



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING TESTING

**KOMPLEXNÍ DIAGNOSTIKA PŘI HODNOCENÍ
STAVEBNĚ STATICKÉHO STAVU OBJEKTU**

COMPLEX DIAGNOSTICS IN THE EVALUATION OF STATIC STRUCTURAL CONDITION
OF THE BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Anežka Kinclová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PAVEL SCHMID, Ph.D.

BRNO 2018



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

Student	Bc. Anežka Kinclová
Název	Komplexní diagnostika při hodnocení stavebně statického stavu objektu
Vedoucí práce	doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2017
Datum odevzdání	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017

doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

Schmid, P. a kol. Základy zkušebnictví, FAST VUT v Brně

Hobst, L. a kol.. Diagnostika stavebních konstrukcí, FAST VUT v Brně

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

ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí

ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1992 Eurokód 2: Betonové konstrukce

ČSN EN 1996 Eurokód 6: Zděné konstrukce

Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby se změnami 20/2012 Sb

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zpracování a realizace metodiky diagnostického průzkumu existujícího objektu pro hodnocení aktuálního stavebně statického stavu s ohledem na identifikaci a klasifikaci vad a poruch jednotlivých konstrukčních prvků a celků. Dle analýzy nálezů specifikovat návrh nutných a efektivních stavebních a stavebně statických opatření pro zajištění bezproblémové a dlouhodobé provozuschopnosti a bezpečnosti předmětného objektu ve smyslu požadavků vyhlášky č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby se změnami 20/2012.

STRUKTURA 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).

doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá stavebně statickým stavem objektu ve Šlapanicích, ulice Riegrova, č. p. 1238/21. Metody diagnostického průzkumu jsou vhodně zvoleny, dále realizovány a vyhodnoceny. Z výsledků je proveden statický výpočet zděného pilíře v 1. NP. Po vyhodnocení všech aspektů se došlo k závěru, že nejvhodnější řešení bude demolice stávajícího objektu a výstavba nového.

KLÍČOVÁ SLOVA

Diagnostika, stavebně technický průzkum, statický posudek, pilíř, zděný objekt, porucha, krov, demolice,

ABSTRACT

Thesis deals about the building structural condition of the building in Šlapanice, street Riegrova 1238/21. Methods of diagnostic survey are suitably chosen, then realized and evaluated. From these results is done structural calculation of bricks pillar in first-floor. We reached to the conclusion, that the most suitable solution is demolition of this existing object and build the new one.

KEYWORDS

Diagnostic, building technical conditions, static report, pillar, brick building, breakdown, roof truss, demolition

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Anežka Kinclová *Komplexní diagnostika při hodnocení stavebně statického stavu objektu*.
Brno, 2018. 113 s., 28 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta
stavební, Ústav stavebního zkušebnictví. Vedoucí práce doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 8. 1. 2018

Bc. Anežka Kinclová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 8. 1. 2018

Bc. Anežka Kinclová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu diplomové práce, doc. Ing. Pavlu Schmidovi, Ph. D, za cenné rady, ochotu a pomoc při tvorbě mé práce. Dále bych chtěla poděkovat mému manželovi, který se mnou měl trpělivost a ve studiu mě podporoval. Velké díky patří i mým rodičům, kteří mě ve studiu také podporovali. V neposlední řadě děkuji za korekturu diplomové práce svému tatínkovi.

OBSAH

1. ÚVOD.....	13
2. CÍLE PRÁCE.....	15
3. ZDIVO - TEORETICKÁ ČÁST	16
3.1. Obecně.....	16
3.2. Rozdělení.....	16
4. ZDĚNÉ KONSTRUKCE	17
4.1. Zdivo cihelné.....	17
4.1.1. Tradiční cihelné zdivo	19
4.1.2. Zdivo z cihelných bloků	20
4.2. Zdivo z betonových tvárnic s hutným nebo lehkým kamenivem	21
4.2.1. Zdivo z betonových tvárnic s lehkým kamenivem	22
4.2.2. Zdivo z betonových tvárnic s hutným kamenivem	22
4.2.3. Zdivo z izolačních vrstvených betonových tvárnic	22
4.3. Zdivo z pórobetonových tvárnic	22
4.4. Zdivo z vápenopískových cihel.....	24
4.5. Zdivo kamenné.....	24
4.5.1. Zdivo z lomového kamene.....	25
4.5.2. Zdivo řádkové	26
4.5.3. Zdivo haklíkové	27
4.5.4. Zdivo kvádrové	27
4.5.5. Zdivo smíšené	28
4.5.6. Zdivo kyklopské	28
5. VAZBY ZDIVA.....	29
6. CIHLÁŘSKÁ VÝROBA.....	32
6.1. Keramika obecně.....	32
6.1.1. Keramické výrobky.....	33
6.1.2. Suroviny tvárnivé.....	33
6.1.3. Suroviny netvárlivé.....	34
6.1.4. Chemické složení	35
6.1.5. Mineralogické složení.....	35

6.2.	Cihlářské výrobky	36
6.3.	Technologický postup výroby	38
6.3.1.	Úprava surovin	38
6.3.2.	Vytváření	38
6.3.3.	Sušení	39
6.3.4.	Výpal	40
6.4.	Cihelný střep	41
7.	PRVKY PRO SVISLÉ KONSTRUKCE	45
7.1.	Cihla plná	45
7.2.	Děrovaná cihla	45
7.3.	Keramické dílce	46
7.4.	Cihelné dlaždice a obkladačky	46
7.4.1.	Stájové dlaždice	46
7.4.2.	Půdovky	47
7.4.3.	Tažené cihelné obkladačky	47
7.4.4.	Lité cihelné obkladačky	47
8.	DIAGNOSTICKÉ METODY	48
8.1.	Starší zděné konstrukce	48
8.2.	Nedestruktivní zkoušky	49
8.3.	Semidestruktivní zkoušky	50
8.4.	Destruktivní zkoušky	51
8.5.	Pevnost zdicích prvků	51
8.5.1.	Tvrdoměry	51
8.5.2.	Vzorky z konstrukce	53
8.5.3.	Jádrové vývrty	54
8.6.	Pevnost malty	55
8.6.1.	Indentor	55
8.6.2.	Schmidt PM	56
8.6.3.	Upravené vrtačky	56
9.	PRAKTICKÁ ČÁST – OBECNÉ INFORMACE	61
9.1.	Úvod	61
9.2.	Historie objektu	61

9.3. Geologické a hydrogeologické podmínky	64
10. POPIS OBJEKTU.....	65
10.1. Základy	66
10.2. Sklep	67
10.3. První nadzemní podlaží	67
10.4. Druhé nadzemní podlaží	69
10.5. Půdní prostory	69
10.6. Stavební úpravy na objektu	70
11. DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM.....	73
11.1. Vizuální defektoskopická prohlídka	73
11.1.1. Nálezy vizuální defektoskopické prohlídky	73
11.2. Zkoušky cihelného zdiva a malty v objektu	77
12. VÝSLEDKY ZKOUŠEK	79
12.1. Hodnocení existujícího zděného objektu.....	80
12.1.1. Charakteristická pevnost zdiva v tlaku	80
12.1.2. Návrhová pevnost zdiva v tlaku.....	81
12.1.3. Zhodnocení	83
13. STATICKÝ VÝPOČET	84
13.1. Popis a geometrie posuzované části	84
13.2. Zatížení	85
13.2.1. Zatížení cihelné klenby	86
13.2.2. Zatížení dřevěného trámového stropu.....	87
13.2.3. Zatížení od krovu a podlaží	88
13.3. Výpočet MSÚ nevyztuženého zděného pilíře	90
13.4. Závěr.....	94
14. DOKUMENTACE BOURACÍCH PRACÍ [23].....	96
14.1. Průvodní zpráva.....	96
14.1.1. Identifikační údaje	96
14.1.2. Seznam vstupních podkladů	96
14.1.3. Údaje o území	97
14.1.4. Údaje o stavbě.....	97

14.2.	Souhrnná technická zpráva.....	98
14.2.1.	Popis území stavby	98
14.2.2.	Celkový popis stavby.....	98
14.2.3.	Připojení na technickou infrastrukturu	98
14.2.4.	Úpravy terénu a řešení vegetace po odstranění stavby	99
14.2.5.	Zásady organizace bouracích prací.....	99
14.3.	Situační výkresy	99
14.3.1.	Situační výkresy širších vztahů.....	99
14.3.2.	Katastrální situační výkres.....	100
14.3.3.	Dokumentace	100
14.3.4.	Technická zpráva	100
14.3.5.	Výkresová část.....	100
14.3.6.	Statické posouzení	100
14.4.	Dokladová část	100
15.	DEMOLICE OBJEKTU	102
16.	ZÁVĚR.....	105
17.	POUŽITÁ LITERATURA.....	107
18.	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	109
19.	SEZNAM PŘÍLOH.....	113

1. ÚVOD

Trendem dnešní doby je zvětšování rozlohy měst, obcí a osad na úkor „zelených“ ploch. Zejména proto, že výstavba na „zelené louce“ je vždy jednodušší, protože při návrhu nově budované konstrukce není nutné zohledňovat okrajové podmínky, které by případná rekonstrukce stávajícího objektu bezpochyby přinesla. Nicméně je otázkou, jak dlouho lze tímto způsobem řešit problematiku rozvoje měst, obcí atd. Důvod, proč jsem se v této práci věnovala stavebně technickému průzkumu stávajícího objektu bývalé městské šatlavy, je právě ten, že si myslím, že je načase začít přemýšlet nad využitím nyní nepoužívaných nebo opuštěných staveb, které již celá desetiletí chátrají a mnohdy slouží jako přístřeší pro případné poutníky bez domova.

Základem každého stavebně technického průzkumu je seznámení se projektovou dokumentací, podle které byl objekt vybudován. Ovšem ne vždy dokumentace existuje a u objektů, které už pamatují více, než století, je prakticky nemožné původní dokumentaci dohledat. Tudíž k této práci patří i průzkum archivů, ale také rozhovory s pamětníky, historiky apod. Toto pátrání je nezbytné proto, abychom si byli schopni udělat obrázek o tom, jakým způsobem byl zkoumaný objekt budován, kdy k němu byly prováděny přístavby a jak se v průběhu času měnila dispozice.

Jakmile získáme předběžný obrázek o historii vývoje zkoumaného objektu, lze přejít k podrobnému průzkumu, kde se věnujeme provedení geologických či geotechnických zkoušek a dále také diagnostickým metodám. Metody se dělí do tří skupin – nedestruktivní, semidestruktivní a destruktivní. Záleží vždy na jedinci, jenž provádí stavebně technický průzkum, kterou metodu zvolí. Ne vždy je příslušná zkouška vhodná, a to jak ve smyslu získaných hodnot, tak i například mírou poškození, které bychom stávajícím konstrukcím tímto způsobem měření mohli způsobit.

Data sesbíraná při průzkumu by po vyhodnocení odborníkem, jenž je držitelem příslušné kvalifikace na posuzování a návrh betonových, zděných, ocelových či dřevěných konstrukcí, měla dát přesný obraz o tom, v jaké kondici se posuzovaný objekt nachází.

V této chvíli bychom měli být schopni předat projekci podklady pro to, aby byl zvolen co možná nejvhodnější způsob dalšího využití stávajícího objektu, zda jej lze adaptací a rekonstrukcí dále přetvořit k obrazu, jaký si přeje investor, a nebo zda by mělo padnout rozhodnutí, že zachování stávajícího objektu by vyžadovalo provést taková stavebně technická řešení, která by z ekonomického hlediska nedávala smysl a tudíž je vhodné doporučit demolici objektu.

Vrátím-li se ke mnou posuzovanému objektu, provedla jsem podrobná pátrání, sérii zkoušek a statický výpočet, abych byla schopna určit, v jaké kondici se mnou zkoumaný objekt nachází a jakým způsobem ho lze v budoucnu využívat.

2. CÍLE PRÁCE

Diplomová práce je zaměřena na stavebně technický průzkum objektu v městě Šlapanice s č. p. 1238/21. Průzkumem bychom měli zjistit co nejpřesnější stav konstrukce. Získaná data budou posouzena a z jejich výsledků bude proveden statický výpočet a následné opatření, při kterém objekt bude schopný provozu.

Teoretické část se týká zdiva. Jeho druhy, technologickými postupy výstavby, zděnými svislými konstrukcemi, dále výrobou cihlářských produktů a diagnostickými metodami, vhodnými právě pro cihlářské výrobky.

3. ZDIVO - TEORETICKÁ ČÁST

3.1. Obecně

Zdivo je považováno za stavební konstrukci, která sestává ze zdicích prvků vázaných, dle předem daných pravidel, pomocí malty či zálivky. [1]

3.2. Rozdělení

Dle materiálu můžeme zdivo rozdělit do 5 skupin.

- Zdivo kamenné (obr. 3.1)
- Zdivo cihelné (obr. 3.2)
- Zdivo smíšené (obr. 3.3)
- Zdivo tvárnicové
- Zdivo betonové



Obr. 3.1 Zdivo kamenné



Obr. 3.2 Zdivo cihelné



Obr. 3.3 Zdivo smíšené

Další rozdělení zdiva se týká vlastního spojování jednotlivých zdicích prvků. Tímto rozdělením se zdivo dělí na 3 podskupiny:

- Zdivo na sucho spojované
- Zdivo na maltu spojované
- Zdivo spojené mechanickými vazbami [2]

Zdivo se dále dělí do tří skupin, a to dle toho, jakým způsobem je zdivo vyztuženo:

- Zdivo vyztužené
- Zdivo nevyztužené
- Zdivo předpjaté [3]

4. ZDĚNÉ KONSTRUKCE

U zděných konstrukcí je charakteristické využívání poměrně malých jednotlivých stavebních prvků. Stavebním prvkem rozumíme již zmiňované kameny, cihly, tvárnice či bloky. Nejčastěji jsou vyzdívány na vrstvu malty. Pokud se zdí bez malty, hovoříme o tzv. suchém zdění. Vhodné je, aby hmotnost a rozměry zdicích prvků byly takové, aby se daly umísťovat do konstrukce ručně a ne s použitím mechanizačních prostředků.

Vhodná kombinace zdicích prvků a druhu použité malty nám zajistí potřebné výsledné vlastnosti jako je únosnost, tepelná ochrana, zvuková izolace a jiné stavebně fyzikální vlastnosti. [3]

Nejčastěji se jako zděné konstrukce vyzdívaly tyto:

- Zděné stěny – mají statickou (nosnou) funkci na rozdíl od zděných příček, které slouží pouze k rozdělování místností v objektu. Dále chrání a také rozdělují vnitřní prostory a jsou to stěny průčelní (tj. uliční nebo dvorní), vnitřní příčné a podélné, schodišťové atd.
- Zděné sloupy a pilíře – sloupy jsou štíhlejší než pilíře a jedná se o nosné svislé prvky, které jsou samostatně stojící v půdorysu. O pilířích můžeme říct, že jsou součástí stěn (meziokenní, mezidveřní pilíře), jejich poměr výšky a šířky je menší jak 4 a také jsou nosné svislé prvky.
- Opěrné zdi
- Základy
- Ostatní části stavebních objektů [17]

Konstrukce jako je pilíř, nosná stěna nebo sloupy bývají vyzděny z různorodých zdicích prvků. Jako příklad můžeme uvést cihlu pálenou/nepálenou plnou (CPP) nebo vylehčenou, dále vápenopískové cihly, betonové tvárnice s různými druhy kameniva (hutné, lehké), pórobetonové tvárnice či kamenné kvádry a lomové kamenivo. [3]

4.1. Zdivo cihelné

Výroba cihel se datuje zhruba od 2500 př. Kr., kdy se v Mezopotámii začala používat technika vypalování v pecích, která byla známá pouze pro výrobu keramického nádobí, nikoliv pro zdivo. Tehdejší cihly se vyráběly z jemně zrnité jílovité hlíny a po smíchání s vodou vytvořila tato směs plastickou hmotu. Tato hmota

byla ukládána do forem, v nich částečně vysoušena, poté byla vyndána a vložena do pece, kde se vypálil hotový výrobek. V té době byla tato výroba mnohem náročnější, tím pádem dražší a proto se takto vyrobené zdivo používalo pouze jako zdivo lícové. Pro vnitřní zdivo se i nadále využívaly cihly pouze sušené. V Českých zemích se pálená cihla objevuje v 9. a 10. století, společně s příchodem křesťanství. Ovšem jen zřídka, jako stavební materiál stále ještě dominuje kámen. Nejstarší dochované zdivo u nás pochází z druhé poloviny 12. století. Můžeme jej vidět v kostele v Plasích. V Anežském klášteře v Praze je zdivo z 2. poloviny 13. století. 19. Století je ve stylu zprůmyslnění výroby cihel. Začaly se používat rotační pece, které jsou k vidění do dnešních dnů, i když mírně zdokonalené. Výrobek získá svůj tvar za pomoci vytlačování sloupce hmoty, který je poté nakrájen na jednotlivé cihly anebo se hmota vkládá do forem. Takto připravené hmoty se vloží do pece, vypálí se, dochází k procesu ochladnutí a dále vyjmutí z pece. Tento proces je nepřetržitý. Po 2. světové válce se začíná uvažovat o sepsání zásad pro návrh zděných konstrukcí. Do té doby se stavěly domy maximálně s pěti patry. V prvním patře byla tloušťka obvodové zdi 750 mm a ve středních patrech 600 mm. U nás se tímto problémem zabíral prof. Ing. Dr. techn., Dr. h. c. Konrád Jaroslav Hruban, DrSc. [1]

V současné době je v oboru stavebnictví cihelné zdivo považováno za nejvíce rozšířený materiál, který se používá pro výstavbu konstrukcí. Hovoříme o cihelných zdicích prvcích, které jsou vypáleny. Ať už jako maloformátové cihly nebo větší kusová staviva (cihelné bloky).

V dřívějších dobách se pro výstavbu jedno až dvou patrových budov menších rozměrů používaly i cihly nepálené (obr. 4.1), které nejsou tak energeticky náročné na výrobu a příliš vysoké nejsou i náklady na dopravu. Je to způsobeno tím, že cihly se vyráběly z hlíny, která byla v okolí a posléze byla upravena příměsí (obr. 4.2). Díky těmto vlastnostem jsou nepálené cihly považovány za příznivé k životnímu prostředí a jsou snadno recyklovatelné. Proto se technologie nepálených cihel modernizovala a dnes se opět používají pro konstrukce menšího rozsahu. Velkou nevýhodou při zdění z prvků z nepáleného materiálu je velká pracnost, omezení použití z hlediska únosnosti, horší tepelně izolační vlastnosti a nepříznivě na ně působí vlhkost. Neproveditelné jsou obvodové stěny bez použití izolační vrstvy.



Obr. 4.1 Cihla nepálená [4]



Obr. 4.2 Výroba nepálených cihel [5]

Po procesu vypálení hliněného materiálu získává prvek vlastnosti, které jsou výhodou při výstavbě. Cihelný stěp je dobře spojitelný s maltou, snadno se cihly upravují přisekáváním či dělením, při zdění není potřeba technologických zařízení a zdivo je také poměrně únosné. Dalšími výhodami jsou dobré akumulární a zvukově izolační vlastnosti, nízká hmotnost a variabilita tvarů konstrukce. [3]

4.1.1. Tradiční cihelné zdivo

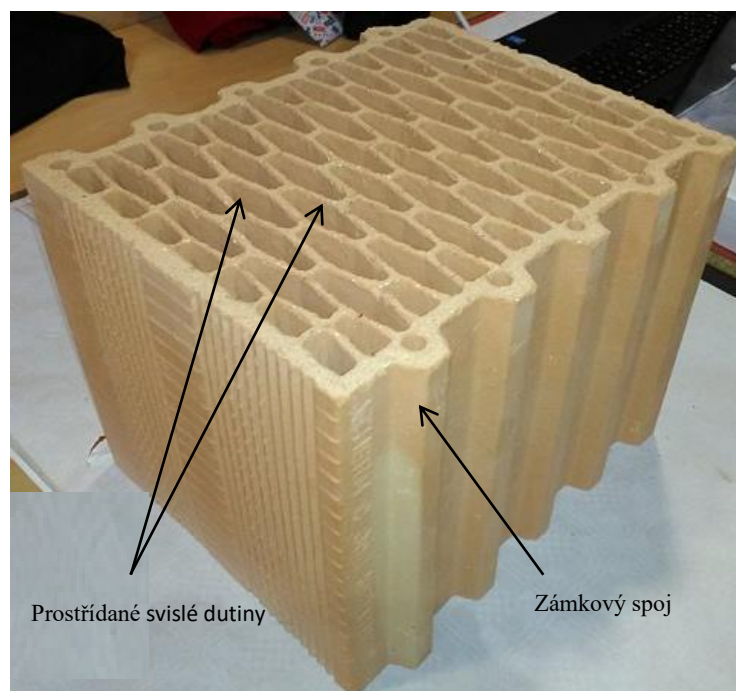
Rozměry cihel se měnily v průběhu let a zároveň podle toho, kde byly a jsou vyráběny. U cihly plné (CP) hovoříme o tzv. klasickém formátu vycházející z modulové řady 300 mm se skladebným rozměrem 300 x 150 x 75mm. Skladebným rozměrem rozumíme součet základních rozměrů a odchylky v každém směru, která může nastat například nepřesnostmi při výrobě. Tento skladebný rozměr se navrhuje u klasického formátu cihly v násobcích modulu 150 mm. Odkud se odvíjejí typické tloušťky zdí. Nejmenší tloušťka zdi je 100 mm a 150 mm (pro nosnou konstrukci) a dále jsou rozměry v násobcích po 150 mm. Pokud předpokládáme jednotnou šířku ložných a styčných spár, tj. 10 mm, je základní rozměr cihly plné 290 x 140 x 65mm a protože rozměry jsou v určitém poměru (4:2:1), lze snadno jednotlivé kusy skládat na sebe a tím z nich vytvořit vazbu. Nevyrábí se jen tento klasický formát. U plných cihel známe ještě tzv. malý formát. Základní rozměr této cihly je 250 x 120 x 65mm.

Dalším druhem cihly je cihla svisle děrovaná (CDm) o skladebném rozměru 250 x 125 x 125mm, který je prováděn v násobcích 125 mm (základní rozměr 240 x 115 x 113). Proto tloušťka zdi začíná na rozměru 125 mm, dále 250 mm a 375 mm. Zde se předpokládá šířka ložných spár 12 mm a šířka styčných spár 10 mm. I u této cihly umožňuje poměr 2:1:1 snadnou skladbu a vazbu zdiva. Cihlu jednoduše rozdělíme přiseknutím. [3]

4.1.2. Zdivo z cihelných bloků

Kvůli snížení staveništní pracnosti, zlepšení tepelně technických vlastností a snížení nároku na dopravu se začaly vyrábět větší dutinové cihly neboli cihelné bloky (obr. 4.3). V současnosti se kvůli vysokým tepelně technickým požadavkům provádí vylehčování cihel díky dutinám a dále se zdokonalují technologie zdění, které by zabránily tepelným ztrátám zdiva. Pokud chceme, aby obvodové zdivo, které je provedeno z těchto cihelných bloků, splňovalo současné tepelně technické nároky, musíme při výrobě a provedení splnit určité postupy.

- Cihly by měly mít svislé dutiny, které se vzájemně prostřídávají (obr. 4.3).
- Samotná keramická hmota se vylehčuje póry.
- Pro soudržnost styčných spár se nevyužívá malta. Na zdivu se při výrobě vytvaruje s tzv. zámkovými spoji (obr. 4.3).



Obr. 4.3 Zdivo z cihelných bloků

- U vodorovných spár se malta použít může. Jedná se o tepelně izolační maltu, která minimalizuje tepelné mosty, které se vytváří díky spárám. Dále má nižší tepelnou vodivost a jak už z názvu vyplývá, tepelně izoluje zdivo. Pokud chceme dosáhnout co nejlepšího součinitele tepelné vodivosti, přidáme do malty

perlit. Tím maltu odlehčíme. V případě velmi přesných cihelných bloků, tzv. kalibrovaných cihel, se využívá tenkovrstvý lepicí tmel.

- Co se týká omítek, měli bychom použít tepelně izolační omítky.

Při splnění těchto postupů můžeme navrhnout jednovrstvé zdivo s tloušťkou 450 mm i méně a konstrukce splní současné tepelně izolační podmínky.

Sortiment dutinových cihel je rozmanitý. Vyrábí se v různých rozměrech a typech. Při stavbě obvodového zdiva se používají cihly tepelně izolační a jsou široké 450 mm, 400 mm nebo 375 mm a jsou zděny vždy vazákovou vazbou. Pro vnitřní stěny jsou vhodné spíše cihly s větší únosností. Podle typu bloku a tloušťky zdi se volí vazáková nebo běhounová vazba.

Cihelné bloky mají také skladebné rozměry. Výška je zpravidla 250 mm, někdy se setkáme se 150 mm a šířka je nejčastěji 250 mm.

Systém tohoto druhu zdiva obsahuje rovněž poloviční, rohové a vyrovnávací cihly. A právě takto hotové výrobky by se při zdění měly používat. Výrobci uvádí, že by se cihelné bloky neměly upravovat sekáním. Těmito nestandartními úpravami tepelně izolačních bloků může dojít k razantnímu snížení kvality zdiva, převážně tepelně izolačních vlastností. Samotní výrobci dodávají i keramické překlady, keramické polomontované stropy a suché omítkové a maltové směsi. [3]

4.2. Zdivo z betonových tvárnic s hutným nebo lehkým kamenivem

Betonové tvárnice různých typů a hutným nebo lehkým kamenivem lze použít jako nosné vnitřní a obvodové zdivo. Pro snadnější přepravu a manipulaci na stavbě se tvárnice vylehčují. K vylehčení dochází i z důvodu zlepšení technických vlastností. Nejčastěji se vylehčení provádí využitím lehkého kameniva, které je přidáno do betonu jako plnivo a zároveň je ve zdicím prvku proveden systém dutin. V případě, že prvek nesplňuje tepelně technické požadavky, je opatřen izolační vrstvou nebo je tepelná izolace v podobě polystyrenu přímo vkládána dovnitř tvárnice. Rovněž jako u cihelných bloků se konstrukce váže vazákovou či běhounovou vazbou. Tvárnice jsou osazeny na vrstvu malty a styčné spáry jsou nejčastěji bezmaltové se zámkovým spojem. Při použití tvárnic na obvodové zdi můžeme použít tepelně izolační malty a při snížených nárocích na statickou odolnost se může zdít na přerušované lože (malt v pruzích).

4.2.1. Zdivo z betonových tvárnic s lehkým kamenivem

Lehkým kamenivem můžeme nazvat kamenivo, které má objemovou hmotnost do 2000 kg.m^{-3} . Nejčastěji se používá expandovaný keramický granulát (keramzit, liapor). Dříve se místo lehkého kameniva hojně využívalo škváry. Vylehčení je opět dosaženo svislými dutinami nebo dutinami a tvárnice má plné dno. Měli bychom dbát zvýšení pozornosti při aplikaci malty na tvárnici. Malta by neměla zatéct do zmiňovaných dutin. Kvůli snížení tepelně technických požadavků se provádí konstrukce z betonových tvárnic s lehkým kamenivem v tloušťce 375 mm.

4.2.2. Zdivo z betonových tvárnic s hutným kamenivem

Kamenivo hutné má objemovou hmotnost mezi 2000 až 3000 kg.m^{-3} . Samotné dutinové tvárnice se vyrábějí z vibrolisovaného betonu, který dosahuje vyšších pevností a jsou vhodné převážně pro vnitřní nosné zdivo a jako nosná část obvodové konstrukce. Na povrchu je tvárnice hladká, čistě betonová nebo je pokryta fasádní povrchovou úpravou. Zdivo můžeme ponechat i bez omítky a opatřit povrch pouze nátěrem, v tom případě, že vyzdění stěny provedeme kvalitně. Tato úprava se dělá nejčastěji v technických prostorách jako je např. garáž, sklep aj. Díky tomuto provedení ušetříme na ceně a dojde i k úspoře pracnosti.

Dutiny těchto tvárnic jsou buď velké čtvercové, nebo obdélníkové a díky tomu se dají využít i jako tzv. ztracené bednění, bednicí dílce pro vybetonování železobetonové stěny.

4.2.3. Zdivo z izolačních vrstvených betonových tvárnic

Tyto tvárnice, izolační vrstvené, jsou vyrobené jako betonové dutinové a mají průběžnou polystyrenovou vrstvu s tloušťkou 100 mm. Tloušťka zdiva 300 mm je dostačující, aby parametry tepelně izolační byly splněny. Samozřejmostí pro správné tepelně izolační fungování konstrukce je použití speciálních rohových tvárnic a doplňkových dílců pro překlady a věnce.

4.3. Zdivo z pórobetonových tvárnic

Pórobeton řadíme k lehkým betonům. Má jemnozrnnou strukturu, vylehčenou póry, které jsou vyplněné vzduchem. Dále se dělí na dva typy:

- Plynobeton – jedná se o jemnozrnnou cementovou maltu, která je vylehčená póry. Ty vznikly během autoklávování (proces, který probíhá v reaktoru za přispění vysokého tlaku a teploty) plynotvornou přísadou (hliníkový prach nebo pasta).
- Plynosilikát – Zde se při autoklávování pracuje s jemnozrnnou vápennou maltou, opět vylehčenou póry.

Vlastnosti a využití jsou v obou případech téměř shodné.

Tvárnice z pórobetonu se také odlišují objemovou hmotností. Obvodové zdivo se vyzdívá z tvárnic s objemovou hmotností $400 - 600 \text{ kg.m}^{-3}$. Pro vnitřní, více zatížené nosné stěny se používají únosnější tvárnice s objemovou hmotností $800 - 1200 \text{ kg.m}^{-3}$. Pokud objemová hmotnost nepřesáhne 600 kg.m^{-3} má tvárnice výborné tepelně izolační vlastnosti. Tloušťka obvodového zdiva 375 mm nám zajistí dostačený tepelný odpor R ($R = 2,2 \text{ m}^2\text{K.W}^{-1}$ a více).

S tvárnicemi je velmi snadná manipulace a samotné zdění je tím pádem jednoduché. Tím se zajistí rychlý průběh výstavby a nižší cena stavby. Dle potřeby se dají snadno řezat pilou a lehce vyfrézujeme drážky pro instalace. Stavební systémy z pórobetonu obsahují speciální bednicí dílce ve tvaru „U“ a také prvky pro příčky v tloušťce 600 - 150 mm.

Při využití lehkých pórobetonových tvárnic musíme počítat s menší únosností, a proto je používáme pro obvodové stěny do 4 až 6 podlaží. S tloušťkou 300 mm, 375 mm, 400 mm a 500 mm.

Tloušťka malty (tmelu) se při zdění pórobetonových tvárnic pohybuje mezi 1 – 3 mm. A to z toho důvodu, že tvárnice mají velmi přesný rozměr. Odchyłky rozměrů se pohybují do $\pm 1,5 \text{ mm}$. Tato tenkovrstvá malta se dodává v podobě suché směsi v pytlích a využívá se při zdění vodorovných spár. Na styčné spáry se malta nepoužívá, zde postačí systém P + D.

Díky velmi přesným rozměrům tvárnic a kvalitnímu vyzdění se mohou použít jednovrstvé šterkové omítky s tloušťkou 3 - 5 mm.

Problém s použitím pórobetonu nastane, pokud by konstrukce z tohoto materiálu byla vystavována delší dobu zvýšené vlhkosti. Pórobeton je velmi nasákavý v porovnání s dalšími materiály, jak je patrné z tabulky 4. 1. [3]

Tab. 4. 1: nasákavost různých materiálů [6]

Materiál	Hmotnostní nasákavost [%]	Objemová nasákavost [%]
Dřevo	140 – 170	55 – 70
Ocel	0	0
Cihly plné, pálené	20 – 25	36 - 55
Beton hutný	6 – 13	13 – 30
Pórobeton	40 – 90	35 – 40
Pěnový polystyren	70 – 500	< 7

V nasáklém stavu se snižuje pevnost pórobetonu a tepelně izolační vlastnosti. Proto se pórobeton nedoporučuje jako materiál při zdění podzemních částí budov. Minimální výška nad terénem by měla být 300 mm.

4.4. Zdivo z vápenopískových cihel

Pro svou vysokou odolnost a přesné směry se vápenopískové cihly využívají při zdění lícového zdiva, u kterého se předpokládá, že bude vystaveno přímému účinku deště, mrazu či agresivního prostředí. Objemová hmotnost vlastního materiálu se pohybuje okolo 1800 kg.m^{-3} . Kvůli větší objemové hmotnosti se větší bloky vylehčují dutinami. Pro svoje špatné tepelně izolační vlastnosti se zdivo v obvodové konstrukci kombinuje ještě s dalšími druhy zdiva nebo je použito jako součást vrstvené konstrukce, opatřené polystyrenem, který je zde použit jako tepelně izolační vrstva. Styl zdění je analogický jako u běžného páleného cihlářského výrobku. [3]

4.5. Zdivo kamenné

Konstrukce z kamenného zdiva patří k jedněm z nejstarších stavebních konstrukcí. Je to způsobeno tím, že kámen je přírodní materiál a v určitých oblastech je snadno dostupný. Proto byl v dřívějších dobách často používán.

V současnosti už kamenné stavby nejsou tak populární. Důvod je jasný. Vysoké náklady na opracování kamene, na dopravu a velká pracnost. Dnes se provádí kamenné stavby zřídka. Pouze tam, kde se uplatní specifické vlastnosti kamene, kterými jsou

např. vysoká životnost, estetický vzhled, pevnost v tlaku a také odolnost proti vodě a povětrnostním vlivům. Převážně se z kamene konstruuji opěrné zdi, základy, konstrukce, které dbají na estetický vzhled (reprezentativní prostory, rekonstrukce historických budov).

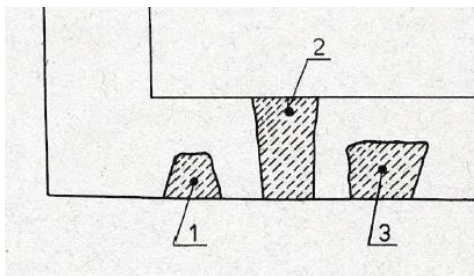
Nejčastěji využívaný druh kameniva pro konstrukce je žula, rula, opuka a pískovec. Zdít můžeme z kamene neopracovaného lomového nebo z opracovaných kamenných prvků, které se ještě dále dělí. Jsou rozdělené dle opracovatelnosti a tvaru. Prvním druhem jsou kopáky, kameny hrubě kamenicky opracované. Další jsou haklíky, tyto kameny se dělají v hranolech a jsou také hrubě kamenicky opracované. Posledním typem jsou pravidelné hranoly kamenicky opracované, kvádry. Kopáky, haklíky a kvádry jsou vyzdívány na vápenocementovou či cementovou maltu a je třeba dbát na následujících pár zásad:

- před osazením nutno kameny očistit od hliněných nečistot,
- dle potřeby kameny navlhčit, aby nebraly vodu maltě,
- každý kámen musí v maltě ležet plně,
- styčné spáry se ve vrstvách nad sebou musí střídat,
- šířka styčných a ložných spár se pohybuje mezi 15 až 40 mm,
- jako výplň dutin mezi kameny se používají menší kameny,
- pokud se zdí z vrstevnatého kameniva, jako je např. pískovec nebo opuky, dbáme na osazování kamene. Musíme kameny osadit tak, že tlak působí kolmo k vrstvám kamene.

4.5.1. Zdivo z lomového kamene

Nejčastější využití zdiva z lomového kameniva je nyní pro sokly a základy. Dříve se zdily i celé stěny. Rozměry kamenů jsou minimálně 150 mm. Pro soklovou zeď je minimální velikost kamenů 200 mm. Nejvhodnější kameny pro vyzdívaní jsou ty, jejichž dvě protilehlé stěny jsou co nejrovnoběžnější. V lici stěny se vyzdíávají z vybraného kamene režné stěny. Kvalita kamenů musí splňovat odolnost proti povětrnostním vlivům. K opracování lícních ploch před osazením používáme nejčastěji kladivo nebo špičák.

Vazbu zdiva nám u lomového kamene zajišťují vazáky, které u zdi šířky 450 až 600 mm prostupují celou šířku a u stěn tlustších se vážou co nejhlouběji je to možné. Pokud vazák neprochází celou šířku stěny, je nutné umístit ho tak, aby širší stěna kamene nebyla osazena v líci. Hrozilo by vypadnutí kamene z konstrukce. U vazáku, který je vložen po celé šířce stěny, se nemusí brát ohled na to, která strana je širší. (obr. 4.4)



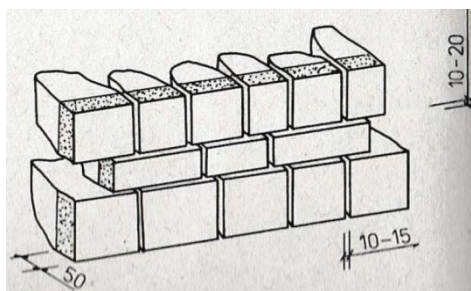
Obr. 4.4 Umístění lomového kamene ve zdi [3]

(1 – špatně umístění vazák, 2 – vazák po celé tloušťce zdi, 3 – dobře položený vazák)

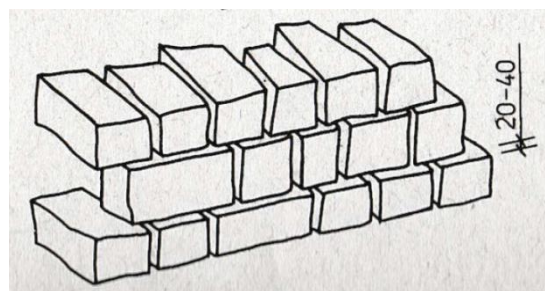
Další vrstva je vazák umístěný nad běhouny, které jsou ve spodní vrstvě. Kameny větších rozměrů se dávají do líce zdi a menšími vyplníme střední prostory zdi. Vybrané pravidelné či částečně opracované kameny slouží převážně k vyzdění ostění oken a dveří a také na nároží zdi. Navzájem se musí převazovat. Tím se zajistí návaznost do navazujícího zdiva. Je vhodné, aby tyto kameny měly ložné spáry vodorovné a rohy pravoúhlé. Jak u styčných, tak i ložných spár musí malta ustupovat od líce stěny o 20 - 30 mm. Je to z toho důvodu, aby líc zdi bylo možné dodatečně vyspárovat cementovou maltou.

4.5.2. Zdivo řádkové

K vyzdívání z řádkového zdiva se používají čisté nebo hrubé kopáky, které mají v jednotlivých vrstvách totožné výšky. U čistého řádkového zdiva (obr. 4.5) jsou ložné spáry široké 10 až 20 mm a styčné 10 až 15 mm a zdění provádíme z čistých kopáků. Při zdění hrubého řádkového zdiva (obr. 4.6) mají styčné spáry rozmezí od 20 mm do 40 mm a mohou být i mírně šikmé.



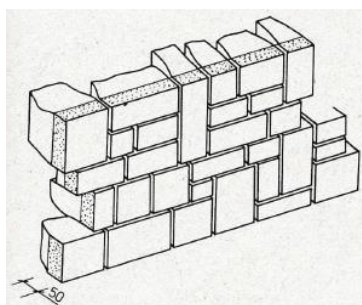
Obr. 4.5 Řádkové čisté zdivo [3]



Obr. 4.6 Řádkové hrubé zdivo [3]

4.5.3. Zdivo haklíkové

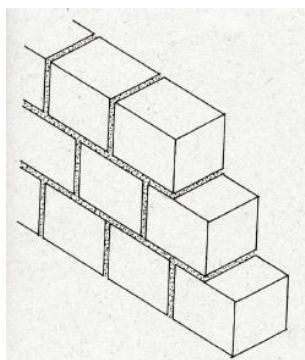
Pokud řádkové zdivo svisle provážíme, hovoříme o tzv. haklíkovém zdivu, které vidíme na obrázku 4.7. Opět používáme hrubé a čisté kopáky a svislé kameny jsou vkládány na výšku dvou až tří vrstev.



Obr. 4.7 Haklíkové zdivo [3]

4.5.4. Zdivo kvádrové

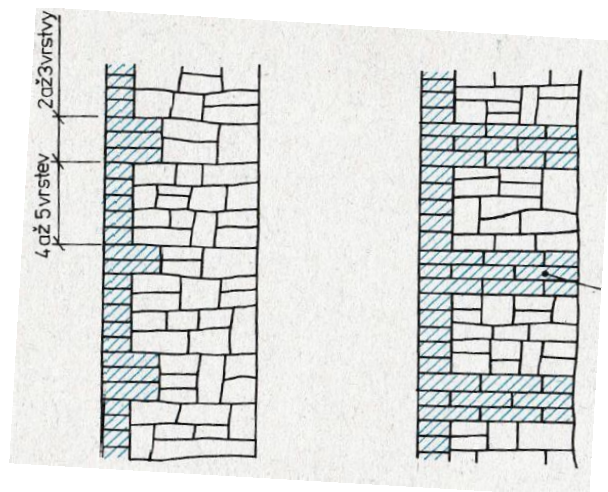
Kameny jsou opracovány do tvaru hranolu, který má předem určené rozměry. Dělení je stejné jako u zdiva řádkového či haklíkové. Dělí se na hrubé a čisté kvádry, od toho název kvádrové zdivo (obr. 4.8). Šířky spár jsou u čistých kvádrů 10 - 15 mm a u hrubých 10 až 15 mm.



Obr. 4.8 Kvádrové zdivo [3]

4.5.5. Zdivo smíšené

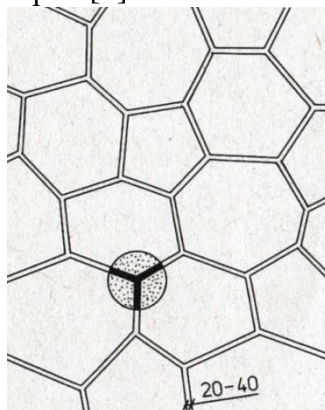
Dříve se dost často při zdění stěn používala kombinace kámen – cihla. Cihly byly využívány na vnitřní líc stěny. Byly příznivějším podkladem pod omítku obytných prostor a také daleko více zlepšovaly stavebně fyzikální vlastnosti stěny. Zdivo kamenné se také cihlami mohlo po celé šířce prokládat ve vrstvách a tím se zajistilo lepší provázání. Sez zdivem je vidět na obr. 4.9.



Obr. 4.9 Smíšené zdivo [3]

4.5.6. Zdivo kyklopské

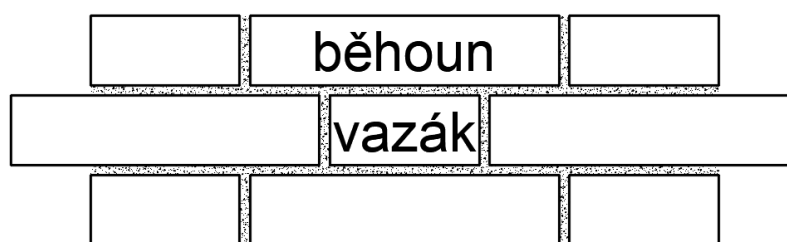
Kyklopské zdivo (obr. 4.10) bylo převážně používáno z estetických důvodů jako zdivo lícové na konstrukce opěrných a nábrežních stěn a také soklů. Tvar kyklopského zdiva jsou nepravidelné čtyřúhelníky až osmiúhelníky, které vzniknou opracováním vybraného kamene. V líci zdiva se mohou potkat pouze tři spáry v jednom bodě a nesmí vzniknout průběžná svislá spára. Zdivo je méně únosné. Příčinou je nedodržení podmínek vodorovných ložných spár. [3]



Obr. 4.10 Kyklopské zdivo [3]

5. VAZBY ZDIVA

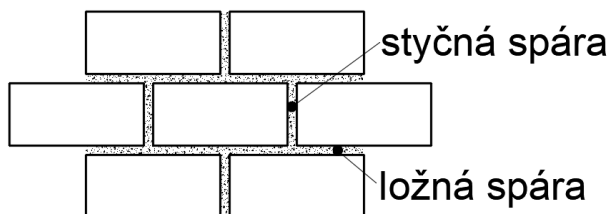
Podle směru, jak jsou zdící prvky ve zdivu osazeny, rozlišujeme několik druhů vazeb zdí, které měly využití u režných (lícových) zdí především z estetického důvodu. Pro vazby rozeznáváme vazáky a běhouny. Běhounem je myšlen zdící prvek, jehož delší strana leží v líci zdi a vazákem rozumíme prvky, které jsou do líce osazeny širší stranou. Delší strana tak provazuje zeď napříč. Z obrázku 5.1 je patrné, co je vazák a co běhoun. [2] [3]



Obr. 5.1 Rozdělení zdících prvků na vazák a běhoun

Při provádění vazeb by se měly dodržovat následující předpisy a postupy:

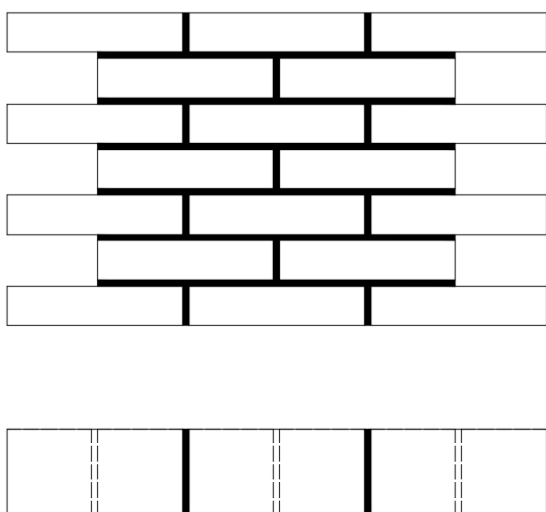
- Styčná spára je svislou spárou a ložnou spárou vodorovnou. (obr. 5.2)
- Ve dvou po sobě jdoucích vrstvách nesmí být styčné spáry průběžné, musí být překryty alespoň $\frac{1}{4}$ zdícího prvku.
- Při vyzdívání je doporučeno používat celá kusová staviva a spíše vazáky.
- Pokud provádíme křížení, ukončení nebo připojení dalšího prvku používáme $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, výjimečně $\frac{1}{4}$ délky zdícího prvku.



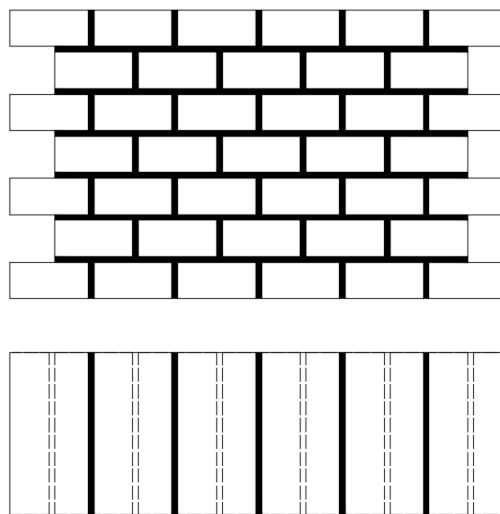
Obr. 5.2 Styčná a ložná spára zdiva

Druhů vazeb je několik. Známe vazbu běhounovou (obr. 5.3), která je v líci tvořená samými běhouny a využívá se na zdění příček (150 mm). Další vazba je vazba vazáková (obr. 5.4), tvořená vazáky a použitelná pro zdi tloušťky 300 mm. U polokřížové (obr. 5.5) a křížové (obr. 5.6) vazby jsou v jedné vrstvě jen samé běhouny a v druhé

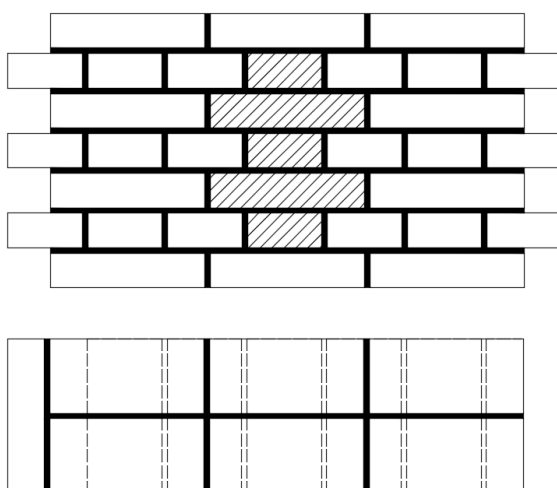
vrstvě vazáky. Ovšem u křížové vazby jsou vazáky v další vrstvě posunuty o $\frac{1}{2}$ cihly. U polské vazby jsou v každé vrstvě zastoupeny jak vazáky, tak běhouny ve střídavém pořadí. Problém u polské vazby je, když má zeď tloušťku jedné cihly, vznikají uvnitř zdi místa bez převázání, tzn. spára na spáru. Tímto není splněn druhý předpis pro zdění. Nejčastěji se u polské vazby objevuje zdivo smíšené v podobě cihel a kamene, jak vidíme na obrázku 5.7. Holandská vazba (obr. 5.8) má v první vrstvě jen vazáky a v druhé vrstvě se střídá běhoun a vazák. [2]



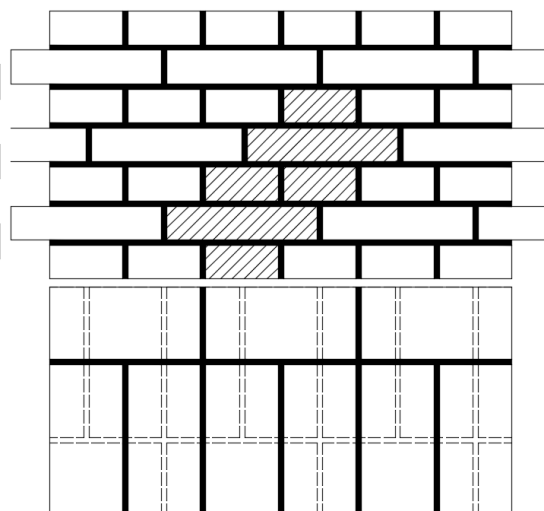
Obr. 5.3 Vazba běhounová



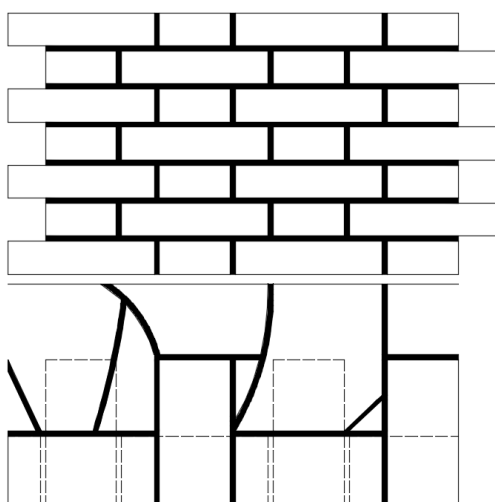
Obr 5.4 Vazba vazáková



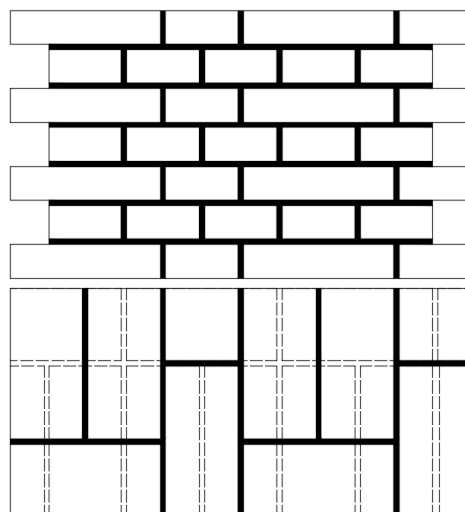
Obr. 5.5 Vazba polokřížová



Obr 5.6 Vazba křížová



Obr. 5.7 Vazba polská (s kameny v zadní části zdi)



Obr 5.8 Vazba holandská

6. CIHLÁŘSKÁ VÝROBA

6.1. Keramika obecně

Keramický průmysl patří k tradičně nejstarším oborům lidské činnosti. Je chápána jako průmyslové zhotovování výrobků pálením keramických surovin, jako jsou hlíny, jíly, kaolíny, spraše, jílovité břidlice, lupky a další. Při výrobě jsou tedy využívány anorganické nerudné suroviny, kterých je u nás stále ještě dostatek a zpracování má tradici a odráží se od bohatých, časem získaných zkušeností. Typické pro výrobky z keramiky je, že jsou tvarovány za studena a posléze zpevňovány pálením nebo odléváním taveniny. V našich krajích, především na venkově, se dříve vyráběly i cihly sušené nepálené (vepřovice, syrovíce, kotovice), které ovšem jsou náchylné na přítomnost vody v jejich bezprostředním okolí.

V současnosti jsou keramické výrobky zpracovávány dvěma způsoby. Prvním způsobem je keramický způsob, který je využíván hojněji a výrobky se vytvářejí za sucha a zpevňovány jsou pálením. Od toho název pálená keramika. Druhý způsob je znám pod názvem hutnický. Využívá vysokých teplot, díky kterým je surovina roztavena a poté odlita v podobě taveniny – keramika odlévaná.

Keramiku bychom mohli definovat jako soudržnou polykrystalickou látku, kterou lze získat především z přírodních anorganických nekovových surovin s určitým podílem skelné fáze, vypracovanou do tvaru a vypálením za vysokých teplot, při kterém dojde díky slinování ke zpevnění a dosažení požadovaných fyzikálně mechanických vlastností.

Typický postup výroby keramického výrobku je rozdělen na etapy. V první etapě probíhá těžení, úprava a zpracování surovin. Druhá etapa je vytváření za normální teploty. Následuje etapa, ve které je výrobek sušen a v poslední, čtvrté etapě je vypálen za vysokých teplot.

Důležitý charakteristický znak všech keramických výrobků je keramický střep. Pod pojmem keramický střep se rozumí oddělená část výrobku nebo keramický výrobek jako celek. Výrobky z keramiky jsou díky určitým vlastnostem střepu rozděleny na skupiny. První skupinou je nasákavost. Prvek může být pórovitý, kde nasákavost je větší jak 12 % nebo polotuhý (nasákavost je mezi 6 až 12 %), další je hutný s 2 – 6 %

nasákavosti a poslední je slinutý s méně, jak 2 % nasákavosti. Skupina č. 2 se dělí podle barvy střepu. Střep může být buď barevný, nebo bílý. Podle charakteristiky střepu je řazena skupina č. 3. Známe střep cihlářský (rozvedeno dále), bělninový, kameninový, žárovzdorný, porcelánový aj. Poslední skupina nám prvky rozděluje dle použití. Využití je různorodé, např. jako stavební keramika (cihlářské výrobky a kamenina), zdravotnická keramika, žárovzdorné materiály, technická (konstrukční a elektrotechnická) a speciální keramika.

6.1.1. Keramické výrobky

Za tradiční keramickou výrobu je považována výroba za použití přírodních surovin, které jsou po smíchání s vodou schopné vytvořit plastické těsto. Z takového těsta jsou vytvářeny výrobky a tyto výrobky jsou schopny si podržet svůj tvar i po vysušení. Základními surovinami rozumíme suroviny střepinové. Rozdělujeme je podle jejich chování po rozdělení s vodou na suroviny tvárnivé a netvárlivé.

6.1.2. Suroviny tvárnivé

Suroviny tvárnivé, jinak také plastické, se po rozdělení s vodou stávají plastickým těstem schopným tvarování a po výpalu dodávají výrobku charakteristické vlastnosti. Rozdělují se na čtyři skupiny podle toho, jak je stupeň disperze vysoký. Jedná se o jíly, hlíny, prachy a písky. Každá z těchto čtyř skupin musí obsahovat podíl (frakci) určité velikosti. První podskupina je jílovina, jejíž zrna jsou menší než 0,002 mm. Další podskupina nese název prachovina. U prachoviny jsou zrna velikosti 0,002 – 0,05 mm. Největší rozměry zrn má pískovina, velikost se pohybuje mezi 0,05 až 2,0 mm. Zastoupení podskupiny (v procentech) je uvedeno v tabulce 6.1.

Tab. 6.1: Zastoupení jednotlivých frakcí v tvárnivých surovinách

	Jílovina	Prachovina	Pískovina
Jíly	> 50		
Hlíny	20 – 50	50 – 80	
Prachy	< 20	> 30	< 50
Písky	< 20		< 50

Jíly, které jsou nejjemnějším produktem zvětrávání hornin, považujeme za kvalitnější suroviny pro výrobu keramických prvků, než hlíny nebo písky. Jsou stejnorodější, jemnozrnnější, plastičtější a díky své čistotě se z nich dají vypálit i bílé keramické produkty. Pro výrobu žárovzdorných materiálů se používá vrstevnatý zpevněný jíl, známý pod názvem lupek. Příměsí, která se vyskytuje významně v jílech, jsou různé uhličitany, zejména pak kalcit.

6.1.3. Suroviny netvárlivé

Surovinové směsi obsahují mimo základních plastických složek i suroviny neplastické. Jsou to přísady, které mají jeden společný znak, a tím je neschopnost vytvářet samy o sobě plastické těsto. Jsou rozděleny na ostřiva, taviva a lehčiva.

Ostřiva se svým chemickým složením a vlastnostmi (podle obsažených oxidů) přibližují chemickému složení surovinové směsi. V syrovém stavu snižují plastičnost, tvorbu smršťovacích trhlin při sušení a nebezpečí smršťování. Za tepla pomáhají k vzájemné reakci s přítomnými oxidy v základní surovině, a tak vznikne hutný střep. Nejběžněji používané ostřivo je písek (v podobě křemene), kalcinovaný jíl (šamot), popílek, struska a škvára. Do skupiny zvláštních ostřiv řadíme korund, karbid křemíku (SiC), wollastonit (silikát vápníku – CaSiO_3), magnezitový slínek a další. [8]

Taviva mají vliv na tavitelnost surovinových směsí tím způsobem, že při relativně nízké teplotě nastane zhutnění a může dojít až ke slnutí střepu. Nejznámějším a nejrozšířenějším tavivem u nás jsou živce. Ať už sodný, draselný nebo vápenatý. Dalšími tavivy jsou pegmatity (žulový nebo granitový) a taviva eutektikální (suroviny, které obsahují ve vhodné formě některé tavicí oxidy – CaO, MgO, FeO aj. - a reakcemi v žáru s dalšími oxidy – např. SiO_2 – ve střepu tvoří nízkotavitelné sloučeniny). [8] [16]

Lehčiva se používají zejména proto, aby zmenšily objemovou hmotnost keramického střepu. Způsob, jak objemovou hmotnost je např. tvorba pórů. Tím zlepšíme tepelně izolační vlastnosti. Použít můžeme uhelný prach, dřevěné piliny, rašelinu atd. Při výpalu tato lehčiva vyhoří a tím vzniknou póry. Jako lehčivo můžeme použít i křemelinu, keramzit nebo perlit. Tyto suroviny řadíme do skupiny lehká keramika.

6.1.4. Chemické složení

Chemické složení a vliv jednotlivých oxidů je shrnut v tabulce 6.2.

Tab. 6.2: Zastoupení oxidů v keramickém výrobku a jejich vlastnosti

SiO ₂	Ve formě křemene nebo křemičitanů. Způsobí menší citlivost k sušení a pálení, malé smrštění a malé mechanické pevnosti. Zvýší odolnost proti kyselinám.
Al ₂ O ₃	Zvýší plasticnost, citlivost k sušení a pálení, smrštění a teplotu tavení.
TiO ₂	Jako minerál rutil nebo anathas a titanit (CaTiSiO ₅). Tavivo a při větším množství i jako barvivo.
Fe ₂ O ₃	Jako krevel, hnědel, limonit, někdy i magnezit, pyrit a markazit. Tavivo, a pokud surovina obsahuje velké množství oxidu železitého, může dojít k úniku kyslíku a docházet tak k nadouvání a posléze deformaci střepu.
CaO	Vyvolá náhlé tavení směsi (někdy až do porušení). Sníží účinky kyselinou a lépe na výrobku ulpí glazura.
MgO	Tavivo (nad 1000°C). Také se používá tam, kde je potřeba, aby střep byl hutný a tvary přesné. Při větším obsahu oxidu hořečnatého může dojít k většímu smrštění.
Alkálie	Oxid draselný a sodný jsou velmi účinná taviva, zvětšují pevnost střepu.

6.1.5. Mineralogické složení

Při posuzování technologických vlastností jílovitých zemin je mineralogické složení důležitou součástí. O jílových nerostech můžeme říct, že to jsou v podstatě vodnaté hlinitokřemičitany, ve kterých je někdy obsažen hořčík, železo a alkálie. Pro zjednodušení jsou rozděleny do čtyř skupin. Název každé skupiny obsahuje nejdůležitějšího zástupce dané skupiny. Dělíme je tedy na skupinu:

- chloritu – hojně se vyskytuje v cihlářských zeminách a jeho chemické složení je $10\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
- illitu – jiný název pro illit je jílová slída nebo hydroslída s chemickým složením $n\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ a strukturálně připomíná montmorillonit.
- kaolinitu – nejdůležitější je kaolinit a hallyosit, jejich chemické složení je podobné, liší se pouze počtem molekul vody - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (kaolinit) a $4\text{H}_2\text{O}$ (hallyosit).
- montmorillonitu – zařadíme sem i nontronit a beidellit o chemickém složení $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Keramické výrobky se dělí podle druhu výrobků a jejich použití na obkladačky a dlaždice, kameninu, zdravotní keramiku, žárovzdorné, cihlářské a ostatní výrobky. My se dále budeme zabývat pouze výrobky cihlářskými. [8]

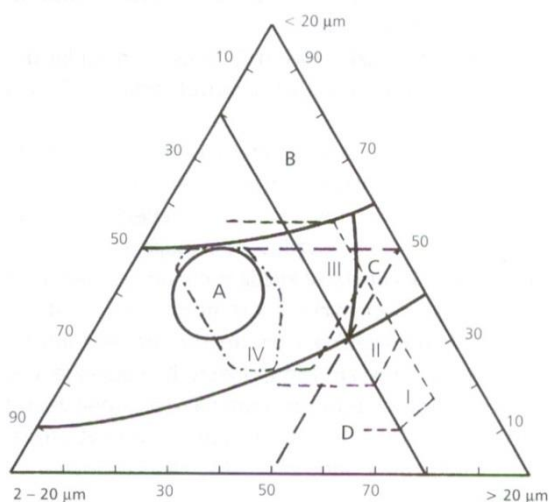
6.2. Cihlářské výrobky

Cihlářskou výrobou rozumíme těžení a zpracovávání cihlářských jílu a hlíny. Těžení probíhá nejčastěji v blízkosti cihlářského závodu. V České republice jsou hojně rozšířeny cihlářské suroviny s poměrně nízkým a proměnlivým obsahem jílových minerálů, např. kaolinit, montmorillonit, chlorit a jejich smíšené struktury. V jílových minerálech především převládá podíl prachových zrn křemene, slídy a úlomků dalších hornin i karbonátových. Je to část hrubé keramické výroby, při které se formují méně hodnotné suroviny, již zmíněné jíl a hlína, do potřebných tvarů a vypálením při teplotě $900 - 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ poté vznikají cihlářské výrobky. Jsou neglazované, plné, mohou být i vylehčené otvory, ať už příčnými nebo podélnými a mohou obsahovat dutiny. Vyznačují se barevným, nejčastěji načervenalým a pórovitým střepelem.

V České republice jsou hojně rozšířeny cihlářské suroviny s poměrně nízkým a proměnlivým obsahem jílových minerálů, např. kaolinit, montmorillonit, chlorit a jejich smíšené struktury. V jílových minerálech především převládá podíl prachových zrn křemene, slídy a úlomků dalších hornin i karbonátových. Suroviny, ze kterých se cihlářské výrobky dělají, nesmí obsahovat rozpustné soli. Je to z toho důvodu, že tyto soli vytváří na cihelném střepele tzv. výkvěty. Hovoříme především o síranech (Na_2SO_4 , MgSO_4 a $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Poslední zmíněnou sloučeninou ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) je sádrovec, který tvoří na konstrukci bílé květy. Dalšími sloučeninami jsou sloučeniny chromu nebo

vanadu a ty se projevují žlutými až zelenými výkvěty. Nesmíme zapomenout zmínit kalcit (CaCO_3), ten tvoří na cihlářských výrobcích také velká zrna. Kalcit je známý i pod názvem cicvár. [7] [8]

Plastičnost výrobku se zvyšuje se vzrůstajícím poměrem jílových složek k neplastickým složkám, dále s narůstajícím měrným povrchem zeminy a zvyšováním iontové výměnné kapacity. Při klasifikaci cihlářských hlín a jílu pro dílčí cihlářské výrobky se bere ohled na určitá kritéria. Nejdůležitějším kritériem je granulometrické složení, nikoliv složení mineralogické. Pro vyhodnocení granulometrického složení se používá Winklerova trojúhelníkového diagramu (obr. 6.1), kde jsou zobrazeny oblasti rozdělené dle granulometrického složení jílu a hlín pro výrobu jednotlivých cihlářských výrobků (I – IV) a pevnosti a plastičnosti (A – D). Vhodnost suroviny lze posoudit i z chemického rozboru. Ve kterém se posuzuje podíl Al_2O_3 a SiO_2 a podíl oxidů (suma $\text{R}_2\text{O} + \text{RO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$). [7]



Obr. 6.1 Winklerův trojúhelníkový diagram [7]

Oblast I – plné cihly, II – děrované cihly, III – střešní krytiny, IV – tenkostěnné cihlářské výrobky (stropní vložky, hurdisky). Oblast A – nejhutnější skladba zrn (dobrá zpracovatelnost surovin a kvalita střepu), oblast B – vysoké smršťování sušením ($> 8\%$, velká citlivost k sušení a spotřeba rozdělovací vody, vysoký obsah jílových částic), oblast C – malá pevnost střepu (absence střední frakce zrn), oblast D – nízká plastická pevnost těsta (malá soudržnost, podlimitní obsah jílových částí $< 2 \mu\text{m}$ pro vazbu zrn).

Cihlářské výrobky jsou podle ČSN 72 2600 rozděleny do 4 tříd podle použití

- Výrobky pro svislé konstrukce
- Výrobky pro vodorovné konstrukce
- Výrobky pro pálenou krytinu

- Výrobky pro zvláštní účely [13]

Pro výrobu cihlářských výrobků není základní surovinou jen plastická zemina, která obsahuje jílovité části, ale také ostřivo a lehčivo. Ostřivo nám omezuje nadměrné smršťování a snižuje plastičnost výrobní směsi, (např. písek, škvára nebo cihelná drť) a lehčivo se využívá pro zvýšení pórovitosti střepu, tím se zvýší tepelně izolační vlastnosti zdicích prvků nebo se sníží tepelná náročnost při výpalu (uhelný prach nebo kal, křemelina, piliny z tvrdého dřeva a granule z polystyrenu). Snahou také je zpracovávat odpadní či druhotné suroviny a ty jsou použity jako korekční přísada do výrobní směsi. Surovinou, která se používá nejhojněji, je elektrárenský nebo teplárenský popílek.

6.3. Technologický postup výroby

V dnešní době jsou cihlářské závody vysoce automatizované a plně mechanizované. Aby provoz cihlářského závodu měl bezporuchový průběh a kvalita výrobků byla dodržena, klade se důraz především na přípravu cihlářské směsi a dále na zpracování a homogenizaci vytěžené suroviny. Díky dostatečnému odležení čerstvě připravené výrobní směsi, které probíhá v odležovacích věžích, se významně zvýší plastičnost a rovnoměrné rozdělení vlhkosti v cihlářské směsi. Následně je směs propařena a probíhá intenzivní zhomogenizování ve šnekovém protlačovacím mísiči. Ihned po této úpravě je směs protlačena do vakuového šnekového lisu. [7]

6.3.1. Úprava surovin

Úpravu surovin můžeme provádět za sucha nebo za mokra. Úprava za mokra se je používána častěji a nejúčinnější je u zemin, které jsou zaneseny hrubšími částicemi, např. křemenem, sádrovcem nebo cívárem. Částicemi se odstraňují rozplavováním v nadbytku vody a tím vzniká suspenze kalu a díky usazování nebo sítu odstraní hrubší zrna příměsí. Odstranění nečistot za sucha probíhá drcením, mletím a následně tříděním za pomoci vhodných zařízení (drticí válce, drtiče, sušicí mlýny, hrotové mlýny a síta). Tímto postupem dosáhneme stejnorodosti výrobní směsi.

6.3.2. Vytváření

Díky úpravě dosáhne výrobní směs takových vlastností, že ji můžeme převést ručně nebo strojně do požadovaného tvaru a tomuto procesu říkáme vytváření. Zahřátím párou na teplotu 40 - 45°C se zlepší plastičnost směsi a zároveň se ulehčí sušení

vytváraných prvků (výlisků). Vytvářecí vlhkost těsta (vlhkost výrobní směsi) se pohybuje mezi nejčastěji 19 až 22 % vlastní hmotnosti. Podle konzistence směsi (záleží na obsahu vody) se rozlišují v podstatě tři způsoby vytváření:

- Vytváření z břecčky – směs (obsah vody se pohybuje okolo 40 %) se vlije do tlustostěnných sádrových forem, které jsou vysušené.
- Vytváření z plastického těsta – u tohoto postupu, nejčastěji používaného, se obsah rozdělovací vody pohybuje kolem 20 – 25 %, směs je tažena na šnekových lisech nebo lisováním.
- Vytváření ze zavlhlé směsi (drobenky) – jedná se o suchý způsob, kde obsah rozdělovací vody se pohybuje v rozmezí od 8 do 12 % a probíhá lisováním směsi.

Za pomoci vakuových šnekových lisů je z těsta, které se protlačuje v ústí lisu při tlaku 1,5 kPa, odstraněn vzduch. Ústí šnekového lisu je možné podle druhu zdícího prvku měnit. Pokud jsou tvarovány děrované cihly, je ústí lisu opatřeno určitým množstvím trnů, které nám zajistí usměrnění toku těsta a také díky nim vzniká potřebné množství dutin, nejčastěji obdélníkového nebo kosočtvercového tvaru. Takto vytváraný pás je posléze odřezáván do požadované velikosti cihly.

6.3.3. Sušení

Výtvorek, pokud je zhotoven z plastického těsta, pojal značné množství vody. Před pálením je nutné tuto vodu odstranit. Dalším procesem při výrobě zdícího prvku je tedy sušení. Prováděno může být buď staršími způsoby, tj. na volných prostranstvích v zastřešených kůlnách, kde se využívá slunečního záření, nebo se výtworky položily do prostoru nad pecí a vysoušeny byly sáláním tepla a prouděním vzduchu. Dnes jsou to již nepoužívané způsoby. V dnešních dobách se sušení provádí podle předepsaného režimu v komorových nebo tunelových sušárnách při teplotě 80 °C po dobu 30 až 35 hodin, kde lze vlhkost vzduchu a teplotu regulovat programově. Sušárny jsou nejčastěji vytápěny odpadním teplem, tj. teplem z chladicí zóny. Vytvářecí vlhkost se tímto procesem snižuje až na hodnotu 1,0 – 1,5 % hmotnosti. Vlhkost se měří ve středu děrované cihly. Sušením se výlisky smrští, musíme počítat o zhruba 4 - 6%.

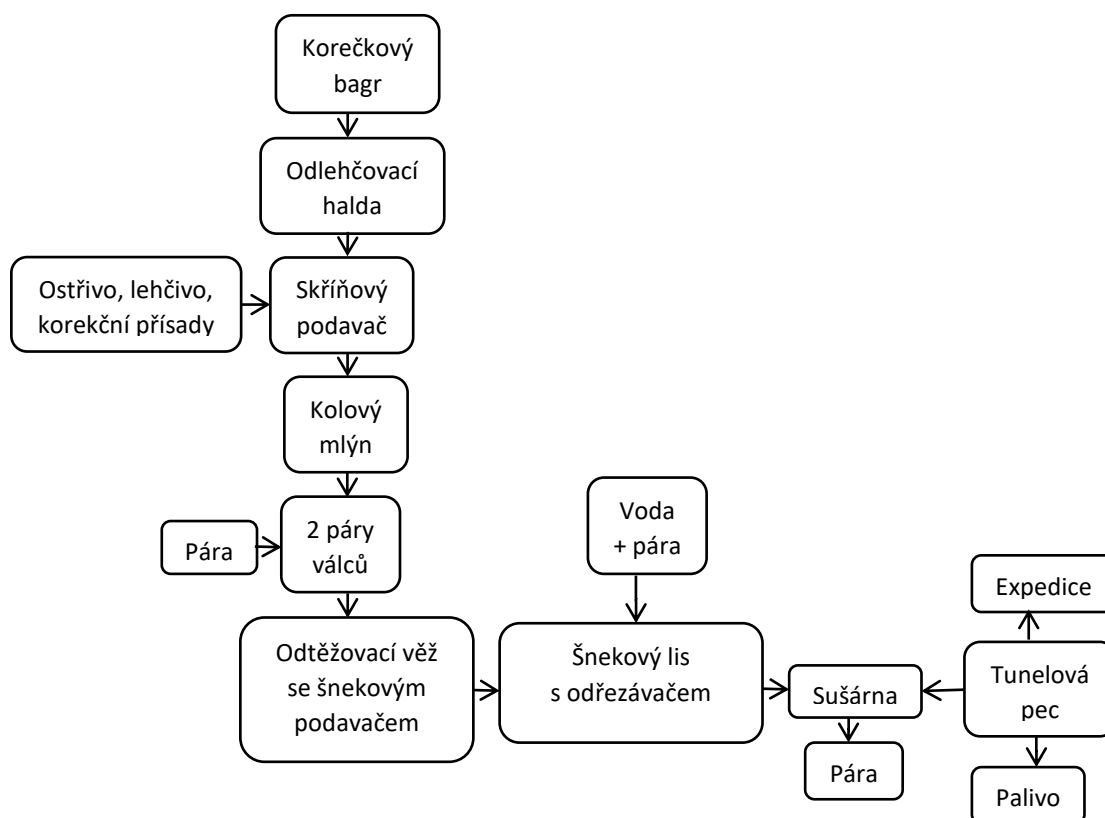
6.3.4. Výpal

Výpal výsušků probíhá po vysušení výlisků a je zpravidla poslední technologickou etapou. V této fázi výroby získává výrobek svoje charakteristické vlastnosti, jako je barva, tvar, pevnost, odolnost proti povětrnostním vlivům, agresivním látkám a tepelně technické vlastnosti. Dříve byl k vidění v kruhových pecích, kde se topilo práškovým uhlím nebo mazutem. Dnes se výpal provádí v tunelových pecích. Běžným palivem je zemní plyn. O nakládku cihel na pecní vozy se starají v dnešní době stroje. Teplota při výpalu dosahuje až 950 °C (spodní hranice je 860 °C). V tomto rozmezí teplot dochází ke zpevňování keramických výsušků k tzv. slinování. Při takových teplotách dochází k chemickým reakcím v tuhé fázi, částečně vzniká tavenina a ta po utuhnutí vytvoří ve střepu spojovací skelnou fázi. Obecná definice slinování je zpevňování pórovité nebo práškové látky, ve které se vzájemně spojují zrna za pomoci působení teploty a přitom se látka nemusí být ani tavena. Takovému spojování říkáme keramická vazba. Dále při výpalu dochází ke kompaktaci pórovité látky o malé pevnosti (shluk částic sypkých hmot, které na sebe působí na velmi krátkých vzdálenostech). Ze syrového střepu se stane výrobek, jehož pevnost je mnohonásobně větší, jak pevnost syrového střepu. Čas potřebný k vypálení výrobku je totožný s dobou při sušení výrobku, 30 – 35 hodin. I po výpalu dochází ke smrštění cihelného střepu (0,5 – 1,0 %). Pro vypálení keramických výrobků rozdělujeme pece na dva typy:

- Pece periodické – provoz pecí je přerušován a řadíme sem pece komorové, muflové, vozokomorové a poklopové.
- Pece kontinuální – provoz je nepřetržitý a jsou zde pece tunelové, rotační šachtové a starší pece, kruhové

V kruhových pecích je výtvorek pevně na svém místě a pohybuje se plamen. Naopak u pecí tunelových jsou pevně zabudované hořáky a výrobky jsou posouvány na speciálních vozících.

K pecním agregátům jsou v dnešní době připojena přídatná spalování kouřových plynů. Díky tomuto opatření nepřekračuje provoz emisní limity. Schematicky naznačená výroba cihly (plné nebo svisle děrované) je na obr. 6.2.



Obr. 6.2 Schématické uspořádání cihlářské výrobní linky

Po proběhnutí všech těchto procesů je zdicí prvek hotový. Je dán na paletu, zapáskován a obalen smršťovací fólií. V současnosti jsou výrobky význačně zvýšenou homogenitou cihelného střepu, dále vyšší mechanickou pevností a dobrou stabilitou. Dalšími kladnými vlastnostmi jsou zlepšené tepelné a akustické parametry a také odolnost proti dlouhodobému působení klimatických vlivů.

6.4. Cihelný střep

Běžné cihlářské výrobky mají cihelný střep pórovitý, načervenalý a hmotnostní nasákavost je přes 20 %. U speciálních cihlářských výrobků může být střep zcela nebo povrchově slinutý. Jedná se o střep hutný, také známý jako kabřinec. Od obyčejného cihelného střepu se kabřinec liší svojí objemovou hmotností a nasákavostí. Objemová hmotnost je u kabřince větší, oproti tomu nasákavost je mnohem menší (zhruba do 7 % hmotnostních). Schopnost uvolňování a přijímání vlhkosti a také shromažďování tepla v samotném páleném cihelném střepu zajišťuje jeho obecná struktura. Dalšími vlastnostmi cihlářského výrobku je mrazuvzdornost a kvalitní tepelná a zvuková

izolace. Tyto vlastnosti nejsou u každého výrobku, jsou závislé na konkrétním provedení. Běžný cihelný střep můžeme specifikovat jako nehořlavý, neradioaktivní a může být i odolný proti požáru. Po skončení svojí životnosti jsou pálené cihlářské výrobky, zásluhou chemického složení cihelného střepu, neškodné k životnímu prostředí a jsou, po recyklaci, vhodné k dalšímu využití. Co se týče fyzikálních vlastností střepu, je nutné zdůraznit jejich nestejnorodost. Jsou závislé na chemickém složení materiálu, ze kterého je cihelný střep vyroben, na způsobu opracování a v neposlední řadě i na intenzitě vypálení. V tabulce 6.3 můžeme vidět přibližné hodnoty již zmiňovaných fyzikálních vlastností cihelného střepu.

Tab. 6.3: Orientační hodnoty fyzikálních vlastností cihelného střepu [7]

Vlastnost	Hodnota
Hustota	2600 – 2700 kg/m ³
Objemová hmotnost (za sucha)	1600 – 2200 kg/m ³
Hmotnostní nasákavost	20 – 25 %
Objemová nasákavost	36 – 55 %
Rovnovážná vlhkost	2 %
Modul pružnosti	8000 – 12000 MPa
Součinitel tepelné vodivosti	0,65 – 0,80 W/m·K
Měrná tepelná kapacita	0,9 – 1,1 kJ/kg·K
Součinitel délkové teplotní roztažnosti	$5,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Součinitel difúze vodní páry	$0,023 \cdot 10^{-9} \text{ s}$
Faktor difúzního odporu	5 – 10
Součinitel hmotnostní vzduchové propustnosti	$9,2 \cdot 10^{-9} \text{ s}$

Odprýskávání částí povrchu v lici výrobku zapříčiněné rozpínavými částmi (produkce lasturek kvůli vzniku cievárů) a rozrušování struktury jsou materiálové vady pálených cihlářských výrobků, které jsou způsobené nehomogenitou samotného střepu. Pozor bychom si měli dávat u výrobků, které jsou určené pro zdění z režného či omítaného zdiva. Může dojít k tzv. výkvětu solí. Pokud je hlavním příčinou vzniku výkvětů složení střepu, hovoříme o primárních výkvětech. Tento druh výkvětů se objevuje výhradně u zdiva napadeného vlhkostí, např. zemní nebo technologická vlhkost a vliv srážkové vody. Dochází k tomu, že soli proniknou do odpařovací zóny

a poté, co je voda z konstrukce odpařena, se začínají tvořit výkvěty. Podle deklarovaného aktivního rozpustného obsahu solí ve střepech je můžeme rozdělit do tří kategorií:

- S0 – není potřeba znát množství dané soli ve střepu – dané použití poskytuje úplnou ochranu proti vniknutí vody (silná vrstva omítky nebo ochrana v podobě obkladu, prvek je vkládán do vnitřní vrstvy dutinové stěny nebo do zdiva vnitřních stěn). [7]

U dalších dvou kategorií je hodnota obsahu solí omezena limitní hodnotou, kterou udává ČSN EN 771-1+A1. Vždy hodnoty obsahu solí musí být menší, než hodnoty z normy, pro:

- S1 – 0,17% $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ a 0,08% Mg^{2+}
- S2 – 0,06% $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ a 0,03% Mg^{2+} [14]

Ne vždy je příčinou výkvětů obsah solí v cihlářských výrobcích. Vznik výkvětů mohou stejně tak zapříčinit látky, které jsou obsaženy v pojivu nebo látky, které pronikly do zdiva z vnějšího prostředí.

Patřičnou pozornost bychom měli věnovat i objemovým změnám prvků, které jsou vyrobené z pórovitého keramického střepu a jsou způsobeny nejenom změnou teploty, ale také změnou vyvolanou vlhkostí. Za důsledek mají poruchy keramických stropů na počátku 21. století. Vyjádření vratné délkové vlhkostní roztažnosti střepu z keramiky se dá vyjádřit obdobně jako délková teplotní roztažnost. Jde totiž o lineární vztah, který popisuje změnu délky prvku. Tato délka je závislá na vlhkosti měřeného elementu. U keramických střepů hovoříme ještě o tzv. nevratné teplotní roztažnosti a podle zavedené klasifikace ji můžeme rozdělit na:

- Nízkou < 0,4 mm/m
- Střední (0,4 – 0,8) mm/m
- Vysokou > 0,8 mm/m

Hodnoty vratné vlhkostní roztažnosti jsou mnohonásobně menší, než hodnoty nevratné vlhkostní roztažnosti. Jak velká nevratná vlhkostní roztažnost bude, to závisí na více faktorech. Jednak to je složení surovinové směsi, podmínky výpalu, ale také do jisté míry způsob, jakým s cihelným výrobkem zacházíme. Rozsah nevratné vlhkostní

roztlačnosti je také projevem stárnutí, vyvolaného fyzikálně-chemickými reakcemi pórovitého keramického střepu s vlhkostí. Vlhkostní roztlačnost není problémem cihelného zdiva, ale již zmiňovaných keramických stropů. Při montáži je nutné s touto roztlačností počítat. Při nevhodně zvolené technologii a postupu montáže může ve stropních konstrukcích z keramických desek docházet k nezvratným objemovým změnám cihelného střepu, v důsledku sečtení účinku sil od smršťování cementového potěru (pevně spojeného se středem pálených výrobků) až do té míry, že konstrukce selže. [7]

7. PRVKY PRO SVISLÉ KONSTRUKCE

V této skupině prvků se nacházejí různé cihly a tvarovky pro zdění a keramickou prefabrikaci.

7.1. Cihla plná

Prvním typem je klasická cihla plná (CP - ČSN EN 771-1), která se vyrábí ve dvou formátech. Formát velký má rozměry 290 x 140 x 65mm a hmotnost 4,2 – 5,0 kg. Rozměry malého formátu CP jsou 250 x 120 x 65mm a váží od 3,1 kg do 3,7 kg. Od těchto dvou kritérií se také odvíjí objemová hmotnost prvku. Maximální objemové hmotnosti, které může cihla pálená dosáhnout, je 1900 kg/m³. Dalším rozdělením cihel pálených je rozdělení podle pevnosti v tlaku. Výrobky se pak rozdělují na 7 podskupin – P6, P7, P8, P10, P15, P20 a P25. Čísla za písmenem P nám označují minimální průměrnou pevnost nejméně ze tří kusů vzorků. Od P6 po P8 se jedná o cihly nemrazuvzdorné, P10 – P20 jsou mrazu odolné přinejmenším pro 15 zmrazovacích cyklů a P25 až pro 25 zmrazovacích cyklů. Bez rozdílu rozměrů, hmotnosti a pevnosti je u CP hmotnostní nasákavost minimálně 10 %. Podle mezních rozměrů odchylek v mm jsou u cihel dvě třídy jakosti (I a II). Součinitel tepelné vodivosti $\lambda = 0,65 - 0,8$ W/m·K. Variantou cihly plné je cihla lícová plná nebo děrovaná (obr. 7.1), která se používá pro neomítané zdivo. Má stejné rozměry a podobné vlastnosti jako cihla plná. Jedna až dvě lícové strany jsou upravené tak, aby vypadaly esteticky, měly stejné zbarvení, odolaly mrazu a musí vyhovět zkoušce na cicváry a výkvěty. Také musí mít přesné rozměry.



Obr. 7.1 Lícová cihla děrovaná [15]

7.2. Děrovaná cihla

Další jsou děrované cihly. Ty se vyrábějí v různých provedeních a svými rozměry odpovídají násobku normálního formátu cihel. Řadíme sem příčně děrované cihly, tvarovky a kvádry. U děrovaných cihel je nízká objemová hmotnost, pohybuje se

v rozmezí 900 – 1450 kg/m³ a naopak vysoké tepelně izolační vlastnosti. Jedná se o tenkostěnné cihly s velmi kvalitním cihelným střepem. Vyrábějí se jak odolné proti mrazu, tak i nemrazuvzdorné, v jakostní třídě I i II. Využití je široké: pro obvodové, vnitřní nosné i výplňové zdivo, které může být jedno, dvou i vícevrstvé. Pokud je děrovaná cihla použita jako zdivo vnější, obvykle se povrchově upravuje omítkou nebo obklady.

7.3. Keramické dílce

Třetím typem jsou keramické dílce, které se vyrábějí z určitých druhů keramických tvarovek. Dílce mohou být výplňové, ale i pro vnější a vnitřní nosné stěny. Jaké tvarovky sem řadíme, je uvedeno v tabulce 7.1. [8]

Tab. 7.1: Přehled keramických dílců

Tvarovky pro keram. dílce	Rozměry	Objemová hmotnost	Pevnostní třída	Vlastnosti
CD-BTK	různé	cca 1200 kg/m ³	P6 a P10	mrazuvzdorné i nemrazuvzdorné
CD-PAT		1000 - 1500 kg/m ³	až P18	
CD-DELTA	-	950 - 1100 kg/m ³	do P7	-
CD-TERMO	280/330 x 210/250 x 140/155	cca 950 kg/m ³	P3	vyšší tepelně technické parametry

V dnešní době se s tímto označením již nesetkáme. Výrobci keramických dílců mají své dílce v technických listech.

7.4. Cihelné dlaždice a obkládačky

Nesmíme opomenout ani cihelné dlaždice a obkládačky, do kterých se řadí:

7.4.1. Stájové dlaždice

Stájové dlaždice nesou označení CDŽ-S(t) a používají se pro zhotovení dlažby ve stájích a chlévech podle tradičního způsobu. Jsou kladeny do cementové malty a jsou adekvátní náhradou plných cihel, kterými se dříve vydlažďovaly podlahy chlévů a stájí.

Mají podélné děrování, obdobně jako příčkovky, s povrchovou žlábkovou úpravou pro odvod odpadních látek.

7.4.2. Půdovky

Nejčastěji se půdovky používaly jako tepelná izolace půdních prostor, popř. jako dlažba místností sloužících užitkovým účelům, chodeb a sklepů do nastavované cementové malty. Jsou také podobné příčkovkám, ovšem jsou tenčí (tl. jen 30 mm).

7.4.3. Tažené cihelné obkladačky

Vyrábějí se v různých formátech. Mohou být dlouhé 290, 250 nebo 145 mm, široké 140, 120, 65 a 40 mm s tloušťkou 16 mm. Dále mohou být různě upravené hrany a lícní plochy. Dají se využít pro obkládání vnějšího zdiva a interiéru u bytových i občanských staveb. Pokud je provedena povrchová úpravou engobou nebo glazurou, používají se jako obložení účelových místností, prostorů pasáží a schodišť nebo podchodů. Povrch stěny a fasáda, která je obložena těmito obkladačkami, má výhodu. Je odolnější proti agresivním vlivům okolního prostředí, má vysokou trvanlivost a také snadné čištění, zejména u glazovaných obkladaček.

7.4.4. Lité cihelné obkladačky

Lité obkladačky se odlévají do sádrových forem, kde jsou dokonale vytvarovány, mají přesné rozměry a hmotnostně jsou lehčí. Vyrábí se v jednom provedení, jako režné s plastickou úpravou líce, s rozměry 200 x 200 x 19 mm. Používají se jako dekorativní úprava vnitřních stěn. [8]

8. DIAGNOSTICKÉ METODY

Metody, které budou v dalších kapitolách uváděny, se běžně používají jako metody na zkoušení materiálů a zkoušení konstrukcí. Jsou to tzv. způsoby kontroly jakosti. Výsledky zkoušek poslouží jako podklady pro statický výpočet, ze kterého plyne rozhodnutí, co s konstrukcí provádět dále. Zda postačí konstrukci opravit, zesílit nebo jiným způsobem vrátit co nejbližší k původnímu stavu, anebo se výsledek statického výpočtu neslučuje s konstrukčními požadavky na provoz konstrukce.

8.1. Starší zděné konstrukce

Problém posouzení výsledků, které jsme získali diagnostickými metodami, může nastat při diagnostice starších zděných konstrukcí. Je to z toho důvodu, že cihelné zdivo je bráno jako stavební hmota, která lze zařadit do tzv. materiálů kompozitní povahy. Materiál takovéto povahy má svá pro, ale i proti. Ve stavebnictví se můžeme setkat s konstrukcemi z cihelného zdiva, které je různě staré. Dokonce v některých případech zděných staveb se jedná o stavby, které přesahují naplánovanou dobu životnosti ostatních konstrukcí. Nejpodstatnějšími problémy starších zděných konstrukcí jsou:

- Stavební zásahy, které byly provedeny v minulosti, např. přestavba konstrukce, zeslabování průřezů či odstranění některých částí nosného zdiva
- Složení a neprovázanost zdiva, kde u masivních konstrukcí je vazba prováděna dokonale pouze na povrchu a uvnitř se může skrývat smíšené zdivo (kamenivo, cihly) nebo směs kameniva, která je prolitá maltou a jsou v ní např. velké dutiny až kaverny. Může se také stát, že po odstranění omítky, při vizuální prohlídce, se ukáže, jakým způsobem je zdivo provázáno. U starších objektů se setkáváme s více navzájem neprovázanými vrstvami.
- Nedostatečná prostorová tuhost zdiva, která nebyla ve vodorovném směru nijak zajištěna, nebo jen pomocí železných kovových táhel.
- Trvanlivost zdiva, u které se bere v úvahu vliv střídání rozmrazování a zmrazování a také vliv solí kyselin, které mají negativní účinky (rozrušení zdivo krystalizačními látkami).
- Vlhkost zdiva, zhoršující nejen provozně funkční vlastnosti konstrukce, ale také je vlhkostí ovlivněná únosnost (snižování) a jsou urychleny degradační procesy.
- Změny v užívání a zatížení konstrukce.

- Poruchy, nejčastěji trhliny, kde k rozvoji dochází v souvislosti s většinou předcházejících problémů.

Pokud jsou na konstrukci prováděny diagnostické práce, musíme je provádět v určitém sledu a pořádku taky, aby vše probíhalo v souladu s normou a také byl dodržen postup, který byl předem navržený.

Rozdělují se podle několika hledisek. Nejčastější hledisko je stupeň poškození diagnostikované konstrukce. Pomocí tohoto hlediska můžeme diagnostické metody rozdělit na tři oddíly. Zkoušky nedestruktivní, semidestruktivní a destruktivní.

8.2. Nedestruktivní zkoušky

Tyto zkoušky mají výhodu v tom, že většinou povrch konstrukce, na které zkoušky probíhají, není poškozen. U některých tvrdoměrných zkoušek se může povrch zkoušeného místa mírně poškodit sbroušením, vtiskem nebo vrypem. Nedestruktivní zkoušky rozdělujeme buďto podle fyzikálních principů, na kterých jsou metody založeny (měřeny jsou různé veličiny), nebo podle měřené veličiny (měřeny různými fyzikálními principy).

První skupina zkoušek je teda založena na fyzikálním principu zkoušení a patří sem:

- Tvrdoměrné zkoušky, které jsou založeny na měření tvrdosti povrchu materiálu a určení korelačního vztahu mezi naměřenou tvrdostí materiálu a jeho pevností. Jsou členěny na odrazové, vrypové a vtiskové.
- Elektrodynamické, u kterých se snímají a dále pak vyhodnocují účinků mechanického vlnění, které je vyvolané mechanickým impulsem ve zkoušeném materiálu. Je to například ultrazvuková a rezonanční metoda nebo metoda fázových rychlostí, tlumeného rázu, mechanické impedance, akustické emise či impakt – echo metoda.
- Elektromagnetické, a ty využívají u zkoušených materiálů jejich elektromagnetických vlastností a řadíme sem elektromagnetické sondy a indukčnostní nebo mikrovlnné metody.
- Elektrické, využívající elektrického odporu, stanovení kapacity nebo jiné elektrické vlastnosti na měřeném materiálu. K těmto metodám můžeme přiřadit odporové, polovodičové a kapacitní metody.

- Radiační, které jsou posledními metodami v této skupině. A jsou založeny na moderaci rychlých neutronů na jádrech vodíku nebo na bázi zeslabení ionizujícího záření v materiálu. Dále k nim můžeme přiřadit ještě měření radonu v objektech či měření přírodní radioaktivity. Jmenovitě jsou to tyto metody: radiografické, radiometrické a již zmiňované měření radonu.

U druhé skupiny je možné zjišťovat určité veličiny různými fyzikálními principy. Za metody tohoto typu považujeme:

- Metody tenzometrické, které nám slouží ke změření minimálních změn délek a založené jsou na různých fyzikálních principech, jako jsou principy mechanické, optické, odporové, kapacitní, strunové, indukčnostní a bezdotykové.
- Metody trvanlivostní, patřící k významným zkouškám. Zkouší a popisují veškeré vlivy okolního prostředí, které působí na konstrukci a řadíme sem propustnost struktury staviva působením plynů a kapalin; odolnost betonu proti působení vody, rozmrazovacím látkám a mrazu pro předem určený počet zmrazovacích cyklů; nasákavost staviva, která je vhodným ukazatelem otevřené pórovitosti; propustnost vůči tlakové vodě, která popisuje odolnost struktury na působení tlakové vody; sorpční vlastnosti, jako je vysychavost a navlhavost a poslední trvanlivostní metodou je vztlínatost, popisující schopnost staviva dopravovat pórovou strukturou vodu.

8.3. Semidestruktivní zkoušky

Jak sám název napovídá (semi = poloviční, částečné) jedná se metody, kterými konstrukci poškodíme částečně, např. vrtáním. Kontrolní místa na konstrukci, na kterých budeme provádět semidestruktivní zkoušky, volíme s velkou pečlivostí a opatrností. Je to z toho důvodu, abychom nepříznivě neovlivnili únosnost nebo stabilitu konstrukce, např. při provádění jádrových vývrtů. Řadíme sem například:

- Jádrové vývrty určené ke stanovení pevnosti betonu nebo zdiva v tlaku a ke stanovení prostupu karbonatace dovnitř konstrukce, k vylamovací zkoušce a ke zkouškám propustnosti staviv kapalinami nebo plyny.

- Odtrhové zkoušky se používají na odtrhy povrchových vrstev nebo pro získání válce ke zkouškám pevnosti podpovrchových a vnitřních vrstev (beton v konstrukci).
- Naříznutí zděné stěny pro vložení plochých lisů, které nám pomáhají určit napjatosti ve svislé stěně a modul pružnosti mezi dvěma plochými lisy.
- Vrtací zkouška zkombinovaná s údery vrtáku. Touto zkouškou se stanoví pevnost malty ve spárách zdiva.
- Brusné a vrtné metody stanovující pevnost betonu.
- Vstřelovací metody, které určí pevnost betonu v hloubce vstřeleného hřebu.
- Tvrdoměrné vnikací metody, jako je špičáková metoda pro stanovení pevnosti staviva vtlačováním špičáku do povrchu betonu nebo použití mechanických špičáků.

8.4. Destruktivní zkoušky

U těchto zkoušek musíme počítat s úplným poškozením konstrukce. Proto se tyto zkoušky neprovádí na stávajících konstrukcích, u kterých je možnost rekonstrukce. Nejčastěji se destruktivní zkoušky provádí v laboratoři na menších prvcích, odebraných z konstrukce, kterou posuzujeme. Například zkoušky na vývrtech.

8.5. Pevnost zdicích prvků

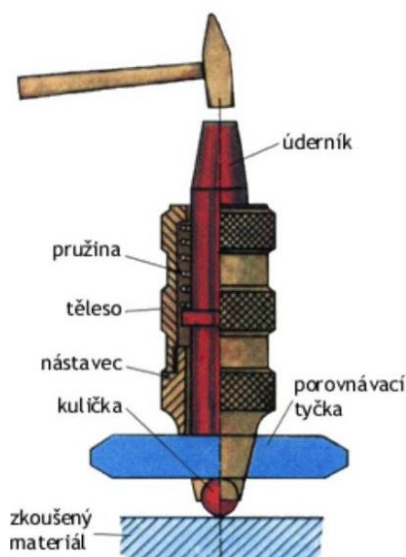
Vlastnosti zdicích prvků, jako jsou rozměry, tvar, objemová hmotnost a pevnost v tlaku se mohou určit vhodně zvolenou nedestruktivní metodou po odstranění povrchu zdiva nebo u existujících konstrukcí na vzorku odebraném z monitorované konstrukce dle příslušných norem.

8.5.1. Tvrdoměry

Tvrdoměrné metody jsou považovány za metody nedestruktivní a zkoušení cihel tvrdoměry je modifikace tvrdoměrné metody, která se používá pro beton, uvedená v ČSN 73 1373 Tvrdoměrné metody zkoušení betonu. Nejčastěji používané tvrdoměry jsou: [17]

- Waitzmannův tvrdoměr – modifikace Poldi kladívka (obr. 8.1) na zkoušení tvrdosti oceli pro zkoušení cihel a betonu. Základním principem tvrdoměru je ocelové razidlo, které má dvě kuličky (jednu o průměru 10 mm a druhou 20

mm). Kulička, která je při zkoušce opřena o srovnávací ocelovou tyčinku známé tvrdosti, má průměr 10 mm. Kulová plocha s průměrem 20 mm je při provádění zkoušky, přes papírovou fólii, opřena o povrch zkoušeného materiálu. Na takto nachystaný tvrdoměr udeříme z vrchu paličkou a získáme vtisk jak na srovnávací ploše, tak i na zkoumaném materiálu. Při zkoušení cihel je tato metoda vhodná, protože vykazuje velmi dobré výsledky. Je to způsobeno tím, že systém, jakým je přístroje sestaven, snižuje útlum, jestliže jsou cihly ve zdivu špatně nebo málo upevněné. Negativum tohoto tvrdoměru je relativně namáhavá, především kvůli vyhodnocení měřených průměrů vtisků. I z tohoto důvodu se v praxi spíše nepoužívá. [17]



Obr. 8.1 Poldi kladívko [18]

- Schmidt LB – odrazový tvrdoměr typu Schmidt pro zkoušení tvrdosti cihelných zdicích prvků. Oproti tvrdoměru Schmidt L (používaný na beton) má razník jednoznačně menší poloměr kulové plochy – je zakulacený. V normě nejsou uvedeny kalibrační vztahy pro výpočet pevnosti cihelných výrobků. Norma udává pouze vztahy pro beton. Proto vzniklo několik odlišných kalibračních vztahů pro staré i nové cihly. Každé pracoviště, které se tímto problémem zabývá, má vlastní kalibrační vztahy ($\text{ÚSZK FAST} - f_{b,e} = 0,956 \cdot R - 5,444$). Pracovní postup provádění a vyhodnocení zkoušky pevnosti v tlaku cihel tvrdoměrem Schmidt LB (obr. 8.2) je prakticky totožný jako metodika pro Schmidt L (odlišné v kalibračních vztazích).

Zkoušený povrch cihly je obroušen a je na něm provedeno minimálně 7, ideálně 10, měření odrazu. Každé hodnotě odrazu je podle kalibračního přiřazena hodnota pevnosti v tlaku $f_{b,e}$. Tyto hodnoty pevnosti se zprůměrují a jednotlivá čísla se od průměru nesmí lišit o více jak $\pm 20 \%$. Pokud nějaká hodnota z těchto mezních odchylek vybočuje, vyloučí se a ze zbývajících platných hodnot (minimálně jich musí zůstat sedm) je vypočítán nový aritmetický průměr pevnosti v tlaku. Kalibrační vztah mezi pevností a tvrdostí, který jsme použili, je nutno vždy doplnit o součinitele upřesnění α . Pro upřesnění nám nejlépe poslouží reprezentativní části zdicích prvků nebo prvky celé, které byly vyjmuté z konstrukce. [19]



Obr. 8.2 Tvrdoměr typu Schmidt LB

8.5.2. Vzorky z konstrukce

Podle normy ČSN EN 772-1 +A1 (722635) Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku se určuje pevnost v tlaku zdicích prvků jako průměr pevností v tlaku daného počtu vzorků celých zdicích prvků. Šest vzorků je minimální počet, ovšem v případě diagnostiky zděných konstrukcí je povinnost počet upravit dle velikosti konstrukce. Norma rovněž připouští i zkoušení reprezentativní části zdicích prvků. Především v situaci, kde se jedná o větší prvky. Reprezentativní tělesa získáme vyřezáním z různých částí prvku (okraj, uvnitř atd.) například ve tvaru krychle a tím se počet zkušebních těles jednoznačně zvyšuje. Při návrhu uvažujeme s pevností v tlaku zdicích prvků, kterou nazýváme normalizovaná pevnost v tlaku s označením f_b . Získáme ji přepočtem pevnosti zdicích prvků na pevnost ve stavu přirozené vlhkosti ($6 \pm 2\%$). Přepočet provádíme pouze tehdy, pokud v tomto stavu ještě nebyla stanovena. Dále se vynásobí součinitelem vlivu šířky a výšky zdicích prvků δ . Hodnoty součinitele δ jsou ukázány v tabulce 8.1.

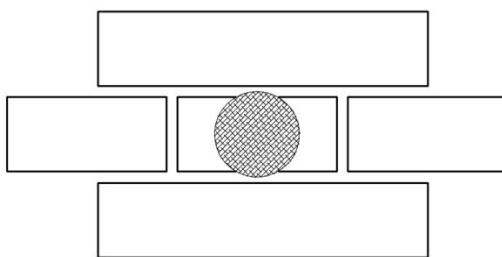
Tab. 8.1: Součinitel vlivu výšky a šířky zdících prvků [17]

Výška zdícího prvku (mm)	Nejmenší vodorovný rozměr zdícího prvku (mm)				
	50	100	150	200	250 a větší
50	0,85	0,75	0,70	0,70	-
65	0,95	0,85	0,75	0,75	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,90	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,10	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,25	1,10
250 a větší	1,55	1,45	1,35	1,35	1,15

Poznámka: Lineární interpolace je povolena

8.5.3. Jádrové vývrty

Při diagnostických průzkumech zděných konstrukcí nastává problém při odběru vzorků z konstrukce. Často dochází k poškození jednotlivých vzorků, a proto můžeme pro jejich odběr použít jádrové vrtání (z jádrového vývrtu se dále mohou dělat reprezentativní vzorky). Běžně jsou v praxi používány vývrty s průměrem 50 mm, ze kterých jsou dále vyřezávána válcová tělesa. Při zatěžování v lisu nastává další problém, tentokrát je spojený se směrem zatěžování. V lisu se nám nepodaří zatěžovat vzorky stejným směrem, jako jsou umístěné v konstrukci. Většinou jsou totiž prováděny vývrty vodorovné. Z bohatých zkušeností pracovníků Ústavu stavebního zkušebnictví na FAST VUT v Brně se jako nejvhodnější osvědčil jádrový vývrt, jehož vnitřní průměr má 75 mm a je prováděn do vazáku (obr. 8.3) po celé jeho délce.



Obr. 8.3 Provedení vývrtu 75 mm vrtákem (dle doc. Ing. P. Cikrleho, Ph.D.)

Po vyvrtání vzorku lze vyřezat zkušební tělesa o příčném rozměru $d = 50$ mm. Na těchto tělesech se dá pro i zkouška na pevnost v tahu za ohybu. Reprezentativním tělesem je hranol s rozměry, nejlépe, 50 x 50 x 250mm (popřípadě 50 x 50 x 290mm). Při zkoušce na pevnost v tahu za ohybu je vzdálenost podpěr 200 mm. Po ukončení této zkoušky, tj. zlomení tělesa, se dá ze zlomků nařezat až čtyři krychle o rozměrech

50 x 50 x 50 mm a t těchto vzorků stanovujeme právě pevnost v tlaku. Z jednoho vzorku cihly je díky většímu počtu vzorků je snadné získat pevnosti v různých částech zdi (např. ve středu zdiva nebo na vnějším líci) a popřípadě i v různém vlhkostním stavu (přirozená vlhkost, a nasycený či vysušený vzorek).

8.6. Pevnost malty

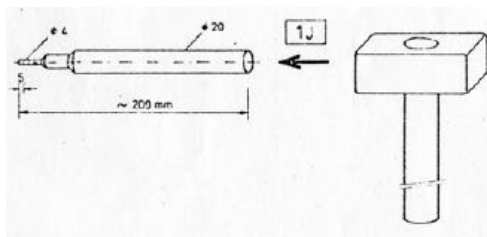
V existující konstrukci se pevnost malty v tlaku dá zjistit více způsoby, např.:

- Předepsaným chemickým rozbořem stanovit obsah pojiva.
- Upravenou přiklepovou vrtačkou na základě kalibračních vztahů (metody lokálního porušení).
- Tvrdoměrnými zkouškami (nedestruktivní metody) na základě kalibračních vztahů (hloubka vrypu).

Pokud je dostatečná jak pevnost malty, tak i tloušťka ložných spár, můžeme pro stanovení pevnosti v tlaku požit tělesa, která jsou vyrobená ze spár. Zkoušky provádíme podle normy ČSN EN 1015-11 (722400) Zkušební metody malt pro zdivo – Část 11: Stanovení pevnosti zatvrdlých malt v tahu z ohybu a v tlaku. Největší problém u tvrdoměrných metod je tloušťka spár. Ve starších konstrukcích se pohybuje v rozmezí od 10 mm do 14 mm.

8.6.1. Indentor

Jedna z možností, jak zjistit pevnost malty, je vtlačování určitého předmětu (tzv. indentoru – obr. 8.4). Pokud provádíme zkoušku na maltových spárách, je nejúčinnější použít indentor válcového tvaru, s průměrem 4 mm. Rysky, které má indentor na sobě vyznačeny, jsou po pěti milimetrech. Kladivo, jímž je indentor do spáry zatlačován, má hmotnost 1 kg a je ve vzdálenosti 100 mm od konce indentoru. Z toho vyplývá, že energie úderu je 1 J. Protože ne vždy můžeme zaručit konstantní energii úderu, byl vyvinut kyvadlový indentor, který nepočítá s chybou lidského faktoru.



Obr. 8.4 Válcový indentor [17]

8.6.2. Schmidt PM

Dalším z přístrojů, kterým se dá zjistit pevnost v tlaku malty, je tvrdoměr Schmidt PM (obr 8.5). Na beranu je osazen razník o průměru 8 mm. Beran společně s razníkem opisuje kruhovou dráhu a poté, co dopadne na maltu ve spáře, odrazí se. Odvození pevnosti malty se provádí z hodnoty odrazu. Tento tvrdoměr je vhodné použít převážně na zjišťování kvality malty u nových zděných konstrukcí.



Obr. 8.5 Schmidt PM [20]

8.6.3. Upravené vrtačky

Nejrozšířenější metodou pro zjišťování pevnosti malty ve spárách je v praxi používána semidestruktivní zkouška za pomoci upravených vrtaček. V pražském Technickém a zkušebním ústavu stavebním byla upravena ruční vrtačka, známá také pod názvem „Kučerova vrtačka“ (obr 8.6)



Obr. 8.6 Kučerova vrtačka

Metoda „Kučerovy vrtačky“ je založená na staticky významném vztahu mezi odporem malty proti vniknutí vrtáku při příklepovém vrtání a pevností malty, která je ve spárách. Vrtání provádíme vrtačkou s určitými parametry. Oproti běžné ruční vrtačce na upravené vrtačce navíc počítadlo otáček, příklep a tlačnou pružinu (o předepsané

tuhosti) v opěrce. Díky této pružině je zajištěn předepsaný přítlak. Čím hlouběji pronikne vrták (průměru 8 mm) do spáry, tím je míra odporu menší a malta má menší pevnost. Vzhledem k charakteru přístroje je vlastní zkoušení vrtačkou poměrně dost náročné, ale i přesto velmi oblíbené. Proto TZÚS Praha vyvinul nový typ vrtačky. Je jím elektrická vrtačka s označením PZZ 01 (obr 8.7).

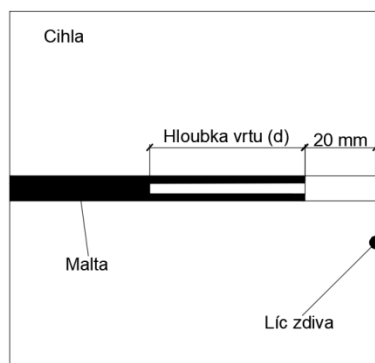


Obr. 8.7 Elektrická vrtačka PZZ 01 [17]

Stavitelný kroužek funkčního nástavce, který se nachází v přední části vrtačky, slouží pro přednastavení stupně předpokládané pevnosti zkoušeného materiálu dle zkušebního předpisu pro předepsanou zkoušku. Tento proces umožní automatické nastavení příslušného počtu otáček zkušebního vrtáku. Po provedení nastavených otáček se vrtačka automaticky vypne. Zde je přítlak na vrták dán tlakem pružiny. Rozmezí přítlaku je mechanicky aretováno. Změna je i v průměru vrtáku, byl zmenšen na 6 mm. S ohledem na tloušťku spár se tímto výrazně zlepšila použitelnost metody.

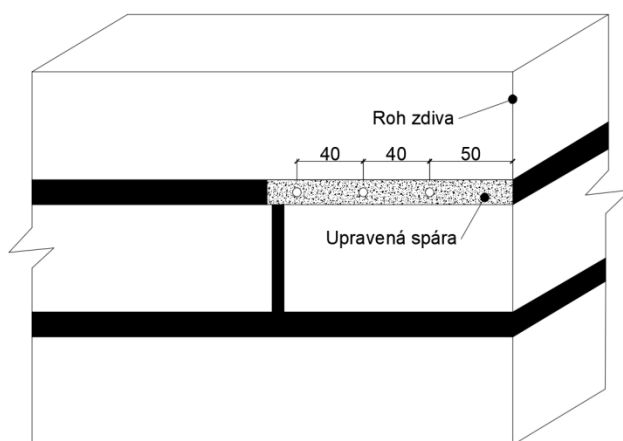
Zkušební postup se prakticky neliší pro použití Kučerovy nebo elektrické vrtačky. Odlišné jsou kalibrační vztahy. Zkušební místo se bere v místech tlačných prvků (sevření spár) a je nutné ho před zkouškou upravit:

- Omítnuté zdivo – na ploše 200 x 150 mm je nutné odstranit omítku tak, aby ložné spáry byly přibližně v podélné ose upravené plochy.
- Ložné spáry – z nich je omítko vysekáváno, popřípadě vyškrábáno vhodným nástrojem cca 20 mm za líc zdiva – obr. 8.8 (odstranění omítky a zkarbonatované vrstvy)



Obr. 8.8 Řez zdívem – vrt ve spáře

- Upravená ložná spára – provedou se tři vrty, od sebe vzdáleny přibližně 40 mm a 50 mm od rohu zdiva (obr. 8.9)



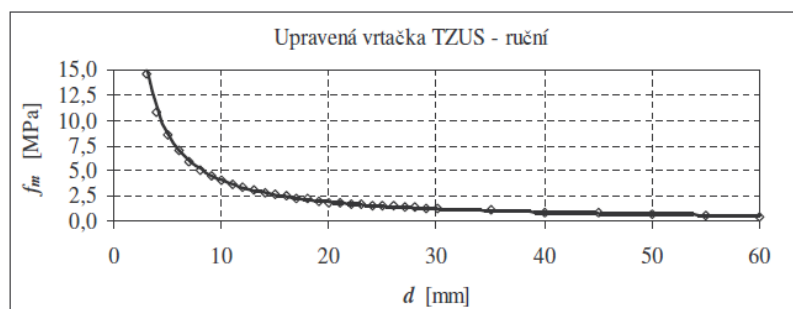
Obr. 8.9 Pohled na zdivo – rozmístění vrtů

Obecné kalibrační vztahy jsou vhodné pro vrty, které mají nastavenou stupnici na 25 otáček u ruční vrtačky a na stupeň 1 u elektrické. Pokud použijeme specifické kalibrační vztahy, musíme nastavit i stupnici na jiný počet otáček nebo stupeň. Pro změření hloubky vrtu se používá hloubkoměr. Za platné měření se bere takové, u kterého se hloubka vrtu neliší o více jak 30 % od průměrné hloubky (ze všech tří hodnot). Když kritérium nevyhoví u jednoho vrtu, provedeme nový vrt. Pokud nevyhoví dva vrty, tak se zkušební místo neuvažuje.

Výrobce obou vrtaček vytvořil kalibrační vztahy pro různé vstupní podmínky. Různé podmínky jsou např.: jiný typ přitlaku, jiný průměr vrtáku nebo jiný způsob vyvození otáček. Vzájemně se tedy nedají porovnat. Respektují totiž odlišnosti obou vrtaček. Pro srovnání jsou zde uvedeny oba kalibrační vztahy v tabulce a graficky na obr. 8.10 (ruční vrtačka) a 8.11 (elektrická vrtačka). Z jednoho zkušebního místa se

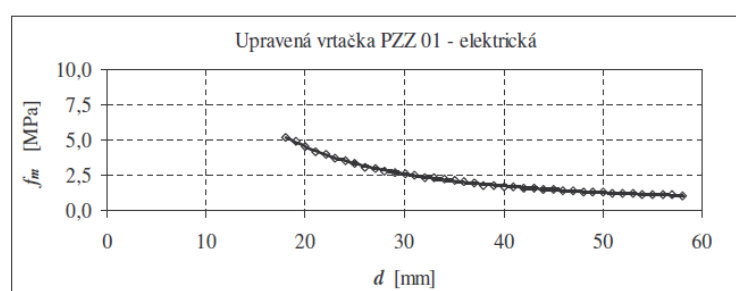
vezmou tři platná měření, z nich je vypočten aritmetický průměr a výsledek zaokrouhlen na 1 mm. Poté se z kalibračních vztahů (kalibrační vztahy se volí podle toho, jaká vrtačka byla použita) a odečteme informativní hodnotu pevnosti malty f_m . Pevnost, kterou jsme získali zkouškou na jednom zkušebním místě, je stejná s hodnotou pevnosti malty získané zkouškami na jednom zkušebním tělese. Z celkových výsledků všech zkoušek, které byly provedeny na konstrukci, je určen výběrový průměr pevnosti malty. [16] [17] [19]

Hloubka vrtu d [mm]	Pevnost v tlaku f_m [MPa]	Hloubka vrtu d [mm]	Pevnost v tlaku f_m [MPa]	Hloubka vrtu d [mm]	Pevnost v tlaku f_m [MPa]	Hloubka vrtu d [mm]	Pevnost v tlaku f_m [MPa]
3	14,6	11	3,7	19	2	28	1,4
4	10,8	12	3,3	20	1,8	29	1,3
5	8,5	13	3,1	21	1,8	30	1,3
6	7	14	2,8	22	1,7	35	1,1
7	5,9	15	2,6	23	1,7	40	0,9
8	5,1	16	2,5	24	1,6	45	0,8
9	4,5	17	2,3	25	1,5	50	0,7
10	4,1	18	2,2	26	1,5	55	0,6
				27	1,4	60	0,4



Obr 8.10 Kalibrační vztahy pro ruční vrtačku (Kučerova vrtačka) [17]

Hloubka vrtu d [mm]	Pevnost v tlaku f_m [MPa]	Hloubka vrtu d [mm]	Pevnost v tlaku f_m [MPa]	Hloubka vrtu d [mm]	Pevnost v tlaku f_m [MPa]	Hloubka vrtu d [mm]	Pevnost v tlaku f_m [MPa]
18	5,2	28	2,8	38	1,8	48	1,3
19	4,9	29	2,7	39	1,8	49	1,3
20	4,5	30	2,6	40	1,7	50	1,3
21	4,2	31	2,5	41	1,7	51	1,2
22	4	32	2,3	42	1,6	52	1,2
23	3,7	33	2,3	43	1,6	53	1,2
24	3,5	34	2,2	44	1,5	54	1,1
25	3,3	35	2,1	45	1,5	55	1,1
26	3,1	36	2	46	1,4	56	1,1
27	3	37	1,9	47	1,4	57	1,1
						58	1



Obr. 8.11 Kalibrační vztahy pro elektrickou vrtačku (vrtačka PZZ 01) [17]

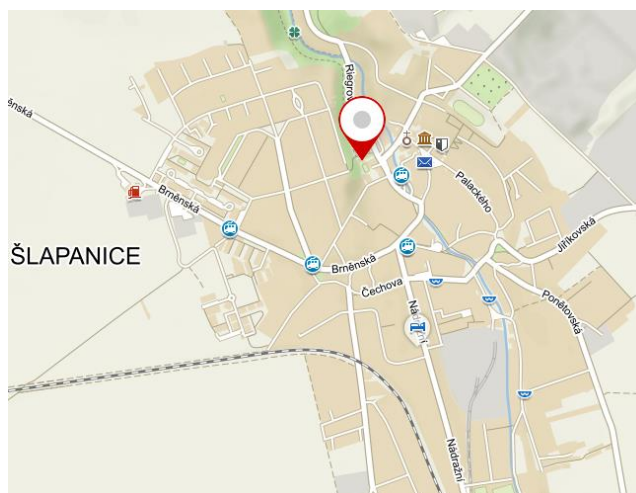
9. PRAKTICKÁ ČÁST – OBECNÉ INFORMACE

Praktická část diplomové práce je zaměřena na stavebně technický průzkum objektu, který je již delší dobu nikým nevyužívaný.

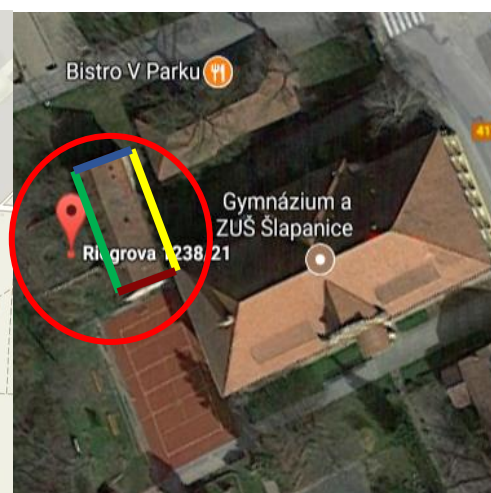
9.1. Úvod

Objekt je postaven v městě Šlapanice, č. p. 1238/21, okres Brno – venkov, kraj Jihomoravský. Město Šlapanice má k 1. 1. 2017 7424 obyvatel a leží jihozápadně od Brna. Katastrální úřad eviduje tento objekt pod parcelním číslem 905.

Z obrázku 9.1 je zřejmé umístění objektu ve Šlapanicích. Na obrázku 9.2 je letecký pohled na diagnostikovaný objekt. Na stejném obrázku jsou barevně vyznačeny strany objektu. Takto pojmenované strany se objevují i dále v textu. Žlutou barvou je vyznačena východní strana objektu, modrou barvou označujeme severní stranu, západní část je znázorněna zelenou barvou a jižní stěna objektu má hnědou barvu.



Obr. 9.1 Situace umístění objektu [9]



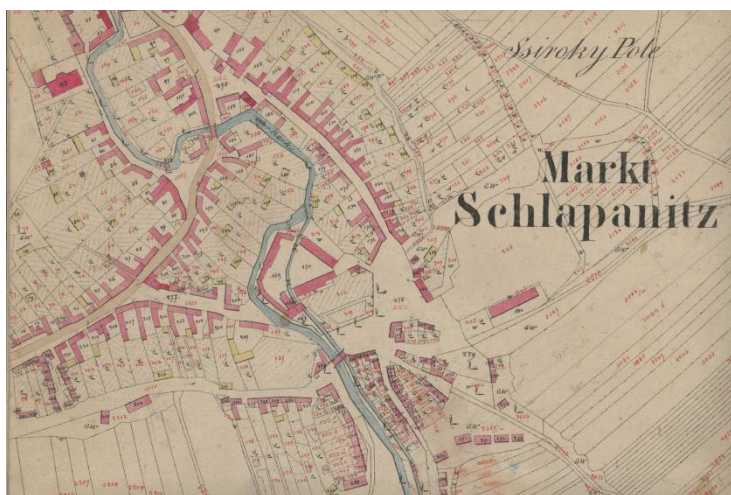
Obr. 9.2 Letecký pohled na objekt [10]

9.2. Historie objektu

Historie objektu není úplně známa. Historici se domnívají, že sahá až do roku 1753, kdy se vrchní správce zemí Moravy a Slezska Jindřich Kajetán Blümegen stal držitelem tzv. Schwanfeldského dvora a byla postavena jednopatrová budova v rokokovém stylu, dnes budova gymnázia, využívaná jako venkovské sídlo. Od roku 1774 celý komplex patřil olomoucké kapitule. Ta jej od roku 1781 pronajímala mnišskému řádu Paulánů. Když tento řád v roce 1784 Josef II. svými reformami zrušil, měla komplex ve správě řada majitelů. Známí jsou slavkovský rodák pan Ankermüller a manželé Nohovi. Od roku 1805 do roku 1807 sloužil komplex jako polní lazaret pro francouzské vojáky

v době bitvy Tří císařů. Poté se z objektu a jemu přilehlých budov stává textilní továrna. Od roku 1819 se komplex mění na slévárnu a strojírnu až s dvaceti parními stroji. Ta fungovala 62 let a byla první v rakouském císařství s takovým počtem parních strojů.

Na obrázku 9.3 je mapa Šlapanic z roku 1826 a obrázek 9.4 ukazuje detail rozmístění objektů z téhož roku.



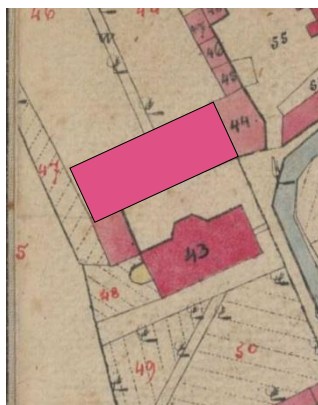
Obr. 9.3 Šlapanice v roce 1826 [11]



Obr. 9.4 Detail na objekt [11]

První brněnská strojírna zde byla do roku 1837. V tomto roce byla přestěhována do Brna. Od roku 1837 byl šlapanický zámek a přilehlé budovy využíván i nadále k továrním účelům.

Mezi lety 1830 – 1912 vypadal komplex tak, jak vidíme na obrázku 9.5. Byl spojen s budovou parcelní číslo 44 a postavena brána, která dále vedla z města do městského sadu.



Obr. 9.5 Propojení budov [11]

V roce 1898 došly finanční prostředky a výroba v továrně musela být zastavena. Budovu s dalšími objekty a přilehlým parkem o rok později odkoupilo samotné město Šlapanice. A z rokokového záměčku udělali školu, která je zde dodnes.

Dále se vedení města v roce 1912 rozhodlo, že zde postaví silnici do Bedřichovic. Byla přistavená budova z roku 1830 zbourána a komplex vypadal stejně, jako před rokem 1830. Další úprava spojená s výstavbou silnice do Bedřichovic byla zasypání koryta potoka Říčka, který byl nahrazen právě silnicí. Stojící budovy sloužily jako chudobinec a později šatlava s protialkoholní záchytnou stanicí. Před 2. světovou válkou se v objektu zabydleli sudetští vojáci. Po válce sloužil jako skladiště a po revoluci jej odkoupil soukromý vlastník s účelem zřídit v objektu restaurační zařízení. Tento plán se nezdařil a tak objekt prodal dalšímu soukromníkovi, který objekt nijak neudržoval a objekt tím pádem chátral. Posledním majitelem je nyní město Šlapanice, které má záměr objekt zrekonstruovat a udělat z něj objekt volnočasových aktivit.

Z obrázku 9.6 a 9.7 je patrné, jak objekt vypadá nyní.



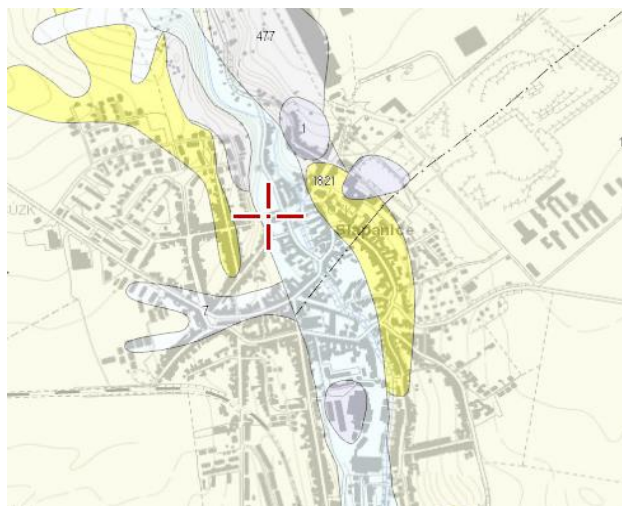
Obr. 9.6 Fotografie objektu zepředu



Obr. 9.7 Fotografie objektu zepředu

9.3. Geologické a hydrogeologické podmínky

Podloží objektu je dle geologické mapy (obr. 9.8) tvořeno především z nivního sedimentu. Jedná se o nezpevněný sediment, který je inundovaný za vyšších vodních stavů. Zrnitostně se řadí do hlín, písků a štěrků. [12]

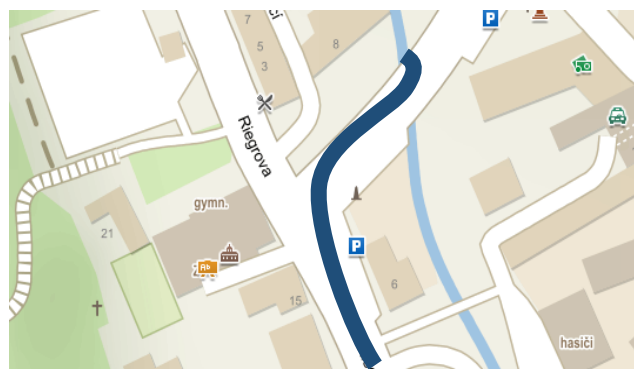


Obr. 9.8 Geologická mapa 1:50 000 [12]

Hladina podzemní vody není zjištěna, ale předpokládáme z výsledků průzkumu, že nebude příliš vysoká a ani nebude agresivní. Vodní zdroj, který je v okolí diagnostikovaného objektu, je potok s názvem Říčka, který do roku 1912 vedl pár metrů od objektu (obr. 9.9). V témže roce byl potok kvůli stavbě silnice přemístěn. Silnice, která zde byla postavena a stojí doposud, prochází přímo v místě, kde potok kolem objektu protékal. Na obrázku 9.10 je původní trasa potoka naznačena červenou barvou. Nyní je potok Říčka od objektu vzdálen 100 metrů západně. A žádný jiný vodní zdroj zde není a nikdy ani nebyl.



Obr. 9.9 Trasa vodního toku před rokem 1912 [11]



Obr. 9.10 Současná mapa s původní trasou potoka [9]

10. POPIS OBJEKTU

Diagnostikovaný objekt je samostatně stojícím objektem poblíž Městského parku a budovy Gymnázia Šlapanice (obr. 10.1). Výměra parcely, na které je objekt postaven, je 301 m². Jedná se o dvoupodlažní podsklepené stavení obdélníkového půdorysu s půdním prostorem vystavěné z cihel plných pálených na maltu vápenou. (obr. 10.2).



Obr. 10.1 Katastrální mapa [21]

Obr. 10.2 Pohled z budovy gymnázia na objekt

Západní část objektu a její 1. NP je v přímém kontaktu se svahem (obr. 10.3), který zasahuje až do úrovně 2. NP



Obr. 10.3 Kontakt objektu s terénem

Svah, který je v přímém kontaktu s terénem, je navázkou nad sklepním prostorem objektu. V zadní části této navážky, zhruba 8 metrů od západní stěny objektu, je vyveden ze sklepních prostor otvor (obr. 10.4 a 10.5), kterým je sklep odvětráván.

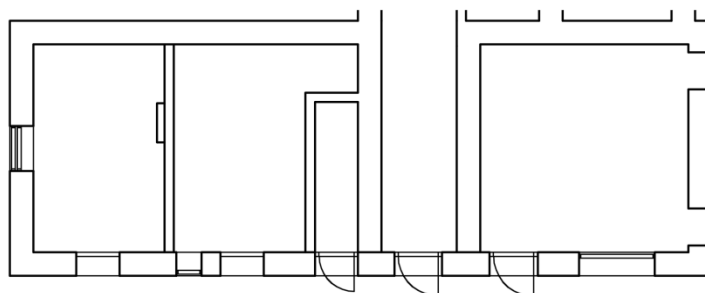


Obr. 10.4 Větrací otvor ve sklepi



Obr. 10.5 Pohled ze sklepa

Konstrukčně se jedná o stěnový podélný systém, tzn. že nosná obvodová stěna je příčně ztužena stěnami vnitřními. Tento typ systému je vidět na obrázku 10.6. Objekt se vytápěl za pomoci lokálního vytápění, které bylo na tuhá paliva.



Obr. 10.6 Stěnový podélný systém (1. NP)

10.1. Základy

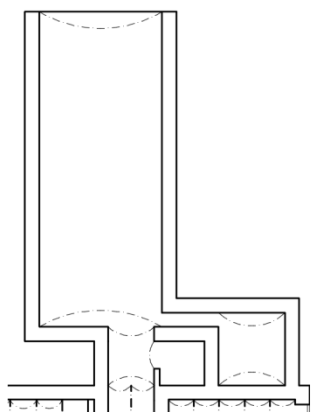
Typ základů, na kterých je objekt založen, jsme zjistili díky sondě, která se nachází ve sklepních prostorech budovy. Jak je zřejmé z obrázku 10.7, jsou základy vystavěné z kamenů jako plošné pásy.



Obr. 10.7 Základy objektu

10.2. Sklep

Objekt je podsklepený jen z části, a to především u západní strany objektu. Sklepní prostor je rozdělen na větší (hlavní část) a menší část, jak je také patrné z půdorysu (obr. 10.8). Do sklepa se vstupuje dveřmi, které jsou označené na obrázku 10. 9.



Obr. 10.8 Půdorys sklepa



Obr. 10.9 Pohled na objekt s vyznačeným vstupem do sklepa

Prostory hlavní části sklepa jsou provedeny jako rovná valená klenba z kamenného zdiva se vzepětím 2,48 m. Výška zdi je 0,98 m. Zadní svislá stěna sklepa není vybudována z kamenného zdiva, je přímo přilehlá na kamenný svah (obr. 10.10). Z kamenného zdiva jsou vystavěny i stěny s výškou 1,36 m v menší části sklepení. Klenba této části o vzepětí 0,74 m už je ze zdiva cihelného. (obr. 10.11).



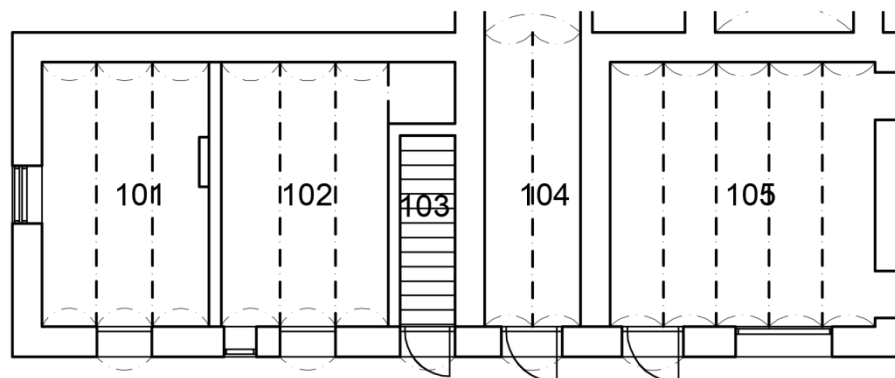
Obr. 10.10 Větší (hlavní) část sklepa



Obr. 10.11 Menší část sklepa

10.3. První nadzemní podlaží

První podlaží je tvořeno pěti samostatnými prostory, které jsou navzájem odděleny stěnami o tloušťce 240 mm. Pro lepší orientaci je na obrázku 10.12 půdorys 1. NP.



Obr. 10.12 Půdorys 1.NP

Překlady otvorů jsou zhotoveny rovněž z cihel plných pálených. Nad dveřními otvory jsou samostatné obloukové klenby a nad oknem, v pravé části objektu (místnost č. 105), je překlád rovný, tvořený válcovaným ocelovým I profilem. V místnosti s číslem 103 je schodiště a vede do druhého nadzemního podlaží. Místnost očíslovaný číslem 104 je chodba, která vede do sklepa.

Stropy místností 101 a 102 jsou tvořeny třemi valenými klenbami osazenými do I profilu o šířce pásnice 100 mm. Osová vzdálenost profilů, do kterých jsou klenby zasazeny, je 1100 milimetrů. V obytné místnosti č. 101 je komínový prostor, který se skládá ze dvou vedle sebe stojících komínů. Každý o rozměru 0,5 x 0,5 m.

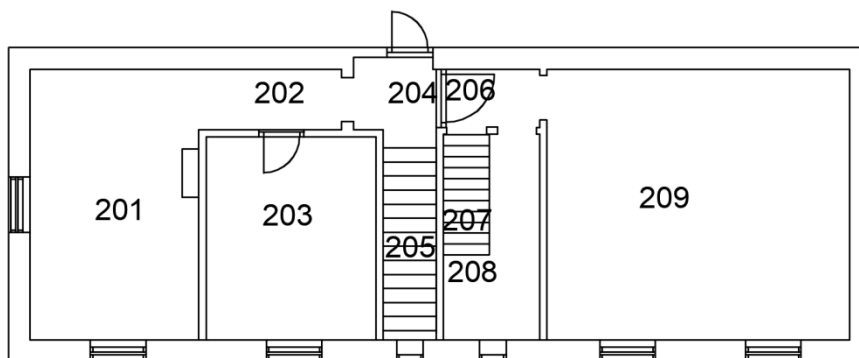
V místnosti č. 103 je osazeno schodiště z kamenných dílců. Jedná se o schodiště schodnicové a vede do 2. NP.

Strop v chodbě do sklepa, místnost č. 104, je tvořen dvěma valenými klenbami, také zasazenými do I profilů. Svislé nosné stěny tohoto prostoru jsou ze zdiva smíšeného v tloušťce 600 mm. Stěny ve sklepě mají větší tloušťku z důvodu tepelné izolace, nikoliv kvůli tomu, že by stěna byla nosná.

V poslední místnosti prvního nadzemního podlaží (č. 105) jsou svislé nosné stěny opět z cihel plných pálených. Strop místnosti č. 105 byl stejný jako v místnostech předešlých. Byly zde cihelné klenby osazené do I profilů, kterými byly kolejnice. Nyní jsou patrné pouze kolejnice. Došlo totiž ke zřícení jednotlivých kleneb ve stropě.

10.4. Druhé nadzemní podlaží

Do druhého nadzemního podlaží se dá vstoupit přímo ze zadní části objektu nebo schody z 1. nadzemního podlaží, které jsou v půdoryse označeny číslem 205. Je rozděleno na osm částí. Místnosti 202, 204 a 206 jsou chodby. Čísla 201, 203, 208 a 209 jsou místnosti obytné a místnosti označená číslem 207 je schodišťový prostor, který vede na půdu. Na obrázku 10.13 je půdorys 2. NP.



Obr. 10.13 Půdorys 2. NP

Nad prostory celého druhého nadzemního podlaží je tzv. rákosový strop, který je vidět na obrázku 10.14.



Obr. 10.14 Rákosový strop 2. NP

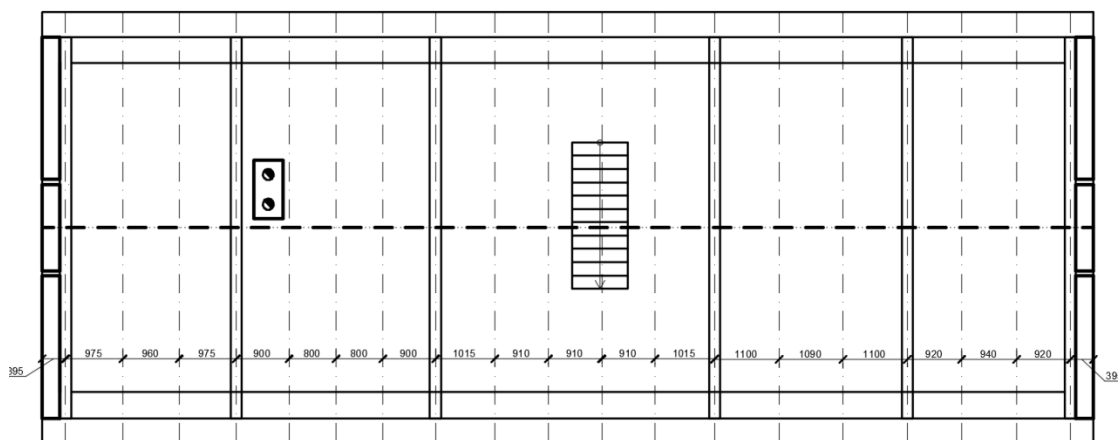
Komín, který vede z prvního nadzemního podlaží, je v 2. NP v místnosti č. 201.

10.5. Půdní prostory

Půdní prostory jsou přístupné díky schodišti, které je v pravé části druhého nadzemního podlaží a jedná se o schodiště schodnicové tvořené dřevěnými fošnami.

Objekt je zastřešen sedlovou střechou. Samotný dřevěný krov budovy je konstrukčně proveden jako ležaté stolice s vrcholovou vaznicí. Krov je tvořen šesti

plnými a třinácti jalovými vazbami. Geometrie vazeb je patrná z obrázku 10.15. Krov je překryt keramickou střešní krytinou, jak je vidět na obrázku 10.16.



Obr. 10.15 Půdorys krovu s vazbami



Obr. 10.16 Fotografie střešní krytiny objektu

10.6. Stavební úpravy na objektu

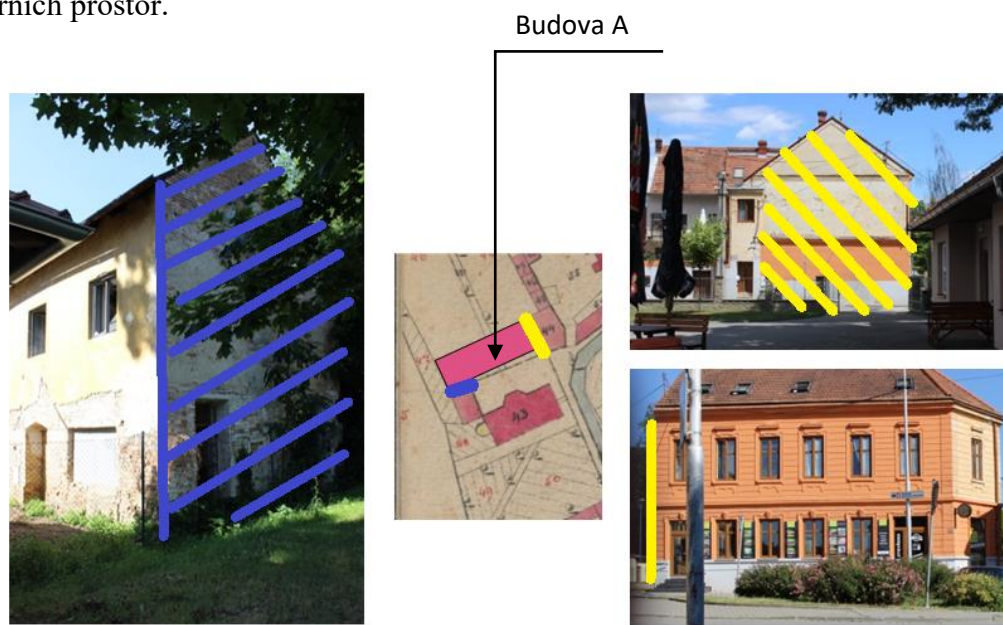
Na objektu probíhaly stavební úpravy v průběhu let. Tím, že od objektu není zachována žádná dokumentace, můžeme se jen domnívat, v jakém časovém období se opravy a úpravy na objektu mohly provádět.

Ve východní části objektu, na pravé straně (obr. 10.17), stávající otvor prokazuje, že okno zde původně nebylo. Byly zde dveře. Zřejmé je to z fotografie, na které je zachycena původní zděná klenba (na pravé straně obrázku) sloužící jako překlad. Okno zde bylo vybudováno až dodatečně.



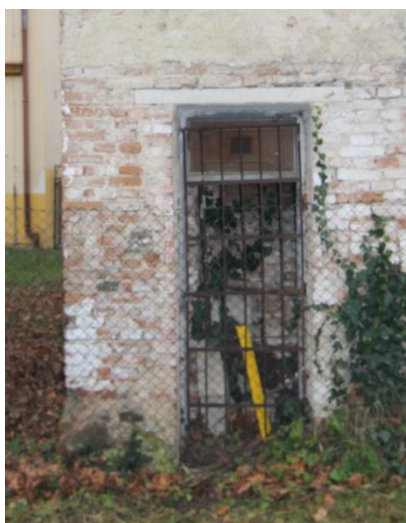
Obr. 10.17 Nově vybudované okno

Severní stěna budovy prošla velkou změnou okolo roku 1830, kdy byl celý objekt propojen s budovou, která stojí přes silnici (obr. 10.18). Přistavení dalšího objektu (A) proběhlo z důvodu zvětšení kapacity a propojení objektů, kvůli továrním účelům. Jednak aby bylo kam dávat stroje a také aby dělníci prošli suchou nohou do dalších továrních prostor.



Obr. 10.18 Znárodnění propojení budov

Další úpravou na severní stěně budovy bylo vybourání dvou otvorů, které zde byly provedeny za účelem propojení budovy A a diagnostikovaného objektu. Po demolici budovy A byly opraveny a nad nimi proveden překlad pravděpodobně z plotového sloupku, který je vidět na fotce 10.19 u jednoho z otvorů.



Obr. 10.19 Otvor na severní straně budovy

V objektu A byla v místě dnešní silnice zbudována brána, která vedla do tzv. obecního sadu, a projížděly zde koňské povozy. V roce 1912 byla budova A zbořena, aby se mohla zhotovit silnice, která vede do Bedřichovic.

V západní části objektu je na první pohled patrné zazdění dveří, které se nacházely vlevo od dveří stávajících a sloužily původně jako vstup do objektu (obr. 10.20). Ovšem kdy tato změna byla provedena a za jakým účelem, je nejednoznačné a také nedohledatelné.



Obr. 10.20 Zazdění dveře (vlevo) a stávající dveře (vpravo)

Můžeme se domnívat, že většina stavebních úprav, které zde byly provedeny, se datuje do období 20. let 20. století. Právě po zbourání budovy A. Takto se domnívám z toho důvodu, že budova od té doby sloužila jiným účelům, než byla využívána předtím.

11. DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM

11.1. Vizuální defektoskopická prohlídka

Diagnostický průzkum jsme zahájili vizuální defektoskopickou prohlídkou. Tato vizuální prohlídka nám odhalí vady a poruchy na první pohled. Díky této vizuální defektoskopické prohlídce můžeme také určit vazbu zdiva a někdy i skladby podlah a stropů.

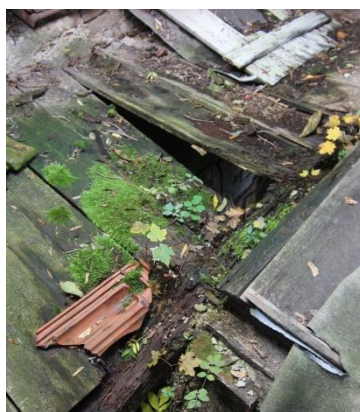
11.1.1. Nálezy vizuální defektoskopické prohlídky

- Krov a půdní prostor – vizuální prohlídka nám odhalila špatný stav krovu, který je způsobený především zatékáním vody do objektu. Zvláště díky hojné absenci střešní krytiny, jak vidíme na obrázku 11.1.



Obr. 11.1 Fotografie střešní krytiny

Těmito prolukami se do objektu dostávají i nálety z okolních stromů a v prostorách půdy dochází k růstu rostlinstva, jak je zřejmé z obrázku 11.2.



Obr. 11.2 Náletové rostliny na podlaze půdního prostoru

Na obrázku jsou zdokumentované nejen rostliny, ale také dřevěné prkna napadená hnilobou. Hniloba prken je díky velké vlhkosti, nedostatečnému proudění vzduchu a přítomnosti organických látek. Dochází k tlení po celé

tloušťce podlahy a následuje propad podlahy do nižšího patra. Otvor do 2. NP, který vznikl působením tlení, je zachycen na fotce s číslem 11.3.

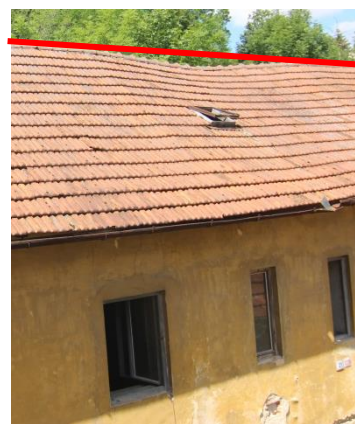


Obr. 11.3 Otvor do 2. nadzemního podlaží

Největším problémem v půdním prostoru je prolomení krovu na pravé straně objektu, nad místností č. 209. Došlo k tomu po dlouhodobém působení vlhkosti v podobě dešťové vody, která do objektu pronikala právě děrami, které se objevily na střeše po odpadnutí střešní krytiny. Voda zatékala k vaznému trámu, tam způsobovala hnití a následné a zřícení celého krovu na pravé straně, zachycené na obrázku 11.4. Pokles krovu je patrný i na hřebeni střechy (obr. 11.5).



Obr. 11.4 Detail zříceného vazného trámu



Obr. 11.5 Nerovnoměrnosti hřebene střechy

- Druhé nadzemní podlaží – voda z půdních prostor stekla i do stropní konstrukce druhého nadzemního podlaží a způsobila různě vážné porušení stropní konstrukce nad podlažím. Nad místností číslo 201, byla provedena otevřená sonda pro zjištění skladby stropu. Touto sondou bylo dále zjištěno, že strop je pouze promáčen. Promáčení se projevilo vlhkostními mapami a opadanou

omítkou (obr. 11.6), nad schodišťovým prostorem v chodbě, označené číslem 204, je strop úplně propadlý a je zde otvor, o kterém se již zmiňuji v předchozím odstavci (obr. 11.7).



Obr. 11.6 Strop nad místností č. 201



Obr. 11.7 Strop nad místností č. 204

A poslední, nejzávažnější porucha stropu v druhém nadzemním podlaží je nad místností číslo 209. Kde došlo ke zřícení celého stropu (obr. 11.8). V tomto případě se stalo něco obdobného, jako u krovu. Voda natekla do uložení trámů, tím způsobila tlení trámů (obr. 11.9) a trámy tímto ztratily v blízkosti uložení (11.10) svou pevnost a zřítily se společně se stropní konstrukcí.



Obr. 11.8 Zřícení stropu



Obr. 11.9 Poškození trámu



Obr. 11.10 Detail uložení trámu ve zdi

Kvůli prolomení krovu a zřícení stropu vybočila vnitřní stěna mezi místnostmi č. 17 a č. 18. Vybočení stěny je znatelné a můžeme jej vidět na dvou obrázcích, které jsou uvedeny níže (obr. 11.11 a 11.12).



Obr. 11.11 Stěna (z místnosti č. 208)



Obr. 11.12 Detail na libelu přiloženou ke stěně

Poslední vadou druhého nadzemního podlaží, kterou jsme objevili vizuálně defektoskopickou prohlídkou, jsou trhliny (obr. 11.13 a 11.14) nad okenními překlady v blízkosti zříceného krovu a zborcené vnitřní zdi.



Obr. 11.13 Trhliny nad okny v 2. NP



Obr. 11.14 Trhliny nad okny v 2. NP

- První nadzemní podlaží – zde nebyly shledány žádné závažnější vady ani poruchy. Díky odstraněné omítce jsme zjistili vazbu zdiva. Větší část objektu je

zděna vazbou polokřížovou. Některé části konstrukce mají neurčitou vazbu zdiva, kdy se náhodně střídají vazáky a běhouny.

- Sklepní prostor – díky snižování terénu v chodbě č. 4 jsme určili základy, na kterých je budova postavena. Jedná se liniové základy, provedené z kamene. Sklepní prostor je ve velmi dobrém stavu, co se týká vlhkostních podmínek. I přesto, že je nijak zvlášť nevětraný. Z toho také usuzujeme, že podzemní voda je hluboko.

11.2. Zkoušky cihelného zdiva a malty v objektu

Zkoušky, které jsme na zdivu v objektu prováděly, byly zkouškami nedestruktivními. Dělaly jsme zkoušky na zjištění pevnosti cihelných prvků a malty.

Pro zjištění pevnosti zdiva v tlaku jsme použili tvrdoměrnou metodu. Pomocí Schmidtova tvrdoměru LB jsme zjistili hodnoty odrazů cihelných prvků a ty převedli pomocí kalibračního vztahu na pevnost v tlaku. Před samotnou zkouškou jsme museli povrch cihly upravit. Úpravu povrchu jsme provedli ručním brouskem (obr. 11.15). Krouživými pohyby jsme povrch očistili od hrubších nečistot a omítky. Takto připravený povrch (obr. 11.16) jsme mohli podrobit tvrdoměrné zkoušce Schmidtovým tvrdoměrem LB (obr. 11.17).



Obr. 11.15 Broušení zdiva



Obr. 11.16 Připravené plocha zdiva



Obr. 11.17 Zkouška Schmidtovým tvrdoměrem

V pořadí druhá zkouška byla zkouška na pevnost malty v tlaku. Zde jsme také použili nedestruktivní zkoušku a tou je upravená ruční vrtačka, která je známá pod názvem „Kučerova vrtačka“. Tato zkouška se provádí v očištěných ložných spárách za pomoci osmimilimetrového diamantového vrtáku (obr. 11.18). Proto musíme provést ve spáře odstranění zvětralé malty a omítky. My jsme pro odstranění nevhodné malty, která by výsledky zkoušky zkreslila, použili sekací kladivo (obr. 11.19). Po odstranění zhruba 20 mm omítky jsme mohli začít se zkouškou. Při obvyklých podmínkách a vlastnostech malty se provádí ruční vrtačkou 25 otáček. My jsme prováděli pouze 10 otáček. Touto úpravou počtu otáček se musí upravit i kalibrační vztah při vyhodnocení zkoušky.

Po vyvrtání otvoru Kučerovou vrtačkou, přednastavenou na 10 otáček s konstantním přtlakem, jsme hloubku vývrtu změřili digitálním hloubkoměrem (obr. 11.20) a výsledky zapsali.



Obr. 11.18 Zkouška Kučerovou vrtačkou



Obr. 11.19 Odstranění malty ze spáry



Obr. 11.20 Digitální hloubkoměr

The architectural floor plan shows a building with five rooms: 101, 102, 103 (staircase), 104, and 105. Three red dots labeled Z1, Z2, and Z3 are marked on the exterior wall of rooms 101, 102, and 103 respectively. Below the plan are three photographs of the brickwork at these locations. Z1 shows a brick with 'Z1' and 'B'. Z2 shows a brick with 'Z2' and 'B'. Z3 shows a brick with 'Z3' and 'B'.

Obr. 12.1 Umístění sond na objektu

- Schmidtův tvrdoměr LB – hodnoty odrazů ze Schmidtova tvrdoměru jsme zprůměrovali, určili meze ($\pm 20\%$), přes které jednotlivé hodnoty nemohou přesahovat. Pokud by jednotlivé hodnoty odrazů přesahovaly dané meze, museli bychom hodnoty z tabulky vyškrtnout a udělat nový průměr z platných hodnot. Platných hodnot musí být 5 a více. Tento upravený průměr převedeme pomocí kalibračního vztahu ($f_{b,e} = 0,956 \cdot R - 5,444$) na pevnost zdiva v tlaku. A protože jsme na každé sondě měli více zkušebních míst, tím pádem více hodnot pevností, tak konečný výsledek pevnosti zdiva v tlaku je průměr jednotlivých pevností na jedné sondě.
- Kučerova vrtačka – pro výsledky zkoušky Kučerovou vrtačkou jsme také měli na sondě více zkušebních míst. Na každém zkušebním místě jsme provedli tři vývrty a změřili jejich hloubky, následně hodnoty hloubek zprůměrovali a stejně jako u předešlé zkoušky určili meze ($\pm 30\%$). Při nesplnění intervalu

a překročení mezí bychom museli provést ještě jeden vývrt na tom samém zkušebním místě. Pokud by tato hodnota opět neležela v intervalu, který nám určují meze, museli bychom vybrat jiné zkušební místo na té samé sondě. Z průměru jednotlivých hloubek jsme určili za pomoci upraveného kalibračního vztahu pevnosti malty v tlaku, tyto hodnoty znovu zprůměrovali a takto vypadal konečný výsledek pevnosti malty v tlaku.

Výsledky ze všech tří sond, jak ze zkoušky Schmidtovým tvrdoměrem, tak i Kučerovou vrtačkou, jsou zpracovány do tabulek a uvedeny v příloze P1 – P6.

12.1. Hodnocení existujícího zděného objektu

Pro hodnocení zděných konstrukcí používáme platné normy. Hodnocení existujících zděných konstrukcí se nejčastěji realizuje podle ČSN ISO 13822 [21]. Pevnosti zdicích prvků a malty jsou hodnoty naměřené při zkouškách a byly zapsány do tabulek, které se nacházejí v přílohách P1 – P6

12.1.1. Charakteristická pevnost zdiva v tlaku

$$f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta \quad (9.1)$$

Kde K je konstanta, která závisí na druhu zdiva a skupině zdicích prvků;
 $K = 0,55$ se používá pro uspořádání zdicích prvků z cihel plných
pálených klasického formátu s průměrnou pevností a obyčejnou maltou,
při střídání běhounů a vazáků ve vazbě;

f_b normalizovaná průměrná pevnost v tlaku zdicích prvků v N/mm^2 ;
 $f_b = 11,5$ MPa pro 1.NP

f_m průměrná pevnost malty v tlaku v N/mm^2 ; uvažuje se nejvýše menší
z hodnot $2 f_b = 23$ MPa nebo 20MPa;
 $f_m = 0,59$ MPa pro 1.NP

α exponent, který závisí na tloušťce ložných spár a na druhu malty;
 $\alpha = 0,65$ pro nevyztužené zdivo s obyčejnou nebo lehkou maltou

β exponent závislý na druhu malty; $\beta = 0,25$ pro obyčejnou maltu.

Po dosazení zjištěných pevností zdicích prvků a malty do vzorce 9.1, můžeme vypočítat pevnost zdiva v tlaku:

$$f_k = 0,55 \times 11,5^{0,65} \times 0,59^{0,25}$$

$$f_k = 2,36 \text{ MPa}$$

Pro náš případ je charakteristická pevnost zdiva v tlaku 2,36 MPa.

12.1.2. Návrhová pevnost zdiva v tlaku

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} \quad (9.2)$$

Kde f_k je charakteristická pevnost zdiva v tlaku v N/mm^2 ; $f_k = 2,36 \text{ MPa}$

γ_m dílčí součinitel zdiva, který se určí ze vztahu:

$$\gamma_m = \gamma_{m1} \times \gamma_{m2} \times \gamma_{m3} \times \gamma_{m4} \quad (9.3)$$

Kde γ_{m1} je dílčí součinitel spolehlivosti;

γ_{m2} součinitel vlivu pravidelnosti vazby a vyplnění spár maltou; hodnoty součinitele leží v intervalu od 0,85 do 1,2; dolní mez (0,85) je pro dokonalou vazbu a bezvadné vyplnění spár;

γ_{m3} součinitel vlivu zvýšení vlhkosti; hodnotu určíme interpolací mezi hodnotami 1,00 až 1,25 pro vlhkost zdiva od 4% do 20%;

γ_{m4} součinitel zahrnující vliv svislých a šikmých trhlin ve zdivu ležící v intervalu 1,0 až 1,4, kde 1,0 je pro zdivo bez trhlin;

Při výpočtu návrhové pevnosti zdiva v tlaku je nutné zohlednit všechny čtyři součinitele, které jsou, podle typu poškození, rozepsány v tabulkách 12.1 – 12.4.

Tab 12.1: Výpočtová pevnost zdiva (bez poškození trhlinami, vlhkost do 4 %)

Stavebně materiálový průzkum zdiva objektu ve Šlapanicích, ul Riegrova 1238/21 Návrhová pevnost zdiva (ČSN ISO 13822 (730038) - NF, ČSN EN 1996-1-1 +A1)					
Charakteristická pevnost zdiva (ČSN EN 1996-1-1 +A1)	Dílčí součinitel zdiva (ČSN ISO 13822)				Návrhová pevnost zdiva (ČSN ISO 13822)
	Součinitel spolehlivosti	Součinitel vazby zdiva	Součinitel vlhkosti zdiva	součinitel poškození trhlinami	
f_k [N/mm ²]	γ_{m1}	γ_{m2}	γ_{m3}	γ_{m4}	f_d [N/mm ²]
2,36	2,00	1,00	1,00	1,00	1,18

Tab 12.2: Výpočtová pevnost zdiva (bez poškození trhlinami, vlhkost 10 %)

Stavebně materiálový průzkum zdiva objektu ve Šlapanicích, ul Riegrova 1238/21 Návrhová pevnost zdiva (ČSN ISO 13822 (730038) - NF, ČSN EN 1996-1-1 +A1)					
Charakteristická pevnost zdiva (ČSN EN 1996-1-1 +A1)	Dílčí součinitel zdiva (ČSN ISO 13822)				Návrhová pevnost zdiva (ČSN ISO 13822)
	Součinitel spolehlivosti	Součinitel vazby zdiva	Součinitel vlhkosti zdiva	součinitel poškození	
f_k [N/mm ²]	γ_{m1}	γ_{m2}	γ_{m3}	γ_{m4}	f_d [N/mm ²]
2,36	2,00	1,00	1,09	1,00	1,08

Tab 12.3: Výpočtová pevnost zdiva (poškození trhlinami, vlhkost do 4 %)

Stavebně materiálový průzkum zdiva objektu ve Šlapanicích, ul Riegrova 1238/21 Návrhová pevnost zdiva (ČSN ISO 13822 (730038) - NF, ČSN EN 1996-1-1 +A1)					
Charakteristická pevnost zdiva (ČSN EN 1996-1-1 +A1)	Dílčí součinitel zdiva (ČSN ISO 13822)				Návrhová pevnost zdiva (ČSN ISO 13822)
	Součinitel spolehlivosti	Součinitel vazby zdiva	Součinitel vlhkosti zdiva	součinitel poškození	
f_k [N/mm ²]	γ_{m1}	γ_{m2}	γ_{m3}	γ_{m4}	f_d [N/mm ²]
2,36	2,00	1,00	1,00	1,20	0,98

Tab 12.4: Výpočtová pevnost zdiva (poškození trhlinami, vlhkost 10 %)

Stavebně materiálový průzkum zdiva objektu ve Šlapanicích, ul Riegrova 1238/21 Návrhová pevnost zdiva (ČSN ISO 13822 (730038) - NF, ČSN EN 1996-1-1 +A1)					
Charakteristická pevnost zdiva (ČSN EN 1996-1-1 +A1)	Dílčí součinitel zdiva (ČSN ISO 13822)				Návrhová pevnost zdiva (ČSN ISO 13822)
	Součinitel spolehlivosti	Součinitel vazby zdiva	Součinitel vlhkosti zdiva	součinitel poškození	
f_k [N/mm ²]	γ_{m1}	γ_{m2}	γ_{m3}	γ_{m4}	f_d [N/mm ²]
2,36	2,00	1,00	1,09	1,20	0,90

12.1.3. Zhodnocení

Návrhové hodnoty pevnosti zdiva se pohybují od 0,90 do 1,18 MPa. Interval hodnot je ovlivněn stavem poškození. Poškození diagnostikovaného objektu je především vlhkost a trhliny ve zdivu.

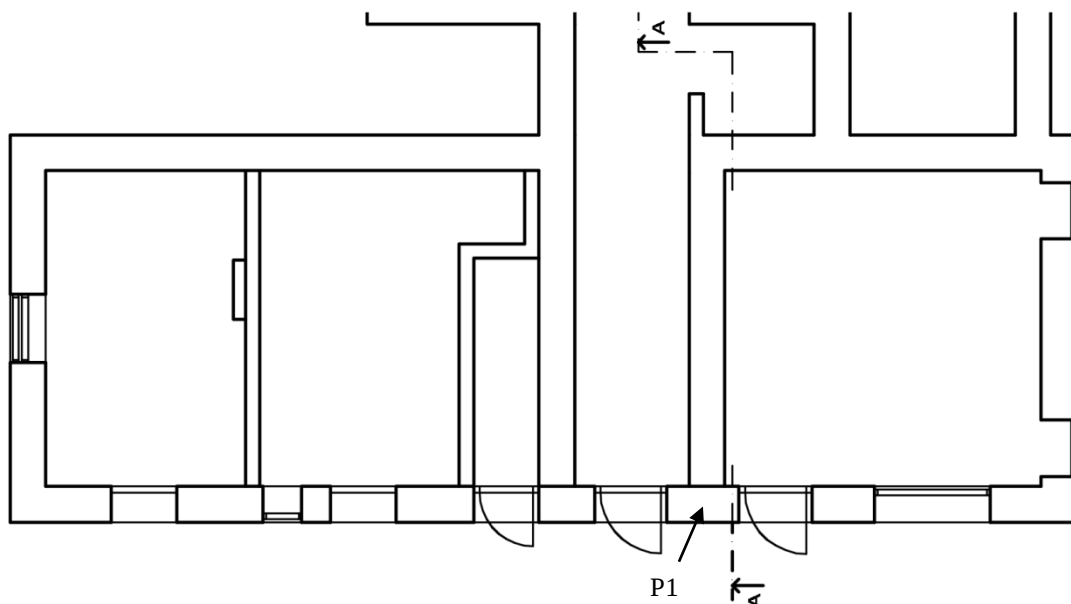
V našem případě část objektu, kterou posuzujeme (tj. čelní stěna 1.NP), není poškozena ani trhlinami, ani vlhkostí. Můžeme říct, že vlhkost je v daném místě nižší než 4 %. Proto do statického výpočtu bereme výsledky návrhové pevnosti zdiva z tabulky 12.1. Ty odpovídají hodnotě $f_d = 1,18 \text{ MPa}$ ($= \text{N/mm}^2$).

13. STATICKÝ VÝPOČET

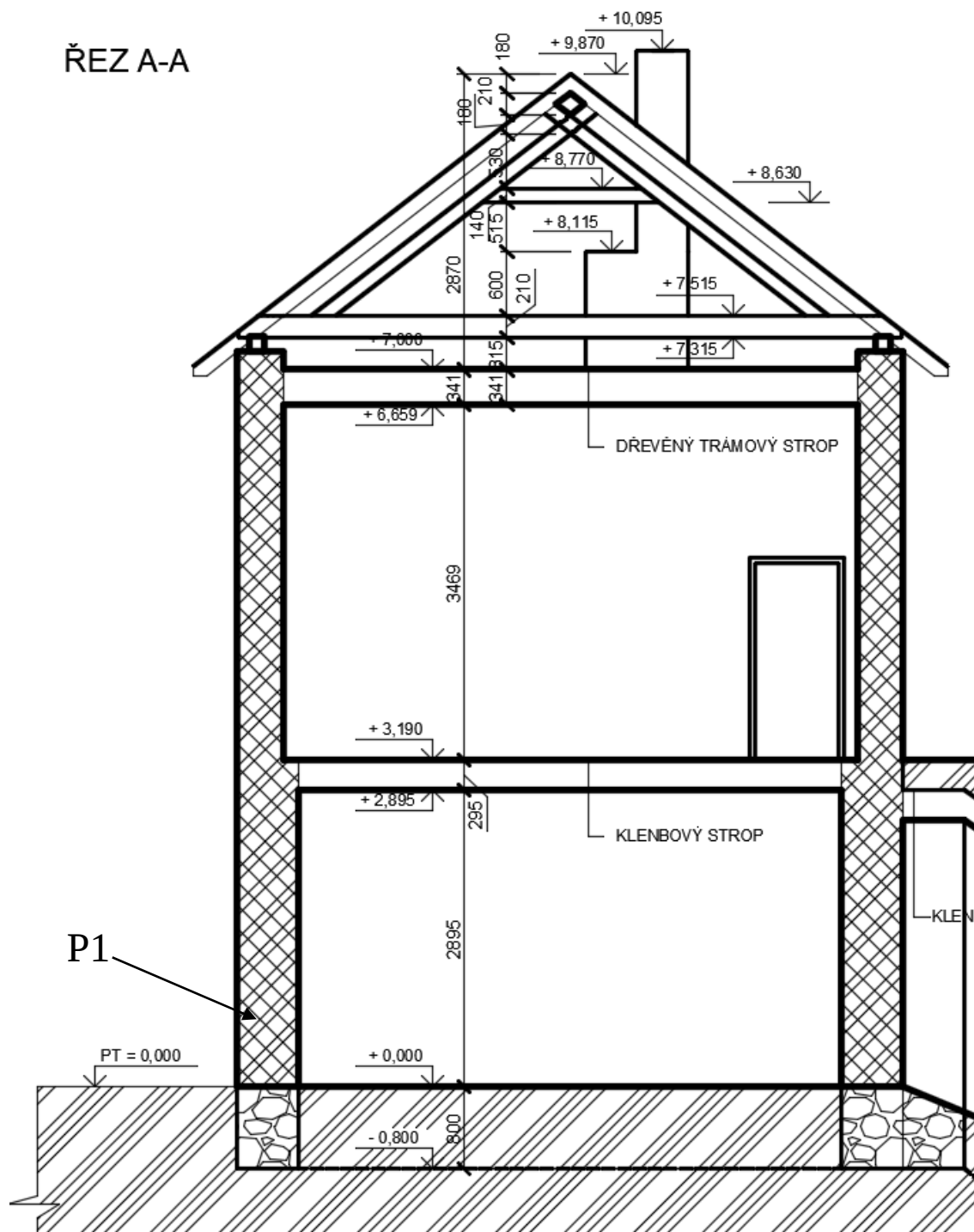
Statický výpočet provedeme, abychom ověřili spolehlivost konstrukce. Výpočet bude proveden podle ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce. Hodnoty figurující ve výpočtu jsou hodnoty, které jsme zjistili z nedestruktivních zkoušek a také hodnoty tabulkové.

13.1. Popis a geometrie posuzované části

Část objektu, kterou budeme posuzovat je pilíř o rozměrech 1210 x 600 mm. Tento pilíř je na východní části objektu a je zatížen vlastní tíhou a také přitížením od nadzemního podlaží a krovu. V druhém nadzemním podlaží působí na pilíř zatížení stropní konstrukce, která díky svému uložení působí na pilíř excentrickým zatížením. Excentricita stropu je 150 mm. Excentricita se vztahuje k posuzovanému místu a vzniká díky změně tloušťky stěny v následujícím podlaží. Dojde k odskoku střednice. Z východní části na pilíř nepůsobí žádné zatížení, excentricita je tedy nulová. Zatížení, které v posudku uvažujeme, je zatížení, které působí ze západní části objektu. Jedná se o vnitřní části budovy. Na obrázku 13. 1 vidíme v půdorysu naznačený řez a na obrázku 13. 2 je řez budovou s vyznačeným posuzovaným pilířem, ze kterého bereme rozměry pro statický výpočet.



Obr. 13.1 Půdorys s naznačeným vodorovným řezem objektem v 1. NP



Obr. 13.2 Řez A – A, P1 – posuzovaný pilíř

13.2. Zatížení

Skladbu vodorovných nosných konstrukcí v prvním a druhém nadzemním podlaží jsme určili z defektoskopické vizuální prohlídky. Díky prohlídce jsme vyhodnotili, že vodorovnou nosnou konstrukcí v prvním nadzemním podlaží je cihelná klenba, kde cihly jsou osazené do válcovaných ocelových I profilů, kterými jsou kolejnicové pásy

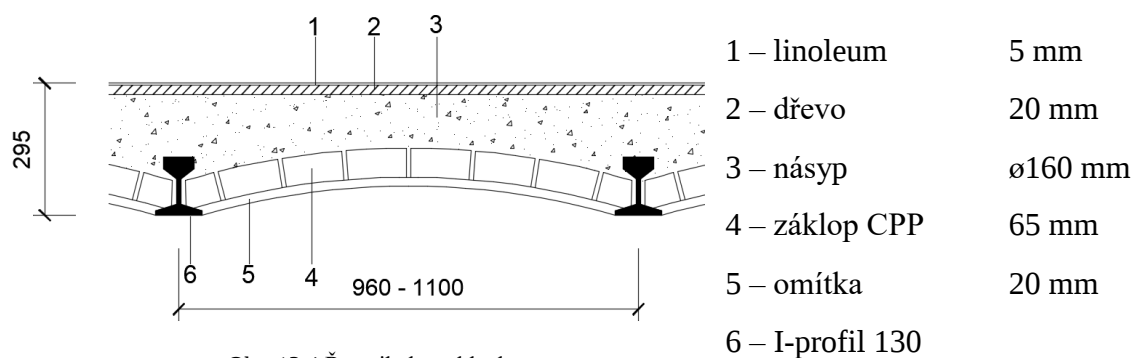
a v druhém nadzemním podlaží je strop dřevěný trámový strop. Skladba stropní konstrukce šla rovněž určit z defektoskopické vizuální prohlídky. Na obrázku 13.3 vidíme skladbu stropní konstrukce prvního nadzemního podlaží.



Obr. 13.3 Skladba stropní konstrukce

13.2.1. Zatížení cihelné klenby

Cihelná klenba je v prvním nadzemním podlaží a nachází se nad skladovacími prostory. Výpočet je prováděn podle Eurokódu 1. Do stálého zatížení uvažujeme samotnou konstrukci stropu. Proměnné zatížení jsme určili podle kategorie ploch pozemních staveb. Prostory prvního nadzemního podlaží sloučí ke skladovacím účelům. Jedná se o kategorii E1 – plochy pro skladovací účely, včetně knihoven a archivů. Pro tuto kategorii je hodnota proměnného zatížení $7,5 \text{ kN/m}^2$. Skladba je znázorněna na obrázku 13.4.



Obr. 13.4 Řez cihelnou klenbou

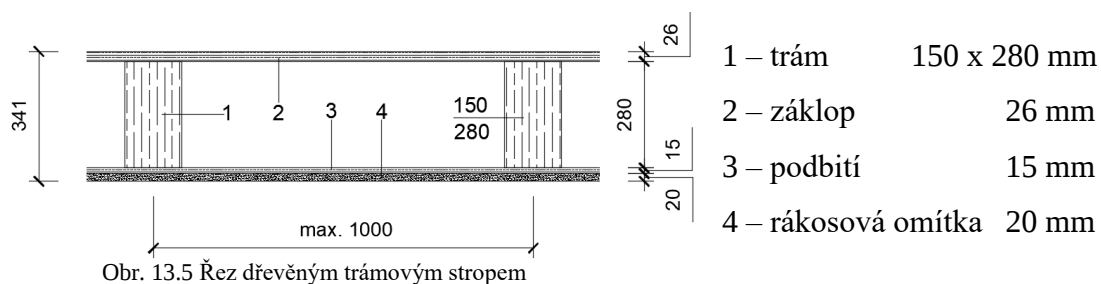
Pro výpočet je nutné znát rozměry a objemovou hmotnost materiálu. Šířka, která je uváděna ve výpočtu a násobíme jí objemovou hmotnost, je jeden běžný metr. Samotný výpočet zatížení je znázorněn v tabulce 13.1.

Tab. 13.1: Výpočet zatížení cihelné klenby nad 1. NP

Zatížení		h (m)	š (m)	ρ (kN/m ³)	Výpočet f_k (kN/m)		γ_F (-)	f_d (kN/m)
Stálé	Linoleum	0,005	1,0	12,0	$0,005 \times 1,0 \times 12 =$	0,06	1,35	0,081
	Dřevěná deska	0,02	1,0	5,0	$0,02 \times 1,0 \times 5 =$	0,1		0,135
	Násyp	0,16	1,0	13,0	$0,16 \times 1,0 \times 13 =$	2,08		2,808
	Záklop	0,14	1,0	18,0	$0,14 \times 1,0 \times 18 =$	2,52		3,402
	Omítka	0,02	1,0	18,0	$0,02 \times 1,0 \times 18 =$	0,36		0,486
	Celkem					5,12	-	6,912
Proměnné	Užitné zatížení	7,5 kN/m ²			$7,5 \times 1,0 =$	7,5	1,5	11,250

13.2.2. Zatížení dřevěného trámového stropu

Vodorovnou nosnou konstrukcí v druhém nadzemním podlaží je dřevěný trámový strop. Místnosti, nad kterými se strop nachází, slouží jako obytné plochy. Podle normy ČSN EN 1991-1-1 řadíme obytné plochy do kategorie A – plochy pro domácí a obytné činnosti a hodnota užitného zatížení pro kategorii A jsou 2,0 kN/m². Pro představu skladby dřevěného trámového stropu je na obrázku 13.5 řez vodorovnou nosnou konstrukcí.



Výpočet byl proveden opět podle Eurokódu 1 a je naznačen v tabulce č. 13.2.

Tab. 13.2: Výpočet zatížení dřevěného trámového stropu nad 2. NP

Zatížení		h (m)	š (m)	ρ (kN/m ³)	Výpočet f_k (kN/m)		γ_F (-)	f_d (kN/m)
Stálé	Záklop	0,026	1,0	5,0	$0,026 \times 1,0 \times 5 =$	0,13	1,35	0,176
	Nosný trám	0,28	0,15	5,0	$0,28 \times 0,15 \times 5 =$	0,21		0,284
	Podbití	0,015	1,0	5,0	$0,015 \times 1,0 \times 5 =$	0,075		0,101
	Rákosová omítka	0,02	1,0	5,0	$0,02 \times 1,0 \times 5 =$	0,1		0,135
	Celkem					0,515	-	0,695
Proměnné	Užitné zatížení	2,0 kN/m ²			$2,0 \times 1,0 =$	2	1,5	3,000

13.2.3. Zatížení od krovu a podlaží

Zatížení opět navrhujeme podle Eurokódu 1 a posuzujeme jeden běžný metr objektu. Opět je obecný výpočet ukázán v tabulce (tab. 13.3.)

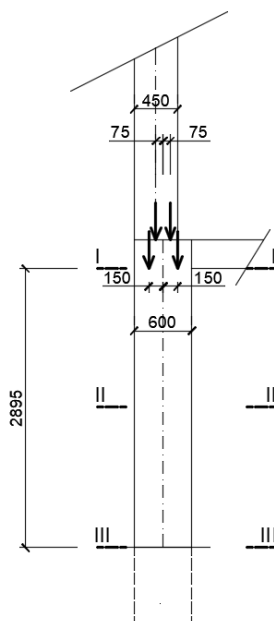
Tab. 13.3: Obecný výpočet zatížení pro posouzení překlady

Zatížení		f_k (kN/m)	γ_F (-)	f_d (kN/m)
1. STŘECHA				
1.1 Stálé		$0,75 \times 1,0 =$ 0,75	1,35	1,013
2. DRUHÉ NADZEMNÍ PODLAŽÍ				
2.1 Stálé	Zdivo	$0,45 \times 3,81 \times 18 =$ 30,861	1,35	41,662
	Omítky	$2 \times 0,03 \times 3,32 \times 20 =$ 3,984		5,378
	Stropy	$1 \times 2,13 \times 6,5/2 =$ 6,923		9,345
	Celkem		-	56,386
2.2 Proměnné	Užitné zatížení	$1 \times 2,0 \times 5,6/2 =$ 5,6	1,5	8,400
3. PRVNÍ NADZEMNÍ PODLAŽÍ				
3.1 Stálé	Zdivo	$0,6 \times 3,19 \times 18 =$ 34,452	1,35	46,510
	Omítky	$2 \times 0,015 \times 2,895 \times 20 =$ 1,737		2,345
	Stropy	$5,12 \times 5,26/2 =$ 13,4656		18,179
	Celkem		-	67,034
3.2 Proměnné	Užitné zatížení	$1 \times 7,5 \times 5,26/2 =$ 19,725	1,5	29,588
4. POSUZOVANÉ PODLAŽÍ				
4.1. Stálé	Zdivo	$0,6 \times 2,895 \times 18 =$ 31,266	1,35	42,209
	Omítky	$0,015 \times 2,895 \times 20 =$ 0,8685		1,172
	Celkem		-	43,382

V tabulce 13. 3 jsou zatížení rozdělené podle částí objektu. Na střechu, označené v tabulce číslem 1, působí pouze stálé zatížení, které se skládá ze střešní krytiny a krovu. První a druhé nadzemní podlaží má jak stálé, tak i proměnné zatížení, tzv. zatížení užitné. Hodnota užitného zatížení odpovídá opět hodnotě, která se nachází v normě ČSN EN 1991-1-1 a určíme ji podle kategorie zatěžovacích ploch. Pro první nadzemní podlaží je to kategorie E1 – skladovací prostory a pro druhé nadzemní podlaží je vhodná kategorie A – obytné prostory. V tabulce 13. 3. je pod číslem 4 uveden výpočet zatížení, které působí na samotný posuzovaný prvek, tj. překlad P1.

Pro výpočet návrhových momentů a normálových sil je nutné ze zatížení, které je na určité excentricitě, stanovit momenty. Právě díky této excentricitě, vyznačené na

obrázku 13.6, tyto momenty vznikají. Vynásobením zatížení d danou excentricitou e získáme momenty m . Výpočty jsou v tabulkách 13.4 – 13.6.



Obr. 13.6 Výpočtový model pro posudek pilíře P1, označení řezů I, II, III

Tab. 13.4: Výpočet momentu m na excentricitě -0,15m

Stálá výpočtová zatížení působící na řez s výstředností $e = -0,075$				
d	=	1,013	(1.1)	
Vyvozený moment	m	=	-0,076	kNm

Tab. 13.5: Výpočet momentu m na excentricitě 0,075m

Stálá a proměnná výpočtová zatížení působící na řez s výstředností $e = 0,075$				
d	=	64,786	(2.1 + 2.2)	
Vyvozený moment	m	=	4,859	kNm

Tab. 13.6: Výpočet momentu m na excentricitě 0,15m

Stálá a proměnná výpočtová zatížení působící na řez s výstředností $e = 0,15$				
d	=	96,621	(3.1 + 3.2)	
Vyvozený moment	m	=	14,493	kNm

13.3. Výpočet MSÚ nevyztuženého zděného pilíře

1. GEOMETRIE

Světlná výška pilíře	$h =$	2,895 m
Šířka průřezu pilíře	$b =$	1,21 m
Tloušťka průřezu pilíře (bez omítek)	$t =$	0,6 m

2. ZATÍŽENÍ

Průřez 1 (hlava pilíře)

Normálová síla	$N_{ed,I} =$	102,285 kN
Moment	$M_{ed,I} =$	0,564 kNm

Průřez m (polovina výšky pilíře)

Normálová síla	$N_{ed,II} =$	123,975 kN
Moment	$M_{ed,II} =$	0,564 kNm

Průřez 2 (pata pilíře)

Normálová síla	$N_{ed,III} =$	167,357 kN
Moment	$M_{ed,III} =$	0,564 kNm

3. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Normalizovaná pevnost zdicího prvku v tlaku	11,5 MPa
Pevnost malty v tlaku	0,59 MPa
Označení zdicího prvku a malty	CP 290/140/65 - P8, M1
Objemová hmotnost zdiva	1800 kg/m ³
Skupina zdicích prvků	1
Dílčí součinitel spolehlivosti zdiva γ_M	2
Součinitel K (pro skupinu 1 a obyčejnou maltu)	0,55
Charakteristická pevnost zdiva v tlaku	

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

$$f_k = 0,55 \times 11,5^{0,65} \times 0,59^{0,25}$$

$$f_k = 2,358 \text{ Mpa}$$

Návrhová pevnost zdiva v tlaku

$$f_d = f_k / \gamma_M$$

$$f_d = 0,537/2$$

$$f_d = 1,179 \text{ MPa}$$

4. KONTROLA ŠTÍHLOSTI

Účinná výška pilíře

$$\begin{aligned}h_{ef} &= h_{p2} \\&= 2,895 \times 1,25 \\&= 3,61875 \text{ m}\end{aligned}$$

Účinná tloušťka pilíře

$$\begin{aligned}t_{ef} &= t \\&= 0,6 \text{ m}\end{aligned}$$

Štíhlostní poměr pilíře

$$\begin{aligned}\lambda &= h_{ef}/t_{ef} \leq 27 \\&= 61875 / 0,6 \\&= 6,031 \leq 27\end{aligned}$$

vyhovuje

5. OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI V PRŮŘEZU I

Vliv výstřednosti

Od návrhového zatížení

$$\begin{aligned}e_{E,I} &= M_{ed,1} / N_{ed,1} \\&= 0,564 / 102,285 \\&= 0,0055 \text{ m}\end{aligned}$$

Počáteční výstřednost

$$\begin{aligned}e_{init} &= h_{ef} / 450 \\&= 3,619 / 450 \\&= 0,0080 \text{ m}\end{aligned}$$

Výstřednost v hlavě

$$\begin{aligned}e_I &= e_{E,I} + e_{init} \\&= 0,0055 + 0,008 \\&\geq 0,05t \\&= 0,0136 \geq 0,05 \times 0,6 \\&\geq 0,03 \text{ m}\end{aligned}$$

VYHOVUJE

Zmenšující součinitel v hlavě pilíře

$$\begin{aligned}\varphi_I &= 1 - 2(e_I/t) \\&= 1 - 2(0,0136 / 0,6) \\&= 0,9548\end{aligned}$$

Návrhová únosnost v průřezu I

$$\begin{aligned} N_{Rd,I} &= \varphi_1 b t f_d \\ &= 0,9548 \times 1,21 \times 0,6 \times 1,179 \times 1000 \\ &= 817,26 \text{ kN} \end{aligned}$$

Podmínka spolehlivosti

$$\begin{aligned} N_{Rd,I} [\text{kN}] &\geq N_{Ed,I} [\text{kN}] \\ 817,26 &\geq 102,285 \\ \text{průřez I vyhovuje} \end{aligned}$$

6. OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI V PRŮŘEZU II

Vliv výstřednosti

Od návrhového zatížení

$$\begin{aligned} e_{E,II} &= M_{ed,II} / N_{ed,II} \\ &= 0,564 / 123,975 \\ &= 0,0045 \text{ m} \end{aligned}$$

Výstřednost od dotvarování

$$\begin{aligned} e_k &= 0,002 \varphi_{\infty} \lambda \sqrt{(t e_{II})} \\ &= 0,002 \times 2 \times 6,03125 \times \sqrt{(0,6 \times 0,0126)} \\ &= 0,0021 \text{ m} \end{aligned}$$

Od účinků zatížení (i nahodilá výstřednost)

$$\begin{aligned} e_m &= e_{E,II} + e_{init} \\ &= 0,0045 + 0,008 \\ &= 0,0126 \text{ m} \end{aligned}$$

Výstřednost v polovině výšky pilíře

$$\begin{aligned} e_{m,k} &= e_{E,II} + e_{init} + e_k \\ &= 0,0045 + 0,008 + 0,0021 \\ &\geq 0,05t \\ &= 0,0147 \geq 0,05 \times 0,6 \\ &\geq 0,03 \text{ m} \end{aligned}$$

Poměrná výsledná výstřednost

$$\begin{aligned} e_{II,k} / t &= 0,0147 / 0,6 \\ &= 0,024 \end{aligned}$$

Zmenšující součinitel uprostřed pilíře

$$\begin{aligned}K_E &= 1000,00 \\ \lambda &= 6,03125 \quad \Rightarrow \quad \varphi_m = 0,79 \\ e_{II,k} / t &= 0,024\end{aligned}$$

Návrhová únosnost v průřezu II

$$\begin{aligned}N_{Rd,II} &= \varphi_m b t f_d \\ &= 0,7897 \times 1,21 \times 0,6 \times 1,179 \times 1000 \\ &= 675,92 \text{ kN}\end{aligned}$$

Podmínka spolehlivosti

$$\begin{aligned}N_{Rd,II} [\text{kN}] &\geq N_{Ed,II} [\text{kN}] \\ 675,92 &\geq 123,975\end{aligned}$$

průřez II vyhovuje

7. OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI V PRŮŘEZU III

Vliv výstřednosti

Od návrhového zatížení

$$\begin{aligned}e_{E,III} &= M_{ed,III} / N_{ed,III} \\ &= 0,564 / 167,357 \\ &= 0,0034\end{aligned}$$

Počáteční výstřednost

$$\begin{aligned}e_{init} &= h_{ef} / 450 \\ &= 3,619 / 450 \\ &= 0,0080\end{aligned}$$

Výstřednost v hlavě

$$\begin{aligned}e_{III} &= e_{E,III} + e_{init} \\ &= 0,0034 + 0,008 \\ &\geq 0,05t \\ &= 0,0114 \geq 0,05 \times 0,6 \\ &\geq 0,03 \text{ m}\end{aligned}$$

VYHOVUJE

Zmenšující součinitel v patě pilíře

$$\begin{aligned}\varphi_{III} &= 1 - 2(e_{III}/t) \\ &= 1 - 2(0,0114 / 0,6) \\ &= 0,9620\end{aligned}$$

Návrhová únosnost v průřezu III

$$\begin{aligned} N_{Rd,III} &= \varphi_{III} b t f_d \\ &= 0,962 \times 1,21 \times 0,6 \times 1,179 \times 1000 \\ &= 823,37 \text{ kN} \end{aligned}$$

Podmínka spolehlivosti

$$\begin{aligned} N_{Rd,III} [\text{kN}] &\geq N_{Ed,III} [\text{kN}] \\ 823,37 &\geq 167,357 \end{aligned} \quad [24]$$

průřez III vyhovuje

13.4. Závěr

V tabulce 13. 7 jsou vypsány návrhové a vypočtené normálové síly v jednotlivých průřezech.

Tab. 13.7: Shrnutí návrhových a vypočtených normálových sil

Označení průřezu	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} (kN)	Rezerva - EC (%)
Průřez I (hlava)	102,285	817,26	87,48
Průřez II (1/2 výšky)	123,975	675,92	81,66
Průřez III (pata)	167,357	823,37	79,67

Zděný pilíř, který jsme posuzovali podle ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 6 na tlak s přispěním ohybového momentu ve všech třech průřezech (hlava pilíře, polovina výšky a pata pilíře) vyhověl i s dostatečnou rezervou. Nejmenší rezerva byla v patě průřezu. Je to z toho důvodu, že právě pata pilíře je nejvíce namáhána tlakem i ohybovými momenty. Jako charakteristickou hodnotu pevnosti zdiva jsme brali 1,18 MPa, která odpovídá variantě, kde zdivo je bez trhlin a maximální vlhkost zdiva je do 4 %. Právě výsledky této varianty jsou shrnuty v tabulce 13.4. Pokud bychom uvažovali i variantu nejméně přívětivou, jejíž hodnota pevnosti v tlaku je 0,8 MPa, i tak by průřez v patě vyhověl. Rezerva by v tomto případě byla 5 %.

I přes kladný výsledek statického výpočtu, s dostatečnou rezervou bych navrhovala objekt odstranit. Rekonstrukce objektu by byla značně složitá. Objekt se nachází v havarijním stavu. Proto navrhuji vypracovat dokumentaci bouracích prací a podle ní diagnostikovaný objekt odstranit. Ještě předtím, než objekt bude odstraněn, je nutné provést předběžná opatření, která zamezí výskytu osob v okolí objektu. V blízkosti

objektu se nachází budova gymnázia a také park, ve kterém se také pohybují lidé. Z tohoto důvodu navrhuji jako předběžné opatření ohraničení objektu páskou a zákazem vstupu do ohraničeného území, které je 3 metry od obvodových zdí na každou stranu objektu. V blízkosti objektu je také vstup do Základní umělecké školy Šlapanice, jedná se o zadní vchod do gymnázia. Doporučuji tento vchod uzavřít a používat pouze přední vchod. Tímto opatřením také zamezíme pohybu osob v okolí objektu.

14. DOKUMENTACE BOURACÍCH PRACÍ [23]

Na diagnostikovaném objektu budou provedeny bourací práce, které se budou týkat komplexně celého objektu a sklepních. Bourací práce nelze provádět okamžitě, bez jakékoliv přípravy. Je zapotřebí vyhotovit dokumentaci bouracích prací s potřebnými náležitostmi. Tyto náležitosti jsou popsány ve vyhlášce č. 499/2006 Sb., vyhláška o dokumentaci staveb v příloze č. 8.

Chceme-li, aby dokumentace byla správně vypracována, musí obsahovat pět částí. První část je průvodní zpráva, dále pak souhrnná technická zpráva, situační výkresy, dokumentace a jako poslední část je přiložena část dokladová. Těchto pět částí musí mít dokumentace bouracích prací vždy. Obsahově a rozsahově se části dokumentace přizpůsobují druhu a významu staveb. Dále také tomu, kde a jak jsou postaveny, jaké mají rozměry a z jakého materiálu jsou postaveny.

14.1. Průvodní zpráva

První částí dokumentace je průvodní zpráva, která je rozdělena to pěti hlavních částí, z nichž některé mají své podčásti.

14.1.1. Identifikační údaje

Jako první jsou v průvodní zprávě popsány obecné informace, tzv. identifikační údaje.

- Je zde uveden název stavby, adresa stavby, na jakém katastrálním území je stavba umístěna a parcelní čísla pozemku.
- Další částí identifikačních údajů jsou informace o vlastníkovi. Jméno a příjmení nebo název firmy (u právnických osob) a dále adresa trvalého bydliště nebo adresa sídla (PO).
- V poslední části identifikačních údajů se píše informace o zpracovateli dokumentace, kterým může být opět fyzická nebo právnická osoba. Pokud je zpracovatel veden jako fyzická osoba, postačí jméno a příjmení.

14.1.2. Seznam vstupních podkladů

V této části dokumentace se předkládají požadavky stavebníka a všech, bouráním dotčených orgánů. Dále také může obsahovat zprávu o stavebně technickém průzkumu, k tomu přiloženou fotodokumentaci objektu a záznamy z měření na objektu. Pokud je k objektu zachována původní dokumentace, i ta zde může být.

14.1.3. Údaje o území

Zde je popsáno nejbližší okolí bouraného objektu. Uvádíme zde, jestli je objekt v zastavěném území nebo jestli stojí samostatně. Jak okolí vypadá, zda se jedná o objekt v centru města nebo objekt na louce atd. A můžeme zde zmínit, jak je objekt postaven, např. jaké jsou základy.

Dále zde musíme vypsát informace o ochraně území dle jiných právních předpisů. Musíme uvést, zda je nebo není objekt v území, které je chráněno zvláštními právními předpisy, např. jestli se nejedná o památkovou rezervaci, záplavovou oblast, památkovou zónu nebo zvláště chráněné území.

Důležité v této části jsou i údaje o splnění požadavků dotčených orgánů. Uvádíme zde stanoviska všech dotčených orgánů. Můžou zde být orgány, které chrání veřejný zájem (životní prostředí, pozemní komunikace, ochrana veřejného zdraví atd.). Pokud tyto orgány mají nějaké požadavky, jsou zapracovány do dokumentace.

Úkolem zpracovatele dokumentace je také uvést seznam všech sousedních pozemků, které jsou nezbytné pro kontakt při provádění bouracích prací. Informace o sousedních pozemcích jsou brány z katastru nemovitostí.

14.1.4. Údaje o stavbě

Jako první popíšeme druh a užívání odstraňovaného objektu. Popíšeme rozměry, zda se jedná o podsklepený či nepodsklepený objekt, kolik má pater, jak je nebo byl objekt využíván. Zda se jedná o rodinný dům, sportovní halu nákupní středisko atd.

I samotná stavba, ne jenom území, může být chráněna jinými právními předpisy. Pokud je stavba právě těmito předpisy chráněna, jedná se o tzv. kulturní památku. V případě, kdy je stavba prohlášena za kulturní památku, musí dojít ke zrušení prohlášení, že stavba je chráněná.

Také zde musíme informovat o splnění požadavků dotčených orgánů. Údaje o stavbě dále zahrnují rozměry zastavěné plochy a obestavěného prostoru.

Jako posledním bodem jsou základní předpoklady pro odstranění stavby. Pokud je objekt připojen na vodovod, plynovod, kanalizaci, nebo ke kabelům NN, probíhá kontrola odpojení přípojek vody, kanalizace a odpojení elektro přípojky od vnitřních rozvodů. Dále se zde uvádí, v jakém časovém horizontu bude demolice provedena a zda

bude členěna na etapy. Také je vhodné se zmínit o nákladech demolice a způsobu provádění.

V části s názvem Členění odstraňování stavby popisujeme rozebírání objektu, zda jej budeme rozebírat postupně nebo provedeme demolici za pomoci trhaviny. To se také odvíjí od toho, v jakých místech se objekt nachází.

14.2. Souhrnná technická zpráva

14.2.1. Popis území stavby

V této části je popsána ve zkratce charakteristika zastavěného stavebního pozemku. Kde se nachází chodník, silnice nebo zelený pruh, jejich šířky a směr od objektu. Že v určité vzdálenosti je řeka s určitou výškou hladiny, atd. Musí se zmínit i stávající ochranná a bezpečnostní pásma. Důležitá je také poloha objektu vzhledem k záplavovému a poddolovanému území apod., dále se musí zpracovatel soustředit i na to, jaký bude mít vliv odstraňování objektu na přilehlé okolní stavby a pozemky a také na odtokové poměry. Musí tedy brát v úvahu ochrana okolí objektu. Je nutné provést i vyhodnocení kontaminace škodlivými látkami v prostorech stavby, které nejsou v souladu s životním prostředím. Nejčastější škodlivou látkou při demolcích je azbest. Pokud je předpoklad výskytu azbestu, zpracovatel dokumentace by měl uvést i nakládání s azbestem po demolice objektu. Měl by být ukládán samostatně a zneškodněn specializovanou firmou. V neposlední řadě se musí vznést požadavky na kácení dřevin, pokud se u objektu vyskytují, a také popsát věcné a časové vazby a podmiňující, vyvolané a související investice.

14.2.2. Celkový popis stavby

V této části dokumentace se zabýváme stručným popisem stavebních nebo inženýrských objektů a jejich konstrukcí. Popisujeme zde např. skladbu stropu, typ krovu, střešní krytinu, výplně otvorů, zdivo, ze kterého je objekt postaven, druhy omítek, typy podlah, plynoinstalace atd. Dále jsou zde stručně popsána technická nebo technologická zařízení, pokud se v objektu vyskytují a také výsledky stavebního průzkumu potvrdí, přítomnost azbestu ve stavbě.

14.2.3. Připojení na technickou infrastrukturu

Popisujeme zde napojovací místa technické infrastruktury, a pokud je budova napojena na některou z inženýrských sítí, jsou zde ještě dodány připojovací rozměry,

výkonové kapacity a délky a také způsob, kterým inženýrské sítě budou odpojeny před samotnou demolicí.

14.2.4. Úpravy terénu a řešení vegetace po odstranění stavby

V této části jsou řešeny terénní úpravy po odstranění stavby. Můžou zde být vysáány vegetační prvky a biotechnická opatření. Biotechnická opatření jsou náročnější na provedení.

14.2.5. Zásady organizace bouracích prací

Pokud je nutné k demolici zajistit přívod vody či elektřiny, musí to být také napsáno v dokumentaci. Dále se zde také uvádí nakládání s odpadními vodami a princip, jakým bude probíhat odvodnění staveniště. Do dokumentace bouracích prací je nutné zahrnout i napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, ochranu okolí staveniště, vliv odstranění stavby na okolní pozemky a stavby. Také zpracovat studii o maximálním množství a druhu vyprodukovaného odpadu a emisích při odstranění stavby, dále jak s odpadem bude nakládáno, způsob přepravy na skládku, jeho uložení, další využití nebo likvidace. Je nutné znát i maximální zábory, které jsou nutné k demolici. Dále se popisuje v této ochrana životního prostředí při vlastním odstraňování stavby. Sem zahrnujeme zejména hluk a vibrace způsobené technikou, která je nutná pro demolici a také zvýšenou prašnost v okolí objektu. Dbá se i na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništi a na posouzení koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví při práci dle jiných právních předpisů, a pokud jsou odstraněním objektu dotčeny stavby, které mají požadavky na bezbariérový přístup, je povinností tento bezbariérový přístup zachovat nebo provést jiným způsobem. Jestliže jsou dotčeny místní komunikace, je nutností provést dopravně inženýrská opatření.

14.3. Situační výkresy

Situační výkresy jsou rozděleny do dvou částí. Jsou to výkresy širších vztahů a výkresy katastrální.

14.3.1. Situační výkresy širších vztahů

Měřítko těchto výkresů je v rozmezí 1 : 500 až 1 : 50000, pokud se jedná o stavbu, která byla kulturní památkou, a toto prohlášení bylo zrušeno. V měřítku 1: 200 se provádí výkresy staveb, které jsou v památkové zóně nebo rezervaci. Ve výkresech se

dále uvádí také napojení stavby na dopravní a technickou infrastrukturu, ochranná a bezpečnostní pásma a vyznačení hranic dotčeného území

14.3.2. Katastrální situační výkres

U těchto výkresů se používá měřítko, které je na katastrální mapě. Zde se vyznačují odstraňované stavební a inženýrské objekty a také vliv bouracích prací na okolí.

14.3.3. Dokumentace

Pokud odstraňujeme inženýrské nebo stavební objekty, dokumentace se zpracovává po objektech v následujícím členění v přiměřeném rozsahu.

14.3.4. Technická zpráva

Technická zpráva obsahuje popis technologického postupu bouracích prací a odstraňování technologických a technických zařízení. Upozorňuje na neobvyklé a netradiční technologické postupy, konstrukce a konstrukční detaily.

14.3.5. Výkresová část

V této výkresové části jsou výkresové dokumentace stávajícího stavu objektu, navíc ještě s vyznačením vazeb na stávající sousední stavby. A pokud nejsou v technické zprávě dostatečné informace o postupu bouracích prací, je nutné předložit schematicky zakreslené výkresy postupu bouracích prací.

14.3.6. Statické posouzení

Tato část se zabývá statickým, popř. dynamickým výpočtem posouzení stability konstrukce v jednotlivých etapách bouracích prací. Výpočet lze provádět i pro návrh dočasného podepření konstrukce.

14.4. Dokladová část

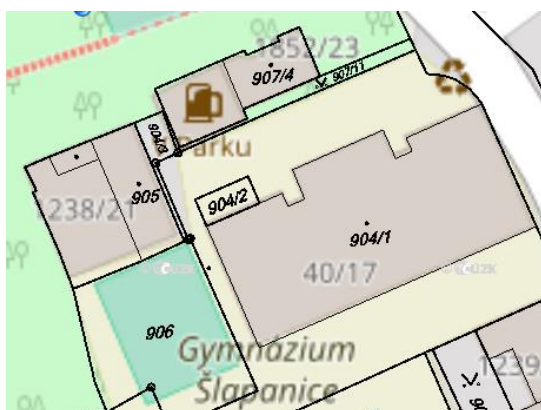
Závěrem dokumentace bouracích prací je tzv. dokladová část. V této části jsou obsaženy doklady o tom, že byly splněny požadavky podle jiných právních předpisů, které byly vydány příslušnými správními orgány nebo osobami. Jsou zde:

- Rozhodnutí, vyjádření dotčených orgánů, stanoviska a závazná stanoviska, která z větší části vydávají krajské hygienické stanice, Ředitelství silnic a dálnic, městské a krajské úřady, popřípadě Národní památkový ústav.

- V další části jsou stanoviska vlastníků veřejné dopravní a technické infrastruktury. Například vodárenské, plynárenské nebo telekomunikační společnosti.
- V případě, že objekt je zasíťován, je nutné mít stanoviska od vlastníků sítí. Tato stanoviska se týkají způsobu a možností odpojení dané sítě.
- Můžeme se stát, že objekt leží v oblasti ochranného nebo bezpečnostního pásma podle jiných právních předpisů. Jestliže tato pásma budou demolicí dotčena, je nutnost mít vyjádření se souhlasem i od vlastníků nebo provozovatelů daného pásma.
- Poslední stanoviska v dokladové části dokumentace jsou stanoviska ostatní, vyjádření, posudky a výsledky jednání, která probíhala v průběhu zpracovávání dokumentace.

15. DEMOLICE OBJEKTU

Demolice objektu je nařízena na základě stavebně technického průzkumu. Před zahájením demolice diagnostikovaného objektu musí být provedena dokumentace bouracích prací a měli bychom obeznámit s tímto záměrem majitele sousedních pozemků. Rozdělení pozemků v okolí objektu je zakresleno na obrázku 15.1.



Obr. 15.1 Rozdělení pozemků [21]

Vlastnické právo parcel č. 904/1, č. 904/3, č. 906 a příjezdové cesty k objektu má Jihomoravský kraj, který zde provozuje Gymnázium a Základní uměleckou školu Šlapanice, příspěvkovou organizaci. Vlastníkem dalších parcel, tj. 904/2, 907/4 a 907/11 je město Šlapanice.

Objekt se nenachází v žádné památkové zóně ani v záplavové oblasti. Je napojen na vodu a elektřinu. Proto je nutné kontaktovat majitele vodovodního řadu, kterým Svazek obcí pro vodovody a kanalizace Šlapanicko a také správce elektro přípojky.

Předpokládané trvání demolice je 1 měsíc od zahájení a samotná demolice nebude rozdělená na etapy.

Orientační cena demolice se dá stanovit podle ceníku stavebních prací, ovšem skutečnou cenu budeme vědět až z kalkulace, kterou vyhotoví firma na provádění demoličních prací.

Před demolicí ještě musíme provést zábor chodníku, který kříží příjezdovou cestu do areálu před objekt.

Demolice by mohla probíhat tím způsobem, že nejprve dojde k tzv. odstojení objektu, tím bude dodrženo roztržení bouraných materiálů. Manuálně bude sejmuta

střešní krytina a odvezena na nejbližší skládku, v našem případě je to recyklační středisko Brno - Modřice. Následně bude zbourán krov a strop 2. nadzemního patra. Vzhledem ke stavu krovu a stropu, který je havarijní, nedoporučuji bourací práce provádět ručně. Vhodnější by bylo, kdyby střecha byla stržena za pomoci těžké techniky na zatravněnou plochu, která je u severní části objektu. Těžkou techniku můžeme použít i při demolování následujících částí objektu, jako jsou obvodové stěny a strop prvního nadzemního podlaží. Při použití těžké techniky je důležité strhávat stěny dovnitř objektu, a to kvůli bezpečnosti. Druhým způsobem rozebrání objektu, na kterém již není střecha a strop druhého nadzemního podlaží, je rozebrání zdiva manuálně. Obvodové zdi i strop nad 1. nadzemním podlažím budou postupně rozebírány po jednotlivých patrech. Tím se zajistí maximální bezpečnost osob, které budou demolicí přítomny. Ať už to jsou osob, které demolicí přímo provádí nebo osoby přihlížející (studenti, návštěvníci parku).

Po demolicí je nutné materiál dotřídit, neznečištěné recyklovatelné části jsou vhodné ke zrecyklování a nevyužitelné části je potřeba odvést na předem určené skládka materiálu. Jak má být s odpady nakládáno, je popsáno v zákoně č. 185/2001Sb. v kapitole Rozhodnutí o odstranění stavby.

Otázkou zůstává, zda demolovat sklep, který se nachází za objektem a je v přímém kontaktu s terénem. Pokud bychom se rozhodli, že sklep také zdemolujeme, může dojít k sesuvu svahu a tím ohrozit životy osob, které se zde pohybují. V druhém případě, kdy bude sklep ponechán, by bylo vhodné provést ve sklepních prostorech hydroizolaci. Pokud bychom se rozhodli pro první případ, sklep také zdemolovat, je nutný geotechnický posudek svahu, který je nad sklepními prostory.

Samotné odstraňování stavby nebude mít negativní vliv na hladinu podzemní vody. Zvýšenou pozornost při demolicí bychom měli věnovat hladině hluku, který vznikne používáním technických zařízení a také množství prachu vyprodukovaného demolicí. Je možné nadměrnou prašnost redukovat kropením. Zvýšená pozornost je nutná z toho důvodu, že v bezprostřední blízkosti je gymnázium. U tohoto objektu nepředpokládáme výskyt škodlivých látek, jako např. azbestu. Pro lepší orientaci a viditelnost doporučuji pokácet stromy, které jsou za západní obvodovou zdí objektu.

S ohledem na stav objektu, který je havarijní, doporučuji demolici provést co v nejkratší době.

Po demolici objektu bude pozemek urovnán, ohumusován a zatravněn.

16. ZÁVĚR

Moje diplomová práce je zaměřená na diagnostický průzkum, který můžeme díky jeho rozsahu charakterizovat i jako podrobný stavebně technický průzkum. Tento průzkum byl prováděn na objektu, který se nachází ve Šlapanicích na ulici Riegrova s číslem popisným 1238/21. Sousedním objektem diagnostikovaného objektu je budova gymnázia a městský park.

Průzkum byl členěn do dvou etap. První etapu můžeme nazvat předběžným stavebně technickým průzkumem. V první etapě průzkumu jsme provedli vizuálně defektoskopickou prohlídku, objekt si zaměřili a vyzpovídali pamětníky a místního kronikáře pana Kopeckého. Na základě všech těchto informací, ať už ústních nebo z vizuálně defektoskopické prohlídky či z měření, jsem vyhotovila příslušné půdorysy a řezy objektu.

Podrobný stavebně technický průzkum, tj. druhá etapa průzkumu, spočíval v provedení nedestruktivních zkoušek cihelného zdiva. Zkoušky cihelného zdiva byly provedeny dvě. První zkouškou, Schmidtovým tvrdoměrem LB, jsem zjistila pevnost zdících prvků. Při obrušování povrchu zdících prvků pro zkoušku Schmidtovým tvrdoměrem se zdící prvky loupali. Odlupování vrstev zdícího prvku je zapříčiněno zmrazovacími a rozmrazovacími cykly. Odloupnuté vrstvy jsou znázorněny na obrázku 16.1.



Obr. 16.1 Odloupnuté vrstvy zdících prvků

Druhou zkouškou, tzv. „Kučerovou vrtačkou“, jsem určila jakou pevnost má malta, do které jsou zdící prvky osazeny. Při kontrole tloušťky spár jsem zjistila, že většina svislých spár není maltou vyplněna.

Už samotný vizuálně defektoskopický průzkum odhalil na objektu nálezy, které můžeme nazvat závažnými až havarijnými poruchami. Těmito poruchami je například spadlý krov a vybočení stěny v důsledku spadnutí krovu. Dále také prohnílé stropy druhého nadzemního podlaží.

Na objektu byly realizovány tři sondy pro zjištění pevnostní třídy zdicích prvků a pevnosti zdící malty. Tyto sondy se nacházejí na východní obvodové stěně objektu v 1. NP. Z hodnot získaných zkouškami byl proveden statický výpočet zděného pilíře. Pilíř se nachází v tom samém patře, tj. 1.NP, ve kterém byly provedeny sondy. Je z cihel plných pálených pevnostní třída CP 8 (norma ČSN EN 771-1+A1) vyzděn na maltu vápennou, která je podle normy ČSN EN 998-2 ED. 2 řazena do pevnostní třídy M1. Statický výpočet s naměřenými hodnotami vyhověl s rezervou 22 %.

I přes vyhovující výsledek doporučuji objekt odstranit. V diplomové práci se nachází kapitola č. 14 Dokumentace bouracích prací, podle které by demolice měla být provedena. Odstranění objektu bych doporučila převážně kvůli havarijnímu stavu objektu jako celku. Ze stávajícího objektu se ponechají sklepní prostory, které jsou v dobrém stavu. Navrhuji v těchto prostorách provést hydroizolaci. Demolici by měla provést odborná firma se zkušenostmi s bouráním objektů a samozřejmě co v nejkratší možné době, aby objekt neohrožoval životy a zdraví osob, které se kolem objektu pohybují.

17. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ZDĚNÉ KONSTRUKCE, Modul M01, Základy navrhování; Ing. Rostislav Jeneš, Ing. Božena Podroužková
- [2] ZEDNICTVÍ, TRADICE Z POHLEDU DNEŠKA, 8. upravené a doplněné vydání, 1998; Kohout J., Tobek A.
- [3] POZEMNÍ STAVITELSTVÍ I. Pro 1. ročník SPŠ stavebních; vydání páté, upravené, 2002; Hájek V. a kolektiv.
- [4] NAZELENO.CZ, [citace 2017-11-04].
Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/stavba/stavebni-material/hlina-jako-stavebnimaterial-hlinene-omitky-barvy-nepalene-cihly-a-hlinene-panely.aspx>
- [5] DREVOSTAVBY.CZ, [citace 2017-11-04].
Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/zdrave-bydleni/2804-nepalene-cihly-n-prezitek-nebo-revoluce>
- [6] TPM.FSV.CVUT.CZ, [citace 2017-11-06].
Dostupné z: http://tpm.fsv.cvut.cz/student/documents/files/IZMA/prednaskaII_IZMA.pdf
- [7] STAVEBNÍ HMOTY, Luboš Svoboda a kolektiv, Bratislava 2007
- [8] STAVEBNÍ MATERIÁLY; doc. Ing. Jiří Adámek, CSc., Ing. Bohumil Novotný, CSc., Ing. Jan Koukal
- [9] SEZNAM.CZ, a.s. Mapy.cz. [citace 2017-10-18]. Dostupné z: <https://mapy.cz>
- [10] GOOGLE.CZ, [citace 2017-10-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>
- [11] Kronika města Šlapanice, Kopecký Josef
- [12] GEOLOGY.CZ, [citace 2017-10-18]. Dostupné z: <http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/ku-762792/#mapy-online>
- [13] ČSN 72 2600. Cihlářské výrobky. Společná ustanovení, Praha, 1988
- [14] ČSN EN 771-1 +A1 (722634). Specifikace zdicích prvků – Část 1: Pálené zdicí prvky. Praha, 5/2017
- [15] DEK.CZ, [citace 2017-11-14]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/produkty/detail/1230700030-crh-cihla-alfa-derovana-rf>
- [16] ZKUŠEBNICTVÍ A TECHNOLOGIE, Modul BI02 – MO1, Technologie betonu, stavební keramika; Doc. Ing. Rudolf Hela, CSc., Ing. Radomír Sokolář, Ph.D.

- [17] DIAGNOSTIKA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ, PŘEDNÁŠKY; Doc. Ing. Leonard Hobst, CSc., Prof. Ing. Jiří Adámek, CSc., Ing. Petr Cikrle, Ph.D., Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
- [18] PROINEX.CZ, [citace 2017-11-16]. Dostupné z: <http://www.proinex.cz/cs/101-poldi-kladivko.html>
- [19] SZK.FCE.VUTBR.CZ, [citace 2017-11-16].
Dostupné z: http://www.szk.fce.vutbr.cz/vyuka/BI52/2016/ESF_C3_N%C3%A1vod_zdivo_2016.pdf
- [20] PROINEX.CZ, [citace 2017-11-27].
Dostupné z: <http://www.proinex.cz/cs/107-originalni-schmidtova-kladivka-proceq.html>
- [21] IKATASTR.CZ, [citace 2017-11-27].
Dostupné z: http://www.ikatastr.cz/ikatastr.htm#zoom=19&lat=49.16896&lon=16.7247&layers_3=0B0000FFTF&lon=16.724831&lat=49.168825
- [22] ČSN ISO 13822
- [23] Vyhláška č. 499/2006 Sb., příloha č. 9
- [24] ČSN EN 1996 EC 6: Zděné konstrukce

18. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 3.1 Zdivo kamenné	16
Obr. 3.2 Zdivo cihelné	16
Obr. 3.3 Zdivo smíšené.....	16
Obr. 4.1 Cihla nepálená	19
Obr. 4.2 Výroba nepálených cihel	19
Obr. 4.3 Zdivo z cihelných bloků	20
Obr. 4.4 Umístění lomového kamene ve zdi	26
Obr. 4.5 Řádkové čisté zdivo.....	27
Obr. 4.6 Řádkové hrubé zdivo	27
Obr. 4.7 Haklíkové zdivo.....	27
Obr. 4.8 Kvádrové zdivo.....	27
Obr. 4.9 Smíšené zdivo.....	28
Obr. 4.10 Kyklopské zdivo	29
Obr. 5.1 Rozdělení zdících prvků na vazák a běhoun	29
Obr. 5.2 Styčná a ložná spára zdiva.....	29
Obr. 5.3 Vazba běhounová	30
Obr. 5.4 Vazba vazáková.....	30
Obr. 5.5 Vazba polokřížová.....	30
Obr. 5.6 Vazba křížová	30
Obr. 5.7 Vazba polská (s kameny v zadní části zdi).....	31
Obr. 5.8 Vazba holandská.....	31
Obr. 6.1 Winklerův trojúhelníkový diagram	37
Obr. 6.2 Schématické uspořádání cihlářské výrobní linky	41
Obr. 7.1 Lícová cihla děrovaná.....	45
Obr. 8.1 Poldi kladívko.....	52
Obr. 8.2 Tvrdoměr typu Schmidt LB.....	53
Obr. 8.3 Provedení vývrtu 75 mm vrtákem (dle doc. Ing. P. Cikrleho,Ph.D)	54
Obr. 8.4 Válcový intendor	55
Obr. 8.5 Schmidt PM	56
Obr. 8.6 Kučerova vrtačka.....	56
Obr. 8.7 Elektrická vrtačka PZZ 01	57

Obr. 8.8 Řez zdívkou – vrt ve spáře.....	58
Obr. 8.9 Pohled na zdivo – rozmístění vrtů	58
Obr. 8.10 Kalibrační vztahy pro ruční vrtačku (Kučerova vrtačka)	59
Obr. 8.11 Kalibrační vztahy pro elektrickou vrtačku (vrtačka PZZ 01).....	60
Obr. 9.1 Situace umístění objektu.....	61
Obr. 9.2 Letecký pohled na objekt.....	60
Obr. 9.3 Šlapanice v roce 1826.....	62
Obr. 9.4 Detail na objekt.....	62
Obr. 9.5 Propojení budov.....	62
Obr. 9.6 Fotografie objektu zepředu	63
Obr. 9.7 Fotografie objektu zepředu	63
Obr. 9.8 Geologická mapa 1:50 000	64
Obr. 9.9 Trasa vodního toku před rokem 1912	64
Obr. 9.10 Současná mapa s původní trasou potoka	64
Obr. 10.1 Katastrální mapa	65
Obr. 10.2 Pohled z budovy gymnázia na objekt	65
Obr. 10.3 Kontakt objektu s terénem.....	65
Obr. 10.4 Větrací otvor ve sklepe	66
Obr. 10.5 Pohled ze sklepa	66
Obr. 10.6 Stěnový podélný systém (1. NP)	66
Obr. 10. 7 Základy objektu	66
Obr. 10. 8 Půdorys sklepa.....	67
Obr. 10.9 Pohled na objekt s vyznačeným vstupem do sklepa.....	67
Obr. 10.10 Větší (hlavní) část sklepa.....	67
Obr. 10.11 Menší část sklepa.....	67
Obr. 10.12 Půdorys 1.NP	68
Obr. 10.13 Půdorys 2. NP	69
Obr. 10.14 Rákosový strop 2. NP	69
Obr. 10.15 Půdorys krovu s vazbami.....	70
Obr. 10.16 Fotografie střešní krytiny objektu.....	70
Obr. 10.17 Nově vybudované okno	70
Obr. 10.18 Znázornění propojení budov	71

Obr. 10.19 Otvor na severní straně budovy	71
Obr. 10.20 Zazděné dveře (vlevo) a stávající dveře (vpravo)	72
Obr. 11.1 Fotografie střešní krytiny.....	73
Obr. 11.2 Náletové rostliny na podlaze půdního prostoru	73
Obr. 11.3 Otvor do 2. nadzemního podlaží.....	74
Obr. 11.4 Detail zříceného vazného trámu	74
Obr. 11.5 Nerovnoměrnosti hřebene střechy	74
Obr. 11.6 Strop nad místností č. 201	75
Obr. 11.7 Strop nad místností č. 204	75
Obr. 11.8 Zřícení stropu.....	75
Obr. 11.9 Poškození trámu	75
Obr. 11.10 Detail uložení trámu ve zdi.....	75
Obr. 11.11 Stěna (z místnosti č. 208)	76
Obr. 11.12 Detail na libelu přiloženou ke stěně	76
Obr. 11.13 Trhliny nad okny v 2. NP	76
Obr. 11.14 Trhliny nad okny v 2. NP	76
Obr. 11.15 Broušení zdiva	77
Obr. 11.16 Připravené plocha zdiva.....	77
Obr. 11.17 Zkouška Schmidtovým tvrdoměrem	77
Obr. 11.18 Zkouška Kučerovou vrtačkou.....	78
Obr. 11.19 Odstranění malty ze spáry	78
Obr. 11.20 Digitální hloubkoměr.....	78
Obr. 12.1 Umístění sond na objektu	79
Obr. 13.1. Skladba podlahy 1.NP	84
Obr. 13.2 Řez A – A, P1 – posuzovaný pilíř	85
Obr. 13.3 Skladba stropní konstrukce.....	86
Obr. 13.4 Řez cihelnou klenbou	86
Obr. 13.5 Řez dřevěným trámovým stropem.....	87
Obr. 13.6 Výpočtový model pro posudek pilíře P1, označení řezů I, II, III	89
Obr. 15.1 Rozdělení pozemků	89
Obr. 16.1 Odloupnuté vrstvy zdících prvků	105

Tab. 4. 1: Nasákavost různých materiálů.....	24
Tab. 6.1: Zastoupení jednotlivých frakcí v tvárlivých surovinách	33
Tab. 6.2: Zastoupení oxidů v keramickém výrobku a jejich vlastnosti	35
Tab. 6.3: Orientační hodnoty fyzikálních vlastností cihelného střepu	42
Tab. 7.1: Přehled keramických dílců	46
Tab. 8.1: Součinitel vlivu výšky a šířky zdících prvků	54
Tab. 12.1: Výpočtová pevnost zdiva (bez poškození trhlinami, vlhkost do 4 %)	82
Tab. 12.2: Výpočtová pevnost zdiva (bez poškození trhlinami, vlhkost 10 %)	88
Tab. 12.3: Výpočtová pevnost zdiva (poškození trhlinami, vlhkost do 4 %).....	89
Tab. 12.4: Výpočtová pevnost zdiva (poškození trhlinami, vlhkost 10 %)......	89
Tab. 13.1: Výpočet zatížení cihelné klenby nad 1. NP.....	87
Tab. 13.2: Výpočet zatížení dřevěného trámového stropu nad 2. NP	87
Tab. 13.3: Obecný výpočet zatížení pro posouzení překladu	88
Tab. 13.4: Výpočet momentu m na excentricitě -0,15m	89
Tab. 13.5: Výpočet momentu m na excentricitě 0,075m.....	89
Tab. 13.6: Výpočet momentu m na excentricitě 0,15m.....	89
Tab. 13.7: Shrnutí návrhových a vypočtených normálových sil	94

19. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P1: Výsledky NDT zkoušek pevnosti zdiva v tlaku, sonda Z1

Příloha P2: Výsledky NDT zkoušek pevnosti zdiva v tlaku, sonda Z2

Příloha P3: Výsledky NDT zkoušek pevnosti zdiva v tlaku, sonda Z3

Příloha P4: Výsledky NDT zkoušek pevnosti malty v tlaku, sonda Z1

Příloha P5: Výsledky NDT zkoušek pevnosti malty v tlaku, sonda Z2

Příloha P6: Výsledky NDT zkoušek pevnosti malty v tlaku, sonda Z3

Příloha P7: Půdorys 1. NP a sklepa

Příloha P8: Půdorys 2. NP

Příloha P9: Výkres krovu

Příloha P10: Řez A - A

Příloha P11: Řez B - B

P1: Výsledky NDT zkoušek pevnosti zdiva v tlaku, sonda Z1

Zkoušky pevnosti cihly v tlaku - NDT zkouška Schidtovým tvrdoměrem LB Šlapanice, Riegrova 1238/21 Sonda Z1										
Zkušební místo	V1									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	17	17	18	15	16	15				
Průměrný odraz R'	16,3									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'		13,0		1,2x R'		19,6			
Počet platných hodnot R_i	$6 \geq 5$		Upravený průměr						16,3	
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									10,1 MPa	
Zkušební místo	V2									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	16	14	15	14	16	15	16			
Průměrný odraz R'	15,1									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'		12,1		1,2x R'		18,1			
Počet platných hodnot R_i	$7 \geq 5$		Upravený průměr						15,1	
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									8,99 MPa	
Zkušební místo	V3									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	18	19	20	21	20	20	21	22	22	19
Průměrný odraz R'	20,2									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'		16,2		1,2x R'		24,2			
Počet platných hodnot R_i	$10 \geq 5$		Upravený průměr						20,2	
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									13,9 MPa	
Zkušební místo	V4									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	22	23	24	25	22	24	20	25	22	22
Průměrný odraz R'	22,9									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'		18,3		1,2x R'		27,5			
Počet platných hodnot R_i	$10 \geq 5$		Upravený průměr						22,9	
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									16,5 MPa	

Pokračování na další straně

Zkušební místo	B1									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	17	18	19	21	19	17	20	18	21	20
Průměrný odraz R'	19									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'			15,2		1,2x R'			22,8	
Počet platných hodnot R_i	10 $\geq$ 5			Upravený průměr					19	
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									12,7 MPa	
Zkušební místo	B2									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	18	20	19	21	22	22	19	18	18	17
Průměrný odraz R'	19,4									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'			15,5		1,2x R'			23,3	
Počet platných hodnot R_i	10 $\geq$ 5			Upravený průměr					19,4	
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									13,1 MPa	
Celkový průměr jednotlivých pevností $f_{b,e}$ ze sondy Z1									12,5 MPa	

P2: Výsledky NDT zkoušek pevnosti zdiva v tlaku, sonda Z2

Zkoušky pevnosti cihly v tlaku - NDT zkouška Schidtovým tvrdoměrem LB										
Šlapanice, Riegrova 1238/21										
Sonda Z2										
Zkušební místo	V1									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	14	15	14	16	13	15				
Průměrný odraz R'	14,5									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'			11,6			1,2x R'			17,4
Počet platných hodnot R_i	$6 \geq 5$			Upravený průměr					14,5	
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									8,42 MPa	
Zkušební místo	V2									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	17	18	17	15	18	15				
Průměrný odraz R'	16,7									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'			13,4			1,2x R'			20
Počet platných hodnot R_i	$6 \geq 5$			Upravený průměr					16,7	
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									10,5 MPa	
Zkušební místo	V3									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	19	21	20	18	16	18	21			
Průměrný odraz R'	19									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'			15,2			1,2x R'			22,8
Počet platných hodnot R_i	$7 \geq 5$			Upravený průměr					19	
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									12,7 MPa	
Zkušební místo	B1									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	19	18	16	17	17	18	19	17	16	18
Průměrný odraz R'	17,5									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'			14,0			1,2x R'			21
Počet platných hodnot R_i	$10 \geq 5$			Upravený průměr					17,5	
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									11,3 MPa	
Zkušební místo	B2									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	21	19	18	20	17	19	19	18	18	21
Průměrný odraz R'	19									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'			15,2			1,2x R'			22,8
Počet platných hodnot R_i	$10 \geq 5$			Upravený průměr					19	
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									12,7 MPa	
Celkový průměr jednotlivých pevností $f_{b,e}$ ze sondy Z2									11,1 MPa	

P3: Výsledky NDT zkoušek pevnosti zdiva v tlaku, sonda Z3

Zkoušky pevnosti cihly v tlaku - NDT zkouška Schidtovým tvrdoměrem LB Šlapanice, Riegrova 1238/21 Sonda Z3										
Zkušební místo	V1									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	19	21	19	18	20	21				
Průměrný odraz R'	19,7									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'		15,8		1,2x R'		23,6			
Počet platných hodnot R_i	$6 \geq 5$		Upravený průměr				19,7			
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									13,4 MPa	
Zkušební místo	V2									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	18	15	16	16	15	15				
Průměrný odraz R'	15,8									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'		12,6		1,2x R'		19			
Počet platných hodnot R_i	$6 \geq 5$		Upravený průměr				15,8			
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									9,66 MPa	
Zkušební místo	V3									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	18	17	18	18	17	20				
Průměrný odraz R'	18,0									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'		14,4		1,2x R'		21,6			
Počet platných hodnot R_i	$6 \geq 5$		Upravený průměr				18,0			
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									11,8 MPa	
Zkušební místo	V4									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	18	19	17	20	21	19				
Průměrný odraz R'	19,0									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'		15,2		1,2x R'		22,8			
Počet platných hodnot R_i	$6 \geq 5$		Upravený průměr				19,0			
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									12,7 MPa	

Pokračování na další straně

Zkušební místo	V5									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	18	18	17	16	19	21				
Průměrný odraz R'	18,2									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'			14,6			1,2x R'			21,8
Počet platných hodnot R_i	$6 \geq 5$			Upravený průměr						18,2
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									12,0 MPa	
Zkušební místo	V6									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	16	17	17	16	19	18	16			
Průměrný odraz R'	17,0									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'			13,6			1,2x R'			20,4
Počet platných hodnot R_i	$7 \geq 5$			Upravený průměr						17,0
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									10,8 MPa	
Zkušební místo	V7									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	19	21	20	21	19	20				
Průměrný odraz R'	20,0									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'			16,0			1,2x R'			24
Počet platných hodnot R_i	$6 \geq 5$			Upravený průměr						20,0
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									13,7 MPa	
Zkušební místo	V8									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	17	16	18	17	20	21				
Průměrný odraz R'	18,2									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'			14,6			1,2x R'			21,8
Počet platných hodnot R_i	$6 \geq 5$			Upravený průměr						18,2
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									12,0 MPa	
Zkušební místo	V6									
Číslo úderu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odraz R_i	16	18	17	18	20	20	19	18	20	21
Průměrný odraz R'	18,7									
Meze $\pm 20\%$	0,8x R'			15,0			1,2x R'			22,4
Počet platných hodnot R_i	$10 \geq 5$			Upravený průměr						18,7
Pevnost dle kalibračního vztahu $f_{b,e}=0,956 \times R - 5,444$									12,4 MPa	
Celkový průměr jednotlivých pevností $f_{b,e}$ ze sondy Z3									10,8 MPa	

P4: Výsledky NDT zkoušek pevnosti malty v tlaku, sonda Z1

Zkoušky pevnosti malty v tlaku - NDT zkouška Kučerovou vrtačkou Šlapanice, Riegrova 1238/21 Sonda Z1								
Zkušební místo	Hloubka vrtu (mm)				Meze (mm)		Pevnost v tlaku $f_{m,e}$ (MPa)	
	d_1	d_2	d_3	d	0,7d	1,3d	jednotlivá	průměrná
1	53,6	52,3	57,1	54	37,8	70,2	0,62	0,55
2	49,3	53,3	50,4	51	35,7	66,3	0,70	
3	59,4	61,3	57,7	59	41,3	76,7	0,44	
4	58,2	57,7	61,5	59	41,3	76,7	0,44	

P5: Výsledky NDT zkoušek pevnosti malty v tlaku, sonda Z2

Zkoušky pevnosti malty v tlaku - NDT zkouška Kučerovou vrtačkou Šlapanice, Riegrova 1238/21 Sonda Z2								
Zkušební místo	Hloubka vrtu (mm)				Meze (mm)		Pevnost v tlaku $f_{m,e}$ (MPa)	
	d_1	d_2	d_3	d	0,7d	1,3d	jednotlivá	průměrná
1	54,7	56,5	53,8	55	38,5	71,5	0,60	0,65
2	61,8	53,4	51,5	55	38,5	71,5	0,60	
3	49,5	45,6	51,2	48	33,6	62,4	0,72	
4	56,4	48,2	49,3	51	35,7	66,3	0,68	

P6: Výsledky NDT zkoušek pevnosti malty v tlaku, sonda Z3

Zkoušky pevnosti malty v tlaku - NDT zkouška Kučerovou vrtačkou Šlapanice, Riegrova 1238/21 Sonda Z3								
Zkušební místo	Hloubka vrtu (mm)				Meze (mm)		Pevnost v tlaku $f_{m,e}$ (MPa)	
	d_1	d_2	d_3	d	0,7d	1,3d	jednotlivá	průměrná
1	52,6	48,6	56,7	52	36,4	67,6	0,66	0,57
2	60,6	64,7	57,9	61	42,7	79,3	0,40	
3	60,2	52,4	54,9	55	38,5	71,5	0,60	
4	53,2	48,2	55,8	52	36,4	67,6	0,64	
5	51,1	62,4	66,6	60	42,0	78,0	0,40	
6	51,5	48,6	47,7	49	34,3	63,7	0,72	