

**Objednatel:**

DigiTry Art Technologies, s.r.o.

Davídkova 675/76

182 00 Praha á Libeň

---

**Stavebně technický průzkum  
Kounicova domu, Berkova ul. čp. 100,  
Česká Lípa**

**Stanovení mechanických parametrů zdicích prvků a zdicí malty**

---

**Zpracoval:**

Doc. Ing. Jiří Dohnálek, CSc.  
autorizovaný inženýr a soudní znalec



Praha, červenec 2021

## 1. Úvod

Předkládaná zpráva byla zpracována na základě objednávky firmy DigiTry Art Technologies, s.r.o., Davídkova 675/76, 182 00 Praha 8 – Libeň. Předmětem stavebně technického průzkumu jsou nosné zděné a dřevěné konstrukce tzv. „Kounicova domu“ v České Lípě. Tento objekt, pocházející ze 3. třetiny 18. století, prodělal složitý stavební vývoj, a to zejména v důsledku tří požárů, které po dobu jeho existence objekt postihly.

V souvislosti s připravovanou rekonstrukcí Kounicova domu je nezbytné jako podklad pro statický přepočít rozhodujících nosných konstrukčních prvků i celkový návrh koncepce konstrukčního řešení sanace opatřit informace o kvalitě – mechanických vlastnostech zděných konstrukcí i zbytcích dřevěných trámů, které v konstrukci zůstaly po posledním požáru v roce 2015.

Rozsah průzkumu odpovídal předem dohodnuté a odsouhlasené věcné nabídce z 3. 7. 2021. V souvislosti se stavebně technickým průzkumem byly provedeny jak terénní nedestruktivní zkoušky, tak odběr vzorků, které byly následně hodnoceny v laboratoři (destruktivní zkoušky zdicích prvků, gravimetrické stanovení vlhkosti odebraných vzorků).

Cílem stavebně technického průzkumu bylo tedy v náhodně vybraných sondách, rozmístěných po celém objektu, stanovit:

1. Pevnosti zdicích prvků a zdicí malty.
2. Stanovení vlhkosti jednotlivých vzorků i konstrukcí in situ.
3. Posouzení biologického napadení dřevní hmoty stropních trámů na základě odebraných vzorků.

Na základě výsledků těchto zkoušek jsou pak ve zprávě doporučeny možnosti sanačních/rekonstrukčních opatření, a to jak z hlediska mechanických vlastností zdiva, tak i další využitelnosti dřevní hmoty dřevěných trámů.

Vzhledem k tomu, že jednotlivé hodnocené aspekty stavebně technického průzkumu, uvedených výše pod body 1, 2 a 3, spolu bezprostředně nesouvisí a vzhledem k tomu, že

rozsah dílčích podkladů, popisujících dílčí výsledky jednotlivých zkoušek, je poměrně rozsáhlý, byla závěrečná zpráva rozdělena na tři části, odpovídající výše uvedeným bodům.

Předkládaná část tedy hodnotí mechanické vlastnosti zdiva a zdicí malty a vyjadřuje se celkově ke zdivu ve svislých nosných konstrukcích i v klenbách. Separátní části zprávy se pak týkají vlhkostních poměrů v objektu a stavu dřevní hmoty – dřevěných trámů.

## 2. Popis objektu a historický průzkum

Zpracovatel průzkumu obdržel od objednatele v předstihu v elektronické podobě zprávu „Standardní stavebně historický průzkum – Svazek 1 – Dějiny domu a hodnotící kapitoly“. Svazek 2 tohoto stavebně historického průzkumu pak obsahuje architektonický rozbor včetně bohaté fotodokumentace.

Tato zpráva popisuje podrobný stavebně historický vývoj objektu včetně dobové dokumentace.

Pro interpretaci získaných výsledků z aktuálního stavebně technického průzkumu je účelné zopakovat alespoň základní data, týkající se stavebně historického vývoje objektu, a to:

- Rok 1698 – Velký požár České Lípy, při němž zanikl pivovar, situovaný na současném pozemku Kounicova domu. Zbytky sklepních prostor jsou aktuálně stále přítomny a na přiložených půdorysech označeny jako 1. PP.
- Rok 1774 - Pravděpodobné datum výstavby Kounicova domu.
- Rok 1787 - Velký požár České Lípy, při němž došlo k významné devastaci zejména všech dřevěných součástí objektu a následná rekonstrukce.
- Rok 1820 - Další velký požár České Lípy, při kterém byly opět zcela devastovány dřevěné prvky objektu (krov, dřevěné stropy) a došlo i k poškození a následně k náhradě některých kleneb nad 1. NP.
- Rok 1906 - Odkanalizování objektu.

- Rok 1920 - České reálné gymnázium v České Lípě s provedenou adaptací v roce 1922.
- Rok 1938 - Zrušení reálného gymnázia.
- Rok 1945 - Úřad práce.
- Rok 1950 - Základní škola.
- Rok 1964 - Objekt přenechán Svazarmu.
- Rok 1990 – Přízemí částečně rekonstruováno na restauraci, další prostory pronajímány.
- Rok 2015 (13. května) – Požár veškerých dřevěných prvků objektu (krov, stropní konstrukce nad 2. NP).
- Rok 2018 – Odkoupení objektu Městem Česká Lípa.
- Rok 2020 - Provizorní zastřešení objektu.

V období od výstavby objektu do roku 1920 objekt sloužil jako částečně bytový, částečně jako sklad soli.

V dalším období, přibližně v intervalu 1920 až 1963 fungoval objekt jako školní budova, případně byly prostor využity jako kanceláře. V období 1964 až 1990 (Svazarm) bylo využití objektu podobné (kanceláře, prostor pro zájmovou činnost, sklady apod.). Změnou byla pak rekonstrukce přízemí na restauraci, která fungovala až do požáru v roce 2015.

V období 2015 až 2020 byl objekt nekrytý střechou, otevřený a do všech konstrukcí vnikaly dešťové i sněhové srážky. Tento proces byl zastaven až v roce 2020 zřízením provizorního zastřešení.

Z historie objektu je nepochybné, že v jeho průběhu docházelo k řadě stavebních úprav, které se týkaly především změn vnitřní dispozice, a to včetně úpravy a přemístění schodiště.

Za původní konstrukce, fungující s jistotou nepřetržitě po rekonstrukci, provedené po požáru v roce 1820, lze považovat masivní svislé nosné prvky v přízemí a klenby.

Stáří těchto konstrukčních prvků je tedy cca 200 let.

Veškeré stavební zásahy, dodatečně prováděné, situaci hlavních nosných konstrukcí zásadním způsobem neměnily, a to jak z hlediska statické únosnosti, tak i trvanlivosti.

Za podstatnou informaci je možné považovat zmínky ve stavebně historickém průzkumu o vlhkosti v jednotlivých bytových prostorech, které byly postupně zejména v 20. století charakterizovány jako neobyvatelné.

Je to nepochybně dáno tím, že objekt nemá žádné vodorovné hydroizolace, takže se jednalo především o vztlínání zemní vlhkosti. Částečně se na situaci mohlo podílet i výše zmíněné skladování soli v některých prostorech. Sůl je silně hygroskopická, absorbuje vzdušnou vlhkost a je schopná ji transportovat do porézních konstrukčních prvků, které jsou s ní v kontaktu. Současně s touto vlhkostí jsou do pórové struktury transportovány i chloridové ionty, které svými krystalizačními tlaky obvykle následně destruuji zejména historickou zdicí maltu, která je převážně pouze ze vzdušného vápna. V případě objektu se tedy nejedná pouze o vliv vlhkosti, vnášené do konstrukčních prvků absentující střešní konstrukcí po dobu cca pěti let, ale i o vztlínající vlhkost z podzákladí.

Stavebně historický průzkum v závěru svazku 1 na straně 87 uvádí vizuálně patrné defekty, a to:

#### **Exteriér**

- absence zastřešení domu, díky čemuž je stavba vystavena vniku srážkových vod,
- poškození zděných konstrukcí korunních říms,
- špatný stav omítek fasád,
- odstranění části okenních výplní,
- stav výplňových prvků otvorů fasád obecně,
- dodatečné přístavky k domu v prostorech obou dvorů,
- stávající barevnost uličních fasád.

#### **Interiér**

- vlhkost zejména ve zděných konstrukcích a s tím spojené plísně,
- novodobé sádkokartonové podhledy vložené pod klenby v přízemí v místnostech 113 – 116,

- odstranění západního schodiště z přízemí do patra,
- novodobé, resp. sekundární předělení původních místností v přízemí,
- výrazně redukováná dispozice prvního patra domu,
- absence stropu nad většinou prvního patra,
- špatný stav zůstávších stropů některých místností v prvním patře,
- absence stropů nad místnostmi druhého patra,
- zánik východní části klenutého sklepa,
- stav interiérových omítek.

Je zajímavé, že stavebně historický průzkum, datovaný listopad 2018 – únor 2019 se nezmiňuje o trhlinách, které jsou přítomny v některých klenbách nad 1. NP.

### 3. Provedené zkoušky

Celkem bylo ve stěnách a klenbách provedeno 31 sond, a to:

**Stěny 1. NP** sondy č. 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 a 19

**Stěny 2. NP** sondy č. 21 až 31,

**Klenby nad 1. NP** sondy č. 1, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 a 20.

Dále byly sondy 1 a 2 provedeny v původních, pravděpodobně renesančních/gotických sklepech, pocházejících z objektu původního pivovaru, a to sonda 1 z klenby a sonda 2 ze stěny.

Podobně dvě sondy S 30 a S 31 byly provedeny ze stěn v 3. NP.

V každé sondě byly odebrány vzorky pro destruktivní stanovení kvality zdicích prvků a vzorky pro gravimetrické stanovení vlhkosti. Dále v sondě bylo provedeno nedestruktivní měření Schmidtovým tvrdoměrem, typ L na zdicích prvcích a nedestruktivní měření tzv. válcovým indentorem na zdicí maltě. Zároveň byla popsána šířka ložných spár zdiva, stav konstrukce v oblasti sondy a pořízena fotografická dokumentace. Veškeré tyto dílčí informace jsou k dispozici v příloze zprávy v ručně provedených terénních záznamech.

### 3.1 Použité zkušební metody

Ke zkouškám kvality zdiva in situ chybí v našich normách prakticky jakékoliv podklady. Pokud se týče cihel či kamenných bloků, připadá v úvahu pouze vyjímání celistvých prvků nebo jejich částí ze zdiva a jejich následné destruktivní zkoušení. To však je nejen velmi zdlouhavé, ale často to vede ke značnému narušení zdiva.

V případě zdicí malty doporučuje starší ČSN 73 0038 „Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách“ používat ke stanovení její kvality buď chemický rozbor nebo nijak přesněji specifikované nedestruktivní metody. Jednou z těchto metod, která je k tomuto účelu využívána, je metodika navržená a provozovaná Ing. V. Kučerou, CSc. z Technického a zkušebního ústavu stavebního v Praze (tzv. Kučerova vrtačka). Vrtačka existuje jak ve variantě ruční, tak elektrické a měřeným parametrem je hloubka vrtu po definované době vrtání.

Významnou nejistotou u této metody je přítláčná síla a hloubka návrtu pro nízkopevnostní vápenné malty s pevností v tlaku na úrovni 1,0 MPa až 60 mm.

V posuzovaném případě byla pro posouzení kvality malty ve zdivu použita speciální nedestruktivní tvrdoměrná metoda, vyvinutá a dlouhodobě provozovaná zpracovatelem posudku na Kloknerově ústavu ČVUT. Tvrdost malty je při této metodě charakterizována jejím odporem proti vnikání válcového indentoru. Princip metody tedy vychází z předpokladu, že existuje závislost mezi pevností malty v tlaku a její tvrdostí. Při zkoušce je sledován počet úderů  $m$  kládívem o hmotnosti 1 kg ze vzdálenosti 0,2 m, potřebný k zaražení indentoru do hloubky 5 mm. Údaj  $m$  představuje měřený parametr, který je korelován s pevností malty v tlaku. Získané hodnoty je třeba dále statisticky jistit s ohledem na spodní toleranční meze použitého kalibračního vztahu.

Toleranční meze u obou metod se uvádějí v intervalu 20 až 30 %. Jedná se tedy o metody spíše orientační, které jsou schopny spolehlivě pouze rozlišit malty vápenné, malty z hydraulických vápen a malty cementové. Vzhledem k tomu, že ale neexistuje žádná jiná metodická pomůcka, je i tato informace spolu s vizuálním/senzorickým posouzením vzorků malty velmi cenná.

Kvalita cihel, resp. stavebního kamene, byla hodnocena prostřednictvím metody Schmidtova tvrdoměru, typ L ve smyslu ČSN 73 1373. I když tato aplikace není normována, jsou s jejím použitím dlouhodobé uspokojivé zkušenosti a existuje řada diplomových, resp. bakalářských prací na VUT Brno, které se kalibrací této nedestruktivní metody ve vztahu k zdicím prvkům zabývaly. Opět je však třeba vzít v úvahu, že metoda Schmidtova tvrdoměru má toleranční meze na úrovni přibližně  $\pm 20\%$  a získané výsledky je tedy třeba hodnotit „konzervativně“.

Proto cennou informací je vždy možnost provést destruktivní zkoušky většinou z těles, vyřezaných z odebraných zdicích prvků (cihel, kusového kamene). V posuzovaném případě se většinou pracovalo s tělesy s délkou hrany v intervalu 43 až 45 mm. To jsou rozměry akceptované i v ČSN EN 772-1+A1 „Zkušební metody pro zdicí prvky, Část 1 – Stanovení pevnosti v tlaku“.

V příloze A je uvedena tabulka A1 pro součinitel tvaru, která rozlišuje šířky zkoušených těles v intervalu 50 až 250 mm, resp. větších a výšku v intervalu 40 až 250 mm, resp. větší.

### 3.2 Pevnost zdicích prvků

Pevnost zdicích prvků je hodnocena na základě kritického porovnání výsledků nedestruktivní metody Schmidtova tvrdoměru a destruktivních zkoušek. Je zcela pochopitelné, že výsledné hodnoty se většinou zcela neshodují a je tedy třeba i na základě vizuálního posouzení zkoušených těles výsledky interpretovat, avšak nikoliv jako hodnotu průměrnou.

Výsledky destruktivních zkoušek jsou členěny po jednotlivých podlažích. Jednotlivé sondy byly situovány jak ve zdivu, tvořeném pískovcovými prvky, tak i cihlami. Obecně převládá v oblasti 1. NP svislé nosné zdivo pískovcové.

V případě pískovce je velmi dobrou orientační pomůckou i stanovená objemová hmotnost vzorků. V příloze zprávy uvádím odbornou publikaci pracovníků ČVUT „Vlastnosti vybraných českých pískovců“. Na celkem osmi typech pískovců z různých lokalit byly zjišťovány základní fyzikálně mechanické vlastnosti.

Objemová hmotnost se přitom pohybuje v poměrně širokém intervalu, a to od 1.868 kg.m<sup>-3</sup>, do 2.651 kg.m<sup>-3</sup>. Tento parametr významně koreluje s pevností v tlaku. V případě

materiálu z lokality S2 s objemovou hmotností  $2.651 \text{ kg.m}^{-3}$  je pevnost v tlaku na úrovni 103,8 MPa. Při poklesu objemové hmotnosti u lokality S3 na  $1.994 \text{ kg.m}^{-3}$  klesá pevnost v tlaku na 14,6 MPa a u lokality S8 s objemovou hmotností  $1.868 \text{ kg.m}^{-3}$  pak na 8,7 MPa.

I když se tedy jedná ve všech případech o „pískovec“, liší se pevnosti v tlaku o stovky procent ve vztahu k nejnižší hodnotě.

Z přiložené dílčí tabulky, která zachycuje výsledky destruktivních zkoušek stěn v 1. NP, kde pískovec byl zastižen v sondách S3, S7 a S9, je hodnota objemové hmotnosti v průměru  $1.790 \text{ kg.m}^{-3}$ . Tomu odpovídají i zjištěné pevnosti v tlaku, které se pohybují v intervalu 2,9 až 7,3 MPa. Naopak cihla, zastižená v sondě S5 s objemovou hmotností  $1.715 \text{ kg.m}^{-3}$ , má pevnost v tlaku 16,1 MPa. Tato objemová hmotnost cihly zcela odpovídá běžným standardům. U plných pálených cihel se uvádí úroveň objemové hmotnosti maximálně  $1.800 \text{ kg.m}^{-3}$ .

Zdánlivě optimističtější hodnoty vyplývají z provedeného měření nedestruktivní metodou Schmidtova tvrdoměru. U sondy S3 - 11,40 MPa, S7 - 12,60 MPa, S9 - 12,70 MPa. Tyto hodnoty je však třeba vnímat jako zcela orientační, které v podstatě představují horní možnou limitu pevnosti testovaného pískovce.

V případě svislých nosných prvků tedy byl evidentně použit nejméně kvalitní (nejméně hutný) pískovec, který se samozřejmě i nejsnadněji opracovával. V případě kamenných zdicích prvků lze tedy uvažovat pouze s maximální pevností v tlaku na úrovni 5 MPa, v případě cihel pak na úrovni 10 MPa.

Významně příznivější je situace u svislých nosných prvků v oblasti 2. NP. Zde testovaný pískovcový blok v sondě S21 vykazuje pevnost v tlaku 11,5, resp. 12,2 MPa, cihly v sondách 23 a 29 pak 16,2, 15,9 a 14,1 MPa.

U většiny zdicích prvků v této oblasti lze tedy uvažovat s tlakovou pevností na úrovni 10 MPa.

Podobně pozitivní je i zjištěná kvalita cihel v sondě S31 v oblasti 3. NP. Zde jsou dílčí hodnoty pevnosti v tlaku 19,7, resp. 17,8 MPa a s jistotou lze tedy zdící prvky uvažovat s pevností v tlaku 10 MPa.

V klenbách nad 1. NP byly zastiženy jak pískovcové prvky, tak cihly. V případě pískovce jsou pevnosti v tlaku u sondy S4 - 9,4, resp. 13,1 MPa, u sondy S 16 - 12,1 MPa. Zde byl evidentně použit poněkud hutnější pískovec.

V případě cihel, zastížených v sondách S 8, S 18 a S 20 jsou pevnosti v intervalu 11,0 až 20,2 MPa, tedy opět bezpečně v intervalu nad 10 MPa.

U pískovcových bloků z klenby a stěny nad 1. PP (renesanční/gotický suterén pravděpodobně bývalého pivovaru) jsou pevnosti v tlaku podle použité nedestruktivní metody shodné s pískovcem z nadzemních podlaží.

Specifickým prvkem je betonový sloup (sonda 19) . Jeho nedestruktivní i destruktivní zkoušky umožňují beton s vysokou rezervou zařadit do třídy C 16/20 podle platné ČSN EN 206 a A1.

Při celkové interpretaci výsledků je třeba vzít v úvahu variabilitu obou staviv, a to jak pískovce, tak zdicích prvků. V případě pískovce je však rozptyl hodnot výrazně vyšší. Je však zcela zřejmé, že použitý pískovec je velmi málo hutný a jeho pevnosti limitně nepřesahují 15 MPa a naopak u méně kvalitních zdicích pískovcových prvků pak se pohybují na úrovni kolem 5 MPa.

Naopak u použitých cihel, které pocházejí z různých období, je kvalita relativně vyrovnanější a s jistotou je nad úrovní 10 MPa. Většina výsledků se pohybuje naopak v intervalu 10 až 20 MPa. S jistotou lze tedy zařadit podle starší ČSN 72 2610 z roku 1978 cihly do třídy P 10 s průměrnou hodnotou pevnosti v tlaku 10 MPa a dílčími hodnotami do 8 MPa.

### 3.3 Pevnost malty

V případě malty se vychází z provedené nedestruktivní zkoušky metodou válcového indentoru. V sumární tabulce pro sondy S 1 až S 31, která zahrnuje výsledky zkoušek jak ve stěnách na různé úrovni, tak v klenbách nad 1. NP se kvalita čistě vápenné malty pohybuje v intervalu od 0,22 MPa do 1,40 MPa. Převážná část výsledků je však v intervalu od 0,22 MPa do 0,50 MPa. Pouze šest výsledků se pohybuje nad úrovní 0,5 MPa.

V případě malt ve smyslu ČSN EN 988-2 „Specifikace malt pro zdivo, Část 2: Malty pro zdění“ se počítá s nejnižší třídou malty M1, kdy s pevností v tlaku 1 MPa. Této pevnosti historické vápenné malty, staré cca 200 let, neodpovídají a nebylo by je možné tedy ani nijak zařadit.

Oporu lze najít ve starší ČSN 73 1101 „Navrhování zděných konstrukcí“ (1980), která v tabulce 2 Výpočtové pevnosti zdiva odkazuje na starší ČSN 72 2430, která rozlišuje třídy malt 0, 4, 10, 25, 50, 100, 150 (vše  $\text{kp/cm}^2$ ).

To odpovídá platným měrovým jednotkám 0; 0,4; 1,0; 2,5; 5,0; 10,0 a 15,0 MPa. Je zřejmé, že malty s tlakovou pevností nad 10 MPa jsou s vysokou pravděpodobností tzv. cementové, případně z kvalitního hydraulického vápna. Naopak tato starší norma počítá i u nosného zdiva s vápennými maltami, resp. vápennými maltami ve starých objektech, u nichž pevnost v tlaku je téměř nulová. V posuzovaném případě tedy je zřejmé, že veškeré svislé nosné konstrukce i klenby jsou provedeny na vápennou maltu, která přinejmenším v povrchových oblastech nedosahuje ani třídy malty M 1 (1,0 MPa) podle platné normy. Tuto skutečnost bude nezbytné zohlednit při odvození výpočtové/charakteristické pevnosti zdiva, resp. v návrhu rekonstrukčních opatření.

#### 4. Výpočtová pevnost zdiva

Podle aktuálních návrhových postupů se při odvození pevnosti v tlaku nevyztuženého zdiva z obyčejnou maltou postupuje podle vzorce:

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3},$$

kde  $K$  je konstanta závislá na zdicích prvcích, běžně 0,3 až 0,5,

$f_b = \delta \cdot f_u$  normalizovaná pevnost zdicích prvků,

$\delta$  součinitel vlivu šířky a výšky zdicího prvku,

$f_m$  pevnost malty.

Z výše uvedeného posouzení výsledků destruktivních i nedestruktivních zkoušek v jednotlivých sondách vyplývají pro jednotlivé oblasti, resp. konstrukční prvky Kounicova domu následující parametry:

	<b>Pevnost zdicích prvků</b>	<b>Pevnost malty</b>
<b>1. PP</b>		
<b>Klenba i stěny</b>	10	0,5
<b>1.NP</b>		
<b>Stěny</b>	5	0,5
<b>Klenby</b>	10	0,5
<b>2.NP</b>		
<b>Stěny</b>	10	0,5
<b>3.NP</b>		
<b>Stěny</b>	10	0,5

Koeficient  $\delta$  je podle tabulky A1 v ČSN EN 772-1+A1 třeba uvažovat hodnotou 0,8 s ohledem na velikost destruktivně zkoušených těles.

Užitečné je však aplikovat i metodiku použitou ve starší ČSN 73 0038 „Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách“, která v Příloze 3: Zděné konstrukce (viz příloha zprávy) uvádí odvození výpočtové pevnosti zdiva, a to na základě výpočtové pevnosti zdiva, určené na základě pevnosti v tlaku kusových staveb nebo dílců a pevnosti v tlaku malty s použitím ČSN 73 1101. Postupuje se podle následujícího vzorce:

$$R_d = 1,6 \frac{\gamma_{in} \cdot \gamma_{rm}}{\gamma_{mm} \cdot R_{ms,d}},$$

kde  $R_{ms,d}$  výpočtová pevnost zdiva, určená na základě pevnosti v tlaku kusových staviv a pevnosti malty s použitím ČSN 73 1101,

$\gamma_{mm}$  součinitel spolehlivosti zdiva,

$\gamma_{in}$  součinitel informace o stavu zdiva,

$\gamma_{rm}$  součinitel podmínek působení z hlediska celistvosti zdiva.

Pokud vyjdeme z tabulky 2 výpočtové pevnosti zdiva v ČSN 73 1101, vychází pro kombinaci malty s pevností 4 kp/cm<sup>2</sup> (0,4 MPa) a pevnostní značky zdicích prvků 10, hodnota výpočtové pevnosti  $R_{mm,d}$  0,9 MPa.

Součinitel spolehlivosti díla se pak na základě článku P3.2.9 u neporušeného zdiva v suchém prostředí uvažuje hodnotou 1,6, u zdiva porušeného nebo nadměrně velkého většími hodnotami než 1,6.

Součinitel informace o stavu zdiva se uvažuje v závislosti na podrobnosti průzkumu hodnotou 1,05, resp. nižší.

Součinitel podmínek působení je pak u zdiva bez svislých trhlin 1,0, u zdiva se svislými trhlinami, případně nedokonalou vazbou 0,9.

V tomto směru jsou i velmi podstatné šířky ložných spár, které byly ve všech sondách zjišťovány a jsou uvedeny v separátní tabulce. Dílčí průměrné hodnoty pro jednotlivé sondy se pohybují v intervalu 1,1 až 2,7 cm, průměrná hodnota je 1,71 cm. To jsou hodnoty akceptovatelné, nevybočující zejména u historického zdiva z dobových standardů.

U prvků neporušených trhlinami lze tedy i s ohledem na vazbu uvažovat se součinitelem podmínek působení 1,0. S ohledem na rozsah průzkumu lze součinitel informací také uvažovat hodnotou 1,0. Součinitel spolehlivosti pak u neporušeného zdiva s ohledem na relativně přijatelné hodnoty vlhkosti zdiva hodnotou 1,6.

U neporušeného zdiva by tedy pro kombinaci kvality zdicích prvků na úrovni 10 MPa a zdicí malty 0,5 MPa vycházela výpočtová pevnost zdiva podle této starší metodiky 0,9 MPa.

#### **4. Závěry a doporučení pro rekonstrukci**

Kvalita zdiva u starších zděných konstrukcí není dána jen kvalitou zdicích prvků a zdicí malty.

Velmi podstatná je skladba/vazba zdiva, která je však dílčími sondami jen obtížně postižitelná.

Dalšími vlivy mohou být pak nejrůznější destruktivní zásahy, související s postupnými proměnami využití objektu v minulosti.

Tyto skutečnosti jsou postižitelné pouze vizuální prohlídkou celoplošně odkrytého zdiva, tedy po odstranění omítkového souvrství. Zejména u problematických konstrukčních prvků je tedy vhodné před zahájením rekonstrukce povrchové vrstvy odstranit a rozhodující či staticky citlivé konstrukční prvky vizuálně zrevidovat.

U historických staveb je obvykle nejslabším „článkem“ systému zdicí malta. Ta bývá většinou vápenná, případně ze slabě hydraulického vápna. Zejména u masivnějších prvků dochází k dlouhodobému procesu karbonatace, takže parametry malty se zpočátku spíše zvyšují.

Současně však je třeba vnímat negativní účinky, kterými jsou zejména veškeré vibrace, kterým je po dobu své existence zdivo vystaveno. Vzhledem k tomu, že tahová pevnost zdiva, resp. vápenných malt je prakticky zanedbatelná, veškeré dynamické účinky, související např. s bouracími pracemi v objektu, tedy mohou únosnost zdiva snižovat. Nikoliv nevýznamným faktorem je i tzv. mikroseismika, související s okolní dopravou. Zejména v posledních desítkách let může pojezd zejména nákladních automobilů po ne vždy optimálně udržovaných vozovkách vyvolávat přenos dynamických účinků do objektů, které jsou situovány podél komunikace.

Negativním faktorem je také zvýšená vlhkost zdiva, spíše však difúze vlhkosti. Vlhkost, transportovaná prvkem, se totiž může významně podílet na postupné degradaci vazných součástí malty (uhličitanu vápenatého). I když jeho rozpustnost je nízká, přesto dlouhodobý proces difúze může vést prakticky k eliminaci veškerých vazných součástí. Není výjimkou, že v suterénních oblastech (sklepích) klasických obytných objektů z druhé poloviny 19. století se často v těchto oblastech v sondách registruje pouze nesoudržný sypký materiál.

Naopak významnou předností historických objektů, resp. zděných konstrukčních prvků je jejich masivnost, která významně snižuje hodnoty tlakových napětí. Přesto s ohledem na nezbytnost prodloužení životnosti zděných historických objektů je většinou nezbytné v racionálním rozsahu provést taková opatření, která prvky staticky stabilizuje, resp. zesílí.

## 4.1 Svislé nosné prvky

U svislých nosných prvků připadá v úvahu jejich stažení/sepnutí, tedy zabránění příčné deformaci. Druhou variantou je pak jejich zesílení, spočívající ve zvětšení příčné plochy průřezu.

Obvykle jako základní nástroj pro zesílení svislých zděných prvků se používá tzv. hloubkové přespárování. S ohledem na šířku spár v intervalu 10 až 20 mm je nezbytné provést mechanické prohloubení, pročištění spáry do hloubky minimálně 50 až 60 mm. Následně se tato oblast vyplní cementovou správkovou maltou s eliminovanými objemovými změnami, resp. naopak nastaveným mírným rozpínáním. Příklad takového prefabrikovaného materiálu uvádím v příloze zprávy (SUPERFIX TH). Toto opatření je použitelné u prvků, které nejsou narušeny trhlinami, resp. u nichž jsou trhliny staticky eliminovány doplňkovým způsobem.

Další variantou je pak doplnění hloubkového přespárování vyztuženými cementovými omítkami. V současné době se může jednat jak o subtilní ocelové sítě/sít'ky, tak i o sít'ky na bázi čediče.

Významně efektivnější variantou je pak u sloupů celooobvodová aplikace kompozitních tkanin na bázi skleněných nebo uhlíkových vláken. Problémem těchto variant je obvykle cena těchto kompozitních tkanin i jejich nižší požární odolnost.

„Brutální“ variantou zesílení, použitelnou spíše u průmyslových objektů, je pak sepnutí tlačného prvku ocelovou výztuží (ocelovou bandáží).

Zcela krajní variantou je pak obetonování prvku, které však u historického objektu typu Kounicova domu nepřipadá v úvahu.

## 4.2 Klenby

Klenby jako tlačené/ „předpjaté“ konstrukční prvky jsou významně citlivé na pokles tlakové pevnosti zdicích malt i na mikroseismiku přenášenou v okolí. Postupné dotvarování zdiva obvykle mění situaci tak, že tzv. výslednicová čára vybíhá z tzv. jádra průřezu a dochází tak ke vzniku tahových napětí, ze kterých následně rezultuje vznik trhlin.

Kromě dotvarování se na procesu může významně podílet i ztráta tuhosti podpor/opěr klenby, a to opět v důsledku postupné degradace zdicí malty a z toho vyplývajícího dotvarování či v důsledku změn v podzákladích (sedání) apod.

Strategie rekonstrukce/zesílení kleneb může být opět různorodá. U nenarušených, ale málo únosných kleneb lze přenést užité zatížení do svislých nosných konstrukcí samonosnou deskovou konstrukcí podlahy, takže klenba je pak zatěžovaná pouze nadnásepem a vlastní vahou. Další možností je pak obvykle realizace rubové skořepiny, která je mechanicky fixována do klenby. Toto opatření je velmi efektivní, ale zároveň významně mění možnost transportu vzdušné vlhkosti stropní konstrukcí a může tak v případech cenných historických kleneb vést k degradaci povrchových úprav a s tím souvisejících výmaleb.

U kleneb, porušených trhlinami, je třeba vždy nejprve přistoupit k jejich stažení v současné době obvykle předpínacími lany typu Monostrand. Toto opatření zajistí tuhost opěr a omezí další nárůst tahových napětí, tedy proces, který by mohl vést následně ke kolapsu klenby.

Existující trhliny pak mohou být tlakově zainjektovány a integrita prvků tak obnovena. Další teoretickou možností, která se v odborné literatuře popisuje, je využití lepených kompozitních tkanin, které jsou schopné přenášet tahová napětí. Tyto tkaniny mohou být aplikovány jak v lícové, tak v rubové oblasti klenby. Slabinou této koncepce je relativně nízká tahová pevnost povrchových oblastí cihelného zdiva klenby. K účinnému přenosu vnitřních sil je totiž nezbytné, aby soudržnost mezi výztužnou kompozitní tkaninou a konstrukčním prvkem byla co na nejvyšší úrovni, obvykle minimálně 1,5 MPa. Dosáhnout tyto hodnoty u cihelného zdiva je však velmi obtížné.

**V posuzovaném případě je evidentní, že sanace/obnovení plné funkčnosti staticky rozhodujících prvků tj. zejména většiny kleneb více či méně poškozených trhlinami, bude muset být provedena velmi důsledně.**

**Trhlinami porušené klenby v objektu vyžadují bezpodmínečně sepnutí stropu nad 1.NP předpjatými kabely typu Monostrand nebo podobným typem efektivního ztužení.**

**Jakýkoliv kompromis v tomto směru ohrozí dlouhodobou stabilitu objektu i do rekonstrukce vložených prostředků.**

**Na základě provedeného stavebně technického průzkumu a zjištěných mechanických parametrů cihelného zdiva a zdící malty je proto třeba zvolit takové řešení , které s jistotou umožní garantovat prodloužení životnosti objektu minimálně v horizontu 50 let.**

## **Fotodokumentace sond ve zdivu**

**S ohledem na rozsah je fotodokumentace  
k dispozici na datovém nosiči (CD) který je  
součástí této zprávy**