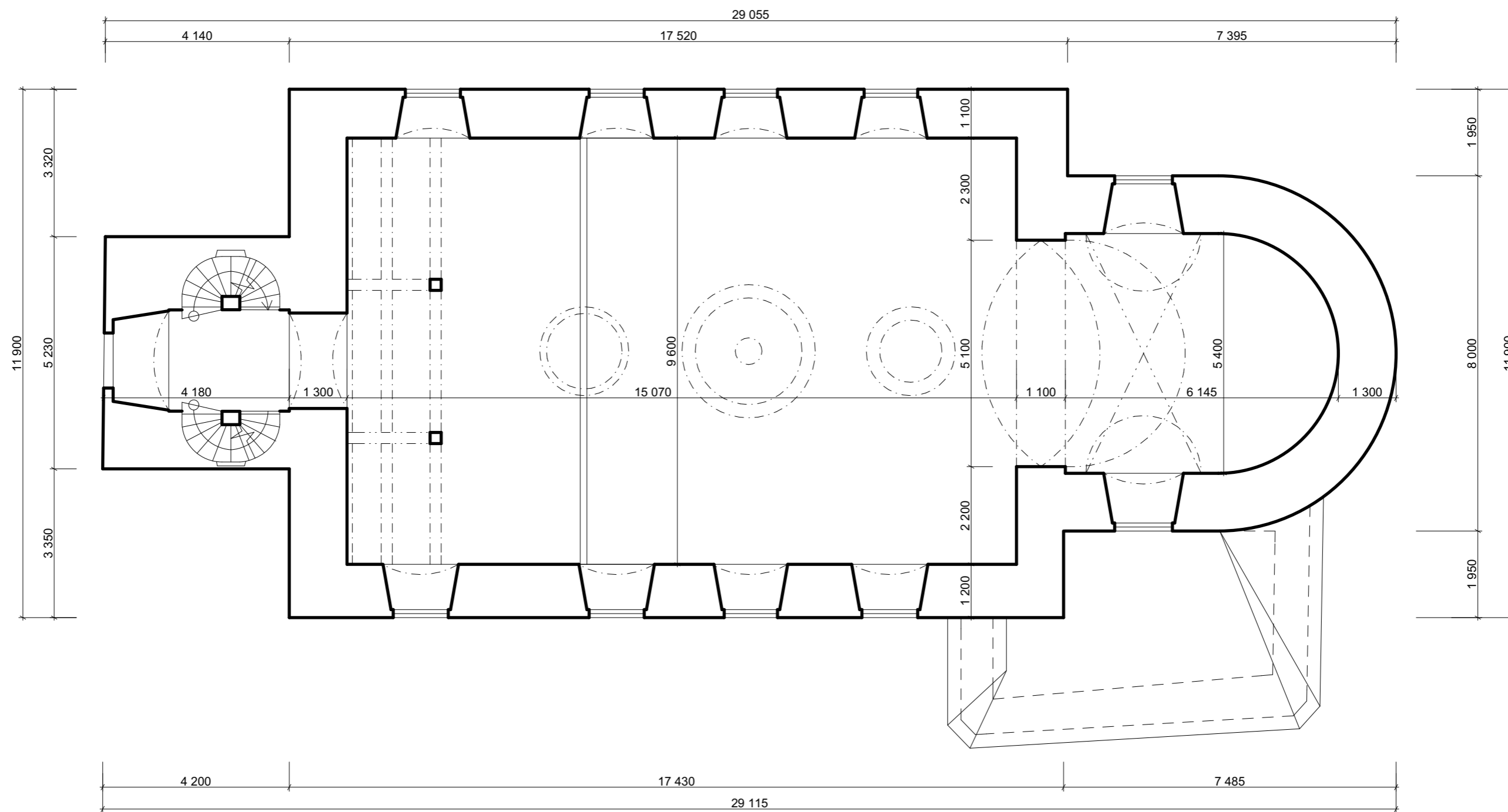


## 2.5 Výkresová dokumentace

Výkresy půdorysů byly zpracovány na základě schémat uvedených v práci Štěpána Tylše [30] s přeměřováním a kontrolou na místě. Ostatní výkresy byly vytvořeny z vlastního měření, nedostupné rozměry byly získány odhadem dle proporcí.



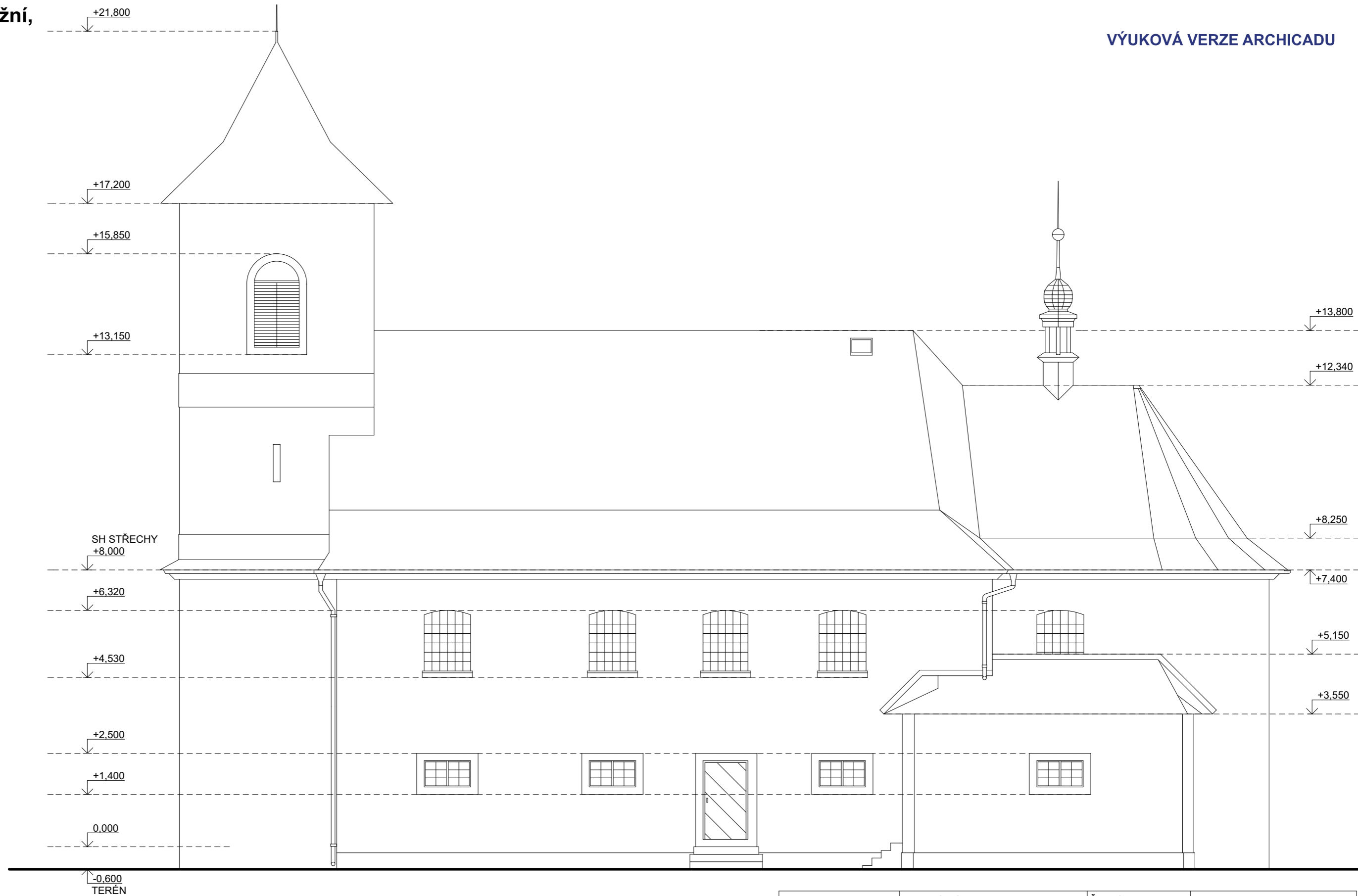
Vypracoval: <b>Jan Ptáček</b> (4.roč. oboru C)	Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>		Katedra 124	
Název úlohy: <b>Rekonstrukce kostela z 18. století</b>			Datum: <b>V. 2017</b>
Název výkresu: <b>Půdorys 1.NP</b>			Měřítko: <b>1:100</b>
			Číslo výkr. <b>1</b>




Vypracoval: <b>Jan Ptáček</b> (4.roč. oboru C)	Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>		Katedra 124	
Název úlohy: <b>Rekonstrukce kostela z 18. století</b>			Datum: <b>V. 2017</b>
Název výkresu: <b>Půdorys 2.NP</b>			Měřítko: <b>1:100</b>
			Číslo výkr. <b>2</b>

Pohled jižní,  
M 1:100

VÝUKOVÁ VERZE ARCHICADU

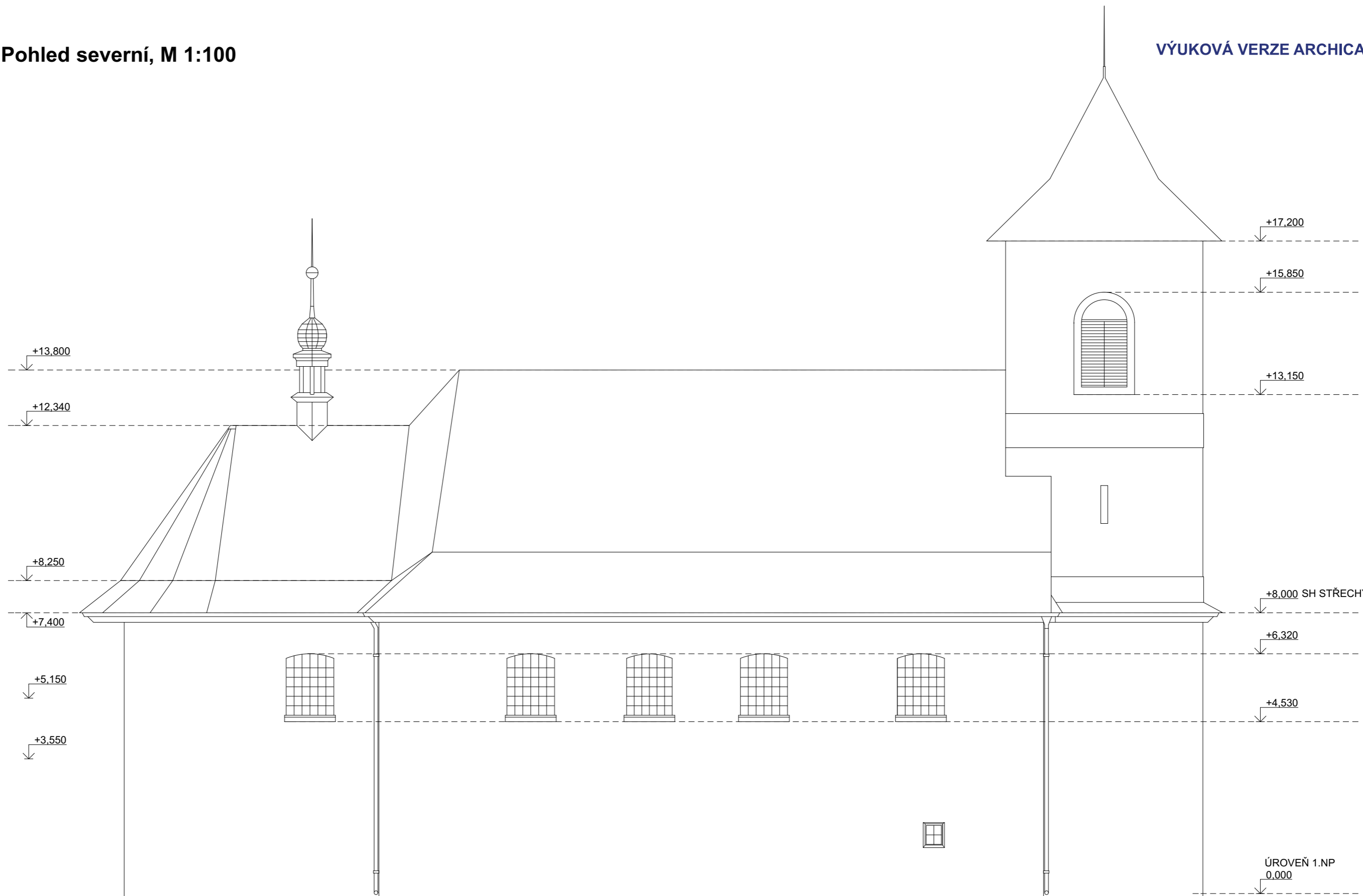



Vypracoval: <b>Jan Ptáček</b> (4.roč. oboru C)	Vedoucí práce: <b>doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.</b>	Školní rok: <b>2016/2017</b>	 ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>		Katedra 124	
Název úlohy: <b>Rekonstrukce kostela z 18. století</b>			Datum: <b>V. 2017</b>
Název výkresu: <b>Pohled jižní</b>			Měřítko: <b>1:100</b>
			Číslo výkr. <b>3</b>



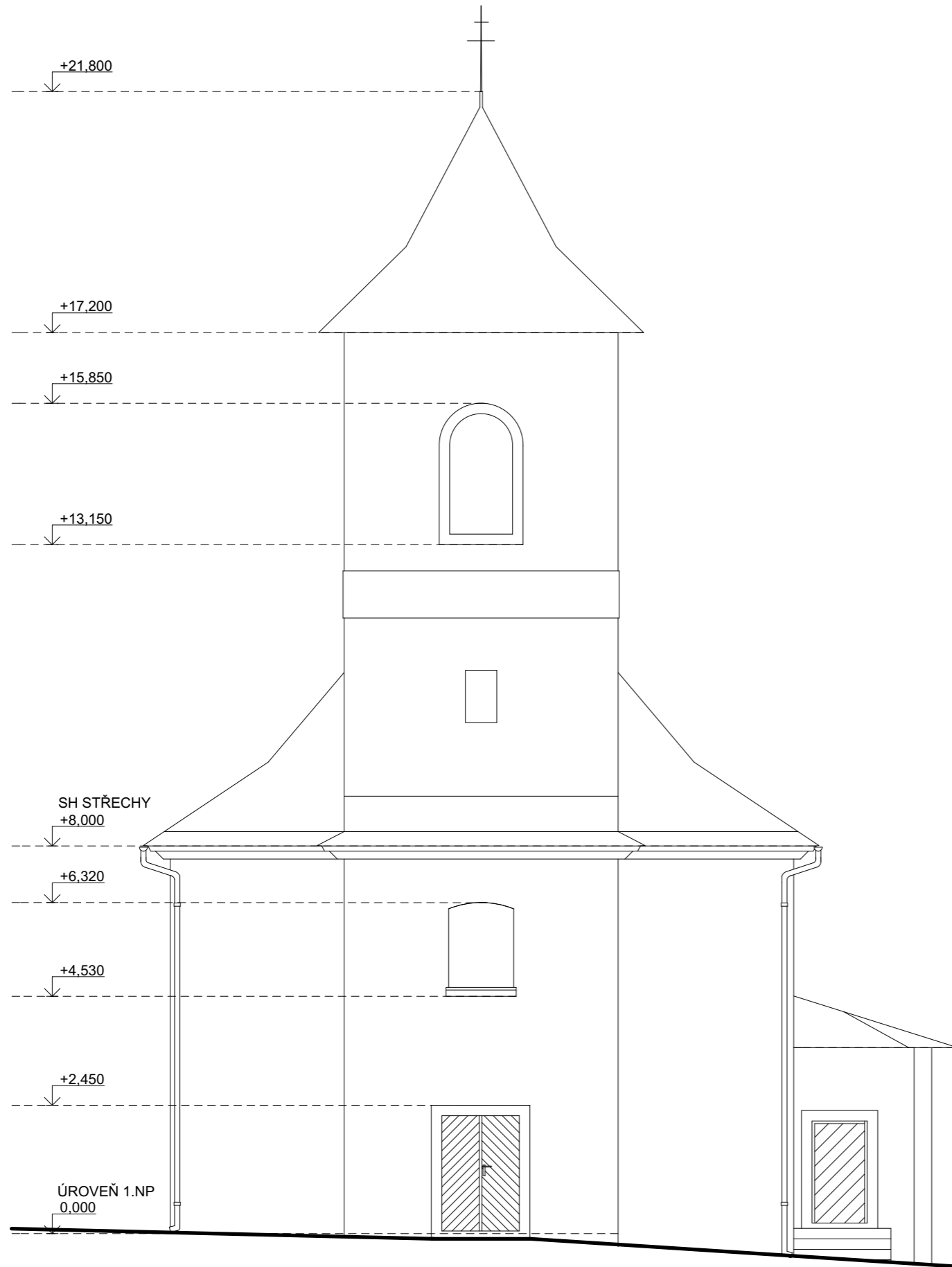
**Pohled severní, M 1:100**

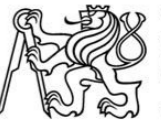
**VÝUKOVÁ VERZE ARCHICADU**

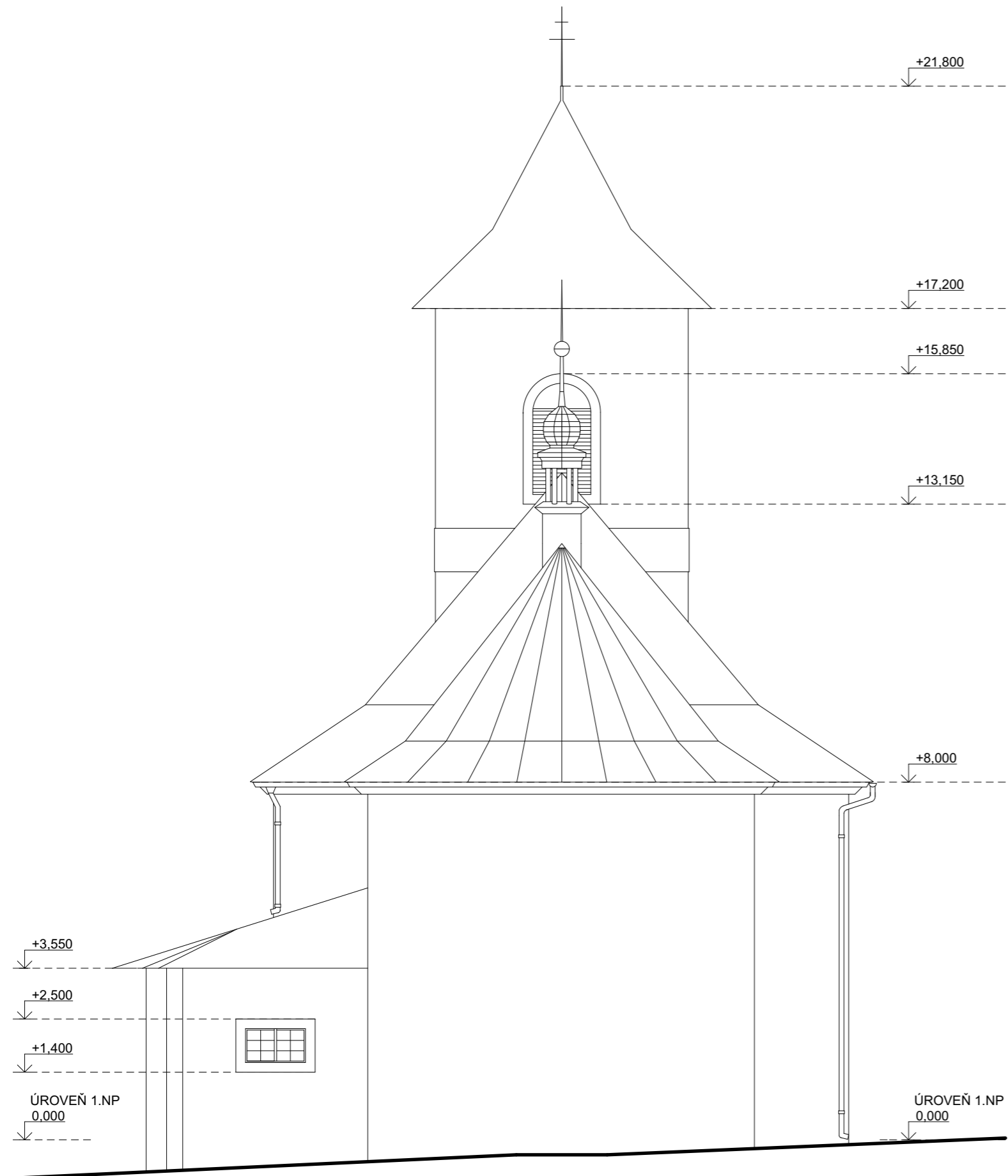



Vypracoval: <b>Jan Ptáček</b> (4.roč. oboru C)	Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	 ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>		Katedra 124	
Název úlohy: <b>Rekonstrukce kostela z 18. století</b>			Datum: <b>V. 2017</b>
Název výkresu: <b>Pohled severní</b>			Měřítko: <b>1:100</b>
			Číslo výkr. <b>4</b>

Pohled západní, M 1:100



Vypracoval: <b>Jan Ptáček</b> (4.roč. oboru C)	Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	 ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>		Katedra 124	
Název úlohy: <b>Rekonstrukce kostela z 18. století</b>			Datum: <b>V. 2017</b>
Název výkresu: <b>Pohled západní</b>			Měřítko: <b>1:100</b>
			Číslo výkr. <b>5</b>



Vypracoval: <b>Jan Ptáček</b> (4.roč. oboru C)	Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	 ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>		Katedra 124	
Název úlohy: <b>Rekonstrukce kostela z 18. století</b>			Datum: <b>V. 2017</b>
Název výkresu: <b>Pohled východní</b>			Měřítko: <b>1:100</b>
			Číslo výkr. <b>6</b>

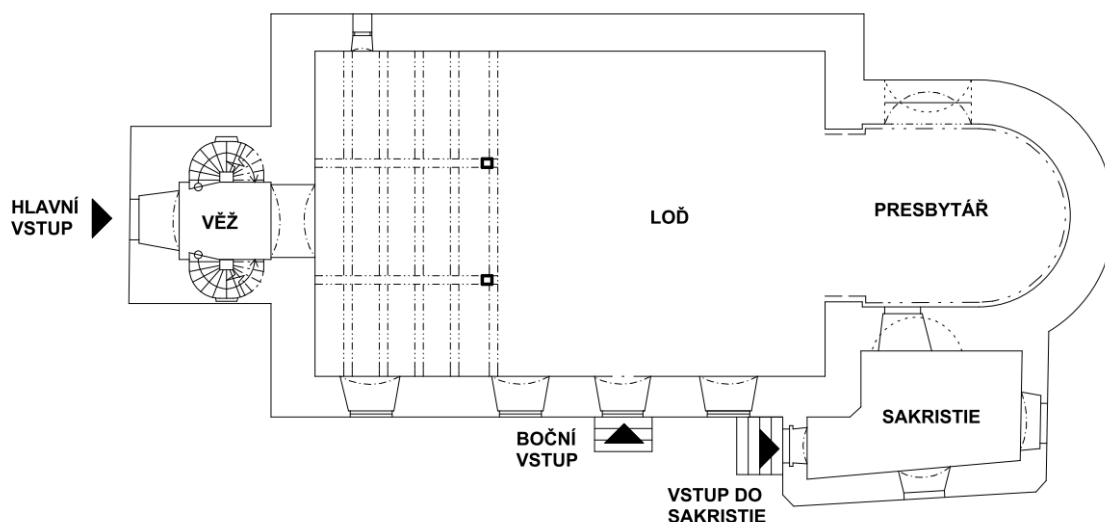


### 3 Stavebně technický průzkum

#### 3.1 Popis objektu

Kostel sestává z lodi zakončené presbytářem<sup>1</sup>, sakristie<sup>2</sup> a čtyřboké věže na západním průčelí, ve které je i hlavní vstup. Další vstup se nachází na jižní straně lodi, sakristie má také samostatný vstup.

Stavba je rozčleněna do několika výškových úrovní. Na úrovni 1.NP se nachází hlavní vstup do objektu a dva boční vstupy. Na severní a jižní straně věže se nachází točitá schodiště vedoucí do druhého nadzemního podlaží 2.NP, odkud je přístup na dřevěný balkon (kúr<sup>3</sup>). Z 2.NP lze pokračovat po jednoramenném dřevěném žebříkovém schodišti<sup>4</sup> do dalšího patra věže, odkud je přístup ke krovům nad lodí a presbytářem. Další patra věže jsou vzhledem k jejich současnému stavu běžně nepřístupná.



Obr.5.: Dispoziční schéma kostela.(zpracováno autorem BP)

##### 3.1.1 Základové konstrukce

Lze předpokládat, že objekt je vzhledem ke svému stáří založen na základových pasech, vyzděných z lomového kamene na vápennou maltu.[40] Pro zjištění přesných rozměrů pasů a hloubky založení by bylo nutné provést sondu k základové spáře. Předpokládáme, že základové pasy jsou stejné šířky jako stěny, s výjimkou jižní stěny lodi, kde sokl přesahuje stěnu o několik cm směrem ven (obr. 6).

Podle vizuálního průzkumu nebyla dosud provedena žádná opatření proti vzlínající vlhkosti. Vzhledem k tomu, že se objekt nachází na pozemku svažujícím se od severu k jihu, je podél severní stěny lodi zbudován příkop o šířce cca 80cm a hloubce cca 60cm, který má zřejmě zabraňovat přímému působení sněhu a stékající dešťové vody na stěnu (obr. 7).

<sup>1</sup> Presbytář je odlišené, často vyvýšené místo v kostele, kde stojí oltář a které je vyhrazeno kněžím. [5]

<sup>2</sup> Sakristie je prostor sloužící kněžím k převlékání a k přípravě před bohoslužbou. [6]

<sup>3</sup> Kúr neboli kruchta je vyvýšená konstrukce v zadní části kostela, určená pro varhany, pěvecký sbor a hudebníky. [7]

<sup>4</sup> Žebříkové schodiště je schodiště, jehož rameno má sklon od 45° do 58°. [8]



Z geologického hlediska se kostel nachází v Českém masivu, lužické (západosudetské) oblasti, v regionu orlicko-sněžnického krystalinika. Podloží je tvořeno metamorfity<sup>5</sup>, především svorem a fylonitem. [9] Dle půdních map leží kostel na kambizemi dystrické<sup>6</sup>. [10]



Obr.6.: Sokl na jižní straně lodi.



Obr.7.: Příkop u severní stěny.

### 3.1.2 Svislé konstrukce

Veškeré stěny v objektu lze považovat za nosné. Jsou vyžděny především z lomového kamene s použitím plných pálených cihel, a to u zaklenutí okenních otvorů a jejich ostění. Nutno zmínit také nosné cihelné stěny nesoucí schodišťové stupně. Z plných pálených cihel byly taktéž vyžděny oba oblouky po stranách presbytáře.

Zdivo lodi a presbytáře dosahuje tloušťky 1200 až 1300mm. Věž má půdorysně nepravidelný tvar blížící se lichoběžníku a tloušťka jejích stěn se pohybuje v rozmezí 1300 až 1600mm.

Po celém obvodu kostela jsou provedeny ozdobné římsy z pálených cihel. Některé z nich byly opraveny během poslední rekonstrukce střechy.

<sup>5</sup> Metamorfity jsou horniny vzniklé přeměnou z jiných hornin, a to důsledkem působení tepla, tlaku nebo chemicky aktivních kapalin. [11]

<sup>6</sup> Kambizem byla dříve nazývána také jako lesní nebo hnědá půda. Je vázána na silně členité reliéfy – pahorkatiny, vrchoviny, hornatiny. Kambizemě se vyskytují v mírném klimatickém pásu, a to především pod listnatými lesy. Nachází se ve svažitéch podmínkách v hlavních souvrstvích magmatitů, metamorfitů a zpevněných sedimentárních hornin. [12]





### 3.1.3 Schodiště

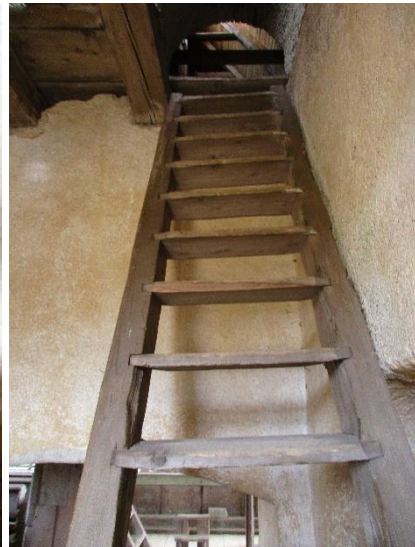
#### 3.1.3.1 Vnitřní schodiště

Přístup do 2.NP je zajištěn dvěma točitými schodišti (obr.8). Tato jsou vedena v jižní a severní stěně věže. Schodišťové stupně jsou z dřevěných fošen, avšak dnes již značně sešlých. Severní schodiště bylo v době průzkumu (březen 2017) pro svůj havarijný stav zabezpečeno proti používání.

Pro přístup do 3.NP vede dřevěné žebříkové schodiště (obr.9). Do další výškové úrovně věže (4.NP) v minulosti pravděpodobně vedlo obdobné dřevěné žebříkové schodiště, avšak bylo sнесeno. Ze 4.NP do zvonového patra (5.NP) je dřevěné schodiště dosud zachováno.



Obr.8.: Točité schodiště mezi 1.NP a 2.NP.



Obr.9.: Žebříkové schodiště.

#### 3.1.3.2 Vnější schodiště

Vzhledem k tomu, že kostel leží v mírném svahu, jsou před bočními vstupy na jižní straně zbudována dvě jednoduchá schodiště z kamenných bloků.



Obr.10.: Vnější schodiště na jižní straně.





### 3.1.4 Stropní konstrukce

#### 3.1.4.1 Věž

Strop nad 1.NP je tvořen valenou klenbou (obr.11), shora zakrytou prkenným záklopem (obr.12). Strop nad 2.NP je tvořen trámy uloženými do kapes ve zdivu, s prkenným záklopem. Stropy v dalších úrovních věže jsou tvořeny pouze trámy a různě ukládanými fošnami.



Obr.11.: Zaklenutí prostoru pod věží.



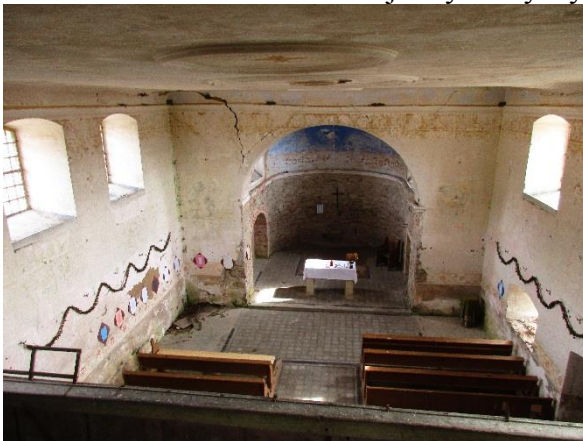
Obr.12.: Podlaha věže v 2.NP.

#### 3.1.4.2 Lod'

Strop lodi je tvořen podélně ukládanými fošnami, připevněnými zesponu na konstrukci krovu. Omítka je provedena do rákosového pletiva. Zhruba uprostřed stropu je kruhový otvor určený k zavěšení lustru.

#### 3.1.4.3 Presbytář

Presbytář je od lodi oddělen mírným vyvýšením podlahy a vítězným obloukem<sup>7</sup>, a je zaklenut valenou klenbou se dvěma trojbokými styčnými výsečemi, zakončenou konchou<sup>8</sup>. [30]



Obr.13,14.: Vítězný oblouk pohledem z kůru a zaklenutí presbytáře.

<sup>7</sup> Vítězný neboli triumfální oblouk v kostele je oblouk oddělující kněžiště od lodi. [13]

<sup>8</sup> Koncha je klenba ve tvaru čtvrtkoule nebo polokoule. [14]



#### 3.1.4.4 Sakristie

Strop sakristie se do dnešní doby nedochoval. V současnosti je zde odhalené trámoví nového krovu z roku 2010.

#### 3.1.5 Konstrukce střechy a krovu

Střecha věže je jehlancová se starší plechovou krytinou. Loď kostela je zakryta sedlovou střechou se zalomením spodní části. Krov je hambalkový se stojatou stolicí. V podélném směru je ztužen ondřejskými kříži. Nad presbytářem přechází střecha do osmibokého tvaru se sanktusníkem. Při rozsáhlé rekonstrukci v roce 2010 byla použita střešní krytina z cementovláknitých desek – Eternit Dacora. [30] Sakristie je zastřešena plechovou střechou.



Obr.15,16.: Zastřešení presbytáře, sanktusník a pohled na novodobé dozdění římsy sakristie.

#### 3.1.6 Ostatní konstrukce

V západní části lodi kostela se nachází dřevěný kůr o dvou patrech (obr.17). Jde o jednoduchou trámovou konstrukci s prkennými podlahami a dekorativním prkenným zábradlím s vlisy. Přístup do prvního patra kůru je pomocí schodiště ve věži. Druhé patro kůru je přímo propojeno s prvním patrem pomocí dřevěného žebříkového schodiště. Je třeba také zmínit dřevěnou konstrukci zvonové stolice pro dvojici zvonů. Z jejího vybavení se dosud zachovaly pouze železné závěsy zvonů, samotné zvony se zde nenacházejí. Stolice je poškozována vtékající vodou skrz poškozené výplně oken.





Obr.17.: Pohled na kůr.

### 3.1.7 Podlahy

Volné plochy podlah v lodi jsou pokryty šamotovou dlažbou. Dlažba pod lavicemi a pod bývalým vybavením kostela je z pískovcových desek nebo litého betonu. Podlaha v podvěží je provedena z litého betonu (obr.19). V sakristii je podlaha z velké části rozebraná.



Obr.18,19.: Pohled do prostoru presbytáře. Volné plochy jsou vydlážděny šamotovou dlažbou, ostatní pískovcovými deskami. Vpravo podlaha z litého betonu u hlavního vstupu.

### 3.1.8 Otvory a výplně otvorů

#### 3.1.8.1 Okna a dveře vnější

Hlavní vstup do kostela se nachází na západním průčelí a je tvořen dvoukřídlými dřevěnými vraty, které jsou replikou původních. [30] Ostění je provedeno z pískovce.

Nade vraty se v úrovni 2.NP nachází velké zaklenuté okno, v současnosti provizorně zabeďněné. Osvětlení interiéru věže v dalším podlaží zajišťují štěrbinová okna, vedená severní, západní a jižní stěnou. Poslední patro věže – zvonové patro – je otevřeno do všech světových stran velkými zaklenutými okny s pískovcovými šambránami. Výplň oken zvonového patra je tvořena dřevěnými dvoukřídlými okenicemi s pevnou horní částí v zaklenutí. Vždy v jednom z křídel bylo ještě malé okénko s odsuvným uzávěrem (obr.20).



Obr.19,20.: Pohled na západní průčelí. Hlavní vstup, nad ním (v současnosti zabeďněné) okno ve 2.NP, dále štěrbinové okno a okno zvonového patra s pískovcovým ostěním. Vpravo pohled zevnitř na okenici s malým okénkem.

V severním průčelí kostela se nachází na úrovni 2.NP řada pěti oken, které osvětlují prostor lodi. Okna jsou totožná s okny na jižní stěně, tzn. obdélníkového tvaru s mírným zaklenutím, skloněnými parapety s oplechováním, pevná se zasklením do dřevěného rámu. Jediný otvor severního průčelí v 1.NP je úzké okno osvětlující prostor pod kůrem, které je z venkovní strany zabezpečeno ozdobnou kovanou mříží.



Obr.21,22.: Okna severního průčelí lodi. Malé okno vedoucí pod kůr a řada pěti oken v úrovni 2.NP. Skleněné tabulky jsou z velké části rozbité. Vlevo pohled na kovanou mříž okénka pod kůrem.





Jižní průčelí je řešeno taktéž řadou pěti oken v 2.NP. Okna jsou stejného tvaru jako na severním průčelí; s cihlovými ostěními, cihlovým zaklenutím a kamennými parapety. Výplň je tvořena skleněnými tabulkami, ukládanými do dřevěného rámu. Tato okna jsou pevná, mimo jednoho okna přístupného z balkonu, jež je doplněno o otevíravou část. Z vnitřní strany jsou jejich šikmé parapety pokryty tvarovanými plechy, které mají evidentně zabraňovat přímému vtékání vody do interiéru skrz rozbité výplně.



Obr.23.: Okno jižního průčelí.



Obr.24.: Oplechování vnitřního parapetu.

Horní řada oken je doplněna o řadu oken v 1.NP. Mají tvar ležatého obdélníku a jejich světlá šířka se shoduje se šířkou oken ve 2.NP. Tato okna jsou otevíravá dvoukřídlá a zvenčí krytá železnou mříží. Jde celkem o tři okna do lodi a jedno okno do sakristie. Jedno okno je „nahrazeno“ dveřmi – bočním vstupem do kostela. Na jižní straně kostela se nachází taktéž samostatný vstup do sakristie, tvořený jednokřídlými dveřmi s pískovcovými ostěními. Oba zmiňované dveřní otvory jsou uzavřeny replikami původních dřevěných dveří.



Obr.25.: Jižní průčelí kostela.





### 3.1.8.2 Dveře vnitřní

Veškeré průchody mezi vnitřními prostory kostela vedou prázdnými zaklenutými otvory s hladkými ostěními. Výjimkou jsou dveře z presbytáře do sakristie. Tyto jsou jednokřídlé, s pískovcovými ostěními, a zazděné do cihlového oblouku ve stěně. Výplň dveří je opět replikou původní. [30]



Obr.26,27.: Dveře z presbytáře do sakristie jsou umístěné v cihelném oblouku a lemované pískovcovým ostěním. Vpravo pohled na tytéž dveře ze sakristie.

### 3.1.9 Fasádní prvky, omítky

#### 3.1.9.1 Exteriér

Vnější vzhled kostela je velice prostý a je tvořen světlými hladkými omítkami. Mimo pískovcových ostění okolo některých otvorů jsou nejvýznamnějšími fasádními prvky ozdobné římsy – korunní římsa<sup>9</sup> na lodi a presbytáře a kordonová římsa<sup>10</sup> na věži.

Dalším drobným okrasným prvkem jsou pásy na omítce na věži. Jeden v úrovni stropu 2.NP, druhý v úrovni stropu 3.NP.

<sup>9</sup> Korunní římsa, neboli hlavní římsa, je vystupující vodorovný prvek oddělující zeď od podstřeší. [15]

<sup>10</sup> Kordonová římsa je vystupující vodorovný prvek oddělující jednotlivá podlaží. [15]



Obr.28.: Pohled na římsy a dekorativní pásy na věži.

### 3.1.9.2 Interiér

Z interiérové výzdoby se do dnešní doby téměř nic nezachovalo. Nejzachovalejší omítky se zbytky maleb jsou na severní a jižní stěně lodi. Omítky v presbytáři jsou osekány do úrovně vnitřní římsy, stejně tak jako omítky v prostoru hlavního vstupu v podvěží. Významným prvkem výzdoby jsou tři zrcadla<sup>11</sup> na plochem stropu lodi (obr.30).



Obr.29,30.: Pohled do presbytáře. Kompletně osekané omítky v celé úrovni 1.NP. Vpravo pohled na zrcadla na stropu lodi.

Interiér věže je z velké části neomítaný a lze na něm pozorovat kombinaci kamenného zdiva a cihel.

<sup>11</sup> Zrcadlo je mírně vyhloubená plocha na stropě reprezentačních komnat, orámovaná profilovanou štukovou lištou nebo ornamentálním pásem, často zdobená malbou. [16]

## 3.2 Měření vlhkosti stěn

### 3.2.1 Důvod měření

Důvodem k měření bylo zjištění míry vlhkosti stěn v interiéru. Tyto stěny vykazují známky působení nadměrné vlhkosti, jako je např. plesnivost, vlhkostní mapy a odpadávání kusů omítek.

### 3.2.2 Použité přístroje a princip měření

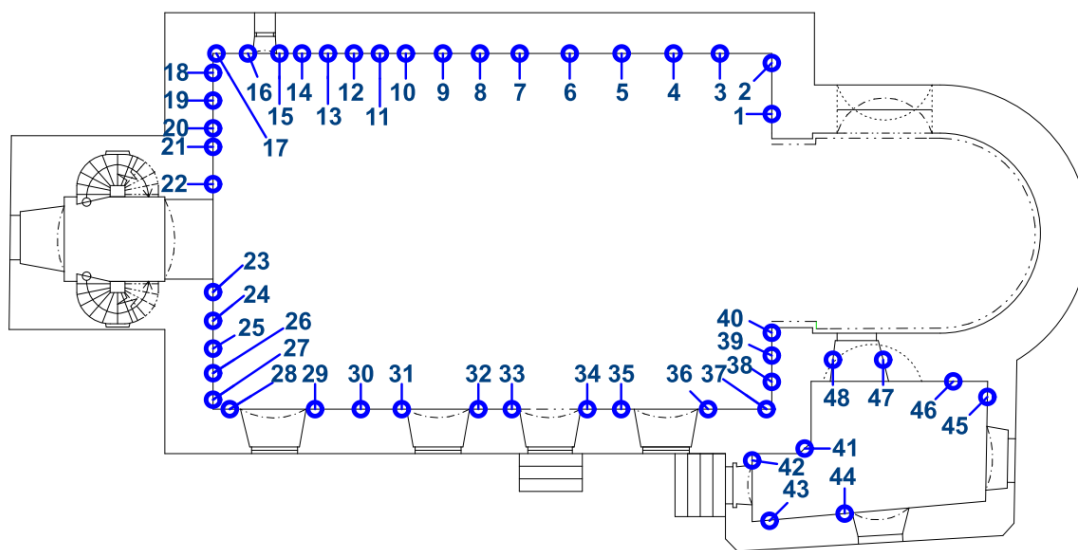
K měření byl použit přístroj Greisinger GMK 100 (z majetku školy), který se používá pro měření vlhkosti stavebních materiálů a dřeva.

Přístroj GMK 100 je měřicí přístroj pracující na kapacitním principu<sup>12</sup>, s přímým zobrazením vlhkosti v procentech. Měření se provádí pomocí měřicí destičky na zadní straně přístroje, která musí celou svou plochou doléhat na měřený materiál. Měření je možné provádět ve dvou hloubkách, a to v 10 nebo 25mm.

### 3.2.3 Místa a způsob měření

Pro měření bylo v interiéru vybráno celkem 48 míst, z toho 40 v lodi a 8 v sakristii. V ostatních prostorách 1.NP – presbytáři a podvěží – jsou omítky zcela osekány po celé výšce podlaží a měření zde tudíž není možné.

Na každém místě byla provedena tři měření ve výšce 0,2m, 1m a 1,5m.



Obr.31.: Schéma kostela s vyznačenými místy měření vlhkosti. (zpracováno autorem BP)

<sup>12</sup> Podstatou kapacitního principu je zjištění elektrických vlastností nekovových materiálů v závislosti na vlhkosti. Touto metodou se měří dielektrická konstanta hmoty, která je citlivě závislá na vlhkosti. Běžné stavební materiály mají relativní permitivitu menší než 10, zatímco relativní permitivita vody je přibližně 82, tzn. že i malá přítomnost vody v materiálu působí na výrazné změny jeho relativní permitivity. K výhodám kapacitní metody patří zejména malý vliv okolních teplot, malý vliv solí rozpuštěných ve vodě, možnost měření v širokém rozmezí vlhkostí. K nevýhodám patří nutnost kalibrovat přístroj pro každý materiál zvlášť. [17]





### 3.2.4 Zjištěné hodnoty a vyhodnocení

Číslo měř.	Výška měření		
	0,2m	1m	1,5m
1	10,0	9,5	10,5
2	8,8	8,4	11,3
3	10,2	17,3	9,4
4	5,2	8,9	6,0
5	7,1	10,6	9,0
6	8,0	9,7	8,4
7	8,6	10,2	8,6
8	9,3	10,5	10,2
9	10,3	9,1	8,4
10	9,3	8,7	10,1
11	6,6	8,0	11,1
12	9,8	7,5	7,0
13	7,9	10,0	8,4
14	7,3	10,3	10,4
15	7,8	9,9	10,8
16	7,8	9,3	12,9
17	8,3	10,2	11,5
18	9,5	10,9	9,1
19	11,1	9,1	8,7
20	11,0	9,0	11,3
21	10,1	9,3	16,7
22	10,6	8,4	11,3
23	9,6	7,8	8,5
24	9,3	8,4	11,3

vlhkost v procentech hmotnosti

Číslo	Výška měření		
	0,2m	1m	1,5m
25	9,4	8,5	10,0
26	9,8	9,6	9,4
27	8,2	8,8	9,6
28	8,9	9,4	9,0
29	9,9	10,0	10,2
30	8,9	9,3	10,2
31	8,2	10,3	9,6
32	9,7	10,3	11,4
33	7,6	9,1	8,3
34	9,7	10,6	11,1
35	9,0	10,2	10,7
36	9,1	10,1	10,7
37	8,0	10,9	9,0
38	8,2	9,6	11,7
39	10,7	11,0	9,8
40	8,6	13,1	9,8
41	8,9	10,2	9,2
42	9,1	9,4	8,9
43	8,3	10,5	9,9
44	9,6	10,4	9,4
45	8,3	10,1	9,0
46	9,0	10,3	9,6
47	10,0	15,2	10,5
48	9,1	10,1	10,1

hodnocení vlhkosti $w$ dle ČSN P 73 0610	
$w < 3\%$ hmotnostní	vlhkost velmi nízká
$3\% < w < 5\%$ hmot.	vlhkost nízká
$5\% < w < 7,5\%$ hmot.	vlhkost zvýšená
$7,5\% < w < 10\%$ hmot.	vlhkost vysoká
$w > 10\%$ hmot.	vlhkost velmi vysoká

Z výše uvedeného je patrné, že vlhkost stěn převyšuje přípustné hodnoty. Většina naměřených hodnot se pohybuje v oblastech vysoké a velmi vysoké hmotnostní vlhkosti. Proto bude nutné provést opatření ke snížení vlhkosti stěn.



## 4 Analýza poruch

### 4.1 Projevy zvýšené vlhkosti

#### 4.1.1 Zatékání srážkové vody

V roce 2010 proběhla rozsáhlá rekonstrukce krovů a střešního pláště, která zastavila zatékání srážkové vody do stěn a stropů. Vzhledem k tomu, že od dob odsunu obyvatel obce ve čtyřicátých letech 20. století pravděpodobně neprobíhala žádná pravidelná údržba a kostel byl ponechán svému osudu, jsou poškození konstrukcí značná. Důsledkem je jak porušení vnějších a vnitřních omítek, tak i statické narušení stěn, stropů, kleneb a nadpraží.

##### 4.1.1.1 Exteriér

Poškození exteriéru kostela od zatékající dešťové vody se vyskytují v různých mírách v závislostech na výskytu poruch střešního pláště. Patrně nejmenší poškození omítek se vyskytuje na věži, především v horních partiích, kde je omítka na většině plochy (kromě východní části okolo okna zvonového patra, kde chybí cca 4/5 plochy omítek) pouze vzhledově sešlá a ztmavlá. Na některých místech se dokonce zachovalo i několik vrstev nátěrů (bílá a žlutá barva). Ovšem citelným problémem je devastace předsazené kordonové římsy věže, která postupně přichází o své opláštění. Původní dřevěné šindele byly později překryty eternitem, avšak ten se rozpadá a obnažená římsa tak jeví známky působení dešťové vody. Největší poškození římsy se objevuje na styku věže s lodí, kde je již cihelné zdivo římsy zcela obnaženo (obr.33).



Obr.32.: Poškození krytiny kordonové římsy věže.



Obr.33.: Poškozená římsa ve styku věže s lodí.

Poškození vnějších omítek na zbylých částech kostela pak odpovídá místům porušeného střešního pláště před rekonstrukcí. Jde především o plochu nad oknem presbytáře v jižní stěně a severovýchodní částí stěny presbytáře, kde omítky chybí až k úrovni terénu. Zde bylo poškození římsy natolik závažné, že byla vyzděna z velké části znovu.

Dále jde o rozsáhlá poškození na jižní straně kostela. Zde nese známky poškození všech pět oken horní řady. U dvou z nich jde o úplné zničení římsy a opadání všech vrstev omítek v okolí. U zbylých třech se sice omítky v různé míře zachovaly, avšak s viditelnými trhlinami v klenutých nadpražích.



Obr.34.: Jižní strana kostela – poškození omítek a stěn.

Značná poškození nese i sakristie. Zde byl při rekonstrukci střechy snesen původní krov a dozděna téměř celá délka římsy.

#### 4.1.1.2 Interiér

Netěsným střešním pláštěm v minulosti zatékalo do interiéru na mnoha místech. Došlo tak k zásadnímu snížení pevnosti zdiva. Výsledkem jsou především poruchy okenních kleneb, praskliny zdi a odtržení stropu od stěn. Patrně nejzávažnějším problémem je poškození vítězného oblouku (obr. 35). Nutno však poznamenat, že rozsah trhlín v konstrukci oblouku může svědčit i o poklesu podpor oblouku.





*Obr.35.: Poškození vítězného oblouku.*



*Obr.36: Održení stropu od stěn.*



*Obr.37.: Trhliny v nadpraží okna ve 2.NP.*



*Obr.38a, 38b: Trhlina pod parapetem jednoho z oken v 2.NP.*





Další známkou zatékání dešťové vody do interiéru jsou pak vlhkostní mapy na stropě. Na několika místech došlo i k odpadnutí omítek od rákosového pletiva (obr.39).



Obr.39.: Pohled na zrcadla. Patrné jsou vlhkostní mapy a místa s odpadnutou omítkou.

Dalším problémem, který ničí interiér kostela, je absence velké části skleněných výplní oken a v některých případech i absence celých oken včetně ráků. I přes oplechování – záchytný žlábek- mnoha vnitřních parapetů se během zimních období dovnitř dostává množství sněhu, které během tání degraduje veškeré dřevěné konstrukce (obr.40). Do velice špatného stavu se tak dostaly i zvonové stojky, které jsou díky absenci okenic výrazně navlhlé, pokryté plísními a lišejníky a na některých částech se začínají rozpadat (obr.41).



Obr.40.: Navátý sníh na kůru.



Obr.41: Poškození zvonových stojek.





## 4.1.2 Kapilární vztlínání vody

### 4.1.2.1 Exteriér

Známky kapilární vztlínivosti jsou patrné po celém obvodu kostela. Na některých místech způsobila vztlínivost spolu se stékající vodou z porušené střechy odpadnutí veškerých omítek na celou výšku stěny.

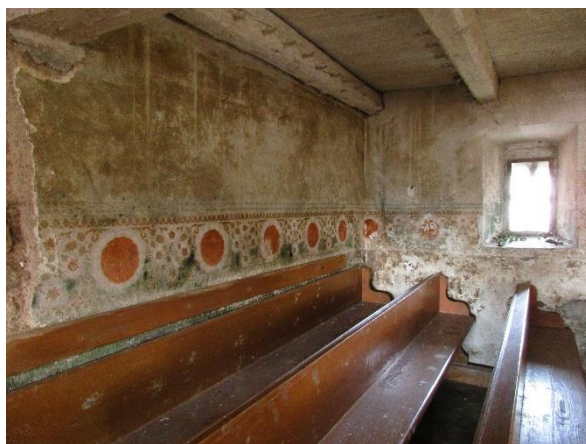
Podél severní stěny lodi je proveden příkop z volně skládaných kamenů do hloubky cca 80cm pod úroveň podlahy 1.NP. Díky tomu na stěnu nepůsobí přímo sníh a stékající voda ze svahu, navíc může lépe vysychat. Proto jsou zdejší omítky v daleko lepším stavu než na ostatních stranách. Bohužel dno příkopu není nikam vyspádováno, tudíž veškerá voda v něm zůstává. Celou věc zhoršují dva okapové svody, které ústí právě do tohoto příkopu. V samotném příkopu se tak po většinu roku drží voda bez možnosti odtoku.



Obr.42,43.: Příkop podél severní stěny. Dobře patrné projevy vlhkosti. V horní části snímku odloupaná svrchní vrstva omítky v důsledku vztlínání vody. Vpravo poškození jižní stěny věže.

### 4.1.2.2 Interiér

V interiéru jsou známky kapilárního vztlínání vody nejvíce patrné na pískovcové dlažbě (více v kapitole 4.5) a na stěnách, které jsou pokryty zelenými plísněmi.



Obr.44,45.: Poškozené omítky důsledkem zvýšené vlhkosti a plesnivěním.





## 4.2 Svislé konstrukce

Porušení svislých konstrukcí z velké části souvisí se zatékáním srážkové vody – viz. kapitola 4.2.1. Podrobně jsou poruchy svislých konstrukcí na straně exteriéru zachyceny na přiložených výkresech. V interiéru se ale vyskytují i trhliny a praskliny zdiva, které pravděpodobně nevznikly vlivem zatékání srážkové vody. Jednou z nich je např. prasklé nadpraží nade dveřmi do sakristie (obr.47).



Obr.46.: Trhliny okolo okna.



Obr.47.: Trhlina v nadpraží dveří sakristie.

## 4.3 Schodiště

### 4.3.1 Vnitřní

V objektu se nachází dva typy schodišť, a to schodiště dřevěná žebříková a schodiště točitá ve stěně věže mezi 1. a 2.NP. Stav dřevěných žebříkových schodišť odpovídá jejich stáří. Mimo mírného sešlapání stupňů nemají žádných vad. Stav točitých schodišť je daleko horší. Dřevěné stupně, ukládané do cihelného zdiva, jsou na mnoha místech uvolněné. Výstup po schodišti tak není bezpečný. U jižního schodiště je uvolněný první stupeň provizorně podložen cihlami (obr.48). U schodiště v severní stěně dokonce několik stupňů chybí, a bylo proto uzavřeno (obr.49).



Obr.48.: Jižní schodiště.



Obr.49.: Severní schodiště.



### 4.3.2 Vnější

Před bočním vstupem do lodi a před vstupem do sakristie jsou jednoduchá kamenná schodiště, avšak obě ve velice špatném stavu. Kamenné bloky se „rozjíždějí“ a ztrácejí rovinnost, proto jsou obě schodiště prakticky nepoužitelná.



Obr.50a,50b.: Pohled na vnější kamenná schodiště. Vpravo havarijní stav schodiště do sakristie. Za povšimnutí stojí taktěž stopy po vzlínající vlhkosti.

## 4.4 Stropní konstrukce

Vlivem zatékání dešťové vody do krovů došlo k degradaci omítek stropu lodi. Na několika místech začala vrstva omítky odpadat od rákosového pletiva (obr.51). Největší poškození stropu je nad kůrem, kde se propadl kus stropu o rozměrech cca 0,5x1 m (obr.52).



Obr.51.: Poškozený strop lodi.



Obr.52.: Propadlý strop nad kůrem.





## 4.5 Podlahy

V celém kostele jsou tři druhy podlah, a to litý beton, šamotová dlažba a pískovcové desky. Jedinými poruchami podlah z hladkého litého betonu jsou tenké trhliny, které ale nebrání běžnému užívání. Podlahy ze šamotové dlažby jsou taktéž v dobrém stavu, až na několik míst, kde některé dlaždice chybí (viz.obr.53). Podlahy tvořené pískovcovými deskami jsou ale na většině ploch pokryté výraznou zelenou plísní, která ničí dřevěnou konstrukci novodobých lavic (obr.54).



Obr.53.: Poškozená dlažba před oltářem.



Obr.54.: Plísní pokrytá dlažba pod lavicemi.

## 4.6 Okenní otvory

V objektu jsou kromě dvou oken v presbytáři všechny ostatní výplně okenních otvorů původní. Jejich skleněné tabulky jsou na mnoha místech rozbité a dřevěné okenní rámy jsou sešlé, bez ochranných nátěrů podléhají hnilobě. Železné mříže jsou značně zkorodované, ale stále funkční. Ve velmi špatném stavu jsou okenice zvonového patra, které se rozpadají a někde dokonce již zcela chybí (obr.55,56).



Obr.55,56: Stav okenic zvonového patra.





U některých oken v 1.NP jsem našel trhliny v pískovcovém ostění (obr.57,58).



Obr.57,58: Prasklé dolní bloky pískovcových ostění.

#### 4.7 Dveřní otvory

Pískovcové ostění hlavního vstupu vykazuje známky vzlínající vlhkosti a působení stékající dešťové vody. Ze spáry mezi svislými bloky a zdívem je postupně vymývána omítka, tudíž tyto bloky ztrácejí soudržnost se zdívem. Toto je patrné především u pravého kusu (obr.59).



Obr.59.: Poškozené ostění hlavního vstupu.

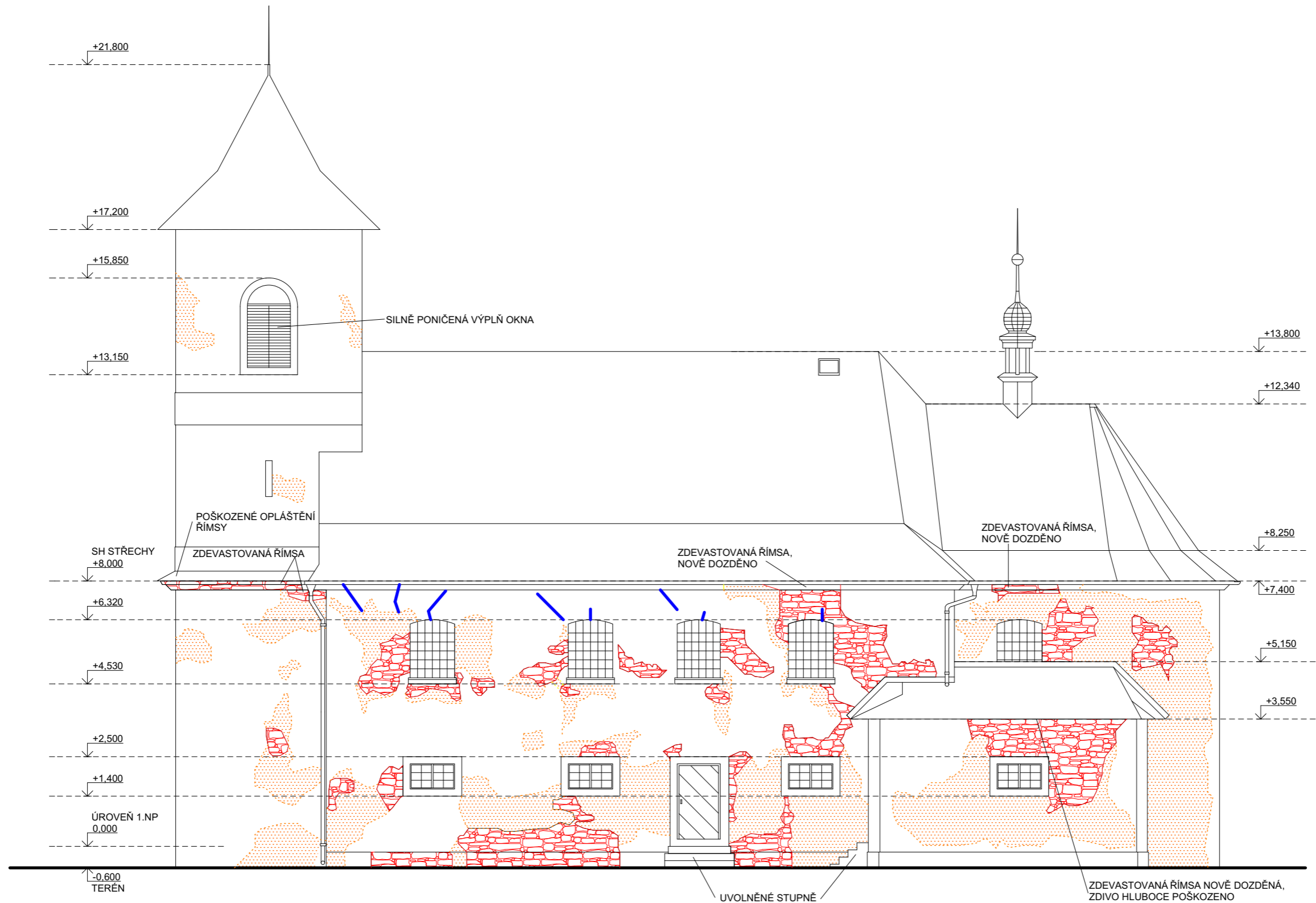


Obr.60.: Trhlina u vstupu do sakristie.




## 4.8 Výkresová dokumentace – zakreslení poruch

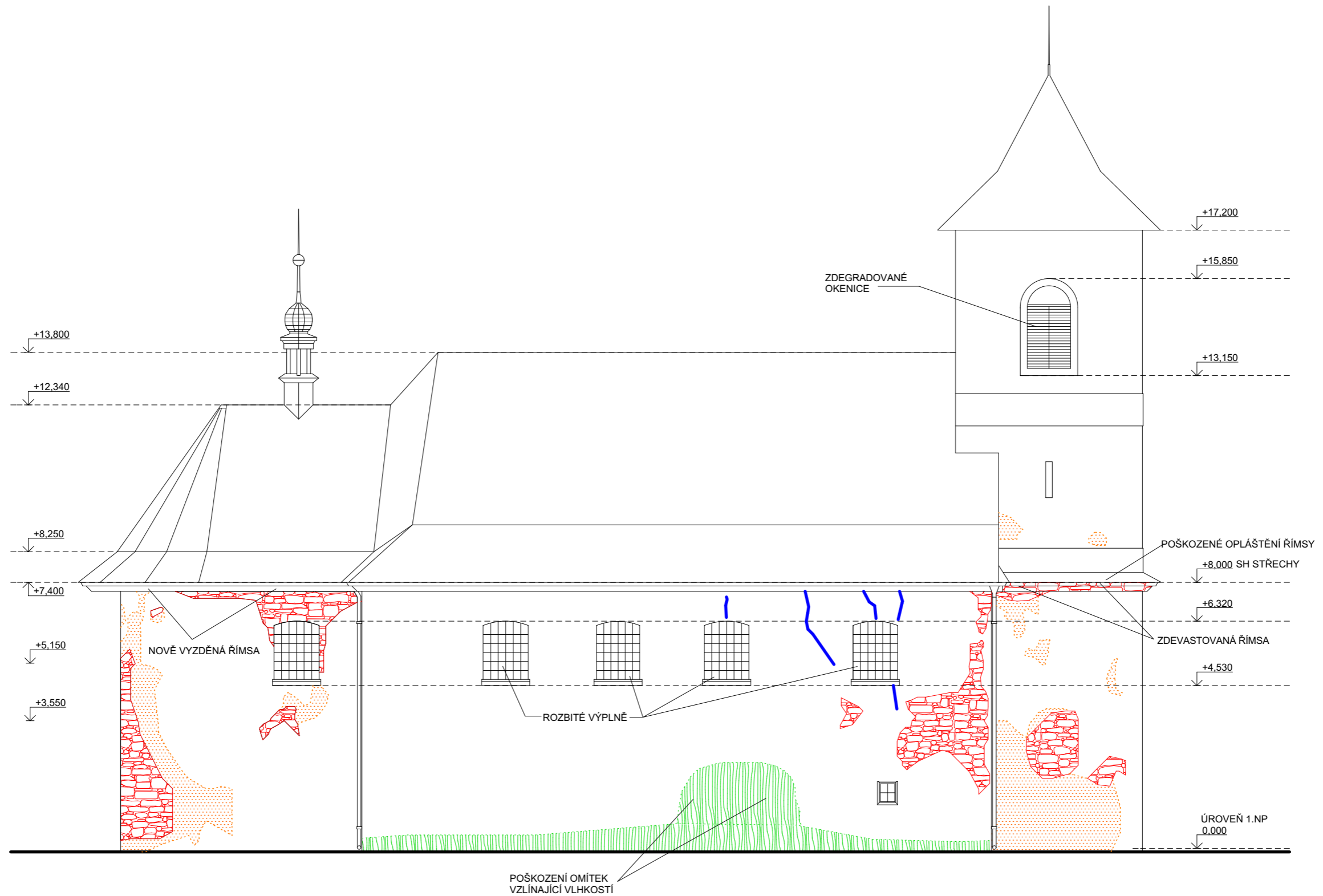
# Poruchy - pohled jižní, M 1:120



**Legenda:**

-  OBNAŽENÉ ZDIVO
-  POŠKOZENÁ OMÍTKA
-  VZLÍNAJÍCÍ VLHKOST
-  TRHLINA

Vypracoval: <b>Jan Ptáček</b> (4.roč. oboru C)	Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	 ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>		Katedra 124	
Název úlohy: <b>Rekonstrukce kostela z 18. století</b>			Datum: <b>V. 2017</b>
Název výkresu: <b>Poruchy - pohled jižní</b>			Měřítko: <b>1:120</b>
			Číslo výkr. <b>7</b>



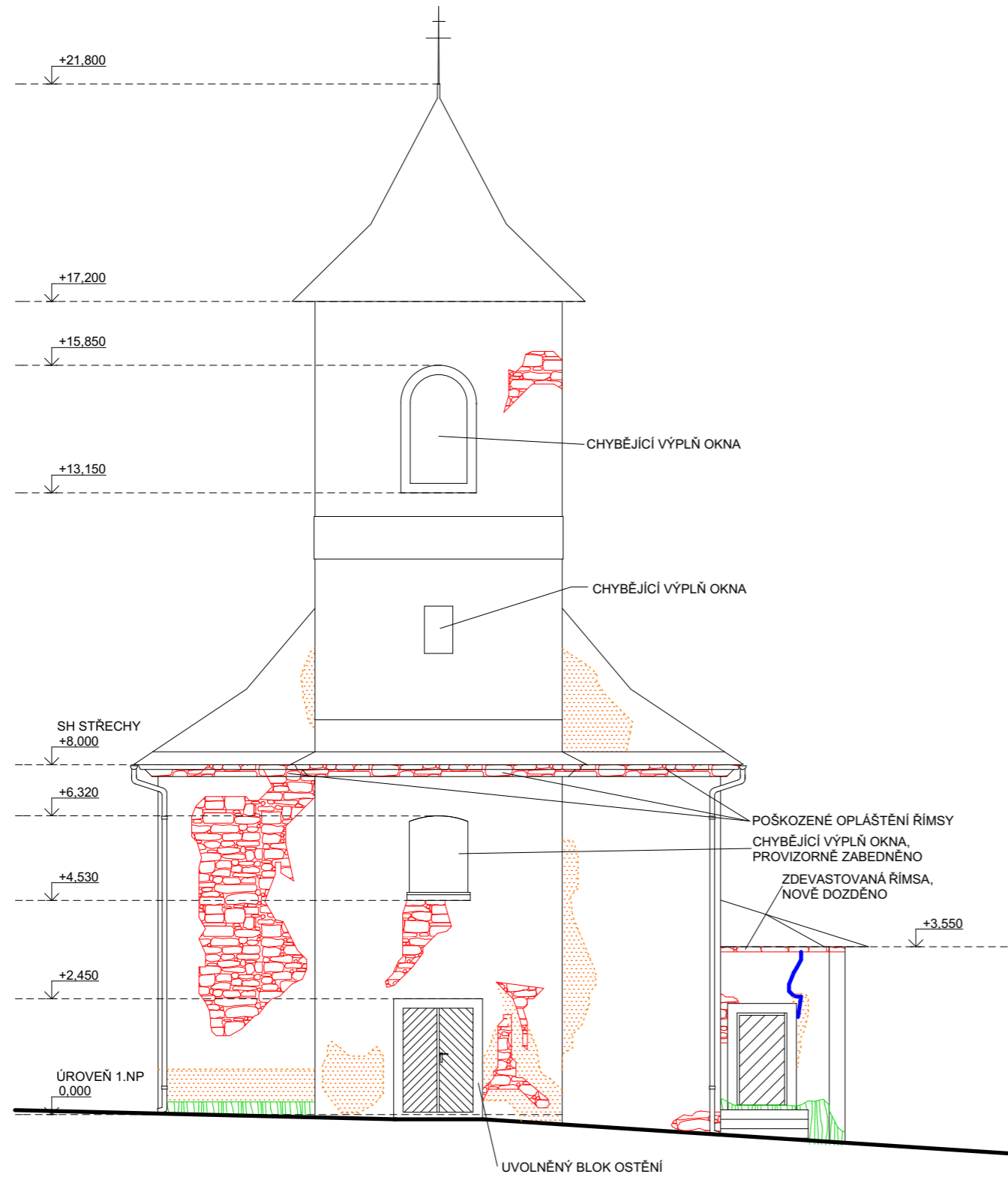
Legenda:

- OBNAŽENÉ ZDIVO
- POŠKOZENÁ OMÍTKA
- VZLÍNAJÍCÍ VLHKOST
- TRHLINA

Vypracoval: <b>Jan Ptáček</b> (4.roč. oboru C)	Vedoucí práce: <b>doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.</b>	Školní rok: <b>2016/2017</b>	ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>		Katedra 124	
Název úlohy: <b>Rekonstrukce kostela z 18. století</b>			Datum: <b>V. 2017</b>
Název výkresu: <b>Poruchy - pohled severní</b>			Měřítko: <b>1:120</b>
			Číslo výkr. <b>8</b>



# Poruchy - pohled západní, M 1:120

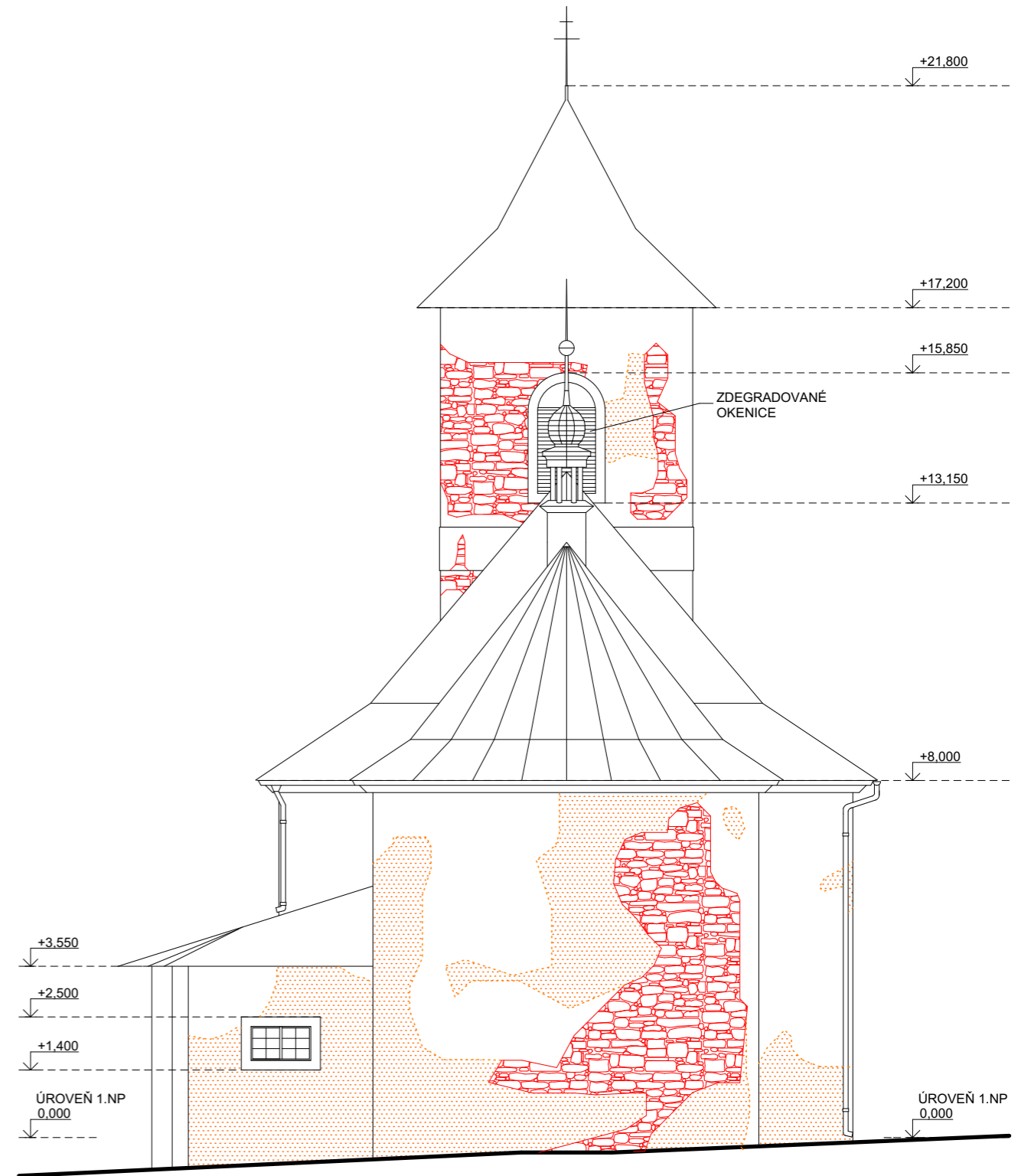



### Legenda:

-  OBNAŽENÉ ZDIVO
-  POŠKOZENÁ OMÍTKA
-  VZLÍNAJÍCÍ VLHKOST
-  TRHLINA

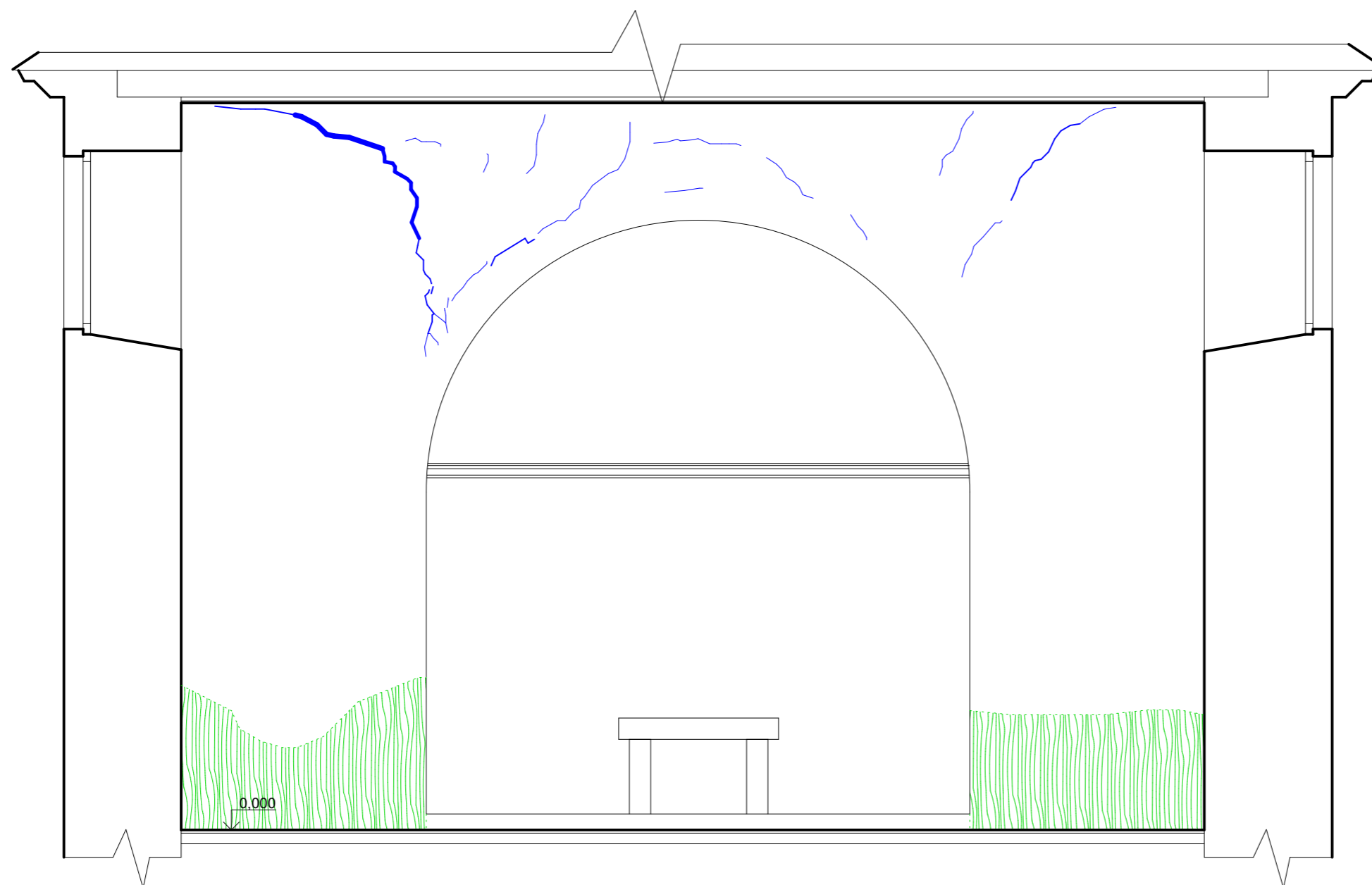
# VÝUKOVÁ VERZE ARCHICADU

# Poruchy - pohled východní, M 1:120

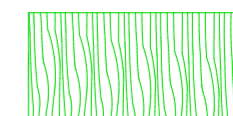


Vypracoval: <b>Jan Ptáček</b> (4.roč. oboru C)	Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	 ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>		Katedra 124	
Název úlohy: <b>Rekonstrukce kostela z 18. století</b>			Datum: <b>V. 2017</b>
Název výkresu: <b>Poruchy - pohled západní, východní</b>			Měřítko: <b>1:120</b>
			Číslo výkr. <b>9</b>

Řez / vnitřní pohled na vítězný oblouk,  
M 1:50




Legenda:



VZLÍNAJÍCÍ VLHKOST



TRHLINA

Vypracoval: <b>Jan Ptáček</b> (4.roč. oboru C)	Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	 ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>		Katedra 124	
Název úlohy: <b>Rekonstrukce kostela z 18. století</b>			Datum: <b>V. 2017</b>
Název výkresu: <b>Řez / pohled na vítězný oblouk</b>			Měřítko: <b>1:50</b>
			Číslo výkr. <b>10</b>



## 5 Návrh sanačních opatření

### 5.1 Úvod k sanačním opatřením

Tato kapitola zahrnuje návrh řešení vybraných problémů. Jde především o snížení vlhkosti svislých konstrukcí, statické zajištění vítězného oblouku a princip opravení trhlin ve zdivu. Ostatní méně závažné poruchy jsou řešeny pouze okrajově ve formě určitých doporučení.

### 5.2 Omezení vlhkosti

Podle normy ČSN P 73 0610 se metody na zmírnění nebo odstranění vlhkosti zdiva dělí na metody přímé a nepřímé. Přímé metody se pak dělí na mechanické, chemické a elektrofyzikální, nepřímé na sanační omítkové systémy, vzduchoizolační a drenážní systémy. [40]

#### Výběr metody

Pro omezení vlhkosti v památkově chráněném objektu kostela lze jednoznačně doporučit vzduchoizolační metody. Při správném návrhu jsou velice účinné, téměř bezúdržbové, nezasahují do konstrukce objektu a jsou plně demontovatelné.

V kostele sv. Jana Nepomuckého ve Vrchní Orlici byla otázka zmírnění vlhkosti stěn pravděpodobně částečně řešena již v minulosti, a to pomocí vnějšího otevřeného kanálu podél severní strany lodi (viz. obr.7). Při porovnání stavu vnějších omítek na severní straně lodi a omítek na ostatních stranách kostela je účinek tohoto větracího kanálu evidentní. Bohužel je toto opatření v současnosti znehodnoceno chybějícím odvodněním kanálu; navíc do něho ústí dva střešní svody.

V následujícím textu nabízím řešení snížení vlhkosti v několika variantách, a to zvlášť pro interiér a zvlášť pro exteriér. Výsledný návrh pak bude kombinací těchto variant.

#### Poznámka

Před započítáním prací na zmírnění vlhkosti je nutné provést podrobný průzkum základových konstrukcí a projekt podle toho upravit. Důvodem je skutečnost, že dále nabízené varianty řešení mohou výrazně měnit poměry v základové spáře, jako je např. změna nezámrné hloubky, odvodnění základů apod.





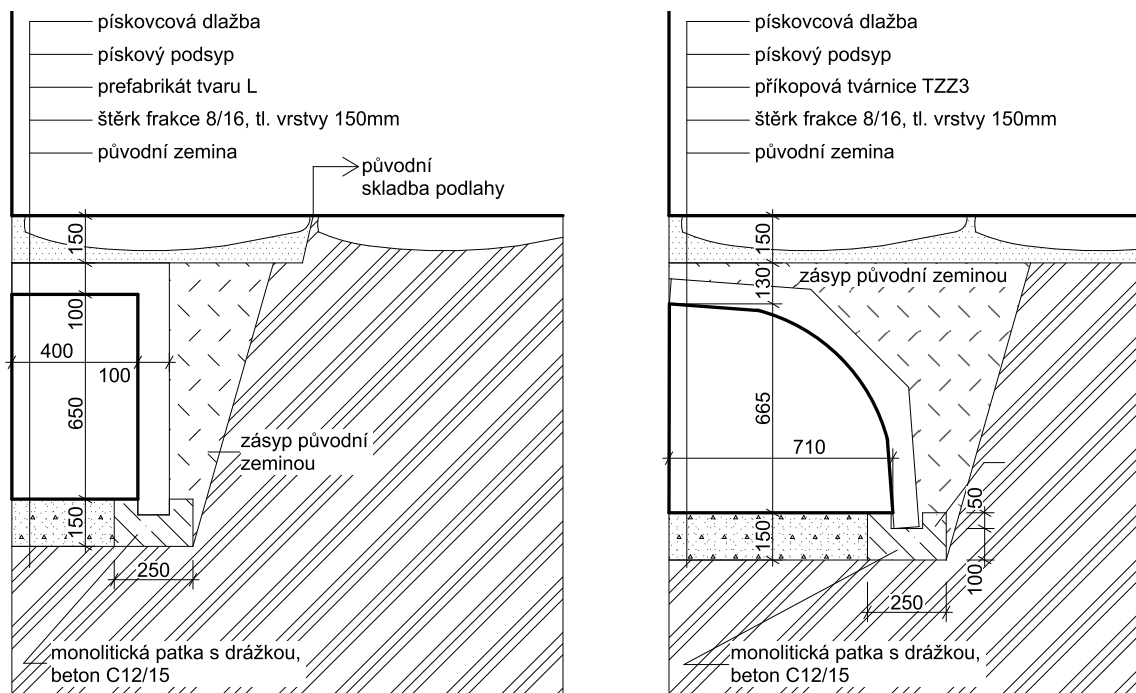
## 5.2.1 Interiér

### 5.2.1.1 Varianta 1–provětrávání obvodových stěn pomocí vzduchových kanálů

Pro snížení vlhkosti obvodového zdiva budou provedeny vzduchové větrací kanály z prefabrikovaných betonových dílců. Nabízí se např. L profily firmy Boxbeton o vnějších rozměrech 800x500x1000mm, tl. stěny 100mm. Z důvodu velké hmotnosti dílců a možných komplikací při osazování je možnou alternativou použití běžných příkopových tvárnic. Případně je vhodné poptat nejbližší výrobce prefabrikátů a projekt kanálu mírně upravit dle rozměrů jejich výrobků. Před ukládáním prefabrikátů musí být očištěn pás dotyku tvarovky na stěnu, v případě nerovností je třeba jej zarovnat maltou. Dno kanálu bude vysypáno štěrkem.

Trasa kanálu povede ve dvou samostatných větvích podél vnitřní strany lodi kostela pod úroveň současné podlahy, kterou je nutné částečně rozebrat. Zhruba uprostřed délky každého kanálu bude vyžděna šachta z vápenopískových cihel, jejíž horní strana bude překryta litinovou mříží. Tyto šachty budou sloužit k nasávání větracího vzduchu.

Na obou koncích každého kanálu pak budou vyžděny další šachty, které budou odvádět větrací vzduch do PVC potrubí DN150 a dále mimo objekt pomocí falešného dešťového svodu.

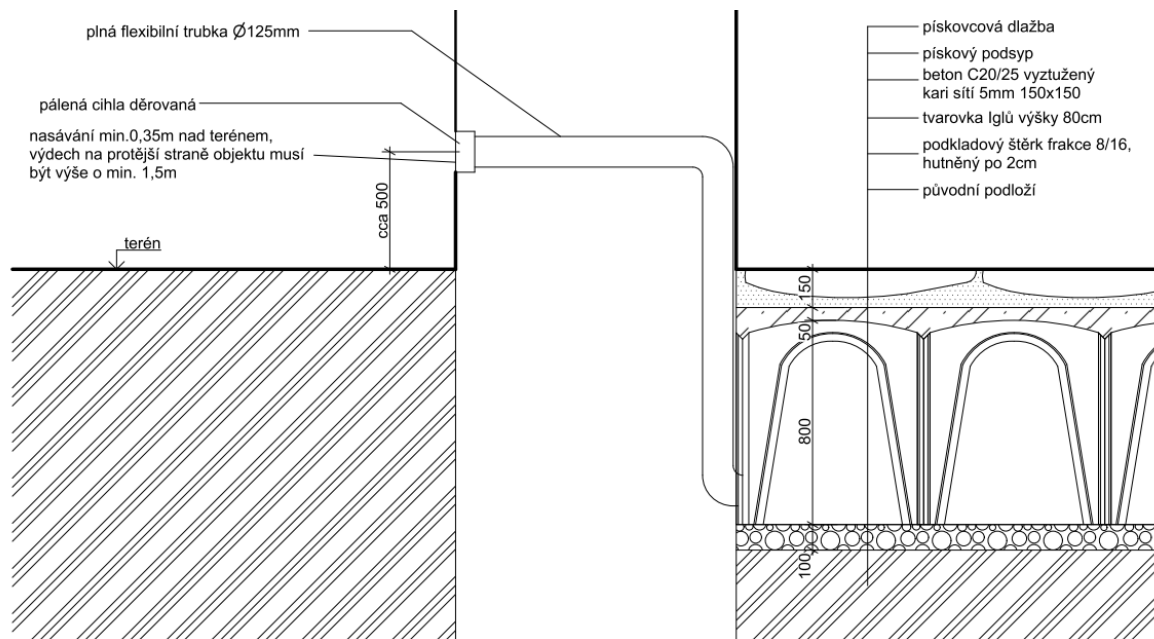


Obr.61: Řešení větracího kanálu pomocí prefabrikátu tvaru L nebo příkopové tvárnice.



### 5.2.1.2 Varianta 2 – společné provětrávání stěn a podlah

Podle rozsáhlého výskytu plísní na pískovcové dlažbě je zřejmé, že vysokou vlhkost obsahují i podlahy. Proto se zde nabízí možnost provedení zcela nové podlahy s provětrávanou dutinou. K tomuto účelu lze použít plastové dílce Iglú. Jde o tvarovky kopulovitého tvaru, které se ukládají do řad a spojují pomocí zámků na bočních stranách. Díky přířezům je možné z nich vyskládat libovolný půdorysný tvar podlahy. Následně se na tvarovky položí ocelová výztužná síť a provede se zmonolitnění. Odvětrání duté podlahy pak zajišťuje potrubí vedené skrz stěny na severní a jižní straně – využití komínového efektu. Při zvolení dostatečné výšky tvarovek lze takto odvětrávat současně i přilehlé stěny.



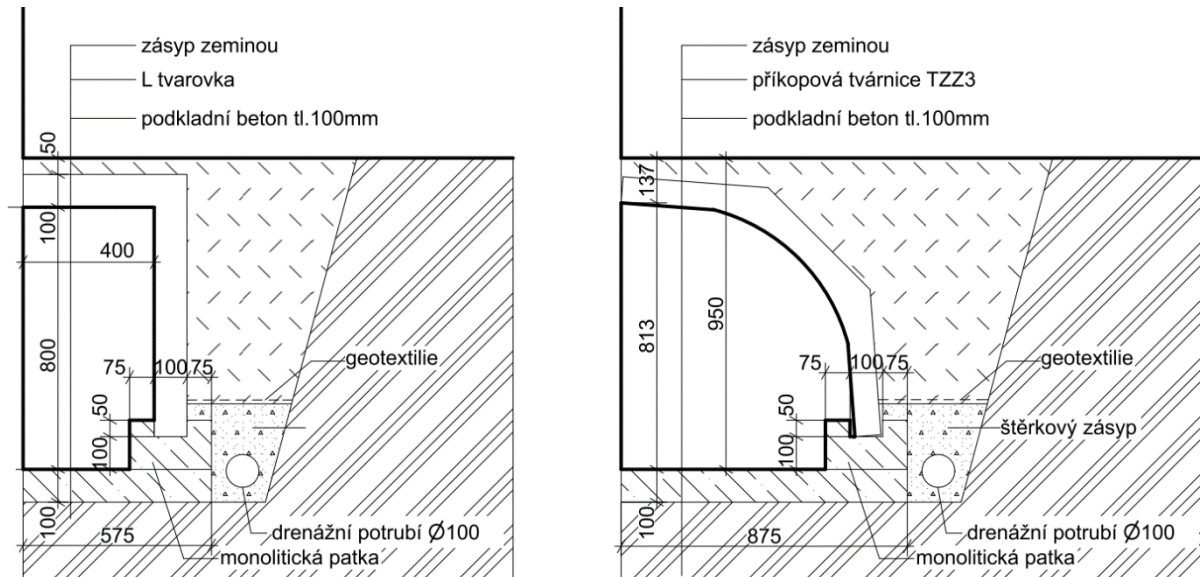
Obr.62.: Schéma použití tvarovek Iglú.



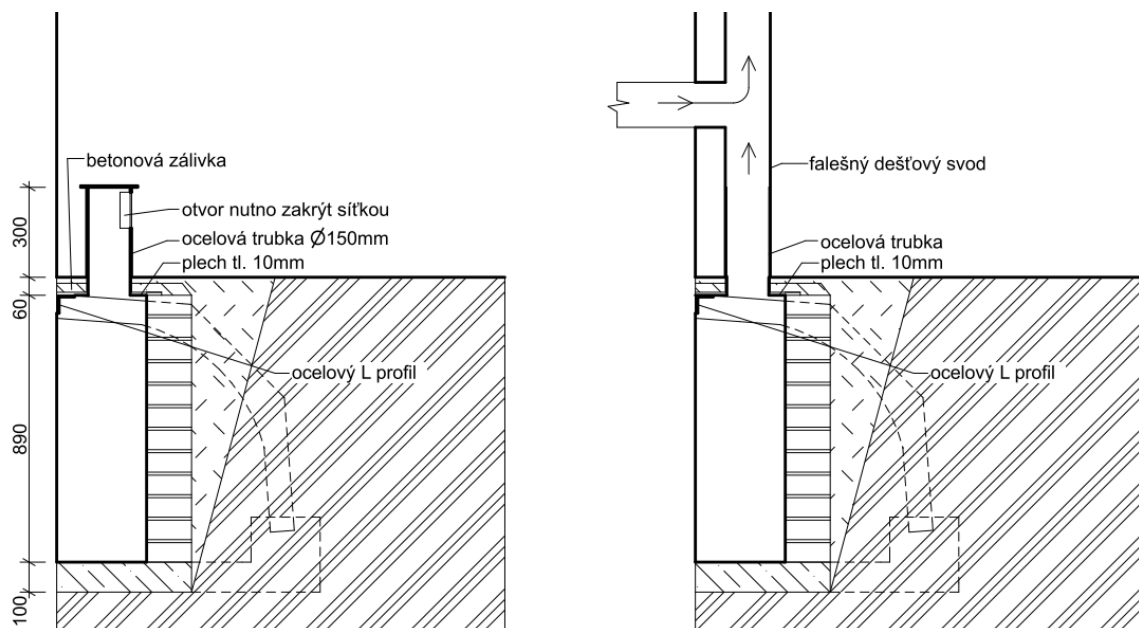
## 5.2.2 Exteriér

### 5.2.2.1 Varianta 1 – vzduchový kanál prefabrikovaný

Obdoba varianty 1 z interiéru. Lze opět použít prefabrikáty tvaru L, nebo lehčí a běžnější příkopové tvárnice. Dílce budou osazeny do patky s drážkou, která bude vybetonovaná na vrstvu podkladního betonu tl.100mm. Pás dotyku prefabrikátu na stěnu musí být očištěn a vyrovnán. Dno příkopu musí být v celé délce vyspádováno a v nejnižším místě napojeno na odvodní potrubí. Podél kanálu bude v celé délce položeno drenážní potrubí  $\varnothing 100$ mm do šterkového zásypu. Průtok vzduchu kanálem budou zajišťovat nasávací a odváděcí šachty.



Obr.63.: Vlevo použití prefabrikátu tvaru L, vpravo použití příkopové tvárnice TZZ.



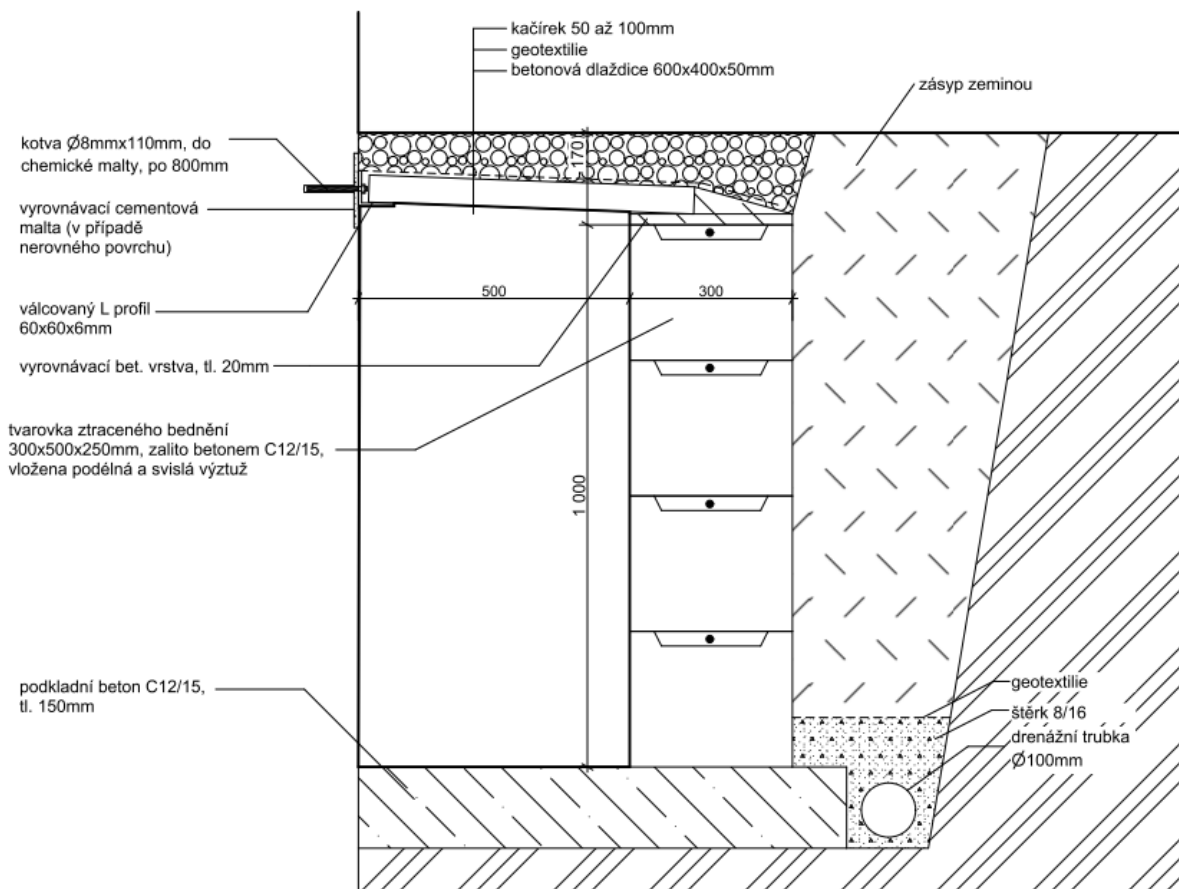
Obr.64.: Vlevo schematický řez nasávací šachtou, vpravo odváděcí šachtou se společným odvodem z exteriéru a interiéru.





### 5.2.2.2 Varianta 2 – ztracené bednění

Tato varianta nabízí možnost vytvoření provětrávaného kanálu o šířce 0,5m a hloubce 1m (nebo větší) z betonových tvarovek ztraceného bednění. Provětrání kanálu opět zajišťují přívodní a odváděcí šachty, řešené obdobně jako v předchozí variantě. Na dně výkopu bude proveden podkladní beton. Horní povrch dna bude spádován do nejnižšího místa s odvodněním. Stěna příkopu bude vytvořena z betonových tvarovek ztraceného bednění, včetně konstrukční výztuže, a bude zmonolitněna. Zakrytí příkopu je navrženo z běžných betonových dlaždic ukládaných na ocelový L profil na zdivu v mírném spádu. Dlaždice budou překryty silnou geotextilií a následně zasypány vrstvou kačírku, popř. jiného vhodného kameniva. Navržené rozměry příkopu lze mírně upravovat dle lokálně dostupných tvarovek a dlaždic.



Obr.65: Schéma vzduchového kanálu z tvarovek ztraceného bednění.



### 5.2.3 Posouzení variant

#### Interiér

Provedení větracích kanálů v interiéru je poměrně jednoduché řešení snížení vlhkosti stěn. Před prováděním je ale třeba ověřit vhodnost navržených prefabrikátů pro manipulaci s nimi a jejich ukládání. Oproti tomu použití Iglú tvarovek je komplexní řešení pro společné odvětrání stěn a podlah. Nevýhodou je velký zásah do objektu, který je nutné konzultovat s úřadem památkové péče - snesení celé skladby současné podlahy. Dále je nutné si uvědomit velký počet větracích otvorů, které budou procházet obvodovými stěnami. Vzhledem k tomu, že pro společné odvětrání stěn a podlah je nutné používat Iglú tvarovky o velké výšce, může pak být rozhodující vlastností vysoká cena takové podlahy.

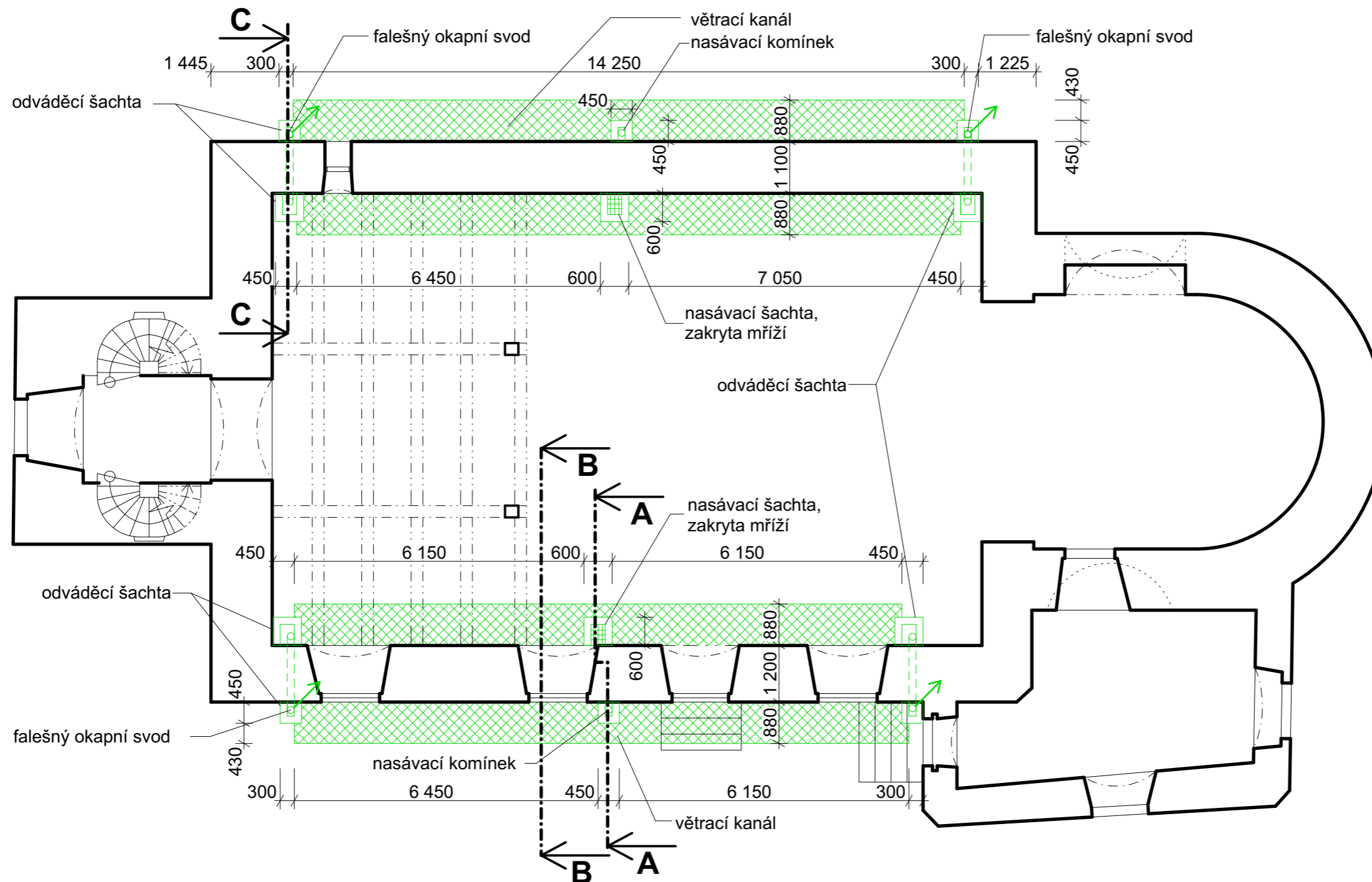
#### Exteriér

Pro odvětrání stěn ze strany exteriéru jsou navrženy vzduchové větrací kanály. Nasávání vzduchu do kanálu se bude dít přes šachtu s nasávacím komínkem. Na koncích kanálů budou provedeny odváděcí šachty, ze kterých budou vedeny falešné dešťové svody k hraně střechy, kde budou zakončeny větrací hlavicí. Předložené varianty těchto kanálů jsou funkčně totožné, liší se ale v některých použitých materiálech.

#### Návrh


Přeferuji variantu vnějších a vnitřních větracích kanálů podél stěn lodi, které budou sestaveny z příkopových tvárnic typu TZZ3. Tato varianta je podrobněji zobrazena na přiložených výkresech.

## Větrací kanály z příkopových tvárnic půdorys M 1:100



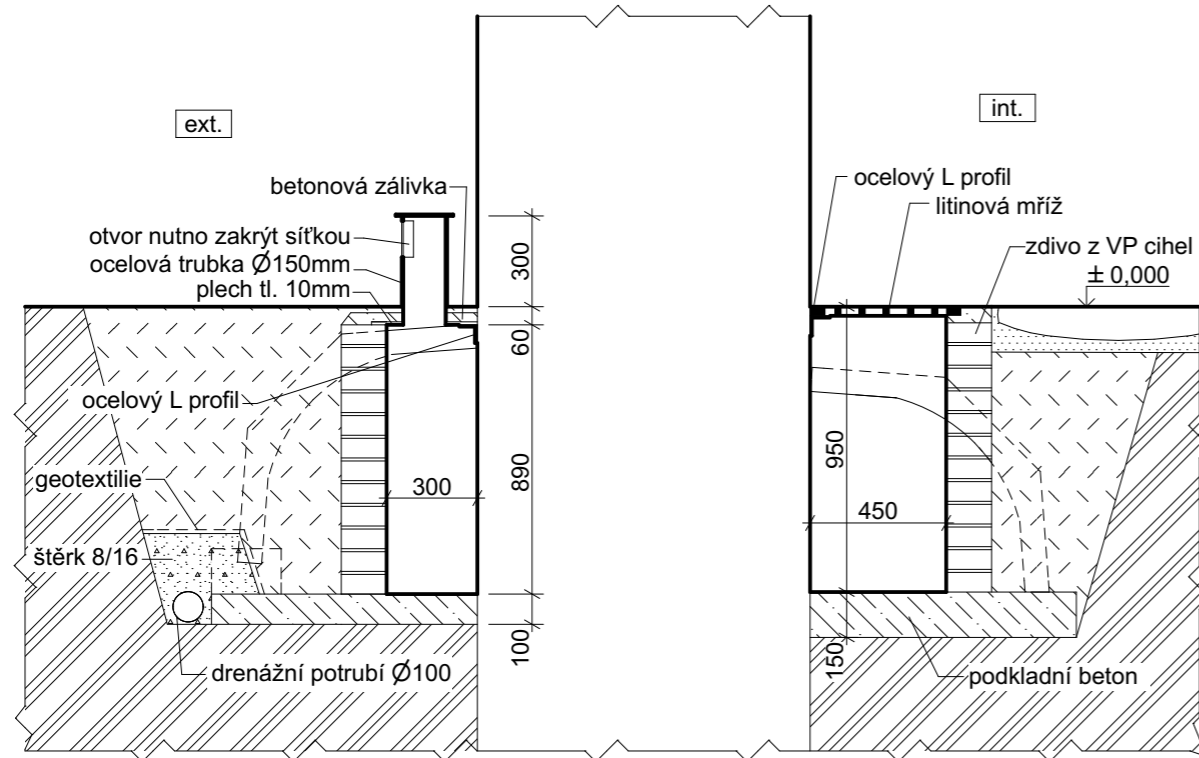
### Poznámka:

- větrací kanály sestaveny z příkopových tvárnic TZZ3, potřebný počet 175ks
- šachty vyzděny z vápenopískových cihel
- potrubí vyvedené z odváděcích šachet v interiéru bude zakryto dřevěným obložením s vhodnou povrchovou úpravou
- vnější schodiště na jižní straně objektu budou rekonstruována až po provedení větracích kanálů.
- Je třeba zohlednit trasu vedení odváděcího potrubí do falešného dešťového svodu

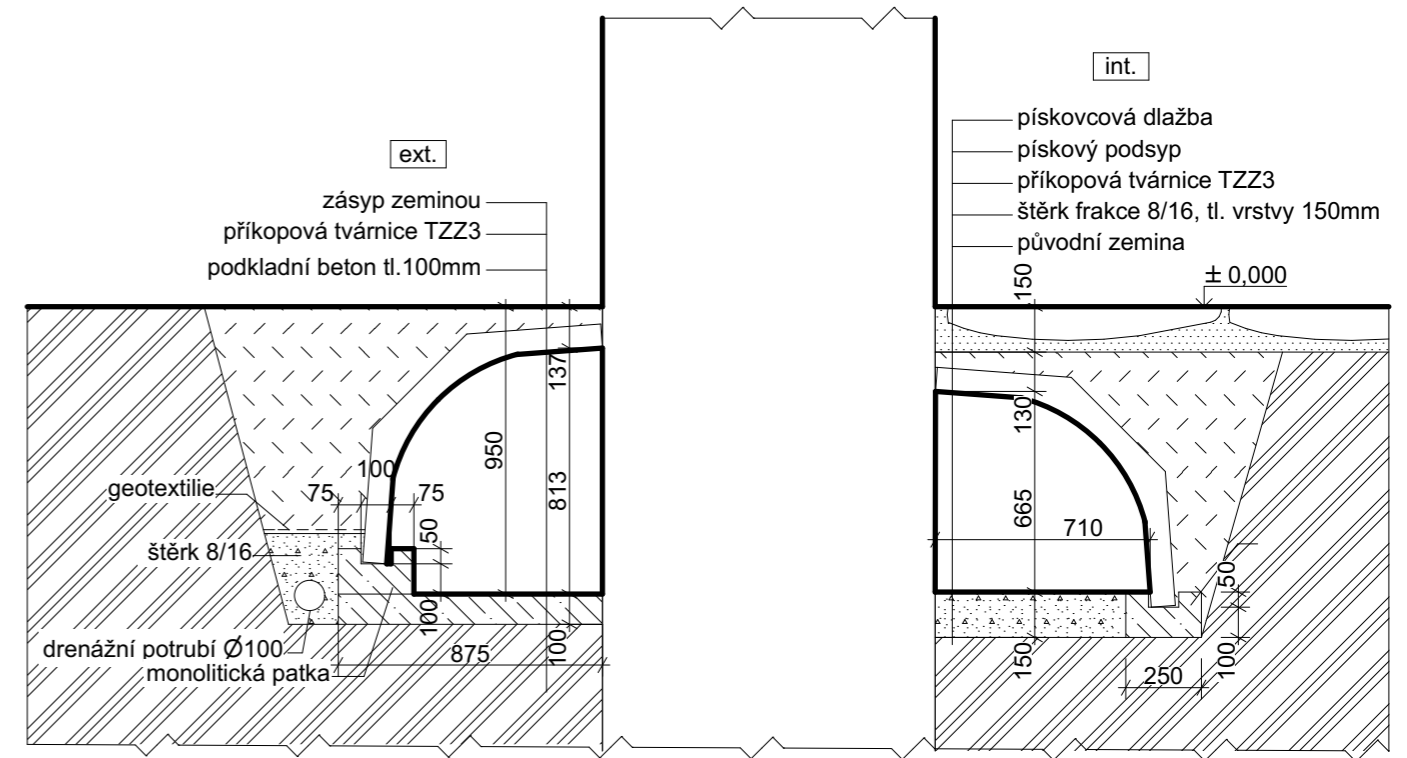
Vypracoval: <b>Jan Ptáček</b> (4.roč. oboru C)	Vedoucí práce: <b>doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.</b>	Školní rok: <b>2016/2017</b>	 ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>		Katedra 124	
Název úlohy: <b>Rekonstrukce kostela z 18. století</b>			Datum: <b>V. 2017</b>
Název výkresu: <b>Větrací kanály - půdorys</b>			Měřítko: <b>1:100</b>
			Číslo výkr. <b>11</b>



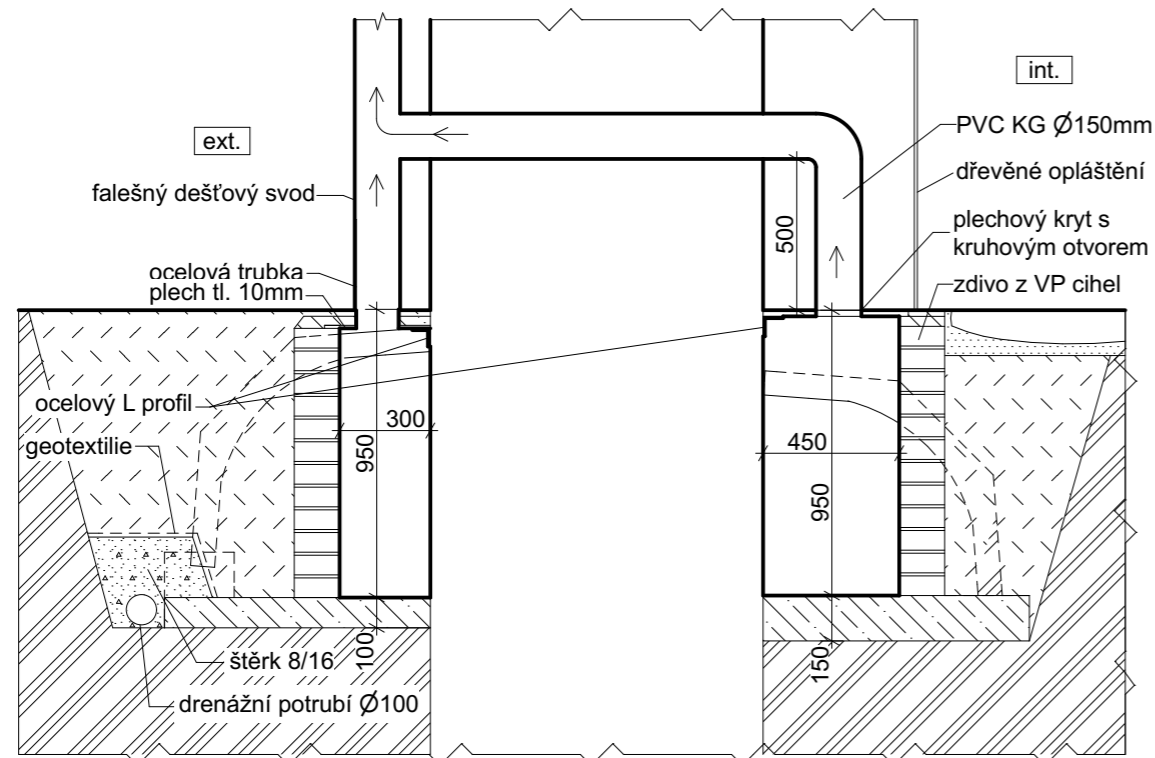
**Řez A-A, M 1:25**  
nasávací šachty




**Řez B-B, M 1:25**  
větrací kanál



**Řez C-C, M 1:25**  
odváděcí šachty



Vypracoval: <b>Jan Ptáček</b> (4.roč. oboru C)	Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Pazderka, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	 ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Předmět: <b>Bakalářská práce</b>		Katedra 124	
Název úlohy: <b>Rekonstrukce kostela z 18. století</b>			Datum: <b>V. 2017</b>
Název výkresu: <b>Větrací kanály - schematické řezy</b>			Měřítko: <b>1:25</b>
			Číslo výkr. <b>12</b>



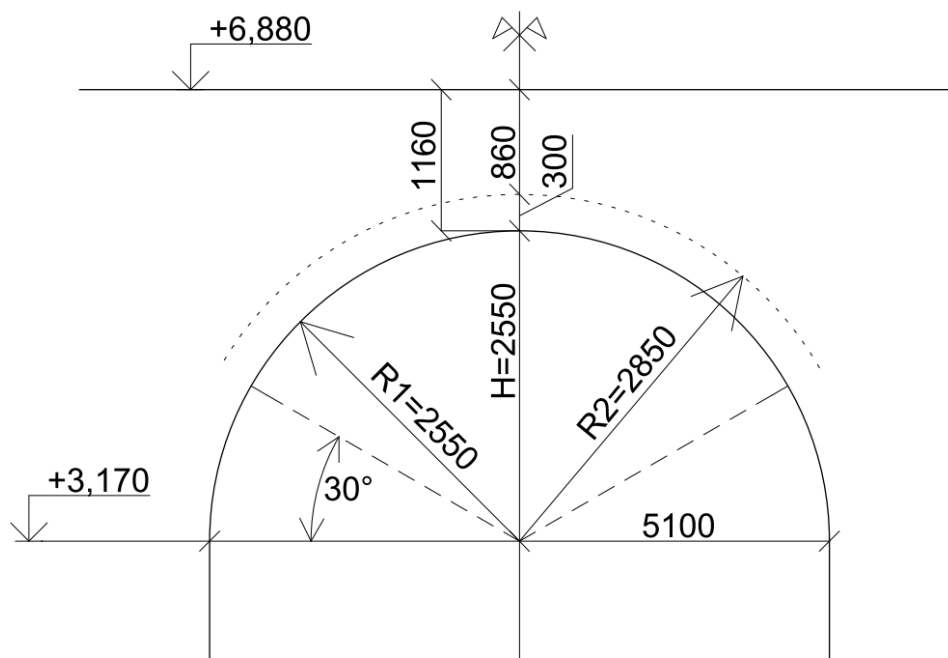
### 5.3 Rekonstrukce vítězného oblouku

Poškození vítězného oblouku je patrně nejzávažnější poruchou objektu. Příčinou jeho rozsáhlého poškození je zatékání dešťové vody do konstrukce a následné snížení pevnosti zdiva. Spolu s tím pravděpodobně došlo k poklesu klenebných podpor. Proběhla tak velká přetvoření, kterým tento objekt bez pozdního věnce nebo jakýchkoliv ztužujících prvků nemohl odolat. Výsledkem je rozsáhlá síť trhlin v klenebném pásu. Šířka některých trhlin dosahuje odhadem až 10cm.

#### 5.3.1 Geometrie oblouku

Na obr. 66 jsou zachyceny základní rozměry oblouku zjištěné měřením z lodi kostela. Některé z rozměrů nebylo možné získat, byly proto odhadnuty dle proporcí. Jde např. o skutečnou výšku nadezdívky od vrcholu klenby. Zjištěné údaje pokládám za dostatečné pro účely této práce, avšak v případě realizace projektu by byl nutný detailní průzkum oblouku včetně přesného zaměření.

Vítězný oblouk je tvořen valeným klenbovým půlkruhovým pásem šířky 1100mm (včetně omítek). Rozpětí oblouku je 5100mm, vzepětí pak 2550mm. Dle tvaru trhlin pak předpokládám, že vlastní oblouk je vyzděn z pálených cihel a jeho tloušťka dosahuje zhruba 300mm. Uložení do zdiva a případné zesílení klenby není možné zjistit bez odkrytí omítek. Nadezdívka je tvořena smíšeným zdívem s převahou lomového kamene.



Obr.66: Geometrie oblouku s vyznačenými rozměry. Vysvětlivky:  $H$ =vzepětí,  $R1$ =poloměr světlosti,  $R2$ =poloměr rubové hrany cihelného oblouku (předpoklad-není možné ověřit).





Číslo dílu	Plocha	Šířka	Obj. tíha	Síla $F_K$	$\gamma_F$	Síla $F_D$	
	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN]	[-]	[kN]	
1	0,32	1,1	25	8,80	1,35	<b>11,88</b>	<b>F1</b>
2	0,33	1,1	25	9,08	1,35	<b>12,25</b>	<b>F2</b>
3	0,35	1,1	25	9,63	1,35	<b>12,99</b>	<b>F3</b>
4	0,37	1,1	25	10,18	1,35	<b>13,74</b>	<b>F4</b>
5	0,41	1,1	25	11,28	1,35	<b>15,22</b>	<b>F5</b>
6	0,46	1,1	25	12,65	1,35	<b>17,08</b>	<b>F6</b>
7	0,53	1,1	25	14,58	1,35	<b>19,68</b>	<b>F7</b>
8	0,62	1,1	25	17,05	1,35	<b>23,02</b>	<b>F8</b>

Výpočet momentu okolo bodu b na pravé polovině klenby:

$$F1 \times 8 \times 0,276 + F2 \times 7 \times 0,276 + F3 \times 6 \times 0,276 + F4 \times 5 \times 0,276 + F5 \times 4 \times 0,276 + F6 \times 3 \times 0,276 + F7 \times 2 \times 0,276 + F8 \times 0,276 - A \times 1,350 = 0$$

po doplnění hodnot:

$$11,88 \times 8 \times 0,276 + 12,25 \times 7 \times 0,276 + 12,99 \times 6 \times 0,276 + 13,74 \times 5 \times 0,276 + 15,22 \times 4 \times 0,276 + 17,08 \times 3 \times 0,276 + 19,68 \times 2 \times 0,276 + 23,02 \times 0,276 = A \times 1,350$$

$$154,92 = A \times 1,350$$

$$A = 154,92 \div 1,35 = \mathbf{114,76 \text{ kN}} \dots A = N_{Ed}$$

### 5.3.4 Návrh a posouzení prvků

#### Táhlo

návrhová síla v táhle  $A=114,76\text{kN}$

ocel S235  $\rightarrow f_{yk}=235\text{MPa}$ ,  $\gamma_f=1 \rightarrow f_{yd}=\mathbf{235\text{MPa}}$

1x tyč  $\varnothing 25\text{mm} \rightarrow$  plocha průřezu  $\mathbf{490,9\text{mm}^2} = S$

$$N_{t,Rd} = f_{yd} \times S = 235 \times 490,9 = \mathbf{115,4 \text{ kN}} > N_{Ed} = 114,76\text{kN}$$

Tyč  $\varnothing 25\text{mm}$  vyhovuje.

#### Rožnášecí deska

Je třeba posoudit pevnost zdiva v tlaku vůči protlačení rožnášecí desky. Ve výpočtech je uvažováno zdivo kamenné s nejnepříznivějšími součiniteli.

Pevnost zdiva:

návrhová pevnost zdiva  $f_d=\mathbf{2,2 \text{ MPa}}$  (dle výpočtu nejnepříznivějších hodnot ČSN EN 1996-1-1) [31]



Plocha roznášecí desky:

Předběžně uvažována deska z černého plechu o rozměrech 350x350x10mm. Táhlo je průměru 25mm, na jeho konci bude navařena závitová tyč M27. Je tedy třeba otvor v desce  $\varnothing 28\text{mm}$ .

Účinná plocha desky pak je:

$$0,35 \times 0,35 - \pi \times 0,028^2 \times \frac{1}{4} = 0,122\text{m}^2 = A_{ef}$$

$$A_{ef}=0,122\text{m}^2$$

Napětí pod deskou:

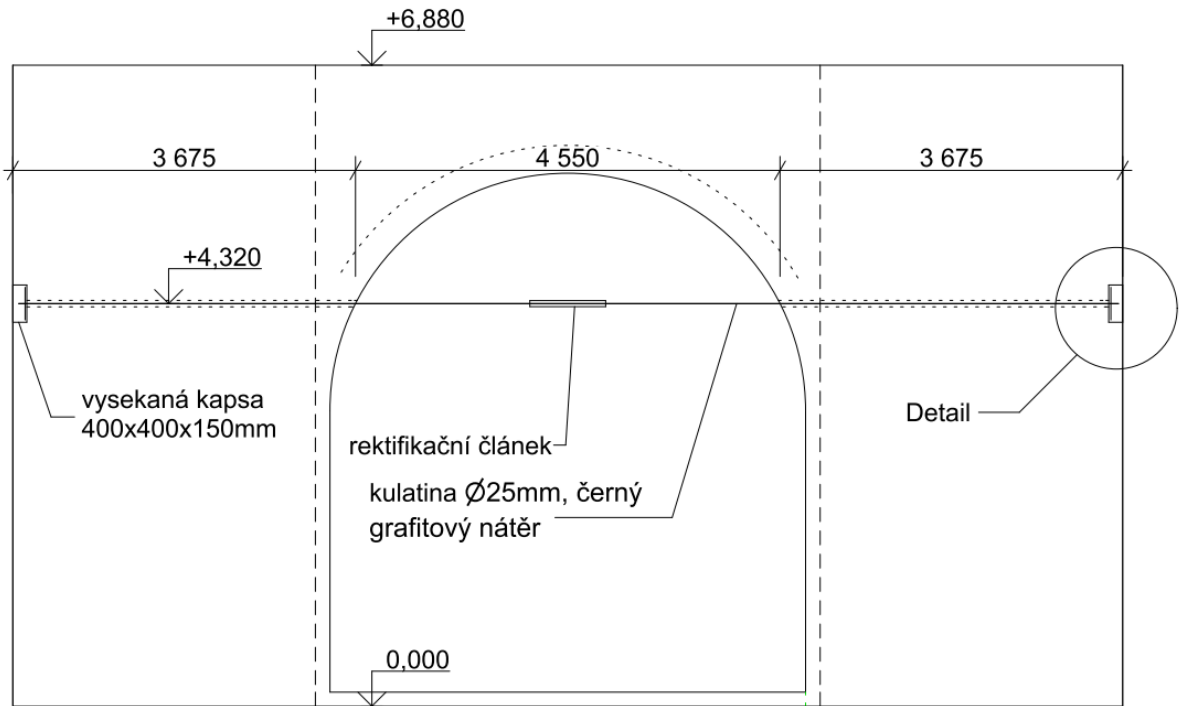
působící síla  $N_{Ed}=114,76\text{kN}$

$$\sigma = \frac{N_{Ed}}{A_{ef}} = \frac{114,76}{0,122} = 940 \text{ kPa}$$

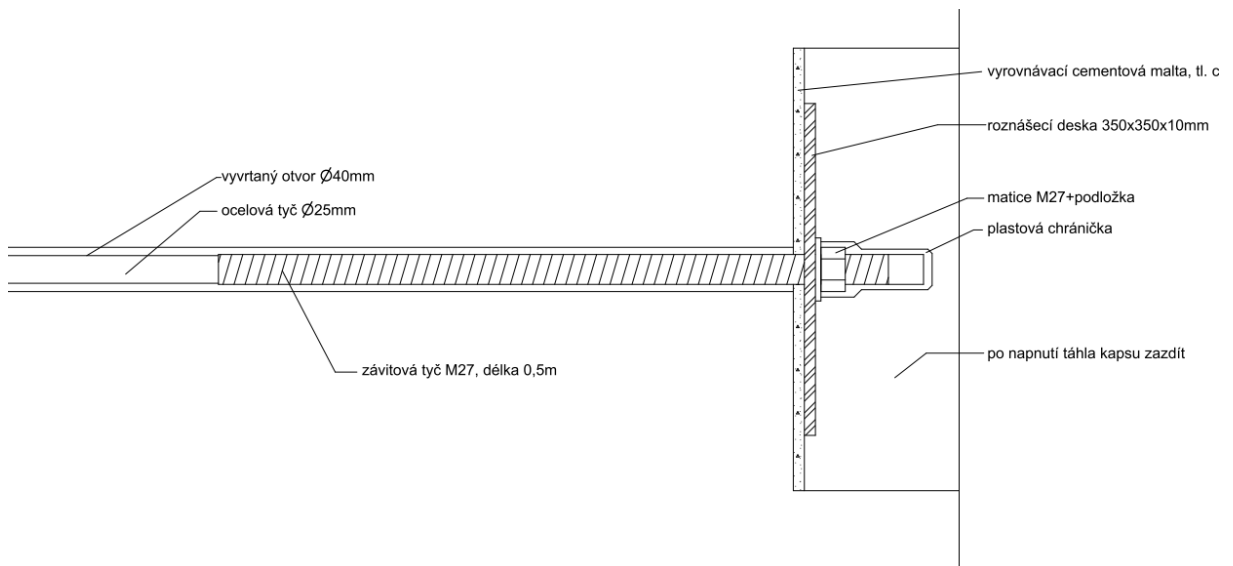
$$\sigma=940\text{kPa} < f_d = 2200\text{kPa} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

**5.3.5 Provádění**

Nejprve budou provedeny dva jádrové vrty o průměru min.40mm skrz obvodové stěny. Protože jsou navrženy ve výšce cca 4,5m nad terénem, je nutné připravit pro vrtnou soupravu vhodnou plošinu nebo lešení. Po provrtání stěn budou vysekány kapsy o min. rozměrech 400x400x150mm. Zadní stěna kapsy musí být vyrovnána cementovou maltou. Poté budou do připravených otvorů vloženy spolu s roznášecími deskami dvě ocelové tyče, na koncích opatřené závitěm, a spojeny uprostřed rozpětí klenby rektifikačním článkem. Následně budou rovnoměrně utahovány matice na obou koncích táhla, popř. bude k dopínání použit rektifikační článek. Táhlo musí být napnuté, ale nesmí dojít ke zpětnému „narovnávaní“ klenby, jinak může dojít k dalšímu poškození zdiva a klenby. Poté budou konce táhla osazeny chráničkami a kapsy budou zazděny. K opravě trhlin pak budou použity postupy podle následující kapitoly 5.4.



Obr.68: Schéma stažení oblouku pomocí táhla kotveného na vnějších stranách zdi.



Obr.69: Detail kotvení.



## 5.4 Oprava trhlin zdí

Na svislých konstrukcích objektu se vyskytují trhliny různých šířek a délek. Před jakoukoliv sanací je nutné nejprve určit jejich příčinu a rozsah, a následně navrhnout vhodné řešení. Dále je třeba jednotlivě určit, zda jde o trhlinu aktivní nebo pasivní, která se již dále nerozšiřuje.

Pro pozorování a posouzení trhliny je vhodná metoda osazení sádrových terčů. Provádí se na očištěné zdivo zbavené omítky, mimo mastná nebo jinak nepřilnavá místa. Poté se nanese cca 1cm vrstva husté sádry na navlhčené zdivo na plochu 80x150 až 100x200mm, kdy větší rozměr obdélníka je kolmý na trhlínu. Do destičky se nakonec vryje číslo a datum vytvoření, provede se nafotografování a záznam do deníku. Na celou délku trhliny je vhodné rovnoměrně rozmístit 2 až 4 destičky. Ve venkovním prostředí, kde hrozí poškození destiček povětrností, lze místo sádry použít sklička o tloušťce 1mm. Ta jsou pak k podkladu lepena epoxidovým lepidlem. Osazené terče se následně po určitý čas sledují, trhliny vzniklé v destičkách se měří a zaznamenávají. Zjištěné informace jsou po ukončení sledování použity jako podklad pro statické posouzení. [18]

### Vlasové trhliny do 0,6mm

Místa výskytu vlasových trhlin, které se dále nerozšiřují, budou zbavena nečistot. Dále bude nanášena penetrace a poté se trhliny zatáhnou vrstvou štuky. [41]

### Pasivní trhliny větších rozměrů

Pasivní trhliny, které zasahují pouze omítky, budou mírně rozšířeny, vyčištěny a napenetrovány. Poté bude do trhliny nanášena opravná hmota na bázi akrylátu nebo sádry. Kvůli smršťování těchto hmot je vhodné je nanášet ve více slabších vrstvách. [41]

Pasivní trhliny zasahující zdivo budou injektovány. Nejprve bude v okolí trhliny osekán pás omítky v minimální šířce 15cm, trhlina se vyčistí a poté zainjektuje. Volba složení injektážní směsi závisí na šířce trhliny. Pro injektáž trhlin do šířky 2mm se používá nízkoviskózní pryskyřice, do zdiva se vhání pod tlakem 20 až 40 kPa. Trhliny šířky 2 až 4mm se injektují směsí pryskyřice a jemného křemičitého písku. Trhliny šířek nad 4mm se zaplňují cementovou injektáží nebo dvoustupňovou injektáží pryskyřice a cementové malty. [40]

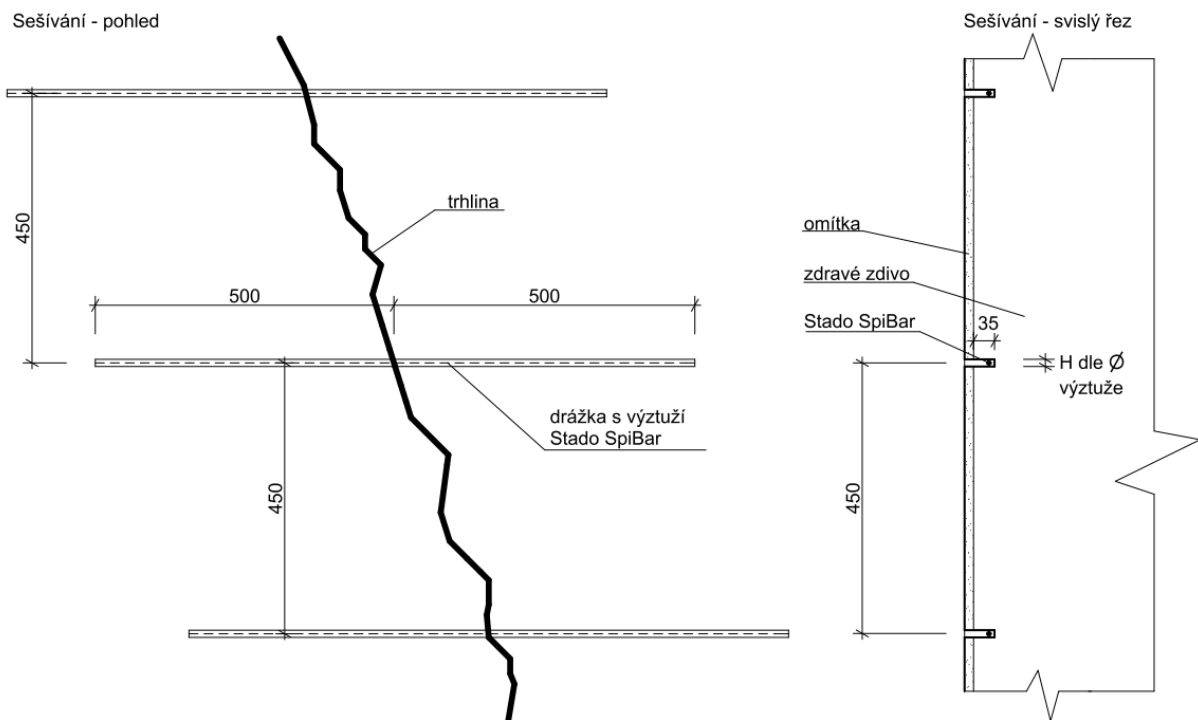
### Aktivní trhliny

Aktivní trhliny je nutné před vyplněním injektážní hmotou zajistit proti dalšímu rozevírání. K tomuto účelu jsem zvolil dodatečné zpevnění - sešívání zdiva pomocí nerezové vysokopevnostní helikální výztuže. Tato výztuž se vlepuje tmelem do předem připravených drážek nebo vrtů. Použití takové výztuže má několik zásadních výhod. Helikální nerezová výztuž nemá díky své subtilnosti nároky na krytí a velikost drážek, tudíž jsou veškeré prováděné zákroky do konstrukce zcela minimální. Výztuž dosahuje vysokých pevností v tahu (2x větší než běžná betonářská výztuž), ale pro ještě větší zesílení konstrukce lze vlepít více prutů do jedné drážky. Nezanedbatelnou výhodou je dobrá tvarovatelnost přímo na místě dle tvaru připravených drážek. Systém helikální výztuže má dva komponenty. Prvním jsou samotné nerezové pruty vyráběné po jednotlivých kusech v délce 10m. Kvůli složitému tvaru je nelze kvalitně svařovat. Běžné průměry prutů jsou 3,4,5,6,8 a 12mm. Druhou komponentou helikální výztuže je speciální malta. Jde o modifikovanou maltovou polymer cementovou směs s vysokou výslednou pevností.



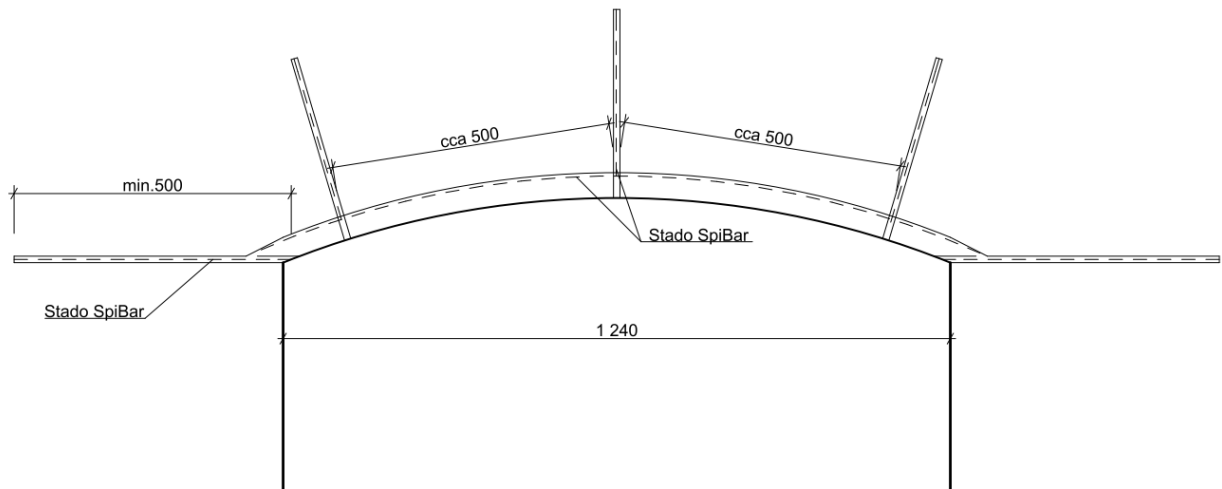
Drážky k ukládání výztuže se v cihelném i kamenném zdivu provádí pokud možno do spár mezi jednotlivými zdícími prvky. Ovšem je třeba hlídat, aby drážka procházela pokud možno neztvářeným materiálem. Výška drážky  $H$  je vždy o 4mm větší než profil prutu. Hloubka drážky je jednotná, pro jeden prut min.35mm, pro dva pruty za sebou min. 55mm, pro tři pruty min.75mm. Hloubka drážky se uvažuje od líce zdravých cihel či kamene. Při sešívání zdiva poškozeného trhlinami se výztužná žebírka provádí ve svislé vzdálenosti 450mm od sebe. Přesah výztuže za trhlinu je min.500mm. Pokud se sešívá více trhlin za sebou, je přesah výztuže min.500mm za poslední trhlinu. Pro sešívání se použije min.1 profil průměru min.6mm. (viz. obr.70) [51]

V našem případě bude použit systém Stado Spiral, složený z výztuže SpiBar ukládané do malty Resi©Bond MC.



Obr.70: Sešívání trhlin pomocí helikální výztuže Stado SpiBar. [61]





Obr.71: Schéma vyztužení okenních nadpraží pomocí helikální výztuže Stado SpiBar. [62]

## 5.5 Rekonstrukce stropů

Vlivem zatékání dešťové vody do krovů před provedením rekonstrukce byla na několika místech stropu lodi zničena rákosová omítka. V okolí stropních zrcadel bude postačovat očištění podkladu a nanesení nové vrstvy omítky na původní rákosové pletivo. Avšak na jednom místě stropu nad kůrem došlo k rozsáhlému poškození omítek včetně zničení prkenného bednění. V tomto případě bude nutné rozebrat a nahradit celou plochu poškozené skladby stropu až do úrovně nosných trámů.

## 5.6 Rekonstrukce schodišť

### 5.6.1 Vnitřní

Z vnitřních schodišť je nutná rekonstrukce dvou točitých schodišť mezi 1. a 2.NP ve věži. V současnosti je používáno pouze schodiště v jižní stěně věže. Jeho nejzávažnější poruchou je vylomení prvního stupně z cihelných podpor (viz. obr.47). Některé z ostatních stupňů jsou uvolněné ze zdiva, a tak výstup po schodišti není zcela bezpečný. Je tedy žádoucí provést drobné zednické opravy ke zlepšení stavu. V podobném stavu je i schodiště v severní stěně; zde však některé dřevěné stupně zcela chybí a bude nutné je vyrobit v replice.

### 5.6.2 Vnější

K objektu přiléhají celkem dvě vnější schodiště. Jedno vede k bočnímu vstupu lodi, druhé vede do sakristie. Jsou sestavena z kamenných bloků, které se ale postupem času začaly „rozjíždět“ a nyní je nelze využívat. Proto by bylo vhodné je celá rozebrat, bloky očistit, zpevnit podloží a znovu sestavit.

## 5.7 Rekonstrukce podlah

Práce na rekonstrukci podlah se budou odvíjet od rozsahu prováděných opatření proti vztlínající vlhkosti.



## 5.8 Oprava výplní otvorů

### 5.8.1 Dveře

Všechny dveře v objektu jsou novodobé repliky původních. V současnosti se na nich nevyskytují žádné zásadní vady.

### 5.8.2 Okna

Kromě dvou oken v presbytáři jsou všechna okna původní. Skleněné tabulky jsou z velké části rozbité, a proto je nutné chybějící kusy doplnit novými. U původních tabulek je nutné zkontrolovat jejich zatmelení a případně je opravit. Dřevěné okenní rámy jsou značně sešlé, již bez jakýchkoliv nátěrů. Rámy je třeba očistit, případně obrousit a opatřit novým nátěrovým systémem. Vnější okenní mříže je vhodné zbavit rzi a natřít grafitovou barvou. Zároveň by bylo vhodné provést citlivé očištění pískovcových ostění od mechů a nečistot. Po dokončení oprav oken je možné demontovat plechové žlaby na vnitřních parapetech.

Ve velice špatném stavu jsou také okenice ve zvonovém patře. Jedny celé okenice chybí i včetně rámu, budou tedy nově vyrobeny dle původních. U zbývajících je potřeba posoudit jejich stav (jsou zčásti napadené plísněmi a dřevokaznými houbami) a rozhodnout o způsobu jejich rekonstrukce.



## 6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo provést zjednodušený stavebně technický průzkum objektu zaměřený na vybrané stavebně – technické problémy a následný návrh vybraných sanačních opatření.

Práce je rozdělena do tří hlavních částí. První z nich je věnována stavebně technickému průzkumu kostela. Zahrnuje tedy např. dispoziční řešení kostela, popis svislých a vodorovných konstrukcí, schodišť, výplní otvorů. Součástí je také měření vlhkosti stěn. Druhou částí práce je analýza poruch. Třetí část práce obsahuje řešení vybraných stavebně-technických problémů a poruch.

### Stavebně-technický průzkum

Kostel sv. Jana Nepomuckého ve Vrchní Orlici je jednodílná stavba s věží a sakristií. Svislé nosné konstrukce jsou tvořeny smíšeným zdivem s kamennými ostěními. Výplně okenních otvorů jsou povětšinou původní, dveře byly nahrazeny replikami. Stropní konstrukce jsou tvořeny dřevěným stropem s rákosníky nad lodí, ostatní prostory jsou zaklenuty klenbami. Střešní plášť prošel v roce 2010 rozsáhlou obnovou včetně výměny bednění a krytiny na původní konstrukci krovu. Dalším drobným rekonstrukčním počinem byla výroba replik dveří a dvou oken dle původních. O všech ostatních konstrukcích stavby lze tvrdit, že se nacházejí v původním, značně zanedbaném stavu.

Součástí průzkumu bylo měření vlhkosti stěn v interiéru. Měření bylo prováděno neinvazivně pomocí přístroje Gresinger GMK 100, pracujícího na kapacitním principu. V interiéru bylo vybráno celkem 48 míst, kde byly měřeny hodnoty hmotnostní vlhkosti. Na každém místě bylo provedeno měření ve výšce 0,2m, 1m a 1,5m nad podlahou. Z celkem 144 získaných hodnot náleželo 7 do kategorie zvýšené vlhkosti, zbývajících 137 hodnot dosahovalo kategorie vysoké či velmi vysoké vlhkosti dle hodnocení ČSN P730610.

### Analýza poruch a návrh řešení

Nejzávažnější statickou poruchou objektu je deformace a popraskání klenby vítězného oblouku. Důsledkem zatékání dešťové vody do konstrukce došlo ke snížení pevnosti zdiva. Dále pravděpodobně došlo i k poklesu podpor oblouku. Objekt není dosud ztužen žádnými ztužujícími prvky nebo pozdním věncem. Tyto skutečnosti způsobily rozsáhlé popraskání vítězného oblouku a jeho deformaci.

Je navrženo zajištění oblouku pomocí ocelového táhla průměru 25mm, které bude vedeno v úrovni paty klenebního pásu. Kotvení táhla bude z vnější strany stěn do vysekaných kapes ve zdivu přes ocelové roznášecí desky tl. 10mm. Část táhla, která prochází volným prostorem interiéru, musí mít vhodný vzhled a povrchovou úpravu dle požadavků úřadu památkové péče.

Zatékající dešťová voda také způsobila rozsáhlá poškození říms, vnějších omítek a okenních nadpraží ve 2.NP. Vzniklé trhliny budou očištěny a dle jejich velikosti a rozsahu sanovány. Trhliny malých rozměrů budou pouze zatmeleny, širší trhliny je nutné injektovat. U trhlín, u kterých hrozí další rozšiřování, bude použita metoda sešívání zdiva pomocí vlepané helikální výztuže do vyřezaných drážek.



Dalším problémem, který ničí zejména interiér kostela, je vztlínající vlhkost ve stěnách a podlahách. Kostel postrádá jakoukoliv hydroizolaci, takže stěny a omítky podléhají značné degradaci. Tyto podmínky jsou ideální pro růst plísní, které se vyskytují jak na stěnách, tak i na podlaze z kamenné dlažby. Je navrženo provedení větracích kanálů, a to jak ze strany exteriéru, tak i interiéru. Kanály budou sestaveny z betonových prefabrikátů tvaru L nebo z příkopových tvarovek, popř. budou vyžděny ze ztraceného bednění. Horní strana kanálů bude zakryta dlažbou, resp. zeminou v exteriéru. Zhruba v polovině délky každého z nich bude vyžděna nasávací šachta. Na obou koncích každého kanálu budou provedeny odváděcí šachty, ze kterých budou vyvedeny PVC trubky skrz obvodovou stěnu do falešných okapních svodů, které budou zakončeny nad hranou střechy větrací hlavicí. Toto řešení zajistí přirozené provětrávání kanálů a odvádění vlhkosti ze zdiva. Protože vztlínající vlhkost v podlahách a s tím související růst plísní může být překážkou pro plánované využívání kostela, je navrženo variantní řešení pro interiér v podobě zcela nové provětrávané podlahy. V tomto případě je nutné snést celou skladbu současné podlahy. Poté budou na ztuhnutou vrstvu podkladního štěrku ukládány plastové Iglú tvarovky spolu s ocelovými sítěmi, které budou následně zality vrstvou betonu. Odvětrání dutiny v podlaze je řešeno přirozeně pomocí nasávacích trubek v severní stěně a výdechových trubek na jižní stěně. Provedení takovéto podlahy řeší jak zamezení přístupu vztlínající vlhkosti do svrchních vrstev podlahy, tak i odvádění vlhkosti z přilehlých stěn při použití vyšších Iglú tvarovek. Jde ale o významný zásah do interiéru kostela, který je nutné konzultovat s úřadem památkové péče.

V této práci byly také nastíněny vhodné rekonstrukční práce drobnějšího charakteru, které umožní standardní užívání objektu. Především je nutné opravit, popř. znovu vyrobit rozbité a chybějící výplně okenních otvorů. Dále je nutné opravit strop lodi, který se několika místech propadá. Předmětem rekonstrukce by měla být i obě točitá schodiště do 2.NP věže, jejichž stupně jsou značně uvolněné a tedy pro výstup nebezpečné.





## 7 Použité zdroje a literatura

### 7.1 Internetové zdroje

[1] *Nahlížení do katastru nemovitostí* [online]. Český úřad zeměměřičský a katastrální. Dostupné z <http://nahliznidokn.cuzk.cz/>

[2] *Topografická mapa* [online]. Národní inventarizace kontaminovaných míst. Dostupné z <http://kontaminace.cenia.cz/>

[3] *MonumNet* [online]. Národní památkový ústav. Dostupné z <http://monumnet.npu.cz>

[4] *Po nové cestě* [online]. Projekt Po nové cestě. Dostupné z <http://www.ponoveceste.cz/>

[5] *Liturgická místa – Presbytář* [online]. Liturgie.cz Dostupné z <http://www.liturgie.cz/liturgicky-prostor/liturgicka-mista/presbytar/>

[6] *Liturgická místa – Sakristie* [online]. Liturgie.cz Dostupné z <http://www.liturgie.cz/liturgicky-prostor/liturgicka-mista/sakristie/>

[7] *Wikipedie – Kruchta* [online]. Wikipedia.org Dostupné z <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kruchta>

[8] *Schodiště a rampy*. [online]. FAST VŠB. Dostupné z <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps2/schodiste.html>

[9] *Geologická mapa 1:25 000* [online]. Česká geologická služba. Dostupné z [http://mapy.geology.cz/geocr\\_25/](http://mapy.geology.cz/geocr_25/)

[10] *Půdní mapa 1:50 000* [online]. Česká geologická služba. Dostupné z <https://mapy.geology.cz/pudy/>

[11] *Metamorfismus* [online]. Česká geologická služba. Dostupné z <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?metamorfismus>

[12] *Klasifikace půd* [online]. Zemepis.com. Dostupné z <http://www.zemepis.com/klaspud.php>

[13] *Vítězný oblouk* [online]. Wikipedie. Dostupné z [https://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%ADt%C4%9Bzn%C3%BD\\_oblouk](https://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%ADt%C4%9Bzn%C3%BD_oblouk)

[14] *Koncha* [online]. Wikipedie. Dostupné z <https://cs.wikipedia.org/wiki/Koncha>

[15] *Odborné názvosloví slohových prvků* [online]. Skarbuška stavební firma. Dostupné z <http://www.skarbuska.cz/odborne-nazvoslovi>



[16] *Zrcadlo (architektura)* [online]. CoJeCo.

Dostupné z [http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&id\\_desc=109183](http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&id_desc=109183)

[17] *Měření vlhkosti v praxi soudního inženýra* [online]. Časopis Soudní inženýrství.

Dostupné z <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2005-03-175-178.pdf>

[18] *Sledování trhlin ve stěnách pomocí sádrových terčů* [online]. Satik-projektant. Dostupné

z <http://statik.webnode.cz/news/sledovani-trhlin-ve-stenach-pomoci-sadrovych-tercu/>

## 7.2 Sborníky a časopisy

[20] ZÁMEČNÍK, Petr. Vrchní Orlice, ves téměř zaniklá. In: *Horský kurýr*. roč.13, č.7-8, str. 10.

[21] ZÁMEČNÍK, Petr. Vrchní Orlice ožívá. In: *Horský kurýr*. roč.13, č.6, str. 1.

## 7.3 Školní práce

[30] TYLŠ, Štěpán. *Kostel sv. Jana Nepomuckého na Vrchní Orlici*. Praha, 2014. Semestrální práce. ČVUT.

[31] ŠAROUNOVÁ, Pavla. *Průzkumy a hodnocení konstrukcí z kamene*. Brno, 2012, Bakalářská práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební.

## 7.4 Odborné publikace

[40] WITZANY, Jiří. *PDR – poruchy, degradace a rekonstrukce*. Praha: ČVUT, 2010, ISBN 978-80-01-04488-9.

[41] MAKÝŠ, Oto. *Rekonštrukcie budov. Technologie*. Bratislava: Jaga Group, 2000. ISBN 80-88905-31-1

[42] LIPANSKÁ, Eduarda. *Historické klenby*. Praha, 1998, ISBN 80-902076-1-8

## 7.5 Normy

ČSN P 73 0610. *Hydroizolace staveb-Sanace vlhkého zdiva-Základní ustanovení*.

ČSN EN 1991-1-6 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí*

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: *Navrhování ocelových konstrukcí*

ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: *Navrhování zděných konstrukcí*.



## 7.6 Projekty

[51] Statické zpevnění objektu RD č.p. 234 v Rovensku pod Troskami, Jiráskova, Ing. Ivan Jeník, 2016

[52] Bošilec, oprava a restaurování fasád a interieru kostela, MURUS, srpen 2012

## 7.7 Ostatní dokumenty, návody

[60] BÍLEK, Petr. *Opravy trhlin* [prezentace]. Dostupné z: [www.rvp.cz](http://www.rvp.cz)

[61] Vyztužování konstrukcí – systém Stado Spiral. Sešívání trhlin zdiva v drážce [výkres]. Dostupné z: <http://www.stado.cz/index.php/aplikace/spiral-system>

[62] Vyztužování konstrukcí – systém Stado Spiral. Vyztužení zděné klenby [výkres]. Dostupné z: <http://www.stado.cz/index.php/aplikace/spiral-system>

## 8 Přílohy



## **Příloha č.1 – Greisinger GMK 100 – technický list**



### Greisinger GMK 100

Greisinger GMK 100 je měřicí přístroj vhodný pro měření a vyhodnocení vlhkosti dřeva, betonu, potěru, omítek apod.

Přístroj pracuje na kapacitním principu s přímým zobrazením vlhkosti v procentech. Díky tomu je optimálním pomocníkem pro řemeslníky i pro domácí použití. Podle způsobu použití může být zobrazená měřená hodnota materiálové vlhkosti u (vztažené k suché hmotě) nebo obsah vody w (vztažené k celkové mokré hmotě).

Měření se provádí pomocí měřicí destičky na zadní straně přístroje. Přepínačem umístěným na boční straně přístroje je možné měnit hloubku měření. Díky měření v různých hloubkách je možné posoudit např. zda materiál je už suchý nebo se jedná o povrchovou vlhkost.



### Výhody

- Zobrazení vlhkosti v procentech
- Akustické / vizuální hodnocení stavu vlhkosti
- 18 charakteristik pro dřevo / stavební materiály
- 2 volitelné hloubky měření

### Technické specifikace

<b>Popis</b>	<b>Greisinger GMK 100</b>
<b>Displej</b>	2 displeje: charakteristika a měřená hodnota v % materiálové vlhkosti nebo v % obsahu vody, podsvícení displeje
<b>Hodnocení stavu vlhkosti</b>	
vizuální	Hodnocení stavu vlhkosti v 6 krocích od WET (mokrý) do DRY (suchý)
akustické	signální tón
<b>Hloubka měření</b>	10 mm a 25 mm
<b>Charakteristiky</b>	18 charakteristik pro dřevo (rozsáhlý seznam různých druhů dřevin) a běžné stavební materiály; navíc referenční charakteristika (rEF) pro relativní měření s vysokým rozlišením
<b>Pracovní teplota</b>	od - 25 do 50 °C (měřený materiál nesmí být zmrzlý)
<b>Skladovací teplota</b>	od - 25 do 70 °C
<b>Napájení</b>	baterie 9 V
<b>Proud měření</b>	~ 0,12 mA
<b>Proud podsvícení</b>	~ 2,5 mA (Auto-Off)

<b>Pouzdro</b>	nárazuvzdorný plast ABS, fóliová klávesnice, čelná strana krytí IP 65
<b>Rozměry</b>	106 x 67 x 30 (v x š x h)
<b>Hmotnost</b>	145 g (včetně baterie)
<b>Obsah dodávky</b>	Greisinger GMK 100, baterie, návod k obsluze

[www.gamin.cz/greisinger-GMK-100](http://www.gamin.cz/greisinger-GMK-100)



## **Příloha č.2 – tvarovky Iglú Gabex – technický list**

# IGLÚ

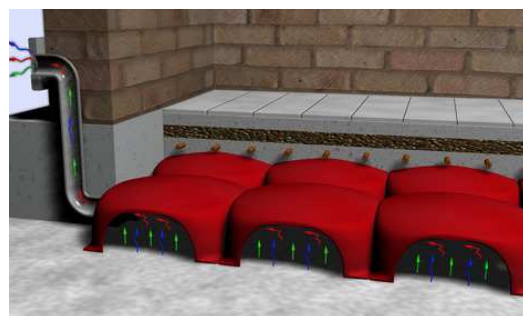
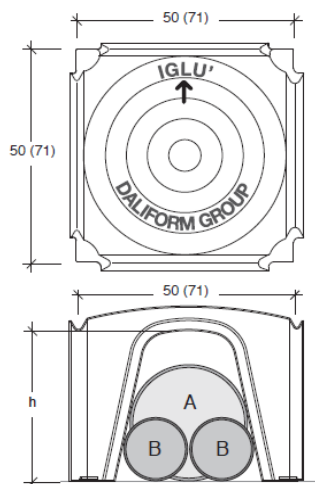
Izolace proti vlhkosti a radonu



POKLOPY  
GABEX



detail zámků nožiček



## Technický popis:

**materiál:** recyklovaný plast

**nosnost tvarovky (před zalitím betonem):** 150 kg

- Tvarovky IGLÚ slouží k jednoduché výstavbě celoplošné dutiny mezi zemí a podlahou uvnitř základové desky.
- Celoplošná dutina dokonale odděluje stavbu od podloží a vytváří meziprostor, v němž se vlhkost a případný radon z podloží spojí s proudícím vzduchem a jsou odváděny mimo objekt spojenými odvětracími komínky.

## Využití:

- odvedení vlhkosti
- odvedení radonu
- meziprostor proti prorůstání kořenů
- domovní vsakovací systém

výška tvarovky V	čistý půdorys tvarovky cm	výška pod obloukem V1 cm	max. průměr trubky A1 cm	max. průměr trubek B2 cm	spotřeba betonu do výšky H m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	hmotnost tvarovky ks/kg
4 cm	50 x 50	3	3	3	0,004	0,77
8 cm	50 x 50	4,5	4,5	4,5	0,012	1,24
12 cm	50 x 50	8	8	8	0,016	1,25
16 cm	50 x 50	11	11	9,5	0,034	1,30
20 cm	50 x 50	13	13	10	0,035	1,45
27 cm	50 x 50	21	21	16	0,040	1,65
35 cm	50 x 50	29	25,5	14,5	0,056	1,85
40 cm	50 x 50	34	27,5	15	0,060	2,00
45 cm	50 x 50	39	27	14,5	0,065	2,10
50 cm	50 x 50	43	26,5	14	0,067	2,15
55 cm	50 x 50	44	25,5	13,5	0,090	2,40
65 cm	71 x 71	60,7	45	25	0,112	4,60
70 cm	71 x 71	65,7	45	25	0,114	4,76
75 cm	71 x 71	70,7	45	25	0,117	4,87
80 cm	71 x 71	75,7	45	25	0,118	5,35



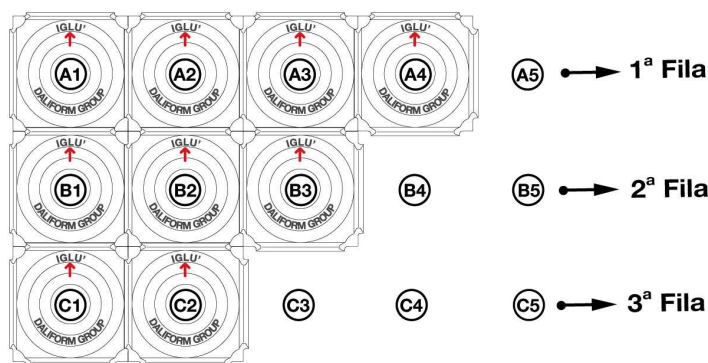
### Postup práce:

#### **1. Příprava podkladu v místě pokládky**

- na urovnanou zeminu nejdříve navezeme šterk, který se zhutní na výšku přibližně 10 cm (dle výsledného zatížení podlahy)
- příprava vyvedení odvětracích komínků z dutiny

#### **2. Pokládka elementů IGLÚ**

- tvarovky klademe jednotlivě za sebou tak, aby do sebe zapadaly jednotlivé zámky a nevznikaly tak mezery
- potřebné zařezávání tvarovek provedeme pomocí elektrického nářadí



#### **3. Pokládka kari sítě**

- po dokončení pokládky všech elementů rozložíme na vrch kari síť
- takto připravený podklad můžeme zalít betonem

#### **4. Zalít elementů betonem a vylít desky nad elementy**

Výška betonové desky nad nejvyšším místem tvarovky odpovídá charakteru zatížení hotové podlahy. Objem betonu potřebného na zalití podpurných nožiček rozložených tvarovek a další technické parametry naleznete v příložené tabulce:

\* Některé další podmínky, které je nutno dodržet :

- Eventuální prováděná kontrakční spára v nosné betonové desce musí být provedena v místě s nejtenčí betonovou vrstvou tzn. nad obloukem
- Statické parametry podlahy platí až po 28 dnech zrání betonu, případě změn údajů nosnosti je třeba statickou část projektu přepočítat



## **Příloha č.3 – Stado Spiral Systém – technický list**

# Stado Spiral Systém

Nerezové pruty helikálního (šroubovicového) tvaru spolu s vysocepevnostní zálivkou/tmelem, navržené pro vyztužení a posílení železobetonových, zděných a dřevěných konstrukcí



Průřez helikální výztuže



Tvar helikální výztuže v pohledu

## ► Popis

Systém Stado Spiral se skládá z nerezové helikální (šroubovicové) výztuže Stado SpiBar a zálivky/tmelu Stado ResiBond MC. Pruty Stado SpiBar se v různých délkách a průměrech, v závislosti na požadavcích aplikace, vlepují do konstrukce do předem vyfrézovaných drážek nebo vrtů a zakotví vysoce pevnostní tixotropní zálivkou Stado ResiBond MC. Spolupůsobení výztuže a zálivky je základem funkce systému Stado Spiral.

## ► Výhody

- jednoduchá a rychlá aplikace
- minimální aplikační tloušťka
- vysoká pevnost v poměru ke hmotnosti
- nevznášá do konstrukce žádné napětí
- šetrná ke konstrukcím (subtilní)
- tixotropní zálivka umožňuje aplikace nad hlavou
- aplikace pod líc konstrukcí

## ► Typické aplikace

- dodatečný výztužný zesilovací systém pro stavební posílení betonových, cihlových a zděných konstrukcí
- zesílení dřevěných konstrukcí (bez zálivky Stado ResiBond MC)
- sešívání trhlín

## ► Stado Spiral Systém

### Výztuž Stado SpiBar

Stado SpiBar je výztuž z nerezové oceli helikálního (šroubovicového) tvaru, která je vyrobená válcováním a tažením za studena.

### Fyzikální vlastnosti

Označení	Plocha (mm <sup>2</sup> )	Pevnost v tahu (MPa)	Mezní síla v tahu (kN)	Normová mez kluzu (MPa)
SpiBar 6	8	900	7,22	744
SpiBar 8	10	880	8,84	745
SpiBar 10	13	823	10,73	640
Označení ocele				
AISI	304Cu			
ČSN EN10088-3	X5CrNi 18-10	1.4301		

### Příprava Stado SpiBar

Pruty Stado SpiBar se krátí přímo na stavbě dle potřeby pomocí pákových nůžek. Výztuž lze tvarovat a ohýbat bez vlivu na kvalitu a vlastnosti ocele.

### Zálivka/tmel Stado ResiBond MC

Stado ResiBond MC je dvousložková směs, kde tekutá složka je kopolymerová vodná disperze a prášková složka je směs portlandských cementů a minerálních plniv.

# Stado Spiral Systém

Nerezové pruty helikálního (šroubovicového) tvaru spolu s vysocepevnostní zálivkou/tmelem, navržené pro vyztužení a posílení železobetonových, zděných a dřevěných konstrukcí

## ► Příprava povrchu

Při vysokých teplotách se ujistěte, že je zdvo dostatečně navlhčeno nebo ošetřeno primerem, aby nedošlo k předčasnému vysychání tmelu Stado ResiBond MC díky rychlému odvodnění. Vhodné je před aplikací tmelu drážku nebo vrt dodatečně navlhčit nebo ošetřit Stado ResiPrimer WB.

## ► Míchání

Míchání Stado ResiBond MC se může provádět buď pomaloběžnou míchačkou s lopatkovým příslušenstvím, nebo ve statické míchačce. Musí být vždy zpracováno veškeré množství z celého balení. Není dovoleno přidávat žádnou jinou přísadu ani vodu. Míchání musí být prováděno tak, že se důkladně rozmíchá prášková a kapalná složka Stado ResiBond MC přímo v originálním kbelíku. Po cca 5 minutách se směs znovu promíchá a je připravená k aplikaci.

## ► Technické informace

Technické informace		
Hustota		2,02 kg/dm <sup>3</sup>
Expanze při tvrdnutí		max. 0,15 %
Pevnost v tahu	7 dní	3,5 MPa
Pevnost v tahu	28 dní	5,0 MPa
Pevnost v tahu za ohybu	7 dní	7,5 MPa
Pevnost v tahu za ohybu	28 dní	12,0 MPa
Tlakový modul	7 dní	13,0 MPa
Tlakový modul	28 dní	13,5 MPa
Přidržnost k betonu		min. 2,0 kN
Přidržnost k cihle		min. 2,79 kN

### Rozvoj pevnosti v tlaku při 20 °C

2 dny	7 dní	14 dní	28 dní	84 dní
25 MPa	35 MPa	50 MPa	55 MPa	80 MPa

Technické informace Stado SpiBar systém v konstrukci			
Stado SpiBar se zálivkou ResiBond MC v drážce			
Materiál	Tahová síla (kN)	Kotevní délka (mm)	Průměr výztuže SpiBar
Beton-C20/25	7,52	250	6 mm
Plná cihla	7,99	450	6 mm

Stado SpiBar se zálivkou ResiBond MC ve vrtu			
Materiál	Tahová síla (kN)	Kotevní délka (mm)	Průměr výztuže SpiBar
Beton-C20/25	8,27	150	6 mm
Plná cihla	4,41	80	8 mm

Informace uvedené v tomto technickém listu se opírají o naše nejlepší znalosti, podložené výsledky laboratorních testů a praktickými zkušenostmi. Nicméně, vzhledem k tomu, že výrobek je často používán mimo rámec naší kontroly, nemůžeme ručit za nic jiného než za kvalitu výrobku jako takového. Neručíme za chyby vzniklé špatnou aplikací, použitím po době skladovatelnosti nebo špatným skladováním.

# Stado Spiral Systém

Nerezové pruty helikálního (šroubovicového) tvaru spolu s vysocepevnostní zálivkou/tmelem, navržené pro vyztužení a posílení železobetonových, zděných a dřevěných konstrukcí

## ▶ Návod k aplikaci

### Aplikace Stado Spiral Systému do drážky

- drážkovací frézkou na zdivo se vyfrézuje drážka s dvěma vhodně zvolenými kotouči na řezání zdiva, s nastavitelnou hloubkou řezu
- drážka se vyfouká, zbaví hrubších nečistot a prachových částic, před vlepením výztuže se navlhčí, nejlépe vypláchne čistou vodou.
- tmel Stado ResiBond MC se rozmíchá přímo v originálním kbelíku šnekovým nástavcem na vrtačku, smícháním suché a tekuté složky v balení - **bez dalších příměsí!**, po 5 minutách se znovu promíchá a plní do předem navlhčené aplikační pistole
- na aplikační pistolí nasadíme nástavec pro aplikaci tmelu do drážek a nanese na zadní stěnu drážky spojitou 8-10 mm vrstvu tmelu
- předem nakráčený a naohýbaný výztužný prut vtlačíme do tmelu v celé délce, tak, aby jím byl dokonale obalen
- prut zakryjeme druhou spojitou vrstvou tmelu Stado ResiBond MC až po vrch drážky
- spárovací špachtlí zatlačíme tmel do drážky a tu na závěr zahladíme; pokud je drážka vyplněna do roviny stávající zděné konstrukce, nejsou nutné žádné další úpravy, případně je možno provést jakoukoli povrchovou úpravu (omítku), která je vhodná pro okolní materiál
- pokud se vlepuje více prutů do hlubší drážky, postup se opakuje

### Aplikace Stado Spiral Systému do vrtu

- pro vlepení helikální výztuže Stado SpiBar Ø 6, 8 mm jsou doporučeny vrty Ø 16 mm.
- elektrickou rotační příklepovou vrtačkou vyvrtáme otvor v konstrukci o daném průměru a délce
- vrt se vyfouká, zbaví hrubších nečistot a prachových částic, před vlepením se navlhčí, nejlépe vypláchnutím čistou vodou
- tmel Stado ResiBond MC se rozmíchá přímo v originálním kbelíku šnekovým nástavcem na vrtačku, smícháním suché a tekuté složky v balení - **bez dalších příměsí!**, po 5 minutách se znovu promíchá a plní do předem navlhčené aplikační pistole
- na aplikační pistolí nasadíme trubicový nástavec pro aplikaci tmelu do vrtů, zkrácený na konkrétní hloubku vrtu
- v případě pokračování výztuže z drážky do vrtu, vsuneme nástavec až na konec vrtu a vyplníme ho celý tmelem Stado ResiBond MC

- výztuž Stado SpiBar vtlačíme do celé hloubky vrtu a současně do přilehlé drážky, do první připravené vrstvy tmelu, kde prut pokračuje
- v případě samostatné kotvy - do nástavce vytlačíme tmel z pistole až na konec a do něj vešroubujeme krátkou kotevní výztuž
- nástavec s tmelem a výztuží vsuneme na dno vrtu a injektováním je pistole s nástavcem vytlačována ven, výztuž zůstane celá ve vrtu obalená tmelem

Při injektáži vrtů se musí trubice pistole pohybovat ve vrtu vždy volně a lehce – vrt musí být náležitě „protážen“ vrtáním a vyčištěn nejlépe tlakovou vodou.

### Betonové konstrukce

Pro vlepení šroubovicové výztuže Stado SpiBar Ø 6 mm do betonových konstrukcí postačují podpovrchové drážky 10-15 / 10 mm, pro Ø 8 mm pak 10-15 / 12 mm. Pro vlepení šroubovicové výztuže Stado SpiBar Ø 6, 8 mm jsou doporučeny vrty Ø 14 mm.

## ▶ Balení Katalogové číslo

Stado SpiBar, Ø 6 mm	230
Stado SpiBar, Ø 8 mm	231
Stado SpiBar, Ø 10 mm	232
Stado ResiBond MC, 3 l sada	8

Pruty Stado SpiBar jsou dodávány ze skladu v 10 m délkách. Požadujete-li jiné délky, kontaktujte naše technické oddělení.

## ▶ Ochrana zdraví a bezpečnost při práci

Při krácení a ohýbání prutů Stado SpiBar používejte pracovní rukavice.

Stado ResiBond MC je na cementové bázi, může tedy způsobit podráždění pokožky a sliznic, které musí být během aplikace chráněny. Vždy používejte ochranné oblečení, rukavice a ochranné brýle, vyvarujte se vdechování prachu a výparů. Používejte adekvátní větrání a doporučuje se nosit obličejovou masku proti prachu. Zasažené oči či pokožku ihned vypláchněte proudem čisté vody. Vyhledejte lékaře, pokud potíže přetrvávají. Pokud výrobek omylem požitete, vypijte větší množství vody a vyhledejte lékaře.

Pro více informací čtěte bezpečnostní list výrobku.



# Stado Spiral Systém

Nerezové pruty helikálního (šroubovicovitého) tvaru spolu s vysocepevnostní zálivkou/tmelem, navržené pro vyztužení a posílení železobetonových, zděných a dřevěných konstrukcí

---

## ► Skladování

---

Pruty Stado SpiBar musí být skladovány v suchu a mimo dosah slunečního záření.

V těchto podmínkách je životnost prutů neomezená.

Stado ResiBond MC musí být skladován pod zakrytím, ne přímo na zemi.

Chraňte materiály před zdroji vlhkosti a mrazu.

Za těchto podmínek je životnost výrobku v originálním neotevřeném balení minimálně 12 měsíců.

---

## ► Kontakt

---

**STADO CZ s.r.o.**  
Oldřichovská 16  
405 02 Děčín VIII  
Česká republika

Tel.: +420 412 517 255  
Fax: +420 412 558 125  
e-mail: [stado@stado.cz](mailto:stado@stado.cz)  
[www.stado.cz](http://www.stado.cz)

---

## Verze 02/12

Informace uvedené v tomto technickém listu se opírají o naše nejlepší znalosti, podložené výsledky laboratorních testů a praktickými zkušenostmi. Nicméně, vzhledem k tomu, že výrobek je často používán mimo rámec naší kontroly, nemůžeme ručit za nic jiného než za kvalitu výrobku jako takového. Neručíme za chyby vzniklé špatnou aplikací, použitím po době skladovatelnosti nebo špatným skladováním.