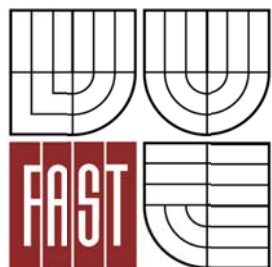




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING TESTING

STAVEBNÍ PRŮZKUM, DIAGNOSTIKA A NÁVRH REKONSTRUKCE OBJEKTU

SURVEY, DIAGNOSTICS AND DESIGN OF RECONSTRUCTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. DAVID NOVOTNÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ ANTON, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav stavebního zkušebnictví

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. David Novotný
Název	Stavební průzkum, diagnostika a návrh rekonstrukce objektu
Vedoucí diplomové práce	Ing. Ondřej Anton, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	23. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015
V Brně dne 23. 3. 2014	

.....
prof. Ing. Leonard Hobst, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Cikrle, P. a kol. NDT zkoušení ve stavebnictví. Příručka kurzu CŽV, VUT v Brně, 2010.

HOBST, L. a kol.: Diagnostika stavebních konstrukcí, knihovnicka.cz, 2005.

CIKRLE, P. a kol. Diagnostické metody ve stavebnictví, modul M01. Studijní opora, VUT v Brně FAST, 2011.

SCHMID, P. a kol. Základy zkušebnictví, VUT v Brně FAST, CERM Brno.

Bažant, Z., Klusáček, L. Statika při rekonstrukcích objektů. VUT v Brně FAST, CERM Brno, 2002.

ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí.

Materiály z archivu ústavu a školitele.

Pume, D., Čermák, F. a kol.: Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí, Praha, Arch, 1993.

Pytlík, P.; Sokolář, R.: Stavební keramika, CERM, 2002

Příslušné technické normy.

Zásady pro vypracování

Teoretická část: Rešerše literatury. Zpracování metodiky průzkumu a hodnocení dřevěných konstrukcí a konstrukcí z cihelného zdiva dle platných norem.

Praktická část: Prvotní prohlídka hodnocené konstrukce. Předběžné hodnocení stavu, sestavení plánu stavebně technického průzkumu. Provedení a vyhodnocení průzkumu konstrukce. Statický výpočet vybraných kritických částí nosných konstrukce. Zhodnocení konstrukce a návrh rekonstrukce vybrané části objektu.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

Ing. Ondřej Anton, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Předmětem této diplomové práce je diagnostický průzkum křídla A objektu na adrese Rumiště 8, Brno. Práce obsahuje teoretické poznatky o stavebně technickém průzkumu a diagnostických metodách a jejich vyhodnocení pro určení základních vlastností zděných a dřevěných konstrukcí. V praktické části je diagnostický průzkum zpracován. Jeho součástí je určení materiálových charakteristik konstrukce. V závěru je provedeno zhodnocení konstrukce.

Klíčová slova

stavebně technický průzkum, diagnostika, zdivo, zděné konstrukce, dřevo, dřevěné konstrukce, cihla, malta, porucha, oprava, pevnost v tlaku.

Abstract

The subject of this thesis is the diagnostic investigation of block A in the object at Rumiště 8, Brno. The work includes theoretical knowledge of technical surveys and diagnostic methods and their evaluation to identify the essential characteristics of masonry and timber structures. In the practical part is the diagnostic investigation processed. Part of the diagnostic investigation is the determination of material characteristics of the structure. At the end of the thesis is an assessment of the structure.

Keywords

construction and technological survey, diagnostics, masonry, masonry construction, wood, wood construction, brick, mortar, structural defect, reconstruction, compressive strength.

...

Bibliografická citace VŠKP

Bc. David Novotný *Stavební průzkum, diagnostika a návrh rekonstrukce objektu*. Brno, 2015. 113 s., 3 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví. Vedoucí práce Ing. Ondřej Anton, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16.1.2015

.....
podpis autora
Bc. David Novotný

Poděkování.

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Ondřeji Antonovi, Ph.D. za odbornou pomoc a cenné rady při vypracování této práce.

OBSAH

TITULNÍ LIST	1
ZADÁNÍ VŠKP	2
ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA	3
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP	4
PROHLÁŠENÍ	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH.....	7
A. TEORETICKÁ ČÁST	11
1 STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM	12
2 DIAGNOSTIKA ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ	15
2.1 Zděné konstrukce.....	15
2.1.1 Cihlářské výrobky	15
2.1.2 Malty	16
2.1.3 Konstruktivní uspořádání zděných konstrukcí	17
2.1.4 Posuzování starších zděných konstrukcí	19
2.2 Stanovení pevnosti v tlaku zdících prvků	19
2.2.1 Pevnost v tlaku na vzorcích odebraných z konstrukce	20
2.2.2 Pevnost v tlaku na tělesech vyrobených z jádrových vývrtů	20
2.2.3 Pevnost v tlaku zjištěná nedestruktivně – Schmidt LB	21
2.3 Stanovení pevnosti v tlaku malty	23
2.3.1 Metody pro zjišťování pevnosti v tlaku malty ve spárách	23

2.3.2	Stanovení pevnosti v tlaku malty ve spárách – vrtná metoda „Kučerovy vrtačky“	23
2.3.3	Stanovení pevnosti v tlaku malty na zkušebních tělesech.....	27
2.4	Hodnocení existujících zděných konstrukcí.....	27
2.4.1	Charakteristická pevnost zdiva v tlaku	27
2.4.2	Návrhová pevnost zdiva v tlaku.....	28
3	DIAGNOSTIKA DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ.....	30
3.1	Diagnostické metody prováděné na místě konstrukce.....	30
3.1.1	Nedestruktivní metody.....	30
3.1.2	Semi-destruktivní metody	34
3.2	Laboratorní zkoušky	38
3.2.1	Mechanické vlastnosti stanovené na zkušebních tělesech	38
3.2.2	Alternativní postupy pro stanovení mechanických vlastností.....	40
3.2.3	Mechanické vlastnosti pro jiné jakostní třídy dřeva	40
3.2.4	Hustota.....	40
3.2.5	Postup přejímání pro ověřování dávky	41
3.2.6	Radiační metody	41
B.	PRAKTICKÁ ČÁST	43
1	PRVOTNÍ PROHLÍDKA HODNOCENÉ KONSTRUKCE.....	44
1.1	Popis stavebního objektu.....	44
1.2	Funkce stavebního objektu	46
1.3	Historie stavebního objektu	46
1.3.1	Odhad stáří objektu dle mapových podkladů.....	46
1.3.2	Odhad stáří objektu dle značek a rozměrů cihel	47
1.3.3	Odhad stáří objektu.....	49
1.4	Rekonstrukce stavebního objektu a stavební zásahy.....	50
1.5	Závěr prvotní prohlídky	52
2	STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM	54
2.1	Svislé nosné konstrukce	54

2.1.1	Stanovení pevnosti malty:.....	54
2.1.2	Stanovení pevnosti zdících prvků:	57
2.2	Vodorovné konstrukce.....	63
2.2.1	Klenby sklep	63
2.2.2	Stropní kce 1.NP	67
2.2.3	Stropní kce 2.NP	67
2.2.4	Stropní kce 3.NP	68
2.3	Krov	69
2.3.1	Zaměření krovu.....	70
2.3.2	Diagnostika	72
3	STATICKÝ VÝPOČET VYBRANÝCH KRITICKÝCH ČÁSTÍ NOSNÝCH KONSTRUKCE	73
3.1	Klenby sklep	73
3.1.1	Zatížení kleneb.....	73
3.1.2	Klenba A	74
3.1.3	Klenba B	84
3.2	Zděný pilíř v 1. NP	93
3.2.1	Zatížení	94
3.2.2	Kombinace ve středu pilíře s nejhorším účinkem	95
3.2.3	Posouzení	95
4	ZHODNOCENÍ KONSTRUKCE A NÁVRH REKONSTRUKCE VYBRANÉ ČÁSTI OBJEKTU.....	97
	SEZNAM TABULEK	101
	SEZNAM OBRÁZKŮ	102
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	107
	SEZNAM PŘÍLOH.....	110
	PŘÍLOHA ČÍSLO 1, PŮDORYS 1.NP OBJEKTU.....	111

PŘÍLOHA ČÍSLO 2, PŮDORYS 2.NP OBJEKTU.....	112
PŘÍLOHA ČÍSLO 3, PŮDORYS 3.NP OBJEKTU.....	113

A. TEORETICKÁ ČÁST

1 STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM

Stavebně technický průzkum (označován zkratkou STP) se provádí za účelem hodnocení a odzkoušení stavu stavebních konstrukcí především ze statického hlediska. Průzkum se může týkat jak celých konstrukcí, tak jejích částí, resp. staviv, ze kterých je konstrukce zhotovena. [1]

Nejčastější případy, kdy se stavebně technický průzkum uplatňuje, jsou následující:

- Nástavba nebo přístavba objektu;
- Rekonstrukce;
- Změna vlastníka objektu;
- Zjištění příčin, závažnosti poruch objektu;
- Nová výstavba v těsném sousedství. [2]

Jednotlivé STP se od sebe liší z toho důvodu, že diagnostické práce se musí vždy přizpůsobit stavu a povaze zkoumaného objektu, druhu plánovaných stavebních úprav apod.

Výsledkem je pak závěrečná zpráva, která může být zpracována ve třech stupních:

- předběžný STP pro potřeby zadávací studie rekonstrukce, modernizace apod.,
- podrobný STP pro zpracování statických výpočtů a projektové dokumentace,
- doplňující a speciální STP pro potřeby doplnění podrobného STP a řešení změn z úprav při realizace stavebních prací.

Tato zpráva by měla popsat a zhodnotit stav konstrukce.

Při zpracování STP se využívají různé diagnostické metody, které lze dělit dle několika hledisek, především se dělí dle stupně poškození diagnostikované konstrukce onou metodou. Dělení je následující:

- nedestruktivní metody (např. tvrdoměrné, elektromagnetické a radiační metody),

- semidestruktivní metody (např. jádrové vývrty, odtrhové zkoušky, vrtací zkouška),
- destruktivní metody (např. zkouška tahem, zkouška ohybem, zkouška tvrdosti). [1]

Dalšími hledisky pro dělení je hledisko místa zkoušení (zkoušky laboratorní a zkoušky in situ) a hledisko zaměření zkoušky (chemické analýzy, zkoušky fyzikálně mechanických parametrů, statické zkoušky, dynamické zkoušky). [2]

Přesné postupy pro provádění STP uvádí norma ČSN ISO 13 822 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí, platná od srpna 2005, která nahrazuje ČSN 730038. [1]

Obecně postup hodnocení obsahuje následující kroky, které umožňují provádět hodnocení s ohledem na současný stav konstrukce. Postup přitom závisí na účelu hodnocení a na specifických okolnostech, např. na dostupnosti projektové dokumentace, na zjištěných škodách, na využívání konstrukce.

Postup hodnocení:

- a) Stanovení účelu hodnocení.
- b) Scénáře.
- c) Předběžné hodnocení:
 - 1) studium dokumentace a dalších údajů;
 - 2) předběžná prohlídka;
 - 3) předběžné ověření;
 - 4) rozhodnutí o okamžitých opatřeních;
 - 5) doporučení pro podrobné hodnocení.
- d) Podrobné hodnocení:
 - 1) podrobné vyhledání a prověření dokumentace;
 - 2) podrobná prohlídka a zkoušky materiálů;
 - 3) stanovení zatížení;
 - 4) stanovení vlastností konstrukce;

5) analýza konstrukce;

6) ověření.

e) Výsledky hodnocení:

1) zpráva;

2) koncepční návrh konstrukčních opatření;

3) řízení rizik.

f) V případě potřeby se postup opakuje.

Tento postup je možné použít jak pro hodnocení jedné určité konstrukce, tak pro hodnocení skupin konstrukcí. [3]

2 DIAGNOSTIKA ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

2.1 ZDĚNÉ KONSTRUKCE

2.1.1 Cihlářské výrobky

Cihlářská výroba se řadí do hrubé keramické výroby. Cihlářské výrobky vznikají formováním přírodních surovin, hlín na bázi jílových minerálů (především illit, montmorillonit a kaolinit) a nejílovitých složek (křemen, méně pak kalcit, slída, chlorit). Vznikají výpalem výše zmíněných surovin při teplotách 900 až 1100° C. Výrobky se vyznačují pórovitostí a barevným (nejčastěji červeným) střepem. Většinou se jedná o prvky neglazované, plné nebo vylehčené otvory, dutinami, či zvýšenou pórovitostí. [4]

Vlastnosti cihel, mechanické i fyzikální, jsou ovlivněny kvalitou výchozí suroviny, způsobem jejího zpracování, způsobem a teplotou výpalu. Teplota výpalu ovlivňuje jak pevnost výsledného produktu, tak i jeho barvu. Pevnost v tlaku se pohybuje v širokém rozmezí od cca 5 MPa do cca 60 MPa a je klíčovým kritériem pro třídění cihel do skupin (tříd). Dalším kritériem je objemová hmotnost a s ní související pórovitost, resp. nasákavost. Pórovitost a velikost pórů potom ovlivňuje další důležitou vlastnost - mrazuvzdornost, která se hodnotí na základě počtu zmrazovacích cyklů. Velmi užitečnou informací jsou i rozměry jednotlivých cihel. Rozměry kusového staviva jsou významné, neboť v průběhu staletí se formát i rozměry cihel mnohokrát měnily. [5]

V Evropě nastal zásadní rozvoj cihlářství od 11. století. Cihly se dělily do tří kategorií: zdící, dláždící a krycí. Kvůli absenci předpisů se vyskytovaly prvky s různými rozměry i poměry délek stran. Snahou bylo zachovávat poměr 1 : 2 : 4. První cejchovaný model v rámci monarchie byl vytvořen až v roce 1686, platil však pouze pro Vídeň a Dolní Rakousko. Pro cihly "zdice" platil předpis rozměru 11 ½ x 5 ¼ x 2 ½ palce (302 x 138 x 66 mm). Toto však nebylo často dodržováno. V roce 1788 vyšly v platnost Všeobecné instrukce na vedení staveb a jejich rozpočty a vyúčtování – Vídeň 31. 3. 1788. Tento dokument určoval rozměry pro cihly "zdice" 12 x 6 x 3 palce (316 x 158 x 79 mm). V roce 1839 byl pro Čechy běžný formát pro cihly "zdice" 11 ½ x 5 ½ x 2 ½ palce (302 x 144 x 65 mm) a Pevnostnice 12 x 6 x 3 palce (316 x 158 x 79 mm). Pro Moravu pak 11 ½ x 5 ¾ x 2 ¾ palce (302 x 151 x 72 mm). Největší událostí z hlediska tvarů zdících prvků bylo zavedení unifikovaného formátu metrologickou reformou dne 14. 4. 1883. Pro cihly "zdice" byly stanoveny rozměry 290 x 140 x 65 mm, což

je formát používán dodnes (během 20. století byl několikrát prosazován formát tzv. malé cihly – německé, 250 x 120 x 65 mm). [17]

Eurokód 6 pro potřeby navrhování nosného zdiva klasifikuje zdící prvky dvěma způsoby, a to podle úrovně kontroly výroby a podle způsobu a relativního objemu děrování.

Podle úrovně kontroly se zdící prvky řadí buď do kategorie I nebo kategorie II. Jestliže výsledky výrobcem organizované kontroly výroby prokážou, že průměrná pevnost v tlaku v dodávce nedosáhne předepsané pevnosti v tlaku s pravděpodobností nejvýše 5 %, zdící prvky spadají do kategorie I. Prvky, u kterých hodnota uvedené pravděpodobnosti překročí 5 %, patří do kategorie II.

Podle způsobu a poměrného objemu děrování se zdící prvky dělí do skupin 1, 2, 3 a 4. Základním třídícím znakem je přitom objem otvorů v % objemu zdícího prvku. [6]

Norma ČSN 72 2600 Cihlářské výrobky. Společná ustanovení popisuje třídění cihlářských výrobků, jejich vlastnosti a zkoušení.

Třídění podle této normy je následující:

- výrobky pro svislé konstrukce,
- výrobky pro vodorovné konstrukce,
- výrobky pro pálenou krytinu,
- výrobky pro zvláštní účely. [4]

2.1.2 Malty

Malty se ve stavebnictví používají ke spojování stavebních prvků a dílců (cihla, kámen), k úpravě povrchu stavebních konstrukcí (omítky) a pro vyrovnání styčných spár.

Malty jsou směsi, které se skládají z anorganických plniv, pojiv a přísad, rozmísené vodou na požadovanou konzistenci. Nejčastější pojivo v českých zemích je vápenný hydrát, od zavedení výroby cementu kombinovaný právě s cementem.

Plniva do maltových směsí jsou nejčastěji drtě, přírodní písky a umělé kamenivo vytvořené granulací nebo drcením produktů jako je struska, škvára, popílky, cihly apod.

Obsah a typ pojiva a plniv ovlivňují vlastnosti syrové i zatvrdlé malty.

Podle použitého pojiva se malty dělí na:

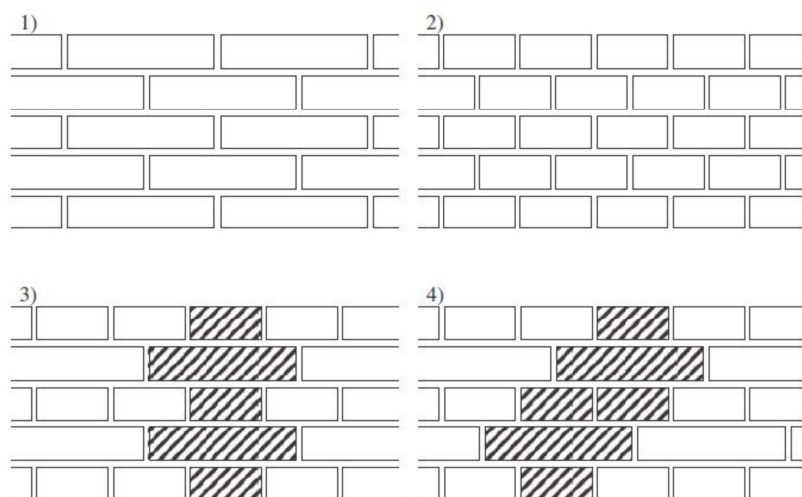
- hlínové,
- vápenné,
- sádrové,
- cementové,
- nastavované (vápno-hlínové, vápno-sádrové, vápno-cementové),
- speciální (odsolovací apod.).

Historicky nejstarší jsou malty hlínové, po té následovaly malty sádrové a nakonec malty vápenné. [5]

Eurokód 6 pro potřeby navrhování zděných prvků dělí malty pro zdění podle složení na malty obyčejné, malty pro tenké spáry a lehké malty. Další kritériem pro dělení je úroveň spolehlivosti dodržení požadované pevnosti v tlaku a podle něj mohou být malty návrhové a malty předpisové. Malty návrhové jsou vyráběny průmyslově a dodávány na stavbu už namíchané s označením pevnosti v tlaku. Předpisové malty se vyrábějí až na stavbě podle předepsaného složení uvedeného v poměru objemových dílů cementu, vápna a písku. [6]

2.1.3 Konstrukční uspořádání zděných konstrukcí

Kladením cihel na maltu vzniká vazba zdiva, která má za cíl, aby styčné spáry ve dvou sousedních vodorovných řadách cihel nebyly průběžné. Nejpoužívanější vazby zdiva jsou uvedeny na obr. 2-1.



Obrázek 2-1 Základní vazby cihelného zdiva. 1) běhounová, 2) vazáková, 3) polokřížová, 4) křížová [1]

Konstrukční prvky, které se vyzdívaly ze zdiva, jsou následující:

- zděné stěny,
- sloupy a pilíře,
- opěrné zdi,
- základy,
- ostatní části stavebních objektů. [1]

Zdivo je značně různorodý stavební materiál s rozdílnými užitnými vlastnostmi díky velkému množství druhů a tvarů zdících prvků a má skoro univerzální použití. Typické pro zdivo je odolnost proti atmosférickým vlivům a požáru, poměrně dobré tepelně i zvukově izolační schopnosti a velmi dobrá tvarovatelnost při použití tradičních starých technik. Zdivo se dále vyznačuje dobrou pevností v tlaku, avšak malou odolností v tahu. Ovšem všechny tyto vlastnosti záleží na typu zdiva a jejich hodnoty mohou být značně proměnné.

Při navrhování zděných konstrukcí je nejdůležitější sledovanou vlastností zdiva pevnost v tlaku, kterou má zdivo nejvyšší ve směru kolmém k ložným spárám. [6]

2.1.4 Posuzování starších zděných konstrukcí

Vzhledem ke značně kompozitní povaze cihelného zdiva se při posuzování konstrukcí vyskytují určité problémy. Mezi nejvýznamnější problémy zděných konstrukcí patří:

- nedostatečná prostorová tuhost zdiva - ve vodorovném směru není zdivo zajištěné buď vůbec, nebo pouze pomocí železných kovaných táhel;
- stavební zásahy v minulosti - zásadní přestavování některých konstrukcí, zeslabování průřezů nebo odstraňování částí nosného zdiva;
- složení zdiva - u masivního zdiva je dokonalá vazba pouze v povrchové vrstvě, uvnitř se pak nachází směs kamene prolitá maltou, případně velké dutiny až kaverny, další problémy způsobuje také smíšené zdivo (kámen, cihly);
- neprovázanost zdiva - vizuálně kompaktní zdivo je složeno z více navzájem neprovázaných vrstev;
- změny v užívání a změny v zatížení konstrukce;
- trvanlivost zdiva - ovlivněná vlivem střídavého zmrazování a rozmrazování, dále přítomností solí kyselin, které rozrušují zdivo krystalizačními tlaky;
- vlhkost zdiva - zhoršuje provozně funkční vlastnosti konstrukce, snižuje únosnost a urychluje degradační procesy;
- poruchy, zejména trhliny - jejich rozvoj souvisí s většinou předcházejících problémů. [1]

2.2 STANOVENÍ PEVNOSTI V TLAKU ZDÍČÍCH PRVKŮ

Základní vlastnosti zdíčních prvků, jako jsou např. rozměry, tvar, objemová hmotnost a pevnost v tlaku se určují buď na vzorcích odebraných z vyšetřované konstrukce dle příslušné normy, nebo vhodnou nedestruktivní metodou po odkrytí povrchu zdiva. [1]

2.2.1 Pevnost v tlaku na vzorcích odebraných z konstrukce

Podle ČSN EN 772-1 se pevnost v tlaku zdících prvků určuje jako průměrná pevnost v tlaku stanoveného počtu vzorků celých zdících prvků. [1]

Odebírání zkušebních vzorků se provádí podle příslušné části EN 771, přičemž nejmenší počet je šest, ale ve specifikaci výrobku je možné požadovat zvýšení minimálního počtu vzorků podle velikosti konstrukce. Pokud mají zdící prvky větší rozměry, vyřezávají se reprezentativní části, např. krychle, z různých míst prvku. [7]

Pevnost v tlaku zdících prvků, která se uvažuje při návrhu, je normalizovaná pevnost v tlaku f_b . Tato pevnost se určí přepočtem pevnosti zdících prvků na pevnost ve stavu přirozené vlhkosti ($6\pm 2\%$), pokud v tomto stavu nebyla již stanovena, následně se vynásobí součinitelem vlivu výšky a šířky zdících prvků δ dle tabulky.

Tabulka 2-1 Součinitel tvaru δ vyjadřující vliv rozměrů zkušebního vzorku změřených po úpravě povrchu vzorku [7]

Výška (mm)	Šířka (mm)				
	50	100	150	200	≥ 250
40	0,80	0,70	-	-	-
50	0,85	0,75	0,70	-	-
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
≥ 250	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15
POZNÁMKA: Je přípustné stanovit mezilehlé hodnoty δ lineární interpolací					

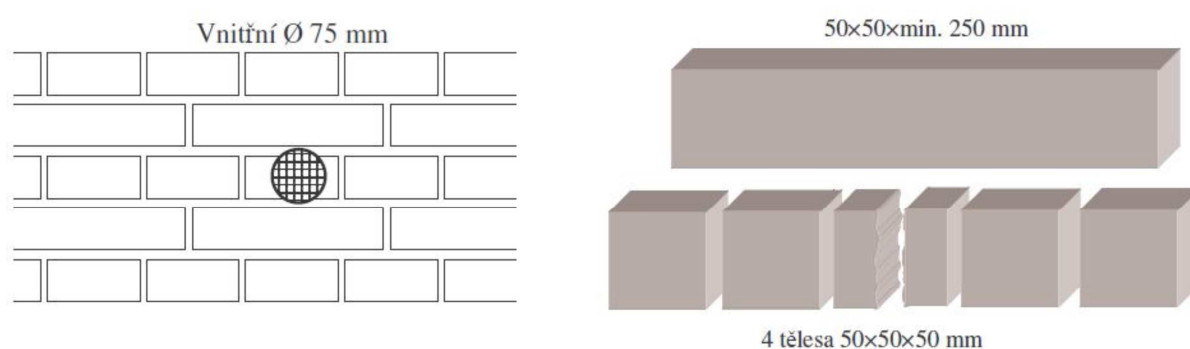
Podstatou zkoušky je uložení zkušebních vzorků, připravených potřebným způsobem, dostředně na tlačnou desku zkušebního lisu a následné působení rovnoměrně rozděleného zatížení na vzorek až do jeho porušení. Rovnoměrně rozdělené zatížení se zvyšuje plynule. [7]

2.2.2 Pevnost v tlaku na tělesech vyrobených z jádrových vývrtů

Pokud je obtížné odebrat z konstrukce celé vzorky zdících prvků, je možné použít pro odběr vzorků jádrové vrtání. [1]

Vývrty jsou válcová zkušební tělesa, která lze získat z konstrukce díky dobře chlazeným jádrovým vrtákům. Takto získané vývrty jsou dále vyšetřeny, upraveny a zkoušeny v tlaku. [8]

V praxi se používají vývrty o průměru 50 mm, z kterých se vyřežou válcové tělesa. Směr jejich zatěžování v lisu ale není totožný se směrem zatížení v konstrukci, protože vývrty jsou většinou vodorovné. Ústavu stavebního zkušebnictví VUT se osvědčilo provádět jádrové vývrty o průměru 75 mm do vazáku na celou délku cihly - viz obr. 2



Obrázek 2-2 Odběr vzorků zdiva o průměru 75 mm jádrovým vrtáním a zkušební tělesa vyrobená z vývrtů. [1]

Z tohoto vývrtu je možné vyrobit zkušební tělesa s příčným rozměrem $d = 50$ mm a lze je využít jak pro stanovení pevnosti v tlaku, tak i pro stanovení pevnosti v tahu za ohybu. Rozměry reprezentativního tělesa, ve tvaru hranolu, jsou optimálně 50x50x250 mm (případně až 290 mm). Pro stanovení pevnosti v tlaku jsou potřeba 4 krychle o rozměrech 50x50x50, které lze získat po zlomení reprezentativního tělesa při ohybové zkoušce - viz obr. 2-2. Vzhledem k většímu počtu zkušebních krychlí, je možné získat pevnost z různých částí zdi i v různém vlhkostním stavu. [1]

2.2.3 Pevnost v tlaku zjištěná nedestruktivně – Schmidt LB

Zjišťování pevnosti v tlaku pomocí odrazového tvrdoměru Schmidt se řadí mezi tvrdoměrné metody. Tyto metody, které zkouší zdící prvky, jsou modifikací metod používaných pro beton. Pro zkoušení cihelných zdících prvků byl vyvinut typ odrazového tvrdoměru Schmidt LB - viz obr. 2-3. [9]



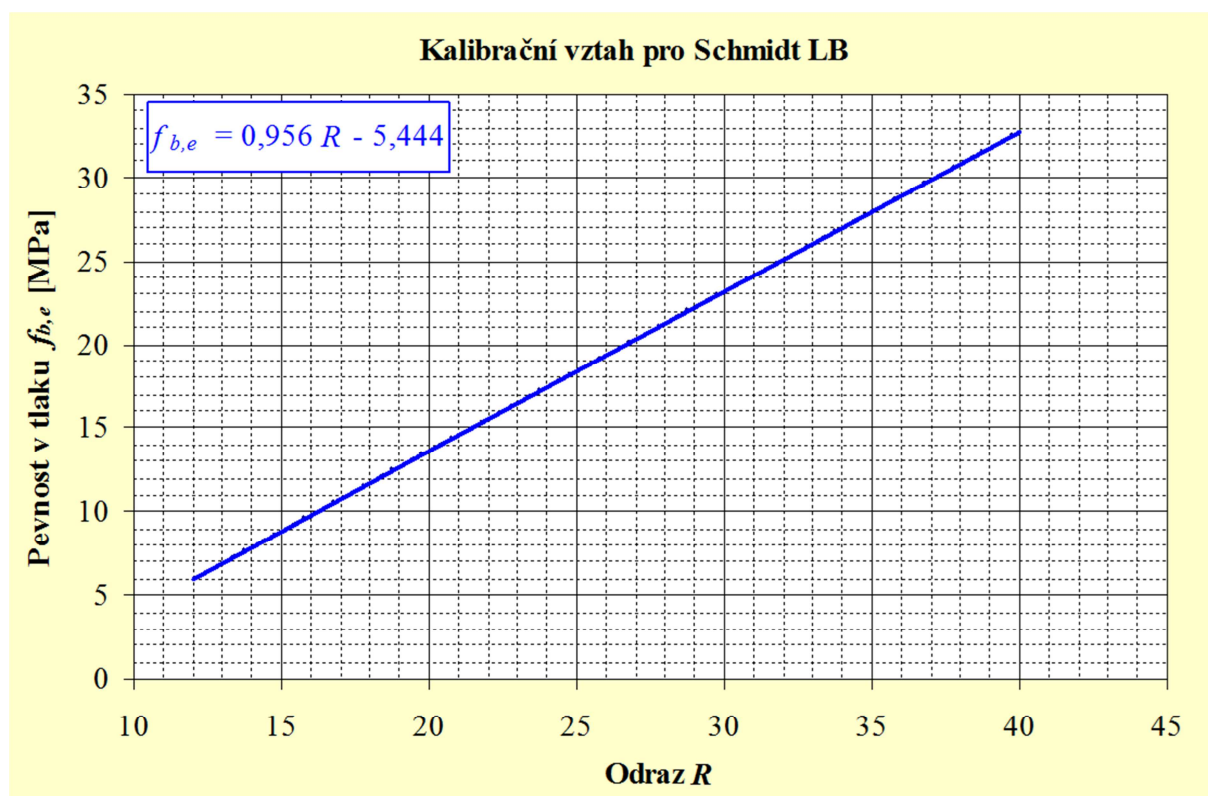
Obrázek 2-3 Tvrdoměr Schmidt LB – pro zkoušení cihelného zdiva. [1]

Rozdíl oproti tvrdoměru Schmidt L, který se využívá ke zkoušení betonu, je ve výrazně menším poloměru kulové plochy razníku.

Pro nové i staré cihly bylo vytvořeno několik kalibračních vztahů, z toho důvodu, že v normách jsou uvedeny pouze kalibrační vztahy pro beton. Pracoviště, která se touto problematikou zabývala, jsou např. VAAZ Brno, FAST VUT v Brně a PÚDIS Praha.

Provádění a vyhodnocování zkoušek pevnosti v tlaku cihel tvrdoměrem Schmidt LB se v podstatě neliší od metodiky pro Schmidt L pro beton, rozdílné jsou pouze kalibrační vztahy. Povrch cihly se nejdříve obrousí, dále se provede minimálně 5, nejlépe 10 měření odrazu. Pokud se hodnota jednotlivých platných měření liší od aritmetického průměru všech měření na jednom místě více než o $\pm 20\%$, vyloučí se a ze zbývajících platných měření, kterých musí být alespoň 5, se vypočítá nový aritmetický průměr odrazu R . Tato hodnota se následně použije pro stanovení pevnosti v tlaku $f_{b,e}$ dle kalibračního vztahu - viz obr. 2-4.

Vztah mezi pevností cihel v tlaku a tvrdostí cihel se může lišit podle lokality a také podle vlastností povrchu zdiva, proto se obecný kalibrační vztah mezi těmito dvěma veličinami vždy upřesňuje pomocí součinitele upřesnění α . Upřesnění se provádí na celých zdících prvcích vyjmutých z konstrukce. Zkušební vzorky se před stanovením pevnosti v tlaku upnou do lisu a vyzkouší se tvrdoměrnou metodou. Zkoušení tvrdoměrnou metodou se většinou provádí pouze na cihlách plných pálených, u tvarovek je výsledek zkreslený díky přítomnosti otvorů uvnitř prvku. [1] [9]



Obrázek 2-4 Kalibrační vztah pro stanovení pevnosti v tlaku starých plných pálených cihel z hodnoty odrazu měřené tvrdoměrem Schmidt LB [9]

2.3 STANOVENÍ PEVNOSTI V TLAKU MALTY

2.3.1 Metody pro zjišťování pevnosti v tlaku malty ve spárách

Metody pro stanovení pevnosti v tlaku malty ve spárách jsou následující:

- nedestruktivními tvrdoměrnými zkouškami na základě vhodných kalibračních vztahů, popř. podle hloubky vrypu odhadem;
- na základě obsahu pojiva, který byl stanoven chemickým rozbořem;
- metodami lokálního porušení, např. upravenou příklepovou vrtačkou na základě kalibračních vztahů.

Nejrozšířenější v praxi je semidestruktivní metoda upravené vrtačky. [1]

2.3.2 Stanovení pevnosti v tlaku malty ve spárách – vrtná metoda „Kučerovy vrtačky“

V pražském Technickém a zkušebním ústavu stavebním (TZÚS) byla upravena ruční vrtačka, odborné veřejnosti známá jako „Kučerova vrtačka“. Metoda vychází ze vzájemného statisticky významného vztahu mezi pevností malty ve spárách a odporem malty proti vníkaní vrtáku při příklepovém vrtání vrtačkou s danými parametry. Rozdíl mezi běžnou a upravenou ruční vrtačkou je ten, že u upravené je navíc příklep, počítadlo otáček a tlačná pružina v opěrce o předepsané tuhosti, díky níž je zajištěn předepsaný příklep. Míra odporu je dána hloubkou vrtu vrtákem do zdiva o průměru 8 mm.

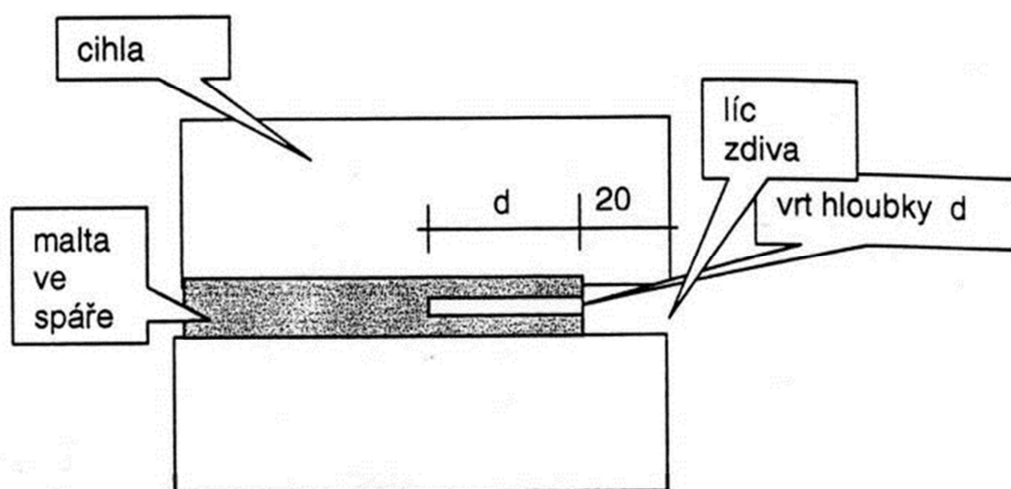
Vzhledem k tomu, že vlastní zkoušení bylo díky charakteru přístroje značně namáhavé, vyvinul TZÚS Praha nový typ elektrické vrtačky s označením PZZ 01 -viz obr. 2-5. [1] [9]



Obrázek 2-5 Upravené vrtačky pro zkoušení pevnosti malty ve spárách – ruční a elektrická
[1]

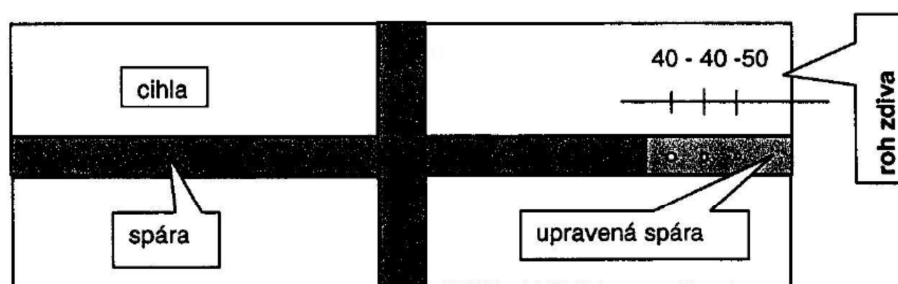
Zkušební postup pro oba typy vrtaček je v podstatě stejný, rozdíl je pouze v kalibračních vztazích. Zkušební místo se zvolí na tlačných prvcích a následně se upraví.

V případě, že je zdivo omítnuto musí se odstranit omítka na ploše cca 200x150 mm, aby byly ložné spáry přibližně v podélné ose upravené plochy. V jedné ložné spáře se malta vyseká, resp. vyškrábe vhodným nástrojem zhruba 20 mm za líc zdiva (kvůli odstranění omítky a zkarbonatované vrstvy) - viz obr. 2-6.



Obrázek 2-6 Umístění vrtu ve spáře zdiva řez zdivem [1]

V upravené ložné spáře se provedou tři vrty navzájem vzdálené cca 40 mm a od případné hrany zdiva minimálně 50 mm - viz obr. 2-7.



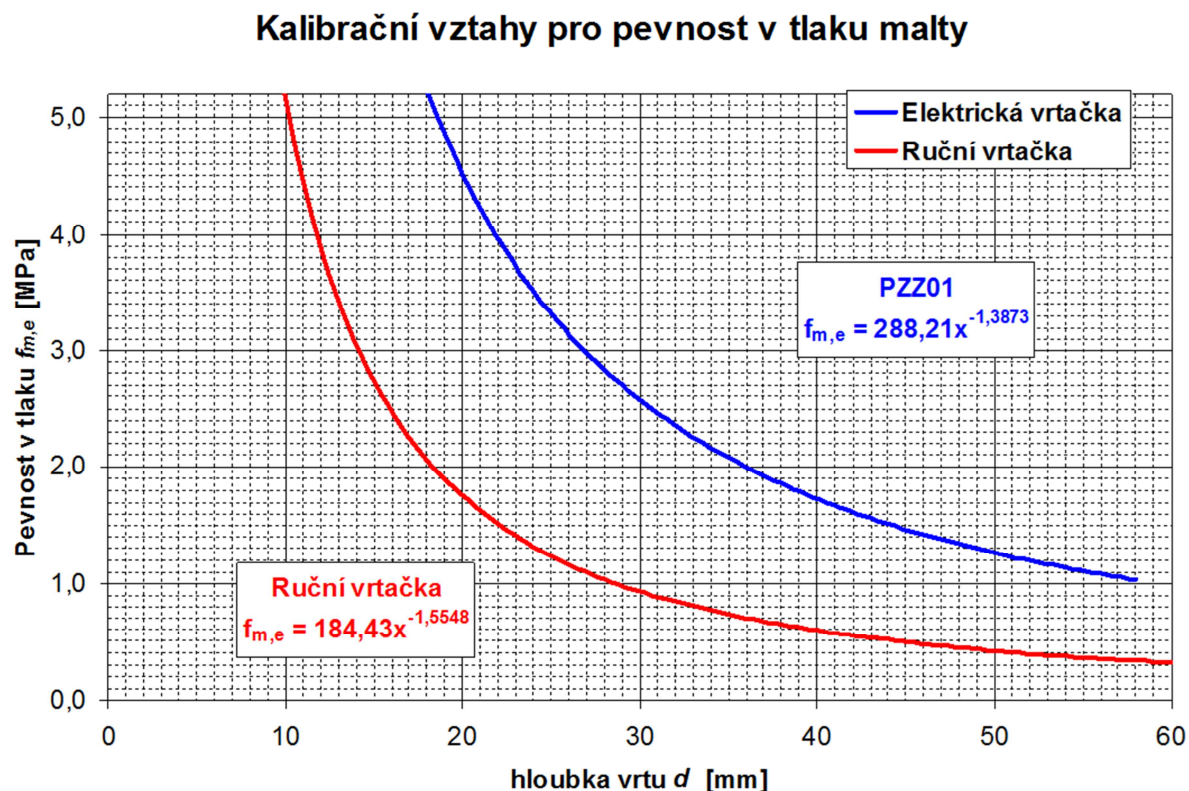
Obrázek 2-7 Rozmístění vrtů ve spáře a vzdálenosti od okraje [1]

Pokud jsou použity obecné kalibrační vztahy, provedou se vrty při nastavení stupnice na 25 otáček u ruční vrtačky a na stupeň 1 u vrtačky PZZ 01. Při použití specifických kalibračních vztahů se nastavení provede na stupeň, použitý pro kalibraci pro daný materiál (lze zkoušet i cihly).

Pomocí hloubkoměru se změří hloubka vrtu. Platné měření jsou ty, u nichž se hloubka vrtu d neliší od průměrné hloubky d_m ze všech tří vrtů o víc jak 30%. V případě, že tomuto kritériu nevyhovují dva z vrtů, zkušební místo se neuvažuje vůbec. V případě že nevyhovuje pouze jeden vrt, vyloučí se tento vrt z měření a nahradí se novým. Pokud ani nahrazení jednoho vrtu nesplní kritérium, toto zkušební místo se neuvažuje.

Kalibrační vztahy vytváří výrobce obou vrtaček a to pro různé vstupní podmínky jako je např. jiný typ přítlaču, jiný průměr vrtáku a jiný způsob vyvození otáček. Vzájemně tedy nejsou porovnatelné, protože respektují různost obou vrtaček. [1]

Kalibrační vztahy pro oba typy vrtaček jsou uvedeny na obr. 2-8.



Obrázek 2-8 Kalibrační vztah pro pevnost v tlaku malty ve spáře zdiva z hloubky vrtu pro pevnost v tlaku malty ve spáře zdiva z hloubky vrtu pro ruční a elektrickou vrtačku [9]

Aritmetický průměr hloubky vrtu d_m , vypočítaný ze tří platných měření na jednom zkušebním místě, se zaokrouhlí na 1 mm. Dále se v závislosti na průměrné hloubce vrtu d_m zjištěné z obecného kalibračního vztahu pro daný typ přístroje stanoví informativní hodnoty pevnosti malty f_{m0} .

Pevnost získaná zkouškou jednoho zkušebního místa se považuje za ekvivalentní hodnotě pevnosti malty získané zkoušením jednoho zkušebního tělesa. Výsledky všech zkoušek na konstrukci slouží k určení výběrového průměru pevnosti malty f_m . [1]

2.3.3 Stanovení pevnosti v tlaku malty na zkušebních tělesech

Zkušební tělesa pro stanovení pevnosti malty v tlaku by měly být trámečky 160x40x40 mm. Zkouší se na dvou částech trámečku, které vzniknou po zkoušce pevnosti v tahu za ohybu. V případě, že se zkouška v tahu za ohybu nepožaduje, mohou být části pro stanovení pevnosti v tlaku připraveny z trámečků jakkoliv jinak, ale tak, aby části nebyly poškozeny. Dále se vyvozuje zatížení a to bez rázů rovnoměrně, tak aby došlo k porušení v intervalu 30 - 90 s. Pevnost se vypočítá jako podíl maximálního vynaloženého zatížení a průřezové plochy zkušebních tělesa. [10]

2.4 HODNOCENÍ EXISTUJÍCÍCH ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Zděnou konstrukcí se podle přílohy normy ČSN ISO 13822 rozumí stavební konstrukce, která je vyzděná ze zdících prvků na maltu pro zdění. Při hodnocení existujících zděných konstrukcí se postupuje dle platných norem pro navrhování zděných konstrukcí a pro zatížení. [3]

2.4.1 Charakteristická pevnost zdiva v tlaku

Charakteristická pevnost zdiva v tlaku f_k se určí dle vztahu z pevnosti zdících prvků a malty

$$f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta$$

Kde f_k je charakteristická pevnost zdiva v tlaku v N/mm² pro zdivo s vyplněnými ložnými spárami;

... K konstanta závislá na druhu zdiva a skupině zdících prvků, zařazení zdících prvků do skupin závisí na geometrických charakteristikách těchto prvků;

... f_b normalizovaná průměrná pevnost v tlaku zdících prvků v N/mm²;

... f_m průměrná pevnost malty v tlaku v N/mm², uvažuje se nejvýše menší z hodnot $2f_b$ nebo 20 MPa. U zdiva s lehkou maltou a u zdiva s tenkými spárami se ověřuje, zda malta odpovídá minimální pevnostní třídě M5;

... α exponent závislý na tloušťce ložných spár a druhu malty, $\alpha = 0,65$ pro nevyztužené zdivo s obyčejnou nebo lehkou maltou, $\alpha = 0,85$ pro nevyztužené zdivo s maltou pro tenké spáry;

... β exponent závislý na druhu malty, $\beta = 0,25$ pro obyčejnou maltu, $\beta = 0$ pro lehkou maltu a maltu pro tenké spáry.

Stanovení pevnosti zdiva podle tohoto vztahu se ověřilo pro nejčastější uspořádání zdících prvků a to z plných cihel klasického formátu o průměrné pevnosti zdících prvků a obyčejné malty. Ve vazbě zdiva se předpokládá střídání běhounů a vazáků, pro toto uspořádání odpovídá hodnota konstanty $K = 0,5$. Pro ostatní druhy zdiva se součinitel K (stanovený podle ČSN P ENV 1996 - 1 - 1) upravuje s ohledem na zkušební metodu a použitý korelační vztah. [3]

2.4.2 Návrhová pevnost zdiva v tlaku

Charakteristická pevnost zdiva se vypočítá na základě vlastností zdících prvků a vlastností použité malty. Ovšem při hodnocení zdiva je potřeba zohlednit i další vlastnosti, které mají vliv na únosnost celé konstrukce. Mezi tyto vlastnosti patří především:

- pravidelnost vazby zdiva;
- vyplnění spár maltou;
- zvýšená vlhkost zdiva
- svislé a šikmé trhliny ve zdivu.

Dále je potřeba zohlednit množství informací zjištěné průzkumem, což znamená, že záleží na zkušební metodě, počtu zkušebních míst, odstranění omítky apod. [1]

Návrhová pevnost zdiva v tlaku se spočítá jako podíl charakteristické pevnosti v tlaku f_k a dílčího součinitele zdiva γ_m . Součinitel zdiva γ_m se přitom určí následujícího vztahu:

$$\gamma_m = \gamma_{m1} * \gamma_{m2} * \gamma_{m3} * \gamma_{m4} \text{ kde:}$$

Kde γ_{m1} je základní hodnota dílčího součinitele spolehlivosti, která se pro zdivo z plných cihel uložených na obyčejnou maltu rovná 2,0. V ostatních případech je nutno součinitel stanovit rozbořem s ohledem na způsob zjištění pevnostních charakteristik;

- γ_{m2} součinitel zahrnující vliv pravidelnosti vazby zdiva a vyplnění spár maltou: $0,85 \leq \gamma_{m2} \leq 1,2$; dolní mez intervalu platí pro zcela pravidelnou vazbu a dokonalé vyplnění spár;
- γ_{m3} součinitel zahrnující vliv zvýšené vlhkosti, pro vlhkost zdiva v intervalu od 4 % do 20 % se součinitel určí interpolací mezi hodnotami $1,0 \leq \gamma_{m3} \leq 1,25$;
- γ_{m4} součinitel zahrnující vliv svislých a šikmých trhlin ve zdivu v intervalu $1,0 \leq \gamma_{m4} \leq 1,4$, dolní mez platí pro neporušené zdivo bez trhlin. [3]

3 DIAGNOSTIKA DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Průzkum dřevěných konstrukcí je prováděn za účelem zjištění poruch. Vyžaduje se postupovat podle platných norem a používat vhodné diagnostické metody.

U dřevěných konstrukcí se musí ověřit druh a jakost dřeva, pokud tyto charakteristiky nejsou zcela jednoznačně známy. Rovněž se musí ověřit stav dřevěných konstrukcí s ohledem na možnost jejich napadení biologickými škůdci. Vyhodnocení materiálových vlastností musí být provedeno na části konstrukce napadené biologickými škůdci. [11]

K průzkumu a hodnocení dřevěných konstrukcí je možno využít několika diagnostických metod. Metody jsou přímo proveditelné in situ neboli na místě konstrukce, nebo na normovaných odebraných vzorcích v laboratoři.

3.1 DIAGNOSTICKÉ METODY PROVÁDĚNÉ NA MÍSTĚ KONSTRUKCE

3.1.1 Nedestruktivní metody

Metody, při kterých nedojde k porušení zkoušených prvků. Zkoušky se provádí přímo na konstrukci

3.1.1.1 Vizuální hodnocení

Vizuální průzkum je základem jakékoliv diagnostiky dřevěných objektů a patří mezi nepoužívanější, nejjednodušší a nejstarší nedestruktivní metody. Užívá se za účelem získání informací týkajících se vlastností a stavu materiálu, ale také pro zjištění původních technologických postupů a dodatečných zásahů do dřevěných konstrukcí. Mezi hodnocení stavu prvků patří určování druhu použitého dřeva, charakteristické znaky prvku, vady dřeva (suky, trhliny, točivost vláken, barevné skvrny), odhalení povrchového biotického a abiotického poškození dřeva. Vizuální hodnocení je dále zaměřeno na identifikaci a vyhodnocení biodegradace a zjištění přítomnosti biologických škůdců (výletové otvory, změny povrchu, dřev. a prach blízko poškozeného prvku, plodnice hub, změny barvy). Rovněž je možné odhalit deformace dřevěných prvků nebo uvolnění konstrukčních spojů. [12]

Největší úskalí vizuálního hodnocení vyplývá ze stanovení hodnotících kritérií a subjektivního hodnocení každého diagnostika. Vizuální hodnocení je proto vhodné zejména

pro identifikaci kritických míst, která je třeba následně detailně vyhodnotit pomocí nedestruktivních defektoskopických přístrojů.

Vizuální určování stupně biotického poškození hnilobou a hmyzem, při srovnání s následně zjištěnými mechanickými vlastnostmi, vykazuje lepší závislosti, než mezi vizuálním hodnocením přirozených vad (trhlin a suků) a mechanickými vlastnostmi. Hodnocení přirozených vad dřeva je v rámci celkového hodnocení prvků velmi problematické. Třídy vizuálního hodnocení stanovuje norma ČSN EN 1912 (73 2073) Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti. Přiřazení vizuálních tříd jakosti a dřevin. [13]

3.1.1.2 Měření vlhkosti

Zvýšený obsah vody může ovlivňovat výsledky nedestruktivního a semi-destruktivního testování, proto jeho měření nesmí být opomíjeno při průzkumech in situ. Měření vlhkosti může být vhodným vodítkem při identifikaci míst průsaku vody střešním pláštěm a jeho poruch. V místě lokalizace části konstrukce, kde se vyskytuje problém se zvýšenou vlhkostí, by měl být proveden detailní průzkum a následně zhodnocen rozsah poškození. Vlivem zvýšené vlhkosti jsou vytvořeny ideální podmínky pro rozvoj biotické degradace. Následně dochází k významnému zhoršení mechanických vlastností prvků zabudovaných do konstrukcí, proto se zjišťování vlhkosti stalo prvotním požadavkem při provádění průzkumů in situ. [12]

Při diagnostice zabudovaných prvků se používají především příruční vlhkoměry, kalibrované na zjišťování vlhkosti s ohledem na druh a teplotu dřeva. V praxi nejpoužívanější jsou odporové, které využívají elektrický stejnosměrný odpor a vodivost dřeva. [14]



Obrázek 3-1 Odporový vlhkoměr se zarážecími hroty [18]

3.1.1.3 Měření šíření ultrazvukových vln

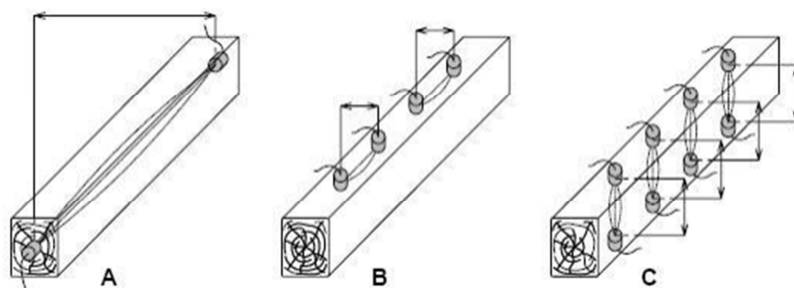
Měření rychlosti šíření ultrazvukových vln je jedna z nejpoužívanějších metod vyšetřování stavu konstrukcí. Je to způsobeno hlavně tím, že je zcela nedestruktivní, poskytuje okamžité výsledky, a to nejen lokálně, ale i celkové hodnocení stavu prvku. Diagnostické přístroje pracují s frekvencemi od 20 kHz do 500 kHz, záleží na typu přístroje a použitých sondách. Mezi nejpoužívanější ultrazvukové přístroje patří Arborsonic Decay Detector, Sylvatest, Pudít a Tico. [14]

Měření probíhá pomocí dvou snímačů, kde jeden je budič ultrazvukového signálu a druhý snímač. Rychlost šíření závisí na druhu dřeva, jeho vlastnostech, hustotě, tuhosti a vnějších podmínkách. Se vzrůstající vlhkostí dřeva rychlost klesá. Rychlost zvuku ve dřevě je anizotropní a je funkcí aktuálního stavu materiálu. Degradované dřevo vykazuje nižší rychlosti šíření zvuku. Vlna prochází přes nejkvalitnější zóny dřeva a obchází zóny s defekty (trhliny, suky, hnilobu, odklon vláken), čímž se snižuje její rychlost. Rozdílné rychlosti, resp. časy průchodu, slouží jako porovnávací veličiny pro hodnocení aktuálního stavu materiálu a je možné najít i jejich závislost na fyzikálních a mechanických vlastnostech dřeva. [12]



Obrázek 3-2 Ultrazvukový přístroj TICO umožňuje použití více sond o různých frekvencích [14]

Nejvíce vypovídající výsledek měření získáme při měření rychlosti šíření vln podél vláken, tím získáme i odhad vlastností celého prvku. Při průzkumech konstrukcí in-situ je většinou nemožné provést měření tímto způsobem. Pro získání výsledků podél vláken přikládáme sondy na jednu stranu prvku, teoretický průběh vlny je potom po oblouku a ne po přímce, nebo můžeme měřit rychlost prostupu napříč vlákny, potom přikládáme sondy z obou protilehlých stran prvku, což je přesnější způsob měření, vyžaduje však přístup na obě protilehlé strany prvku. Pro diagnostiku celého prvku potřebujeme opět měření na více místech, tímto způsobem lze ale odhalit lokální poruchy, které nám měření podélně jen naznačí. [14]



Obrázek 3-3 Možnosti přikládání sond při měření ultrazvukem: A - přímé měření podél vláken, B - nepřímé měření podél vláken, C - přímé měření napříč vlákny [12]

Při diagnostice větších prvků dochází k útlumu signálu, což lze eliminovat použitím menších frekvencí. Ty jsou ale méně citlivé na menší vnitřní vady prvku. Měření při použití vysokých frekvencí, které jsou více citlivé, je ovlivněno velkým útlumem signálu. Ultrazvuková metoda je tedy plně použitelná spíše na prvky malých rozměrů. [14]

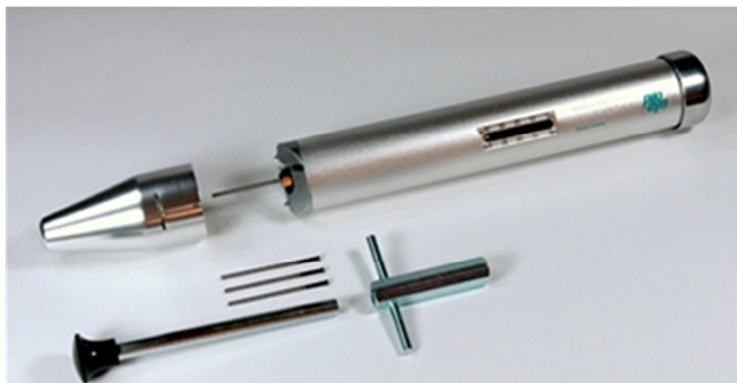
3.1.2 Semi-destruktivní metody

Zásah do konstrukčního prvku je malý (například při odběru vzorků v podobě vývrtu). Nesmí být ovlivněna stabilita a funkčnost prvku. Výstupy ze semi-destruktivních zkoušek jsou objektivnější, než u zkoušek nedestruktivních.

3.1.2.1 Odporové zarážení trnu

Nejčastěji používaný přístroj Pilodyn 6J Forest. Jednoduché mechanické zařízení umožňující měřit hloubku zarážení trnu s průměrem 2,5 mm vystřelovaného do dřeva při konstantní zarážecí síle 6 J. Délka trnu je 40 mm, váha celého přístroje 1,55 kg, délka přístroje 335 mm a průměr přístroje 50 mm. Pomocí dynamického nárazu kalibrovaného výstřelu, který je odpovědný za penetraci hrotu do povrchu materiálu, je možné měřit hloubku zarážení trnu. Maximální hloubka zarážení trnu je 40 mm. Existuje několik verzí tohoto zařízení, např. Pilodyn 12J a Pilodyn 18J, které mají větší úderovou sílu, nebo Pilodyn 4JR s opakovaným výstřelem. Měření pilodynem je alternativa pro rychlý a málo invazivní odhad hustoty dřeva. [12]

Výsledky měření ovlivňuje vlhkost prvků, směr zaražení trnu (radiální a tangenciální) a modul pružnosti. Doporučuje se doplnění metody dalšími zkouškami, jelikož naměřené údaje vypovídají o poškození prvků jen do hloubky zaražení trnu.



Obrázek 3-4 Pilodyn 6J Forest [19]

3.1.2.2 Odporové vrtání

Provádí se pomocí přístroje Resistograph, který pracuje na principu měření odporu materiálu při vrtání. Používané wolframové vrtáky mají průměr 1,5 - 3,0 mm a zvláštní úhlovou geometrii, která zaručuje, že se odpor soustředí v ocelové špičce, a je tak eliminováno tření vřetene. Vřeteno vrtáku je neustále stabilizováno uvnitř vrtacího zařízení speciálním teleskopem. Přístroj váží přibližně 3 kg a obsahuje dva elektrické motory napájené stejnosměrným proudem o napětí 24 V. [12]

Výstupem z měření je grafický záznam. Vrcholy v grafickém záznamu odpovídají vyšším odporům (hustotě dřeva), nižší body jsou spojené s nižším odporem dřeva. Měření Resistographem ovlivňuje vlhkost dřeva, směr vrtání, ostrost vrtáku, mála ohybová tuhost vrtáku, naražení vrtáku na překážku (vybočení ze směru) a lokálnost měření. Je vhodné doplnit dalšími diagnostickými zkouškami. Resistograph nabízí přehled o vnitřním poškození oproti Pilodynu, který je schopen penetrace jenom povrchové.



Obrázek 3-5 Resistograph od firmy Rinntech [14]

3.1.2.3 Zkoušení radiálních vývrtů

Principem je odběr vzorků válcovitého tvaru, na kterých je ve speciálním zatěžovacím zařízení zjišťována pevnost a modul pružnosti v tlaku podél vláken. [15] Otvory po odběru výrazně nesnižují pevnost prvku a mohou být zazátkovány z důvodu prevence proti vnikání vlhkosti, napadení hmyzem, snížení pravděpodobnosti vzniku hniloby nebo v případě cennějších konstrukcí z estetického hlediska. [14]

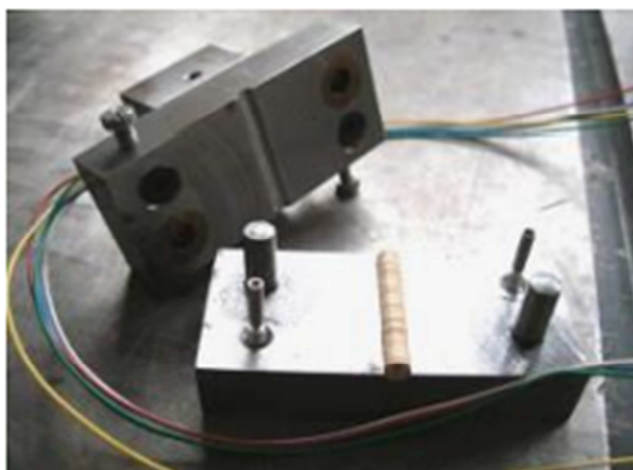
Radiální vývrty mají průměr 4,8 mm a otvor v prvku je 10 mm. Délka vývrtů by měla být minimálně 20 mm (kvůli zabezpečení hodnověrnosti výsledků a eliminaci variability výsledků v důsledku střídání jarního a letního dřeva).

Radiální vývrty jsou odebírány elektrickou vrtačkou se speciálním vrtákem (Obr. 4.6), který byl vyvinutý na ÚTAM AVČR. V průběhu odběru je zabezpečována konstantní rychlost, aby nedošlo k poškození vzorků. Hrot vrtáku musí být ostrý a čistý. Vzorek je přenášen do laboratoře ve schránce, která brání jeho poškození a změně vlhkosti. [12]

Metoda zkoušení radiálních vývrtů byla vyvinuta pro zjišťování kvality řeziva pomocí tlakových zkoušek rovnoběžně s vlákny.

Odběr vývrtu by měl probíhat z nepoškozených míst prvku a zároveň v čistě radiálním směru, protože orientace letokruhů je velmi důležitým základem pro správné provedení zatěžovací zkoušky. Radiální vývrty mohou být použity pro determinaci několika dalších vlastností dřeva, jako jsou např.: hustota, vlhkost, modul pružnosti a pevnost v tlaku podél vláken. Lze je využít i pro identifikaci druhu dřeva, dendrochronologické datování, mikroskopickou analýzu hniloby, vizuální hodnocení a zároveň i penetraci ochranných látek.

Pro vlastní zkoušení radiálních vývrtů se používají čelisti s drážkami, které umožňují zatěžování tlakem kolmo na osu vývrtu, tedy ve směru vláken dřeva (Obr. 4.7). Dva lineárně proměnné snímače jsou použity na měření vzdálenosti mezi čelistmi a tedy k měření deformace vývrtu. Náležité umístění vývrtu ve zkušebním zařízení je rozhodující pro správné určení pevnosti a modulu pružnosti. Dřevo má největší pevnost podél vláken a nevycentrované vývrty v čelistech způsobují větší variabilitu měření. [14]



Obrázek 3-6 Zatěžovací čelist s vyfrézovanou drážkou [14]

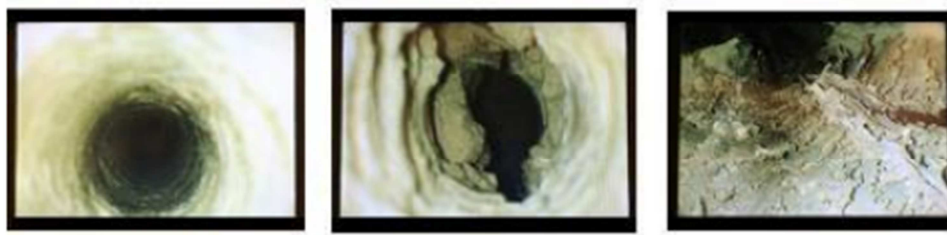
3.1.2.4 Endoskopie

Nejjednodušší defektoskopickou metodou pro zjišťování stavu dřevěných prvků zabudovaných do konstrukcí je vizuální hodnocení. Tato metoda je ovšem limitovaná přístupem k jednotlivým prvkům. V případě stropních konstrukcí, těžce dostupných míst nebo zazděných prvků je možné používat endoskop či videoskop. Pomocí endoskopu lze vizuálně posuzovat biotické poškození dřeva, dále je možné odhadovat vývojové stádium hub, změny barvy, zborcení, povrchový nebo kostkovitý rozklad a mechanické poškození. Dřevokazný hmyz může být identifikován pomocí charakteristického požerku a trusu. Přesné určování druhu hmyzu a hniloby ovšem vyžaduje odběr vzorků, což již v dnešní době pro některé typy endoskopů není problém. [14]

Předpokladem pro provedení průzkumu pomocí endoskopu je předem připravený otvor o velikosti 10–12 mm, do kterého je následně zasouván bovden s mikrokamerou.

Poškození, které vzniká navrtáním otvorů, je vzhledem k rozsahu odhalení v nepřístupných místech konstrukcí zanedbatelné. V některých případech lze využít různé

štěrbiny.



Obrázek 3-7 Obraz získaný pomocí přístroje Videoprobe XL PRO z jednotlivých vrtaných sond [14]

3.2 LABORATORNÍ ZKOUŠKY

Výsledky nedestruktivního zkoušení vlastností dřeva jsou vždy jen orientační. Pro jejich zpřesnění by měly být provedeny průkazné zkoušky na odebraných vzorcích podle ČSN EN 384 Konstrukční dřevo – Stanovení charakteristických hodnot mechanických vlastností a hustoty. Jedná se o destruktivní diagnostické metody.

Počty vzorků stanovené v ČSN EN 384 lze omezit vzhledem k tomu, že dřevo použité v konstrukci již bylo v projektu zatříděno. Vzorky se odebírají ze zdravých částí dřeva. Pro určení materiálových vlastností se provádějí zejména zkoušky ohybové a tahové pevnosti. Pokud se materiálové vlastnosti určují podle vypsání postupu, lze považovat zjištěnou pevnost dřeva za charakteristickou pevnost dřeva. [11]

3.2.1 Mechanické vlastnosti stanovené na zkušebních tělesech

Výběr těles – výběry musí být vybrány ze základního souboru dřeva tříděného vizuálně nebo strojně dle EN 14081-1. Zkušební materiál musí být reprezentativním výběrem (původ dřeva, rozměry, jakost) ze základního souboru. V rámci jednoho výběru musí mít tělesa stejný průřez. [16]

Zkoušení těles – dle EN 408 (vlhkost, hustota, modul pružnosti v ohybu, modul pružnosti ve smyku, modul pružnosti v tahu rovnoběžně s vlákny, pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny, modul pružnosti v tlaku rovnoběžně s vlákny, pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny, pevnost v tahu a v tlaku kolmo k vláknům, modul pružnosti kolmo k vláknům, pevnost ve smyku rovnoběžně s vlákny, pevnost v ohybu rovnoběžně s vlákny). Kromě pevnosti ve

smyku, tahu kolmo k vláknům a tlaku kolmo k vláknům musí být pro každý prvek stanoven kritický průřez – místo očekávaného porušení. [16]

Analýza výsledků – stanovení 5procentního kvantilu, stanovení průměrné hodnoty modulu pružnosti

Referenční podmínky: vlhkost - musí odpovídat 20 °C a 65 % relativní vlhkosti vzduchu (pro většinu jehličnatých dřevin 12 %), pevnost v ohybu – výška průřezu 150 mm a standardní uspořádání zkoušky (břemena ve třetině rozpětí, které je 18násobkem výšky), pevnost v tahu – šířka průřezu 150 mm

Opravné součinitele: každé zkušební těleso nebo hodnota 5procentního kvantilu nebo průměrná hodnota výběru musí být upravena na standardní referenční podmínky. [16]

Pevnostní vlastnosti – charakteristická hodnota pevnosti f_k se vypočte ze vztahu:

$$f_k = \overline{f_{05}} k_s k_v$$

kde

... $\overline{f_{05}}$ je průměr (v N/mm²) upravených hodnot 5procentních kvantilů pro každý výběr, vážených podle počtu prvků v každém výběru;

... k_s součinitel, kterým se zohledňuje počet výběrů a jejich rozsah;

... k_v součinitel, kterým se uvažuje nižší variabilita hodnot $\overline{f_{05}}$ mezi výběry pro strojně tříděné dřevo v porovnání s vizuálně tříděným dřevem. [16]

Modul pružnosti – po úpravě hodnoty $\overline{E}$ pro každý výběr na referenční podmínky se vypočte charakteristická hodnota $E_{0,mean}$ ze vztahu:

$$\overline{E}_{0,mean} = \frac{\sum E_j n_j}{\sum n_j}$$

kde

... n_j je počet zkušebních těles v j-tém výběru;

... $\overline{E}_j$ průměrná hodnota modulu pružnosti pro j-tý výběr, vyjádřená v N/mm². [16]

3.2.2 Alternativní postupy pro stanovení mechanických vlastností

Pokud pro uvažované vlastnosti nejsou k dispozici výsledky zkoušek těles konstrukčních rozměrů, musí se charakteristické hodnoty stanovit podle vztahů uvedených v normě ČSN EN 384 z charakteristických hodnot pro pevnost v ohybu, průměrný modul pružnosti a hustotu. Jedná se o pevnost v tahu a pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny, pevnost ve smyku, pevnost v tahu kolmo k vláknům, pevnost v tlaku kolmo k vláknům, charakteristická hodnota modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny, průměrná hodnota modulu pružnosti kolmo k vláknům, modul pružnosti ve smyku.

3.2.3 Mechanické vlastnosti pro jiné jakostní třídy dřeva

Pokud jsou k dispozici údaje pro stanovení charakteristických hodnot pevnosti v ohybu, modulu pružnosti a hustoty pro jednu jakostní třídu jedné dřeviny nebo skupiny dřevin, charakteristické hodnoty pro jiné jakostní třídy téže dřeviny se mohou stanovit použitím poměrných součinitelů jakostní třídy. Tyto součinitele se odvodí z poměrů charakteristických hodnot, pro nejméně tři jiné porovnatelné dřeviny nebo kombinace dřevin, pro které existují údaje pro všechny požadované jakostní třídy. [16]

3.2.4 Hustota

Charakteristická hustota musí být vypočtena z měření hustoty na výběrech, odebraných podle 3.2.1 – tvorba výběru.

Měření se musí provádět podle ISO 3131:1975. Jeli vlhkost dřeva větší než 12 %, hustota se musí redukovat o 0,5 % pro každé procento rozdílu vlhkosti dřeva; při vlhkosti menší než 12 % se hustota musí zvětšit o 0,5 % pro každé procento rozdílu vlhkosti dřeva. Předpoklad, že vlhkost i objem byly měřeny při vlhkosti dřeva při zkoušce. Pro každý výběr se musí stanovit hodnota 5procentního kvantilu ρ_{05} ze vzestupného uspořádání všech zkušebních hodnot výběru. Pro tuto hodnotu je 5 % zkušebních hodnot nižších nebo se jí 5 % zkušebních hodnot rovná. Pokud to není skutečná zkušební hodnota, interpoluje se mezi dvěma sousedními hodnotami.

Pokud se nezkouší všechna zkušební tělesa až do porušení, hustota každého zkušebního tělesa se dovoluje stanovit z hmotnosti a objemu celého zkušebního tělesa a

upravit dělením 1,05 na hustotu malých bezvadných zkušebních těles podle ISO 3131:1975. V této korekci není zahrnuta úprava s ohledem na vliv vlhkosti dřeva, která může být také potřebná.

Charakteristická hustota ρ_k se vypočte ze vztahu:

$$\rho_k = \frac{\sum \rho_{05,j} n_j}{\sum n_j}$$

,kde

n_j je počet zkušebních těles v j-tém výběru;

$\rho_{05,j}$ 5procentní kvantil hustoty pro j-tý výběr. [16]

3.2.5 Postup přejímání pro ověřování dávky

Pro kontrolu stanovených charakteristických hodnot určité dávky se musí výběr z této dávky zkoušet podle 3.2.1 – zkoušení. Rozsah výběru a požadavky na ověření jsou uvedeny pro průměrné hodnoty a 5procentní kvantily dle normy ČSN ISO 384.

3.2.6 Radiační metody

Radiační metody využívají vlastnosti ionizujícího záření, které je v materiálu zeslabováno a toto zeslabené záření je zobrazeno na film – radiografie. Nebo je zeslabení měřeno detektory – radiometrie. Jedná se o zcela nedestruktivní metody. Nevýhodou je nutnost zvláštních bezpečnostních opatření. Z tohoto důvodu, jsem radiografii prováděla ve speciálních laboratořích na odebraných poškozených prvcích krovu, který jsem zkoumala v praktické části. Proto jsou tyto metody zařazeny mezi laboratorní zkoušky.

Radiografie - je založena na specifických vlastnostech rentgenového záření a záření gama, které je rozptylováno a absorbováno prostředím, kterým prochází. Míra zeslabení při stejné energii záření je závislá na prozařované tloušťce a na objemové hmotnosti materiálu. V technické praxi jde tedy o metodu, umožňující zobrazení vnitřních nehomogenit v materiálech a prvcích konstrukcí zcela bez porušení.

Míra zeslabení záření po průchodu materiálem je obvykle zaznamenávána na radiografickém filmu, který po vyvolání zobrazuje vnitřní strukturu kontrolovaného místa. Místa s vyšší hustotou v prozařovaném předmětu se projeví světlejšími stopami nižšího

zčernání na vyvolaném filmu. V posledních letech se pro detekci prošlého záření využívají místo radiografických filmů i mnohonásobně použitelné tzv. záznamové folie.

V případě diagnostiky dřevěných konstrukcí může být radiografie cenným pomocníkem při zobrazení vad a poruch uvnitř dřevěných prvků, které by nemusely jiné diagnostické metody odhalit. Jako zdroje záření je v diagnostice dřevěných konstrukcí vhodné využít některý z technických rentgenů.

Radiometrie - umožňuje měření objemové hmotnosti a vlhkosti s využitím ionizujícího záření. Radiometrie se ve stavebnictví používá zejména v případech, kde měření objemové hmotnosti a vlhkosti klasickými metodami (např. měřením objemu a vážením) jsou zdlouhavá nebo technicky nerealizovatelná.

Radiometrické určení objemové hmotnosti je založeno na principu průchodu a zeslabení záření gama (měřený materiál mezi zdrojem záření a detektorem, přesnější), případně na principu rozptylu záření gama (zdroj záření a detektor na jedné straně zkoumaného prvku, mezi nimi stínící vrstva, méně přesné). Jako zdroje záření gama se nejčastěji používá vhodný radioaktivní zářič, např. cesium Cs 137. Detektory záření jsou buď Geiger – Müllery počítací částic nebo scintilační detektory, které jsou spojeny s vyhodnocovací jednotkou. Výsledkem měření je četnost impulsů za časovou jednotku, kterou je třeba pomocí kalibrační křivky převést na objemovou hmotnost. U moderních přístrojů je kalibrační křivka ve vyhodnocovací jednotce naprogramována a výsledky měření jsou udávány přímo v kilogramech na krychlový metr. [14]

B. PRAKTICKÁ ČÁST

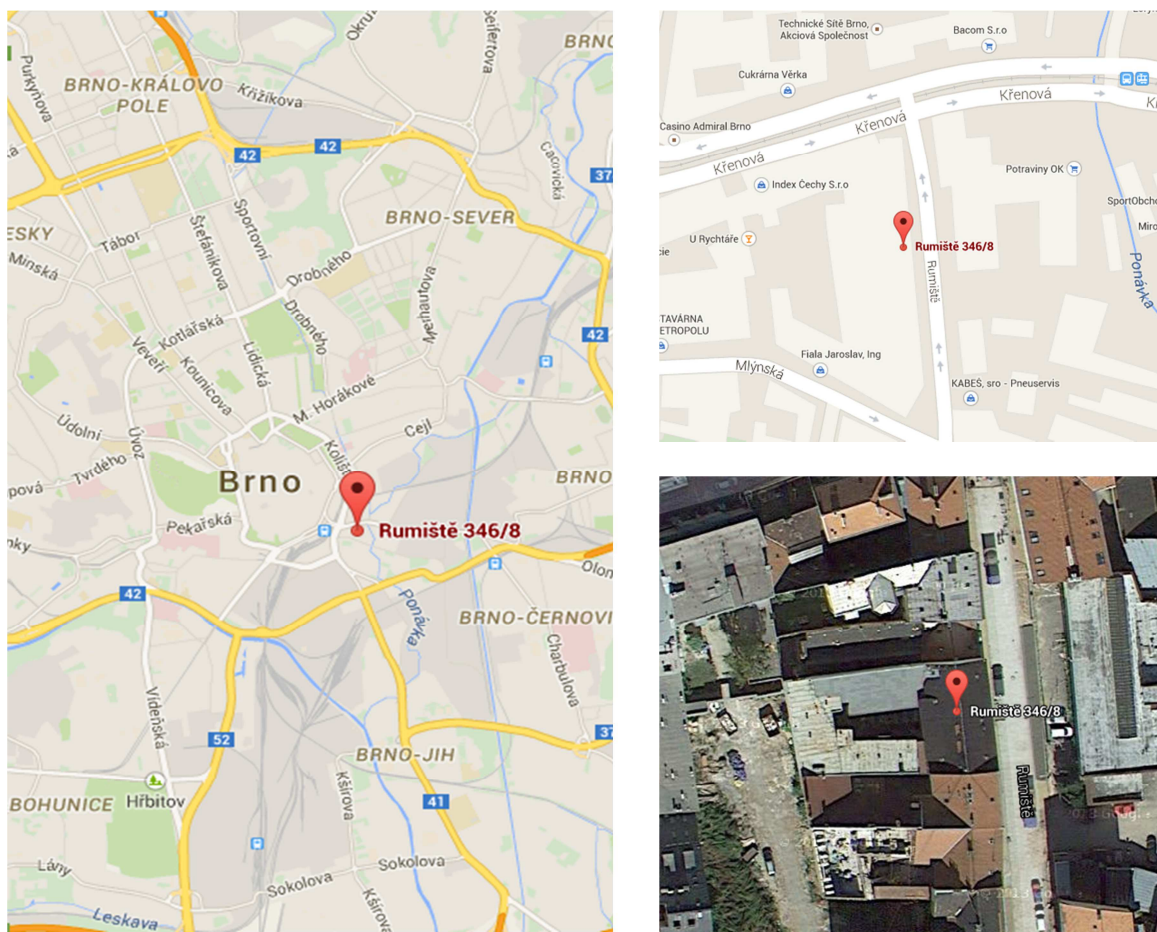
1 PRVOTNÍ PROHLÍDKA HODNOCENÉ KONSTRUKCE

Účelem stavebně technického průzkumu je zamýšlená rekonstrukce objektu, který v současném stavu nevyhovuje moderním požadavkům jak z hlediska technického stavu, tak z hlediska dispozičního uspořádání objektu.

Stavebně technický průzkum bude kvůli velikosti objektu zaměřen na křídlo A.

1.1 POPIS STAVEBNÍHO OBJEKTU

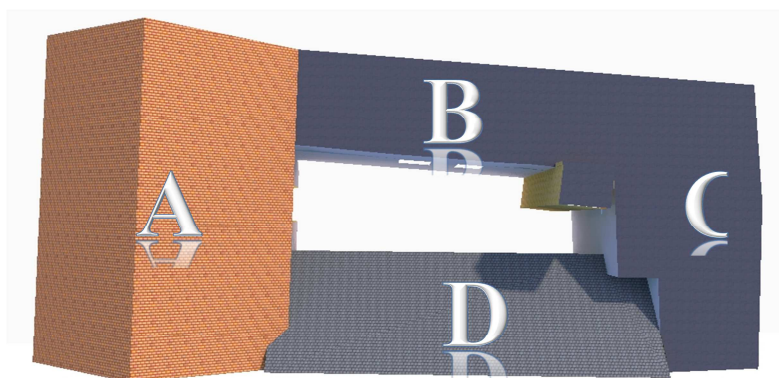
Objekt se nachází na adrese Rumiště 8, při ulici Křenová v Brně. Název ulice vznikl roku 1946 dle polohy ulice, jelikož se nachází v místě původní středověké městské skládky odpadu. Okolní zástavba má díky své historii průmyslový charakter.



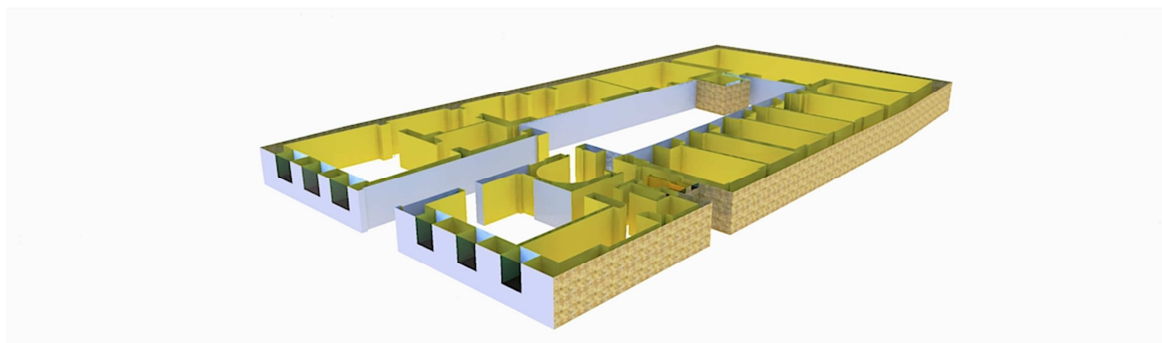
Obrázek 1-1 Lokalizace objektu

Jedná se o zděný stavební objekt s trámovými stropy, který tvoří čtyři křídla ohraňující vnitřní nádvoří. Přístup do objektu je z ulice Rumiště a je zajištěn průjezdem skrze křídlo A.

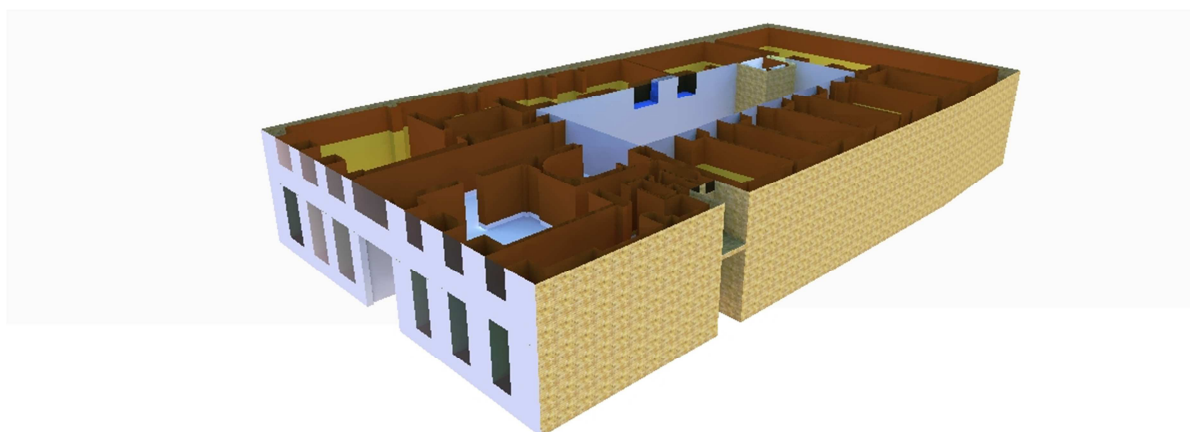
Z hlediska konstrukce se jedná o částečně podsklepený zděný objekt. Křídlo A, které je podsklepené, má 3 nadzemní podlaží a krov (stojatá stolice) tvořící sedlovou střechu. Křídla B a C mají taktéž 3 nadzemní podlaží, ale jsou zakončena pultovou střechou. Křídlo D tvoří 2 nadzemní podlaží s pultovým krovem. Přístup do částí objektu řešen pomocí pavlačí, které jsou přístupné z centrálního schodiště v objektu A.



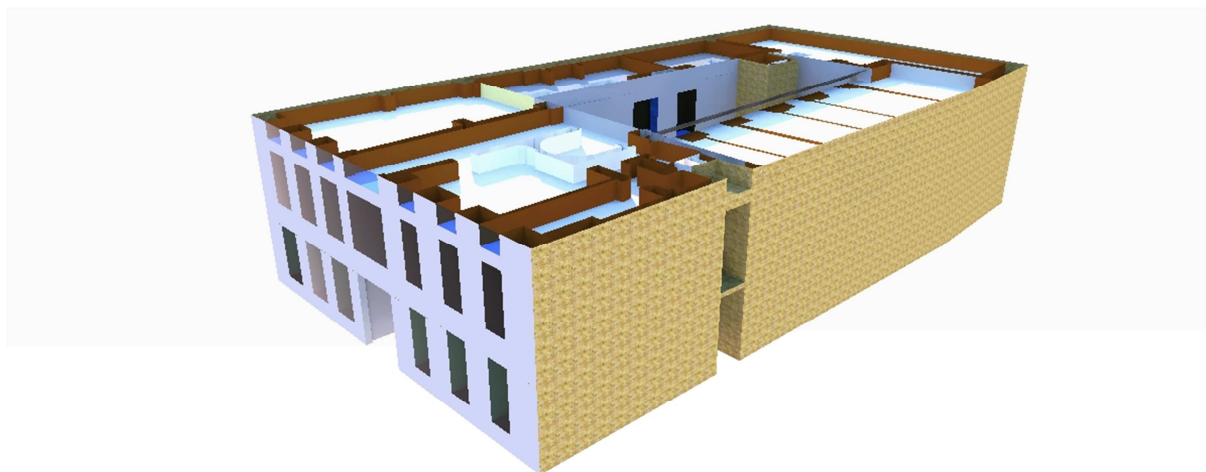
Obrázek 1-2 Vizualizace objektu



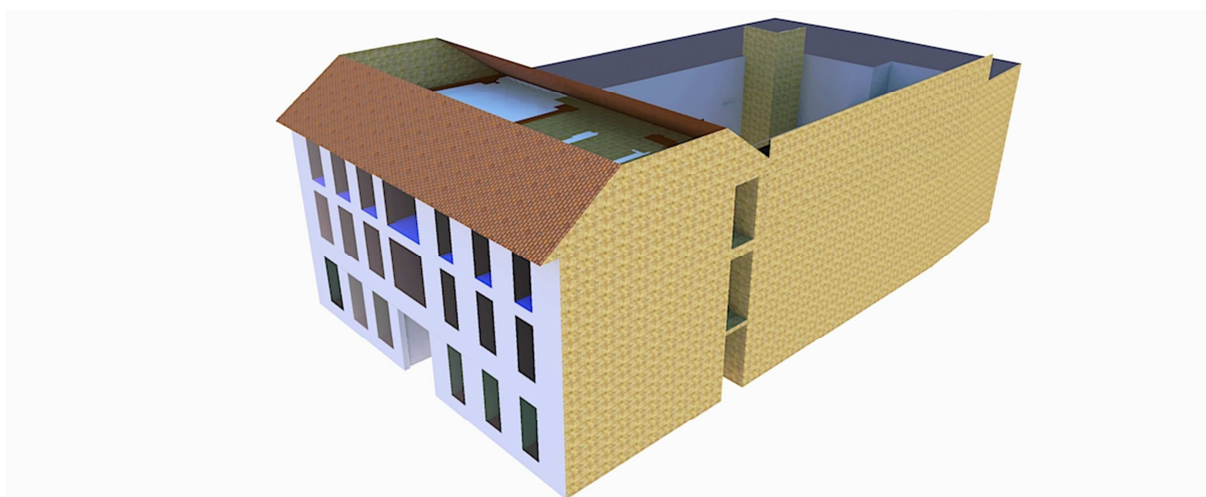
Obrázek 1-3 Vizualizace řezu v 1.NP



Obrázek 1-4 Vizualizace řezu v 2.NP



Obrázek 1-5 Vizualizace řezu v 3.NP



Obrázek 1-6 Vizualizace řezu krovem

1.2 FUNKCE STAVEBNÍHO OBJEKTU

V současné době je objekt využíván komerčně ke kancelářským a skladovacím účelům v poměru 3:1. Díky špatnému technickému stavu a nevyhovujícímu dispozičnímu uspořádání je objekt pronajat pouze z poloviny své kapacity.

1.3 HISTORIE STAVEBNÍHO OBJEKTU

1.3.1 Odhad stáří objektu dle mapových podkladů

Dle historických mapových podkladů je s omezenou přesností (překreslování map) možno určit stáří objektu. Níže uvádím výstřižky z historických map.



Obrázek 1-7 Umgebung von Brunn und Turas
z roku 1835 [20]



Obrázek 1-9 Umgebung von Brunn und Turas
z roku 1854 [20]



Obrázek 1-8 Karte der Umgegend von Brunn
und Turas z roku 1839 [20]



Obrázek 1-10 Doležalův situační plán města
Brna 1:5 760 z roku 1858 [20]



Obrázek 1-11 Katastrální plán Brna 1:2 880 z roku 1906 [20]

Objekt je bezesporu zachycen na zpřesněné mapě z roku 1858 a na mapě z roku 1906 je již dokonce s popisným číslem 8, které odpovídá dnešnímu označení.

1.3.2 Odhad stáří objektu dle značek a rozměrů cihel

Určení výrobce cihel bylo provedeno s pomocí materiálů laskavě poskytnutých z archivu sběratele pana Petra Vondráka z Chudobína.

Určení vychází z využití dochovaných Adresářů Města Brna, kde jsou pro jednotlivé roky uvedeni majitelé a provozovatelé cihelen, s následným přiřazením značek (iniciál) na

cihlách jednotlivým cihlářům, s využitím dalších dochovaných materiálů. Dle rozměrů lze odhadnout, zda cihly pochází z doby před metrickou reformou nebo po ní (1883).



Obrázek 1-12 Cihly se značkami A a S

Tabulka 1-1 Cihly s označením A a S

Značka	A a S, čísla v kartuších
Rok výroby	Před rokem 1883
Výrobce	Adalbert Satzer, městská cihelna (Städt. Ziegelei)
Adresa	Grosse Neugasse 15 (dnes Lidická), dle Adr. 1862



Obrázek 1-13 Cihly se značkami F a C

Tabulka 1-2 Cihly se značkami F a C

Značka	F a C v kartuších, čísla v kartuších
Rok výroby	Patrně před rokem 1883
Výrobce	Czermak Franz
Adresa	Wienergasse (dnes Vídeňská), dle Adr. 1877 Grabengasse 12/14 (dnes Strž), dle Adr. 1890 – 1945



Obrázek 1-14 Cihly se značkami R a D

Tabulka 1-3 Cihly se značkami R a D

Značka	R a D , čísla v kartuších
Rok výroby	Před rokem 1883
Výrobce	Rüdiger Deycks
Adresa	Grosse Neugasse 99 (dnes Lidická), dle Adr. 1862

1.3.3 Odhad stáří objektu

Průnikem obou metod jsme schopni určit, že objekt byl velkou pravděpodobností vystavěn před rokem 1858. To potvrzují historické informace o firmě Horowitz et Witrofsky, která měla na adrese Rumiště 8 sídlo od roku 1905 do roku 1918. Ta zde provozovala výrobu chemických přípravků pro potravinářství. [20]

1.4 REKONSTRUKCE STAVEBNÍHO OBJEKTU A STAVEBNÍ ZÁSAHY

Dle více informací je pravděpodobné, že původně bylo křídlo A tvořeno dvěma nadzemními podlažími, křídlo D bylo v současném stavu a křídla B a C tvořily pouze přízemí, ve kterých probíhala výroba. Dále při následné rekonstrukci objektu bylo křídlu A přistaveno jedno patro a byl zbudován nový krov a položena nová střešní krytina. Konečná obměna objektu pravděpodobně proběhla zvýšením přízemní výroby v křídle B a C o dvě patra.

Související fakta:

- v napojení křídla B na křídlo A jsou ponechány prvky pavlače křídla A ve stropní konstrukci 2.NP křídla B viz obr. 1-15
- krov i krytina v křídle A jsou ve výrazně lepším stavu, než v křídle D
- křídlo B a C se ve 2. a 3. NP již na první pohled liší od zbytku konstrukce architektonicky viz. obr. 1-16
- na půdě v křídle A je skladována původní krytina viz obr. 1-17



Obrázek 1-15 Prvky pavlače ve stropní konstrukci křídla B



Obrázek 1-16 Architektonická rozdílnost křídla A a křídel B a C



Obrázek 1-17 Původní krytina nalezená v půdním prostoru křídla A

1.5 ZÁVĚR PRVOTNÍ PROHLÍDKY

Stavebně technický stav konstrukce odpovídá stáří objektu. Během prohlídky nebyly odhaleny globální statické problémy konstrukce, pouze lokální.

Jako nejzásadnější lze uvést havarijní stav konstrukcí pavlače nádvoří. Nosné prvky vykazují již na první pohled známky zvýšené vlhkosti, povrchového biotického a abiotického poškození dřeva (obr. 1-18).



Obrázek 1-18 Konstrukce pavlače

Dále byla zjištěna trhlina v napojení 3.NP křídla A na křídlo D. To lze vysvětlit absencí dilatace při provádění nástavby 3.NP křídla A. Trhlina pod omítkou měla 1 cm a trhlina v omítce 1mm. Ze vzhledu trhliny lze usuzovat, že je pasivní.



Obrázek 1-19 Trhlina v napojení křídla A a D

Po prvotní prohlídce byly stanoveny následující zkoušky pro celkové zhodnocení objektu:

Tabulka 1-4 Obsah stavebně technického průzkumu

<u>Svislé nosné konstrukce</u>	
Stanovení pevnosti malty:	SDT „Kučerova vrtačka“
Stanovení pevnosti zdících prvků:	NDT Schmidt LB
	Zkoušky celých zdících prvků
<u>Vodorovné konstrukce</u>	
Klenby sklep	
Stanovení pevnosti malty:	SDT „Kučerova vrtačka“
Stanovení pevnosti zdících prvků:	NDT Schmidt LB
	Zkoušky celých zdících prvků
Stropní konstrukce 1.NP	
Stanovení skladby a stavu stropní konstrukce	Sonda ve stropní konstrukci v 1.NP
Stropní konstrukce 2.NP	
Stanovení skladby a stavu stropní konstrukce	Sonda ve stropní konstrukci v 2.NP
Stropní konstrukce 3.NP	
Stanovení skladby a stavu stropní konstrukce	Sondy v podlaze v půdním prostoru
<u>Krov</u>	
Posouzení krovu	Zaměření krovu a jeho diagnostika

2 STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM

2.1 SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

2.1.1 Stanovení pevnosti malty:

2.1.1.1 SDT „Kučerova vrtačka“

Malta ve spárách byla zkoušena semidestruktivní zkouškou pomocí upravené ruční vrtačky, kdy dochází k provedení vrtu 25 otáčkami vrtáku o $\varnothing$ 8 mm s definovaným přitlakem. Celkem bylo vyzkoušeno 21 maltových spár a to 15 ve štitových stěnách objektu a 6 ve sklepech objektu. Zkušební místa jsou podrobně zakreslena na obrázcích 2-3 až 2-6. Ukázka typické maltové spáry je uvedena na obrázku 2-1.



Obrázek 2-1 Typická maltová spára



Obrázek 2-2 Stanovení pevnosti malty pomocí „Kučerovy vrtačky“

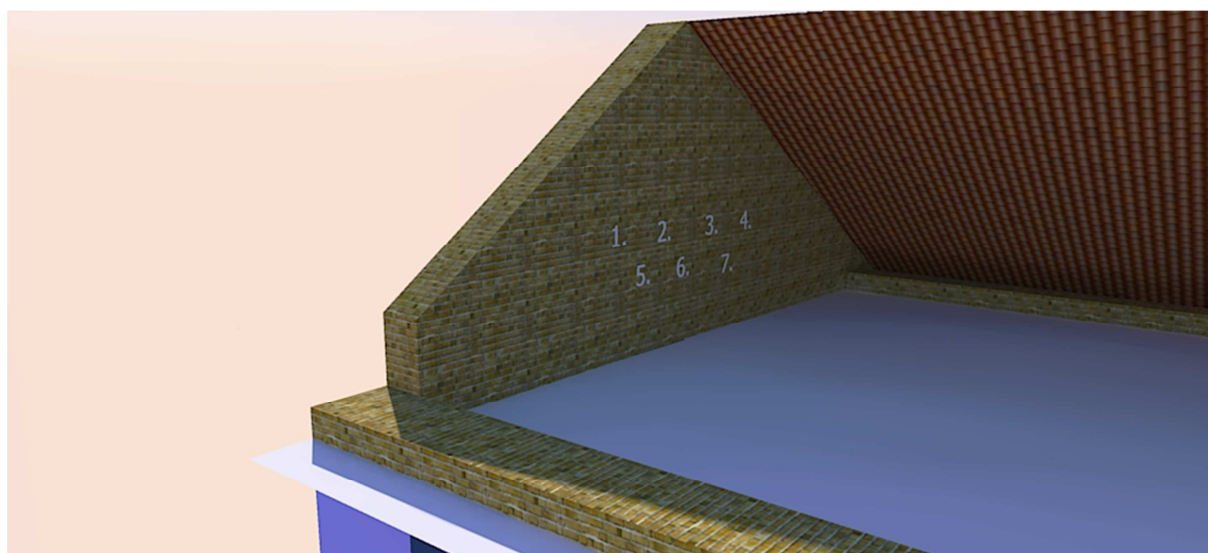
Výsledky zkoušek malty včetně jejich statistického vyhodnocení (stanovení dolní hranice konfidenčního intervalu pro průměr, přiřazení pevnostní třídy) jsou uvedeny v tabulkách 2-1 a 2-2. Při zkoušení prakticky všech maltových spár bylo nutné odstranit povrchovou vrstvu spáry, která měla výrazně nižší pevnost.

Tabulka 2-1 Vyhodnocení pevnosti v tlaku malty zdiva na základě vrtné metody ve štitových stěnách

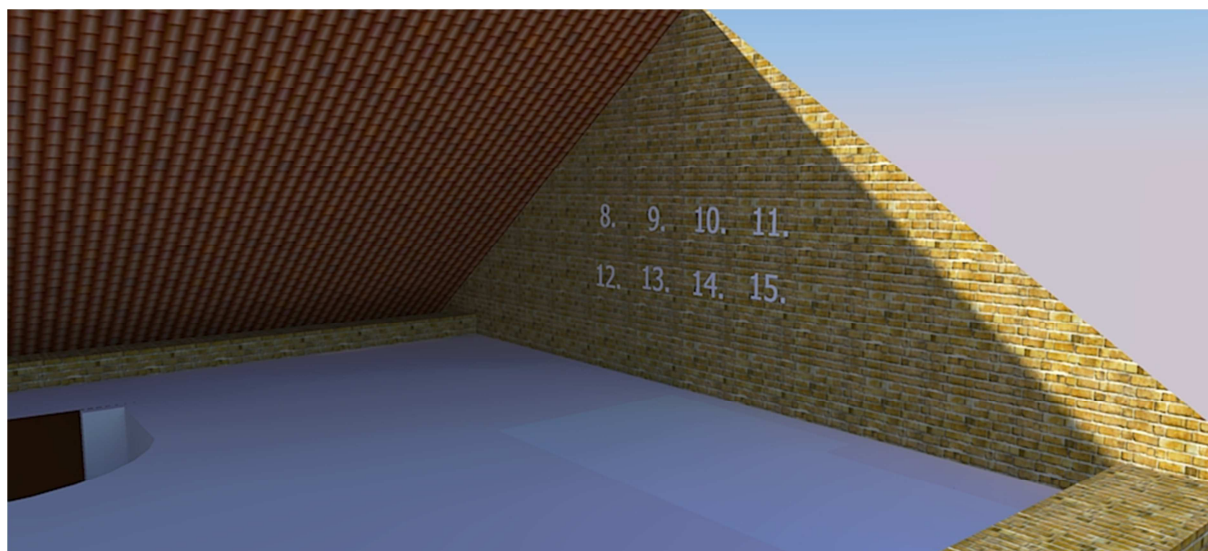
Zkušební místo	Hloubka vrtu d [mm]				Test platnosti		Pevnost v tlaku $f_{m,i}$ [MPa]
	1.	2.	3	průměr	$d_{\max}$	$d_{\min}$	
1	53	41	49	47,7	62,0	33,4	0,45
2	55	52	55	54,0	70,2	37,8	0,37

3	51	55	59	55,0	71,5	38,5	0,36
4	49	41	50	46,7	60,7	32,7	0,47
5	45	56	52	51,0	66,3	35,7	0,41
6	44	53	46	47,7	62,0	33,4	0,45
7	52	48	53	51,0	66,3	35,7	0,41
8	43	52	63	52,7	68,5	36,9	0,39
9	56	54	57	55,7	72,4	39,0	0,36
10	44	60	48	50,7	65,9	35,5	0,41
11	54	41	53	49,3	64,1	34,5	0,43
12	57	48	53	52,7	68,5	36,9	0,39
13	41	49	42	44,0	57,2	30,8	0,51
14	65	48	54	55,7	72,4	39,0	0,36
15	47	50	55	50,7	65,9	35,5	0,41
Průměrná hodnota					$m_x =$	0,41	
Směrodatná odchylka					$s_x =$	0,05	
Pevnost $f_m = m_x - s_x \cdot t_n$					$f_m =$	0,41	

Kvalita malty ve štitových stěnách byla spárách velice podobná, o čemž vypovídá směrodatná odchylka $s_x = 0,05$ MPa. Ve výpočtech zdiva štitových stěn tak lze prakticky všude použít **průměrnou pevnost v tlaku malty $f_m = 0,41$ MPa**.



Obrázek 2-3 Zkušební místa 1.–7.



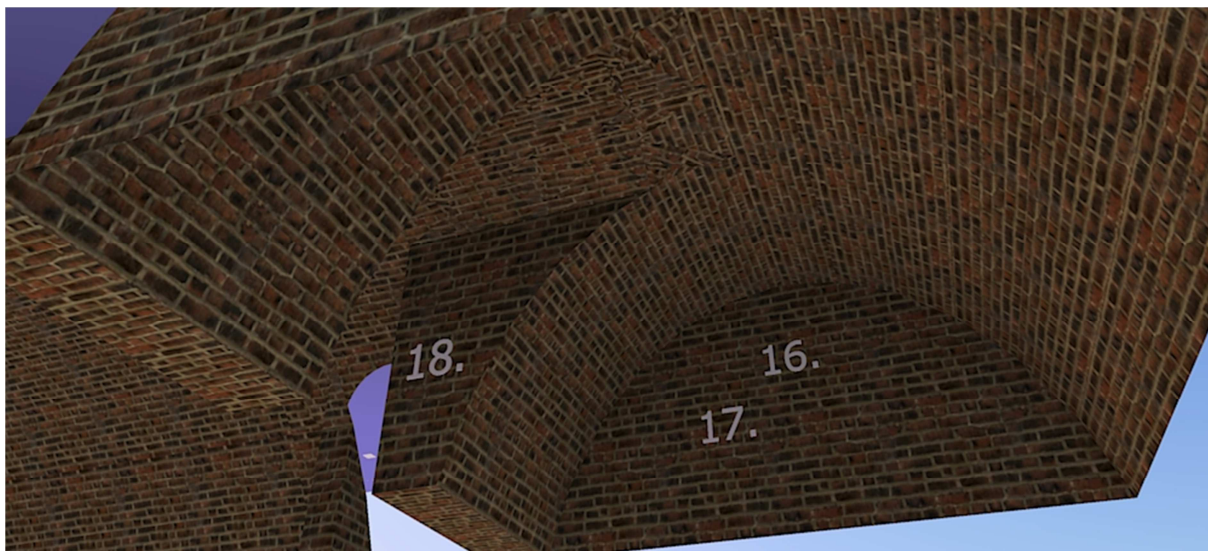
Obrázek 2-4 Zkušební místa 8.–15.

Tabulka 2-2 Vyhodnocení pevnosti v tlaku malty zdiva na základě vrtné metody ve sklepech objektu

Zkušební místo	Hloubka vrtu d [mm]				Test platnosti		Pevnost v tlaku
	1.	2.	3	průměr	$d_{\max}$	$d_{\min}$	
16	45	42	38	41,7	54,2	29,2	0,56
17	43	38	41	40,7	52,9	28,5	0,58
18	38	36	38	37,3	48,5	26,1	0,66
19	42	39	41	40,7	52,9	28,5	0,58
20	39	40	40	39,7	51,6	27,8	0,60
21	36	42	40	39,3	51,1	27,5	0,61
Průměrná hodnota					$m_x =$		0,60
Směrodatná odchylka					$s_x =$		0,04
Pevnost $f_m = m_x - s_x \cdot t_n$					$f_m =$		0,60

Kvalita malty ve sklepech objektu byla taktéž velice podobná, o čemž vypovídá směrodatná odchylka $s_x = 0,04$ MPa.

Rozdílnost pevností s malou směrodatnou odchylkou výběru poukazuje na **2 různé druhy malty v objektu**. Tento fakt potvrzuje domněnku o stavebních zásazích do konstrukce dle kapitoly 1.4. Ve výpočtech zdiva v 1. PP, 1. NP a 2. NP doporučuji použít **průměrnou pevnost v tlaku malty $f_m = 0,60$ MPa** a ve 3.NP a ve štítové stěně **průměrnou pevnost v tlaku malty $f_m = 0,41$ MPa**



Obrázek 2-5 Zkušební místa 16.-18.



Obrázek 2-6 Zkušební místa 19.-21.

2.1.2 Stanovení pevnosti zděicích prvků:

2.1.2.1 NDT Schmidt LB

Nedestruktivní metodou byly odzkoušeny cihly na 36 zkušebních místech. Ke stanovení pevnosti zděicích prvků byla použita nedestruktivní metoda pomocí tvrdoměru Schmidt LB, popsána v kapitole 2.2.3. Výsledky tvrdoměrných zkoušek jsou uvedeny v následujících tabulkách - tab. 2-3 až tab. 2-5, podle lokace zkoušených míst. Ty korespondují s rozložením zkušebních míst pro stanovení pevnosti malty (obr. 2-3 až 2-6.)



Obrázek 2-7 Upravené zkušební místo pro tvrdoměrnou zkoušku pomocí přístroje Schmidt LB

Tabulka 2-3 Pevnost v tlaku cihel na jižní štítové stěně

Zkuš. Vzorek	Hodnoty odrazu										Upravený průměr	Pevnost v tlaku prvku
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	R	f_{be,u} [MPa]
A1	23	24	23	24	23	23	24	26	24	21	23	17,0
A2	18	19,5	19	19	18	21	21	21	18	21	20	13,2
A3	15	19	19	18	19	21	20	17	22	19	19	12,5
A4	23	22,5	24	24	22	16	25	22	21	25	23	16,7
A5	17	17	18	17	20	19	20	19	20	17	18	12,1
A6	17	23	24	21	22	20	22	19	20	20	21	14,4
A7	21	21	21	20	23	21	22	24	19	21	21	14,9
A8	24	22	15	22	18	19	21	20	21	23	21	14,7
A9	21	23	21	21	19	20	23	22	23	23	22	15,2
A10	28	27	28	25	27	28	26	23	28	27	27	20,1
A11	23	25	25	26	26	24	24	25	23	23	24	17,9
A12	25	27	28	26	24	23	26	25	28	22	25	18,8

Průměr m_x	15,6
Směrodatná odchylka s_x	2,5
Součinitel odhadu konfidenčního odhadu t_n	0,38
Průměrná pevnost v tlaku kusového staviva $f_{b,u}$	14,7
Minimální pevnost v tlaku kusového staviva $f_{b,u,min}$	12,1
Normalizovaná pevnost v tlaku zdících prvků f_b	11,0

Tabulka 2-4 Pevnost v tlaku cihel typu na severní štítové stěně

Zkuš. Vzorek	Hodnoty odrazu										Upravený průměr	Pevnost v tlaku prvku
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	R	$f_{be,u}$ [MPa]
B1	17	22	20	21	22	16	20	21	18	17	19	13,1
B2	19	19	20	21	17	21	21	22	19	20	20	13,6
B3	17	20	18	16	17	18	19	20	17	19	18	11,9
B4	21	22,5	18	22	19	21	20	23	21	22	21	14,6
B5	16	17	18	17	17	19	20	19	20	17	18	11,8
B6	17	22	24	19	22	20	21	19	20	20	20	14,1
B7	21	21	21	20	23	21	22	22	19	21	21	14,7
B8	20	22	19	22	16	19	18	17	21	23	20	13,4
B9	19	23	19	21	19	20	21	22	21	23	21	14,4
B10	28	25	24	19	21	28	23	23	25	27	25	18,3
B11	20	25	25	26	25	24	19	25	25	18	24	17,3
B12	24	22	20	22	20	23	21	25	23	22	22	15,8
Průměr m_x												14,4
Směrodatná odchylka s_x												2,0
Součinitel odhadu konfidenčního odhadu t_n												0,30
Průměrná pevnost v tlaku kusového staviva $f_{b,u}$												13,8
Minimální pevnost v tlaku kusového staviva $f_{b,u,min}$												11,8
Normalizovaná pevnost v tlaku zdících prvků f_b												10,4

Tabulka 2-5 Pevnost v tlaku cihel typu ve sklepe

Zkuš. Vzorek	Hodnoty odrazu										Upravený průměr	Pevnost v tlaku prvku
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	R	f_{be,u} [MPa]
C1	20	21	22	18	21	26	23	21	25	25	22	15,8
C2	30	26	28	30	29	28	27	30	29	32	29	22,2
C3	27	26	28	26	26	29	27	28	30	29	28	20,9
C4	28	27	26	29	25	27	29	30	28	27	28	20,9
C5	30	26	27	29	30	28	29	27	31	30	29	22,0
C6	26	24	22	23	26	24	23	25	28	26	25	18,2
C7	25	28	27	26	28	29	30	26	28	27	27	20,8
C8	22	26	25	27	26	28	23	25	27	25	25	18,8
C9	24	25	24	21	26	25	23	24	26	25	24	17,8
C10	19	21	23	22	21	20	17	20	22	23	21	14,4
C11	24	26	25	23	26	25	24	25	26	24	25	18,3
C12	20	26	27	25	28	26	29	27	30	26	26	19,8
Průměr m_x												19,2
Směrodatná odchylka s_x												2,4
Součinitel odhadu konfidenčního odhadu t_n												0,36
Průměrná pevnost v tlaku kusového staviva f_{b,u}												18,3
Minimální pevnost v tlaku kusového staviva f_{b,u,min}												14,4
Normalizovaná pevnost v tlaku zdících prvků f_b												13,7

2.1.2.2 Zkoušky celých zdících prvků

Pro stanovení pevnosti v tlaku cihel byly z konstrukce odebrány celé zdící prvky. Prvky 1 až 5 byly odebrány v půdním prostoru objektu, prvky 6 a 7 ve sklepe objektu a to ze stěn. Rozdíl mezi nimi je na první pohled zřejmý. Popis odebraných staviv včetně rozměrů, barvy, hmotnosti a objemové hmotnosti je uveden v tabulce 2-6. Vzorky byly zkoušeny ve stavu přirozeně vlhkém.



Obrázek 2-8 Odebrané zdící prvky

Tabulka 2-6 Popis odebraných cihel

Zkušební vzorek	Rozměry			Barva střepu	m [g]	Objem. Hm. D _r [kg/m ³]
	a [mm]	b [mm]	h [mm]			
1	304	150	73	oranžová	5416	1627
2	300	150	74	Oranžová, množství lehčiva světlé barvy	5490	1649
3	295	145	71	oranžová	5283	1740
4	297	144	68	oranžová	4983	1713
5	298	145	71	oranžová	5577	1818
6	301	142	72	Tmavě červená s okrovou	5168	1679
7	290	145	70	Tmavě červená s okrovou	4953	1683

Byly zkoušeny poloviny cihel (z každé cihly dvě zkušební tělesa) ve stavu přirozeně vlhkém.

Tabulka 2-7 Zkoušení cihel ve stavu přirozeně vlhkém, celý výběr

Zkušební vzorek	Rozměry			Síla v tlaku [kN]	Pevnost v tlaku tělesa $f_{b,i}$ [MPa]	Normová pevnost v tlaku tělesa f_b [MPa]
	a [mm]	b [mm]	h [mm]			

1a	146	150	73	291,9	13,3	10,0
1b	147	150	73	288,2	13,1	9,8
2a	147	150	74	186,2	8,4	6,3
2b	152	150	74	141,4	6,2	4,7
3a	145	145	71	334,3	15,9	11,9
3b	146	145	71	286,1	13,5	10,1
4a	145	144	68	251,8	12,1	9,0
4b	148	144	68	214,3	10,1	7,5
5a	144	145	71	302,6	14,5	10,9
5b	147	145	71	337,9	15,9	11,9
6a	149	142	72	380,1	18,0	13,5
6b	150	142	72	426	20,0	15,0
7a	141	145	70	369,6	18,1	13,6
7b	143	145	70	335,1	16,2	12,1
Průměr					13,9	10,5
Minimum					6,2	4,7

Tabulka 2-8 Zkoušení cihel z půdy ve stavu přirozeně vlhkém

Zkušební vzorek	Rozměry			Síla v tlaku [kN]	Pevnost v tlaku tělesa $f_{b,i}$ [MPa]	Normová pevnost v tlaku tělesa f_b [MPa]
	a [mm]	b [mm]	h [mm]			
1a	146	150	73	291,9	13,3	10,0
1b	147	150	73	288,2	13,1	9,8
2a	147	150	74	186,2	8,4	6,3
2b	152	150	74	141,4	6,2	4,7
3a	145	145	71	334,3	15,9	11,9
3b	146	145	71	286,1	13,5	10,1
4a	145	144	68	251,8	12,1	9,0
4b	148	144	68	214,3	10,1	7,5
5a	144	145	71	302,6	14,5	10,9
5b	147	145	71	337,9	15,9	11,9
Průměr					12,3	9,2

Minimum	6,2	4,7
----------------	------------	------------

Tabulka 2-9 Zkoušení cihel ze sklepa ve stavu přirozeně vlhkém

Zkušební vzorek	Rozměry			Síla v tlaku [kN]	Pevnost v tlaku tělesa $f_{b,i}$ [MPa]	Normová pevnost v tlaku tělesa f_b [MPa]
	a [mm]	b [mm]	h [mm]			
6a	149	142	72	380,1	18,0	13,5
6b	150	142	72	426	20,0	15,0
7a	141	145	70	369,6	18,1	13,6
7b	143	145	70	335,1	16,2	12,1
Průměr					18,1	13,5
Minimum					16,2	12,1

Jak je patrné z výsledků zkoušek pevnosti v tlaku, pevnost v tlaku cihel skutečně odpovídala vizuálnímu vzhledu cihelného střepu. Zatímco u cihel se střepem v různých odstínech oranžové barvy byla průměrná pevnost v tlaku 9,2 MPa, u cihel s přepáleným střepem (barva tmavě červená s okrovou) byla pevnost v průměru 13,5 MPa.

Na základě výsledků nedestruktivních zkoušek in situ a destruktivních zkoušek na odebraných vzorcích cihel v laboratoři lze konstatovat že:

Cihly z půdy (oranžový střep) lze označit **pevnostní značkou 10** dle ČSN EN 771-1. Cihly ze sklepa (přepálené s tmavě červeným) lze označit **pevnostní značkou 15** dle ČSN EN 771-1. Pro přesnější výpočty lze užít hodnoty normalizované pevnosti v tlaku zdících prvků (ČSN EN 1996-1-1) $f_b = 9,5 \text{ MPa}$, respektive $f_b = 13,5 \text{ MPa}$.

2.2 VODOROVNÉ KONSTRUKCE

2.2.1 Klenby sklep

2.2.1.1 Stanovení pevnosti malty:

2.2.1.1.1 SDT „Kučerova vrtačka“

Malta ve spárách byla zkoušena semidestruktivní zkouškou pomocí upravené ruční vrtačky, kdy dochází k provedení vrtu 25 otáčkami vrtáku o $\varnothing 8 \text{ mm}$ s definovaným

přítlakem. Celkem bylo vyzkoušeno 15 maltových . Zkušební místa jsou podrobně zakreslena na obrázku 2-11.



Obrázek 2-9 Napojení klenby A na nosnou stěnu



Obrázek 2-10 Klenba A

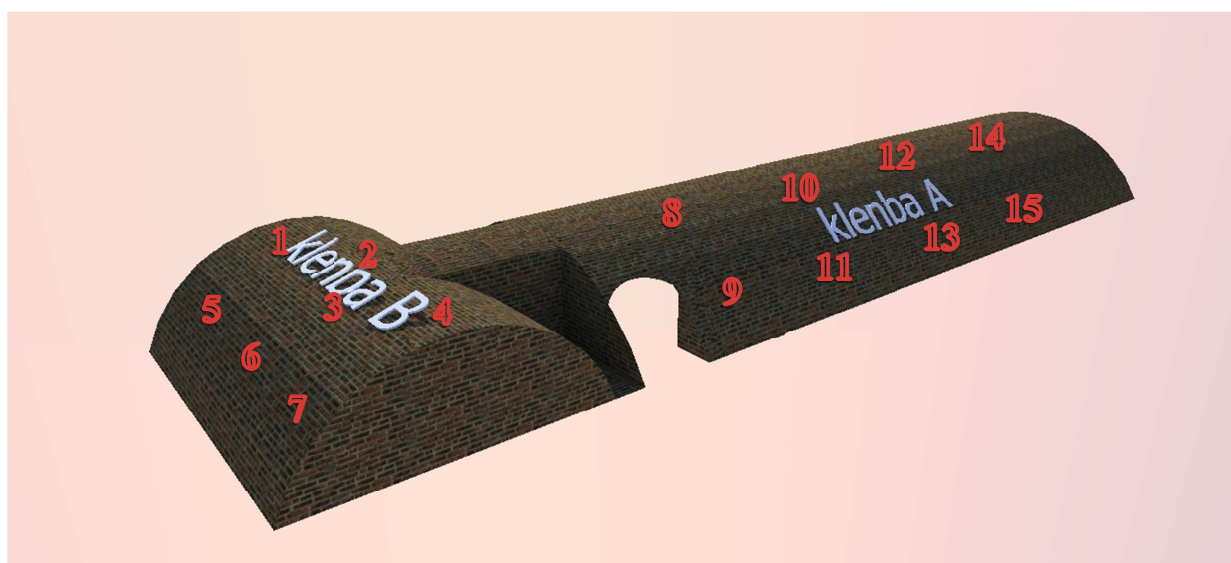
Výsledky zkoušek malty včetně jejich statistického vyhodnocení (stanovení dolní hranice konfidenčního intervalu pro průměr, přiřazení pevnostní třídy) jsou uvedeny v tabulce 2-8 . Při zkoušení prakticky všech maltových spár bylo nutné odstranit povrchovou vrstvu spáry, která měla výrazně nižší pevnost.

Tabulka 2-10 Vyhodnocení pevnosti v tlaku malty klenby na základě vrtné metody

Zkušební místo	Hloubka vrtu d [mm]				Test platnosti		Pevnost v tlaku
	1.	2.	3	průměr	d _{max}	d _{min}	f _{m,i} [MPa]
1	41	38	43	40,7	52,9	28,5	0,58
2	43	40	40	41,0	53,3	28,7	0,57
3	38	36	35	36,3	47,2	25,4	0,69
4	40	35	33	36,0	46,8	25,2	0,70
5	41	35	37	37,7	49,0	26,4	0,65
6	35	45	41	40,3	52,4	28,2	0,59
7	50	42	50	47,3	61,5	33,1	0,46
8	41	47	60	49,3	64,1	34,5	0,43
9	30	45	35	36,7	47,7	25,7	0,68
10	35	40	37	37,3	48,5	26,1	0,66
11	36	41	34	37,0	48,1	25,9	0,67
12	47	50	53	50,0	65,0	35,0	0,42

13	31	39	35	35,0	45,5	24,5	0,73
14	51	48	45	48,0	62,4	33,6	0,45
15	38	41	40	39,7	51,6	27,8	0,60
Průměrná hodnota					$m_x =$		0,59
Směrodatná odchylka					$s_x =$		0,11
Pevnost $f_m = m_x - s_x \cdot t_n$					$f_m =$		0,58

Průměrná pevnost v tlaku malty klenby $f_m = 0,56$ MPa koresponduje s pevností malty zdiva $f_m = 0,60$ MPa dle 2.1.1.1.



Obrázek 2-11 Zkušební místa 1.–15.

2.2.1.2 Stanovení pevnosti zdících prvků:

2.2.1.2.1 NDT Schmidt LB

Nedestruktivní metodou byly odzkoušeny cihly na 12 zkušebních místech. Ke stanovení pevnosti zdících prvků byla použita nedestruktivní metoda pomocí tvrdoměru Schmidt LB, popsána v kapitole 2.2.3. Výsledky tvrdoměrných zkoušek jsou uvedeny v tab. 2-11. Zkušební místa korespondují s rozložením zkušebních míst pro stanovení pevnosti malty (2-11).

Tabulka 2-11 Pevnost v tlaku cihel ve sklepech

Zkuš. Vzorek	Hodnoty odrazu										Upravený průměr	Pevnost v tlaku prvku
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	R	f_{be,u} [MPa]
1	31	22	26	29	30	28	21	30	27	29	27	20,7
2	24	26	18	26	21	25	20	24	23	26	24	17,4
3	24	24	26	26	22	25	25	25	24	26	25	18,2
4	19	23	17	21	17	20	23	20	17	22	20	13,6
5	28	27	28	25	29	27	26	30	29	35	28	21,7
6	22	25	26	25	27	28	25	25	23	27	25	18,7
7	30	30	26	28	29	28	27	27	29	31	29	21,8
8	26	26	24	20	23	24	23	23	23	28	24	17,5
9	20	26	25	28	25	26	27	27	30	30	27	20,5
10	25	27	28	28	26	33	27	26	30	28	28	21,1
11	20	25	21	21	18	26	22	21	23	25	22	15,8
12	27	29	26	26	25	35	29	28	27	30	27	20,8
Průměr m_x												19,0
Směrodatná odchylka s_x												2,6
Součinitel odhadu konfidenčního odhadu t_n												0,39
Průměrná pevnost v tlaku kusového staviva f_{b,u}												18,0
Minimální pevnost v tlaku kusového staviva f_{b,u,min}												13,6
Normalizovaná pevnost v tlaku zdících prvků f_b												13,5

2.2.1.2.2 Zkoušky celých zdících prvků (z půdy)

Pevnost cihel klenby na základě zkoušek celých zdících prvků lze uvažovat dle tab. 2.9 a to v průměru 13,5 MPa. Cihly byly dle stejného typu i zbarvení, jak je zřejmé na obr. 2-12.



Obrázek 2-12 Stejnorodost zdících prvků ve sklepě

Na základě výsledků nedestruktivních zkoušek in situ a destruktivních zkoušek na odebraných vzorcích cihel v laboratoři lze konstatovat že:

Cihly klenby lze označit **pevnostní značkou 15** dle ČSN EN 771-1. Pro přesnější výpočty lze užít hodnoty normalizované pevnosti v tlaku zdících prvků (ČSN EN 1996-1-1) $f_b = 13,5$ MPa.

2.2.2 Stropní kce 1.NP

2.2.2.1 Sonda v podlaze v 2.NP, místnost 1.03

Sondy v 2. NP nebylo možné zrealizovat z důvodu využití prostor.

2.2.3 Stropní kce 2.NP

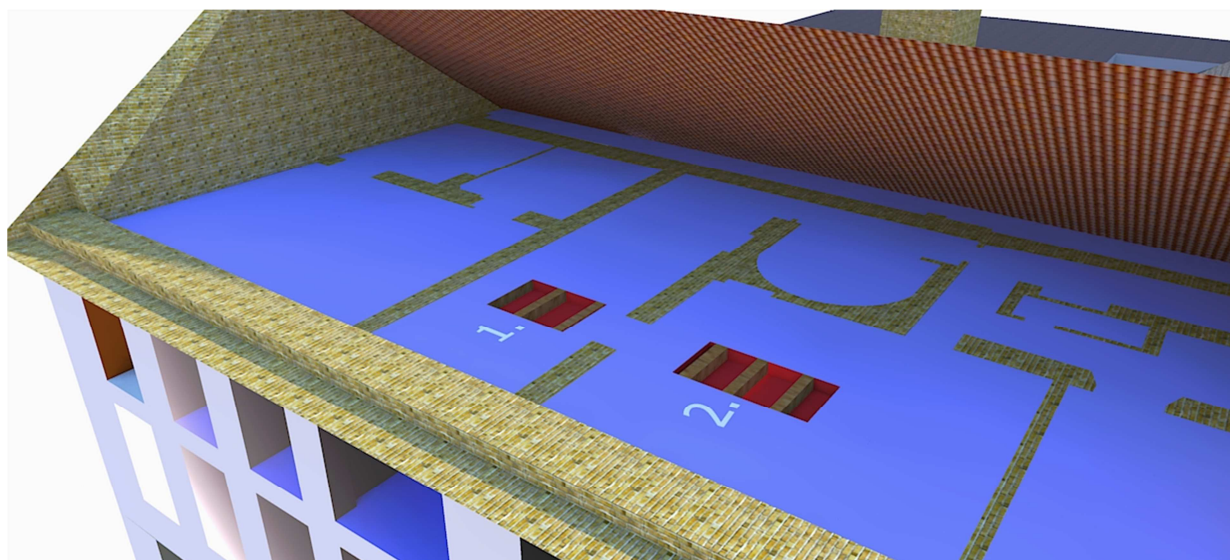
2.2.3.1 Sonda ve stropě v 2NP, místnost 1.03

Sondy v 2. NP nebylo možné zrealizovat z důvodu využití prostor.

2.2.4 Stropní kce 3.NP

2.2.4.1 Sondy v podlaze v půdním prostoru

Pro zjištění skladby stropní konstrukce v 3.NP byly použity sondy zhotovené v půdním prostoru konstrukce. Byly zhotoveny 2 sondy v místech dle nákresu:



Obrázek 2-13 Místa zhotovení kopaných sond

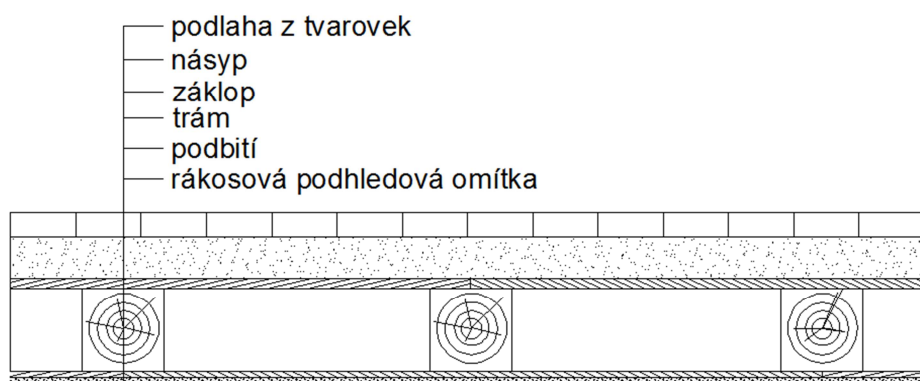


Obrázek 2-14 Sonda 1



Obrázek 2-15 Sonda 2

Jedná se o klasický trámový strop, který splňuje běžné parametry pro tuto konstrukci. U sondy 1 byly obnaženy 3 stropní trámy. První měl rozměry 200 x 200 mm, druhý 150 x 160 mm a třetí 200 x 200 mm. Rozteč mezi prvním a druhým trámem byla stejná jako mezi druhým a třetím a to 850 mm. U sondy 2 byly obnaženy taktéž 3 trámy. Rozměry byly 200 x 200, 170 x 170 a 160 x 160 mm. Rozteč mezi prvním a druhým trámem byla 900 mm, mezi druhým a třetím dokonce 1000 mm. Díky různorodosti výsledků nelze s jistotou určit parametry celé stropní konstrukce, nicméně stav trámů je vyhovující.



Obrázek 2-16 Konstrukce stropní konstrukce ve 3. NP

Materiál násypu byla stavební suť, ve které se místy objevovaly cihelné střepy. Strop byl tvořen z cihelných tvarovek.



Obrázek 2-17 Cihelné podlahové tvarovky



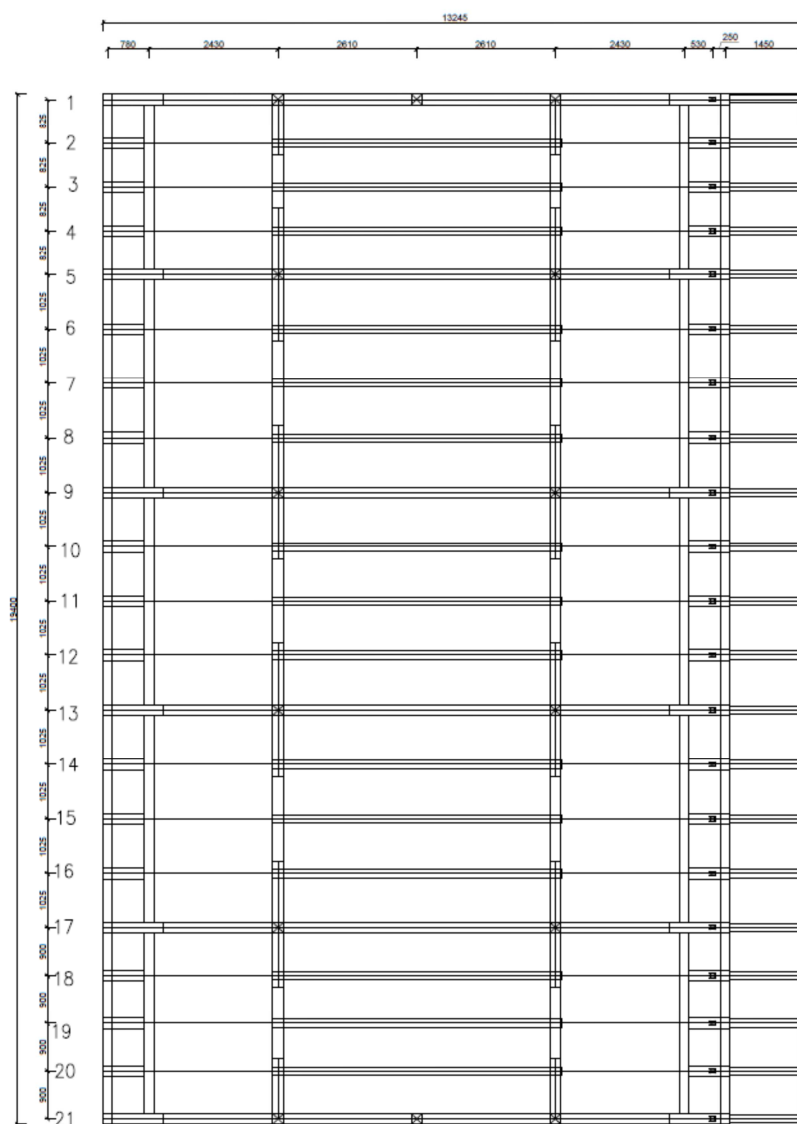
Obrázek 2-18 Materiál násypu

2.3 KROV

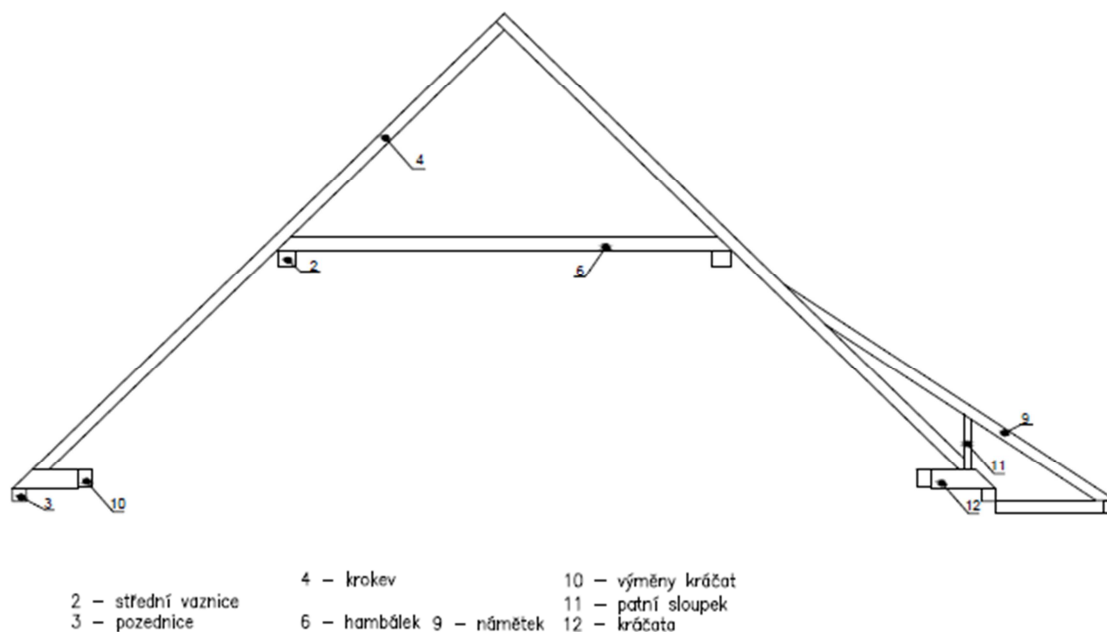
Zaměření a diagnostika krovu objektu je náplní diplomové práce Bc. Kateřiny Zouharové, kterou byla poskytnuta zpráva o stavebně – technickém průzkumu dřevěného krovu.

2.3.1 Zaměření krovu

Krov v uličním křídle je vaznicové soustavy, podepřen sloupky stojatých stolic, se šikmými vzpěrami. Vazné trámy v plných vazbách jsou uloženy na pozednice, mezilehlé vazby jsou zakotveny do krácat uložených také na pozednici. Kráčata jsou začepována do výměn, ty jsou začepovány do vazných trámů. Hambálek je osedlán na střední vaznici. Podélné ztužení je zajištěno pásky střední vaznice. Na straně do dvora jsou námětky podepřené patními sloupky, spojené šikmým lípnutím s přídatnými kráčaty, ty jsou lípnuté na přídatnou pozednici. V první a poslední příčné vazbě jsou navíc střední sloupky, které končí až u hřebene střechy. Konstrukce je z jedlového dřeva a má 21 příčných vazeb. [21]



Obrázek 2-19 Dispoziční uspořádání krovu [21]



Obrázek 2-22 2., 3., 4., 6., 10., 11., 12., 14., 15., 16., 18. a 19. příčná prázdná vazba [21]

2.3.2 Diagnostika

Stavebně technický průzkum byl uskutečněn pomocí vizuálních metod. Konkrétně byla použita zraková, sluchová a hmatová metoda. Dále bylo využito několika přístrojů. Vlhkost byla změřena pomocí přístroje Hygrotest 6500 na vybraných částech konstrukce. Pomocí Pilodyn 6 J byla zjištěna hustota dřeva, ze které se dá určit pevnostní třída dřeva C 30. [21]

Konstrukce krovu je mírně natočena proti směru hodinových ručiček. Tento stav vznikl zřejmě po zatížení přistavované budovy, která tlačí na západní stranu budovy v její jižní části. Důsledkem jsou pootočená spojení prvků konstrukce, zejména připojení sloupků na vazný trám. [21]

Na konstrukci lze vidět, že v minulosti do ní výrazně zatékalo. Zřejmě při dřívější výměně střešní krytiny. Z měření pomocí vlhkoměru Hygrotest 6500 však bylo zjištěno, že konstrukce je již vysušená a navíc ošetřená vápnem. Nebyly nalezeny ani stopy po biotických škůdcích. Pouze některé části jsou vlivem zvýšené vlhkosti napadeny hnilobou a rozpadají se. Tyto části je potřeba vyměnit. [21]

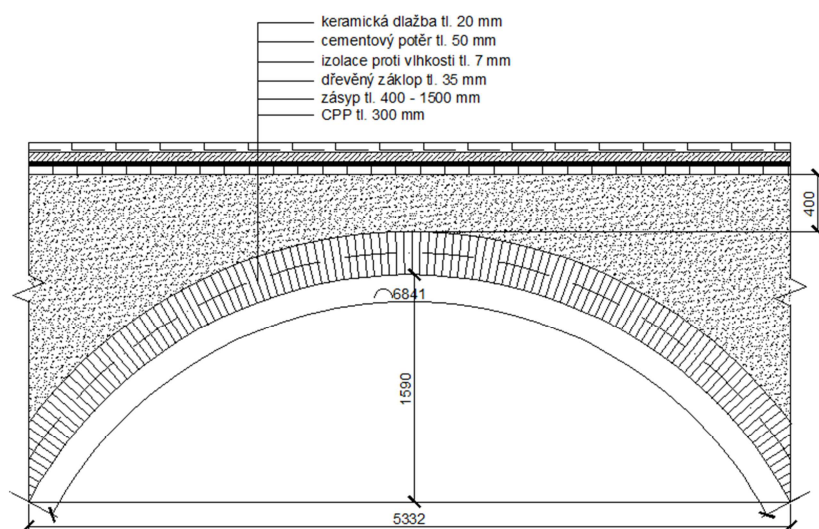
3 STATICKÝ VÝPOČET VYBRANÝCH KRITICKÝCH ČÁSTÍ NOSNÝCH KONSTRUKCE

3.1 KLENBY SKLEP

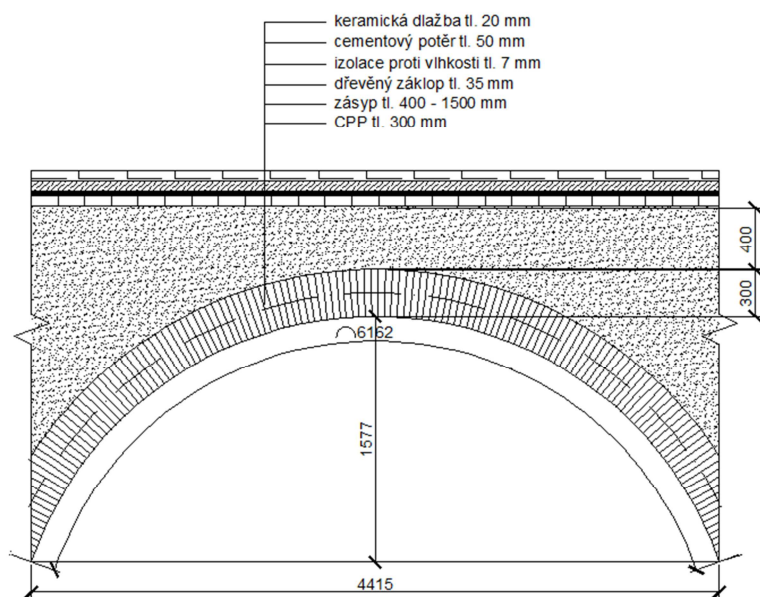


Obrázek 3-1 Vizualizace zaklenutí sklepu

3.1.1 Zatížení kleneb



Obrázek 3-2 Zatížení klenby A



Obrázek 3-3 Zatížení klenby B

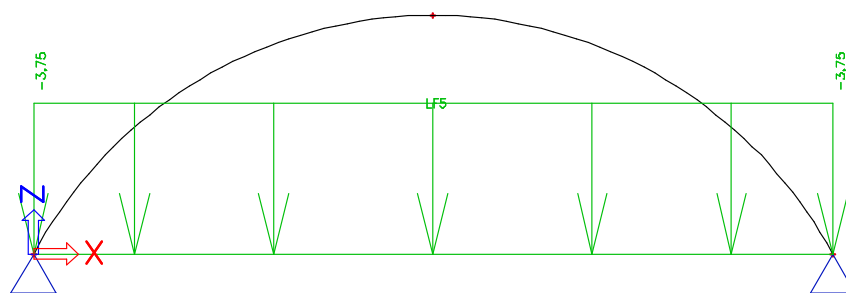
Tabulka 3-1 Zatížení kleneb

vrstva	tloušťka [mm]	objemová hmotnost [kg/m ³]	charakteristické zatížení [kN/m]	návrhové zatížení [kN/m]
nahodilé zatížení			2,50	3,75
keramická dlažba	20	2600	0,52	0,70
cementový potěr	50	2300	1,15	1,55
izolace	7	350	0,02	0,03
dřevěný záklop	35	600	0,21	0,28
<i>podlaha celkem</i>				2,57
zásyp 400 mm	400	2000	8,00	10,80
zásyp cíp	1890	2000	37,80	51,03
CPP	300	1900	5,70	7,70

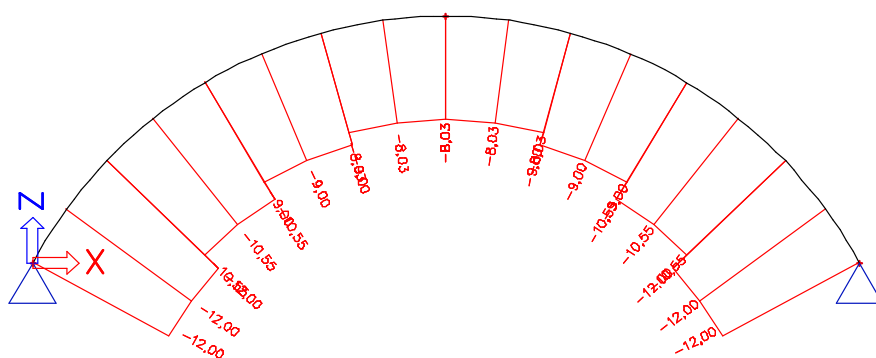
3.1.2 Klenba A.

3.1.2.1 Vnitřní síly od zatížení

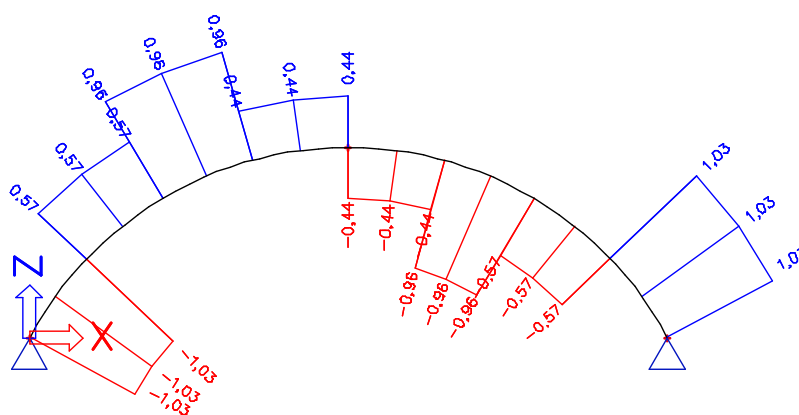
3.1.2.1.1 Nahodilé zatížení



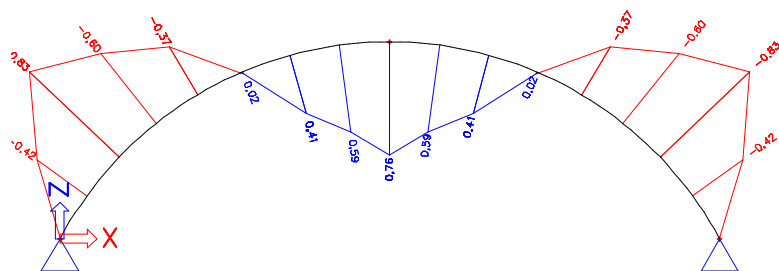
Obrázek 3-4 Zatížení



Obrázek 3-5 Normálová síla

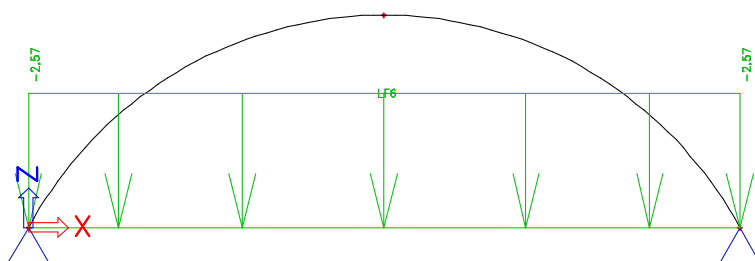


Obrázek 3-6 Posouvající síla

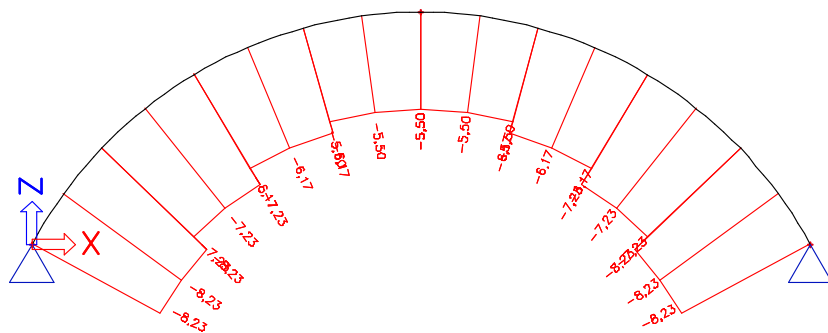


Obrázek 3-7 Moment

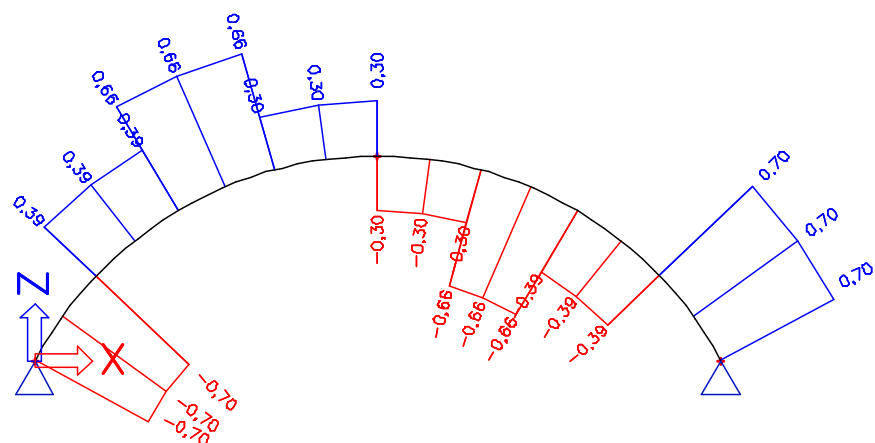
3.1.2.1.2 Podlaha



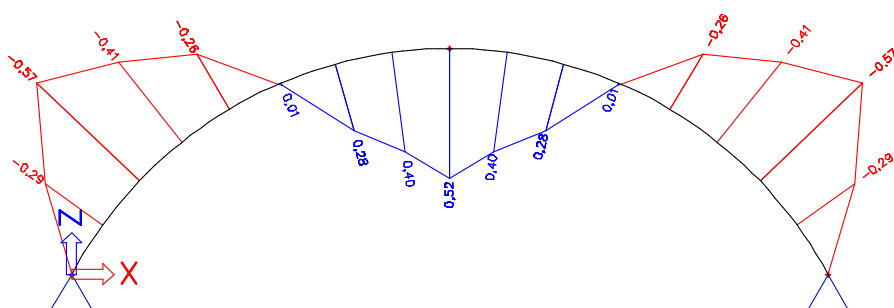
Obrázek 3-8 Zatížení



Obrázek 3-9 Normálová síla

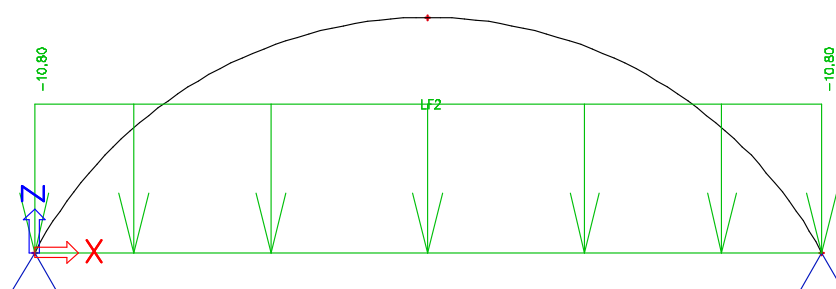


Obrázek 3-10 Posouvající síla

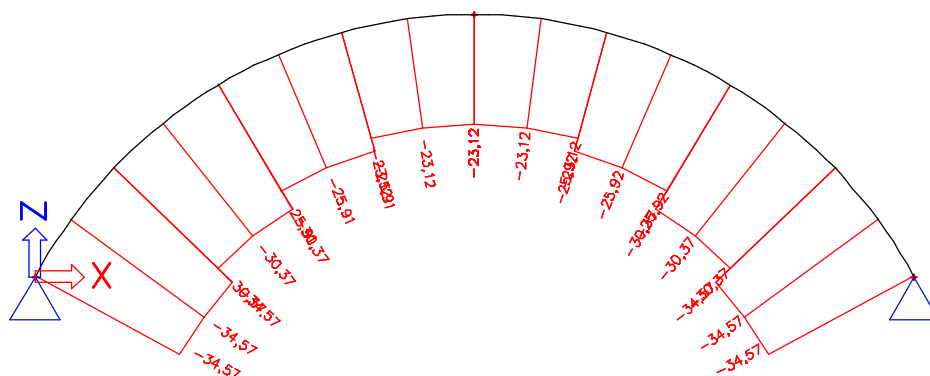


Obrázek 3-11 Moment

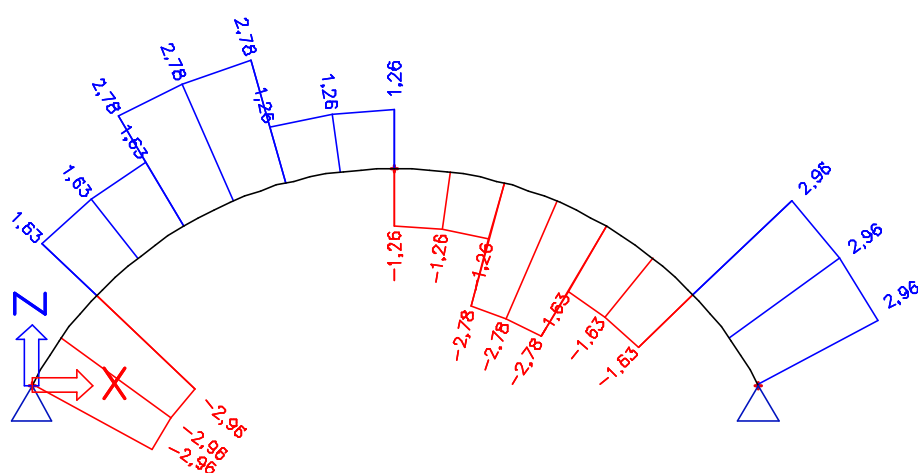
3.1.2.1.3 Zásyp 400 mm



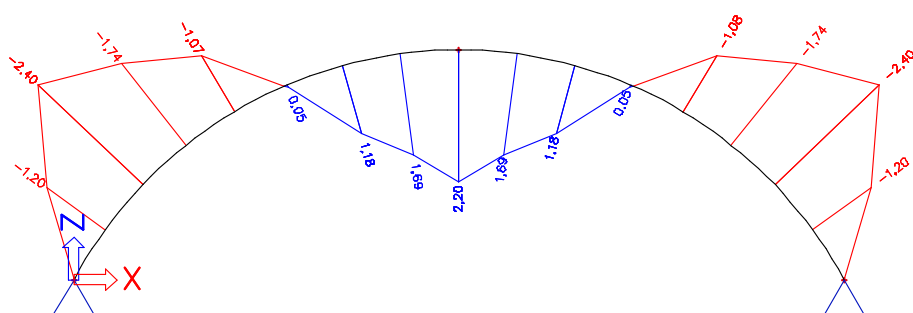
Obrázek 3-12 Zatížení



Obrázek 3-13 Normálová síla

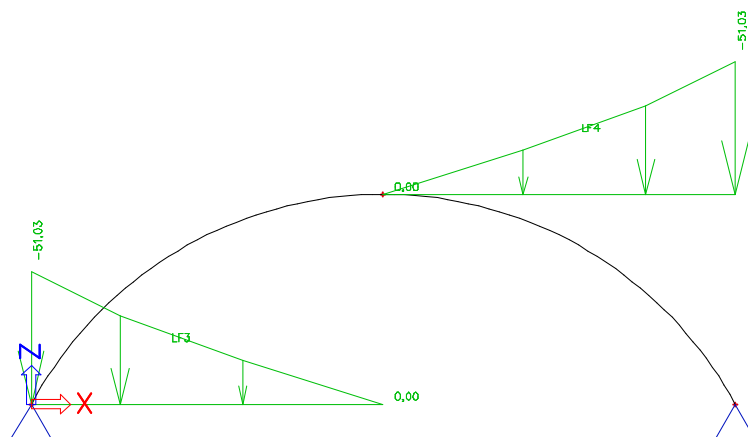


Obrázek 3-14 Posouvající síla

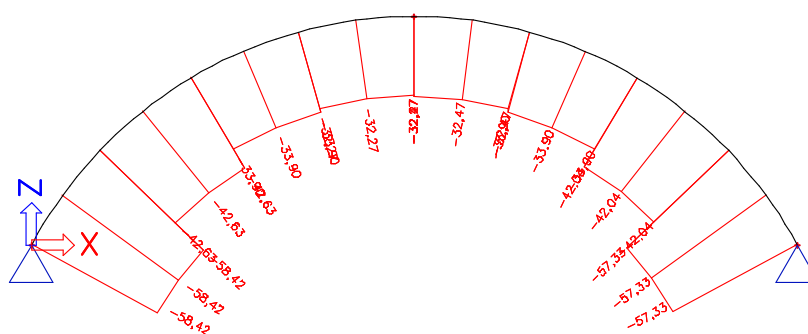


Obrázek 3-15 Moment

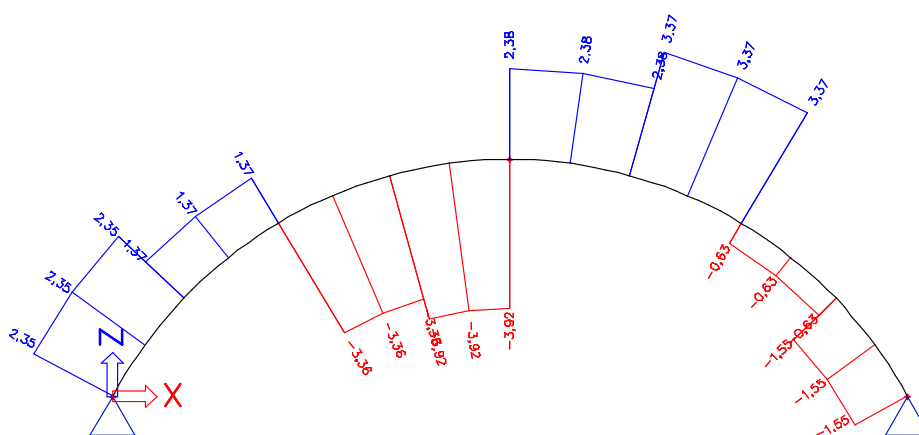
3.1.2.1.4 Zásyp cíp



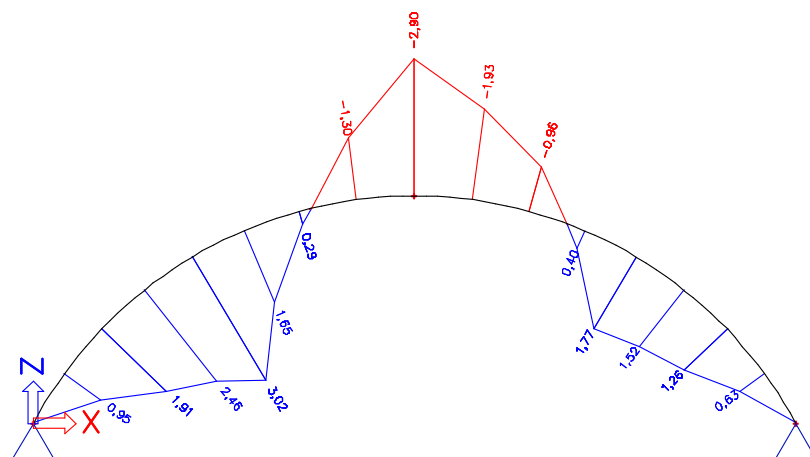
Obrázek 3-16 Zatížení



Obrázek 3-17 Normálová síla

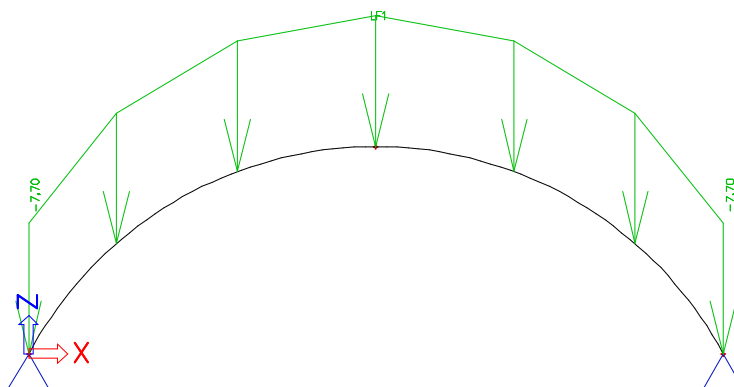


Obrázek 3-18 Posouvající síla

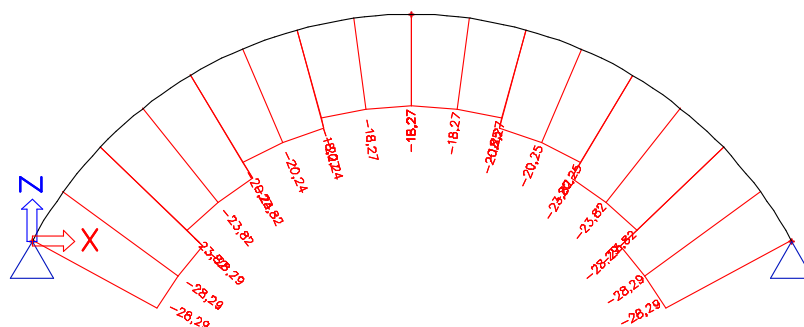


Obrázek 3-19 Moment

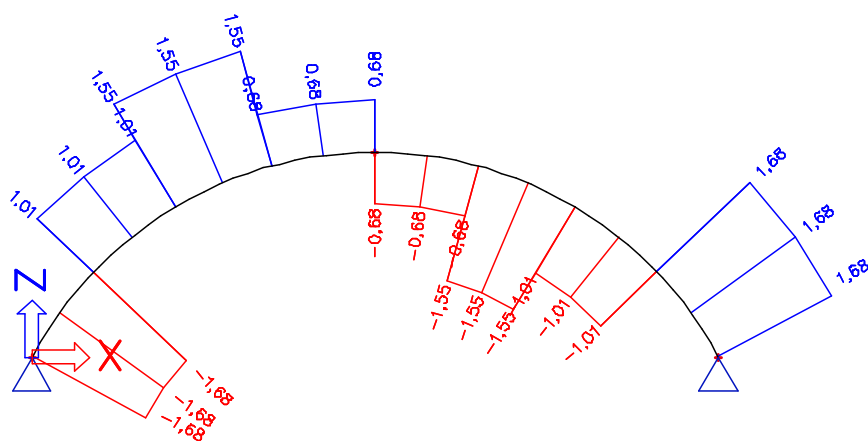
3.1.2.1.5 CPP



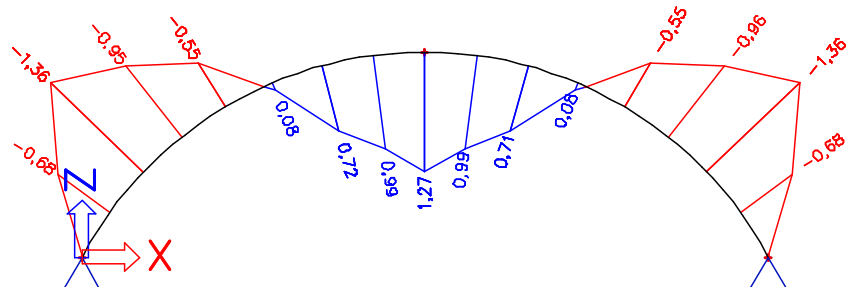
Obrázek 3-20 Zatížení



Obrázek 3-21 Normálová síla



Obrázek 3-22 Posouvající síla



Obrázek 3-23 Moment

Tabulka 3-2 Vnitřní síly klenby A od zatížení a jejich kombinace

	pata			čtvrtina			vrchol		
	M1	N1	T1	M2	N2	T2	M3	N3	T3
a) nahodilé	0,00	-12,00	1,03	-0,60	-9,00	0,96	0,76	-8,03	0,88
b) podlaha	0,00	-8,23	0,70	-0,41	-6,17	0,66	0,52	-5,50	0,60
c) zemina rov	0,00	-34,57	2,96	-1,74	-25,91	2,76	2,20	-23,12	2,52
d) zemina cíp	0,00	-58,42	2,35	3,02	-42,63	4,73	-2,90	-32,27	5,30
e) CPP	0,00	-28,29	1,68	-0,53	-23,82	1,55	1,27	-18,27	1,36
b+c+d+e	0,00	-129,51	7,69	0,34	-98,53	9,70	1,09	-79,16	9,78
a+b+c+d+e	0,00	-141,51	8,72	-0,26	-107,53	10,66	1,85	-87,19	10,66

3.1.2.2 Posouzení

$$f_k = K \times f_b^{0,7} \times f_m^{0,3} = 0,55 \times 13,5^{0,7} \times 0,6^{0,3} = 2,92 \text{ MPa}$$

$$f_b = 13,5 \text{ MPa}$$

$$f_m = 0,60 \text{ MPa}$$

$$K = 0,55$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{2,92}{2 \times 1 \times 1,25 \times 1} = 1,17 \text{ MPa}$$

3.1.2.2.1 Posouzení ve vrcholu

$$h_{ef} = 6,517 \text{ mm}$$

$$t_{eff} = t = 0,3 \text{ m}$$

$$h_{ef}/t_{ef} = 21,72 < 27$$

... Štíhlostní poměr vyhovuje kritériu pro mezní štíhlost.

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 1,45E-02 \text{ m}$$

$$e_m = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{init} = 0,0357 \text{ m}$$

$$e_{mk} = e_m + e_k = 0,0357 \text{ m}$$

$$u = \frac{\frac{h_{ef}}{t_{ef}} \times \sqrt{\frac{1}{1000}} - 0,063}{0,73 - 1,17 \times \frac{e_{mk}}{t}} = 1,106$$

$$A_1 = 1 - \frac{2 \times e_{mk}}{t} = 0,76$$

$$\phi_m = A_i \times e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,436$$

$$A = 0,3 \text{ m}^2$$

$$N_{rd} = \phi_m \times A \times f_d = 152,74 \text{ kN} > 87,19 \text{ kN}$$

$$T_{rd} = \mu \times N_{ed} = 0,6 \times N_{ed} = 52,31 > 10,66 \text{ kN}$$

... Vyhovuje

3.1.2.2.2 Posouzení ve čtvrtině

$$h_{ef} = 6,517 \text{ mm}$$

$$t_{\text{eff}} = t = 0,3 \text{ m}$$

$$h_{\text{ef}}/t_{\text{ef}} = 21,72 < 27$$

... Štíhlostní poměr vyhovuje kritériu pro mezní štíhlost.

$$e_{\text{init}} = h_{\text{ef}} / 450 = 1,45\text{E-}02 \text{ m}$$

$$e_m = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{\text{init}} = 1,69\text{E-}02 \text{ m}$$

$$e_{mk} = e_m + e_k = 1,69\text{E-}02 \text{ m}$$

$$u = \frac{\frac{h_{\text{ef}}}{t_{\text{ef}}} \times \sqrt{\frac{1}{1000}} - 0,063}{0,73 - 1,17 \times \frac{e_{mk}}{t}} = 0,94$$

$$A_1 = 1 - \frac{2 \times e_{mk}}{t} = 0,89$$

$$\phi_m = A_i \times e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,571$$

$$A = 0,3 \text{ m}^2$$

$$N_{rd} = \phi_m \times A \times f_d = 199,81 \text{ kN} > 107,53 \text{ kN}$$

$$T_{rd} = \mu \times N_{ed} = 0,6 \times N_{ed} = 59,12 > 0,26 \text{ kN}$$

... Vyhovuje

3.1.2.2.3 Posouzení v patě

$$h_{\text{ef}} = 6,517 \text{ mm}$$

$$t_{\text{eff}} = t = 0,3 \text{ m}$$

$$h_{\text{ef}}/t_{\text{ef}} = 21,72 < 27$$

... Štíhlostní poměr vyhovuje kritériu pro mezní štíhlost.

$$e_{\text{init}} = h_{\text{ef}} / 450 = 1,45\text{E-}02 \text{ m}$$

$$e_m = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{\text{init}} = 1,45\text{E-}02 \text{ m}$$

$$e_{mk} = e_m + e_k = 1,45\text{E-}02 \text{ m}$$

$$u = \frac{\frac{h_{\text{ef}}}{t_{\text{ef}}} \times \sqrt{\frac{1}{1000}} - 0,063}{0,73 - 1,17 \times \frac{e_{mk}}{t}} = 0,93$$

$$A_1 = 1 - \frac{2 \times e_{mk}}{t} = 0,90$$

$$\phi_m = A_i \times e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,588$$

$$A = 0,3 \text{ m}^2$$

$$N_{rd} = \phi_m \times A \times f_d = 205,95 \text{ kN} > 141,51 \text{ kN}$$

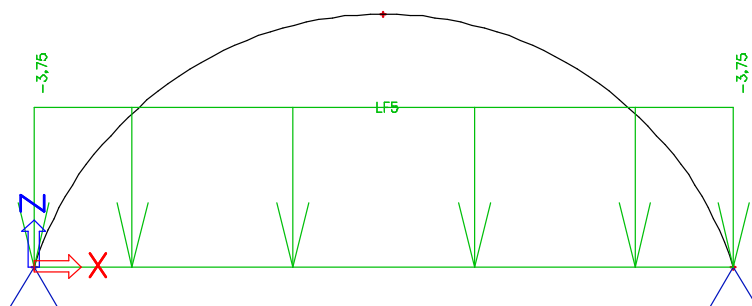
$$T_{rd} = \mu \times N_{ed} = 0,6 \times N_{ed} = 84,91 \text{ kN} > 8,72 \text{ kN}$$

... Vyhovuje

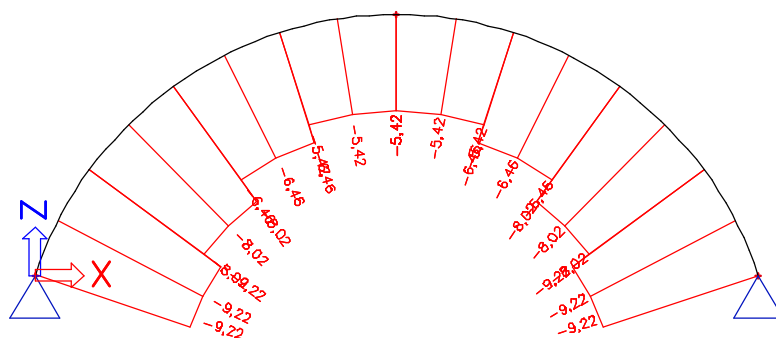
3.1.3 Klenba B

3.1.3.1 Vnitřní síly od zatížení

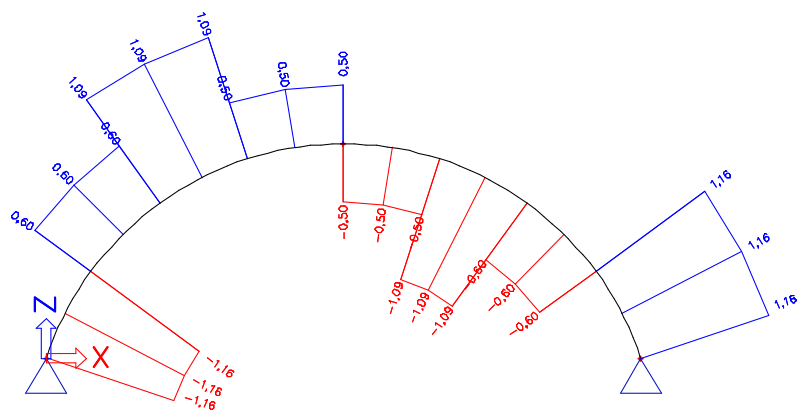
3.1.3.1.1 Nahodilé zatížení



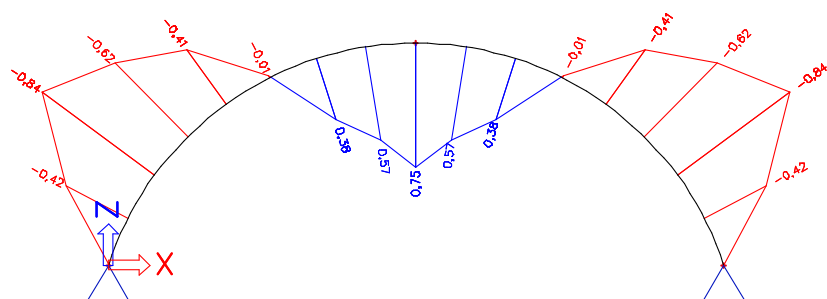
Obrázek 3-24 Zatížení



Obrázek 3-25 Normálová síla

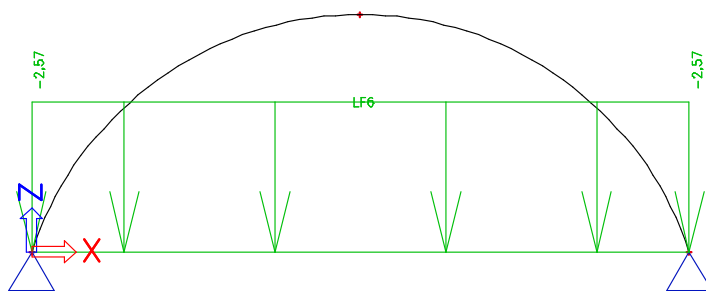


Obrázek 3-26 Posouvající síla

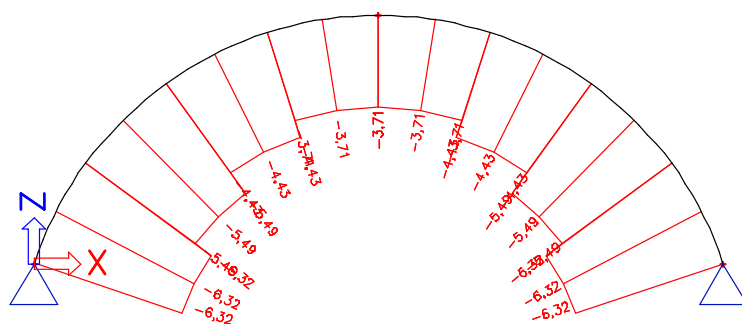


Obrázek 3-27 Moment

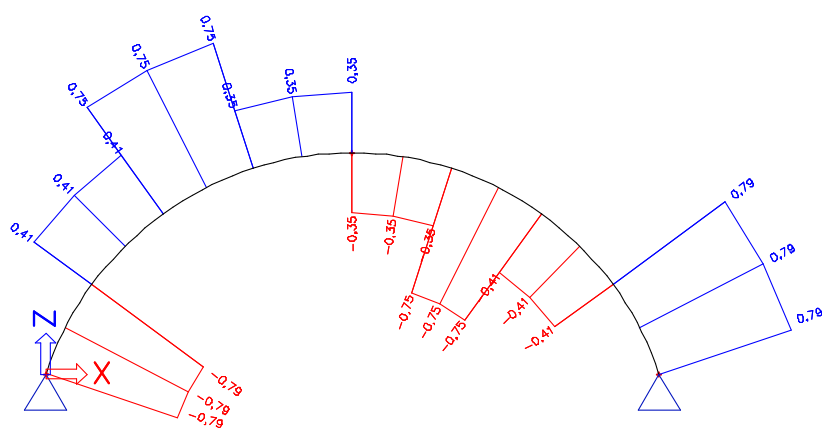
3.1.3.1.2 Podlaha



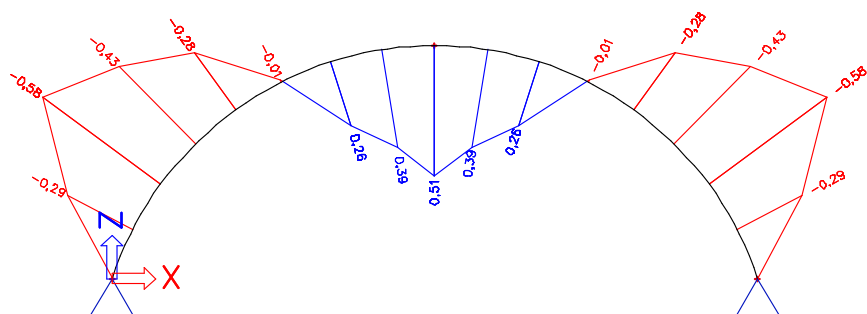
Obrázek 3-28 Zatížení



Obrázek 3-29 Normálová síla

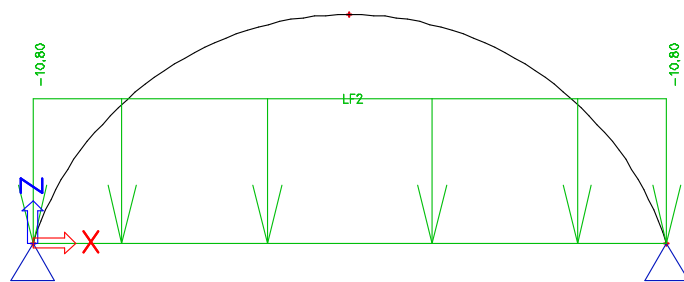


Obrázek 3-30 Posouvající síla

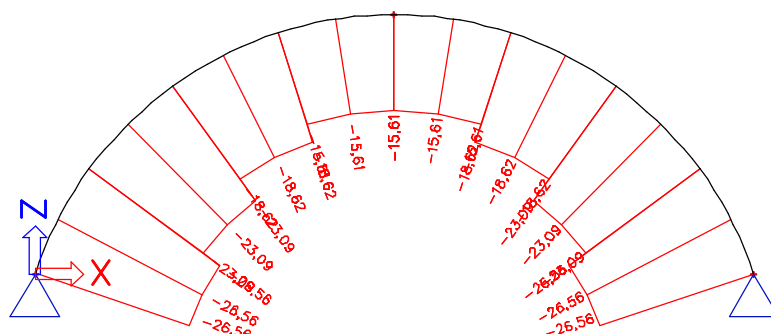


Obrázek 3-31Moment

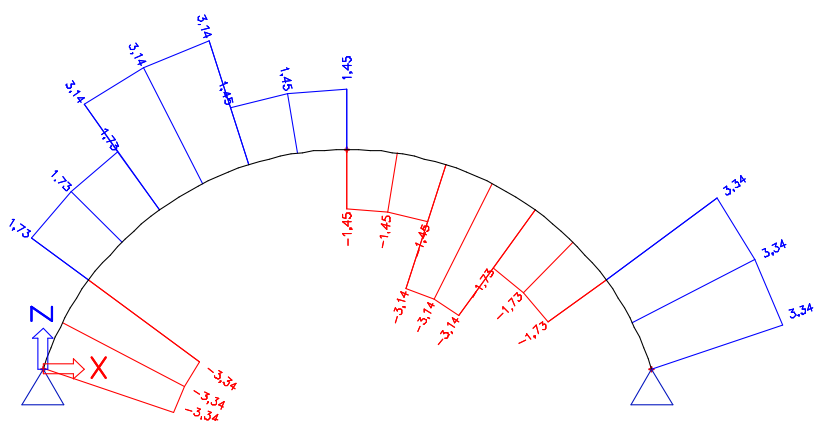
3.1.3.1.3 Zásyp 400 mm



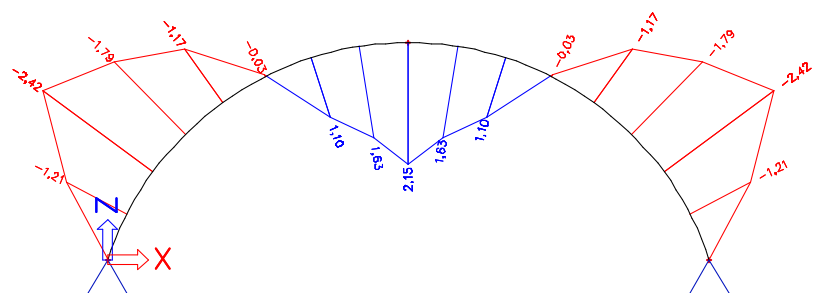
Obrázek 3-32 Zatížení



Obrázek 3-33 Normálová síla

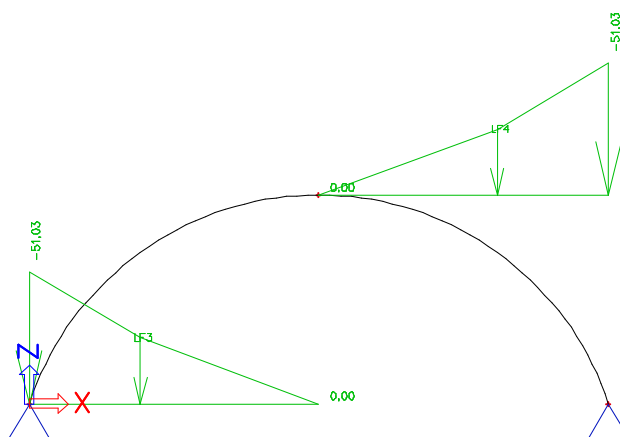


Obrázek 3-34 Posouvající síla

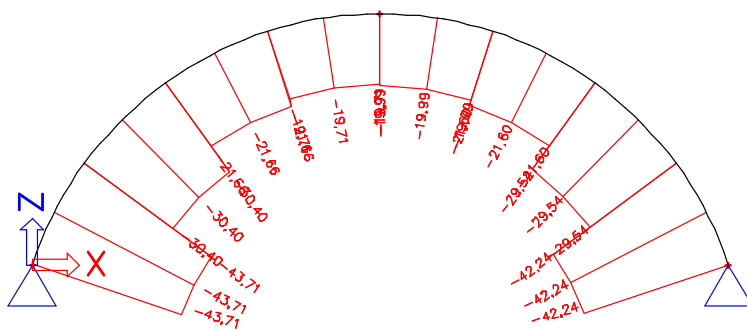


Obrázek 3-35 Moment

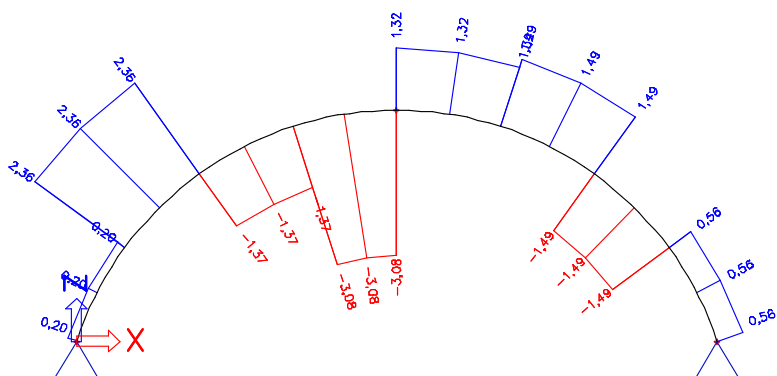
3.1.3.1.4 Zásyp cíp



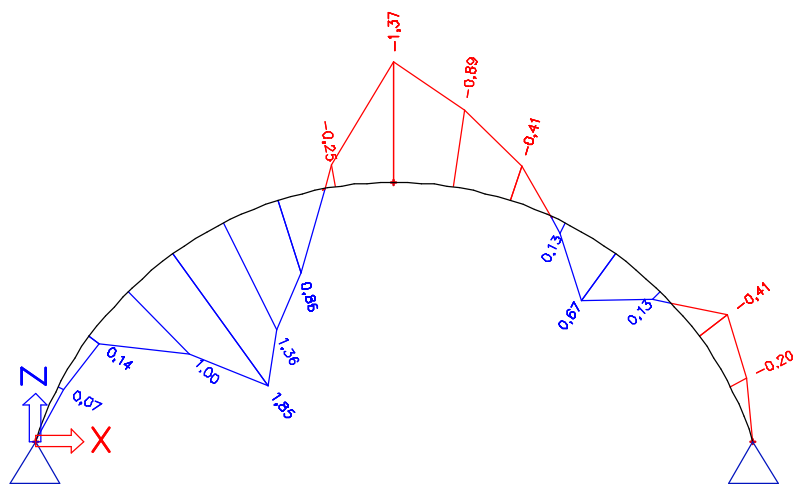
Obrázek 3-36 Zatížení



Obrázek 3-37 Normálová síla

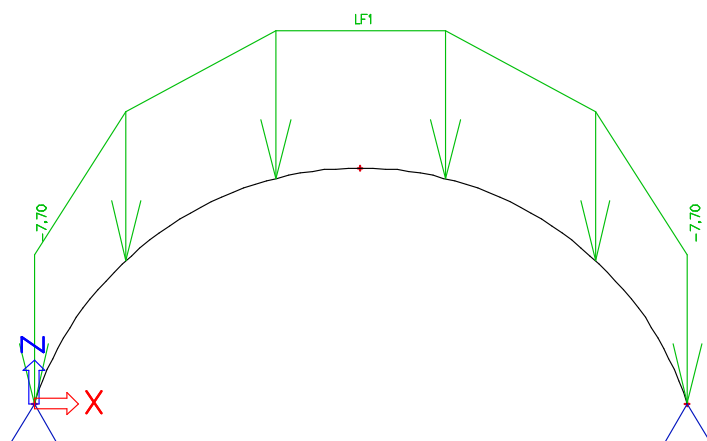


Obrázek 3-38 Posouvající síla

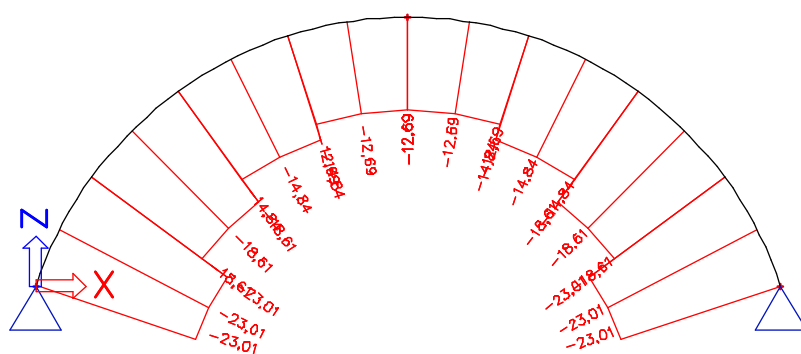


Obrázek 3-39 Moment

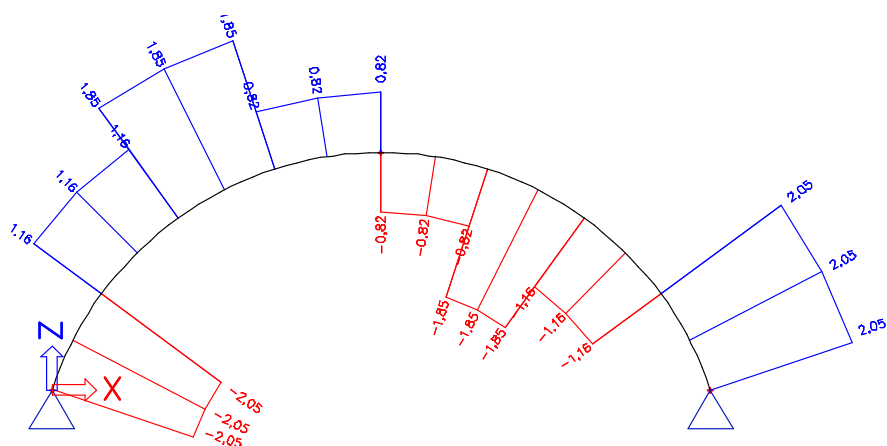
3.1.3.1.5 CPP



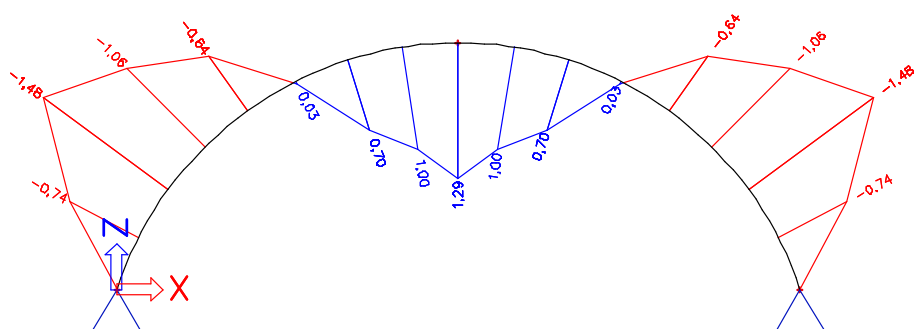
Obrázek 3-40 Zatížení



Obrázek 3-41 Normálová síla



Obrázek 3-42 Posouvající síla



Obrázek 3-43 Moment

Tabulka 3-3 Vnitřní síly klenby B od zatížení a jejich kombinace

	pata			čtvrtina			vrchol		
	M1	N1	T1	M2	N2	T2	M3	N3	T3
a) nahodilé	0,00	-9,22	1,16	-0,62	-8,02	1,09	0,75	-5,42	1,00
b) podlaha	0,00	-6,32	0,79	-0,43	-5,49	0,75	0,51	-3,71	0,70
c) zemina rov	0,00	-26,56	3,34	-1,79	-23,09	3,14	2,15	-15,61	2,90
d) zemina cíp	0,00	-43,71	0,56	1,85	-30,40	3,73	-1,37	-19,99	4,40
e) vlastní	0,00	-23,01	2,05	-1,06	-18,61	1,85	1,29	-12,69	1,64
b+c+d+e	0,00	-99,60	6,74	-1,43	-77,59	9,47	2,58	-52,00	9,64
a+b+c+d+e	0,00	-108,82	7,90	-2,05	-85,61	10,56	3,33	-57,42	10,64

3.1.3.1 Posouzení

$$f_k = K \times f_b^{0,7} \times f_m^{0,3} = 0,55 \times 13,5^{0,7} \times 0,6^{0,3} = 2,92 \text{ MPa}$$

$$f_b = 13,5 \text{ MPa}$$

$$f_m = 0,60 \text{ MPa}$$

$$K = 0,55$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{2,92}{2 \times 1 \times 1,25 \times 1} = 1,17 \text{ MPa}$$

3.1.3.1.1 Posouzení ve vrcholu

$$h_{ef} = 6,162 \text{ mm}$$

$$t_{eff} = t = 0,3 \text{ m}$$

$$h_{ef}/t_{ef} = 20,54 < 27$$

... Štíhlostní poměr vyhovuje kritériu pro mezní štíhlost.

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 1,37\text{E-}02 \text{ m}$$

$$e_m = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{init} = 0,0717 \text{ m}$$

$$e_{mk} = e_m + e_k = 0,0717 \text{ m}$$

$$u = \frac{\frac{h_{ef}}{t_{ef}} \times \sqrt{\frac{1}{1000}} - 0,063}{0,73 - 1,17 \times \frac{e_{mk}}{t}} = 1,30$$

$$A_1 = 1 - \frac{2 \times e_{mk}}{t} = 0,52$$

$$\phi_m = A_i \times e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,224$$

$$A = 0,3 \text{ m}^2$$

$$N_{rd} = \phi_m \times A \times f_d = 78,30 \text{ kN} > 57,42 \text{ kN}$$

$$T_{rd} = \mu \times N_{ed} = 0,6 \times N_{ed} = 34,45 > 10,64 \text{ kN}$$

... Vyhovuje

3.1.3.1.2 Posouzení ve čtvrtině

$$h_{ef} = 6,162 \text{ mm}$$

$$t_{eff} = t = 0,3 \text{ m}$$

$$h_{ef}/t_{ef} = 20,54 < 27$$

... Štíhlostní poměr vyhovuje kritériu pro mezní štíhlost.

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 1,37\text{E-}02 \text{ m}$$

$$e_m = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{init} = 0,0376 \text{ m}$$

$$e_{mk} = e_m + e_k = 0,0376 \text{ m}$$

$$u = \frac{\frac{h_{ef}}{t_{ef}} \times \sqrt{\frac{1}{1000}} - 0,063}{0,73 - 1,17 \times \frac{e_{mk}}{t}} = 1,01$$

$$A_1 = 1 - \frac{2 \times e_{mk}}{t} = 0,75$$

$$\phi_m = A_i \times e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,452$$

$$A = 0,3 \text{ m}^2$$

$$N_{rd} = \phi_m \times A \times f_d = 158,17 \text{ kN} > 85,61 \text{ kN}$$

$$T_{rd} = \mu \times N_{ed} = 0,6 \times N_{ed} = 46,55 > 10,56 \text{ kN}$$

... Vyhovuje

3.1.3.1.3 Posouzení v patě

$$h_{ef} = 6,162 \text{ mm}$$

$$t_{eff} = t = 0,3 \text{ m}$$

$$h_{ef}/t_{ef} = 20,54 < 27$$

... Štíhlostní poměr vyhovuje kritériu pro mezní štíhlost.

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 1,37\text{E-}02 \text{ m}$$

$$e_m = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{init} = 1,37\text{E-}02 \text{ m}$$

$$e_{mk} = e_m + e_k = 1,37\text{E-}02 \text{ m}$$

$$u = \frac{\frac{h_{ef}}{t_{ef}} \times \sqrt{\frac{1}{1000}} - 0,063}{0,73 - 1,17 \times \frac{e_{mk}}{t}} = 0,87$$

$$A_1 = 1 - \frac{2 \times e_{mk}}{t} = 0,91$$

$$\phi_m = A_i \times e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,624$$

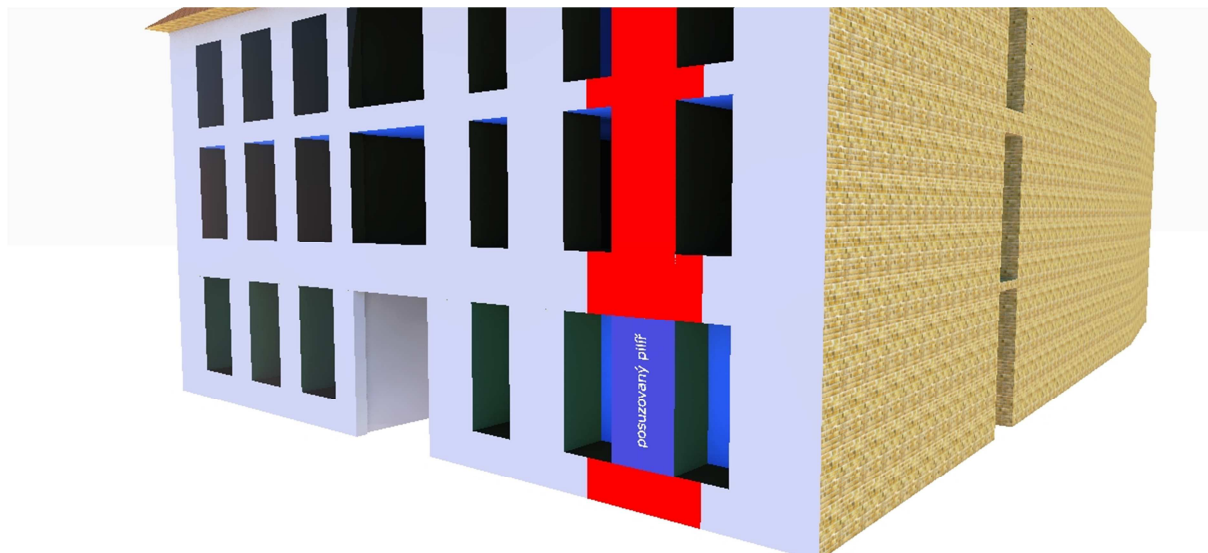
$$A = 0,3 \text{ m}^2$$

$$N_{rd} = \phi_m \times A \times f_d = 218,51 \text{ kN} > 108,82 \text{ kN}$$

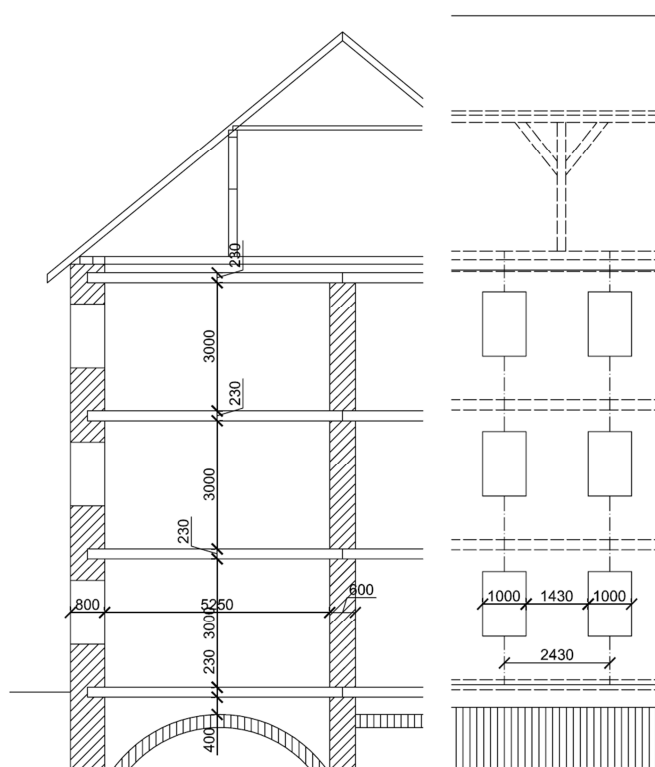
$$T_{rd} = \mu \times N_{ed} = 0,6 \times N_{ed} = 65,29 > 7,90 \text{ kN}$$

... Vyhovuje

3.2 ZDĚNÝ PILÍŘ V 1. NP



Obrázek 3-44 Posuzovaný zděný pilíř v 1. NP

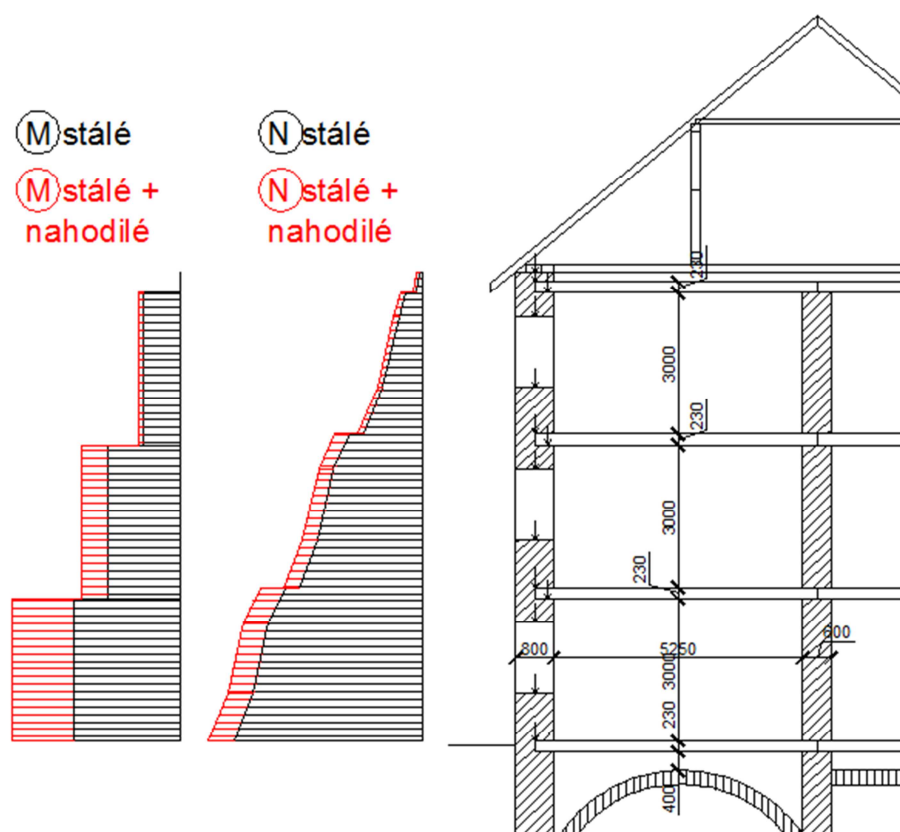


Obrázek 3-45 Schéma konstrukce křídla A pro tvorbu zatížení pilíře

3.2.1 Zatížení

Tabulka 3-4 Zatížení zděného pilíře

	[kN/m ²]	ZŠ [m]	[kN/m]	l [m]	[kN]	suma [kN]	vyvozený moment [kNm]	suma [kNm]
Stálé zatížení								
krytina	0,55	4,00	2,20	2,43	5,35	5,35	0,00	0,00
krokve	0,41	1,00	0,41	4,00	1,62	6,97	0,00	0,00
pozednice a vazný trám	0,20	1,00	0,20	2,43	0,48	7,44	0,00	0,00
nadezdívka 3NP	15,20	2,43	36,94	0,43	15,88	23,32	0,00	0,00
podlaha půda	1,50	2,43	3,65	2,63	9,57	32,89	2,55	2,55
strop 3NP	3,00	2,43	7,29	2,63	19,14	52,03	5,11	7,66
pilíř 3NP	15,20	1,43	21,74	1,50	32,60	84,63	0,00	7,66
podezdívka 3NP	15,20	2,43	36,94	1,12	41,18	125,82	0,00	7,66
podlaha 3NP	1,50	2,43	3,65	2,63	9,57	135,39	2,55	10,22
strop3NP	3,00	2,43	7,29	2,63	19,14	154,52	5,11	15,33
nadezdívka 2NP	15,20	2,43	36,94	0,93	34,35	188,87	0,00	15,33
pilíř 2NP	15,20	1,43	21,74	1,50	32,60	221,48	0,00	15,33
podezdívka 2NP	15,20	2,43	36,94	1,12	41,18	262,66	0,00	15,33
podlaha 2NP	1,50	2,43	3,65	2,63	9,57	272,23	2,55	17,88
strop 2NP	3,00	2,43	7,29	2,63	19,14	291,36	5,11	22,99
nadezdívka 1NP	15,20	2,43	36,94	0,93	34,35	325,71	0,00	22,99
pilíř 1NP	15,20	1,43	21,74	1,50	32,60	358,32	0,00	22,99
podezdívka 1NP	15,20	2,43	36,94	1,12	41,18	399,50	0,00	22,99
Nahodilé zatížení								
<i>Sníh</i>								
sníh	0,67	4,00	2,67	2,43	6,48	6,48	0,00	0,00
<i>Užitné zatížení</i>								
půda	0,75	2,43	1,82	2,63	4,78	4,78	1,28	1,28
3NP	2,50	2,43	6,08	2,63	15,95	20,73	4,26	5,54
příčky 3NP	0,80	2,43	1,94	2,63	5,10	25,83	1,36	6,90
2NP	2,50	2,43	6,08	2,63	15,95	41,78	4,26	11,16
příčky 2NP	0,80	2,43	1,94	2,63	5,10	46,88	1,36	12,52



Obrázek 3-46 Normálová síla a moment po výšce budovy

3.2.2 Kombinace ve středu pilíře s nejhorším účinkem

$$f_d = 1,35 \times \sum G_k + 1,5 * \sum Q_k$$

$$f_{d,F} = 1,35 \times \sum G_{k,F} + 1,5 * \sum Q_{k,F} = 342,02 \text{ kN}$$

$$f_{d,M} = 1,35 \times \sum G_{k,M} + 1,5 * \sum Q_{k,M} = 35,51 \text{ kNm}$$

3.2.3 Posouzení

$$f_k = K \times f_b^{0,7} \times f_m^{0,3} = 0,55 \times 13,5^{0,7} \times 0,6^{0,3} = 2,89 \text{ MPa}$$

$$f_b = 13,5 \text{ MPa}$$

$$f_m = 0,58 \text{ MPa}$$

$$K = 0,55$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{2,92}{2 \times 1 \times 1,25 \times 1} = 1,16 \text{ MPa}$$

$$h_{ef} = 3,0 \text{ m}$$

$$t_{eff} = t = 0,8 \text{ m}$$

$$h_{ef}/t_{ef} = 3,75 < 27$$

... Štíhlostní poměr vyhovuje kritériu pro mezní štíhlost.

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 8,33\text{E-}03 \text{ m}$$

$$e_m = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{init} = 1,12\text{E-}01 \text{ m}$$

$$e_{mk} = e_m + e_k = 1,12\text{E-}01 \text{ m}$$

$$u = \frac{\frac{h_{ef}}{t_{ef}} \times \sqrt{\frac{1}{1000}} - 0,063}{0,73 - 1,17 \times \frac{e_{mk}}{t}} = 0,098$$

$$A_1 = 1 - \frac{2 \times e_{mk}}{t} = 0,72$$

$$\phi_m = A_i \times e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,716$$

$$A = 1,44 \text{ m}^2$$

$$N_{rd} = \phi_m \times A \times f_d = 946,475 \text{ kN} > 342,02 \text{ kN}$$

... Vyhovuje

4 ZHODNOCENÍ KONSTRUKCE A NÁVRH REKONSTRUKCE VYBRANÉ ČÁSTI OBJEKTU.

Předmětem této diplomové práce bylo zhodnocení konstrukce křídla A objektu na adrese Rumiště 8, Brno pro budoucí rekonstrukci. Pomocí průniku metod bylo možno určit pravděpodobné stáří objektu. Ten byl v původním stavu s největší pravděpodobností postaven před rokem 1858. Dle faktických ukazatelů na konstrukci byl určen vývoj stavebních zásahů do celého objektu popsany v kapitole 1.4.

Prvotní prohlídka nezaznamenala na konstrukci vážné statické problémy vyjma havarijního stavu konstrukce pavlače, která na první pohled vykazovala fatální poškození, která je nutno okamžitě odstranit.

Na základě prvotní prohlídky byl stanoven obsah stavebně technického průzkumu křídla A, který byl následně proveden.

Vlastnosti svislých nosných konstrukcí byly stanoveny na základě hodnot zjištěných pomocí destruktivních, semidestruktivních i nedestruktivních zkoušek dle kapitoly 2.1. Pro **zdivo 1. PP, 1. NP a 2. NP byla určena pevnost malty f_m 0,60 MPa a normalizovaná pevnost zdících prvků f_b 13,5 MPa. Pro 3. NP a štítové stěny byla určena pevnost malty f_m 0,41 MPa a normalizovaná pevnost zdících prvků f_b 9,2 MPa.**

Vodorovné nosné konstrukce byly diagnostikovány dle jejich konstrukce. Klenby ve sklepech byly zkoušeny, stejně jako zde se nacházející zdivo, pomocí destruktivních, semidestruktivních i nedestruktivních zkoušek. **Pevnost malty konstrukce kleneb byla určena hodnotou f_m 0,56 MPa a normalizovaná pevnost zdících prvků hodnotou f_b 13,5 MPa.** Stropní konstrukci 2. a 3. NP bohužel nebylo možno diagnostikovat, nicméně pro kompletní hodnocení konstrukce je tato informace zásadní. **Proto doporučuji před jakýmkoliv stavebním zásahem do konstrukce tuto diagnostiku doplnit.** Stanovení skladby a stavu stropní konstrukce 3.NP bylo provedeno pomocí dvou sond v podlaze půdního prostoru. Jedná se o **klasický trámový strop bez známek poškození.** Při změně užívání půdního prostoru je nezbytností zhotovit statický výpočet dle parametrů zjištěných tímto stavebně technickým průzkumem.

Diagnostikou krovu křídla A se zabývá diplomová práce Bc. Kateřiny Zouharové, která poskytla pro účely této diplomové práce zprávu o stavebně – technickém průzkumu krovu. Zpráva popisuje konstrukci jako krov vaznicové soustavy, podepřen sloupky stojatých

stolic, se šikmými vzpěrami. Stavebně technický průzkum byl uskutečněn pomocí vizuálních metod a přístrojů Hygrotest 6500 a Pilodyn 6 J. Dřevo bylo určeno jako jedlové s pevností C30. **Byly zjištěny poruchy krovu a to natočení krovu proti směru hodinových ručiček v důsledku přetížení přístavkem na západní straně budovy a také napadení hnilobou v místech zvýšené vlhkosti zatékáním do střešní konstrukce.**

Po stanovení pevnostních parametrů konstrukce křídla A byly provedeny statické výpočty kritických částí nosné konstrukce, jmenovitě kleneb ve sklepech a zděného pilíře v 1. NP z uliční fronty. **Tyto části konstrukce vyhovují a není třeba jejich statického zajištění ani rekonstrukce.**

Na základě informací, které bylo možno získat průzkumem, se dá konstatovat, že **křídlo A nevykazuje závažné statické problémy vyjma nevyhovující konstrukce pavlače a místních poruch krovu** vlivem zvýšené vlhkosti způsobené místními poruchami střešního pláště. Konstrukci pavlače doporučuji neodkladně nahradit novou.

- [1] HOBST, Leonard a kol. Diagnostika stavebních konstrukcí - přednášky. Brno : Studijní opora VUT, 2005.
- [2] PUME, Dimitrij and ČERMÁK, František a kol. Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí. Praha : ABF, 1993.
- [3] ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí. Praha : Český normalizační institut, 2005.
- [4] ADÁMEK, Jiří a kol. Stavební látky MODUL BI01-M04 Keramika, dřevo, kovy a sklo. Brno : Studijní opora VUT, 2004. p. 16.
- [5] KOTLÍK, Petr a kol. Stavební materiály historických objektů. Praha : VŠCHT Praha, 2007. ISBN 978-80-7080-347-9.
- [6] BROUKALOVÁ, Iva and KOŠATKA, Pavel. Navrhování zděných konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1996. Praha : Informační centrum ČKAIT, 2010. ISBN 978-80-87438-02-2.
- [7] ČSN EN 772-1 Zkušební metody pro zdící prvky - část 1: Stanovení pevnosti v tlaku. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [8] http://www.szk.fce.vutbr.cz/vyuka/BI52/ESF_C3_N%C2%A0vod.pdf. Vývrty: Odběr, popis a zkoušení v tlaku. [Online] [Cited: 12 9, 2014.]
- [9] http://www.szk.fce.vutbr.cz/vyuka/BI52/ESF_C4_N%C2%A0vod.pdf. Zkoušení cihelného zdiva v konstrukci. [Online] [Cited: 12 9, 2014.]
- [10] ČSN EN 1015-11 Zkušební metody malt pro zdivo - Část 11: Stanovení pevnosti zatvrdlých malt v tahu za ohybu a v tlaku. Praha : Český normalizační institut, 2000.
- [11] ČSN ISO 13822. Česká technická norma; Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí. Praha, Český normalizační institut, srpen 2005. 72 s.
- [12] KLOIBER, Michal. Nedestruktivní zjišťování vlastností dřeva. Brno, 2007. 208 s. Dizertační práce na Lesnické a dřevařské fakultě MENDELU na Ústavu nauky o dřevě. Vedoucí dizertační práce Doc. Dr. Ing. Petru Horáček.
- [13] KŘIVÁNKOVÁ, Soňa. Diagnostické metody pro ověřování míry poškození a materiálových charakteristik dřevěných prvků. Brno, 2011. 69 s., 14 s. příl. Bakalářská práce

na Stavební fakultě VUT na Ústavu stavebního zkušebnictví. Vedoucí bakalářské práce Ing. Věra Heřmánková, Ph.D.

[14] HEŘMÁNKOVÁ V.; KLOIBER M.; TIPPNER J., ANTON O. Diagnostické metody pro hodnocení konstrukčního dřeva. Brno, příspěvek do konference zkoušení a jakost ve stavebnictví, 2011.

[15] Kasal, B., Drdáký, M. Jirovsky. I.: Semi-destructive methods for evaluation of timber structures. Structural Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture VIII. C.A. Brebia, Editor. Advances in Architecture. WIT Press. Southampton, 2003, pp. 835–842.

[16] ČSN EN 384. Česká technická norma; Konstrukční dřevo – Stanovení charakteristických hodnot mechanických vlastností a hustoty. Praha, Český normalizační institut, říjen 2010. 20s.

[17] ANTON, Ondřej a CIKRLE. Kvalita cihlářských a železných stavebních prvků v Brně v poslední třetině 19. století: Odborný seminář K historii průmyslu a techniky na Moravě a ve Slezsku III. Od konce 18. století do roku 1918 29. – 30. října 2014 [prezentace]. [cit. 26. 11. 2014].

[18] Odporový vlhkoměr se zarážecími hroty. [Http://www.e-pristroje.cz](http://www.e-pristroje.cz) [online]. [cit. 26. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.e-pristroje.cz/pictures/vlhkomery/v312.jpg>

[19] Pilodyn 6J Forest. FERRET.COM.AU. Ferret [online]. [cit. 26. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.ferret.com.au/c/hylec-controls/pilodyn-wood-density-meter-from-hylec-n852069>

[20] Mapy Brna. WALTER, Vilém. Vilemwalter.cz [online]. 2008 [cit. 26. 11. 2014]. Dostupné z: vilemwalter.cz

[20] Otto Witrofsky: podnikatel ve výrobě chemických přípravků pro potravinářství. Encyklopedie Brna [online]. 2008 [cit. 2015-01-14]. Dostupné z: <http://encyklopedie.brna.cz>

[21] ZOUHAROVÁ, Kateřina. Zpráva o stavebně - technickém průzkumu dřevěného krovu v objektu Rumiště 8, Brno. Brno, 2015.

SEZNAM TABULEK

A) Teoretická část

Tabulka 2-1 Součinitel tvaru δ vyjadřující vliv rozměrů zkušebního vzorku změřených po úpravě povrchu vzorku [7] 20

B) Praktická část

Tabulka 1-1 Cihly s označením A a S	48
Tabulka 1-2 Cihly se značkami F a C	49
Tabulka 1-3 Cihly se značkami R a D	49
Tabulka 1-4 Obsah stavebně technického průzkumu	53
Tabulka 2-1 Vyhodnocení pevnosti v tlaku malty zdiva na základě vrtné metody ve štitových stěnách	54
Tabulka 2-2 Vyhodnocení pevnosti v tlaku malty zdiva na základě vrtné metody ve sklepech objektu	56
Tabulka 2-3 Pevnost v tlaku cihel na jižní štitové stěně	58
Tabulka 2-4 Pevnost v tlaku cihel typu na severní štitové stěně	59
Tabulka 2-5 Pevnost v tlaku cihel typu ve sklepech	60
Tabulka 2-6 Popis odebraných cihel	61
Tabulka 2-7 Zkoušení cihel ve stavu přirozeně vlhkém, celý výběr	61
Tabulka 2-8 Zkoušení cihel z půdy ve stavu přirozeně vlhkém	62
Tabulka 2-9 Zkoušení cihel ze sklepa ve stavu přirozeně vlhkém	63
Tabulka 2-10 Vyhodnocení pevnosti v tlaku malty klenby na základě vrtné metody	64
Tabulka 2-11 Pevnost v tlaku cihel ve sklepech	66
Tabulka 3-1 Zatížení kleneb	74
Tabulka 3-2 Vnitřní síly klenby A od zatížení a jejich kombinace	81
Tabulka 3-3 Vnitřní síly klenby B od zatížení a jejich kombinace	90
Tabulka 3-4 Zatížení zděného pilíře	94

SEZNAM OBRÁZKŮ

A) Teoretická část

Obrázek 2-1 Základní vazby cihelného zdiva. 1) běhounová, 2) vazáková, 3) polokřížová, 4) křížová [1] 18

Obrázek 2-2 Odběr vzorků zdiva o průměru 75 mm jádrovým vrtáním a zkušební tělesa 21

Obrázek 2-3 Tvrdoměr Schmidt LB – pro zkoušení cihelného zdiva. [1]..... 22

Obrázek 2-4 Kalibrační vztah pro stanovení pevnosti v tlaku starých plných pálených cihel z hodnoty odrazu měřené tvrdoměrem Schmidt LB [9] 23

Obrázek 2-5 **Upravené vrtačky pro zkoušení pevnosti malty ve spárách – ruční a elektrická..... 24**

Obrázek 2-6 Umístění vrtu ve spáře zdiva řez zdivem [1]..... 25

Obrázek 2-7 Rozmístění vrtů ve spáře a vzdálenosti od okraje [1] 25

Obrázek 2-8 Kalibrační vztah pro pevnost v tlaku malty ve spáře zdiva z hloubky vrtu pro pevnost v tlaku malty ve spáře zdiva z hloubky vrtu pro ruční a elektrickou vrtačku [9] 26

Obrázek 3-1 Odporový vlhkoměr se zarážecími hroty [18]..... 32

Obrázek 3-2 Ultrazvukový přístroj TICO umožňuje použití více sond o různých frekvencích [14] 33

Obrázek 3-3 Možnosti přikládání sond při měření ultrazvukem: A - přímé měření podél vláken, B - nepřímé měření podél vláken, C - přímé měření napříč vlákny [12]..... 33

Obrázek 3-4 Pilodyn 6J Forest [19] 35

Obrázek 3-5 Resistograph od firmy Rinntech [14] 36

Obrázek 3-6 Zatěžovací čelist s vyfrézovanou drážkou [14]..... 37

Obrázek 3-7 Obraz získaný pomocí přístroje Videoprobe XL PRO z jednotlivých vrtaných sond [14]..... 38

B) Praktická část

Obrázek 1-1 Lokalizace objektu 44

Obrázek 1-2 Vizualizace objektu 45

Obrázek 1-3 Vizualizace řezu v 1.NP	45
Obrázek 1-4 Vizualizace řezu v 2.NP	45
Obrázek 1-5 Vizualizace řezu v 3.NP	46
Obrázek 1-6 Vizualizace řezu krovem	46
Obrázek 1-7 Umgebung von Brünn und Turas z roku 1835 [20]	47
Obrázek 1-8 Karte der Umgegend von Brünn und Turas z roku 1839 [20].....	47
Obrázek 1-9 Umgebung von Brünn und Turas z roku 1854 [20]	47
Obrázek 1-10 Doležalův situační plán města Brna 1:5 760 z roku 1858 [20]	47
Obrázek 1-11 Katastrální plán Brna 1:2 880 z roku 1906 [20].....	47
Obrázek 1-12 Cihly se značkami A a S.....	48
Obrázek 1-13 Cihly se značkami F a C.....	48
Obrázek 1-14 Cihly se značkami R a D	49
Obrázek 1-15 Prvky pavlače ve stropní konstrukci křídla B	50
Obrázek 1-16 Architektonická rozdílnost křídla A a křídel B a C.....	51
Obrázek 1-17 Původní krytina nalezená v půdním prostoru křídla A.....	51
Obrázek 1-18 Konstrukce pavlače	52
Obrázek 1-19 Trhlina v napojení křídla A a D.....	53
Obrázek 2-1 Typická maltová spára.....	54
Obrázek 2-2 Stanovení pevnosti malty pomocí „Kučerovy vrtačky“	54
Obrázek 2-3 Zkušební místa 1.–7.	55
Obrázek 2-4 Zkušební místa 8.–15.	56
Obrázek 2-5 Zkušební místa 16.-18.	57
Obrázek 2-6 Zkušební místa 19.-21.	57
Obrázek 2-7 Upravené zkušební místo pro tvrdoměrnou zkoušku pomocí přístroje Schmidt LB.....	58
Obrázek 2-8 Odebrané zdící prvky	61

Obrázek 2-9 Napojení klenby A na nosnou stěnu	64
Obrázek 2-10 Klenba A.....	64
Obrázek 2-11 Zkušební místa 1.–15.	65
Obrázek 2-12 Stejnorodost zdících prvků ve sklepe	67
Obrázek 2-13 Místa zhotovení kopaných sond	68
Obrázek 2-14 Sonda 1	68
Obrázek 2-15 Sonda 2	68
Obrázek 2-16 Konstrukce stropní konstrukce ve 3. NP	69
Obrázek 2-17 Cihelné podlahové tvarovky.....	69
Obrázek 2-18 Materiál násypu	69
Obrázek 2-19 Dispoziční uspořádání krovu [21]	70
Obrázek 2-20 1. a 21. příčná plná vazba [21]	71
Obrázek 2-21 5., 9., 13. a 17. příčná plná vazba [21]	71
Obrázek 2-22 2., 3., 4., 6., 10., 11., 12., 14., 15., 16., 18. a 19. příčná prázdná vazba [21]..	72
Obrázek 3-1 Vizualizace zaklenutí sklepu	73
Obrázek 3-2 Zatížení klenby A	73
Obrázek 3-3 Zatížení klenby B	74
Obrázek 3-4 Zatížení	75
Obrázek 3-5 Normálová síla	75
Obrázek 3-6 Posouvající síla.....	75
Obrázek 3-7 Moment	76
Obrázek 3-8 Zatížení	76
Obrázek 3-9 Normálová síla	76
Obrázek 3-10 Posouvající síla.....	77
Obrázek 3-11 Moment	77
Obrázek 3-12 Zatížení	77

Obrázek 3-13 Normálová síla	78
Obrázek 3-14 Posouvající síla.....	78
Obrázek 3-15 Moment	78
Obrázek 3-16 Zatížení	79
Obrázek 3-17 Normálová síla	79
Obrázek 3-18 Posouvající síla.....	79
Obrázek 3-19 Moment	80
Obrázek 3-20 Zatížení	80
Obrázek 3-21 Normálová síla	80
Obrázek 3-22 Posouvající síla.....	81
Obrázek 3-23 Moment	81
Obrázek 3-24 Zatížení	84
Obrázek 3-25 Normálová síla	84
Obrázek 3-26 Posouvající síla.....	85
Obrázek 3-27 Moment	85
Obrázek 3-28 Zatížení	85
Obrázek 3-29 Normálová síla	86
Obrázek 3-30 Posouvající síla.....	86
Obrázek 3-31Moment	86
Obrázek 3-32 Zatížení	87
Obrázek 3-33 Normálová síla	87
Obrázek 3-34 Posouvající síla.....	87
Obrázek 3-35 Moment	87
Obrázek 3-36 Zatížení	88
Obrázek 3-37 Normálová síla	88
Obrázek 3-38 Posouvající síla.....	88

Obrázek 3-39 Moment	89
Obrázek 3-40 Zatížení	89
Obrázek 3-41 Normálová síla	89
Obrázek 3-42 Posouvající síla.....	90
Obrázek 3-43 Moment	90
Obrázek 3-44 Posuzovaný zděný pilíř v 1. NP	93
Obrázek 3-45 Schéma konstrukce křídla A pro tvorbu zatížení pilíře	93
Obrázek 3-46 Normálová síla a moment po výšce budovy	95

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Seznam není kompletní, některé zkratky či symboly byly vysvětleny v teoretické části této práce.

A	plocha
b	šířka
d	hloubka vrtu
d_m	průměrná hloubka vrtu
D_r	objemová hmotnost
E_{cu}	dynamický modul pružnosti
e_i	výstřednost normálové síly v patě klenby
e_k	výstřednost od účinků dotvarování
e_m	výslednost od účinků zatížení
e_{mk}	výslednost normálové síly působící ve vrcholu klenby
F	síla
f_b	návrhová pevnost zdiva
f_{b,e}	pevnost v tlaku cihel dle kalibračního vztahu
f_{b,u}	průměrná pevnost v tlaku kusového staviva
f_{d0}	návrhová hodnota síly od vlastní tíhy
f_{d1}	návrhová hodnota síly od přitížení zeminou
f_k	charakteristická pevnost zdiva
F_{k0}	síla od vlastní tíhy
F_{k1}	síla od přitížení zeminou
f_m	pevnost v tlaku malty
f_{m0}	pevnost v tlaku malty dle kalibračního vztahu
F_{qd}	návrhová hodnota síly od užitého zatížení
F_{qk}	síla od užitého zatížení

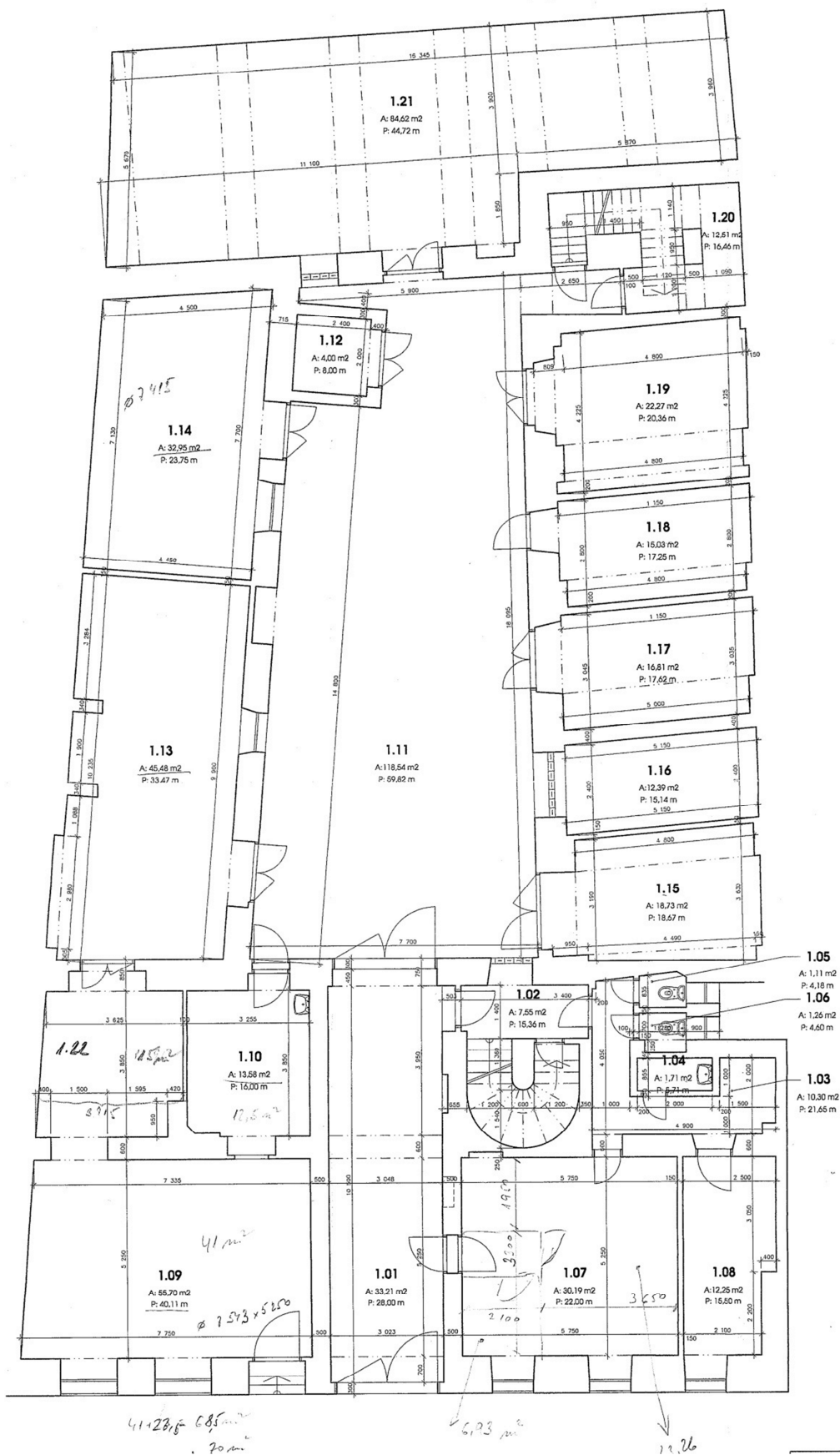
H	horizontální síla v klenbě
h	výška
h_{ef}	účinná výška
l	délka
m_r	hmotnost
m_x	průměr
n	počet vzorků
N_{Ed}	návrhová hodnota svislé normálové síly
N_{Rd}	návrhová únosnost v tlaku
Ø	průměr
q_k	užitné zatížení
R	upravený průměr
R_a	podporová reakce klenby
s	sekundy
S	délka klenby
STP	stavebně technický průzkum
s_x	směrodatná odchylka
t	tloušťka klenby
t_{ef}	účinná tloušťka
t_n	součinitel odhadu konfidenčního intervalu
V	jádrový vývrt
v_L	rychlost ultrazvuku
W	vlhkost hmotnostní
x	vzdálenost sil
α	součinitel upřesnění
γ_k	objemová tíha zeminy

γ_z	objemová tíha zdiva
δ	součinitel tvaru vyjadřující vliv rozměrů zkušebního vzorku
Φ_i	zmenšující součinitel v patě klenby
Φ_m	zmenšující součinitel ve vrcholu klenby

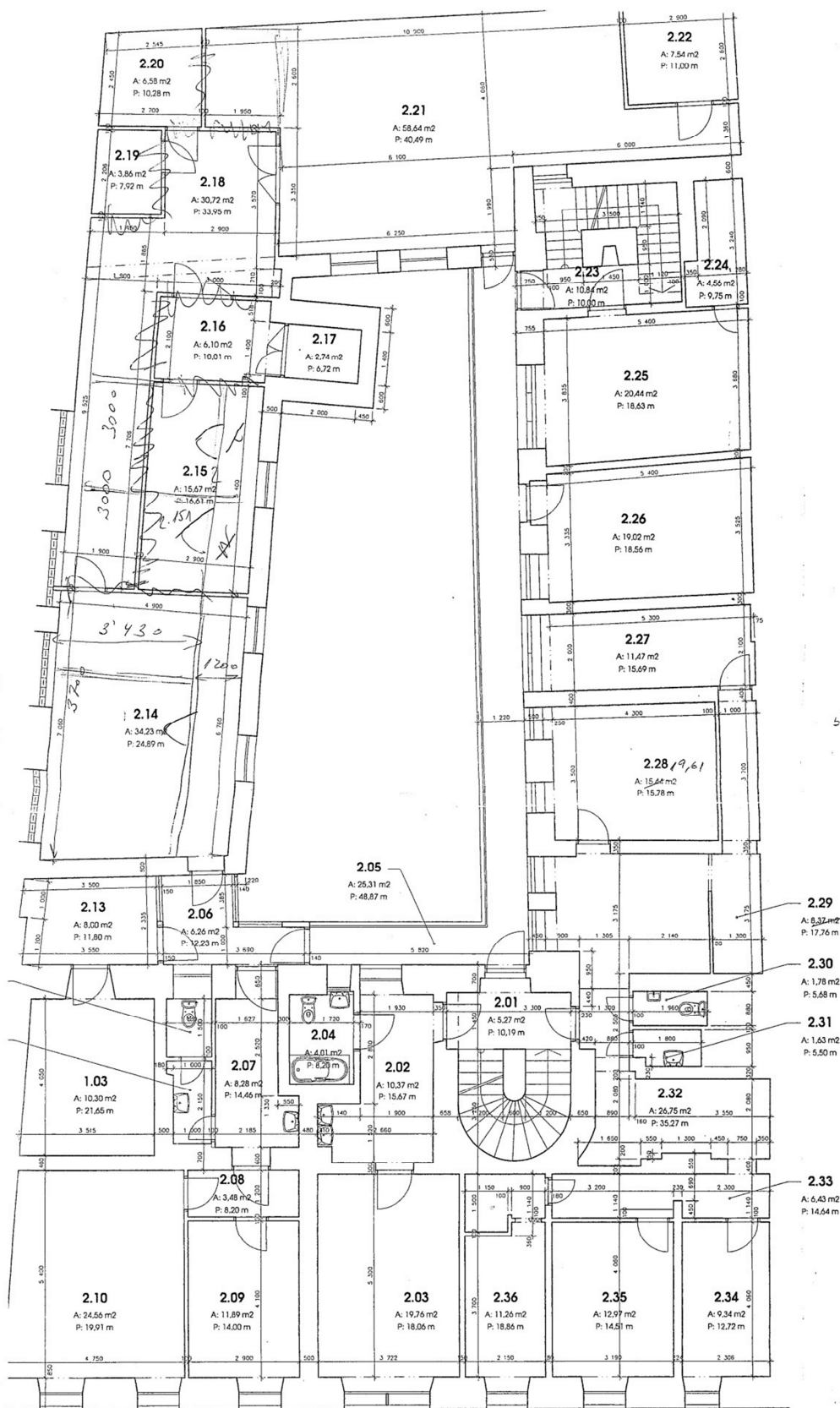
SEZNAM PŘÍLOH

1. Půdorys 1.NP objektu
2. Půdorys 2.NP objektu
3. Půdorys 3.NP objektu

PŘÍLOHA ČÍSLO 1, PŮDORYS 1.NP OBJEKTU



PŘÍLOHA ČÍSLO 2, PŮDORYS 2.NP OBJEKTU



PŘÍLOHA ČÍSLO 3, PŮDORYS 3.NP OBJEKTU

