



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING TESTING

PRŮZKUM A HODNOCENÍ ZDĚNÉ BUDOVY NA PALACKÉHO UL. V BRNĚ

SURVEY AND ASSESSMENT OF BRICK BUILDING IN BRNO, PALACKY STREET

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

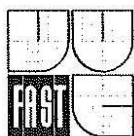
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. IVANA BILÍKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR CIKRLE, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Ivana Bilíková
Název	Průzkum a hodnocení zděné budovy na Palackého ul. v Brně
Vedoucí diplomové práce	Ing. Petr Cikrle, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	11. 1. 2013

V Brně dne 31. 3. 2012

prof. Ing. Leonard Hobst, CSc.
Vedoucí ústavu



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

Podklady a literatura

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

Adámek, J., Hobst, L., Cikrle, P., Schmid, P. Diagnostika stavebních konstrukcí. Studijní opora, VUT v Brně FAST, 2005.

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

Pume, D., Čermák, F. a kol.: Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí, Praha, Arch 1998. ČSN EN 1996-1-1 Navrhování zděných konstrukcí.

ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí a další platné normy.

Podklady o objektu získané od vlastníka objektu.

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Cílem práce je zpracování návrhu průzkumu, realizace průzkumu, vyhodnocení výsledků zkoušek a hodnocení stávajícího zděného objektu na Palackého ulici v Brně před statickým zajištěním. Rešerše literatury - obecný systém hodnocení existujících konstrukcí, metody průzkumu zděných konstrukcí.

Praktická část: Prvotní prohlídka objektu. Předběžné hodnocení stavu, sestavení plánu stavebně statického průzkumu. Zkoušky zdiva svislých nosných konstrukcí. Stanovení charakteristické a návrhové pevnosti zdiva. Provedení, dokumentace a vyhodnocení sond do stropních konstrukcí. Statický výpočet vybraného kritického prvku stávající konstrukce - pilíř, dřevěný trámový strop. Celkové zhodnocení stavu nosných konstrukcí včetně vlivu okolní stavební činnosti. Ideový návrh statického zajištění objektu.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Petr Cikrle, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce shrnuje metody používané pro zkoušení a vyhodnocení vlastností svislých zděných konstrukcí a dále ukazuje postup hodnocení podle normy ČSN ISO 13 822. V druhé části práce je na praktickém příkladu ukázán postup hodnocení zděného objektu včetně stanovení pevnosti zdiva a přepočtu vybraných kritických prvků stávající konstrukce – meziokenního pilíře a dřevěného trámového stropu.

Abstract

The thesis summarizes the methods used to test and evaluate the characteristics of vertical masonry structures and further shows the evaluation procedure according to ČSN ISO 13 822. In the second part of this work there is a practical example of brick building assessment process, including determining the strength of the walls and the conversion of selected critical elements of the existing structure – window pier and wooden beamed ceiling.

Klíčová slova

Zkušební metody, zděná konstrukce, průzkum, hodnocení dle ČSN ISO 13822, pevnost cihel, pevnost malty, návrhová pevnost zdiva, statické posouzení, statické zajištění

Keywords

Testing methods, masonry structure, diagnosis, evaluation according to ČSN ISO 13822, strength of a masonry unit, strength of mortar, design strength of the walls, static check, static support

Bibliografická citace VŠKP

BILÍKOVÁ, I. *Průzkum a hodnocení zděné budovy na Palackého ul. v Brně*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta Stavební. Ústav stavebního zkušebnictví, 2013. 95 s. Diplomová práce. Vedoucí práce: Ing. PETR CIKRLE, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11. 1. 2013

.....
podpis autora

Bc. IVANA BILÍKOVÁ

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 11. 1. 2013

.....
podpis autora

Bc. IVANA BILÍKOVÁ

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucí mu Ing. Petru Cikrlovi, Ph.D. za jeho cenné rady, připomínky a nápady. Dále děkuji příteli za trpělivost a rodičům za podporu během celého studia.

OBSAH:

1	ÚVOD A CÍLE.....	11
2	METODY POUŽÍVANÉ PRO DIAGNOSTIKU STAVEB.....	12
2.1	Obecné rozdělení metod zkoušení konstrukcí.....	12
2.2	Nedestruktivní metody	12
2.3	Semidestruktivní zkoušky	14
2.4	Destruktivní zkoušky	14
3	STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM A HODNOCENÍ KONSTRUKCÍ.....	16
3.1	Zásady při průzkumu a hodnocení existující zděné konstrukce.....	17
3.2	Koncepce stavebně technického průzkumu (STP).....	18
3.3	Průzkum a hodnocení dle ČSN ISO 13822.....	19
3.4	Mechanické a konstrukční vlastnosti stěn.....	20
3.5	Zjišťované parametry zděné konstrukce při STP	21
3.6	Stanovení pevnosti v tlaku existujícího zdiva dle ČSN ISO 13822.....	30
4	PRŮZKUMU A HODNOCENÍ ZDĚNÉ KONSTRUKCE	33
4.1	Situace širšího okolí	34
4.2	Dostupné informace o objektu	35
4.3	Plán hodnocení objektu Racek	39
4.4	Předběžné hodnocení konstrukce	40
4.5	Podrobné hodnocení konstrukce	55
4.6	Pevnost zdicích prvků	65
4.7	Pevnosti zdící malty	71
4.8	Vyhodnocení pevnosti zdiva dle ČSN ISO 13822.....	73
4.9	Statické posouzení meziokenního pilíře.....	76
4.10	Statické posouzení dřevěného trámového stropu.....	82
4.11	Celkové zhodnocení stavu nosných konstrukcí	85

4.12	Ideový návrh statického zajištění objektu	86
5	ZÁVĚR	91
6	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	93
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	94

1 ÚVOD A CÍLE

Cihelné zdivo se z historického hlediska řadí v České republice mezi nejpoužívanější stavební materiály. Vzhledem k velkému množství zděných staveb, zejména z 19. a 20. století, je zcela na místě zamýšlet se nad možnostmi prodloužení jejich životnosti, zvláště u historických budov. Pro objektivní rozhodnutí, zda budovu zachovat nebo ji nahradit novou výstavbou, je třeba správně provést zhodnocení této konstrukce. Význam průzkumů a hodnocení konstrukcí by tedy neměl být podceňován, jelikož jeho výsledky jsou velmi důležité pro správné návrhy přestaveb, stavebních úprav nebo opatření nutných pro správnou funkci konstrukce jako celku. Dříve byly konstrukce posuzovány dle normy ČSN 73 0038 Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách [14], která stavebně technický průzkum konstrukcí dělila na tři stupně: předběžný, podrobný a doplňkový. Tato norma [14], byla následně nahrazena současně platnou normou ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí [15], která umožňuje hodnocení konstrukcí z různých materiálů na základě 6 kroků uvedených v této normě [15] a stanovení kritických míst, včetně opatření vedoucích k jejich odstranění. Z účelu hodnocení konstrukce se odvíjí způsob průzkumu dané konstrukce a jeho rozsah. Dále tato norma zavádí scénáře, které by měly vytipovat kritická místa a návrh opatření pro zajištění bezpečnosti a použitelnosti konstrukce. V rámci hodnocení se provádí stavebně technický průzkum, jehož úkolem je definice konstrukce jako celku včetně materiálových charakteristik vycházejících z nedestruktivních, destruktivních nebo případně zatěžovacích zkoušek. Postup pro hodnocení stanovený v tomto dokumentu [15] není závazný, ale pouze doporučený, proto je možné postupovat i zcela jiným způsobem.

Cíle této práce vycházejí ze zadání:

- **V teoretické části** je vypracován výčet a popis metod používaných při diagnostice staveb, zejména těch, které byly použity při průzkumu zděné budovy na Palackého ulici v Brně uvedené jako příklad průzkumu a hodnocení konstrukce v praktické části této práce. Dále je v této části práce popsán postup hodnocení konstrukce dle ČSN ISO 13 822.
- **Praktická část** je zaměřena na průzkum a hodnocení zděné budovy na Palackého ulici v Brně, výsledky ze stavebně technického průzkumu, ohodnocení konstrukce podle normy ČSN ISO 13822 a přepočet vybraných prvků konstrukce.

2 METODY POUŽÍVANÉ PRO DIAGNOSTIKU STAVEB

Tato kapitola se zabývá výčtem metod, které se používají při stavebně technickém průzkumu budov. Podrobněji budou popsány pouze metody použité při průzkumu a hodnocení zděné budovy na Palackého ulici v Brně, který je uveden jako příklad v praktické části práce.

2.1 Obecné rozdělení metod zkoušení konstrukcí

Zkoušky konstrukcí můžeme rozdělit dle jejich zásahu do konstrukce takto:

- **Nedestruktivní** zkoušky (NDT = non destructive testing) nijak neovlivňují stabilitu konstrukce ani nezanechají na konstrukci žádné nebo minimální stopy, například po obroušení povrchu pro zkoušky Schmidtovým tvrdoměrem. Těmito zkouškami nezjišťujeme hledané parametry (například pevnost v tlaku) přímo, ale na základě jiných vlastností a následným hledáním vhodného korelačního vztahu mezi měřenou a zjišťovanou veličinou.
- **Semidestruktivní** zkoušky, mezi které patří například jádrový vývrt, znamenají pouze malý zásah do konstrukce, který nesmí ovlivnit její funkčnost ani stabilitu. Výhodou je dosažení objektivnějších výsledků než u metod nedestruktivních.
- **Destruktivní** zkoušky mají za následek kolaps zkoušeného prvku. Tyto zkoušky se zpravidla provádějí v laboratořích a na jejich základě zjišťujeme skutečné vlastnosti materiálů nebo konstrukce, například pevnost v tlaku, pevnost v tlaku za ohybu, pevnost v tahu apod. [1]

Dále je možno zkušební metody dělit například dle materiálů, pro které jsou vhodné.

2.2 Nedestruktivní metody

Nedestruktivní defektoskopie je účinnou a hlavně velmi rychlou metodou kontroly spolehlivosti a kvality zkoumané konstrukce. Největší výhodou této metody je především opakovatelnost měření na totožných vzorcích. Zkoušení nijak nebo jen velmi málo poškodí konstrukci, a to v případě některých tvrdoměrech zkoušek pouze obroušením povrchu, vtiskem nebo vrypem.

2.2.1 Tvrdoměrné metody

Tvrdoměrné metody jsou založeny na měření tvrdosti povrchu materiálu, kterou ovšem nelze jednoznačně definovat jako fyzikální veličinu. Nelze specifikovat obecný vztah mezi zjištěnou tvrdostí a jinými mechanickými veličinami, např. pevností. Přesto u řady metod, při nichž se měří tvrdost, existují tzv. kalibrační vztahy vyjadřující stanovené tvrdosti k příslušné pevnosti. Takto stanovené pevnosti mají většinou pouze charakter nezaručených pevností. Tvrdost materiálu zjišťujeme těmito metodami:

- vrypovými,
- vtiskovými,
- vnikacími,
- odrazovými. [1]

2.2.2 Elektrodynamické metody

Elektrodynamické metody jsou založeny na snímání a vyhodnocování účinků mechanického vlnění, vyvolaného ve zkoušeném materiálu, mechanickým podnětem. K tomuto typu metod řadíme:

- ultrazvukovou metodu – stanovení kvality betonu a vnitřních nehomogenit,
- rezonanční metodu – stanovení dynamických modulů pružnosti,
- metodu fázových rychlostí – dynamické charakteristiky vozovek a podloží,
- metodu tlumeného rázu – tuhost a únosnost vrstev vozovek a podloží,
- metodu mechanické impedance – určení modulů pružnosti u vazkopružných materiálů,
- metoda akustické emise – určení rozvoje vnitřních trhlin v materiálu,
- impakt – echo metodu – stanovení vnitřních nehomogenit materiálu. [1]

2.2.3 Elektromagnetické metody

Elektromagnetické metody využívají elektromagnetických vlastností zkoušených materiálů. Přiřazujeme k nim:

- elektromagnetické sondy – stanovení profilu a hloubky výztuže v železobetonu,
- mikrovlnné – měření vlhkosti,
- indukčnostní – měření vlhkosti a tloušťky (přetvoření). [1]

2.3 Semidestruktivní zkoušky

Při těchto zkouškách dojde k malému poškození konstrukce například odvrtáním, odtrhy apod. Volba zkušebních míst musí probíhat velmi pečlivě, aby nedošlo k nepříznivému ovlivnění únosnosti nebo stability konstrukce. Mezi tyto zkoušky patří:

- jádrové vývrty,
- odtahové zkoušky,
- naříznutí stěny pro vložení plochých lisů při zkoušení napjatosti ve stěně,
- vrtací zkouška při stanovení pevnosti malty ve spárách,
- brusné a vrtné metody stanovení pevnosti betonu,
- vstřelovací metody pro určování pevnosti betonu z hloubky vstřeleného hřebu,
- tvrdoměrné metody vnikací – špičáková metoda. [1]

2.4 Destruktivní zkoušky

Na rozdíl od předchozích metod, jež vedou na statický výpočet únosnosti respektive spolehlivosti konstrukce, jsou destruktivní zkoušky významným, velmi spolehlivým, ale na druhou stranu drahým způsobem ověření spolehlivosti konstrukce. Tyto zkoušky dělíme na:

- zkoušky s dosažením meze únosnosti, které nejsou tak časté a ve většině případů jsou prováděny v laboratořích na částech konstrukce nebo jejích modelech, jelikož při nich dojde ke kolapsu konstrukce,
- zkoušky bez dosažení meze únosnosti, kde sledujeme skutečné vlastnosti konstrukce, aniž by došlo k jejímu poškození.

Příkladem destruktivní diagnostiky konstrukce je zatěžovací zkouška, která bývá zpravidla vyžadována jen u konstrukcí s mimořádnými požadavky na spolehlivost př. mosty, pilotové základy) nebo u dílců hromadně vyráběných je požadováno jejich skutečné chování při účincích zatížení nebo prostředí (např. požár) [3]. Při stavebně-technickém průzkumu se zkoušek konstrukce jako celku užívá jen velmi ojediněle, jelikož vedou ke kolapsu jednotlivých prvků. Z tohoto důvodu se v diagnostice staveb upřednostňuje kombinace zkoušek destruktivních a nedestruktivních a následně je spolehlivost konstrukce ověřena početně.

Ve sporných případech mají ovšem zatěžovací zkoušky větší váhu než zkoušky nepřímé, jelikož výsledky zatěžovacích zkoušek ukazují na skutečné hodnoty únosnosti respektive spolehlivosti konstrukce. Při zatěžovací zkoušce se konstrukce, nebo její zkoušená část mírně přetíží podle požadavků příslušných norem a sleduje se její chování při několika zatěžovacích stupních. Pokud jsou sledované veličiny (průhyb, napětí v krajních vláknech apod.) v povolených tolerancích, pak konstrukce vyhovuje. [5]

3 STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM A HODNOCENÍ KONSTRUKCÍ

Současně platné normy, takzvané Eurokódy, jsou určeny především pro navrhování nových konstrukcí, tedy přímo neuvádí pokyny pro hodnocení existujících konstrukcí a návrhy oprav nebo modernizací. ČSN ISO 13822 [15] je dokument, který vychází ze stejných zásad jako Eurokódy a ISO normy, tedy z koncepce mezních stavů ve spojení s metodou dílčích součinitelů. Při hodnocení existujících konstrukcí je nutno provést ověření spolehlivosti konstrukce v mezních stavech buďto metodou dílčích součinitelů nebo metodami teorie spolehlivosti tzn. pravděpodobnostními přístupy. ČSN ISO 13822 [15] navíc zahrnuje i pokyny na základě českých stavebních tradic a nahrazuje původní normu ČSN 73 0038 [14], jejíž obsah je zpracován do 6 národních příloh. Metodika obou zmíněných norem ([15] a [14]) se liší v přístupu k zachování technicky přínosných a historických budov, které se nová norma snaží zachovat a navíc přihlíží k novým poznatkům a zásadám metody dílčích součinitelů. Obecná ustanovení normy ČSN ISO 13822 [15] jsou použitelná pro hodnocení konstrukcí z různých materiálů (například ocel, dřevo, beton, zdivo atd.) a poskytuje zásady pro stanovení zatížení a účinků prostředí. [1]

Norma ČSN ISO 13822 [15] se při hodnocení existujících zděných konstrukcí odkazuje na zásady pro navrhování zděných konstrukcí obsažené v normě ČSN EN 1996-1-1 [16]. Platné normy mohou mít přísnější požadavky na spolehlivost konstrukce než dřívější normy, tudíž by mohla být stávající konstrukce považována za nespolehlivou. Dle národní přílohy F, uvedené v normě ČSN ISO 13822 [15], lze uvažovat pro existující konstrukci sníženou životnost a směrnou úroveň spolehlivosti, díky kterým spolehlivost stávající konstrukce vyhoví požadavkům uvedeným v současně platných normách.

Důvody pro hodnocení existujících zděných konstrukcí jsou následující:

- očekávaná změna v užívání nebo požadované prodloužení životnosti,
- ověření spolehlivosti požadované úřady, vlastníkem, pojišťovnami,
- degradace konstrukce (únava v důsledku cyklického zatěžování, koroze),
- poškození konstrukce od mimořádných zatížení (např. požárem, výbuchem, nárazem). [25]

3.1 Zásady při průzkumu a hodnocení existující zděné konstrukce

Základním krokem hodnocení existujících konstrukcí je stavebně technický průzkum, jehož výsledkem je soubor informací nezbytně nutných k vyhodnocení skutečného stavu zkoumaného objektu. [5] Výstupem z takového průzkumu je velmi podrobné zhodnocení konstrukčního systému včetně prozkoumání vazby zdiva, tloušťky spár a míry vyplnění spár maltou. V rámci hodnocení konstrukce je třeba identifikovat:

- **Pracovní postup**, kterým byla konstrukce budována, zda byla postavena po částech (nadstavby) nebo najednou (odshora dolů pravidelné rozšiřování stěn, stejný materiál konstrukce) a jakým způsobem spolu materiály použité v konstrukci spolupůsobí.
- **Změny statického působení konstrukce** způsobené změnami při výstavbě (stavba nebyla postavena dle plánů) nebo mohla být pozměněna přestavbami v minulosti, například odstranění části nosného zdiva z důvodu zvětšení vnitřní dispozice a nahrazení ocelovým I profilem.
- **Přehled o způsobu užívání objektu**, zejména druh a intenzita provozu a změny užívání.
- **Skryté vady** ve vzniklé při výstavbě případně zhodnotit výskyt a charakter trhlin nebo poruch. Je nutno věnovat zvýšenou pozornost staticky významným trhlinám, zejména u materiálů, které mají výrazně nižší pevnost v tahu než v tlaku – beton, kámen, zdivo [5].
- **Otvory** (dveřní, okenní), které jsou nyní zazděné nebo naopak tam, kde jsou dnes otvory, mohla dříve stát nosná stěna, která by mohl být zeslabena. Také přítomnost kaveren a vysekaného zdiva z důvodu vedení potrubí, instalací nebo prostupů, by mohla být problémem.
- **Kvalitu zdiva** u starších masivních konstrukcí tloušťky nad 600 mm. Existuje riziko nehomogenity směrem do hloubky, proto by měl být proveden průvrt zdivem nebo jádrový vývrt alespoň do poloviny tloušťky stěny. Tímto způsobem se ověří kvalita zdiva do hloubky. Zdivo uvnitř může být špatné nebo v případě lícového zdiva z cihel ho mohou tvořit stavební odpady nebo smíšené zdivo. Dalším problémem může být neprovázanost jednotlivých vrstev zdiva.
- **Ověření kvality použitého stavebního materiálu**, která je většinou zjišťována ne-destruktivními (tvrdoměrnými) metodami případně odběrem vzorků pro laboratorní, destruktivní zkoušení.

Pro zděné konstrukce neexistuje předpis udávající přesný počet míst respektive zkoušek. Počet zkušebních míst by měl vycházet z účelu průzkumu, stavu konstrukce, možných scénářů a kritických míst. Můžeme tedy analogicky vycházet z předpisu pro betonové konstrukce ČSN 73 2011 [17], kde je stanoveno minimálně 16 zkušebních míst bez ohledu na velikost konstrukce. Dále podle homogenity konstrukce a jejího objemu se počet zvyšuje. Větší množství zkoušek by mělo být situováno do prvního nadzemního podlaží z důvodu kritických meziokenních pilířů a zvýšeného namáhání a podzemního podlaží, kvůli zvýšené vlhkosti a degradaci materiálů. Navíc u obydlených objektů je z důvodu obnažení zkušebních míst jednodušší zkoušet ve sklepních prostorách.

Do prvního a druhého nadzemního podlaží by měly být situovány 2/3 zkoušek. Ve vyšších patrech zkušebních míst ubývá a ověřují jen podobnou nebo stejnou kvalitu materiálů vyskytujících se v patrech nižších. V případě zcela odlišné kvality cihel je třeba navrhnout rozšíření počtu sond i v těchto podlažích.

3.2 Koncepce stavebně technického průzkumu (STP)

Koncepce stavebně technického průzkumu vychází ze sedmi hlavních požadavků kladených na stavební výrobky dle směrnice Rady evropského společenství 89/106/EEC [24]:

- mechanická pevnost a stabilita,
- protipožární ochrana,
- zabezpečení hygieny, ochrany zdraví a životního prostředí,
- bezpečnost při užívání,
- ochrana proti hluku,
- úspory energie a tepelná izolace,
- trvanlivost.

Pro předpoklad běžné údržby, musí být výše uvedené podmínky splněny po ekonomicky přiměřenou dobu trvanlivosti. Zatížení (vlivy) na objekty jsou předvídatelné z předem stanovených scénářů a možných kritických situací. Při navrhování a posuzování konstrukcí při přestavbách je nutné dodržovat současně platné normy, pokud předpokládaný náklad na rekonstrukci přesáhne 50% zůstatkové ceny objektu. U dílčích oprav toto dodržení není nutné. STP týkající se splnění hlavních požadavků na stavební výrobky se dělí na průzkumy zatížení (vlivů) a průzkumy charakteristik (vlastností) materiálů, objektu nebo jeho částí. [2]

3.3 Průzkum a hodnocení dle ČSN ISO 13822

Postup průzkumu podle ČSN ISO 13822 [15], který obsahuje 5 respektive 6 kroků, umožňuje hodnocení konstrukce s ohledem na její aktuální stav. Před zahájením hodnocení je doporučena prohlídka konstrukce.

1. **Stanovení účelu hodnocení** – podle účelu hodnocení se mění pohled na konstrukci, například je rozdílné hodnocení konstrukce, která bude nadstavována a té samé konstrukce, která se bude jen zateplovat; z toho plyne, zda se musí nebo nemusí provádět podrobné hodnocení.
2. **Scénáře** – identifikace možných kritických situací (přetížení základů, základové půdy, vznik trhlin atd.) a návrh opatření pro zajištění bezpečnosti a použitelnosti konstrukce.

3. **Předběžné hodnocení:**

- studium dokumentace a dalších údajů,
- předběžná prohlídka – identifikace konstrukčního systému a poškození konstrukce vizuální prohlídkou nebo pomocí jednoduchých nástrojů; kvalitativní zatřídění stavu konstrukce podle jejího porušení,
- předběžné ověření – identifikace kritických nedostatků, na které je třeba se v budoucnu zaměřit; zhodnocení zda je nutný další průzkum,
- rozhodnutí o okamžitých opatřeních,
- doporučení pro podrobné hodnocení – pokud se při předběžné prohlídce vyskytnou pochybnosti o zatížení, účincích zatížení nebo o vlastnostech konstrukce, je doporučeno podrobné hodnocení konstrukce.

4. **Podrobné hodnocení**

U stávajících zděných konstrukcí se nikdy nedá spoléhat pouze na předběžné hodnocení a je tedy nutné provést zkoušky a podrobnější hodnocení:

- podrobné vyhledání a prověření dokumentace – dohledání předpisů a norem použitých pro výstavbu, výkresové dokumentace,
- podrobná prohlídka a zkoušky materiálů – zjištění charakteristických hodnot materiálových vlastností, rozměry konstrukce a konstrukční detaily,
- stanovení zatížení,
- stanovení vlastností konstrukce,

- analýza konstrukce – stanovení účinků na konstrukci; pokud je konstrukce degradovaná, je třeba porozumět příčině pozorovaného poškození nebo nesprávného chování konstrukce,
- ověření způsobilosti konstrukce.

5. Výsledky hodnocení

- zpráva,
- koncepční návrh konstrukčních opatření,
- řízení rizik – například snížení rizik omezením zatížení nebo změnou užívání konstrukce, případně zavedení monitorování konstrukce.

6. V případě potřeby se postup opakuje [15]

Cílem postupu hodnocení podle uvedených bodů je zefektivnit hodnocení tak, aby-
chom získali odpověď na všechny otázky, které vyplývají z účelu hodnocení a možných
scénářů, ale na druhou stranu, aby byl průzkum omezen na co nejmenší přípustnou míru
z hlediska úspory nákladů. Průzkum podle bodů stanovených v ČSN ISO 13822 [15]
se flexibilně mění, rozšiřuje nebo omezuje podle průběžně zjišťovaných informací. Díky
tomu může být hodnocení značně zefektivněno a prováděno jen v nezbytně nutných me-
zích.

3.4 Mechanické a konstrukční vlastnosti stěn

Postupy stanovení mechanických a konstrukčních vlastností existujících zděných stěn:

- stanovení lokálního napětí v tlaku plochým lisem,
- stanovení lokálních přetvárných vlastností zdiva dvojicí plochých lisů,
- zkouška pevnosti v tahu za ohybu zdiva v ložné spáře pákovým zařízením,
- vyšetření přítomnosti výztuže a ocelových přípravků (detektory výztuže),
- vyšetření rozměrů a stavu dutin endoskopem (například boroskopem),
- georadar na velké dutiny a kaverny. [1]

Metody pro zkoušení stěn jako celku nejsou v praxi moc používané z důvodu jejich
složitého provedení (například ploché lisy) a výsledkům neadekvátním složitosti těchto
zkoušek. Proto se konstrukce nejčastěji zkouší per partes, tedy zvlášť zdicí prvky a zvlášť
malta. Poté se stanoví charakteristická pevnost zdiva na základě jednotlivých materiálů.

3.4.1 Zásady pro provádění sond a jádrových vývrtů do zdiva

Sonda určuje pevnost a kvalitu cihel, malty a dalších vlivů ovlivňujících výslednou výpočtovou pevnost zdiva. V sondě má být kontrolována celistvost, vyplnění spár maltou, pravidelnost a typ vazby, vlhkost zdiva, stanovení degradace povrchu cihel vlivem solí a mazů a posouzení trhlin v konstrukci (zda jsou pouze v prvku nebo prochází větší částí konstrukce). Z tohoto důvodu by měla mít sonda dostatečnou velikost v ploše minimálně $0,5\text{m}^2$

(60×90 cm). V jedné sondě se zkouší 3 až 5 kusů cihel a 1 až 3 maltové spáry, aby byla zaručena stejnorodost materiálu. Následuje posouzení vazby (z jakých cihel je zdivo vyzděno: celé, půlky nebo menší kusy, posouzení vyplnění ložných a styčných spár maltou, případně degradaci malty nebo naopak vytvoření maltové krusty na povrchu.

Jádrové vývrty by měly odpovídat objemu a členitosti konstrukce. Měly by být provedeny v místě kopané sondy do základového zdiva, kde lze očekávat smíšené zdivo a zvýšenou vlhkost. Počet vývrtů také není nikde přesně stanoven. Vývrty by měly být situovány alespoň po třech vývrtech v nižších podlažích, v případě potřeby mohou být provedeny i v patrech vyšších, například z důvodu výrazně odlišné kvality cihel.

3.5 Zjišťované parametry zděné konstrukce při STP

V následujících odstavcích budou popsány vlastnosti konstrukcí, které je nutno zjistit při stavebně technickém průzkumu zděné konstrukce pro její správné ohodnocení.

3.5.1 Zjištění vlhkosti zdiva

V místnostech s normálním tepelně vlhkostním režimem má mít zdivo vlhkost okolo 2%, což se považuje za suché zdivo. Obvykle je třeba stanovit zdroje a způsoby pronikání vlhkosti a vody do objektu a určit rozsah sanačních opatření. Užívají se nedestruktivní metody měření povrchové vlhkosti zdiva:

- měření elektrického odporu vlhkého zdiva,
- měření příložným vlhkoměrem.

Pro přesnější diagnostiku vlhkosti se využívají:

- laboratorní měření vlhkosti obsahu soli, pórovitosti,
- termovizní měření povrchové vlhkosti a teploty zdiva,

- určování polarity elektrokinetických a iontových polí. [2]

Zjištění vlhkosti zdiva je důležité pro následné stanovení pevnosti zdiva, která je do výpočtu návrhové pevnosti zdiva zahrnuta součinitelem γ_{m3} . Pro vlhkost zdiva v intervalu od 4 do 20 % se součinitel určí interpolací mezi hodnotami $1,0 \leq \gamma_{m3} \leq 1,25$. Jelikož se tento součinitel při výpočtu návrhové pevnosti vyskytuje ve jmenovateli, je zřejmé, že zvetšení vlhkosti znamená snížení pevnosti zdiva. V tabulce 3.1 dle ČSN P 73 0610 [18] je vlhkost zdiva zatříděna podle % hmotnosti vody.

Tab. 3.1 Vlhkost zdiva [6]

Hodnocení vlhkosti	Vlhkost zdiva [% hm.]
Velmi nízká	< 3
Nízká	3–5
Zvýšená	5–7,5
Vysoká	7,5–10
Velmi vysoká	> 10

Na poruchách konstrukcí a jejich zavlhčení se podílejí i vodorozpusťné soli zejména chloridy, dusičnany a sírany. Tyto soli se hromadí, především v povrchových vrstvách a způsobují svými krystalizačními a hydratačními tlaky rozsáhlou korozi zdicích prvků. Díky své hygroskopicitě ovlivňují vlhkost materiálů a následně mikroklima prostor. Chloridy pocházejí obvykle ze zimního odstraňování solí, přítomnost dusičnanů byla potvrzena v bývalých hospodářských provozech a v místě poruch zdravotních instalací. Výskyt síranů je způsoben rozkladem zdicích materiálů a vzlínáním spodní vody. [5]

Zasolení zdiva se dá orientačně zjistit vizuálně podle vlhkostních map. Avšak hranice mapy vlhkosti většinou nekoresponduje s hranicí zasolení, která obvykle bývá 0,5 až 1 m nad ní. Obsah solí závisí na materiálu, hloubce odběru, druhu solí a rezistenci materiálu danou především pórovitostí [6]. V tabulce 3.2 je znázorněno hodnocení salinity podle druhu a koncentrace solí, respektive jakou měrou konstrukci zatěžují.

Tab. 3.2 Hodnocení působení solí ve zdivu [6]

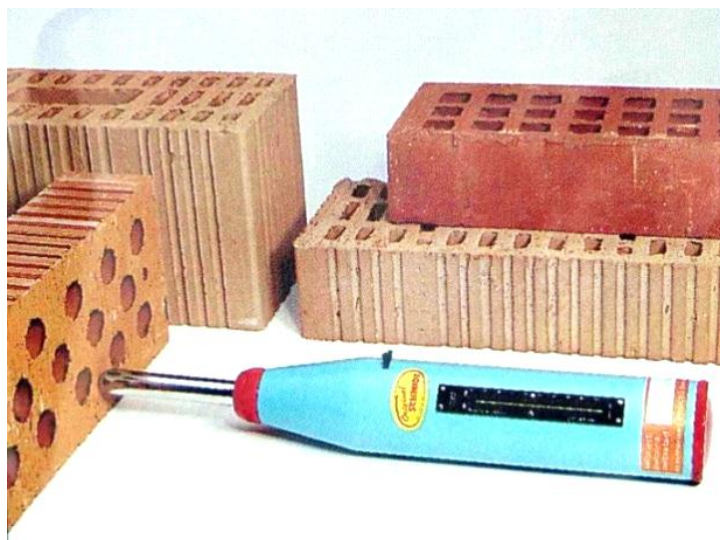
Druh solí	Koncentrace solí v [% hm.]		
Hodnocení salinity	Nízká zátěž	Střední zátěž	Vysoká zátěž
Chloridy	< 0,2	0,2–0,5	> 0,5
Dusičnany	< 0,1	0,1–0,3	> 0,3
Síraný	< 0,5	0,5–1,5	> 1,5

3.5.2 Stanovení pevnosti v tlaku zdících prvků

Metody stanovení pevnosti v tlaku cihel, které jsou součástí existující konstrukce:

- odhad na základě vizuální prohlídky nebo poklepu povrchu cihel (kladivo, ocelová tyčka, tesařská skoba),
- pevnostní zkoušky vzorků cihel nebo tvárnic odebraných ze zdiva,
- zkoušky reprezentativních částí cihel vyrobených z vývrtů (např. válce o průměru 50 mm pro cihly plné pálené nebo vývrt o průměru 75 mm a z něj vyřezané krychle o hraně 50 mm),
- nedestruktivní zkoušky, prováděné pomocí Schmidtova tvrdoměr typu LB (obr. 3.1) nebo dříve používaného Weitzmannova tvrdoměru, který je sice nejpřesnější, ale vyhodnocování je velmi složité, obvykle upřesněné pomocí pevnostních zkoušek. [1]

Nejpoužívanější nedestruktivní metodou pro stanovení pevnosti zdících prvků je metoda tvrdoměrná využívající Schmidt typu LB. Povrch cihel může být rozrušen působením solí, což může výsledky zkoušek ovlivnit. V případě nekompaktního zdiva se část energie spotřebuje, pokud cihla špatně drží v konstrukci. Je tedy nutné zkoušet jen kompaktní zdivo. Problém může také nastat u masivních konstrukcí, kde hrozí riziko nehomogenit směrem do hloubky konstrukce a tím pádem mohou být výsledky zkoušek nadhodnoceny. Dále je třeba ověřit, zda cihly nejsou příčně děrované-například obyčejným vrtem nebo jádrovým vývrtem.



Obr. 3.1 Schmidtův tvrdoměr typu LB [26]

Tvrdoměrná metoda zkoušení cihel je modifikací metod používaných pro beton a neexistuje pro ni speciální norma na vyhodnocení. Proto bude v následujících odstavcích popsáno vyhodnocení nedestruktivních zkoušek betonu Schmidtovým tvrdoměrem dle normy ČSN 73 1373 Nedestruktivní zkoušení betonu: Tvrdoměrné zkoušení betonu [20].

3.5.3 Vyhodnocení zkoušky Schmidtovým tvrdoměrem dle ČSN 73 1373

Při zkoušce pevnosti betonu v tlaku Schmidtovým tvrdoměrem se zjišťuje velikost odrazu úderného beranu přístroje (vyvolaného pružinou) od zkoušeného povrchu přístroje, ze které se stanoví pevnost betonu v tlaku. Zkušebním zařízením jsou Schmidtovy odrazové tvrdoměry, sestávající z ocelového beranu s pružinou, která po uvolnění vymršťuje beran na ocelový razník opřený o povrch betonu. Velikost odrazu se zachycuje na stupnici ukazatelem pohybujícím se ve směru podélné osy a umístěném v pouzdru tvrdoměru. [20]

Zkušební místa musí být rovná a musí mít dostatečnou velikost, aby se na nich dal provést potřebný počet úderů. Proveďte se nejméně 9 čtení, u kterých je nutno zajistit aby zkušební body byly vzdáleny nejméně 20 mm od sebe a 20 mm od okraje cihly. Pokud se v sadě měření nevyskytuje více než 20% hodnot, které se od hodnoty průměrného odrazu zaokrouhleného na celé číslo liší o více než 6 jednotek, je tato sada považována za platnou. [4]

Pro výpočet hodnoty neupřesněné pevnosti cihel f_{be} se použije kalibrační vztah:

$$f_{be} = 1,05 \times R - 6,3 \quad [\text{rovnice 3.1}],$$

který byl stanoven pro cihly plně pálené v okolí Brna, měřené Schmidtovým tvrdoměrem typu LB. [4].

Hodnota pevnosti betonu v tlaku se stanoví jako pevnost betonu v tlaku s nezaručenou přesností z obecného kalibračního vztahu f_{be} , přičemž se přihlíží k poloze (vodorovně, směrem dolů nebo nahoru, pod úhlem 45°) tvrdoměru při zkoušce. Upřesněná hodnota pevnosti se stanoví použitím koeficientu α , který porovnává pevnost zjištěnou na zkušebních tělesech z jádrových vývrtů a pevnost s nezaručenou přesností získanou pomocí nedestruktivní zkoušky dle vzorce:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n f_{bi}}{\sum_{i=1}^n f_{bei}} \quad [\text{rovnice 3.2}]$$

Kde: α ... součinitel pro upřesnění pevnosti s nezaručenou přesností,

f_{bi} ... pevnost betonu v tlaku stanovená na i-tém zkušebním vzorku,

f_{bei} ... pevnost betonu s nezaručenou přesností stanovená na témže zkušebním vzorku (zjištěno nedestruktivně),

n ... počet zkušebních vzorků. [20]

poté lze upřesněnou pevnost stanovit dle vzorce:

$$f_b' = \alpha \times f_{be} \quad [\text{rovnice 3.3}]$$

kde: f_b' ... upřesněná pevnost cihel v tlaku,

f_{be} ... pevnost cihel s nezaručenou pevností,

α ... součinitel pro upřesnění. [20]

Následuje přepočítání na normalizovanou pevnost f_b . Nejprve se zjištěná upřesněná pevnost převede na pevnost v tlaku ve stavu přirozené vlhkosti vynásobením jedním z následujících součinitelů dle způsobu kondicionování (tab. 3.3).

Tab. 3.3 Součinitele pro převedení na pevnost v tlaku ve stavu přirozené vlhkosti [19]

Způsob kondicionování	Hodnota součinitele
Na vzduchu a pro dosažení 6% obsahu vlhkosti	1,0
Pro dosažení vysušeného stavu	0,8
Pod vodou	1,5

Takto zjištěná pevnost v tlaku se převede na normalizovanou pevnost zdicích prvků f_b vynásobením součinitelem vlivu tvaru δ z tabulky 3.4.

Tab. 3.4 Součinitel vlivu tvaru δ [19]

Šířka (mm) Výška (mm)	50	100	150	200	≥ 250
40	0,80	0,7	-	-	-
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
Lineární interpolace hodnoty z tabulky pro součinitel vlivu tvaru δ je možná.					

Po těchto úpravách získáme normalizovanou pevnost zdiva f_b z destruktivních zkoušek.

3.5.4 Pevnost malty v tlaku

Postupy stanovení pevnosti v tlaku u malty, která je součástí konstrukce, tvoří tyto metody:

- kvalifikovaný odhad pevnosti na základě zjednodušeného určení tvrdosti například vrypovými metodami,

- vrtná metoda s použitím upravené vrtačky podle TZÚS Praha (ruční vrtačka, nebo elektrická PZZ 01 = přístroj pro zkoušení zdiva 01),
- zkouška tvrdosti vtlačováním ocelové tyčky (indentoru) nebo zkoušky odrazovým tvrdoměrem Schmidt PM,
- chemický rozbor malty,
- zkoušky těles malých rozměrů odebraných ze vzorků zdiva. [1]

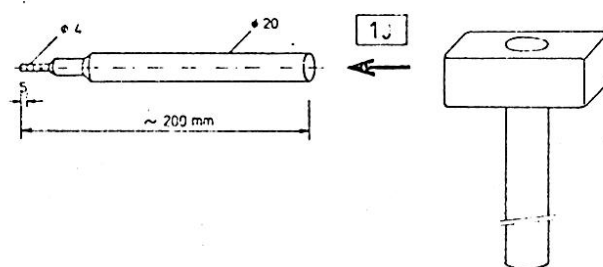
Nejčastěji se používá kvalifikovaný odhad a upravená vrtná metoda a to z důvodu jednoduchosti provádění a objektivních výsledků zkoušek. Ostatní metody nejsou tolik používané z důvodu vážných nedostatků: chemický rozbor nevede k pevnostem, malá tělesa vyrobená ze spáry se často nedají vyřezat, Schmidt PM neumožňuje zkoumání hluboko ve spáře a přitom u starých konstrukcí je potřeba odstraňovat hodně velkou povrchovou vrstvu, u indentoru je největší nevýhodou nedodržení předepsané energie úderu, která je velice subjektivní.

Přístroje pro stanovení pevnosti malty:

- Schmidt PM – používá se pro zkoušení kvality zdící malty; lze jej použít v horizontální i vertikální poloze pro zjišťování kvality spíše u nových zděných konstrukcí (obr. 3.2),
- indentor – nejvhodnější je válcový indentor s průměrem 4 mm (což je asi 2,5 krát méně než tloušťky spár u starých konstrukcí, které bývají 10 až 14 mm); k zatlačení je použito kladiva o hmotnosti 1 kg ze vzdálenosti 100 cm, které vyvodí energii 1 J; měří se hloubka zatlačení indentoru (obr. 3.3),
- Kučerova vrtačka – metoda je založena na statistickém vztahu mezi pevností malty ve sparách a odporem malty proti vnikání vrtáku při příklepovém vrtání (obr. 3.4).



Obr. 3.2 Tvrdoměr Schmidt PM [26]



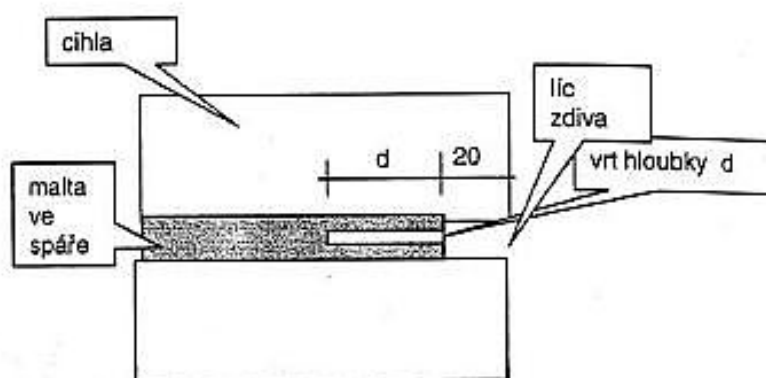
Obr. 3.3 Princip provádění metody válcového



Obr. 3.4 Vrtačka pro zkoušení pevnosti malty ve spárách – ruční TZÚS a PZZ 01 [4]

Zkušební postup pro upravené vrtačky:

Na omítnutém zdivu se odstraní omítka v ploše cca 200×150 mm tak, že ložné spáry jsou přibližně v podélné ose upravené plochy. Malta se v ložné spáře vyseká nebo vyškrábe do hloubky 2 mm za líc zdiva z důvodu odstranění zkarbonatované vrstvy. V takto upravené spáře se provedou 3 vrty ve vzdálenosti 40 mm od sebe a minimálně 50 mm od hrany zdiva. Hloubkoměrem je zjištěna hloubka vrtu (obr. 3.5). Jako platné měření je bráno takové, které se od průměrné hodnoty d_m neliší o více než 30 %. Zkušební místo je uvažováno v případě, že alespoň jedno měření je platné. [4]



Obr. 3.5 Umístění vrtu ve spáře zdiva – řez zdivem [4]

3.5.5 Vyhodnocení zkoušky pevnosti malty v tlaku upravenou vrtačkou

„Ze tří platných měření se na jednom zkušebním místě vypočte aritmetický průměr hloubky vrtů d_m se zaokrouhlením na 1 mm. Informativní hodnota pevnosti malty $f_{m,e}$ se stanoví v závislosti na zjištěné průměrné hloubce vrtu d_m a z obecného kalibračního vztahu pro daný typ přístroje.“[4]

Pro ruční vrtačku TZÚS byla stanoven kalibrační vztah:

$$f_{m,e} = 184,43 \times d^{-1,5548} \quad [\text{rovnice 3.4}]$$

Pro elektrickou vrtačku PZZ 01 byla stanoven kalibrační vztah:

$$f_{m,e} = 288,21 \times d^{-1,3873} \quad [\text{rovnice 3.5}]$$

Průměrná pevnost malty v tlaku f_m se stanoví jako:

$$f_m = f_{m,m} - t_n \times s_r \quad [\text{rovnice 3.6}]$$

kde:

$f_{m,m}$je výběrový průměr pevnosti v tlaku malty, stanovený ze všech měření,

t_n je součinitel pro odhad dolní hranice konfidenčního intervalu průměru, stanovený s pravděpodobností $P = 0,9$ (viz. tab. 3.5),

s_r je výběrová směrodatná odchylka. [4]

Tab. 3.5 Hodnoty součinitele t_n [4]

Počet vzorků n	6	8	10	12	15	20	25	30	50	100
t_n	0,60	0,50	0,44	0,39	0,35	0,30	0,26	0,24	0,18	0,13

Takto stanovená pevnost malty se spolu s pevností v tlaku cihel dále použije pro výpočet pevnosti zdiva v tlaku jako celku.

3.6 Stanovení pevnosti v tlaku existujícího zdiva dle ČSN ISO 13822

Zděnou konstrukcí se rozumí stavební konstrukce vyžděná ze zdících prvků na maltu pro zdění. Při hodnocení se postupuje podle platných norem pro navrhování zděných konstrukcí a pro zatížení. Vlastnosti zdících prvků, kterými jsou rozměry, tvar, uspořádání, objemová hmotnost a pevnost v tlaku se stanoví na vzorcích odebraných z vyšetřované konstrukce podle příslušných norem nebo po odkrytí povrchu zdiva vhodnou nedestruktivní metodou. Pevnost malty se stanoví nedestruktivními tvrdoměrnými zkouškami na základě vhodných kalibračních vztahů (popřípadě odhadem podle hloubky vrypu). Dále je možné stanovit pevnost malty na základě obsahu pojiva stanoveného chemickým rozбором případně metodami lokálního porušení (použití speciálně upravené příklepové vrtačky na základě kalibračních vztahů. [15]

Charakteristická pevnost zdiva v tlaku f_k se určí z pevností zdících prvků a malty:

$$f_k = K \times f_b^\alpha \times f_m^\beta \text{ [rovnice 3.7]}$$

- f_k ...charakteristická pevnost zdiva v tlaku v N/mm^2 pro zdivo s vyplněnými ložnými spárami,
- K ...konstanta závislá na druhu zdiva a skupině zdících prvků, zařazení zdících prvků do skupin závisí na geometrických charakteristikách těchto prvků,
- f_b ...normalizovaná průměrná pevnost v tlaku zdících prvků Nmm^{-2} ,
- f_m ...normalizovaná průměrná pevnost malty v tlaku Nmm^{-2} , uvažuje se nejvýše menší z hodnot $2f_b$ nebo 20 MPa. U zdiva s lehkou maltou a u zdiva s tenkými spárami se ověřuje, zda malta odpovídá minimální pevnostní třídě M5,
- α ...exponent závislý na tloušťce ložných spár a druhu malty, $\alpha = 0,65$ pro nevyztužené zdivo s obyčejnou nebo lehkou maltou, $\alpha = 0,85$ pro nevyztužené zdivo s maltou pro tenké spáry,
- β ... exponent závislý na druhu malty, $\beta = 0,25$ pro obyčejnou maltu, $\beta = 0$ pro lehkou maltu a maltu pro tenké spáry. [15]

Stanovení pevnosti zdiva podle rovnice 3.7 se ověřilo pro nejčastější uspořádání zdících prvků z plných cihel klasického formátu průměrné pevnosti a obyčejné malty. Ve vazbě se současně předpokládá střídání běhounů a vazáků ve vazbě zdiva – v tom pří-

padě je konstanta $K = 0,5$. Pro ostatní druhy zdiva je třeba součinitel K stanovený dle ČSN EN 1996-1 [16] upravit s ohledem na zkušební metodu a použitý korelační vztah. [10] Tabulka 3.6 ukazuje vztah mezi součinitelem K a druhem cihly. Tabulka je pouze částí tabulky uvedené v normě ČSN EN 1996-1 [16], s přiřazením zdících prvků, které se používaly dříve.

Tab. 3.6 Součinitel K pro zdivo s obyčejnou maltou (s přiřazením starších zdících prvků do jednotlivých skupin) [16]

Zdící prvky		Obyčejná malta
Pálené	Skupina 1: Cihla plná pálená	0,55
	Skupina 2 (svislé otvory): Voštinové cihly	0,45
	Skupina 3 (svislé otvory):	0,35
	Skupina 4 (vodorovné otvory): Dutá cihla	0,35
Vápenopískové	Skupina 1: Pískové cihly	0,55
	Skupina 2 (svislé otvory):	0,45

V normě ČSN EN 1996-1 je součinitel K definován i pro lehkou maltu a maltu pro tenké spáry. V dřívějších dobách se ale lehká malta nepoužívala a malta pro tenké spáry také ne, protože tento způsob zdění vyžaduje rozměrově hodně přesné zdící prvky.

Návrhová pevnost zdiva v tlaku:

Návrhová pevnost zdiva v tlaku se vypočítá jako podíl charakteristické pevnosti zdiva v tlaku a dílčího součinitele zdiva γ_m , který se určí podle následujícího vztahu:

$$\gamma_m = \gamma_{m1} \times \gamma_{m2} \times \gamma_{m3} \times \gamma_{m4} \text{ [rovnice 3.8]}$$

- γ_{m1} ...základní hodnota dílčího součinitele spolehlivosti, která se pro zdivo z plných cihel uložených na obyčejnou maltu rovná 2,0; v ostatních případech je nutno součinitel stanovit rozbořem s ohledem na způsob zjištění pevnostních charakteristik,
- γ_{m2} ...součinitel zahrnující vliv pravidelnosti vazby zdiva a vyplnění spár maltou: $0,85 \leq \gamma_{m2} \leq 1,2$; dolní mez intervalu platí pro zcela pravidelnou vazbu a dokonalá vyplnění spár,
- γ_{m3} ...součinitel zahrnující vliv zvýšené vlhkosti, pro vlhkost zdiva v intervalu od 4 do 20 % se součinitel učí interpolací mezi hodnotami $1,0 \leq \gamma_{m3} \leq 1,25$,
- γ_{m4} ...součinitel zahrnující vliv svislých a šikmých trhlin ve zdivu v intervalu $1,0 \leq \gamma_{m4} \leq 1,4$; dolní mez platí pro neporušené zdivo bez trhlin. [15]

NEVEŘEJNÁ ČÁST

**Strany 33 až 90 této diplomové práce nemohou být zveřejněny
z důvodu ochrany osobních údajů.**

5 ZÁVĚR

Všechny cíle diplomové práce kladené v úvodu byly splněny. V textu byl objasněn princip hodnocení existujících stavebních konstrukcí dle ČSN ISO 13 822. Pro všeobecné obsáhnutí této problematiky byl popsán a vysvětlen způsob výpočtu návrhové (dříve nazývané výpočtové) hodnoty pevnosti zdiva a jednotlivé členy ve výpočtu. V práci byly také popsány způsoby a stručná metodika hodnocení existujících konstrukcí podle normy ČSN ISO 13822.

Hodnocení existujících konstrukcí podle normy ČSN ISO 13822 má za cíl zefektivnit postup hodnocení. Tento postup je velmi flexibilní, protože vychází z průběžných výsledků a může se tedy rozšiřovat nebo omezovat dle potřeby. Z tohoto důvodu může být průzkum konstrukce proveden v co nejmenším rozsahu, což vede k šetření nákladů. Jak již bylo zmíněno, problematické může být určování výsledné návrhové pevnosti zdiva, ze špatně zjištěných vstupních hodnot a subjektivních dojmů. Při hodnocení konstrukcí jsou tedy nutné zkušenosti a znalost problematiky hodnocení existujících konstrukcí.

V praktické části práce byl ukázán příklad průzkumu a hodnocení zděné konstrukce. V úvodu byla v podkapitole „Předběžné hodnocení“ uvedena fotodokumentace vybraných částí objektu, v další části byly ukázány sondy do zdiva, které byly otevřeny v rámci podrobného hodnocení konstrukce. Dále byly vyhodnoceny destruktivních a nedestruktivní zkoušky zdiva, pevnosti zdiva a následně statickým výpočtem ověřena spolehlivost vybraných konstrukcí. Na únosnost byl posouzen meziokenní pilíř v 1.NP a dřevěný trámový strop v 2.NP. V posudku byly použity součinitele spolehlivosti určené z normy ČSN EN 1996-1. Meziokenní pilíř v 1.NP vyhověl na zatížení vlastní tíhou i užité zatížení pro administrativní budovu (250 kgm^{-2}), oproti tomu dřevěný trámový strop na předpokládané zatížení nevyhověl. Tento strop nevyhověl ani na zatížení pouze vlastní tíhou.

Na základě těchto zjištění byl vypracován návrh statického zajištění objektu Racek. Původní základy by měly být rozšířeny a objekt stažen předpjatými lany v nově dobetonované části základových pasů. Dále byla navržena výměna všech stropů kromě cihelných kleneb, lehkými železobetonovými deskami, z důvodu nevyhovujících stávajících konstrukcí. Cihelné klenby budou ponechány a zesíleny rubovou skořepinou. Výměna stropních konstrukcí přispěje ke zvýšení tuhosti objektu. Budova pochází z roku konce 19. století, tudíž nemá pozední věnec a její tuhost proti zatížení vodorovnými silami je malá.

Hodnocením restaurace Racek byl zjištěn horší technický stav objektu vyžadující celkovou rekonstrukci. I když bylo v této práci popsáno, že nehrozí bezprostřední riziko havárie objektu, je nutné provést v co nejkratší době statické zajištění, aby nedocházelo k rozvoji již vzniklých poruch způsobených dřívějšími rekonstrukcemi objektu a ražbou tunelů Dobrovského.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

α	součinitel pro upřesnění pevnosti;
α	exponent závislý na tloušťce ložných spár a druhu malty
β	exponent závislý na druhu malty
δ	Součinitel vlivu tvaru
d	průměrná hloubka vrtu
f_b	normalizovaná průměrná pevnost v tlaku zdících prvků Nmm^{-2}
f_b'	upřesněná pevnost cihel v tlaku
f_{bei}	pevnost betonu s nezaručenou přesností
f_{be}	neupřesněná pevnost cihel
f_{bi}	pevnost betonu v tlaku stanovená na i-tém zkušebním vzorku
F_c	síla v tlaku
f_d	návrhová pevnost zdiva
f_k	charakteristická pevnost zdiva v tlaku v Nmm^{-2}
f_m	normalizovaná průměrná pevnost malty v tlaku Nmm^{-2}
$f_{m,m}$	výběrový průměr pevnosti v tlaku malty
γ_{m1}	základní hodnota dílčího součinitele spolehlivosti
γ_{m2}	součinitel zahrnující vliv pravidelnosti vazby zdiva a vyplnění spár maltou
γ_{m3}	součinitel zahrnující vliv zvýšené vlhkosti
γ_{m4}	součinitel zahrnující vliv svislých a šikmých trhlin ve zdivu
h_u	výška zkušebního tělesa
K	konstanta závislá na druhu zdiva a skupině zdících prvků
l_u	délka zkušebního tělesa
m_u	hmotnost zkušebního tělesa
n	počet zkušebních vzorků
R	průměrný odraz
ρ_u	objemová hmotnost zkušebního tělesa
s	výběrová směrodatná odchylka.
t_n	součinitel pro odhad dolní hranice konfidenčního intervalu průměru
w_u	šířka zkušebního tělesa

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HOBST, L., ADÁMEK, J., CIKRLE, P., SCHMID P. *Diagnostika stavebních konstrukcí*. Přednášky, CERM, Brno: VUT, 2005.
- [2] PUME, D. ČERMÁK, F. a kol. *Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí*. Praha: Arch, 1993.
- [3] SCHMID P. *Zkušebnictví a technologie, Stavební zkušebnictví*. Studijní opora FAST VUT v Brně 2005
- [4] CIRKL P. *Diagnostické metody ve stavebnictví*. Studijní opora FAST VUT v Brně, 2011
- [5] ŘEZÁČ, P., KUDA, R., ŠTĚPÁNEK, P. *Stavebně technické průzkumy: Sborník referátů*. Praha: Česká stavební společnost, 1995. odborný seminář.
- [6] GILL, R. Měření vlhkosti zdiva. *Materiály pro stavbu*. 2005, 3, s. 28-29.
- [7] NAJDEKR, M., BOSÁK, J. Posouzení vlivu seizmické zátěže dopravy na vybrané stavební objekty. *Stavebnictví*. 2012, č. 05, s. 4.
- [8] ARCADIS GEOTECHNIKA A.S. *Repasportizace: Závěrečná zpráva*. Brno, 2010, 8 s.
- [9] STAVEBNÍ GEOLOGIE-GEOTECHNIKA, a.s. *Soudně znalecká dokumentace: Závěrečná zpráva*. Praha, 2007, 8 s.
- [10] PERLA, J. KONSTRUKČNÍ A STATICKÁ KANCELÁŘ ING. PERLA JAN. *Technická zpráva statika: pro akci Brno , Palackého 11, dům družstva invalidů*. Brno, 1993, 9 s.
- [11] BAŽANT Z.,. *Vyjádření znalce č.08/2012 ke stavu objektu Palackého tř. 11/659 (Raccek) v Brně - Králově poli, psč 612 00*. Brno, 15.6.2012, 15 s.
- [12] TUFFY SPOL. S R.O. *Výkresová dokumentace akce „Brno, Palackého 11, Dům družstva invalidů“*. Brno, 1993.
- [13] HORÁK, V. Dopravní řešení silnice I/42 Brno VMO Dobrovského. *Tunel*. 2009, 18, 1, s. 61-72.
- [14] ČSN 73 0038 z 1986-06-02: *Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách*
- [15] ČSN ISO 13822: *Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí*
- [16] ČSN EN 1996-1-1: *Navrhování zděných konstrukcí*
- [17] ČSN 73 2011: *Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí*

- [18] ČSN P 73 0610: *Hydroizolace staveb - Sanace vlhkého zdiva - Základní ustanovení*
- [19] ČSN EN 772-1: *Zkušební metody pro zdící prvky - Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku*
- [20] ČSN 73 1373: *Nedestruktivní zkoušení betonu: Tvrdoměrné zkoušení betonu*
- [21] ČSN 73 0040: *Zatížení stavebních objektů technickou seizmickou a jejich odezva*
- [22] ČSN EN 1991-1: *Zatížení konstrukcí*
- [23] ČSN EN 1995-1-1: *Navrhování dřevěných konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla - společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*
- [24] *Směrnice Rady evropského společenství 89/106/EEC*
- [25] *Konstrukce.cvut.cz* [online]. 2006 [cit. 2010-05-03]. INOVACE METOD HODNOCENÍ EXISTUJÍCÍCH STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ. Dostupné z WWW: <<http://www.konstrukce.cvut.cz/1-seminar-stazeni>>.
- [26] *Proinex.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-10-12]. ProInex Instruments. Dostupné z WWW:< <http://www.proinex.cz/originalni-schmidtova-kladivka-proceq.html> >.
- [27] ČSN 73 1702: *Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí - Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*
- [28] Fotoarchiv: Ing. Petr Cikrle, Ph.D.
- [29] KOTT, Jiří, Pavel BERAN a Petr FAJMAN. Zesílení kleneb rubovou skořepinou. [online]. 2006, s. 12 [cit. 2013-01-06]. Dostupné z: <http://power2.fsv.cvut.cz/~fajman/zesileni2.pdf>
- [30] *Monostrand: předpínací systém pro dodatečné ztužení pozemních staveb* [online]. [cit. 2013-01-06]. Dostupné z: <http://monostrand.cz/popis-technologie-monostrand>
- [31] Český úřad zeměměřičský a katastrální. [online]. [cit. 2013-01-06]. Dostupné z: <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>

SEZNAM PŘÍLOH:

Příloha 1	Fotodokumentace a zakreslení sond do stropních konstrukcí
Příloha 2	Vyhodnocení pevnosti v tlaku cihel (in situ)
Příloha 3	Vyhodnocení pevnosti v tlaku malty
Příloha 4	Zjednodušené půdorysy objektu
Příloha 5	Projektová dokumentace před rekonstrukcí
Příloha 6	Projektová dokumentace po rekonstrukci v roce 1997

PŘÍLOHY

**Přílohy této diplomové práce nemohou být zveřejněny z důvodu
ochrany osobních údajů.**