

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 přepočet 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 prostorách, 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 prostorách. 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 sádkartonové 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 místností 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 zdoluhavé, 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 vníkaní 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⁻³, do 2.651 kg.m⁻³. Tento parametr významně koreluje s pevností v tlaku. V případě

materiálu z lokality S2 s objemovou hmotností 2.651 kg.m^{-3} je pevnost v tlaku na úrovni 103,8 MPa. Při poklesu objemové hmotnosti u lokality S3 na 1.994 kg.m^{-3} klesá pevnost v tlaku na 14,6 MPa a u lokality S8 s objemovou hmotností 1.868 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 příložené 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 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 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 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 S16 - 12,1 MPa. Zde byl evidentně použit poněkud hutnější pískovec.

V případě cihel, zastižených 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 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 svíslé 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,

δ 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:

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

Koeficient δ 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,

γ_{mm} součinitel spolehlivosti zdiva,

γ_{in} součinitel informace o stavu zdiva,

γ_{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^2 ($0,4 \text{ MPa}$) a pevnostní značky zdicích prvků 10, hodnota výpočtové pevnosti $R_{mm,d}$ $0,9 \text{ MPa}$.

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/sítky, tak i o sítky 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 tlačeného 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 zatěžována pouze nadnásypem a vlastní váhou. 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**

Přehled výsledků zkoušek

Přehled výsledků zkoušek - KVALITOVÉ PARAMETRY - Kounicův dům

Číslo sondy	Materiál	Typ prvku	Podlaží	Pevnost zděicích prvků		Pevnost malty NDM /MPa/	Šířka spar zdiva /cm/	Vizuální hodnocení malty	Defekty	Výpočtová pevnost zdiva
				NDM /MPa/	destruktivně /MPa/					
S 1	pískovcový blok	klenba	nad 1PP	12,00	--	0,32	2,3			
S 2	pískovcový blok	stěna	1PP	11,90	--	0,31	1,9			
S 3	pískovcový blok			11,40	7,30	0,38	1,8			
S 4	pískovcový blok	klenba	nad 1NP	11,70	11,25	0,50	1,4			
S 5	cihla	stěna	1NP	12,60	16,10	0,30	1,3			
S 6	cihla	klenba	nad 1NP	15,00	--	1,40	1,2			
S 7	pískovcový blok	stěna	1NP	12,60	3,90	0,33	2,0			
S 8	cihla	klenba	nad 1NP	14,90	16,70	0,79	1,2			
S 9	pískovcový blok	stěna	1NP	12,70	4,80	0,48	2,1			
S 10	cihla	klenba	nad 1NP	13,90	--	0,83	1,9			
S 11	pískovcový blok	stěna	1NP	10,30	--	0,47	1,7			
S 12	pískovcový blok	klenba	nad 1NP	10,40	--	0,36	1,2			
S 13	cihla	stěna	1NP	13,40	--	0,86	1,9			
S 14	cihla	klenba	nad 1NP	14,30	--	0,91	1,4			
S 15	pískovcový blok	stěna	1NP	10,10	--	0,22	1,8			
S 16	pískovcový blok	klenba	nad 1NP	13,20	12,10	0,42	1,8			
S 17	pískovcový blok	stěna	1NP	10,70	--	0,50	2,3			
S 18	cihla	klenba	nad 1NP	14,20	20,20	0,41	1,3			
S 19	malta	betonový sloup	1NP		32,4 C16/20	--	--			
S 20	cihla	klenba	nad 1NP	12,70	11,00		1,1			
S 21	pískovcový blok	stěna	2NP	8,70	11,85	0,25	2,2			
S 22	pískovcový blok	stěna	2NP	10,80	--	0,31	1,5			
S 23	cihla	stěna	2NP	11,80	16,20	0,23	1,6			
S 24	cihla	stěna	2NP	11,40	--	0,29	2,0			
S 25	pískovcový blok	stěna	2NP	11,80	--	0,30	1,7			
S 26	pískovcový blok	stěna	2NP	12,80	--	0,32	2,0			
S 27	pískovcový blok	stěna	2NP	9,00	--	0,32	1,5			
S 28	pískovcový blok	stěna	2NP	9,70	--	0,22	1,3			
S 29	cihla	stěna	2NP	8,90	15,00	0,51	2,7			
S 30	pískovcový blok	stěna	3NP	9,10	--	0,31	1,5			
S 31	cihla	stěna	3NP	13,50	18,72	0,26	1,8			

Pevnost malty nedestruktivně

Stanovení pevnosti malty v tlaku nedestruktivně

Kounicův dům

stěny 2NP

8. - 9.7.2021

Mechanický válcový indentor

Měřené místo	Počet úderů na zatlačení indentoru						Průměrný počet úderů	R _m [MPa]
Konstrukční prvek S21								
1	2	2	1	2	2	3	2	0,19
2	3	3	3	3	3	3	3	0,32
Průměr								0,25
Konstrukční prvek S22								
1	4	3	3	4	2	2	3	0,32
2	3	3	2	3	3	3	3	0,30
Průměr								0,31
Konstrukční prvek S23								
1	2	2	2	2	2	3	2	0,21
2	2	3	1	2	3	4	3	0,25
Průměr								0,23
Konstrukční prvek S24								
1	2	2	1	2	4	3	2	0,23
2	3	3	3	3	4	3	3	0,35
Průměr								0,29
Konstrukční prvek S25								
1	2	3	3	3	2	3	3	0,27
2	3	3	4	5	2	2	3	0,35
3	2	3	3				3	0,27
Průměr								0,30
Konstrukční prvek S26								
1	2	3	2	2	5	4	3	0,32
2	2	3	3	4	4	2	3	0,32
Průměr								0,32
Konstrukční prvek S27								
1	2	3	3	3	3	4	3	0,32
2	4	4	3	3	2	2	3	0,32
Průměr								0,32
Konstrukční prvek S28								
1	1	3	3	2	3	2	2	0,23
2	2	3	1	3	2	2	2	0,21
Průměr								0,22
Konstrukční prvek S29								
1	7	4	5	6	3	3	5	0,60
2	4	4	4	3	4	3	4	0,42
Průměr								0,51
Celkový průměr /MPa/								0,30
Směrodatná odchylka /MPa/								0,09
Variační koeficient %/								29,0

Stanovení pevnosti malty v tlaku nedestruktivně

Kounicův dům

stěny 3NP

8. - 9.7.2021

Mechanický válcový indentor

Měřené místo	Počet úderů na zatlačení indentoru						Průměrný počet úderů	R_m [MPa]
Konstrukční prvek S30								
1	4	4	3	2	1	3	3	0,30
2	2	3	3	4	3	3	3	0,32
Průměr								0,31
Konstrukční prvek S31								
1	2	3	4	3	4	4	3	0,37
2	2	2	3	4	4	1	3	0,27
3	2	1					2	0,13
Průměr								0,26
Celkový průměr /MPa/								0,28
Směrodatná odchylka /MPa/								0,07
Variační koeficient /%/								25,0

Stanovení pevnosti malty v tlaku nedestruktivně

Kounicův dům

stěny 1NP

8. - 9.7.2021

Mechanický válcový indentor

Měřené místo	Počet úderů na zatlačení indentoru						Průměrný počet úderů	R _m [MPa]
Konstrukční prvek S3								
1	2	1	3	2	4	3	3	0,25
2	6	4	3	5	3	4	4	0,51
Průměr								0,38
Konstrukční prvek S5								
1	2	4	3	3	3	3	3	0,32
2	4	2	3	1	2	4	3	0,27
Průměr								0,30
Konstrukční prvek S7								
1	4	3	3	2	3	3	3	0,32
2	5	2	4	3	2	3	3	0,35
Průměr								0,33
Konstrukční prvek S9								
1	4	3	5	4	4		4	0,48
2	4	3	3	4	6		4	0,48
3	5	5	6	4	3		5	0,59
4	3	2	2	4	5		3	0,35
Průměr								0,48
Konstrukční prvek S11								
1	4	5	3	3	4		4	0,45
2	4	4	3	4	5		4	0,48
3	3	6	5	3	3		4	0,48
4	5	4	5	3	3		4	0,48
Průměr								0,47
Konstrukční prvek S13								
1	9	6	8	5			7	1,13
2	7	7	5	3			6	0,77
3	5	5	4	8			6	0,77
4	6	5	8	3			6	0,77
Průměr								0,86
Konstrukční prvek S15								
1	2	3	1	2	4	2	2	0,23
2	3	2	2	3	2	1	2	0,21
Průměr								0,22
Konstrukční prvek S17								
1	3	5	6	3	4		4	0,52
2	5	4	7	3	5		5	0,63
3	3	3	2	4	4		3	0,35
Průměr								0,50
Celkový průměr /MPa/								0,48
Směrodatná odchylka /MPa/								0,21
Variační koeficient /%/								43,6

Stanovení pevnosti malty v tlaku nedestruktivně

Akce:	Kounicův dům
Konstrukce:	stěny 1PP
Datum zkoušky:	8. - 9.7.2021
Typ zkušebního přístroje:	Mechanický válcový indentor

Měřené místo	Počet úderů na zatlačení indentoru						Průměrný počet úderů	R _m [MPa]
Konstrukční prvek S2								
1	3	4	3	2	3	5	3	0,37
2	4	3	1	2	3	2	3	0,25
Průměr								0,31
Celkový průměr /MPa/								0,31
Směrodatná odchylka /MPa/								0,05
Variační koeficient /%/								15,9

Stanovení pevnosti malty v tlaku nedestruktivně

Kounicův dům

klenby nad 1NP

8. - 9.7.2021

Mechanický válcový indentor

Měřené místo	Počet úderů na zatlačení indentoru						Průměrný počet úderů	R_m [MPa]
Konstrukční prvek S4								
1	3	4	3	4	5	6	4	0,51
2	5	4	2	3	4	6	4	0,48
Průměr								0,50
Konstrukční prvek S6								
1	7	10	8	9	6	7	8	1,35
2	5	6	9	10	11	8	8	1,44
Průměr								1,40
Konstrukční prvek S8								
1	5	6	5	4	7	6	6	0,77
2	7	4	3	5	7	8	6	0,81
Průměr								0,79
Konstrukční prvek S10								
1	7	5	7	6	6	5	6	0,88
2	6	7	5	4	5	6	6	0,77
3	8	5	4	7	5	6	6	0,85
Průměr								0,83
Konstrukční prvek S12								
1	3	4	3	5			4	0,44
2	4	4	3	3			4	0,40
3	3	2	3	4			3	0,32
4	3	3	3	2			3	0,28
Průměr								0,36
Konstrukční prvek S14								
1	9	5	5	6			6	0,94
2	5	7	7	5			6	0,88
Průměr								0,91
Konstrukční prvek S16								
1	4	3	5	3	3	4	4	0,42
2	5	6	3	3	2	3	4	0,42
Průměr								0,42
Konstrukční prvek S18								
1	4	6	3	4	3	2	4	0,42
2	5	5	3	2	3	3	4	0,40
Průměr								0,41
Celkový průměr /MPa/								0,68
Směrodatná odchylka /MPa/								0,33
Variační koeficient /%/								47,9

Stanovení pevnosti malty v tlaku nedestruktivně

Kounicův dům

klenby nad 1PP

8. - 9.7.2021

Mechanický válcový indentor

Měřené místo	Počet úderů na zatlačení indentoru						Průměrný počet úderů	R_m [MPa]
Konstrukční prvek <i>SI</i>								
1	2	3	2	4	2	3	3	0,27
2	3	5	4	3	2	3	3	0,37
Průměr								0,32
Celkový průměr /MPa/								0,32
Směrodatná odchylka /MPa/								0,04
Variační koeficient /%/								12,5

Pevnost zdících prvků nedestruktivně

Stanovení pevnosti cihel v tlaku nedestruktivně

Kounicův dům

stěny 1PP

8. - 9.7.2021

Schmidt L

Sonda číslo: 2

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	32	30	28	33	30	29	30	12,0
2.	28	31	35	30	27	26	30	11,7
Průměr [MPa]								11,9
Směrodatná odchylka [MPa]								0,2
Variační koeficient [%]								0,0

Stanovení pevnosti cihel v tlaku nedestruktivně

Akce:
Konstrukce:
Datum zkoušky:
Typ zkušebního přístroje:

Kounicův dům
stěny 1 NP
8. - 9.7.2021
Schmidt L

Sonda číslo: 3

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	28	30	26	31	29	26	28	11,4
2.	26	29	30	28	30	27	28	11,4
Průměr [MPa]								11,4
Směrodatná odchylka [MPa]								0,0
Variační koeficient [%]								0,0

Sonda číslo: 5

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	31	36	32	29	33	32	32	12,6
2.	30	34	32	32	35	30	32	12,6
Průměr [MPa]								12,6
Směrodatná odchylka [MPa]								0,0
Variační koeficient [%]								0,0

Sonda číslo: 7

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	30	34	31	38	32	30	33	12,7
2.	29	33	35	30	30	34	32	12,5
Průměr [MPa]								12,6
Směrodatná odchylka [MPa]								0,2
Variační koeficient [%]								0,0

Sonda číslo: 9

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	33	33	34	31	30	33	32	12,7
2.	31	30	29	35	34	36	33	12,7
Průměr							[MPa]	12,7
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,0
Variační koeficient							[%]	0,0

Stanovení pevnosti cihel v tlaku nedestruktivně

Akce:
Konstrukce:
Datum zkoušky:

Kounicův dům

stěny 1 NP

8. - 9.7.2021

Sonda číslo: 11

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	24	22	29	23	21	24	24	9,9
2.	30	27	25	24	29	22	26	10,6
Průměr							[MPa]	10,3
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,5
Variační koeficient							[%]	0,1

Sonda číslo: 13

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	38	34	35	36	32	30	34	13,3
2.	32	36	39	34	33	37	35	13,6
Průměr [MPa]								13,4
Směrodatná odchylka [MPa]								0,2
Variační koeficient [%]								0,0

Sonda číslo: 15

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	24	26	28	23	21	25	25	10,1
2.	20	22	28	26	28	25	25	10,2
Průměr							[MPa]	10,1
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,1
Variační koeficient							[%]	0,0

Sonda číslo: 17

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	25	30	25	24	27	28	27	10,7
2.	30	28	23	27	26	25	27	10,7
Průměr							[MPa]	10,7
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,0
Variační koeficient							[%]	0,0

Stanovení pevnosti cihel v tlaku nedestruktivně

Kounicův dům

stěny 2NP

8. - 9.7.2021

Schmidt L

Sonda číslo: 21

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	21	18	15	16	20	22	19	8,2
2.	25	27	22	20	21	18	22	9,3
Průměr [MPa]								8,7
Směrodatná odchylka [MPa]								0,8
Variační koeficient [%]								0,1

Sonda číslo: 22

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	23	30	29	23	24	25	26	10,5
2.	30	25	28	28	31	25	28	11,2
Průměr							[MPa]	10,8
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,5
Variační koeficient							[%]	0,0

Sonda číslo: 23

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	28	27	34	31	31	31	30	12,0
2.	30	29	31	25	28	32	29	11,6
Průměr [MPa]								11,8
Směrodatná odchylka [MPa]								0,3
Variační koeficient [%]								0,0

Sonda číslo: 24

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	24	28	31	24	29	27	27	11,0
2.	30	28	30	25	34	31	30	11,8
Průměr							[MPa]	11,4
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,6
Variační koeficient							[%]	0,1

Stanovení pevnosti cihel v tlaku nedestruktivně

Akce:
Konstrukce:
Datum zkoušky:

Kounicův dům

stěny 2NP

8. - 9.7.2021

Sonda číslo: 25

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	33	29	26	27	32	27	29	11,6
2.	36	30	30	29	31	25	30	12,0
Průměr							[MPa]	11,8
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,3
Variační koeficient							[%]	0,0

Sonda číslo: 26

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	30	35	33	32	34	27	32	12,5
2.	32	33	37	35	33	31	34	13,1
Průměr [MPa]								12,8
Směrodatná odchylka [MPa]								0,4
Variační koeficient [%]								0,0

Sonda číslo: 27

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	21	17	17	20	23	24	20	8,7
2.	23	19	20	25	21	23	22	9,2
Průměr [MPa]								9,0
Směrodatná odchylka [MPa]								0,4
Variační koeficient [%]								0,0

Sonda číslo: 28

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	23	22	21	24	24	23	23	9,5
2.	25	27	22	23	24	23	24	9,9
Průměr							[MPa]	9,7
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,3
Variační koeficient							[%]	0,0

Stanovení pevnosti cihel v tlaku nedestruktivně

Akce:
Konstrukce:
Datum zkoušky:

Kounicův dům

stěny 2NP
8. - 9.7.2021

Sonda číslo: 29

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	21	20	22	18	20	17	20	8,5
2.	23	20	22	19	25	24	22	9,3
Průměr [MPa]								8,9
Směrodatná odchylka [MPa]								0,6
Variační koeficient [%]								0,1

Stanovení pevnosti cihel v tlaku nedestruktivně

Kounicův dům

stěny 3NP

8. - 9.7.2021

Schmidt L

Sonda číslo: 30

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	20	23	17	21	20	19	20	8,6
2.	22	27	20	25	23	20	23	9,5
Průměr [MPa]								9,1
Směrodatná odchylka [MPa]								0,7
Variační koeficient [%]								0,1

Sonda číslo: 31

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	36	34	34	33	38	34	35	13,5
2.	35	32	36	37	35	34	35	13,5
Průměr							[MPa]	13,5
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,0
Variační koeficient							[%]	0,0

Stanovení pevnosti cihel v tlaku nedestruktivně

Akce:

Konstrukce:

Datum zkoušky:

Typ zkušebního přístroje:

Kounicův dům

klenby nad 1 PP

08.07.2021

Schmidt L

Sonda číslo: 1

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	31	30	29	33	27	34	31	12,1
2.	32	26	30	28	30	33	30	11,8
Průměr							[MPa]	12,0
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,2
Variační koeficient							[%]	0,0

Stanovení pevnosti cihel v tlaku nedestruktivně

Akce:
Konstrukce:
Datum zkoušky:
Typ zkušebního přístroje:

Kounicův dům
klenby nad 1 NP
8. - 9.7.2021
Schmidt L

Sonda číslo: 4

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	33	27	28	31	29	30	30	11,8
2.	29	27	30	30	29	29	29	11,6
Průměr							[MPa]	11,7
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,2
Variační koeficient							[%]	0,0

Sonda číslo: 6

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	41	34	40	44	40	39	40	15,1
2.	40	38	36	42	39	40	39	14,9
Průměr							[MPa]	15,0
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,1
Variační koeficient							[%]	0,0

Sonda číslo: 8

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	40	36	37	38	39	39	38	14,6
2.	39	42	40	38	41	40	40	15,2
Průměr							[MPa]	14,9
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,4
Variační koeficient							[%]	0,0

Sonda číslo: 10

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	33	35	40	35	32	39	36	13,8
2.	41	37	33	35	38	33	36	13,9
Průměr							[MPa]	13,9
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,1
Variační koeficient							[%]	0,0

Stanovení pevnosti cihel v tlaku nedestruktivně

Akce:
Konstrukce:
Datum zkoušky:

Kounicův dům

klenby nad 1 NP

8. - 9.7.2021

Sonda číslo: 12

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	27	23	17	22	25	28	24	9,8
2.	30	29	30	25	23	27	27	11,0
Průměr							[MPa]	10,4
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,9
Variační koeficient							[%]	0,1

Sonda číslo: 14

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	36	38	40	42	37	35	38	14,5
2.	40	37	34	35	38	36	37	14,1
Průměr							[MPa]	14,3
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,3
Variační koeficient							[%]	0,0

Sonda číslo: 16

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	33	35	37	34	32	37	35	13,4
2.	31	30	35	35	38	32	34	13,1
Průměr [MPa]								13,2
Směrodatná odchylka [MPa]								0,3
Variační koeficient [%]								0,0

Sonda číslo: 18

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	42	40	30	32	38	36	36	14,0
2.	37	39	40	40	33	35	37	14,3
Průměr							[MPa]	14,2
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,2
Variační koeficient							[%]	0,0

Stanovení pevnosti cihel v tlaku nedestruktivně

Akce:
Konstrukce:
Datum zkoušky:

Kounicův dům
klenby nad 1 NP
8. - 9.7.2021

Sonda číslo: 20

Zk. místo	odskok						f	R _m
								MPa
1.	33	36	30	31	32	30	32	12,6
2.	32	30	30	37	33	35	33	12,8
Průměr							[MPa]	12,7
Směrodatná odchylka							[MPa]	0,2
Variační koeficient							[%]	0,0

Výsledky stanovení pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem

Akce: Konstrukce: Datum zkoušky: Typ zkušebního přístroje:	Kounicův dům betonový sloup v 1NP 08.07.2021 Schmidt N
---	---

$\alpha_t = 0,90$

$\alpha_w = 1,00$

zkušební místo	popis zkušebního místa	R'_{be} [MPa]	R_{be} [MPa]	$R_{bei}-R_{beprům}$	$(R_{bei}-R_{beprům})^2$
1	S19 sloup	38	34	1,8	3,2
2	S19 sloup	40	36	3,6	13,0
3	S19 sloup	30	27	-5,4	29,2
Průměr		[MPa]	32,4	Součet	45,4
Směrodatná odchylka		[MPa]	3,9		
Variační koeficient		-	12,00%		
k_n		-	2,61		
R_{bg}		[MPa]	22		
Třída betonu			C 16/20		

Pevnost zdících prvků destruktivně

Zkouška pevnosti betonu v tlaku destruktivně - zkušební krychle

Akce:

Kounicův dům

Konstrukce:

stěny INP - vyřezaná tělesa

Datum zkoušky:

19.07.2021

Teplota vzduchu:

20,0°C

Vlhkost vzduchu:

60,0%

Typ zkušebního přístroje:

ELE - ADR 250/25

číslo vzorku dle ZL	číslo vzorku dle objednatele	hmotnost vzorku [kg]	Rozměry vzorku			objemová hmotnost [kg/m ³]	Tlačná plocha [cm ²]	Maximální síla [kN]	Pevnost v tlaku f _{ci} [N/mm ²]
			šířka b [mm]	výška h [mm]	délka l [mm]				
321/21/1	S3	0,1661	45,14	43,97	46,78	1789	21,1	15,45	7,3
323/21/1	S5	0,1524	44,66	44,47	44,74	1715	20,0	32,07	16,1
325/21/1	S7	0,1588	45,25	44,89	43,89	1781	19,9	5,82	2,9
325/21/2	S7	0,1595	43,13	44,47	45,17	1842	19,5	9,50	4,9
327/21/1	S9	0,1537	45,45	43,93	44,02	1748	20,0	9,54	4,8
Průměr			[kg/m ³]			1775		[MPa]	7,19
Směrodatná odchylka			[kg/m ³]			47,3		[MPa]	5,2
Variační koeficient						2,67%			72,25%

Zkouška pevnosti betonu v tlaku destruktivně - zkušební krychle

Akce:

Kounicův dům

Konstrukce:

stěny 2NP - vyřezaná tělesa

Datum zkoušky:

19.07.2021

Teplota vzduchu:

20,0°C

Vlhkost vzduchu:

60,0%

Typ zkušebního přístroje:

ELE - ADR 250/25

číslo vzorku dle ZL	číslo vzorku dle objednatel	hmotnost vzorku [kg]	Rozměry vzorku			objemová hmotnost [kg/m ³]	Tlačná plocha [cm ²]	Maximální síla [kN]	Pevnost v tlaku f _{ci} [N/mm ²]
			šířka b [mm]	výška h [mm]	délka l [mm]				
339/21/1	S21	0,1654	44,14	43,84	44,39	1926	19,6	22,51	11,5
339/21/2	S21	0,1689	45,01	44,88	44,31	1887	19,9	24,32	12,2
341/21/1	S23	0,1535	44,20	44,83	44,74	1731	19,8	32,10	16,2
347/21/1	S29	0,1518	44,73	44,81	43,88	1726	19,6	31,21	15,9
347/21/2	S29	0,1556	44,72	44,69	44,72	1741	20,0	28,29	14,1
Průměr		[kg/m ³]			1802	[MPa]		13,99	
Směrodatná odchylka		[kg/m ³]			96,3	[MPa]		2,1	
Variální koeficient					5,35%			15,24%	

Zkouška pevnosti betonu v tlaku destruktivně - zkušební krychle

Akce:

Kounicův dům

Konstrukce:

stěny 3NP - vyřezaná tělesa

Datum zkoušky:

19.07.2021

Teplota vzduchu:

20,0°C

Vlhkost vzduchu:

60,0%

Typ zkušebního přístroje:

ELE - ADR 250/25

číslo vzorku dle ZL	číslo vzorku dle objednatele	hmotnost vzorku [kg]	Rozměry vzorku			objemová hmotnost [kg/m ³]	Tlačná plocha [cm ²]	Maximální síla [kN]	Pevnost v tlaku f _{ci} [N/mm ²]
			šířka b [mm]	výška h [mm]	délka l [mm]				
349/21/1	S31	0,1646	45,03	47,13	44,67	1737	20,1	39,53	19,7
349/21/2	S31	0,1632	44,20	46,61	44,18	1793	19,5	34,73	17,8
Průměr			[kg/m ³]			1765	[MPa]		
Směrodatná odchylka			[kg/m ³]			39,9	[MPa]		
Variační koeficient						2,26%			

Zkouška pevnosti betonu v tlaku destruktivně - zkušební krychle

Akce:

Konstrukce:

Datum zkoušky:

Teplota vzduchu:

Vlhkost vzduchu:

Typ zkušebního přístroje:

Kounicův dům

klenby nad INP - vyřezaná tělesa

19.07.2021

20,0°C

60,0%

ELE - ADR 250/25

číslo vzorku dle ZL	číslo vzorku dle objednatele	hmotnost vzorku [kg]	Rozměry vzorku			objemová hmotnost [kg/m ³]	Tlačná plocha [cm ²]	Maximální síla [kN]	Pevnost v tlaku f _{ci} [N/mm ²]
			šířka b [mm]	výška h [mm]	délka l [mm]				
322/21/1	S4	0,1678	44,89	44,24	45,21	1869	20,3	19,03	9,4
339/21/2	S4	0,1655	45,23	44,71	43,99	1861	19,9	26,12	13,1
326/21/1	S8	0,1523	44,62	44,49	44,46	1725	19,8	33,10	16,7
334/21/1	S16	0,1666	43,20	44,80	44,82	1921	19,4	23,50	12,1
336/21/1	S18	0,1575	44,96	44,66	43,87	1788	19,7	39,93	20,2
338/21/1	S20	0,1580	43,73	44,24	45,40	1799	19,9	21,88	11,0
Průměr			[kg/m ³]			1827		[MPa]	13,77
Směrodatná odchylka			[kg/m ³]			69,8		[MPa]	4,0
Variační koeficient						3,82%			29,12%

Šířka spar ve zdivu

Akce:

šíře spar Kounicův dům

číslo vzorku dle ZL	číslo vzorku při odběru	šíře spar /cm/					průměr /cm/
319/21 - 2	S 1/2	2,20	3,00	1,80	2,00		2,3
320/21 - 2	S 2/2	2,00	1,90	2,00	1,30	2,50	1,9
321/21 - 3	S 3/3	1,00	2,50	1,30	2,50		1,8
322/21 - 2	S 4/2	1,00	1,20	2,00			1,4
323/21 - 2	S 5/2	0,80	1,80	1,50	1,00		1,3
324/21 - 2	S 6/2	1,40	1,00	1,50	0,80		1,2
325/21 - 2	S 7/2	1,50	1,80	2,20	2,50		2,0
326/21 - 2	S 8/2	0,80	1,00	1,20	1,80		1,2
327/21 - 2	S 9/2	1,50	2,10	2,60			2,1
328/21 - 2	S 10/2	1,70	1,30	2,30	2,10		1,9
329/21 - 2	S 11/2	1,40	2,10	1,60			1,7
330/21 - 2	S 12/2	1,00	1,30	1,20			1,2
331/21 - 2	S 13/2	1,30	2,50	1,80			1,9
332/21 - 2	S 14/2	1,80	0,90	1,40			1,4
333/21 - 2	S 15/2	1,30	2,50	1,50			1,8
334/21 - 2	S 16/2	1,80	2,50	1,00	1,70		1,8
335/21 - 2	S 17/2	1,00	3,50	2,00	2,80		2,3
336/21 - 2	S 18/2	2,00	1,50	1,00	0,80		1,3
338/21 - 2	S 20/2	1,80	0,60	1,20	0,80		1,1
339/21 - 2	S 21/2	1,30	2,50	1,80	3,00		2,2
340/21 - 2	S 22/2	1,60	1,80	1,20	1,50		1,5
341/21 - 2	S 23/2	1,00	1,60	1,80	2,10		1,6
342/21 - 2	S 24/2	2,40	2,00	1,00	2,50		2,0
343/21 - 2	S 25/2	2,20	1,20	1,00	2,50		1,7
344/21 - 2	S 26/2	3,00	1,40	1,40	2,10		2,0
345/21 - 2	S 27/2	1,40	1,50	1,30	1,00	2,50	1,5
346/21 - 2	S 28/2	2,00	1,00	1,40	1,00	1,30	1,3
347/21 - 2	S 29/2	3,00	2,50	2,40	2,70		2,7
348/21 - 2	S 30/2	3,20	1,20	0,90	1,00	1,00	1,5
349/21 - 2	S 31/2	1,90	1,00	2,50	2,00	1,80	1,8
		průměr					1,71
		sm.odchylka					0,38
		var.koef.					0,22

Popis jednotlivých sond

- **Číslo sondy**
- **Konstrukce a umístění sondy**
- **Výsledky Schmidtova tvrdoměru**
- **Vlhkost nedestruktivně**
- **Pevnost malty nedestruktivně**
- **Šířka spar zdiva**
- **Stav konstrukce v oblasti sondy**

ČÍSLO SONDY: 1

KONSTRUKCE: KUZNETS 1PP

TYP ZDIVA: PÍSKOVCE BLOKY

SEMI DT₁: 1) 31; 30; 29; 33; 27; 34;
 2) 32; 26; 30; 28; 30; 33;
 3)
 4)
 5)
 6)
 SMĚR MĚŘENÍ:
 ↑

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA : 10,2%; 7,3%; 8,0%
 (‰) ZDÍČ PRVÉK : 8,7%; 8,7%; 9,1%

MALTA INDENTOR: 1) 2; 3; 2; 4; 2; 3
 2) 3; 5; 4; 2; 2; 3
 3)
 4)
 5)
 6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 2,2; 3,0; 1,8; 2,0; cm
 (cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: ROZPADÁ SE, ZAVLHČENÍ; POVRCH DOBŘE PŘESPAKOVÁN

POŠKOZENÍ: OKRAJEM TRNÍKŮ A PŘÍČ ZDÍČŮM PRŮVOD



ČÍSLO SONDY: 2

KONSTRUKCE: STĚNA 1PP

TYP ZDIVA: KOMBINOVANÉ ZDIVO

SEHMIDT, L: 1) 32; 30; 28; 33; 30; 29
 2) 28; 31; 35; 30; 27; 26
 3)
 4)
 5)
 6)

SMĚR ÚBERU:
 →

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: HALTA : 8,8%; 9,6%; 10,7%; 7,3%
 (1%) ZDÍČ PRŮK: 4,8%; 7,6%; 2,9; 7,2%

HALTA INDEXOR: 1) 3; 4; 3; 2; 3; 5;
 2) 4; 3; 1; 2; 3; 2;
 3)
 4)
 5)
 6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 2,0; 1,9; 2,0; 1,3; 2,5; cm
 (cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ HALTA: ZNAČNĚ ZAVLHČA; DESTAŘE; LOUHA PŘESPRÁVA;
 HALTA SE DVOLÍ

POŠKOZENÍ: VLHČOST, LOUHA TEKUTÝ V LOŽNĚCH A
 SPOJNĚCH SPÁRÁCH ZDIVA



ČÍSLO SONDY: 3

KONSTRUKCE: STĚNA MP

TYP ZDIVA: PÍSKOVCOVÝ BLOKY

SEMHÍDT_L: 1) 28; 30; 26; 31; 29; 26;
 2) 26; 29; 30; 28; 30; 27;
 ŠÍŘKA VÝZKUM: 3)
 → 4)
 5)
 6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA : 1,0; 2,0; 1,7%;
 (%) ZDÍČOVÝ PRVEK : 1,5; 0,9; 0,6%

MALTA INDENTOR: 1) 2; 1; 3; 2; 4; 3; 2;
 2) 6; 4; 3; 5; 3; 4; 2;
 3)
 4)
 5)
 6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 1,0; 2,5; 1,3; 2,5; mm
 (cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČOVÝ MALTA: POŠKOZENÁ VLHČOST; POUKCH SE ROZPADÁ;

POŠKOZENÍ: LOUHAJÍCÍ OPRAVA A ZAZDÍVKA - CHYBÍ PŘEVÁZ
 ZDÍČOVÝ PRVEK (DOPLNĚNO ÚLOPKY CEMENT)



ČÍSLO SONDY: 4

KONSTRUKCE: KLENBA AŽD AŽP

TYP ZDIVA: PÍSKOVCEVÉ PLOKY

SCHMIDT, f: 1) 33; 27; 28; 31; 29; 30;

SMĚR ÚDERU: 2) 29; 27; 30; 30; 29; 29



3)

4)

5)

6)

NEDESTRUCTIVNÍ VLHČOST: MALTA : 1,3%; 1,7%; 0,9%; 1,0%
 (%) ZDÍČ PRVEK : 1,2; 1,6; 2,2; 1,8%

MALTA INDENTOR: 1) 3; 4; 3; 4; 5; 3; 6;

2) 5; 4; 2; 3; 3; 4; 6;

3)

4)

5)

6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 1,0; 1,2; 2,0; cm
(cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: DEFORMACE ZDÍČÍ MALTY; POŠKOZENÉ ZATĚKÁNÍM.

POŠKOZENÍ: KLENBA POŠKOZENÁ TRHLINAMI A ZATĚKÁNÍM
 TMU PŘEBÍHÁJÍ I KAPILÁRNÍ ZDÍČÍ PRVKY.

ČÍSLO SONDY: 5

KONSTRUKCE: STĚNA NP

TYP ZDIVA: CÍHELNÉ

SEKVIDT_L: 1) 37, 26, 32, 29, 33, 32

SMĚR ÚPRAV: 2) 30, 34, 32, 32, 35, 30



3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VHLKOST: HALTA : 3,7% ; 5,8% ; 6,0%
(%) ZDÍČ PRŮK : 4,8% ; 3,5% ; 5,2%

HALTA INDENTOR: 1) 2, 4, 3, 3, 3, 3
2) 4, 2, 3, 1, 2, 4
3)
4)
5)
6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 0,8 ; 1,8 ; 1,5 ; 1,0 ; cm
(cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ HALTA: KONTROLA VHLKOSTI; PRŮK SY

POŠKOZENÍ: V MÍSTĚ ZACHYCENÍ LOKALNÍ OPRAVY; SPOTRA
VZBTA ZDIVA ✓

ČÍSLO SONDY: 6.

KONSTRUKCE: KLENBA AHTA MP

TYP ZDIVA: CEMENTOVÝ

SCHMIDT, f:

SMĚR VĚTRU:

↑

1)

2)

3)

4)

5)

6)

47; 34; 40; 44; 40; 39; 42
40, 38, 36, 42, 39, 40

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST:

(%)

MALTA : 3,4; 4,2; 3,8 %

ZDÍČÍ PRVEK : 4,3; 5,3; 5,1 %

MALTA INDENTOR:

1)

2)

3)

4)

5)

6)

4, 10; 8; 9, 6, 4

5, 6, 9, 10; 11, 8

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA:

(cm)

1,4; 1,0; 1,5; 0,8; mm

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČÍ MALTA: KOMPAKTNÍ; DEGRADACE ZATŘEŠKÁNÍ DO LCE

POŠKOZENÍ: TRHLYN PŘÍČÍ ZDÍČÍ PRVY; OBESKČENÍ KLENBA
A SP. VČÍ POZPĚŘENÍ TRHLYN A ZATŘEŠKÁNÍ

✓

ČÍSLO SONDY : 7KONSTRUKCE : STĚNA MŮTyp ZDIVA : PÍSKOVCEVÉ PLOKY

BEHMIDT, f: 1) 30, 39, 31, 38, 32, 30
 2) 29, 33, 35, 30, 30, 34
SHĚR WEDER: 3)
 → 4)
 5)
 6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST : MALTA : 2,2% ; 1,6% ; 1,7%
 (%) ZDÍČ PRVEK : 0,9% ; 1,7% ; 2,0%

MALTA INDENTOR : 1) 4, 3, 3, 2, 3, 3
 2) 5, 2, 4, 3, 2, 3
 3)
 4)
 5)
 6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA : 1,5 ; 1,8 ; 2,2 ; 2,5 cm
 (cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY :

ZDÍČ MALTA: DEGRADACE ; POŠKOZENÍ ZATŘEŠKÁVÁNÍ

POŠKOZENÍ : PODPOVRCHOVÉ PARTIE ZDÍČ MALTY KOLIKÉ SONDY

✓

ČÍSLO SONDY: 8

KONSTRUKCE: KLIZNÁ AHD TAP

TYP ZDIVA: CIMELE

SEHMĚTÍ: 1) 40; 36; 37; 38; 39; 39
 2) 39; 42; 40; 38; 41; 40
 3)
 4)
 5)
 6)

SMĚR MĚŘENÍ:
 ↑

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA : 6,2%; 5,4%; 7,0%
 (%) ZDÍČ PRVEK : 5,9%; 4,8%; 5,7%

MALTA INDENTOR: 1) 5; 6; 5; 4; 7; 6;
 2) 4; 4; 3; 5; 7; 8;
 3)
 4)
 5)
 6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 0,8; 1,0; 1,2; 1,8;
 (cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTY: KOMPACTNÍ; POVRCH. DESTRUKCE

POŠKOZENÍ: - ZATĚKÁNÍ; SÍŤ TRHLIN V OPIČCE (PLOSŮB)
 - TENNÝ NAPĚTÍ ZDÍČNÍ PRVKY V KLIZNĚ



ČÍSLO SONDY: 9

KONSTRUKCE: STĚNA DĚLÍČÍ - 1.MP

TYP ZDIVA: PÍSKOVÉČOVÉ BLOKY

SEMI DT₁: 1) 33, 33, 34, 31, 30, 33

SMĚR MĚŘENÍ: 2) 21, 30, 23, 35, 34, 36



3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: HALTA : 2,0 - 1,8 - 2,3 %

(‰)

ZDÍČÍ PRŮVĚK : 1,4 - 1,3 - 1,5 %

HALTA INDENTOR: 1) 4, 3, 5, 4, 4,

2) 4, 3, 3, 4, 6,

3) 5, 5, 6, 4, 3

4) 3, 2, 2, 4, 5

5)

6)

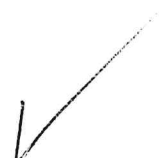
ŠÍŘKA SPAR ZDIVA:

(cm)

15 - 21 - 26 cm

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČÍ HALTA: KOMPAKTNÍ; POVRCHOVÁ DEGRADACE

POŠKOZENÍ: ŠPATNÁ PŘECETEBNÁ ZDIVA, LOKÁLNĚ ZDÍČÍ PRŮVĚK
DOVOŽENY (KOMÍNOVÁ STĚNA) ⇒ NÁVYKOVÉ AŽ
CÍHEVNĚ ZDIVO

ČÍSLO SONDY : 10KONSTRUKCE : KLEK BA MD 1.M.PTyp ZDIVA : CIHELNE'SEMHODT, L: 1) 33, 35, 40, 35, 32, 39

2) 41, 37, 33, 37, 38, 33

SMĚR ÚBERU:



3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHKOST : HALTA : 1,6 - 1,4 - 3,6 %

(%)

ZDÍČ PRŮK : 2,6 - 4,8 - 5,3 %

HALTA INDENTOR : 1) - 7, 5, 7, 6, 6, 5

2) 6, 7, 5, 4, 5, 6

3) 8, 5, 4, 7, 5, 6

4)

5)

6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA : - 17; 13; ; 2; 3; 2; 1;

(cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY :

ZDÍČ HALTA: KOMPAKTNÍ; BEZ VYKAZOVÁNÍ VYLUHOVÁNÍ

POŠKOZENÍ : ZATĚKÁNÍM - PLOŠNĚ SÍŤE TRHLIN V OBLASTI
OMÍTKA - 22mm

ČÍSLO SONDY: 11KONSTRUKCE: OBVODOVÁ STĚNA - 1.NPTyp ZDIVA: PÍSKOVCOVÉ BLOKYSEHNÍDT, %: 1) - 24, 22, 29, 23, 21, 24

SMĚR UDĚLU: 2) 30, 27, 25, 24, 29, 22



3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA : 4,1 - 2,0 - 2,5 %
(%) ZDÍČ PRŮŘEK : 1,5 - 2,1 - 1,8 %MALTA INDENTOR: 1) - 4, 5, 3, 3, 4
2) - 4, 4, 3, 4, 5,
3) - 3, 6, 5, 3, 3
4) - 5, 4, 5, 3, 3
5)
6)ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA:
(cm)

14 - 21 - 16

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: - KOMPAKTNÍ, BEZ DEGRABER

POŠKOZENÍ: TĚMĚŘ BEZ POŠKOZENÍ, CELKOVÝ VLIV DLOUHODOBÝHO ZATÍŽENÍ



ČÍSLO SONDY: 12

KONSTRUKCE: KLENBA KAPALNÝ

TYP ZDIVA: PÍSKOVÉČÍ KAMENY (KOMBINOVANÉ - ČÁST CEMENTU)

SEMI DT₁: 1) 27, 23, 17, 22, 25, 28
 2) 30, 29, 30, 25, 23, 27
 3)
 4)
 5)
 6)

SMĚR ÚBERU:



NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA : 1,8 - 1,7 - 2,5 %
 (%) ZDÍČ PRŮEK : 1,6 - 1,1 - 1,4 %

MALTA INDENTOR: 1) - 3, 4, 3, 5
 2) - 4, 4, 3, 3
 3) - 3, 2, 3, 4
 4) - 3, 3, 3, 2
 5)
 6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: - 10 - 13 - 12 cm
 (cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: DEGRADACE (KRYTOVÝMI) ZATĚKÁMI; KEDROCI SE

POŠKOZENÍ: - ZATĚKÁMI - DVOUPODOBÍ; SÍŤ TRHLIN V OBLASTI
 PLOŠNÝ POŠKOZENÍ

- ZDÍČ PRŮK BEZ TRHLIN.



ČÍSLO SONDY: 13

KONSTRUKCE: OBVODOVÁ STĚNA 1.N.P

TYP ZDIVA: CÍHELNÉ

SEHMÍDTÍ: 1) 38, 34, 35, 36, 32, 30

SMĚR ÚBERU: 2) 32, 36, 39, 34, 33, 34



3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHKOST: MALTA : 3 - 3,4 - 5,2 %
(%) ZDÍČ PRVEK : 3,1 - 5,2 - 5,0 %

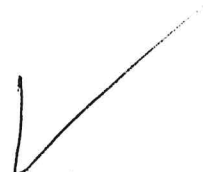
MALTA INDENTOR: 1) - 9,6,8,5
2) - 7,4,5,3
3) - 5,5,4,8
4) - 6,5,8,3
5)
6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 13 - 25 - 18 cm
(cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: - kompaktní; ZDÍČ PRVEK BEZ POŠKOZENÍ

POŠKOZENÍ: OMÍTKA A VYMALBA ZASTŘENY PRŮZRAČNĚM ⇒ ZHODNĚNÍ ZÁKLADNĚJŠÍ POŠKOZENÍ.



ČÍSLO SONDY: 14

KONSTRUKCE: KLEMB A NAD 1 NP

TYP ZDIVA: CIHELNE

SECHIDT, L: 1) 36, 38, 40, 42, 37, 35
 2) 40, 37, 34, 35, 38, 26
 3)
 4)
 5)
 6)

SMĚR ÚBERU:
 ↑

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: HALTA : 2,9% ; 4,8% ; 3,4%
 (‰) ZDÍČ PRŮEK : 2,1% ; 3,4% ; 3,3%

HALTA INDENTOR: 1) 9, 5, 5, 6
 2) 5, 7, 7, 5
 3)
 4)
 5)
 6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 1,8 ; 0,9 ; 1,4 ; cm
 /cm/

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ HALTA: KOMPAKTNÍ; ZDÍČ PRŮKJ BEZ TRHACÍ

POŠKOZENÍ: ZATĚKÁNÍ, PLOŠNÉ SÍŤ TRHACÍ A SPOTNÍ ČÁST
 KLENBY ⇒ DEGRADACE OMÍTKY

M-204 ZDIVA: OK



ČÍSLO SONDY: 15

KONSTRUKCE: STĚNA 1NP / KOMUNIKAČNÍ ZDÍVA

TYP ZDIVA: KAMENNÝ BLOK (PÍSKOVEC)

SEHNÍDT, L: 1) 24, 26, 28, 23, 21, 25

SMĚR ÚBERU: 2) 20, 22, 28, 26, 28, 25

→

3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VHLAŽOST: MALTA : 9%, 6,8%, 5,9%
(%) ZDÍČ PRVEK : 1,6%, 2,7%, 1,8%,MALTA INDENTOR: 1) 2,3, 1, 2, 4, 2;
2) 3, 2, 2, 3, 2, 7;
3)
4)
5)
6)ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 1,3, 2,5, 1,5;
(cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: V KÁMNE PŘESPAKOVÁNÍ; DROUŠE ⇒ NEGATIVNÍ
HLUBKOVÉPOŠKOZENÍ: VHLAŽOST ZAHNĚKOVÁNÍ, PĚCHŮV VZTÁH V KLENBĚ (VE ZDÍČ PRVEK) ⇒ VLIVNĚJŠÍ POŠKOZENÍ ⇒ VLIVNĚJŠÍ SE
PŘEDPŘÍM V CÍHEČNĚ ČÁSTI KOSYBY
(NANÁZUJÍ ZE STĚNY ⇒ SMĚR 16) ✓

ČÍSLO SONDY: 16

KONSTRUKCE: KLEBA A4B 1-AP

TYP ZDIVA: PÍSKOVOCÉ PLOKY

SEHNÍDTÍ: 1) 33, 35, 37, 34, 32, 34
 2) 31, 30, 35, 35, 38, 32
 3)
 4)
 5)
 6)

SMĚR ÚBERU:
 ↑

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA : 3,7 %; 4,2 %; 5,6 %
 (%) ZDÍČ PRŮBĚH : 7,1 %; 6,5 %; 4,9 %

MALTA INDENTOR: 1) 4, 3, 5, 3, 3, 4
 2) 5, 6, 3, 3, 2, 3
 3)
 4)
 5)
 6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 1,8; 2,5; 1,5; 1,7; cm
 (cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

zdíci MALTA: VYUKOVÁNÍ - DEGRADACE; DEKOU SE V PODPOVĚTROVĚN
 PRŮBĚH - VLHČOST

POŠKOZENÍ: - OBECNĚ JE KLEBA A4B UŠETŘENA ROZSAHÝM ZATÍŽENÍM.
 - TENKÝ KAPZÍČ KLEBY I VE ZDÍČNÍCH PRŮBĚH
 - ODPADNÉ KUSY OMÍTKY
 - SÍŤ TENKIN V OMÍTKÁCH A VEJŠÍCH DEGRADACÍ



ČÍSLO SONDY : 17.

KONSTRUKCE : STĚNA 1A.P (KOMBINOVANÉ ZDÍVO)

Typ ZDIVA : PÍSKOVCOVÉ BLOKY

SEHNÍDTĚL : 1) 25; 30; 25; 24; 27; 28
 2) 30; 28; 23; 27; 26; 25
 SMĚR ÚDERU : 3)
 → 4)
 5)
 6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHKOŠT : MALTA : 11; 0,6; 0,4 %
 (%) ZDÍČÍ PRVEK : 10; 0,5; 0,7 %

MALTA INDENTOR : 1) 3; 5; 6; 3; 4;
 2) 5; 4; 7; 3; 5;
 3) 3; 3; 2; 4; 4;
 4)
 5)
 6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA : 10; 3,5; 2,0; 2,8; cm
 (cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY :

zdíci malty : lokální přesprávkování. Poškození aťž popraskání (drobné); jinak kompaktní

poškození : vlhkost; kombinace aťž cihelné zdivo ⇒ praskání
 praskání; omítka poškozená desbádrem.



ČÍSLO SONDY: 18

KONSTRUKCE: KLUBA RADIOT

TYP ZDIVA: CEMENT

SEKVIDT, L: 1) 12; 40; 30; 32; 38; 26;
 2) 37; 39; 40; 40; 33; 35;
 SMĚR ÚBERU: 3)
 4)
 5)
 6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHKOST: HALTA : 8,4; 6,8; 5,7%
 (%) ZDĚL PRŮK : 6,2; 5,1; 5,4%

HALTA INDENTOR: 1) 4; 6; 3; 4; 3; 2; 3
 2) 5; 5; 3; 2; 3; 3; 4
 3)
 4)
 5)
 6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 20; 15; 10; 0,8;
 (cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

zdič HALTA: Poškození vlhkostí; zhoršená soudržnost; (druhá se)

Poškození: - zatěžání - rozstředění; síť prvků v obřet
 - Klenba poškození přičím tenkým ⇒ probíhají
 i ve zdičích prvcích
 - výraznější poškození



ČÍSLO SONDY: 19

KONSTRUKCE: SLOUP MP

TYP ZDIVA: BETONOVÝ SLOUP (POD KLADBOU - KALÍŽNÍČEK)

SEHNÍDT N:
 SHĚR UDĚL:
 →

1)	39, 37, 40, 41, 37, 40
2)	41, 43, 39, 40, 38, 39
3)	31, 33, 37, 35, 38, 31
4)	
5)	
6)	

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: HALTA: : BETON: 8,1; 9,6; 8,7%
 ZDÍČ PRŮK:

HALTA INDENTOR: 1)
 2)
 3)
 4)
 5)
 6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA:

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ HALTA:

POŠKOZENÍ: VLHČOST; POUKLOUVÉ PRŮK; ZNEČIŠTĚNÍ VÝMĚN

✓

ČÍSLO SONDY: 20

KONSTRUKCE: KLENBA AHD 1MP

TYP ZDIVA: CIMELEK

SEMI DT_L: 1) 33; 36; 30; 31; 32; 30
 2) 32; 30; 30; 37; 33; 35
 ŠÍŘKA VĚTVY: 3)
 ↑ 4)
 5)
 6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: HALTA : 5,3; 9,0; 8,9; %
 (%) ZDÍČ PRŮK : 5,6; 8,3; 9,2; %

HALTA INDENTOR: 1) 4,8; 5,3; 4,4
 2) 6,8; 5,6; 9,3
 3)
 4)
 5)
 6)

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 1,8; 0,6; 1,2; 0,8; cm
 (cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ HALTA: COŽAŇŮ OPRAVĚNO; HALTA KONSTRUKCE; COŽAŇŮ PŘESPAČ
 VÁNO

POŠKOZENÍ: VLHČOST - OBLAST ZATŘEČÁNÍ

- OKOLNÍ PÁRTE SONDY VÝRAZNĚ KVENŠY ZATŘEČÁNÍM
- ČÁST KLENBY BEZ OMÍTKY ⇒ DEFORMACE A VY-
 MOUVÁNÍ.

✓

ČÍSLO SONDY: 21

KONSTRUKCE: - VNITŘNÍ LÍČ OBVO DOVÉ STĚNY - 2.MP

TYP ZDIVA: PÍSKOVCOVÉ (KOMBINOVANÉ ZDIVO)
BLOKY

SEKVIDT, L: 1) 21, 18, 15, 16, 20, 22, 21, 23

SMĚR ÚBERU: 2) 25, 24, 22, 20, 21, 18,
3)

4)

5)

6)

NEDESTRUCTIVNÍ VLHČOST: HALTA : 2 - 1,5 - 4,8 - 4,7 -

(%)

ZDĚL PRŮK: 9, - 0,8 - - 1,1 - 2

HALTA INDENTOR: 1) 2, 2,

2) 1, 2,

3) 2, 3,

4) 3, 3,

5) 3, 3,

6) 3, 3,

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 15 - 25 - 18 - 30 cm
(cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDĚL HALTA: - VYDROLETA - KRESLIDLO (EPIDERMIS)

POŠKOZENÍ: - PORUCHY OMÍTKY (POZŠÁK) ⇒ DEGRADACE
- NUCOVKOVÉ KRESLIDLO ZDĚL HALTA

ČÍSLO SONDY: 22

KONSTRUKCE: MEZIOKENNÍ PILÍŘ

2. NP

TYP ZDIVA: PÍŠKOVEC (kombinovaný)

SEMHNUTÍ, %: 1) 23, 30, 28, 23, 29, 25, 26

SMĚR ÚPRAV: 2) 30, 25, 28, 28, 31, 25



3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA 1,6 - 9,1 - 0,8 - 1,1 %

(%)

ZDÍČ PRŮK: 0,8 - 0,8 - 1,7 - 0,6

%

MALTA INDENTOR: 1) 4,3

2) 3,4

3) 2,2

4) 3,3

5) 2,3

6) 3,3

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 1,6 - 1,8 - 1,2 - 1,5 - cm

(cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: SOLIDNĚ, DISKONTINUE

POŠKOZENÍ: NĚKTERÉ MÍSTNOSTI VZBŮ ZDIVA



ČÍSLO SONDY: 23

KONSTRUKCE: : DEŮČÍ-STĚNA

u KOMÍNA 2, KP

TYP ZDIVA: CIHELNÉ

SEKVIDT, f: 1) 28, 27, 34, 31, 31, 31,

SMĚR ÚDERU: 2) 30, 29, 31, 25, 28, 32



3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA: 1,1 - 3,9 - 7,4 - 2,4 %

(%)

ZDÍČ PRŮEK: 1,5 - 4,8 - 8,1 - 1,7 %

MALTA INDENTOR: 1) 2,2

2) 2,2

3) 2,3

4) 2,3

5) 1,2

6) 3,4

ŠÍŘKA SPAR ZDIVA:

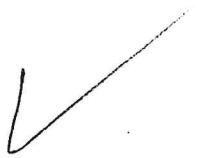
(cm)

1p - 1,6 - 1,8 - 2,1 cm

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: KOMPAKTNÍ

POŠKOZENÍ: BEZ POŠKOZENÍ; ZDIVO BEZ TRHACÍ



ČÍSLO SONDY: 24

KONSTRUKCE:

- 2. N. P (PĚŠÍ STĚNA)

TYP ZDIVA: PÍSEK - CIHLA - ODENÁNA CIHLA
(KOMBINOVANÉ ZDIVO)

SEKVIDT, L: 1) 24, 28, 31, 24, 29, 27, 23

SMĚR ÚPRAV: 2) 30, 28, 30, 25, 34, 31



3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA : 0,7 - 0,8 - 3,6 - 0,6 %
(%) ZDÍČ PRŮŘEK : CIHLA 0,6 - 0,6 - 0,7 - %
0,8MALTA INDENTOR: 1) 2, 2,
2) 1, 2,
3) 4, 3,
4) 3, 3,
5) 3, 3,
6) 4, 3,

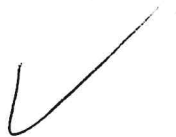
ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA:

(cm) 24 - 20 - 10 - 2,5 cm

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: - KOMPAKTNÍ, BEZ VÝKAZNÝCH DEFORMACÍ, BEZ
VLHČOSTI

POŠKOZENÍ: KE VŠUDY DOPŘÍČA PŘELAZBA ZDIVA



ČÍSLO SONDY: 25

KONSTRUKCE: - SLOUP - OBVODOVÁ STĚNA - 2. KP

TYP ZDIVA: - PÍSKOVCOVÉ BLOKY

SEHMĚTÍ: 1) 33, 28, 26, 27, 32, 27, 31, 26,
 2) 36, 30, 30, 29, 31, 25, 28
 SMĚR ÚBERU: 3)
 → 4)
 5)
 6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA : 3,6 - 2,2 - 1,1 - 7,4 %
 (%) ZDÍČ PRVK : 0,8 - 1,2 - 0,7 - 1.

MALTA INDENTOR: 1) - 2, 3, 3,
 2) - 3, 2,
 3) - 3, 3,
 4) - 3, 4, 5,
 5) - 2, 2, 2,
 6) - 3, 3,

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 22 - 12 - 12 - 25 cm
 (cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: POŠKOZENÍ ZDÍČ MALTY NEZNAMENÁ ⇒ LESADKOVÁ

POŠKOZENÍ: - (CIVNÝ PŘESTÁVÁNÍ ⇒ POUKAZ. VRSTV ZDÍČ
 MALTY JSEM QIEVNE ⇒ PODPOROVANÉ NIKOLIV
 - VLHČOST ZDIVA



ČÍSLO SONDY: 26

KONSTRUKCE: - 2. NP - STĚNA

TYP ZDIVA: PÍSEK (KOMBINOVANÉ ZDIVO)

SEHMĚTÍ, l': 1) 30, 35, 33, 32, 37, 27

SMĚR ÚBERU: 2) 32, 33, 37, 35, 33, 37



3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: HALTA : 7,1 - 7,7 - 8,0 - 1,3 %

(1/n)

ZDÍČ PRŮK : 2,5 - 0,8 - 1,7 - 2,8 %

HALTA INDENTOR: 1) - 2,3,

2) - 2,2,

3) - 5,4,

4) - 2,3,

5) - 3,4,

6) - 4,2

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA:

(cm)

SP - 14 - 14 - 21 -

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ HALTA: NEZROVNOMĚRNÁ - DROUŠE; VLHČOST

POŠKOZENÍ: DROUŠENÍ A ZATŘEŠENÍ. LOUČENÍ JE ZDÍČ HALTA HLAVNĚKOVÉ LHOUSKÁ.

ČÍSLO SONDY: 27

(MEZIOBLASTOVÝ PÍSEK)
2.MP

KONSTRUKCE:

TYP ZDIVA: CÍHLA + PÍSEK - ODČER. PÍSEK
(KOMBIKOVANÁ ZDIVO)

SEMHÍDT, %: 1) 21, 17, 17, 20, 23, 24,

SMĚR ÚBERU: 2) 23, 19, 20, 25, 21, 23

→ 3)
4)
5)
6)NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST:
(%)

MALTA : 3,3 - 3,6 - 2,2 - 4,6 %

ZDÍČ PRVEK : - PÍSEK - 0,5 - 4,4 - 1 - 0,7 %

MALTA INDENTOR: 1) 2,3,

2) 3,3,

3) 3,4,

4) 4,4,

5) 3,3,

6) 2,2,

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA:

(cm) 14 - 15 - 13 - 10 - 25

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: JEDNÁ SE - DEGRADACE

POŠKOZENÍ: ZATŘEŠKÁNÍ. OPÍTY DEGRADACE ⇒ VÁZBA ZDIVA
NEJHODNĚJŠÍ (KOMBIKOVANÉ CÍHLA - PÍSEKOVÉ)

✓

ČÍSLO SONDY: 28

KONSTRUKCE:

- 2. NP OKRADOVÁ STĚNA

TYP ZDIVA: PÍSKOVCOVÉ BLOKY

SEKVIDT, L: 1) 23, 22, 21, 24, 24, 23

SMĚR ÚBERU: 2) 25, 27, 22, 23, 24, 23

→

3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA : 2,9 - 0,9 - 7,7 %

(%)

ZDÍČ PRŮK : 0,8 - 1,1 - 0,5 - 1,1 %

MALTA INDENTOR: 1) - 1,3,

2) - 3,2,

3) - 3,2,

4) - 2,3,

5) - 1,3,

6) - 2,2,

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA: 2p - 1p - 1p - 1p - 1p

(cm)

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: DROLÍ SE ⇒ ~~NEJEDNÁ~~ MÁV DO VĚTŠÍ
HLUBKY

POŠKOZENÍ: NEKONTROLOVANÉ ZATÍŽENÍ ⇒ NEKONTROLOVANÉ OPÍRÁNÍ



ČÍSLO SONDY: 29

KONSTRUKCE:

MEZIOBĚŽNÍ PILÍŘ

- 2. NP

TYP ZDIVA: CIHLA (KOMBINOVANÉ ZDIVO)

SCHMIDT, f: 1) 21, 20, 22, 18, 20, 17, 17,

SMĚR ÚDERU: 2) 23, 20, 22, 19, 25, 24,

→ 3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA : 0,9, 0,8, 0,5, 5,4 %
 (%) ZDÍČ PRVEK : 0,7, 0,9, 0,9, 0,6 " %

MALTA INDENTOR: 1) - 7,4,
 2) - 5,6,
 3) - 3,3,
 4) - 4,4,
 5) - 4,3,
 6) - 4,3,

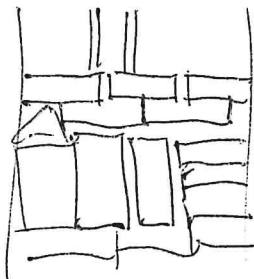
ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA:

(cm) 30 - 25 - 24 - 27.

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: KOMPLETNÍ; VYLUKCE SE ⇒ DISKORD

POŠKOZENÍ: - ZAZDĚLENÉ STOUPAČKY
 - ZDÍČ PRVY BEZ VÁZBY V MÍSTĚ SONDY



ČÍSLO SONDY: 30

KONSTRUKCE: STĚNA 3. M.P

TYP ZDIVA: PÍSKOVÉ PLOKY

SEHMÍDTÍ: 1) 20, 23, 17, 21, 20, 18, 21

SMĚR ÚBERU: 2) 22, 27, 20, 27, 23, 20



3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA : 1,2 - 0,5 - 0,8 - 2,5%
 (%) ZDÍČ PRVEK : 1 - 1,4 - 1,1 - 0,6 - 0,6%

MALTA INDEKTOR: 1) 4, 4,

2) 3, 2,

3) 1, 2,

4) 2, 3,

5) 3, 4,

6) 3, 3,

ŠÍŘKA SPAR ZDIVA:

(cm) 32 - 12 - 08 - 10 - 10

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: ~~DESTRUKCE~~ MALTY, KYNUTÁ POUZEC

POŠKOZENÍ: - ROZŠÍŘENÍ ZATŘEŠÍ, POŠKOZENÍ ORNITÍ DEGRADACE



ČÍSLO SONDY: 31

KONSTRUKCE: -

OBYVADOVÁ STĚNA 3.MP
(MEZIOBÝVACÍ PÍČE)

TYP ZDIVA: CIHLA

SEMHÍDTÍ: 1) 36, 39, 39, 33, 38, 39

SMĚR ÚDERU: 2) 35, 22, 36, 37, 25, 34



3)

4)

5)

6)

NEDESTRUKTIVNÍ VLHČOST: MALTA : 1,8 - 1,8 - 2,4 - 1,8 %
(%) ZDÍČ PRŮVĚK : 2,8 - 1 - 0,8

MALTA INDENTOR: 0,8 - 0,8 %

1) - 2, 3, 4

2) - 3, 4, 4

3) - 2, 2, 3

4) - 4, 4, 1

5) - 2

6) - 1

ŠÍŘKA SPÁR ZDIVA:

(cm) 18 - 18 - 25 - 30 - 18

STAV KONSTRUKCE V OBLASTI SONDY:

ZDÍČ MALTA: LOŽNÍK PŘESPAKOVÁNÍ, KOMPAKTNÍ

POŠKOZENÍ: - POUZE OPÍTÝ ZAPRŮVĚDĚNÍ ⇒ PŘESNĚ
(SÍŤ TRATÍ V OBÍTKÁCH)

- ZDÍVO BEZ PORUCH



Přepočet pevnosti v tlaku zdících prvků s ohledem na velikost zkušebního tělesa

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 91.100.25

Leden 2016

Zkušební metody pro zdicí prvky – Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku

ČSN
EN 772-1+A1

72 2635

Methods of test for masonry units –
Part 1: Determination of compressive strength
Méthodes d'essai des éléments de maçonnerie –
Partie 1: Détermination de la résistance à la compression
Prüfverfahren für Mauersteine –
Teil 1: Bestimmung der Druckfestigkeit

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 772-1:2011+A1:2015. Překlad byl zajištěn Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 772-1:2011+A1:2015. It was translated by the Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN EN 772-1 (72 2635) z října 2011.

Příloha A (informativní)

Přepočet pevnosti v tlaku zdicích prvků na normalizovanou pevnost v tlaku

Hodnota pevnosti v tlaku, která se používá pro prokázání shody se specifikací, se pro potřeby navrhování přepočítá na normalizovanou pevnost v tlaku.

V takovém případě hodnota pevnosti v tlaku určená podle této normy se nejprve přepočítá na ekvivalentní pevnost v tlaku ve stavu přirozené vlhkosti. Pro vynásobení se použijí následující hodnoty součinitelů:

u zdicích prvků kondicionovaných podle 7.3.2 nebo 7.3.4 součinitelem 1,0;

u zdicích prvků kondicionovaných podle 7.3.3 součinitelem 0,8;

u zdicích prvků kondicionovaných podle 7.3.5 součinitelem 1,2.

Hodnota pevnosti v tlaku ve stavu přirozené vlhkosti se přepočítá na normalizovanou pevnost v tlaku f_b tak, že se vynásobí součinitelem $\delta^{NP2)}$ vlivu tvaru zdicích prvků podle tabulky A.1, přičemž šířka a výška zdicího prvku se určí podle EN 772-16.

Pokud se pevnost v tlaku stanoví na zkušebních tělesech vyříznutých z celých zdicích prvků, normalizovaná pevnost odvozená z výsledků zkoušek vyříznutých částí je hodnotou, která přísluší celým zdicím prvkům, z nichž byly tyto části vyříznuty.

Tabulka A.1 – Součinitel tvaru $\delta^{NP2)}$ vyjadřující vliv rozměrů zkušebních těles změřených po úpravě povrchu zdicích prvků

Šířka (mm) Výška ^{a)} (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 $\delta^{NP2)}$ lineární interpolací.

^{a)} Výška stanovená po úpravě povrchu.

Výňatek z ČSN 730038 – Zděné konstrukce

ZDĚNÉ KONSTRUKCE

P 3.1. Všeobecně

P 3.1.1. Zděnou konstrukcí se v této příloze rozumí stavební konstrukce vyzděná na maltu (viz ČSN 72 2430) z přírodních nebo umělých kusových staviv nebo dílců.

P 3.2. Charakteristiky zdiva

P 3.2.1. Při postupu podle čl. 3.1.10 se výpočtová pevnost zdiva R_d určí ze vztahu:

$$R_d = 1,6 \frac{\gamma_u \gamma_m}{\gamma_{mn}} \cdot R_{ms,d}, \quad (14)$$

kde $R_{ms,d}$ je výpočtová pevnost zdiva určená na základě pevnosti v tlaku kusových staviv nebo dílců (viz čl. P 3.2.2 až P 3.2.7) a pevnosti v tlaku malty (viz čl. P 3.2.8) s použitím ČSN 73 1101, součinitel spolehlivosti zdiva podle čl. P 3.2.9, součinitel informace o stavu zdiva podle čl. P 3.2.10, součinitel podmínek působení z hlediska celistvosti zdiva podle čl. P 3.2.11.

P 3.2.2. Pevnost v tlaku cihlářských výrobků se určí jedním z těchto způsobů:

- 1) pevnostními zkouškami vzorků cihlářských výrobků podle ČSN 72 2605 odebraných z vyšetřované části zděné konstrukce nebo zděného prvku; počet vzorků se řídí ustanoveními uvedených normy, avšak v odůvodněných případech (např. při ohrožení celistvosti prvku) se počet vzorků zmenší,
- 2) nedestruktivními tvrdoměrnými zkouškami cihlářských výrobků podle ČSN 73 1373 (upravené Poldi kladívko se srovnávací tyčkou podle Waitzman-na, Schmidovy sklerometry typu L a N), a to na vzorcích vyjmutých z konstrukce nebo ponechaných v konstrukci, za předpokladu, že jsou známy příslušné kalibrační vztahy pro výrobky téhož druhu a původu; není-li tomu tak, musí se tyto vztahy stanovit předem.

P 3.2.3. Pevnost v tlaku vápenopiskových prvků pro svislé konstrukce se určí pevnostními zkouškami prvků podle ČSN 72 2632 odebraných z vyšetřované části zdiva.

P 3.2.4. Pevnost v tlaku tvárnice z lehkého betonu se určí pevnostními zkouškami tvárnice podle ČSN 72 3181 odebraných z vyšetřované části zdiva.

P 3.2.5. Pevnost v tlaku obyčejného betonu tvárnice nebo dílců a lehkého betonu dílců se určí podle PŘÍLOHY 1.

P 3.2.6. Pevnost v tlaku pórobetonu tvárnice a dílců se určí pevnostními zkouškami těles podle ČSN 73 1352, zhotovených ze vzorků odebraných z vyšetřované části zdiva.

P 3.2.7. Pevnost v tlaku kamene se určí podle ČSN 72 1157 na tělesech zhotovených ze vzorků odebraných z vyšetřované části zdiva. Za pevnostní značku kamene se považuje výběrový průměr pevnosti kamene v tlaku.

P 3.2.8. Pevnost v tlaku malty se stanoví jedním z těchto způsobů:

- 1) určením pevnostní značky malty na základě obsahu pojiva nalezeného chemickým rozbořem podle ČSN 73 1323,
- 2) destruktivními zkouškami zkušebních těles zhotovených z odebraných vzorků ložných maltových spár,
- 3) nedestruktivními tvrdoměrnými zkouškami podle ČSN 73 1373 popř. jinými nedestruktivními metodami.

Při postupu podle bodu 2) a 3) se vyhodnocení výsledků provede s přihlédnutím ke způsobu zkoušení.

P 3.2.9. Součinitel spolehlivosti zdiva γ_{mm} se u stávající konstrukce uvažuje těmito hodnotami:

- 1) u zdiva neporušeného, neprovlhčeného, v suchém prostředí . . . $\gamma_{mm} = 1,6$,
- 2) u zdiva porušeného nebo nadměrně vlhkého, podle míry porušení nebo provlhčení $\gamma_{mm} > 1,6$.

P 3.2.10. Součinitel informace o stavu zdiva γ_{in} se uvažuje v závislosti na podrobnosti průzkumu, přístupnosti vyšetřovaného prvku apod. hodnotou

$$\gamma_{in} \leq 1,05. \quad (15)$$

P 3.2.11. Součinitel podmínek působení z hlediska celistvosti zdiva γ_m se uvažuje těmito hodnotami:

- u zdiva bez svislých trhlin $\gamma_m = 1$,
- u zdiva se svislými trhlinami, popř. nedokonalou vazbou $\gamma_m \leq 0,9$.

P 3.3. Zesilování

P 3.3.1. Při přímém zesilování zděných prvků připojením zděných částí nebo částí z jiných materiálů je nutné zajistit spolupůsobení původní a zesilující části s přihlédnutím k eventuelním rozdílným objemovým změn materiálů stávající a připojené části. Výpočet podle jednotlivých mezních stavů musí přitom vycházet statické působení zesíleného prvku v závislosti na rozdílném chování původního a nového zdiva nebo původního zdiva a materiálu zesilující části.

P 3.3.2. Při výpočtu zděných prvků přímo zesilovaných předpětím volnými vložkami se účinek předpětí vyšetřuje jako účinek vnějšího stálého zatížení a charakteristiky zdiva ve směru působení předpětí se určí s přihlédnutím ke skladbě zděných částí a k druhu vazby.

Výňatek z ČSN 73 1101

MDT 024.04:024.012.2

Schválena: 17. 9. 1980

ČSN 73 1101

ČSN 73 1101

ČESKOSLOVENSKÁ STÁTNÍ NORMA

NAVRHOVÁNÍ ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Проектирование каменных конструкций

Design of masonry structures



ČSN 73 1101

VYDAVATELSTVÍ ÚNM, Praha 10, Hostivař

Rok vydání 1981, stran 48, náklad 20 000 výtisků, N 19 087

Výtisk TISK, knižní výroba, n. p., Brno, provoz 54

Cena Kčs 12,50

VYDAVATELSTVÍ ÚŘADU PRO NORMALIZACI A MĚŘENÍ

PRAHA

Tab. 2. VÝPOČTOVÉ PEVNOSTI ZDIVA
V DOSTŘEDNÉM A MIMOSTŘEDNÉM TLAKU R_d (v MPa) PŘI PORUŠENÍ
ZDIVA V KUSOVÝCH STAVIVECH NEBO VE SPÁRÁCH

Zdivo	Výška jedné ložné vrstvy h_1	Pevnostní značka cihel a tvárnice ¹⁾	Výpočtové pevnosti zdiva na maltu označenou podle ČSN 72 2430 2)						
			150	100	50	25	10	4	0
			MPa						
cihelné	$h_1 > 50$	35	3,8	3,5	3,0	2,5	—	—	1,7
		30	3,5	3,2	2,7	2,2	—	—	1,4
		25	3,3	3,0	2,5	2,0	—	—	1,2
		20	3,0	2,7	2,2	1,8	1,6	1,4	1,0
		15	2,4	2,2	1,8	1,5	1,3	1,2	0,8
		10	2,0	1,8	1,5	1,3	1,0	0,9	0,6
	z lehkých betonových tvárnice podle ČSN 72 3181, ON 72 3192 apod.	7	—	1,5	1,3	1,1	0,9	0,7	0,5
		5	—	—	1,0	0,9	0,7	0,6	0,4
		4	—	—	0,9	0,8	0,6	0,5	0,3
		2,5	—	—	0,8	0,7	0,5	0,4	0,2
betonové	$h_1 > 200$	30	—	—	—	0,7	0,6	0,5	0,4
		20	—	—	—	0,5	0,4	0,35	0,3
	$200 \leq h_1$ $h_1 \leq 300$	30	—	—	—	0,55	0,5	0,4	0,3
		25	—	—	—	0,45	0,4	0,3	0,2
		20	—	—	—	0,3	0,25	0,2	0,1

Pokračování tab. 2

Zdivo	Výška jedné ložné vrstvy h_1	Pevnostní značka nebo třída tvárnice nebo díleč ¹⁾	Výpočtové pevnosti zdiva na maltu označenou podle ČSN 72 2430 2)						
			150	100	50	25	10	4	0
			MPa						
z tvárnice z obyčejného betonu	$150 \leq h_1$ $h_1 \leq 300$	III	4,3	4,1	3,8	3,5	3,2	2,9	2,4
		II	3,3	3,1	2,8	2,6	2,4	2,2	1,7
		I	2,7	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,3
		0	—	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,0
		0I	—	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	0,6
		III	5,5						
z dílečů z obyčejného betonu	$1200 \leq h_1$ $h_1 \leq 2500$	II	4,4						
		I	3,7						
		0	3,1						
		0I	1,9						
		III	5,1						
		II	4,1						
	$600 \leq h_1$ $h_1 < 1200$	I	3,4						
		0	2,7						
		0I	1,7						
		III	4,6						

Vlastnosti vybraných pískovců v ČR

Vlastnosti vybraných českých pískovců

16.4.2018 | Ing. Monika Čáchová, Ph.D., Ing. Dana Koňáková, Ing. Jan Kočí, Ph.D., doc. Ing. Eva Vejmelková, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra materiálového inženýrství a chemie | RECENZOVANÝ

Článek se zabývá několika typy pískovců z funkčních českých lomů. Cílem výzkumu bylo zjistit vlastnosti a porovnat vybrané české pískovce. Z těchto prezentovaných výsledných parametrů, lze přispět k vhodnějšímu výběru pískovce dle potřebné funkčnosti či umístění v konstrukci.

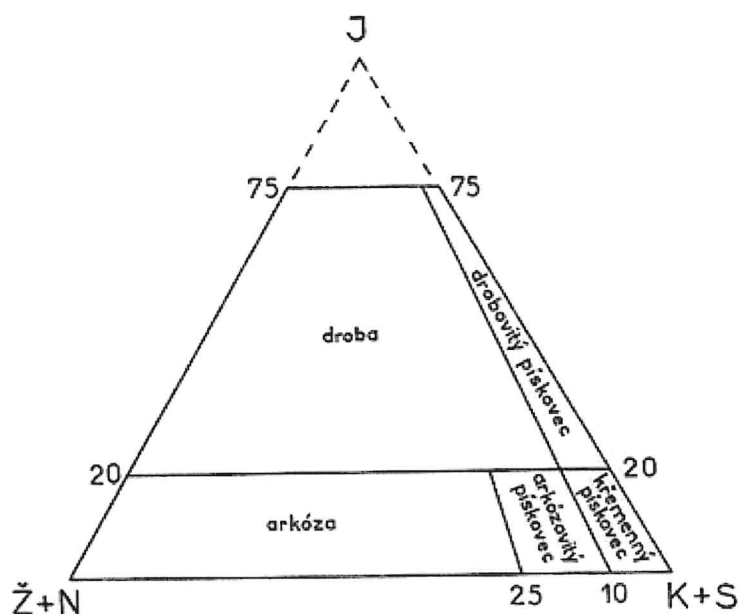
Tento článek zkoumá několik typů pískovců, které se v současnosti těží v České republice. Jsou zde prezentovány vybraná měření i příslušné výsledné hodnoty. Konkrétně se jedná o základní fyzikální vlastnosti, pevnosti v tlaku, transport kapalně vody i vodní páry a tepelné vlastnosti.

1. Úvod

Pískovec je tradiční přírodní stavební materiál, který nalézá své uplatnění i v dnešní době. Každý pískovec je jedinečný svou strukturou i texturou, a proto i jejich vlastnosti jsou odlišné. V dnešní době se již přírodní kámen nevyužívá jako nosný prvek, ale své využití má především v oblasti restaurátorství nebo nachází uplatnění v podobě obkladových prvků. Z těchto důvodů je důležité znát jejich charakteristiky, aby mohl být vybrán nejvhodnější druh pískovce. V tomto článku jsou popsány metody měření osmi nejčastěji používaných pískovců na území České republiky a prezentovány základní fyzikální vlastnosti, charakteristiky porézní struktury, transport vodní páry a kapalně vody, tepelné vlastnosti.

2. Studované materiály

Zkoumanými stavebními materiály jsou pískovce, které jsou těženy na území České republiky (tabulka 1) [1]. Pískovec je sedimentární hornina, jehož základní struktura je tvořena pískovými zrny různých frakcí a tmelem. Pískovce lze rozdělovat dle velikosti zrn na jemnozrnné, středozrnné a hrubozrnné. Tmel je druhotně vyloučená substance, má funkci spojující a rozeznáváme různé druhy: jílovitý, křemičitý, slinitý, vápnitý či železitý tmel. Klasifikace pískovců je velice komplikovaná a především nejednotná. Jednou z používaných pomůcek při určování názvosloví pískovců je trojúhelníkový diagram (obrázek 1 [2].), ve kterém označuje písmeno J – jíl, slídy a silt; K+S – křemen a zrna stabilních hornin a Ž+N – živec a úlomky nestabilních hornin [2]. Výsledné vlastnosti pískovce závisí především na druhu tmele. Nejdolnější



Obr. č. 1: Klasifikační trojúhelníkový diagram pískovců

pískovce jsou tvořeny křemičitým tmelem (oxid křemíku). Méně kvalitní a trvanlivé pískovce mají kalciový tmel nebo tmel z různých oxidů železa [3]. Podrobná charakteristika zkoumaných pískovců je zobrazena v tabulce 1.

Tabulka č. 1: Charakteristiky zkoumaných pískovců

Označení	Typ pískovce	Zrnitost	Přívlastek	Textura	Barva
S1	Božanovský	Hrubozrnný (2–0,5 mm)	Arkózovitý	–	Bělošedá
S2	Bzovský	Jemnozrnný (0,25– 0,05 mm)	–	–	Šedomodrá, okraje okrové
S3	Hořický (Podhornoújezdský)	Jemnozrnný (0,25– 0,05 mm)	Monomiktní	Masivní (všesměrně zrnitá)	Bělošedá až šedožlutá
S4	Královédvorský	Jemnozrnný (0,25– 0,05 mm)	Monomiktní	Masivní	Šedobílá až žlutavá
S5	Zámělský	Středně zrnitý (3,3– 1,0 mm)	–	Plošně paraelní (břidličná)	Světle zelená, žlutozelená
S6	Těšínský	Jemnozrnný (0,25– 0,05 mm)	–	–	Zelenošedá až šedozelená
S7	Úpický	Střednozrnný (0,5– 0,25 mm)	Arkózovitý	–	Rudohnědá
S8	Mšenský	Jemnozrnný (0,25– 0,05 mm)	Monomiktní	Masivní (všesměrně zrnitá)	Šedobílá

3. Experimentální metody a měření

3.1 Základní fyzikální vlastnosti

Mezi naměřené základní fyzikální parametry patří objemová hmotnost ρ [kg m^{-3}], hustota matrice ρ_{mat} [kg m^{-3}] a otevřená pórovitost ψ_0 [%]. Všechny tyto charakteristiky byly měřeny pomocí gravimetrické metody a vakuové

nasákavosti na vzorcích o rozměrech 50 × 50 × 50 mm. Vzorky byly nejdříve vloženy do sušárny, ve které byla nastavena teplota na 105 °C, aby se odstranila fyzikálně vázaná voda a získala hmotnost vysušeného materiálu. Následně se vzorky umístily do exsikátoru minimálně na 24 hodin a pomocí vakuové pumpy, se plně nasatily vodou, a poté zvážil plně nasycený stav. [4]

V tabulce 2 jsou zobrazeny výsledné hodnoty základních fyzikálních vlastností studovaných pískovců. Z dosažených výsledků je patrné, že hodnota hustoty matrice ρ_{mat} u všech pískovců vychází podobně. Oproti tomu vykazují hodnoty otevřené pórovitosti ψ_0 značné rozdíly. Bzovský pískovec S2 má otevřenou pórovitost 22krát menší než mšenský pískovec S8. Podobně jako hodnoty otevřené pórovitosti jsou i hodnoty objemové hmotnosti velice rozdílné. Nejnižších hodnot objemové hmotnosti vykazuje bzovský pískovec S8, naopak nejvyšších hodnot vykazuje mšenský pískovec S2 (o 30 %).

Tabulka č. 2: Základní fyzikální vlastnosti studovaných pískovců pomocí gravimetrické metody

Materiál	Vakuová nasákavost		
	ρ [kg m ⁻³]	ρ_{mat} [kg m ⁻³]	ψ_0 [%]
S1	2183	2613	16,4
S2	2651	2686	1,3
S3	1994	2610	23,6
S4	2224	2614	14,9
S5	2047	2634	22,3
S6	2499	2622	4,7
S7	2434	2621	7,1
S8	1868	2618	28,6

Hustota pevné matrice byla pro porovnání určena i pomocí héliového pyknometru. Princip této metody je založen na schopnosti atomu hélia zaplnit i velmi malé póry, které se ve zkoumaném materiálu vyskytují. Vysušený vzorek je vložen do komory o známém objemu. Hélium se následně vpouští do zkoumané i referenční komory a zaznamenává se vznikající tlak. Z těchto naměřených hodnot lze dopočítat potřebnou hustotu matrice. Výsledné hodnoty z héliového pyknometru jsou zobrazeny v tabulce 3. Konečné hodnoty pomocí této metody vykazují stejný trend jako hodnoty, které byly naměřeny pomocí vakuové nasákavosti. Mšenský pískovec S2 má otevřenou pórovitost 23krát menší než bzovský pískovec S8. Pískovec S8 má objemovou hmotnost menší o 32 % než pískovci S2.

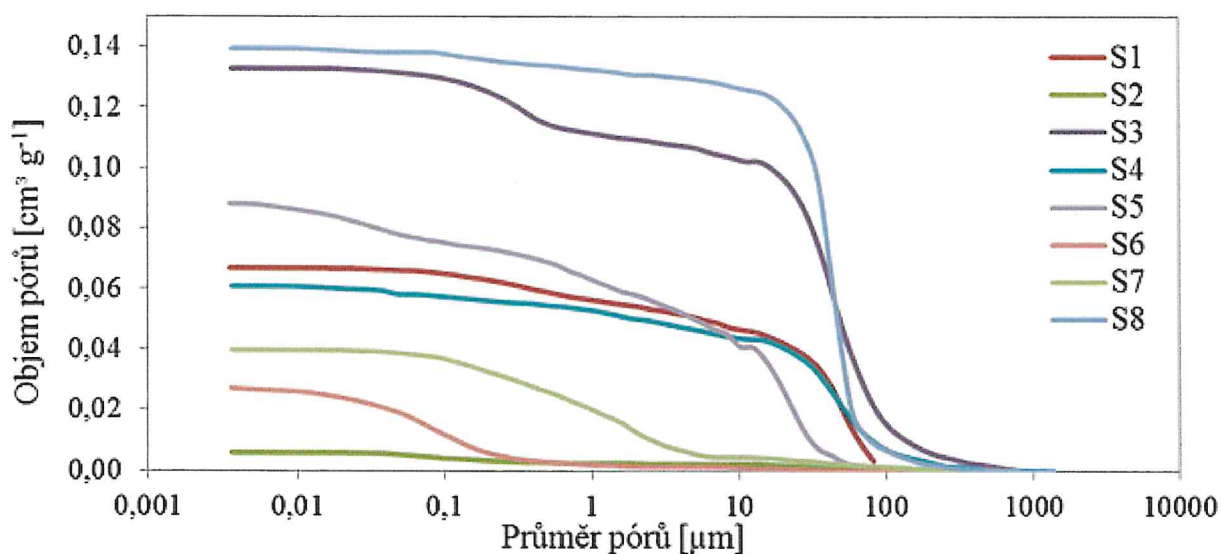
Tabulka č. 3: Základní fyzikální vlastnosti pomocí héliového pyknometru

Materiál	Héliový pyknometr

Materiál	ρ [kg m ⁻³]	Héliový pyknometr ρ_{mat} [kg m ⁻³]	ψ_0 [%]
	ρ [kg m ⁻³]	ρ_{mat} [kg m ⁻³]	ψ_0 [%]
S1	2192	2680	18,2
S2	2654	2691	1,4
S3	1962	2665	26,4
S4	2202	2654	17,0
S5	2029	2863	29,1
S6	2471	2642	6,5
S7	2413	2652	9,0
S8	1798	2656	32,3

3.2 Charakterizace porézního systému

Kumulativní křivka velikosti pórů (obrázek 2) byla určena pomocí rtuťové porozimetrie na přístroji „Pascal 140 + 440“. Tato metoda využívá podobný princip jako klasická pyknometrie nebo výše popsaná héliová pyknometrie. Principem je vtlačování rtuti do zkoumaného materiálu. Tato metoda využívá vysokého povrchového napětí samotné rtuti, a tak většinu anorganických a organických látek nesmáčí. Kvůli této vlastnosti je důležité na ni působit tlakem. Z grafu (obrázek 2) lze vyčíst relativní četnost jednotlivých průměrů pórů v každém zkoumaném pískovci.



Obr. č. 2: Kumulativní křivka zkoumaných pískovců

3.3 Mechanické vlastnosti

Mechanické vlastnosti pískovců byly zkoušeny dle příslušných norem. Ke stanovení pevnosti v prostém tlaku [5] byl použit přístroj EU 40 a vzorky o rozměrech 50 × 50 × 50 mm. Na tělesa se vyvíjela konstantní síla, a to až do porušení. Pevnost v tahu za ohybu [6] byla měřena na přístroji MTS 100 a na vzorcích o rozměrech 200 × 40 × 40 mm. Zatěžovací schéma pevnosti v tahu za ohybu bylo čtyřbodové. Podpory byly ve vzdálenosti 150 mm a zatěžovací válce byly od sebe ve vzdálenosti 40 mm [4].

Výsledné mechanické vlastnosti pískovců jsou znázorněny v tabulce 4. Je z ní patrné, že pískovec S2 (bzovský) vykazuje nejvyšší pevnostní charakteristiky. Naměřené hodnoty mechanických vlastností pískovců odpovídají charakteristice pórového systému (tabulka 2 a 3, obrázek 2). Pískovec s označením S8 (mšenský) vykazuje 12krát nižší pevnost v tlaku a 17krát nižší pevnost v tahu za ohybu než pískovec S2.

Tabulka č. 4: Mechanické vlastnosti zkoumaných materiálů

Materiál	Pevnost v tlaku [MPa]	Pevnost za ohybu [MPa]
S1	22,6	3,1
S2	103,8	21,6
S3	14,6	3,3
S4	35,5	5,9
S5	15,4	3,6
S6	65,7	11,7
S7	38,9	5,8
S8	8,7	1,3

3.4 Vlhkostní vlastnosti

Transport vodní páry byl měřen pomocí tzv. cup metody. Vzorek o rozměrech 100 × 100 × 25 mm byl po stranách zaizolován epoxidem a po umístění do misky utěsněn technickou plastelínou. Dna dně misky se nacházel silikagel (dry cup metoda) nebo voda (wet cup metoda), aby docházelo pouze k jednosměrnému transportu vodní páry. Takto připravený vzorek byl následně vložen do klimatické komory, ve které byla vytvořena stálá relativní vlhkost vzduchu a teplota. Misky byly v pravidelných intervalech váženy a zaznamenány příslušné hmotností přírůstky (dry cup) nebo úbytky (wet cup). Z těchto hodnot se dopočítaly příslušné parametry, které jsou znázorněny v tabulce 5 [4].

Nejnižších hodnot součinitele difúze pro vodní páry D [m² s⁻¹] u dry cupu (tabulka 5) dosáhl vzorek S2 (bzovský pískovec) a u wet cupu (tabulka 6) pískovec S6 (těšínský pískovec). Hodnota faktoru difúzního odporu μ [–] při dry cup metodě (tabulka 5) u mšenského pískovce S8 byla skoro 9krát nižší než u bzovského pískovce S2. Hodnota faktoru difúzního odporu μ [–] se při wet cup (tabulka 6) metodě u pískovce S8 oproti materiálu S6 snížila 48krát.

Tabulka č. 5: Transport vodní páry studovaných pískovců

Materiál	Dry cup		Wet cup	
	$D \text{ [m}^2 \text{ s}^{-1}\text{]}$	$\mu \text{ [-]}$	$D \text{ [m}^2 \text{ s}^{-1}\text{]}$	$\mu \text{ [-]}$
S1	9,52 E-07	24,3	4,78 E-06	4,8
S2	2,07 E-07	114,9	2,65 E-07	86,8
S3	1,35 E-06	17,1	9,07 E-07	2,6
S4	7,21 E-07	32,0	3,61 E-07	6,4
S5	1,16 E-06	19,9	6,04 E-06	3,8
S6	2,23 E-07	107,8	2,55 E-07	91,6
S7	2,99 E-07	76,9	2,07 E-06	11,3
S8	1,82 E-06	12,7	1,18 E-05	1,9

Pomocí absorpčního experimentu byly určeny parametry charakterizující transport kapalně vody [7]. Vzorek tvaru krychle o hraně 50 mm byl zaizolován epoxidem, aby byl zajištěn jednosměrný transport. Takto připravený materiál se nejdříve vysušil v sušárně do ustálené hmotnosti. Následně byl vzorek zavěšen na digitální váhu pomocí ocelové konstrukce a ponořen do vody do hloubky cca 3 mm. Elektronické váhy, které jsou spojeny s počítačem, zaznamenávaly hmotnostní přírůstky, ze kterých byl dopočítán absorpční koeficient pro kapalnou vodu $A \text{ [kg m}^{-2} \text{ s}^{-1/2}\text{]}$ a součinitel vlhkostní vodivosti $\kappa \text{ [m}^2 \text{ s}^{-1}\text{]}$ (tabulka 6) [4].

Konečné parametry pro transport kapalně vlhkosti jsou zobrazeny v tabulce 6. Lze konstatovat, že nejmenší schopnost transportovat kapalnou vodu – nejnižší součinitel vlhkostní vodivosti měl materiál označen jako S2 (bzovský pískovec). Naproti mšenský pískovec S8 vykazuje nejvyšších hodnot součinitele vlhkostní vodivosti i absorpčního koeficientu pro kapalnou vodu. Výsledné hodnoty transportu kapalně vlhkosti studovaných pískovců korespondují s charakteristikou pórového systému.

Tabulka č. 6: Transport kapalně vody studovaných pískovců

Materiál	$A \text{ [kg m}^{-2} \text{ s}^{-1/2}\text{]}$	$\kappa \text{ [m}^2 \text{ s}^{-1}\text{]}$
S1	0,0887	3,55 E-07
S2	0,0010	5,61 E-11
S3	0,0646	7,70 E-08
S4	0,1250	7,17 E-07
S5	0,1815	5,65 E-07
S6	0,0042	9,48 E-09

Materiál	A [$\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1/2}$]	κ [$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$]
S7	0,0278	1,12 E-07
S8	0,6307	3,96 E-06

3.5 Tepelné vlastnosti

Součinitel tepelné vodivosti λ [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$] a měrná tepelná kapacita c [$\text{J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$] byly určeny nestacionární metodou pomocí přístroje ISOMET 2104 – Applied Precision [8]. Vlhkost u materiálů ovlivňuje jeho tepelné vlastnosti, proto byly tyto charakteristiky určeny v závislosti na vlhkosti (tabulka 7 a 8). Z dosažených grafů lze dojít k závěru, že nejlepší tepelné izolační vlastnosti ze všech studovaných materiálů má mšenský S8.

Tabulka č. 7: Tepelné charakteristiky pískovců ve vysušeném stavu

Materiál	Vysušený stav	
	Součinitel tepelné vodivosti [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]	Měrná tepelná kapacita [$\text{J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$]
S1	2,348	673
S2	3,292	650
S3	2,575	712
S4	3,227	760
S5	2,255	674
S6	2,535	646
S7	3,665	646
S8	1,230	801

Tabulka č. 8: Tepelné vlastnosti pískovců v nasyceném stavu

Materiál	Nasycený stav		
	Objemová vlhkost [% $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$]	Součinitel tepelné vodivosti [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]	Měrná tepelná kapacita [$\text{J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$]
S1	11,09	4,540	875
S2	1,01	3,603	666
S3	16,89	3,763	1038

Materiál	Nasycený stav		
	Objemová vlhkost [% m ³ m ⁻³]	Součinitel tepelné vodivosti [W m ⁻¹ K ⁻¹]	Měrná tepelná kapacita [J kg ⁻¹ K ⁻¹]
S4	10,64	5,680	951
S5	17,33	4,167	1000
S6	6,20	4,043	747
S7	6,04	6,388	750
S8	25,21	2,648	1298

4. Závěr

Cílem tohoto výzkumu bylo zjistit vlastnosti a porovnat vybrané české pískovce. Bzovský (S2) a těšínský pískovec (S6) vykazují nejnížší otevřenou pórovitost ze všech zkoumaných pískovců (do 5 %). Naopak největší pórovitost mají pískovce mšenský, hořícký a zámělský (více než 20 %). Těmto prezentovaným základním fyzikálním vlastnostem odpovídají i výsledky ostatních zkoumaných parametrů. Zkoumaným materiálem, který vykazuje nejvyšších hodnot pevnostních charakteristik, je bzovský pískovec a nejnižších pevností vykazuje materiál S8. Nejvíce propouští vodní páru i kapalnou vodu materiály S2 a S6, což opět koresponduje s naměřenými základními fyzikálními parametry. Nejlepší tepelně izolační vlastnosti mezi pískovci má mšenský pískovec (S8). Z těchto prezentovaných výsledných parametrů, lze přispět k vhodnějšímu výběru pískovce dle potřebné funkčnosti či umístění v konstrukci.

Poděkování

Článek vznikl za podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky v rámci projektu SGS16/199/OHK1/3T/11.

Reference

- [1] Česká geologická služba. Dekorační kameny ČR. [online]. 31. 3. 2016 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: http://dekoracni-kameny.geology.cz/index_cz.pl
- [2] Významné geologické lokality. Česká geologická služba. [online]. 31. 3. 2016 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet>
- [3] Pavlíková, M., Pavlík, Z., Hošek, J., Materiálové inženýrství I, České vysoké učení technické v Praze, 2011.
- [4] Keppert, M., Čáchová, M., Ďurana, K., Fořt, J., Koňáková, D., Pavlík, Z., Trník, A., Černý, R., Relationship Between Pore Size Distribution and Mechanical Properties of Porous Sedimentary Rocks, In: 3rd International

- [5] ČSN EN 1926: Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení pevnosti v prostém tlaku, ČSNI, 2007.
- [6] ČSN EN 13161: Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení pevnosti za ohybu při konstantním momentu, ČSNI, 2008.
- [7] ČSN EN 1925: Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení součinitele nasákavosti vodou působením vztlínivosti, ČSNI, 2000.
- [8] Applied Precision – ISOMET. [User manual], Bratislava, 1999.

English Synopsis

Datum: 16.4.2018

Autor: Ing. Monika Čáchová, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra materiálového inženýrství a chemie [všechny články autora](#)

Ing. Dana Koňáková, ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra materiálového inženýrství a chemie [všechny články autora](#)

Ing. Jan Kočí, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra materiálového inženýrství a chemie [všechny články autora](#)

doc. Ing. Eva Vejmelková, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra materiálového inženýrství a chemie [všechny články autora](#)

Recenzent: prof. Ing. Jaroslav Vacek, DrSc, soudní znalec Kloknerův ústav