

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta aplikovaných věd

Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Zuzana KRYSTIÁNOVÁ**
Osobní číslo: **A14N0039P**
Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Stavitelství**
Název tématu: **Využití současných zdících materiálů pro vícepodlažní objekty**
Zadávající katedra: **Katedra mechaniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Obsah práce

Shromáždění architektonických a technických podkladů k současným zdícím prvkům a maltám, statické ověření jejich využití pro vícepodlažní stavby při užití vhodných stropních konstrukcí.

Cíl práce

Vytvoření přehledu o využití současných zdících materiálů pro vícepodlažní objekty.

Rozsah grafických prací

Půdorysy jednotlivých uvažovaných standardních řešení bytových a rodinných domů dalších zděných objektů při zvoleném rozpětí traktů - podklady, schémata, grafy.

Rozsah textových prací a výpočtových prací

Textová zpráva - seznámení s tématem, údaje o stavebním řešení objektů, materiálech, statické výpočty zdiva, shrnutí a závěrečné vyhodnocení.

Rozsah grafických prací: **projekt skládající se z výkresů a textových zpráv**
Rozsah pracovní zprávy: **80 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

- 1. Normy a předpisy pro zděné konstrukce řady EC 6.**
- 2. Podklady výrobců cihel a bloků.**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.**
Katedra mechaniky

Datum zadání diplomové práce: **15. června 2015**
Termín odevzdání diplomové práce: **20. prosince 2015**



Doc. RNDr. Miroslav Lávička, Ph.D.
děkan



Prof. Ing. Vladislav Laš, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. června 2015

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
KATEDRA MECHANIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

VYUŽITÍ SOUČASNÝCH ZDÍCÍCH
MATERIÁLŮ PRO VÍCEPDLAŽNÍ OBJEKTY

VYPRACOVALA: Bc. Zuzana Krystiánová

VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci zpracovala samostatně pod odborným vedením pana Ing. Luďka Vejvary, Ph.D. a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje v seznamu, který je součástí této práce.

V Kaznějově dne 18.12.2015

.....

Podpis autora

Anotace:

Tato diplomová práce se zabývá vytvořením přehledu o vyžití současných zdících materiálů pro vícepodlažní objekty.

Cílem této práce bylo vytvořit program pro výpočet únosnosti zdiva, pomocí kterého lze vytvořit stručný přehled využití zdících prvků. Výsledky jsou zobrazeny pomocí grafů ze dvou ukázkových příkladů.

Práce je složena ze dvou částí a to teoretické a výpočetní. Teoretická část zahrnuje informace o zdících prvcích, maltách a stropních konstrukcích použitých při výpočtu. Výpočetní část je založena na programu, který počítá zatížení a únosnost zdiva na základě vstupních údajů.

Veškeré výpočty byly provedeny dle platných norem ČSN EN v programu Microsoft Excel.

Schémata půdorysů byly vytvořeny v programu AutoCAD 2010.

Klíčová slova:

Vícepodlažní objekty, zatížení zdiva, únosnost zdiva, zdící prvky, malty, stropní konstrukce

Annotation

This Master's thesis reviews modern masonry materials for multi-storey buildings.

Its aim was to create a software package for a structural design of masonry elements. This software enables to review the most common types of masonry and what they are used for. Design results are graphically shown in two case examples.

The thesis has two parts; a theoretical one and a practical one with examples. The theoretical part contains relevant information for masonry materials, mortar and floor constructions used in the examples. The practical part is based on a Microsoft Excel software program that automates repetitive structural calculations for load analysis and strength capacity of masonry elements with input values according to Eurocodes with Czech Annex ČSN EN.

All drawings have been created in AutoCAD 2010.

Keywords:

Multi-storey buildings, Load masonry, masonry load capacity, masonry materials, mortar, floor constructions

Poděkování:

Přednostně bych chtěla velice poděkovat panu Ing. Lud'ku Vejvarovi Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce, za jeho vstřícnost a profesionální rady, které mi při zpracování poskytl.

Dále bych chtěla poděkovat všem ostatním, od kterých se mi během tvorby diplomové práce dostávalo podpory.

OBSAH:

ÚVOD	8
1.1.ZDIVO	9
1.1.1. Pálené zdící prvky	11
1.1.2. Pórobetonové zdící prvky	15
1.1.3. Vápenopískové zdící prvky	18
1.1.4. Betonové tvárnice s hutným nebo pórovitým kamenivem	21
1.2.VLASNOSTI ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ	24
1.2.1. Pevnost v tlaku ve směru kolmém k ložným spárám	24
1.2.2. Pevnost v tlaku ve směru rovnoběžném s ložnými spárami	24
1.2.3. Pevnost zdiva v tahu	25
1.2.4. Pevnost zdiva ve smyku	25
1.2.5. Pevnost zdiva v ohybu	25
1.2.6. Trvanlivost	25
2.1. MALTY	25
2.1.1. Obyčejná malta	26
2.1.2. Lehká malta	26
2.1.3. Tenkovrstvá malta	26
2.1.4. Návrhová malta	26
2.1.5. Předpisová malta	27
2.2. ČLENĚNÍ MALT	27
2.2.1. Podle účelu použití	27
2.2.2. Podle typu použitého pojiva	27
2.2.3. Podle objemové hmotnosti malty ve vysušeném stavu	27
2.2.4. Podle pevnosti v tlaku	27
2.2.5. Podle tepelné vodivosti	27
2.3. DRUHY A POUŽITÍ MALT	28
2.3.1. Vápenné malty	28
2.3.2. Sádrové malty	28
2.3.3. Cementové malty	29
2.3.4. Průmyslově vyráběné malty	29
2.3.5. Břizolitová malta	29
2.3.6. Speciální malty	29
2.4. VLASTNOSTI MALT	30
2.4.1. Pevnost malty v tlaku	30
3.1. VYUŽITÍ ZDÍČÍCH PRVKŮ A MALT VE VÝSTAVBĚ	31
3.1.1. Pálené zdící prvky	31
3.1.2. Pórobetonové zdící prvky	32
3.1.3. Vápenopískové zdící prvky	33
3.1.4. Betonové a liaporbetonové zdící prvky	34
4.1. PODKLADY POUŽITÉ PŘI VÝPOČTECH	35
4.1.1. Použité zdící materiály	35
4.1.2. Použité stropní konstrukce	40

PŘÍLOHY	42
5.1. SCHÉMATA PŮDORYSŮ	43
5.1.1. YTONG	43
5.1.2. Potortherm, Porotherm T Profi	43
5.1.3. Livetherm	44
5.1.4. Silka	44
<u>1. Příklad č. 1</u>	45
A) Výsledky vyplývající z programu	76
<u>2. Příklad č. 2</u>	78
B) Výsledky vyplývající z programu	97
<u>3. Příklad č. 3</u>	99
C) Výsledky vyplývající z programu	109
5.2. VYHODNOCENÍ PŘÍKLADŮ	111
5.2.1. Porovnání příkladu č. 1 s příkladem č. 2	111
5.2.2. Porovnání příkladu č. 1 s příkladem č. 3	111
ZÁVĚR	112
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	113

ÚVOD

Záměrem diplomové práce bylo vytvoření přehledu o využití současných zdících materiálů pro vícepodlažní objekty.

Teoretická část zahrnuje informace o jednotlivých zdících prvcích, maltách a stropních konstrukcích, které jsem při návrhu programu použila, včetně katalogových podkladů zvolených tvárníc. Dále také využití zdících prvků a malt ve výstavbě. Jedná se zejména o pálené, pórobetonové, vápenopískové a betonové zdící prvky.

Hlavní část práce byla založena na vytvoření programu, který bude sloužit k výpočtu únosnosti zděných konstrukcí. Na základě tohoto výpočtu je možné stanovit využití současných zdících prvků pro vícepodlažní budovy. Program umožňuje zjistit, zda je možné příslušné tvárnice použít pro objekt s maximálně 8 nadzemními podlažími. Výpočet zatížení je proveden pro každé patro zvlášť. Ve výpočtu je možné si vybrat ze tří typů stropních konstrukcí a to buď skládané stropní konstrukce Livetherm, železobetonovou desku, nebo stropní panely SPIROLL. Výsledné zatížení se porovná s příslušnou únosností, která je v programu také spočtena. Jestliže únosnost nevyhoví, je možné odebrat jednotlivá podlaží, abychom zjistili pro kolika podlažní objekt je možné daný zdící prvek využít. Lze si vybrat z 5 typů zdících prvků: Ytong, Porotherm, Porotherm T Profi, Livetherm a Silka. V práci jsem uvedla pro příklad výpočet únosnosti zdiva pro dva typy objektu. Jednou s užitím zatížení kategorie A, podruhé se zatížením kategorie C. Na konci každého příkladu se nacházejí grafy, které zobrazují únosnost a zatížení obvodového a vnitřního zdiva

Výsledky příkladů jsou v závěru práce porovnány. Veškeré výpočty byly provedeny na základě stejných okrajových podmínek.

Rozsah diplomové práce jsem upravila po dohodě s vedoucím Ing. Luděkem Vejvarou Ph.D., z důvodu velkého množství možných výstupů programu.

1.1. ZDIVO

V současné době se ve stavební praxi setkáváme s rozsáhlou škálou zdících materiálů. Jedná se o pálené zdící prvky, pórobetonové, vápenopískové, betonové a zdící prvky z umělého nebo přírodního kamene. Nejvíce nás pro užití vícepodlažních budov budou zajímat první tři skupiny, které si podrobněji popíšeme.

a) **Druhy zdících prvků:** [1] str 18 (64)

- Pálené zdící prvky (EN 771-1)
- Vápenopískové zdící prvky (EN 771-2)
- Betonové tvárnice s hutným nebo pórovitým kamenivem (EN 771-3)
- Pórobetonové tvárnice (EN 771-4)
- Zdící prvky z umělého kamene (EN 771-5)
- Zdící prvky z přírodního kamene (EN 771-6)

b) **Zatřídění zdících prvků:** [1] str 18 (64)

- Podle kvality kontroly výroby řadíme zdící prvky do kategorie I nebo II.
- Zdící prvky třídíme do skupin 1, 2, 3 a 4, podle objemu otvorů, popř. tloušťky přepážek mezi dutinami

c) **Členění zdících prvků:** [2]

- Plné a hutné → tradiční pálené cihly, kámen
- Lehčené ve hmotě → lehké betony
- S otvory → svisle, vodorovně
- S tepelnou izolací → v otvorech, v pásu

d) **Základní dělení:** [2]

- **Nevyztužené** → běžné zdivo z cihel, tvárnic a bloků spojovaných maltou.
- **Vyztužené** → zdivo doplněné vodorovnou výztuží ve spáře, popř. svislou výztuží mezi prvky nebo skrze prvky. Ocelové pruty vkládáme do zdiva proto, aby přenášely tahová napětí. [3]
- **Sevřené** → zdivo je umístěné mezi dalšími materiály např. betonem (mezi konstrukce)
- **Předepruté** → zdivo s vnesením svislého předeprutí, např. ocelovými táhly. S výztužnými pruty vodorovně nebo svisle. Pomocí sil vnesených pomocí výztuže do zdiva při výsledném namáhání vyloučíme nebo omezíme tahová napětí. [3]

e) **Typy zdiva podle uložení zdících prvků:** [2]

- **Jednovrstvé** → jednovrstvé konstrukce jsou vhodné pouze pro nižší stavby. Materiály s vynikajícími tepelně izolačními vlastnostmi mají nižší nosnost.

Výhody jednovrstvého zdění: [4]

- Časová úspora
- Jednodušší výstavba
- Použité cihly splňují nároky na tepelnou izolaci

Nevýhody jednovrstvého zdění: [4]

- Přesnost, nutnost technologické kázně při realizaci stavby
- Nutnost použití speciální zdicí malty
- Nižší nosnost (děrované cihelné boky)
- **Smíšené cihelné s vnější kamennou nebo betonovou vrstvou**
- **Smíšené cihelné s režným zdívem**
- **Smíšené z různých materiálů**

f) Typy zdiva podle položení zdících prvků: [2]

- **Dvouvrstvé** – se svislou spárou nebo dutinou. Dvouvrstvé zdění bývá často označováno jako sendvičová konstrukce. Skládá se ze dvou hlavních vrstev – nosné vrstvy a vrstvy tepelně izolační. Nosnou vrstvu tvoří cihelné bloky, tepelně izolační vrstva bývá z polystyrenu nebo ze skelné či minerální vaty.

Výhody dvouvrstvého zdění: [4]

- Získání většího užitného prostoru
- Cenová úspora
- Snížení rosného bodu v konstrukci
- Menší výskyt plísní
- Větší nosnost (pokud je zdivo vystavěné na bázi ztraceného bednění)

Nevýhody dvouvrstvého zdění: [4]

- Složitější výstavba
- Obtížnější řešení technických detailů konstrukce
- **Jednovrstvé zdivo s vnější přizdívkou**
- **Jednovrstvé zdivo s vnější přizdívkou a dutinou**

g) Volba konstrukčního systému: [5]

- Rozhoduje charakter, zejména účel objektu
- Druh a velikost zatížení
- Charakter základového podloží

Základní systémy:

- Podélný stěnový systém
- Příčný stěnový systém
- Soustava podélných a příčných stěn → obousměrný stěnový systém

1.1.1. Pálené zdící prvky

Vlastnosti pálených zdících prvků jsou stanoveny v normě ČSN EN 771-1 Pálené zdící prvky. Pálené zdící prvky jsou produkty cihlářského průmyslu a podle umístění zdiva v konstrukci stavby je lze rozdělit na prvky pro vnější nosné obvodové zdivo, nosné zdivo, nenosné (výplňové) zdivo a režné (lícové) zdivo. [6]

Pevnost: P6, P8, P10, P15, P20 [2]

Druhy pálených zdících prvků:

- a) Cihly plné – velkého (290x140x65) mm a malého (250x120x65) mm formátu.
- b) Cihly děrované – příčně děrované cihly, tvarovky a kvádry. Mají velmi dobré tepelně izolační vlastnosti. [7]

Výroba pálených zdících prvků:

Výrobní postup se skládá z několika částí. Můžeme ho rozdělit na **získávání suroviny** v podobě cihlářské hlíny, až po expedici ke koncovému zákazníkovi.

Výroba cihly začíná na místě, kde se vytěžená hlína dostává na pásový dopravník, který ji přivádí do první části výrobního závodu, ve kterém je hornina drcena a smíchávána s vodou, čímž se vytváří hmota, která je vhodná k vytvarování do požadovaného tvaru. Po odstranění velkých částí ze suroviny je transportována k lisu, který ji upravuje do požadovaného tvaru.

Na výstupu z lisu přes speciální formu je budoucí cihla vytvarována a pokračuje přes dopravník k místu, kde je nařezána na požadovanou velikost a kde dochází k nejdůležitější části kontroly kvality cihly, jelikož zde je možno ještě odhalit špatně vytvořenou cihlu, odstranit ji před vypálením - materiál znovu použít a tím pádem se vyhnout finanční ztrátě.

Následně je cihla dopravena na místo, kde se naloží na stojan, který bude po dobu 1 až 2 dnů umístěn v sušárně, kde bude za teploty okolo 150 °C vysušena.

Po vysušení jsou cihly vysunuty a automatickým provozem překládány z podstavce na palety a následuje jejich omotání fólií a expedice do skladovacího místa mimo výrobní objekt. Posledním krokem je naložení zboží pomocí vysokozdvizného vozíku na kamion a následná expedice. [8]

Výrobky z pálených zdících prvků: [9]

1. Plná cihla

- Trvanlivý a pevný materiál s velmi dobrými akumulacími a akustickými vlastnostmi, ale s horšími tepelně izolačními schopnostmi
- Zeď z klasických plných cihel je nutné opatřit mohutnou tepelnou izolací, což stavbu ztlačuje a prodlužuje. Krom toho je pracné s plnou cihlou

stavět, protože musíte zdít s viditelně promaltovanými spárami. Taková konstrukce je náročná jak na spojovací materiál (maltu) tak na přesné provedení.

- Své místo si plné cihly najdou například při stavbě komínů, plotových zídek nebo jako pohledové rezné zdivo.
- Výhody:
 - o Dobré tepelně akumulací vlastnosti
 - o Vysoká trvanlivost
 - o Dobré zvukově izolační vlastnosti
 - o Objemová stálost
 - o Vysoká požární odolnost
 - o Ekologická nezávadnost
- Nevýhody:
 - o Horší tepelně izolační vlastnosti
 - o Vyšší spotřeba maltové směsi
 - o Méně vhodné pro stavbu svépomocí
 - o Větší pracnost (výroba maltové směsi)
 - o Cena

2. **Zdivo z dutinových cihelných bloků THERM**

- Vyvinuty ve snaze vylepšit tepelně izolační vlastnosti cihel.
- Strukturu těchto cihel tvoří speciální mřížka se soustavou svislých dutin a materiál, do kterého se při výrobě přimíchávají hořlavé příměsi. Vzniká tak střepl obhacený o velké množství jemných pórů. Výsledkem je cihla, která dobře izoluje, má dobré akustické vlastnosti, bez problémů zvládá kolísání vlhkosti vzduchu a méně zatěžuje podklad, protože je lehčí. Cihly bývají opatřeny po stranách perem a drážkou, což podstatně zpřesňuje práci a šetří spojovací materiál. Relativní novinkou na trhu jsou cihly typu therm superizolační označené na konci písmeny Si, které dosahují velice zajímavých hodnot tepelného odporu ($R=3,92 \text{ m}^2\text{K/W}$).
- Výhody:
 - o Dobré tepelně izolační vlastnosti
 - o Dobré zvukově izolační vlastnosti
 - o Objemová stálost
 - o Pevnost
 - o Vysoká trvanlivost
 - o Ekologická nezávadnost
 - o Vysoká požární odolnost
 - o Komplexnost systému
 - o Nízký difúzní odpor
- Nevýhody:
 - o Větší pracnost (výroba maltové směsi)
 - o Křehkost

- Vyšší hmotnost
- Horší tepelně akumuláční vlastnosti
- Nutné dodržet přesný technologický postup
- Vyšší cena

3. *Broušené cihly*

- Cihelné bloky jsou přesně zabroušeny na určitou výšku, výborně do sebe zapadají a k jejich spojování je potřeba pouze 1 mm ložné vrstvy (=tenkovrstvé zdění). Tenkovrstvé zdění zajišťuje podstatnou úsporu spojovacího materiálu i času, protože se kromě samotného zdění zrychluje i vysychání hrubé stavby.
 - Podstatnou výhodu v systému broušených cihel představují doplňkové formáty, jako jsou rohovky, překlady, cihly koncové a koncové poloviční se speciální kapsou pro vložení izolantu. Spojením kvalitní práce a takto komplexního systému vzniká jednolitá konstrukce bez nežádoucích tepelných mostů.
4. Příčkovky
 5. Tvarovky
 6. Komínové dílce
 7. Překlady
 8. Stropní vložky
 9. Střešní tašky

Vlastnosti pálených zdících prvků: [10]

a) *Pevnost v tlaku* [11]

Pevnost v tlaku se udává v MPa. Určuje, jak je možno celoplošně zatížit cihlu zatížením na mezi pevnosti cihly. Postup zkoušky a její provádění stanoví ČSN. [11]

b) *Malá nasákavost*

c) *Akumulace tepla* [11]

Akumulace tepla je velmi důležitá v prostorách, ve kterých není možno udržovat stálým vytápěním konstantní teplotu. U obvodových stěn s nízkou akumulací tepla dochází při přerušení vytápění k velmi rychlému poklesu teploty povrchu stěn na vnitřní straně obytných prostor. Obvodové zdivo z pálených cihel SUPE®THERM vykazuje při vysoké pevnosti v tlaku a vysokém tepelném odporu zároveň vysokou schopnost tepelné akumulace.

d) *Vlhkost* [11]

Pálené cihly jako přírodní materiál vždy obsahují určitou vlhkost. Její množství závisí na struktuře materiálu (pórovitostí) a na okolních podmínkách (relativní vlhkosti a teplotě vzduchu). Je-li materiál delší dobu uskladněn v daném prostředí, ustálí se jeho vlhkost na určité hodnotě. Vlhkost cihelného zdiva má vliv na jeho tepelně izolační vlastnosti, se stoupající vlhkostí se tepelná izolace zdiva zhoršuje.

e) Velmi nízká objemová hmotnost [11]

Objemová hmotnost cihly je její hmotnost vztažená na objem vysušené cihly. Objem cihly je dán vnějšími rozměry včetně dutin. Objemová hmotnost cihel má výrazný vliv na tepelný odpor konečného zdiva.

f) Vynikající tepelně izolační schopnosti. [10]

Tepelné izolaci pomáhají dutiny v keramických tvárnících, které zároveň dávají zdíciému materiálu lehkost. Existují také tzv. superizolační cihly, které vynikají nadstandardními tepelně izolačními vlastnostmi. Lze s nimi dosáhnout velmi vysokých tepelných odporů i bez použití dodatečného zateplování. Tím je interiéru stavby zaručeno kvalitní mikroklíma.

g) Požární odolnost [11], [12]

Pálené keramické bloky se vyznačují také vysokou požární odolností. Materiály cihlářských a betonářských výrobků (cihelný střepek, beton, ocel) jsou zaříděny do stupně hořlavosti A, tzn. nehořlavé.

h) Rychlost výstavby [10]

Pálené zdící prvky umožňují jednoduché, rychlé a přesné zdění. Díky většímu rozměru keramických tvárníc v porovnání s klasickými cihlami je výstavba velmi rychlá. Zdění je navíc urychleno ještě systémem pero-drážka a také použitím broušených cihel, které snižují spotřebu malty. Ta je nanášena pouze na horizontální plochy. Způsob spojování keramických bloků určuje vlastnosti zdiva.

i) Mrazuvzdornost [11]

Cihelné bloky pro obvodové zdivo vzhledem k vysokému odlehčení střepeku jsou dodávány jako nemrazuvzdorné. Proto je nutné toto zdivo v souladu s ČSN 72 2606 opatřit omítkou a v zimním období ošetřovat podle ČSN P ENV 1996-1-1 a PNG 72 2600.

Příklad výrobců:**WIENERBERGER:**

- Cihly Porotherm jsou určeny pouze pro omítané zdivo. Zdivo musí splňovat základní požadavky na mechanickou odolnost a stabilitu, požární odolnost, ochranu proti hluku atd. K zajištění těchto funkcí musí přispět jednotlivé komponenty zdiva – zdící prvky, malty pro zdění, zdící pěna, stěnové spony a omítky. Velký vliv na konečné vlastnosti zdiva má však pečlivost a způsob jeho provedení.
- Cihelné bloky Porotherm jsou určeny pro různé druhy zdiva:
 - o Zdivo nosné i nenosné
 - o Vnější a vnitřní
 - o Výplňové a příčkové
 - o Akustické
 - o Jednovrstvé i vrstvené
- Pro určitý druh zdiva je možné použít pouze některé druhy cihel Porotherm a určitý druh malty, příp. zdící pěny nebo lepidla, a omítky odpovídající budoucí funkci zdiva. [13]

1.1.2. Pórobetonové zdící prvky

Norma ČSN EN 771-4 Pórobetonové tvárnice, stanovuje vlastnosti pórobetonových tvárnic.

Pevnost: P1,8, P2, P4, P6 [2]

Pórobeton je nejvýznamnějším druhem přímo odlehčeného betonu – silikátového kompozitu, pro který jsou charakteristické makropóry vytvořené přímo v jemnozrnné maltě. Podle použitého pojiva se pórobetonové tvárnice dělí na plynobetonové spojené cementem a na vápenopískové plynosilikátové. V současnosti se upřednostňuje širší termín pórobeton. Vzhled výrobků je v podstatě dvojitý: převážně bílý, je-li plnivem jemný křemičitý písek (pískový pórobeton), nebo v menší míře šedý, pokud je plnivem elektrárenský popílek (popílkový pórobeton). [2]

Výroba pórobetonu: [14]

Při výrobě pórobetonu se v současnosti postupuje tak, že křemičité látky se velmi jemně za sucha i mokra melou, mísí a homogenizují s páleným vápnem nebo i s cementem případně s dalšími přísadami. Potom se surovinová směs ve speciálních míchačkách promíchá s vodou, plynotvornou látkou a obvykle i s kalem na tekutou kaši. Ta se vylije do forem, kde směs nakypří, nejčastěji přidáním hliníku, a potom ztuhne. Říkáme, že hmota zraje. Povrch směsi ve formách se potom zarovná ořezáním materiálu, který přesahuje její okraj.

Pro výrobu pórobetonů se používají čtyři základní druhy surovin, ke kterým se přidává voda. Základními druhy surovin jsou pojivo (vápno a cement, které určují druh pórobetonu), křemičité látky, plynotvorné a pěnotvorné látky a pomocné suroviny.

Hlavním pojivem pro výrobu pórobetonů je mleté pálené vápno. Používá se čerstvé a nehašené, což umožňuje využít při technologickém procesu jeho hydratační teplo. Kvalita vápna pro výrobu pórobetonů je určena technickou normou ČSN EN 459-2 a stanovené požadavky jsou velmi přísné, protože jedním z největších problémů při výrobě pórobetonů je nedostatečná a kolísavá kvalita vápna.

Křemičitý písek pro výrobu autoklávovaných pórobetonů může mít různý původ. Na Slovensku se používají váté písky. Mohou se však používat i různé křemičité říční nebo pískovcové a jiné písky. Písky nesmějí mít zvýšenou jílovitost, protože větší množství jílu zpomaluje tuhnutí směsi a snižuje pevnost pórobetonu. Pro pevnost vyráběných pórobetonů má podstatný význam jemnost surovin. Proto je nutné písek ve výrobě domílat, aby se zvětšil jeho měrný povrch.

Další křemičitanovou surovinou pro výrobu pórobetonu mohou být popílky z tepelných elektráren. Skutečnost, že jejich zpracování v pórobetonech ve větším rozsahu ustupuje do pozadí, je ekologicky nepříznivá, protože takto by se mohlo zpracovat větší množství odpadu.

V současnosti výroba popílkových pórobetonů ustupuje, protože zákazníci preferují bílé výrobky. Technické vlastnosti obou typů jsou v podstatě porovnatelné a současný popílkový pórobeton plně vyhovuje i z hlediska měrné radioaktivity.

Sádrovec se používá jako přísada zlepšující pevnost výrobků a regulující tuhnutí směsi. Sádra nebo anhydrit se používají k regulaci časového průběhu tuhnutí plynobetonů, které je zapotřebí přizpůsobit plynotvorné reakci hliníkového prášku. V hliníkovém prášku nesmějí být spleené hrudky anebo kulovitá zrnka, která mají relativně malý reaktivní povrch. Ani část prášku nesmějí tvořit zrna s větším průměrem, protože se na nich vyvíjejí příliš velké plynové bublinky a struktura pórobetonu by potom nebyla rovnoměrná.

Voda, která se používá při výrobě pórobetonů, musí vyhovovat požadavkům jako při betonování. S ohledem na cenové náklady se již v současnosti nepoužívá pitná voda. Používaná voda má mít především přibližně neutrální reakci a nízký obsah chloridů, které by jinak zvětšovaly nebezpečí koroze výztuže. Voda se obvykle zahřívá na 35 až 59 °C, a to v závislosti na druhu výrobku a teplotě směsi, které se má dosáhnout při odlévání do forem. Poslední složkou používanou při výrobě pórobetonu jsou krystalizační zárodky. Jejich přísada se doporučuje pro zvýšení pevnosti pórobetonů, respektive pro zkrácení doby autoklávování.

Výrobky z pórobetonu: [14]

1. Tvárnice

- Jsou zdící prvky různých rozměrů, které mají sice větší rozměry než cihla, ale s nimiž se dá ručně manipulovat. Výrobce musí uvádět rozměry pórobetonové tvárnice (v mm) v tomto pořadí: délka, šířka a výška; může uvést i koordinační rozměry. Ložné spáry u těsných tvárnic jsou tlusté 1 až 3 mm. Příčně styčné spáry jsou buď rovinné a vyplněné maltou na tenké spáry, anebo nejsou vyplněné maltou (snižuje se tím pracnost). Styčné plochy tvárnic jsou profilované tak, aby se vytvořilo spojení na pero a drážku (na sucho).
- Pokud se pórobetonová tvárnice osazuje do konstrukčních prvků a do prvků, u nichž se vyžaduje vzduchová neprůzvučnost, musí výrobce deklarovat objemovou hmotnost materiálu pórobetonové tvárnice za sucha v kg/m^3 . Průměrná objemová hmotnost materiálu pórobetonových tvárnic se obvykle pohybuje od 300 do 1 000 kg/m^3 . Skutečná naměřená hodnota objemové hmotnosti se od deklarované nesmí odchylovat o více než 50 kg/m^3 .
- Výrobce musí deklarovat i přiměřenou pevnost v tlaku. Tato pevnost nesmí být nižší než 1,5 MPa. Často jsou důležité i tepelně-technické vlastnosti pórobetonových tvárnic, které by měly být uvedeny na výrobku včetně odkazu na technickou normu. K dalším požadavkům, podobně jako u vápenopískových zdících prvků, patří trvanlivost, vlhkostní přetvoření, propustnost vodní páry, nasákavost, reakce na oheň, přídržnost a pevnost v tahu při ohybu (tvárnic spojených maltou).

2. Bloky
3. Příčkovky
4. Překlady
5. Bednicí prvky
6. Komínové dílce
7. Stropní vložky
8. Příčkové, stěnové, stropní a střešní panely
9. Tepelně-izolační desky

- **Výhody:** [15]

- Dobrá tepelná izolace
- Jednoduchost stavby
- Snadné úpravy
- Nízká cena

- **Nevýhody:** [15]

- Nízká akumulace tepla
- Nízká zvuková izolace
- Malá pevnost v tlaku
- Vysoká nasákavost

Vlastnosti pórobetonových zdících prvků: [16]

a) Tepelná izolace

Pórobeton je masivní stavební materiál známý svými výbornými tepelně izolačními vlastnostmi. Při současném použití vhodného systému vytápění lze díky pórobetonovým prefabrikátům bez další izolace dosáhnout hodnot, které splňují nebo dokonce překračují požadavky nařízení o úsporách energie.

b) Pevnosti v tlaku a nosnost

Vysoká nosnost pórobetonu je výborným předpokladem staticky bezpečných a konstrukčně úsporných řešení. Na rozdíl od jiných zdících materiálů se stejnou objemovou hmotností a třídou pevnosti má zdivo z pórobetonových přesných bloků vyšší pevnost v tlaku, a tím i nosnost. Jedním důvodem je velmi homogenní struktura materiálu, díky které nejsou styčné plochy pórobetonových bloků zmenšeny dutinami. Druhým důvodem výrazného zvýšení pevnosti v tlaku je snížení tloušťky spáry ze 12 mm obvyklých u normální malty na 1 až 3 mm použitím tenkovrstvé malty.

c) Požární ochrana

Díky svému minerálnímu složení patří pórobeton do třídy protipožární ochrany A1, tzn. že je nehořlavý. Bez dalších stavebních protipožárních opatření splňuje požadavky všech tříd požární odolnosti od F 30 do F 180. Nenosná stěna z přesných pórobetonových bloků dosahuje už při tloušťce 7,5 cm třídy požární odolnosti F 90, což odpovídá absolutní ohnivzdornosti minimálně 90 minut. Pórobeton má také tu výhodu, že z něho při požáru nevzniká žádný kouř ani

jedovaté plyny. S pórobetonovými přesnými bloky tloušťky 24 cm lze splnit dokonce přísnější bezpečnostní normy pro požární příčky.

d) **Akustická izolace**

Protože je pórobeton lehký stavební materiál, mohlo by se zdát, že nebude příliš dobře zvukově izolovat. Při rozsáhlých zkouškách na pórobetonových stěnách se naopak ukázalo, že dosahují asi o 2-4 dB lepších hodnot než stejně silné stěny z jiných stavebních materiálů.

Příklad výrobce:

YTONG: [17]

- Zdicí prvky YTONG jsou přesné pórobetonové tvárnice, příčkovky, bloky a tvarovky z autoklávovaného pórobetonu. Jsou určeny pro zhotovení nosných a nenosných stěn zděním na tenkovrstvou maltu. Způsob použití je uveden v produktovém listu, produktovém katalogu.
- Pórobetonové tvárnice YTONG se vyrábí výhradně z přírodních surovin jako je písek, vápno, cement a voda. Suroviny použité k výrobě tvoří velkou část zemské kůry a jsou díky tomu prakticky nevyčerpatelné, jejich těžba probíhá navíc způsobem, který je šetrný k životnímu prostředí.
- YTONG je bílá tvárnice, která je vyrobena z vápna, písku, cementu a vody. Uvnitř obsahuje milióny vzduchových pórů, které jí také daly jméno: pórobeton. Poprvé byla průmyslově vyrobena před více než 80 lety v jihošvédském městě Yxhultu.

1.1.3. Vápenopískové zdicí prvky

Vlastnosti jsou dány v normě ČSN EN 771-2 Vápenopískové zdicí prvky.

Pevnost: P12, P15, P20, P25 [2]

Výroba vápenopískových cihel: [18]

Sortiment vápenopískových cihel je velmi rozsáhlý, vyrábí ho hned několik firem u nás i v zahraničí, dovážející své výrobky do České republiky.

Postup výroby v závodě firmy Zapf Daigfuss ve městě Sweig u Norimberku:

Základními a prakticky jedinými surovinami pro výrobu cihel je písek, vápno a voda. Písek se převážně těží v okolí čtyř kilometrů od výroby. Převažující (žlutý) písek jako střední frakce je doplněn o jemný křemičitý písek a jako hrubá zrna se používá bazalt. Dvě poslední jmenované menšinové suroviny si musí firma kupovat. Více frakcí se používá z důvodů dosažení maximální objemové hmotnosti (menší frakce vyplní prostor mezi zrny frakce větší).

Po navážení písku v potřebných poměrech a přidání vápna a vody se směs tři minuty míchá a směs jde do reaktoru, kde dochází k reakci vápna s vodou a po dvou hodinách je připravena k lisování.

Lisuje se do forem o požadovaném tvaru. Výrobní tolerance jsou 1 mm. Výrobce tvrdí, že jejich výrobky jsou o řád přesnější než broušené keramické cihly. Různých objemových hmotností výrobků je dosaženo nikoli v materiálu (jako např. u pórobetonu), ale vytvořením více velkých dutin v tvarovce. Po vylisování se výrobek podobá dobře udělané dětské pískové bábovce. Má požadovaný tvar, drží pohromadě díky slisování, avšak nemá žádnou pevnost. I barva výrobku je zatím nezvykle písková, nikoli finální bílá. Proto odtud putuje na kolejových dopravních do vytvrzovacích pecí.

Ve velkých pecích (autoklávech) se za tlaku vodní páry 16 barů při teplotě 195 °C nechávají bloky vyzrát 8 - 10 hodin. Náběh tlaku a teploty v kotlích je pomalý. Dvě hodiny se zvyšuje teplota a tlak, 4 - 6 hodin se potřebný stav drží a opět dvě hodiny se teplota i tlak snižují. Tím je výrobek hotový. Aby se ušetřily náklady na energii, jsou kotle vzájemně propojeny potrubím a horká pára se přepouští z jednoho kotle do druhého. Dochází tedy ke kontinuální výrobě i zatížení následných balících linek.

Po vytvrzení se výrobky přeměří a na náhodně vybraných třech až pěti kusech z každého kotle se provedou destrukční zkoušky pevnosti.

Poslední fází je balení na palety zatavením do folií a uskladnění. Mimochodem výrobce vykupuje plastové obaly i rozřezané či rozbité zbytky stavební suti svých výrobků.

Výrobky z vápenopískových zdících prvků: [2]

1. Maloformátové tradiční cihly
2. Bloky pro ruční zdění
3. Bloky pro strojní zdění
4. Bloky k redukci tepelných mostů
5. Vyrovnávací cihly
6. Věncovky
7. Další výrobky

- Výhody: [19]

- Zisk 10% užité plochy díky štíhlým konstrukcím
- Vysoká únosnost zdiva (až 25 MPa)
- Rychlost výstavby
- Ideální materiál pro nízkoenergetické a pasivní domy
- Výborné akustické vlastnosti
- Protipožární odolnost
- Vícepodlažní stěnový systém
- Ideální pro nízkoenergetické stavby
- Výborné tepelně-akumulační vlastnosti (objekt nevychladne)

- Možnost vedení elektroinstalací ve svislých kanálcích ve zdivu
 - Interní zdravé mikroklima (vápenopísková cihla přijímá vzdušnou vlhkost a opět ji uvolňuje do místností, zajišťuje stabilní mikroklima)
 - Ekologický materiál
 - Ochrana proti elektrosmogu
- **Nevýhody:** [20]
- Špatně tepelně-izolační vlastnosti
 - Vysoká spotřeba malty
 - Vyšší nároky na kvalitu prováděných prací
 - Nízký prostup vodních par

Vlastnosti vápenopískových zdících prvků:

a) Vysoké pevnosti [21]

Vysoké pevnosti vápenopískových cihel jsou zaručeny díky chemické vazbě písku a pojiva, také lisovacím tlakem při výrobě. Standardně se dodávají výrobky v třídě pevnosti 15 a 20 MPa dle ČSN EN 771-2. Vysoká pevnost v kombinaci s přesností výrobků umožňuje provádět stěny v menších tloušťkách, což vede k významným úsporám půdorysné plochy až 7%. Díky vysokým pevnostem je možné navrhovat kvalitní stěnové konstrukční systémy.

b) Přesnost výrobků [21]

Výrobní tolerance je ± 2 mm na šířku a délku ± 1 mm na výšku bloku. Norma DIN V 106-1 udává možnost větších tolerancí, nicméně nejmodernější technologie výroby firmy Zapf-Daigfuss umožňuje výrobu vápenopískových bloků s tolerancí ± 1 mm ve všech směrech a to i u velkých bloků KS-QUADRO. Vysoká přesnost produktů redukuje množství spotřebované malty a stejně tak omítky, které se používají výhradně tenkovrstvé, na minimum. Tím dochází také k redukci vody potřebné na výstavbu na staveništi, z čehož vyplývá velký význam při vysychání a dotvarování budovy po ukončení výstavby a při uvedení budovy do provozu.

c) Vysoká objemová hmotnost [21]

Vysoká objemová hmotnost zajišťuje vysokou tepelnou stabilitu budov postavených z vápenopískových cihel. Stejně tak díky vysoké tepelné kapacitě je možné konstruovat pasivní domy, a do stavebních prvků akumulovat velké množství potřebné tepelné energie, která právě vysokou stabilitu zaručí. Díky vysoké objemové hmotnosti je dosahováno vysokého útlumu hluku a tím kvalitního vnitřního prostředí.

d) Výborné akustické vlastnosti [21]

Vnitřní pohoda při bydlení a při práci, bez vnějšího hluku, nebo bez hluku ze sousedních domů nebo místností se dnes již stává standardem. Proto je však potřeba použít materiály, které splňují nejvyšší nároky na útlum hluku. Zde se výborně hodí vysoká objemová hmotnost vápenopískových cihel a tím zajišťuje

i výborné zvukově izolační vlastnosti jednotlivých obvodových stěn i příček a to samozřejmě při velmi nízké tloušťce zdiva.

e) *Výborné tepelně-akumulační vlastnosti* [21]

Tepelně-akumulační vlastnosti zaručují vnitřní pohodu, tepelnou stabilitu zdiva. Při vnější nebo vnitřní změně teploty dochází k velmi pomalé změně teploty vnitřních konstrukcí. Rozhodující pro vnitřní prostředí a pro to jakým způsobem se zde člověk cítí je také povrchová teplota stěn, pokud je stálá, cítíme se uvnitř lépe.

f) *Tepelně-technické parametry vápenopískových materiálů* [21]

Tepelně-technické parametry vápenopískového zdiva jsou jasně dány normami dle objemových hmotností zdiva. V ČR používaná norma ČSN EN 1745 stanoví tabulkou hodnoty součinitele tepelných vodivostí pro jednotlivé prvky. Pro tepelně technické výpočty se však používají celé stěny vyzděné z vápenopískového zdiva.

g) *Požární ochrana* [19]

Zdivo dle letitého zkoumání velikou protipožární odolnost. Vápenopísková cihla je nehořlavý materiál.

Příklad výrobce:

SILKA: [17]

- Vápenopísková tvárnice Silka vyniká jedinečnými zvukově izolačními schopnostmi. Splňuje tak vysoké akustické požadavky na mezibytové stěny nebo na konstrukce oddělující provozy s nadměrným hlukem.
- Díky bezkonkurenční únosnosti přenesou štíhlé akustické stěny Silka i extrémní statická zatížení. Jednoduchá skladba stěn, vysoká přesnost, nízká cena materiálu a minimální staveništní pracnost vytvářejí z vápenopískových tvárnic nejdostupnější a mimořádně spolehlivé řešení.
- Díky prakticky identickému surovinovému složení jsou vápenopískové tvárnice Silka dokonale kompatibilní s uceleným stavebním systémem YTONG.
- Tvárnice jsou dodávány s pevnostní třídou P12, P15 nebo P20.

1.1.4. Betonové tvárnice s hutným nebo pórovitým kamenivem

Vlastnosti betonových zdících prvků jsou uvedeny v normě ČSN EN 771-3 Betonové tvárnice s hutným nebo pórovitým kamenivem.

Pevnost: P6, P10, P15 [2]

Výroba betonových tvárnic:

Postup výroby zdících prvků LIVETHERM: [22]

Základním materiálem použitým pro výrobu zdících prvků LIVETHERM je mezerovitý beton popř. liaporbeton.

Pro jeho výrobu je použito výhradně pálených (liapor) a nepálených materiálů - tj. křemičitého písku, kamenné drtě (alt. liaporu), cementu a vody.

Jedná se tedy o ekologicky nezávadné stavební materiály pro skutečně zdravé bydlení.

Podle patentem chráněného postupu se k této směsi přikládá ve vibrolisovacím zařízení vložka z tvrzeného stabilizovaného samozhášivého polystyrénu (styroporu alt. neoporu) a tím vzniká základní konstrukční sendvičový prvek. Takto vytvořený výrobek není nutné dále upravovat vytvrzováním párou ani vypalováním v peci při vysokých teplotách.

Díky tomuto výrobnímu postupu je výroba zdících prvků LIVETHERM energeticky nenáročná a šetrná k životnímu prostředí. Při výrobě nevzniká žádný druhotný odpad ani škodliviny poškozující vzduch. Zdící prvky LIVETHERM se vyrábějí dle ČSN EN 771-3.

Beton jako takový je staletými prověřený stavební materiál, který je odolný proti mechanickému i klimatickému poškození. V kombinaci s vloženou masivní tepelnou izolací získáme unikátní zdící prvek LIVETHERM, určený pro výstavbu nízkoenergetických domů, bez další izolace na fasádě.

Výrobky z betonových zdících prvků: [2]

1. Tvárnice
2. Tvarovky plné
3. Tvarovky dutinové
4. Tvarovky s vloženou izolací
5. Příčkovky
6. Plné betonové cihly a kostky
7. Pilířové tvárnice
8. Bednicí dílce
9. Schodiště
10. Stropní systém – nosníky, vložky a destičky
11. Komínové dílce
12. Další výrobky

- Výhody: [20]

- Dobrá zvuková izolace
- Eliminace tepelných mostů
- Při doplnění izolací výborné tepelně-izolační vlastnosti
- Rychlost výstavby
- Nižší cena

- Nevýhody: [20]

- Vyšší pracnost zdění
- Obtížné dodatečné úpravy
- Nízký prostup vodních par

Vlastnosti betonových zdících prvků:**1. Vlastnosti skořepinových tvárnic: [23]****a) Pevnost v tlaku**

Je 4-9 MPa. Díky malé objemové hmotnosti je konstrukce ze skořepinových tvárnic předurčena k použití tam, kde ostatní materiály stavbu nadměrně zatěžují. Vzduchová neprůzvučnost se u skořepinových tvárnic o šířce 200 mm pohybuje okolo 52 dB. Normová hodnota pro mezi bytové příčky činí 51 dB.

b) Hydroizolace

Nespornou výhodou skořepinových tvárnic je velmi nízká nasákavost. Voda vzlíná maximálně do jedné čtvrtiny až poloviny ponořené tvárnice.

c) Tepelná izolace

Tepelný odpor se u stěny z tvárnic šířky 200 mm pohybuje okolo $R = 0,4 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$, což odpovídá součiniteli prostupu tepla $U = 2,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$. Pro stěny, u kterých je požadován dostatečný tepelný odpor (či jeho reciproční hodnota - součinitel prostupu tepla), se používají skořepinové betonové tvárnice současně s vnějším nebo vnitřním tepelně izolačním systémem podle funkce a dispozice staveb.

Příklad výrobce:**LIVETHERM: [24]**

- Tvárnice jsou vyráběné z betonu v pevnostní třídě P6 a P10 s označením TNB a dále z liaporbetonu v pevnostní třídě P6 s označením TNL.
- Tvárnice jsou dodávány pro zdivo v tloušťkách 175, 240, 300 a 400 mm. Jejich skladebná šířka je 300 mm, u těžší tvárnice pro zdivo tloušťky 400 mm činí šířka 250 mm. Výška tvárnic se vyrábí ve dvou variantách - pro použití tenkovrstvé malty je 198 mm, pro užití klasické malty 190 mm.
- Tvárnice mají svislé otvory ve dvou až čtyřech řadách podle jejich šířky. Jsou zařazené do skupiny 2 zdících prvků podle Eurokódu 6.
- Tvárnice obvodové jsou vhodné pro vnější nosné popř. výplňové zateplené konstrukce staveb o tloušťce zdi 400 mm. Tvárnice jsou vyrobeny z mezerovité vibrolisované betonové směsi doplněné o tepelně izolační vložku. Jsou určeny pro stavby rodinných a bytových domů, průmyslových objektů a objektů občanské vybavenosti, kancelářských objektů aj.
- Tvárnice jsou standardně vyráběny ve výšce 198 mm a jsou určeny ke zdění na tenkovrstvou maltu /lepidlo/. [25]

1.2. VLASTNOSTI ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Zdivo je vzhledem k velkému množství druhů a tvarů zdících prvků (cihel, tvárnic) velmi různorodý stavební materiál s rozdílnými užitnými vlastnostmi, který má téměř univerzální použití. Vyznačuje se velkou odolností proti atmosférickým vlivům i požáru. Má poměrně dobré tepelně i zvukově izolační schopnosti, je velmi dobře tvarovatelné a recyklovatelné. Z mechanických vlastností se vyznačuje dobrou pevností v tlaku, avšak malou odolností v tahu. Veškeré uvedené vlastnosti závisí na typu zdiva, jejich konkrétní hodnoty mohou být velmi proměnné. [26]

1.2.1. Pevnost v tlaku ve směru kolmém k ložným spárám

Nejvyšší pevnost má návrhová pevnost zdiva v tlaku kolmo k ložným spárám. Ta se pohybuje v rozmezí od cca 0,1 MPa do cca 5 MPa. Výsledná návrhová pevnost zdiva v tlaku je ve srovnání s průměrnou pevností v tlaku jeho složek značně nižší. Nezaměňujeme proto průměrnou pevnost zdícího prvku a charakteristickou či návrhovou pevnost zdiva.

Zatížíme-li zděný prvek tlakem kolmým na ložné spáry, dochází uvnitř prvku k prostorové napjatosti, při které je malta vytlačována ven z ložné spáry. Při tomto svém pohybu působí malta na zdící prvek, ve kterém vyvolává tahová napětí, vedoucí ke vzniku svislých trhlin a nakonec k dosažení meze únosnosti zděného prvku v tlaku. Zdící prvek působí na maltu v ložné spáře tak, že dochází k jejímu sevření shora a z boku, ke vzniku prostorového tlaku. Malta v tenké vrstvě sevřená mezi zdíci prvky, je tedy schopna odolávat většímu tlakovému namáhání, než by odpovídalo její pevnosti v prostém tlaku. To vysvětluje, proč zdivo s nulovou pevností malty vykazuje pevnost zdiva v tlaku větší než nulovou. [26]

1.2.2. Pevnost v tlaku ve směru rovnoběžném s ložnými spárami

Pevnost se pohybuje v závislosti na tvaru zdících prvků (cihel) a jejich dutin v rozmezí cca 0,85 násobku do cca 0,1 násobku pevnosti v tlaku ve směru kolmém k ložným spárám.

Pevnost zdiva v tlaku ve směru rovnoběžném s ložnými spárami je až na výjimky vždy menší než pevnost ve směru kolmém k ložným spárám. U zdiva ze zdících prvků skupin 1 až 3 s maltou vyplněnými styčnými spárami vychází poměr pevnosti zdiva vždy menší než jedna, avšak s velkým rozptylem hodnot. U zdiva z plných betonových bloků se blíží téměř k jedničce. Pro pevnost zdiva v tlaku ve směru rovnoběžném s ložnými spárami nebyl zatím stanoven jednotný normou definovaný postup zkoušky a vzhledem k velkému množství různě tvarovaných a dutinami různě oslabených zdících prvků ani žádný vzorec pro výpočet. [26]

1.2.3. Pevnost zdiva v tahu

Je jen zlomkem jeho pevnosti v tlaku. Ve většině případů je limitována pevností malty v tahu, respektive její soudržností se zdícím prvkem. Způsob konstruování zděné stavby a jednotlivých zděných prvků je proto třeba volit tak, aby zatížení vyvozovalo ve zděných prvcích převážně tlaková namáhání průřezů a aby tahová namáhání ve zdivu pokud možno vůbec nevznikala anebo jen v omezené míře. [26]

1.2.4. Pevnost zdiva ve smyku

Je závislá na pevnosti malty v tahu, soudržnosti malty se zdícím prvkem, na pevnosti zdícího prvku ve smyku, na pevnosti zdícího prvku v tlaku ve směru působící síly a na velikosti tlakového napětí od zatížení působícího kolmo ke smykové ploše. [26]

1.2.5. Pevnost zdiva v ohybu

Rozlišuje se charakteristická pevnost zdiva v ohybu v rovině porušení rovnoběžné s ložnými spárami a charakteristická pevnost zdiva v ohybu v rovině porušení kolmé k ložným spárám.

Pevnost zdiva v ohybu se má používat jenom pro výpočet stěn namáhaných dominantním nahodilým zatížením (např. zatížení větrem) působící kolmo na jejich povrch. Nemá se uvažovat jako jediná pevnost v případech, kde by porušení stěny vedlo k rozsáhlejšímu zřícení nebo úplné ztrátě stability celé konstrukce, ani ve výpočtu zděných prvků namáhaných seizmických zatížením. [26]

1.2.6. Trvanlivost

Ve zdivu je třeba věnovat pozornost i přetvárným vlastnostem zdiva a jeho objemovým změnám, vyvolaným změnami teploty a vlhkosti okolního prostředí. Trvanlivost zdiva je také ovlivněna povrchovými úpravami zdiva např. obkladem, omítkou. [26]

2.1. MALTY

Malta je směs jednoho nebo více anorganických pojiv, plniva a vody, a někdy příměsí anebo přísad, jestliže se vyžadují. Pro potřeby navrhování zděných prvků podle EC6 malty rozdělujeme na obyčejné malty, lehké malty a malty pro tenké spáry. Dále se malty člení podle návrhové pevnosti v tlaku, označené písmenem M a číslem vyjadřujícím pevnost v tlaku v *MPa* (např. M5), nebo podle svého předepsaného složení (např. 1:1:5), což je poměr objemových dílů cementu, vápna a písku. ČSN EN 998-2 malty pro zdění, [26]

Pro výrobu stavebních malt používáme:

- a) Vápno vzdušné, hydraulické, vápenný hydrát
- b) Směsné hydraulické pojivo
- c) Portlandský cement, portlandský struskový cement, vysokopecní cement a bílý cement
- d) Různé druhy sádry
- e) Přírodní kamenivo, vysokopecní granulovaná struska, škvára, popílek, teracové drtě, uměle vyráběná pórovitá kameniva, slévárenský písek
- f) Přísady nebo příměsi pro dosažení zvláštních vlastností
- g) Záměsová voda (stavební materiály)

Funkce malty po zatvrdnutí: [1]

- a) Spojuje prvky v jeden celek,
- b) Přenáší zatížení z jedné vrstvy na druhou
- c) Vyrovnává místní rozdíly zatížení a roznáší soustředné tlaky
- d) Zamezuje přístupu atmosférických vlivů do zdiva, zabraňuje nevětrání, zlepšuje nepropustnost, zvukotěsnost a tepelně-izolační vlastnosti

2.1.1. Obyčejná malta

Malta pro spojovací vrstvy (spáry ve zdivu) o tloušťce větší než 3 mm (obvykle tloušťky 8 až 12 mm), obsahující jen běžné (hutné) kamenivo. Jako plnivo se pro obyčejné malty obvykle používá přírodní křemičitý písek.

Pevnostní třída obyčejné malty pro spáry bez výztuže má být nejméně M1. Pro ložné spáry, do nichž se ukládají speciální vyztužené prvky, má být nejméně M5. [26]

2.1.2. Lehká malta

Malta, jejíž objemová hmotnost po zatvrdnutí ve vysušeném stavu je menší než 1500 kg/m^3 . Pro lehké malty se používá plnivo uměle vyrobené. Zhotovují se s lehkým kamenivem. S kamenivem z perlitu, pemzy, expandovaného jílu, expandované břidlice nebo zpěněného skla.

Pevnostní třída má být nejméně M5. [26]

2.1.3. Tenkovrstvá malta

Návrhová malta pro spojovací vrstvy (spáry ve zdivu) tloušťky od 1 do 3 mm.

Pevnostní třída pro tenké spáry má být nejméně M5. [26]

2.1.4. Návrhová malta

Malta, pro kterou výrobce volí složení a výrobní postup tak, aby byly zajištěny určité vlastnosti (koncepce jakosti). [26]

2.1.5. Předpisová malta

Jedná se o maltu, která je vyráběna ve stanoveném poměru složek a jejíž vlastnosti se posuzují podle poměru složek (koncepte receptury). [26]

2.2. ČLENĚNÍ MALT [27]

2.2.1. Podle účelu použití

- Malty pro zdění a omítání
- Malty pro výrobu keramických dílců
- Tepelně izolační malty
- Stykové a spárovací
- Malty pro kladení obkladů a dlažeb
- Malty pro speciální účely

2.2.2. Podle typu použitého pojiva

- Vápenné obyčejné MV a jemné MVJ
- Vápenocementové obyčejné MVC, jemné MVCJ a pro šlechtěné omítky MVCO
- Vápenosádrové MVS
- Sádrové MS
- Cementové obyčejné (hrubé) MC a pro cementový postřík MCP

2.2.3. Podle objemové hmotnosti malty ve vysušeném stavu

- Tepelně izolační do 1100 kg/m^3
- Malty vylehčené do 1600 kg/m^3
- Malty obyčejné do 2300 kg/m^3
- Malty těžké nad 2300 kg/m^3

2.2.4. Podle pevnosti v tlaku

- M0;M0,4;M1;M2,5;M10;M15;M20;M25;M30;M33
- Značka malty je hodnota pevnosti v tlaku v MPa, pod kterou nesmí klesnout průměrná hodnota z výsledků zkoušek. Malta značky 0 je dosud nezatvrdlá malta.

2.2.5. Podle tepelné vodivosti

- Tepelně izolační
- Vysoce tepelně izolační
- Mimořádně tepelně izolační

2.3. DRUHY A POUŽITÍ MALT

2.3.1. Vápenné malty

Vyrábějí se z různých druhů vápen, vody a plniva, nejčastěji přírodního (říčního nebo kopaného písku – drobného kameniva). [27]

a) Vápenná malta ze vzdušného vápna

Připravuje se z vápna vyhašeného, mletého vzdušného vápna nebo vápenného hydrátu. Množství vápna v maltě se řídí požadavky na pevnost a objemovou stálost malty. Používají se při zdění málo namáhaného zdiva v suchu a na vnitřní omítky. [27]

b) Vápenná malta z hydraulického vápna

Používá se při zdění ve vlhku a na vnější omítky. Nejsou vhodné pro vnitřní omítky, protože jsou příliš hutné a neprodyšné. Proces tuhnutí a tvrdnutí je u nich obdobný jako u cementových malt (vyžadují vlhké prostředí). [27]

c) Vápenocementová malta

Tzv. nastavovaná malta se připravuje z čerstvé vápenné malty přidáním cementu v množství podle požadované pevnosti a účelu použití malty. Dosahují vyšší pevnosti, a proto se používají při zdění více namáhaného zdiva nebo tenkých příček s pevnostmi do 2,5 MPa. Jsou vhodné i na jemné vnější vrchní omítky (štukové) a do vlhka.

K vápenocementovým maltám patří také směsi na tzv. šlechtěné omítky – břizolit a na umělý kámen pro omítky fasád a soklového zdiva. Dodávají se také jako hotové suché omítkové směsi v různých barevných odstínech. Před použitím se promísí s vodou na vhodnou konzistenci pro nanášení na zdivo. [27]

d) Vápenosádrová malta

Vápenosádrové malty se připravují z vápenné malty s přídavkem pomalu tuhnoucí sádry nebo anhydritového pojiva a používají se na hrubé (jádrové) omítky vnitřní v suchu, příp. i pro vnější omítky zejména dřevěných stěn pro svoji dobrou přilnavost k podkladu. Sádra urychluje tuhnutí vápenné malty, zvyšuje však citlivost zatvrdlé malty na vlhkost, což snižuje její pevnost, mrazuvzdornost, objemovou stálost apod. [28]

2.3.2. Sádrové malty

Z rychle tuhnoucí sádry a to jen smícháním sádry a vody, někdy s malou přísadou vápna, příp. zpomalovače tuhnutí. Používá se jich pro jemné vnitřní omítky, zejména pro ozdobné účely (štukatérské práce), uchycení dřevěných špalíků pro vodo a elektroinstalace, vyspravení podkladu pro malířské práce apod.

Z pomalu tuhnoucí sádry nebo z anhydritového pojiva. Jedná se o směs sádry, drobného kameniva a vody. Používají se na hrubé i jemné omítky, na tvárnice a

příčkové desky, na umělé mramory atd. V současné době se vyrábí také fungistatická sádra s přísadou Lastanoxu TA nebo F, zvyšující odolnost sádrových malt proti vlhkosti a plísním. [28]

2.3.3. Cementové malty

Vyrábějí se z cementu, vody a nejčastěji říčního písku, příp. dalších příměsí a přísad. Pro zlepšení plastičnosti se přidává zpravidla vápno, nejlépe ve formě vápenné kaše. Cementová malta se používá na zdění velmi namáhaných částí zdiva, do keramických dílců, na hrubé jádrové omítky vnějších zdí často zvlhčovaných (např. u soklového zdiva), na vnitřní pálené omítky v prádelnách, garážích atd., pro zálivky a podkladní malty při osazování dílců, pro spárování, potěry, cementové postřiky, pro kladení dlažeb a obkladů. [27]

2.3.4. Průmyslově vyráběné malty

Od roku 1992 jsou definovány normou ČSN 72 2430-2. Průmyslově vyráběná malta je směs složená z minerálních pojiv, plniv a přísad, popř. vody, vyráběná ve výrobně centrálně a dopravovaná na místo jejího použití. Dodává se ve stavu suchém, zvlhlém či jako malta čerstvá již ve vhodné konzistenci. Malta zvlhlá je složená z vápna, plniv, přísad a části záměsové vody zpracovávaná na místě užití pro přidání dalšího pojiva a dávky vody, nezbytné pro dosažení požadované konzistence. [27]

2.3.5. Břizolitová malta

Malty na šlechtěné omítky a na umělý kámen, které se používají na povrchové úpravy fasád. Dodávají jako hotové směsi. Jsou to suché směsi obsahující pojivo, plnivo, minerální barvivo a slídové šupinky.

Směsi pro umělý kámen se dále podle vzhledu dělí na: žula přírodní, žula tmavá, pískovec žlutý, pískovec zelený, pískovec červený, dodávaných podle standardních vzorníků výrobce. [28]

2.3.6. Speciální malty

Norma ČSN 72 2430-5 platí pro výrobu, zkoušení a dodávání malt, jejichž některé užitné vlastnosti se výrazně liší oproti tradičním maltám. Norma platí pro speciální malty, jejichž základní pojivovou složkou je anorganické pojivo. Pripouští se i užití dalších libovolných z hygienického hlediska únosných přísad, včetně přísad makromolekulárních. Speciální maltou jsou i všechny malty sloužící k dodatečným opravám a rekonstrukcím betonových, železobetonových a cihelných konstrukcí. [27]

a) Kyselinovzdorné malty

Jsou směsi různých cementů s minerálními moučkami a písku s různými přísadami ke zvýšení odolnosti proti agresivním vodám. Patří sem i polymerové malty, kde je pojivem organická pryskyřice. [27]

b) Žáruvzdorné malty

Ze zrněných žáruvzdorných hmot s vodou nebo vodním sklem. Jsou buď šamotové do 1710 °C, dinasové do 1790 °C a magnezitové do 1450 °C. [27]

c) Provzdušněná malta

Směs cementu, písku, vody a provzdušňující přísady. Vzduch ve formě mikroskopických bublinek v kapilárách, které zlepšují zpracovatelnost malty a výrazně zlepšují mrazuvzdornost a vodotěsnost malty. [27]

d) Malta krytalová

Pro omítání stropu nebo stěn, ve kterých jsou topné trubky krytalového topení. Dodává se jako suchá směs a je složena z vápenného hydrátu, čedičové moučky, křemičitého písku a vysokopecní granulované strusky se zrnitostí do 2 mm. [27]

e) Malta barytová

Používá se na omítky jako stínící vrstva proti průniku ionizujícího záření pro pracoviště se zdroji záření RTG, α i β . [27]

2.4. VLASTNOSTI MALT

Malty pro zdění musí vykazovat nejmenší průměrnou pevnost v tlaku odpovídající značce malty. Malty pro omítky a pro spárování musí vykazovat průměrnou pevnost v ohybu a průměrnou přídržnost k podkladu. [27]

2.4.1. Pevnost malty v tlaku

Pevnost malty se určuje podle ČSN EN 1015-11. Pro zkoušku se zhotovují 3 trámečky 160mmx40mmx40mm, které se při zkoušce pevnosti v tahu za ohybu zlomí, čímž vznikne 6 polovin trámečků, které se pak zkouší v tlaku. [26]

3.1. VYUŽITÍ ZDÍCÍCH PRVKŮ A MALT VE VÝSTAVBĚ

Zděné stavby dle účelu: [2]

- **Pro bydlení** – bytové a rodinné domy
- **pro rodinnou a indiv. rekreaci** – chaty
- **ubytovací zařízení** – hotely, penzióny
- **pro administrativu** – kancelářské objekty, správní budovy institucí
- **pro obchod** – prodejny
- **pro výrobu a skladování** – dílny, haly, sklady, objekty pro technologii
- **zemědělské stavby** – chlévy a stáje, seníky
- **jiné stavby** – garáže, vrátnice, drobné stavby

Přízemní a jednopodlažní stavby [2]

- **Drobné přízemní objekty:** Čekárny, vrátnice, sklady, garáže, chaty
- **Jednopodlažní halové objekty:**
 - haly, provozovny, garáže, sklady
 - zemědělské stavby – chlévy, seníky
- **Přízemní jednopodlažní stavby**
 - rodinné domy, pensiony
 - kanceláře a provozovny

Jednoduché zděné stavby do 3 podlaží: [2]

- Rodinné a bytové domy
- Hotely, pensiony
- Kanceláře a provozovny

Zděné stavby do 5 podlaží:

- Bytové domy
- Hotely
- Kanceláře a provozovny

Výškové stavby nad 5 podlaží

- Od 5 podlaží výše - objekty výrobní, veřejné, administrativní a obytné

3.1.1. Pálené zdící prvky

Klasické plné cihly použijeme při malých opravách nebo pro speciální účely, ale chceme-li stavět rozsáhlejší zdi, sáhneme po takzvaných cihelných blocích. Jsou větší, takže se s nimi dobře pracuje, ale hlavně mají nesrovnatelně lepší vlastnosti. Jejich výrobci se rádi chlubí tím, že padesáticentimetrová zeď z cihelných bloků udrží stejné teplo jako dva a půl metrů silná zeď postavená z klasických plných cihel.

Tzv. cihelný střep dýchá a navíc mu nevádí, když se mění vlhkost vzduchu, a protože strukturu tvoří plná mřížka a dutiny, mají bloky dobrou akustiku a schopnost akumulace. Vyžadují však pečlivé zdění, protože jakékoliv nepřesnosti se těžko napravují. [28]

Používá se při adaptacích na stavbu pilířů, příček, přizdívek, kleneb apod. Na zdění se používá běžných vápencových nebo vápenocementových malt. Cihly plné jsou také vhodné pro zdi se zvýšeným tlumením zvuku. [29]

3.1.2. Pórobetonové zdící prvky

Použití pórobetonu

Pórobeton se v současnosti vyrábějí převážně v podobě tvárnic na suché zdění. Přesné rozměry těchto tvárnic umožňují spojování tenkou vrstvou tmelu. Ačkoliv se používaný tmel ředí vodou, nemá toto lepení charakter mokrého procesu. Pórobeton je lehký, snadno opracovatelný a jednoduše se s ním manipuluje. K výhodám pórobetonu nesporně patří, že s ním můžeme vytvořit téměř celou hrubou stavbu. Použití uceleného systému od jednoho výrobce je výhodné vzájemným sladěním jednotlivých prvků a zpřehledněním záruky za zhotovené dílo.

Obvodové nadzemní zdivo z pórobetonu by mělo začínat minimálně 300 mm nad upraveným terénem nebo by mělo být chráněné spolehlivou svislou hydroizolací. Zapouštění neizolovaných pórobetonových tvárnic, třeba pouze 200 až 250 mm pod upravený terén, je chybné. Suterénní zdivo musí být spolehlivě izolované proti vlhkosti, protože pórobeton nelze sanovat infuzními metodami.

Vzlínavost vlhkosti v pórobetonu je poměrně malá. Vzlínání dosahuje maximálně do 0,5 m. Pórobeton dobře pohlcuje vodu a díky otevřené pórové struktuře znova vysychá. Při náporovém dešti provlhne nechráněné (neomítnuté) vnější zdivo (nosné i výplňové) jen do hloubky asi 30 mm (vliv gravitace). Velmi negativně však na fyzikální vlastnosti působí úplné ponoření pórobetonu pod vodu. Nasákavost může dosáhnout 60 až 80 % podle druhu pórobetonu a tlaková pevnost se nasáknutím snižuje přibližně o 20 %.

Pórobeton se ve stěně (nosné ani výplňové) nesmí kombinovat s jiným materiálem, například s jiným druhem lehkého betonu nebo s plnou či děrovanou cihlou. Platí zásada, že výplňové stěny i příčky musejí být důsledně odděleny ze čtyř stran (tedy po celém obvodu) od nosné ocelobetonové, ocelové, dřevěné nebo kombinované konstrukce.

Pórobeton není vhodný do prostředí s kyselými výpary a všeobecně špatně snáší působení agresivních látek. Proto se dá jen omezeně použít pro výstavbu zemědělských budov. [14]

Vícepodlažní stavby z pórobetonu

Pórobeton YTONG se intenzivně uplatňuje zejména při výstavbě bytových a občanských staveb, a to díky svým velmi dobrým stavebně fyzikálním vlastnostem. Jde zejména o pozitivní tepelně izolační schopnosti, dostatečnou akumulaci tepla a z toho

vyplývající letní i zimní setrvačnost stavby, nebo zdravotní nezávadnost a příhodné difúzně vlhkostní vlastnosti.

Zatímco u běžné nízkopodlažní zástavby je navrhování pórobetonu běžnou rutinou, u vícepodlažních staveb je nutné více zvažovat statiku a využívat různé třídy pórobetonu. Následující příklady uplatnění pórobetonu u vícepodlažních bytových nebo administrativních staveb názorně ukazují rozmanité způsoby aplikace tvárnice YTONG a jejich hlavní výhody. Vždy se ale jedná o ekonomicky efektivní řešení a bezpečné dosažení příslušných normových požadavků. [30]

3.1.3. Vápenopískové zdící prvky

Vápenopískové cihly (VPC) se dají použít pro obvodové i vnitřní zdivo. V interiéru se dá užít jak pro nosné, tak výplňové dělicí stěny a to především pro svou pevnost v tlaku a zvukově izolační vlastnosti. Pro výše uvedené vlastnosti jsou vápenopískové cihly ideálním materiálem také pro vyzdívání tepelně izolačních vícevrstevných obvodových stěn. [31]

Oblast použití:

Hlavní výhodou výstavby za použití systému vápenopískových cihel je výrazná úspora obestavěného prostoru a to v rozsahu 5 – 10 % oproti klasickým zděným aplikacím, které používají širší konstrukce.

Další výhodou je rychlý způsob výstavby. Celý půdorys se zdí strojně vč. Nosných příček. Použito je více mini jeřábů na celé podlaží. Osadí filigránové stropy, zalije se betonová deska a poté se pokračuje s dalším podlažím. Rychlost výstavby je pak opravdu vysoká, nepoužívá se žádné lešení, žádná staveništní doprava nenosných příček, strojní zdění 4x rychlejší než ruční, jedno v jaké tloušťce zdiva.

Vápenopískové zdivo je možné používat na nosné i nenosné zdivo ke stavbě u vnitřních, venkovních i sklepních stěn. Zdivo z vápenopískových prvků je všestranně použitelné a vyhovuje optickým, statickým a stavebně fyzikálním nárokům.

Pro vnější zdivo splňuje vápenopísková cihla statické, protihlukové, tepelně izolační a protipožární vlastnosti. Jsou také odolné proti větru, rozdílným teplotám a přívalovým deštům. Uchování tepla zaručuje letní i zimní tepelnou ochranu. Pro zvýšení kvalit vnějšího zdiva je možné zhotovit zateplovací systém. Zdivo v suterénu zaručuje předpoklady dlouhodobé izolace a hospodárné provedení. [32]

Použití: [33]

a) *Vnitřní zdivo*

- Vnitřní stěny slouží v první řadě k oddělení prostor a přenosu zatížení.
- Vnitřní stěny mohou být nosné či nenosné. Nosné stěny jsou již od tloušťky 11,5 cm vysoce zatížitelné. Vzhledem k optickému vzhledu nabízejí vápenopískové

vnitřní stěny širokou škálu možných provedení jako pohledové zdivo (režné - malé formáty či zdivo z bloků na tenkovrstvou maltu) nebo jako omítnuté stěny (rovněž z bloků na tenkovrstvou maltu).

- Vnitřní stěny z vápenopískových cihel splňují nejvyšší nároky na protihlukovou a protipožární ochranu. Díky své hmotě nepřenáší hluk, vysoce absorbují teplo, mají vysokou relaxační dobu vychládání a v letních měsících výrazně přispívají k tepelné ochraně (chladí)
- b) Vnější zdivo.**
- Venkovní stěny musí splňovat požadavky statické, protihlukové, tepelně-izolační a protipožární. Musí odolávat povětrnostnímu namáhání větrem, přívalovými dešti a od rozdílů teplot.
 - Venkovní stěny z vápenopískových cihel jsou díky svému funkčnímu rozdělení zvláště účinné. Vápenopísková cihla přebírá úkoly statiky, protipožární ochrany, protihlukové ochrany a uchovávání tepla, tepelná izolace zajišťuje flexibilní letní i zimní tepelnou ochranu. Obě vrstvy je možno dle požadavků optimalizovat až do požadované kvality (až po pasivní domy).
- c) Sklepní zdivo**
- Suterénní stěny z vápenopískových cihel se osvědčují již po dlouhá desetiletí. Jejich hospodárné zhotovení je zde určujícím kritériem.

3.1.4. Betonové a liaporbetonové zdící prvky

Použití zdících prvků LIVETHERM:

Zdící prvky LIVETHERM jsou betonové alt. liaporbetonové sendvičové tvárnice určené pro jednovrstvé obvodové nosné i výplňové zdivo nízkoenergetických domů tloušťky 400 mm, určené pro stavby s požadavkem na vysoký odpor a tepelnou akumulaci stěny při zachování malé tloušťky obvodového zdiva zajišťující maximální využití obestavěného prostoru.

Zdivo ze zdících prvků LIVETHERM je možné použít pro rodinné domy, vily, bytové domy i pro stavby průmyslové (výrobní haly, provozovny, zateplené sklady a garáže, autoservisy, čerpací stanice, prodejny) popř. pro stavby občanské vybavenosti (školy, tělocvičny, hotely, vodojemy, čistírny odpadních vod atd.) s omezením do max. 4 - 6 podlaží (viz statické řešení a statický výpočet).

Prvky LIVETHERM jsou ideální pro stavby nízkoenergetických domů, které výrazně šetří náklady na jejich následný provoz (vytápění). Dům z tvárnice LIVETHERM je tepelně úsporný, masivní, s výraznou akumulační schopností vnitřní nosné části tvárnice. [34]

4.1. PODKLADY POUŽITÉ PŘI VÝPOČTECH

4.1.1. Použité zdící materiály

a) YTONG [39]



- Výjimečné tepelně izolační vlastnosti
- Snadné a rychlé zdění bez odpadu
- Stejně technické vlastnosti ve všech směrech

Specifikace:

- Tvárnice z autoklávovaného pórobetonu kategorie I

Použití:

- Nosné i nenosné obvodové a vnitřní stěny, ztužující, výplňové a požární stěny nízkopodlažních i vícepodlažních budov.

Profilování:

- S dvojitým perem a drážkou a úchopovými kapsami (PDK) nebo hladké (HL), šířky: 200, 250, 300, 375 mm

TVÁRNICE POUŽITÉ PŘI VÝPOČTU		
	Vnitřní zdivo	Obvodové zdivo
Rozměry tvárnic	300x249x499 mm	375x249x499 mm
Značka pórobetonu	P6-650	P4-500
Pevnost zdících prvků v tlaku f_b	6,5 [N/mm ²]	4,2 [N/mm ²]
Charakteristická pevnost zdiva v tlaku f_k	3,93 [N/mm ²]	2,71 [N/mm ²]
Char. hodnota vlastní tíhy zdiva	7,8 [kN/m ³]	6 [kN/m ³]

b) POROTHERM P+D [40]

- dokonalé řešení lineárních tepelných mostů na styku s výplněmi otvorů
- ideální spojení na pero a drážku
- jednoduché a rychlé zdění
- vysoká pevnost
- minimální spotřeba malty
- ideální podklad pod omítku
- nízký odpor proti difuzi vodních par
- hygienicky nezávadné
- rozměry v modulovém systému
- snadné navrhování a stavění v kompletním systému Porotherm



ČSN EN 771-1

Použití Porotherm 44 P+D:

- Cihly Porotherm 44 P+D jsou určeny pro omítané jednovrstvé obvodové nosné i nenosné zdivo tloušťky 440 mm s vysokými nároky na tepelný odpor a tepelnou akumulaci stěny.

Použití Porotherm 30 P+D:

- Cihly POROTHERM 30 P+D jsou určeny pro omítané jednovrstvé vnitřní i vnější nosné zdivo tloušťky 300 mm. Lze je též použít pro vnitřní nosnou část vrstveného zdiva v kombinaci s tepelným izolantem a případně s dalšími cihelnými materiály tvořícími vnější ochrannou část zdiva.



ČSN EN 771-1

TVÁRNICE POUŽITÉ PŘI VÝPOČTU		
	Vnitřní zdivo	Obvodové zdivo
Rozměry tvárnic	300x247x238 mm	440x247x238 mm
Značka	Porotherm 30 P+D	Porotherm 44 P+D
Pevnost zdících prvků v tlaku f_b	10 [N/mm ²]	10 [N/mm ²]
Charakteristická pevnost zdiva v tlaku f_k	4,94 [N/mm ²]	4,94 [N/mm ²]
Char. hodnota vlastní tíhy zdiva	8,7 [kN/m ³]	7,9 [kN/m ³]

b) POROTHERM T PROFI [40]



- dokonalé řešení lineárních tepelných mostů na styku s výplněmi otvorů
- ideální spojení na pero a drážku
- jednoduché a rychlé zdění
- vysoká pevnost
- ložná spára tloušťky 1 mm – minimální spotřeba malty, minimální množství vody vnesené do zdiva
- žádné tepelné mosty v ložných spárách, ideální podklad pod omítku
- nízký odpor proti difuzi vodních par
- hygienicky nezávadné
- rozměry v modulovém systému
- snadné navrhování a stavění v kompletním systému Porotherm

Použití:

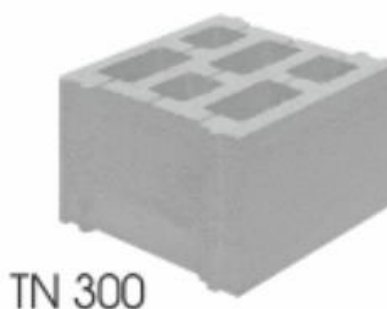
- Cihly broušené Porotherm 44 T Profi jsou určeny pro omítané jednovrstvé obvodové nosné i nenosné zdivo tloušťky 440 mm s velmi vysokými nároky na tepelný odpor a tepelnou akumulaci stěny. Velké otvory v cihlách jsou již ve výrobě vyplněny hydrofobizovanou minerální vatou. Hydrofobizace zajišťuje nenasákavost vaty v cihlách (voda po ní stéká).

TVÁRNICE POUŽITÉ PŘI VÝPOČTU		
	Vnitřní zdivo	Obvodové zdivo
Rozměry tvárnic	300x247x238 mm	440x247x238 mm
Značka	Porotherm 30 P+D	Porotherm 44 T Profi
Pevnost zdících prvků v tlaku f_b	10 [N/mm^2]	8 [N/mm^2]
Charakteristická pevnost zdiva v tlaku f_k	4,94 [N/mm^2]	3,5 [N/mm^2]
Char. hodnota vlastní tíhy zdiva	8,7 [kN/m^3]	6,8 [kN/m^3]

c) LIVETHERM [41]

**Použití beton + styropor, ozn. TOB + S:**

- Tvárnice obvodové jsou vhodné pro vnější nosné popř. výplňové zateplené konstrukce staveb o tloušťce zdi 400 mm. Tvárnice jsou vyrobeny z mezerovité vibrolisované betonové směsi doplněné o tepelně izolační vložku. Jsou určeny pro stavby rodinných a bytových domů, průmyslových objektů a objektů občanské vybavenosti, kancelářských objektů aj.
- Tvárnice jsou standardně vyráběny ve výšce 198 mm a jsou určeny ke zdění na tenkovrstvou maltu /lepidlo/.

**Použití TN 300:**

- Tvárnice nosné jsou vhodné pro masivní vnější a vnitřní nosné konstrukce budov ve výšce uvedených tloušťkách stěn. Tvárnice jsou vhodné pro kombinaci s vnějším tepelně izolačním zdivem.

TVÁRNICE POUŽITÉ PŘI VÝPOČTU		
	Vnitřní zdivo	Obvodové zdivo
Rozměry tvárnic	300x300x198 mm	400x300x198 mm
Značka	TNB 300/Lep198-P6	TOB+S Z400-P10
Charakteristická pevnost zdiva v tlaku f_k	3,23 [N/mm^2]	5,03 [N/mm^2]
Char. hodnota vlastní tíhy zdiva	15,2 [kN/m^3]	11,2 [kN/m^3]

d) Silka [39]



- Ideální řešení pro akustické a štíhlé nosné stěny
- Dokonale kompatibilní se systémem Ytong
- Přesná a rychlá stavba
- Zdravý přírodní materiál
- Příznivé mikroklima staveb
- Vysoká akumulace tepla

Specifikace:

- Zdicí vápenopískové tvárnice kategorie I

Použití:

- Nosné a ztužující stěny s vysokou únosností a zvukovou izolací. Výplňové a požární stěny

Profilování:

- S dvojitým perem a drážkou a úchopovými kapsami

TVÁRNICE POUŽITÉ PŘI VÝPOČTU		
	Vnitřní zdivo	Obvodové zdivo
Rozměry tvárnic	300x248x248 mm	240x248x248 mm
Značka pórobetonu	S15-1600	S20-2000
Pevnost zdících prvků v tlaku f_b	15 [N/mm ²]	20 [N/mm ²]
Charakteristická pevnost zdiva v tlaku f_k	7,99 [N/mm ²]	10,21 [N/mm ²]
Char. hodnota vlastní tíhy zdiva	18 [kN/m ³]	22 [kN/m ³]

4.1.2. Použité stropní konstrukce

a) Monolitické železobetonové stropní konstrukce

Deskové:

Deskové stropy jsou tvarově nejjednoduššími stropními konstrukcemi. Dle způsobu přenosu zatížení, nosnosti nebo vyztužení se navrhují desky nosné v jednom směru nebo ve dvou směrech - křížem vyztužené.

Podle způsobu uložení na podporách rozlišujeme desky prostě uložené a desky vetknuté. Desky probíhající přes více podpor jsou desky spojitě, desky konzolové jsou na jednom konci volné, na druhém upnuté do podpory.

Dle tvaru průřezu konstrukce v nosném směru rozlišujeme tyto s konstantním průřezem nebo s náběhy, náběhy se provádějí ve sklonu 1:3 do vzdálenosti $1/4 - 1/3 L$ od podpory.

Desky jednosměrně vyztužené prostě uložené se používají pro rozpětí do 3000 mm, desky vetknuté do 4500 mm, desky s náběhy až 6000 mm. Minimální tloušťka desky je 50 mm.

Desky obousměrně vyztužené přenášejí zatížení oběma směry (větší část zatížení přenáší výztuž ve směru kratšího rozpětí), desky obousměrně vyztužené se používají pro půdorysná pole o poměru stran 1:1 až 1:2. [35]

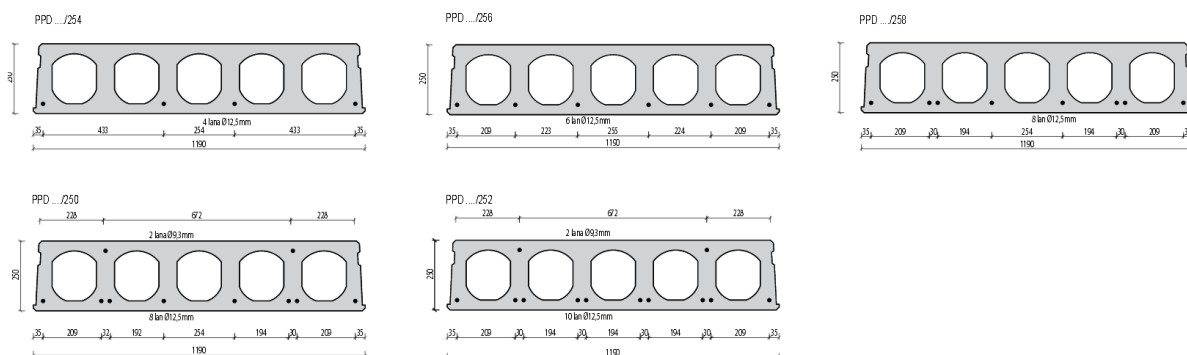
b) Panelové stropní konstrukce SPIROLL

Vyrábějí se ve skladebných délkách od 6000 do 12000 mm, skladebná šířka panelu je 1200 mm a výška 250 nebo 300 mm.

Panely jsou určeny jako stropní nebo střešní konstrukce pro zatížení běžná v občanské nebo v bytové výstavbě na velká rozpětí.

Panely musí být zabudovány jako prostý nosník, nejsou opatřeny závěsnými háky, vyrábějí se jako předepínané s dutinami bez prostupů.

Na stavbě je možno provést drobné prostupy v panelu proražením horní a dolní klenby dutin v šířce 120 resp. 150 mm a délce do 250 mm. [36]



Předpjaté stropní panely SPIROLL slouží k vytvoření stropních a střešních konstrukcí pozemních staveb. Pro svou vysokou únosnost, odlehčení dutinami a dokonalému využití materiálu díky předpjaté výztuži jsou panely vhodné zejména pro

větší rozpory. Podélné i šikmé řezy umožňují dílce přizpůsobit individuálním potřebám zákazníka pro netradičně řešené stavby.

Typy:

- Panely skladebné šířky 1 200 mm s výškou 160, 200, 265, 320 a 400 mm se dodávají na zakázku v délkách odstupňovaných po 10 mm.

Konstrukce, variaty:

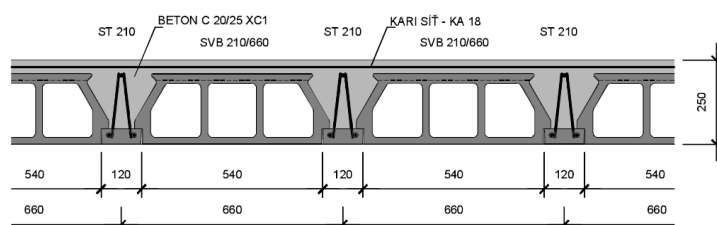
- Technologie výroby na dlouhých drahách umožňuje dodávat prvky v přesně požadovaných délkách. Panely jsou vylehčeny podélnými dutinami, výztuž tvoří předpjatá ocelová lana, kde jejich počet, tloušťku a umístění lan určuje dovolené zatížení a maximální délka dílce. [37]

c) Stropní konstrukce Livetherm

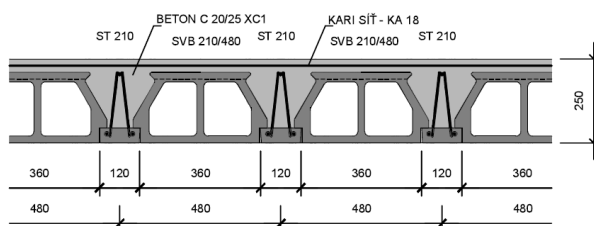
Jedná se konstrukci určenou k zastropení požadovaných prostor. Skládá se ze stropních trámců v požadované délce stropního prostoru, mezi které jsou vkládány výplně - stropní vložky a destičky. Takto skládaná konstrukce se vyznačuje velkou variabilitou z pohledu použití /řešení bodového zatížení sloupů, nosných zdí a přiček, prostupů, aj/ a snadnou montáží i při rekonstrukcích, kde není nutné používat jeřábovou techniku.

Stropní trámce a vložky jsou vyráběny ve třech výškových provedeních dle tloušťky stropní konstrukce.

LIVETHERM STROP 250 jednoduchá kombinace ($\lambda=660$ mm)



LIVETHERM STROP 250 jednoduchá kombinace ($\lambda=480$ mm)



STROP 250 - Konstrukce 250 - 270 mm /dle výšky nadbetonávky/

- **trámce ST 210 /ST-S21** - standard/ výška trámce 210 mm
- **vložky SVB 210 / 660** výška 210 mm pro osové rozpětí trámců 660 mm
- **vložky SVB 210 / 480** výška 210 mm pro osové rozpětí trámců 480 mm

Stropní destičky jsou používány ve všech uvedených typech konstrukcí a osových rozměrech 660 a 480 mm. [38]

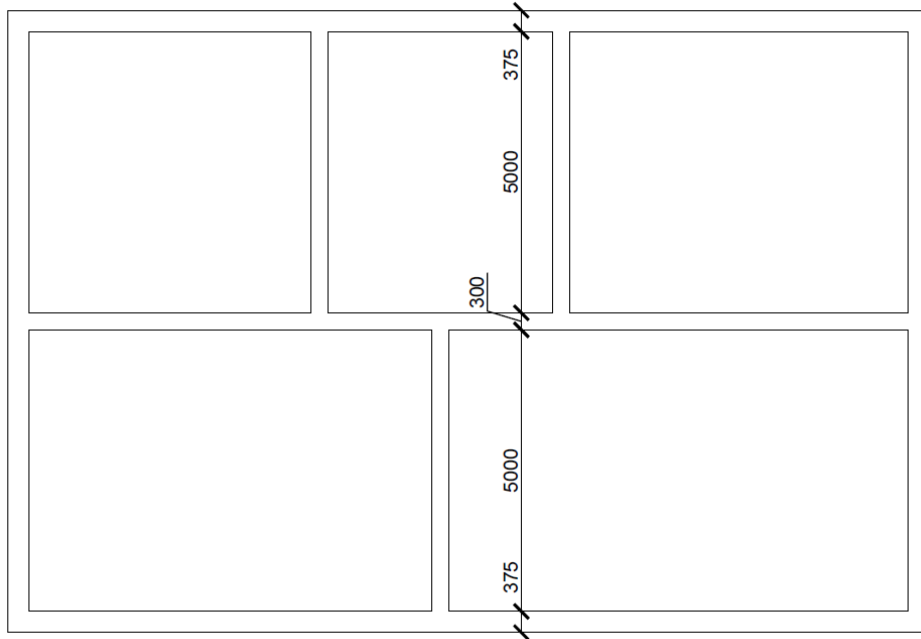
PŘÍLOHY

Akce: VYUŽITÍ SOUČASNÝCH ZDÍČÍCH MATERIÁLŮ PRO
VÍCEPDLAŽNÍ OBJEKTY

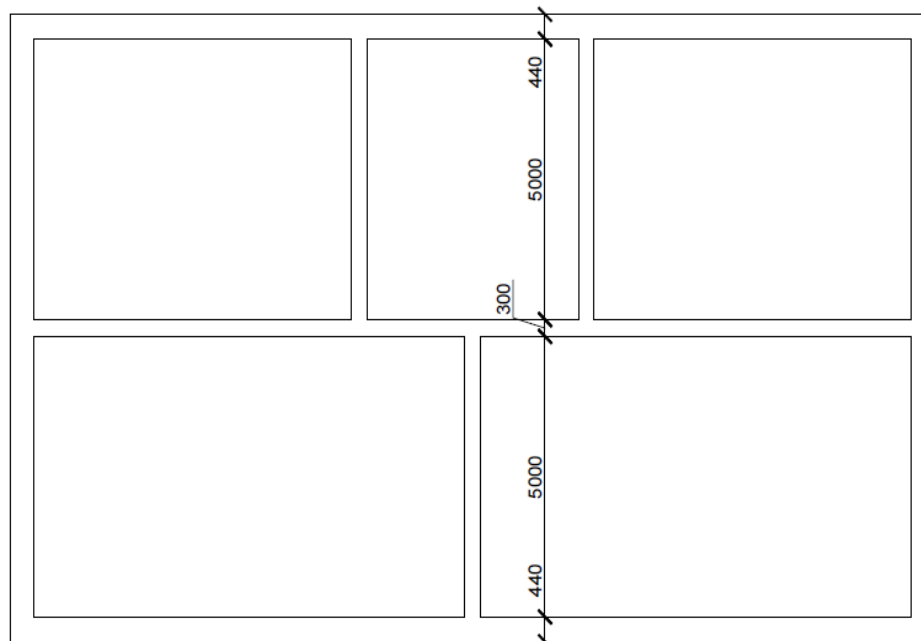
5.1. SCHÉMATA PŮDORYSŮ

- Zvolená šířka traktu pro veškeré výpočty: 5 m
- Program umožňuje šířku traktu v případě potřeby libovolně měnit.

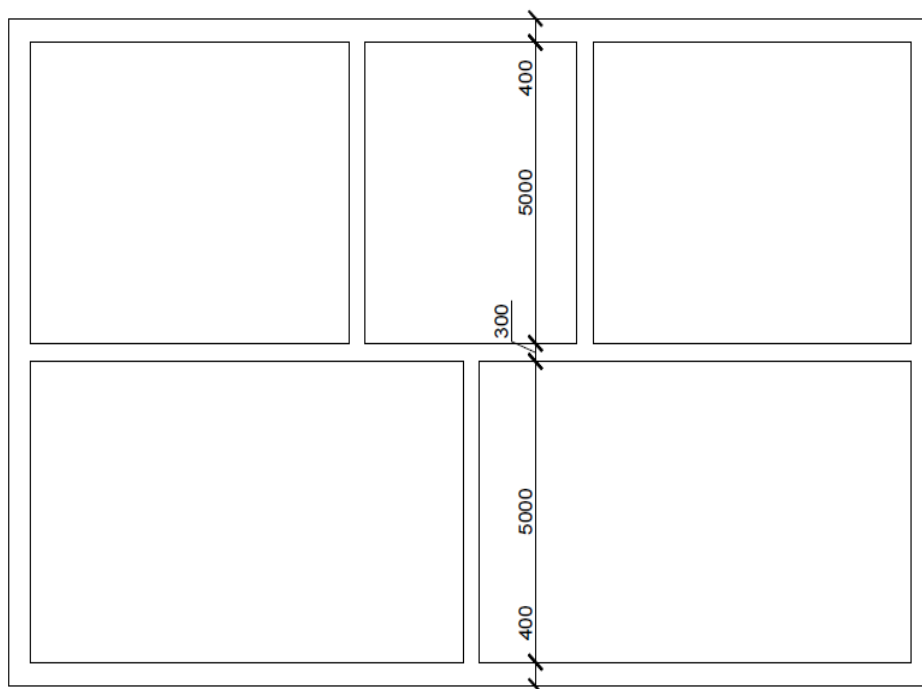
5.1.1. YTONG



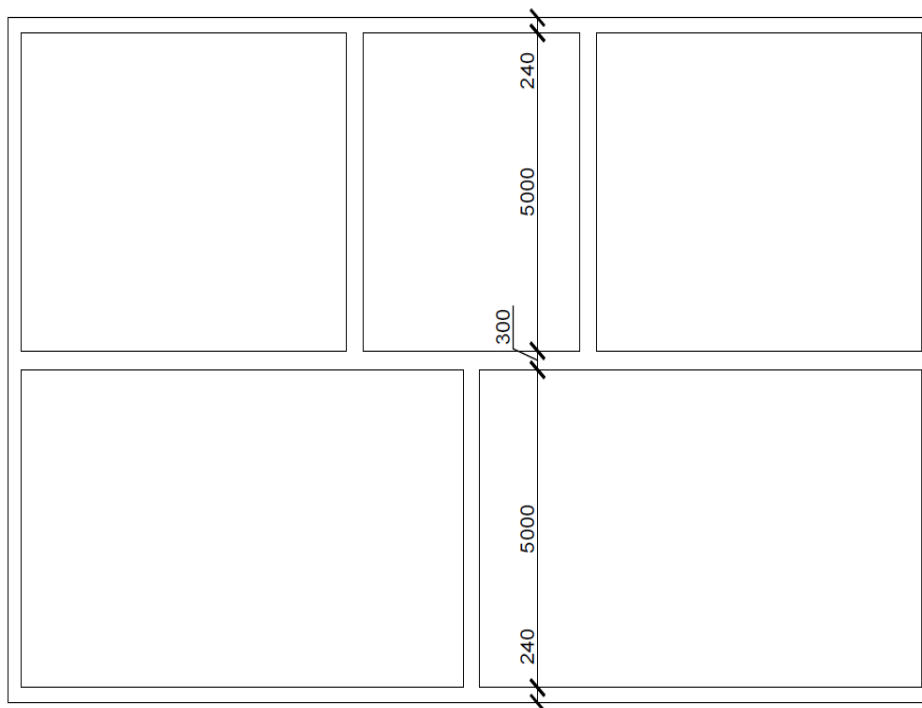
5.1.2. Porotherm, Porotherm T Profi



5.1.3. Livetherm



5.1.4. Silka



PŘÍKLAD Č. 1

OBJEKT KATEGORIE A

Výrobce:

YTONG

ZATÍŽENÍ

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatižení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m ²		kN/m ²		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,43	1,35	12,72	1		12,72		13,09		12,72	
celkem podlaží						12,72		13,09		12,72	
2NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						39,06		66,03		39,06	
3NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						39,06		66,03		39,06	
4NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						39,06		66,03		39,06	
5NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						39,06		66,03		39,06	
6NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						39,06		66,03		39,06	
7NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						39,06		66,03		39,06	
8NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						39,06		66,03		39,06	
střecha						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sních	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1

Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
375	5000	300	5000	375

**Zatížení
zdiva
(kN/m)**

	15,7		74,0		15,7	
		8NP		P6-650		P4-500
	54,76		140,0		54,8	
		7NP		P6-650		P4-500
	93,82		206,0		93,8	
		6NP		P6-650		P4-500
	132,9		272,1		132,9	
		5NP		P6-650		P4-500
	171,9		338,1		171,9	
		4NP		P6-650		P4-500
	211,0		404,1		211,0	
		3NP		P6-650		P4-500
	250,1		470,2		250,1	
		2NP		P6-650		P4-500
Únosnost zdiva (kN/m)	291,53		482,3	536,2		289,1
	336,33		432,1			
	434,48		518,0	549,3		301,8

VÝPOČET ÚNOSNOSTI OBVODOVÉHO ZDIVA

ZDIVO výška		3000 mm
délka		1000 mm
YTONG	f_k	2,71 MPa
Kategorie I	γ_M	2,2

Výpočet:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = 1,23 \text{ MPa}$$

$$h_{ef} = \rho_n \cdot h = 3 \text{ m}$$

$$t_{ef} = \rho_t \cdot t = 0,375 \text{ m}$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} < 27 \quad 8,00 < 27$$

A) Výpočet ohybového momentu v hlavě stěny: M je roven excentricitě
OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI V HLAVĚ STĚNY:

$$N_{ed,1} = 289,12 \text{ kN}$$

$$M_{ed,1} = 18,07 \text{ kNm}$$

$$e_{d,1} = \frac{M_{ed,1}}{N_{ed,1}} = 0,06 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,007$$

$$e_1 = e_{d,1} + e_{init} = 0,069 < 0,05t = 0,01875 = 0,069 \text{ m}$$

$$\phi = 1 - \frac{2 \cdot e_1}{t} = 0,63$$

$$N_{Rd,1} = \phi \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,292 = 291,53 \text{ kN} > 289,12 \text{ kN}$$

B) Výpočet ohybového momentu v patě stěny: moment je roven 0
OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI V PATĚ STĚNY:

$$N_{ed,2} = 301,85 \text{ kN}$$

$$M_{ed,2} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$e_{d,2} = \frac{M_{ed,2}}{N_{ed,2}} = 0,00 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,007$$

$$e_2 = e_{d,2} + e_{init} = 0,007 < 0,05t = 0,01875 = 0,019 \text{ m}$$

$$\phi = 1 - \frac{2 \cdot e_2}{t} = 0,94$$

$$N_{Rd,2} = \phi \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,434 = 434,48 \text{ kN} > 301,85 \text{ kN}$$

C) Výpočet ohybového momentu v středu stě M ve středu stěny + M od větru

Vítr:	0,695 kN/m ²	Momen	0,78 kNm
Moment ve středu stě	9,04 kNm		
Moment od větru:	0,78 kNm		

VÝPOČET ZATÍŽENÍ VĚTREM:**součinitel terénu:**

$$k_r = 0,19 (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 (0,3/0,05)^{0,07} = 0,22$$

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

součinitel drsnosti terénu:

$$c_r(z = 10 \text{ m}) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,22 \cdot \ln(10 / 0,3) = 0,771$$

střední rychlost větru:

$$v_m(z = 10 \text{ m}) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,771 \cdot 19,275 \text{ m/s}$$

VLIV TURBULENCÍ:

- $q_p(z)$ - max. dynamický tlak
- $I_v(z)$ - vliv turbulencí
- k_I - součinitel turbulencí přibližně roven 1

$$I_v(z = 10) = \frac{k_I}{c_0(z) \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{10}{0,3}\right)} = 0,285$$

součinitel expozice:

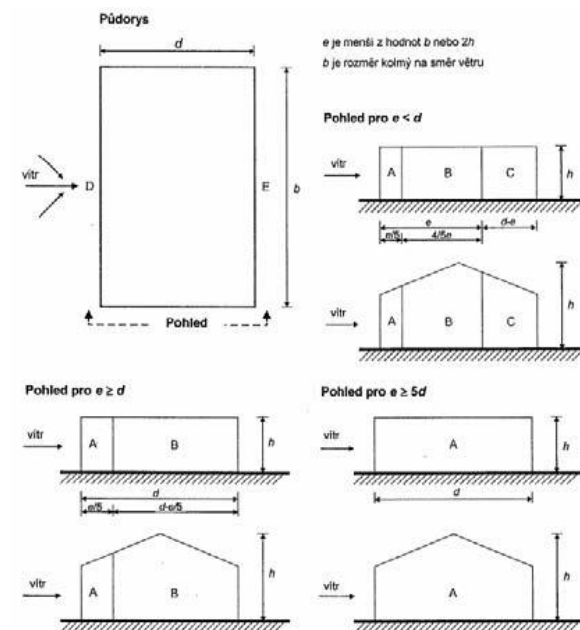
$$c_e(z) = [1 + 7I_v(z)] \left(\frac{v_m(z)}{v_b}\right)^2 = [1 + 7 \cdot 0,285] \left(\frac{19,275}{25}\right)^2 = 1,78$$

základní dynamický tlak od větru:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,625 \text{ N/m}^2$$

max. dynamický tlak od větru:

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 1,78 \cdot 390,625 = 695,3 \text{ N/m}^2 = \mathbf{0,695 \text{ kN/m}^2}$$



Oblast	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0		-0,7
1	-1,2	-1,4	-1,4	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0		-0,5
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0		-0,3

Výpočet působení větru dle oblasti D

$$w_s = q_{p(zs)} \cdot c_{pe} = 0,695 \cdot 0,8 = 0,556 \text{ kN/m}^2$$

$$w_s = q_{p(zs)} \cdot c_{pe} = 0,695 \cdot 1,0 = 0,695 \text{ kN/m}^2$$

OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI VE STŘEDU STĚNY:

$$N_{ed,m} = 295,48 \text{ kN}$$

$$M_{ed,m} = 9,82 \text{ kNm}$$

$$e_{d,m} = \frac{M_{ed,m}}{N_{ed,m}} = 0,03 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,007$$

$$e_k = 0 \dots \text{štíhlost je } < 15$$

$$e_{mk} = e_{d,m} + e_k + e_{init} = 0,04 < 0,05t = 0,01875 = 0,04 \text{ m}$$

$$\text{Stanovení zmenšujícího součinitele} \quad : \quad \Phi_m = A_1 e^{-\frac{u^2}{2}}$$

$$K_E = 700$$

$$E = K_E f_k = 1897$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 8,00 \text{ m}$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 0,787$$

$$\frac{e_{mk}}{t} = 0,11 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = 0,302$$

$$-\frac{u^2}{2} = -0,08$$

$$u = \frac{\lambda - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t}} = 0,40$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,73$$

$$e \text{ je základ přirozených logaritmů} \quad e = 2,718$$

$$N_{Rd,m} = \Phi_m \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,336 = 336,33 \text{ kN} > 295,48 \text{ kN}$$

VÝPOČET ÚNOSNOSTI STŘEDNÍHO ZDIVA

ZDIVO:	výška		3000 mm
	délka		1000 mm
	YTONG	f_k	3,93 MPa
	Kategorie I	γ_M	2,2

Výpočet:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = 1,79 \text{ MPa}$$

$$h_{ef} = \rho_n \cdot h = 3 \text{ m}$$

$$t_{ef} = \rho_t \cdot t = 0,3 \text{ m}$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} < 27 \quad 10,00 < 27$$

A) Výpočet ohybového momentu v hlavě stěny:

OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI V HLAVĚ STĚNY:

$$N_{ed,1} = 536,21 \text{ kN}$$

$$M_{ed,1} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$e_{d,1} = \frac{M_{ed,1}}{N_{ed,1}} = 0,00 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,007$$

$$e_1 = e_{d,1} + e_{init} = 0,007 < 0,05t = 0,015 = 0,015 \text{ m}$$

$$\phi = 1 - \frac{2 \cdot e_1}{t} = 0,90$$

$$N_{Rd,1} = \phi \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,482 = 482,32 \text{ kN} > 536,21 \text{ kN}$$

B) Výpočet ohybového momentu v patě stěny:

OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI V PATĚ STĚNY:

$$N_{ed,2} = 549,29 \text{ kN}$$

$$M_{ed,2} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$e_{d,2} = \frac{M_{ed,2}}{N_{ed,2}} = 0,00 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,007$$

$$e_2 = e_{d,2} + e_{init} = 0,007 < 0,05t = 0,015 = 0,015 \text{ m}$$

$$\phi = 1 - \frac{2 \cdot e_2}{t} = 0,97$$

$$N_{Rd,2} = \phi \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,518 = 518,05 \text{ kN} > 549,29 \text{ kN}$$

OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI VE STŘEDU STĚNY:

$$N_{ed,m} = 542,75 \text{ kN}$$

$$M_{ed,m} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$e_{d,m} = \frac{M_{ed,m}}{N_{ed,m}} = 0,00 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,007$$

$$e_k = 0 \dots \text{štíhlost je } < 15$$

$$e_{mk} = e_{d,m} + e_k + e_{init} = 0,007 < 0,05 = 0,015 = 0,015 \text{ m}$$

$$\text{Stanovení zmenšujícího součinitele} \quad : \quad \Phi_m = A_1 e^{-\frac{u^2}{2}}$$

$$K_E = 700$$

$$E = K_E f_k = 2751$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 10,00 \text{ m}$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 0,900$$

$$\frac{e_{mk}}{t} = 0,05 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = 0,378$$

$$-\frac{u^2}{2} = -0,11$$

$$u = \frac{\lambda - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t}} = 0,47$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,81$$

$$e \text{ je základ přirozených logaritm} \quad e = 2,718$$

$$N_{Rd,m} = \Phi_m \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,432 = 432,08 \text{ kN} > 542,75 \text{ kN}$$

1.NP

A) Stálé zatížení					
Váha věnce			charakt. hodnota	součinitel zatížení	návrhová hodnota
železobeton			kN/m ³	25,00	
výška	250			0,25	m
šířka	300			0,3	m
objem				0,075	m ³
celkem				1,875	1,35
vyzdívka	0			0	m
váha pro výšku	250	mm		0	0,00
izolace	0			0	0,00
celkem				1,875	2,53

B) Zdivo 1 - 1 NP, spodní podlaží					
šířka	375	mm		0,375	
výška	3000	mm		3	
délka	1000	mm		1	
objem				1,125	
YTONG materiál	6	kNm ³			
váha				6,75	1,35
omítka	20	kN/m ³	plocha	1,00	m ²
omítka vnitřní tl	20	=		0,40	1,35
izolace tl	0	mm	0,35	0,00	1,35
omítka vnější tl	20	=		0,40	1,35
celkem				7,55	10,19
C) zdivo a věnec				9,43	12,72

D) Váha věnce					
			hodnota	zatížení	hodnota
železobeton			kN/m ³	25,00	
výška	250			0,25	m
šířka	300			0,3	m
objem				0,075	m ³
celkem				1,88	1,35

E) Zdivo 1 - 1 NP, spodní podlaží středová stěna					
šířka	300	mm		0,3	
výška	3000	mm		3	
délka	1000	mm		1	
objem				0,9	
YTONG materiál	7,8	kNm ³			
				7,02	1,35
	20	kN/m ³	plocha	1,00	m ²
2x	20	=		0,80	1,35
celkem	váha zdiva a omítky			7,82	10,56
F) zdivo a věnec střední zed'				9,70	13,09

2 Zatížení od stropní konstrukce nad 2. podlažím

A) Stálé zatížení

výpočet je uveden v tabulce:

vycházíme z tloušťky vrstev /h/ a objemové hmotnosti materiálů /g/

hodnoty objem. hmot. materiálů a součinitelů zatížení převzaty z ČSN EN 1991 a 730035

konstrukce platí údaje označené x	Pozn.	tl.	tloušťka	objem. hmot.	char. hodnota	součinitel zatížení	návrhová hodnota
		h mm	h m	g kN/m ³	gn kN/m ²	f	gr kN/m ²
a podlaha							
- podlahovina - dřevo, laminát		0	0,000	8	0,000		
- koberec		0	0,000	0,2	0,000		
- keramická dlažba		20	0,020	20	0,400		
b roznášecí vrstva							
- betonová mazanina		60	0,060	24	1,440		
event. DTD deska		0	0,000	8	0,000		
c kročejová izolace							
folie		0			0,000		
násyp škvára		0	0,000	9	0,000		
event. polystyren/min. vlna		40	0,040	1,2	0,048		
d nosná deska							
Livetherm strop		250	0,250	-	3,260		
e podhled							
montovaný podhled		0		0	0,000		
omítka		10	0,010	18	0,180		
součet					5,328	1,350	7,193
při zatěžovací šířce	m	1			5,33		7,19
případný trám	váha				0,000		0
Celkem					5,33		7,19

B) Krátkodobé nahodilé zatížení**A) Obytné plochy a plochy pro domácí činnosti**

rovnoměrné užité				1,5	1,5	2,25
při zatěžovací šířce		1		1,5		2,25

C) Další krátkodobé nebo dlouhodobé nahodilé zatížení**přemístitelné příčky o vlastní tíze ≤ 2 kN/m délky příčky**

rovnoměrné užité				0,8	1,5	1,2
při zatěžovací šířce		1		0,8		1,2

E) Váha příček

bm							
zdivo		0	0,000	11	0,000	1,35	0,000
omítka	2 x	0	0,000	18	0,000	1,35	0,000
součet na 1 m ² příčky					0,000		0,000
pro výšku příčky	m	3000			0	kN/m	0,00
při traktu - zat. šířce	m	5,00			0,000		0,00

F) Zatížení na 1 m stěny					
Součet na 1 m ²		stálé	5,33	1,35	7,19
		proměnné	2,30	1,5	3,45
strop celkem			7,63		10,64

G) Váha věnce					
železobeton			kN/m ³	25,00	
výška	250			0,25	m
šířka	300			0,3	m
objem				0,075	m ³
celkem				1,875	1,35
vyzdívka	0			0	m
váha pro výšku	250	mm		0	0,00
izolace	0			0	0,00
celkem				1,875	2,53

H) Zdivo					
šířka	375	mm		0,375	
výška	3000	mm		3	
délka	1000	mm		1	
objem				1,13	
YTONG	materiál	6	kNm ³		
váha				6,75	1,35
omítka	20		kN/m ³ plocha	1,00	m ²
omítka vnitřní	tl	15	=	0,30	1,35
izolace		0	0,35	0,00	1,35
omítka vnější	tl	15	=	0,30	1,35
celkem			váha zdiva a omítky	7,35	9,92
CH zdivo a věnec				9,23	

G) Váha věnce střední zed'					
železobeton			kN/m ³	25,00	
výška	250			0,25	m
šířka	300			0,3	m
objem				0,075	m ³
celkem				1,875	2,53

H) Zdivo střední zed'					
šířka	300	mm		0,3	
výška	3000	mm		3	
délka	1000	mm		1	
objem				0,90	
YTONG	materiál	7,8	kNm ³		
				7,02	1,35
					9,48
	tl	20	kN/m ³ plocha	1,00	m ²
		15	=	0,60	1,35
celkem			váha zdiva a omítky	7,62	10,29
CH zdivo a věnec				9,50	

3 Zatížení od stropní konstrukce nad 3. podlažím

A) Stálé zatížení

výpočet je uveden v tabulce:

vycházíme z tloušťky vrstev /h/ a objemové hmotnosti materiálů /g/

hodnoty objem. Hmot. materiálů a součinitelů zatížení převzaty z ČSN EN 1991 a 730035

Pozn. konstrukce platí údaje označené x	tl. h mm	tloušťka h m	objem. hmot. g kN/m ³	char. hodnota gn kN/m ²	součinitel zatížení f	návrhová hodnota gr kN/m ²
a podlaha						
- podlahovina - dřevo, laminát	0	0,000	8	0,000		
- koberec	0	0,000	0,2	0,000		
- keramická dlažba	20	0,020	20	0,400		
b roznášecí vrstva						
- betonová mazanina	60	0,060	24	1,440		
event. DTD deska	0	0,000	8	0,000		
c kročejová izolace						
folie	0			0,000		
násyp škvára	0	0,000	9	0,000		
event. polystyren/min. vlna	40	0,040	1,2	0,048		
d nosná deska						
Livetherm strop	250	0,250	-	3,260		
e podhled						
montovaný podhled	0		0	0,000		
omítka	10	0,010	18	0,180		
součet				5,328	1,350	7,193
při zatěžovací šířce	m	1		5,33		7,19
případný trám	váha			0,000		0
Celkem				5,33		7,19

B) Krátkodobé nahodilé zatížení**A) Obytné plochy a plochy pro domácí činnosti**

rovnoměrné užité				1,5	1,5	2,25
při zatěžovací šířce		1		1,5		2,25

C) Další krátkodobé nebo dlouhodobé nahodilé zatížení**přemístitelné příčky o vlastní tíze ≤ 2 kN/m délky příčky**

rovnoměrné užité				0,8	1,5	1,2
při zatěžovací šířce		1		0,8		1,2

E) Váha příček bm

zdivo		0	0,000	11	0,000	1,35	0,000
omítka	2 x	0	0,000	18	0,000	1,35	0,000
součet na 1 m² příčky					0,000		0,000
pro výšku příčky	m	3000			0	kN/m	0,00
při traktu - zat. šířce	m	5,00			0		0,00

F) Zatížení na 1 m stěny				
Součet na 1 m ² stálé		5,33	1,35	7,19
proměnné		2,30	1,5	3,45
strop celkem		7,63		10,64

G) Váha věnce					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875	1,35	2,53
vyzdívka	0		0	m	
váha pro výšku	250	mm	0		0,00
izolace	0		0	0	0,00
celkem			1,875		2,53

H) Zdivo 3 NP					
šířka	375	mm	0,375		
výška	3000	mm	3		
délka	1000	mm	1		
objem			1,13		
YTONG materiál	6	kNm ³			
váha			6,75	1,35	9,11
omítka	20	kN/m ³ plocha	1,00	m ²	
omítka vnitřní tl	15	=	0,30	1,35	0,41
izolace	0	0,35	0,00	1,35	0,00
omítka vnější tl	15	=	0,30	1,35	0,41
celkem váha zdiva a omítky			7,35		9,92
CH zdivo a věnec			9,23		

G) Váha věnce střední zed'					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875		2,53

H) Zdivo 3 NP střední zed'					
šířka	300	mm	0,3		
výška	3000	mm	3		
délka	1000	mm	1		
objem			0,90		
YTONG materiál	7,8	kNm ³			
			7,02	1,35	9,48
	20	kN/m ³ plocha	1,00	m ²	
tl	15	=	0,60	1,35	0,81
celkem váha zdiva a omítky			7,62		10,29
CH zdivo a věnec			9,50		

4 Zatížení od stropní konstrukce nad 4. podlažím

A) Stálé zatížení

výpočet je uveden v tabulce:

vycházíme z tloušťky vrstev /h/ a objemové hmotnosti materiálů /g/

hodnoty objem. hmot. materiálů a součinitelů zatížení převzaty z ČSN EN 1991 a 730035

Pozn.	tl.	tloušťka	objem.	char.	součinitel	návrhová
konstrukce	h	h	hmot.	hodnota	zatížení	hodnota
platí údaje označené x	mm	m	g	gn	f	gr
			kN/m ³	kN/m ²		kN/m ²
a podlaha						
- podlahovina - dřevo, laminát	0	0,000	8	0,000		
- koberec	0	0,000	0,2	0,000		
- keramická dlažba	20	0,020	20	0,400		
b roznášecí vrstva						
- betonová mazanina	60	0,060	24	1,440		
event. DTD deska	0	0,000	8	0,000		
c kročejová izolace						
folie	0			0,000		
násyp škvára	0	0,000	9	0,000		
event. polystyren/min. vlna	40	0,040	1,2	0,048		
d nosná deska						
Livetherm strop	250	0,250	-	3,260		
e podhled						
montovaný podhled	0		0	0,000		
omítka	10	0,010	18	0,180		
součet				5,328	1,350	7,193
při zatěžovací šířce	m	1		5,33		7,19
případný trám	váha			0,000		0
Celkem				5,33		7,19

B) Krátkodobé nahodilé zatížení**A) Obytné plochy a plochy pro domácí činnosti**

rovnoměrné užité			1,5	1,5	2,25
při zatěžovací šířce	1		1,5		2,25

C) Další krátkodobé nebo dlouhodobé nahodilé zatíženípřemístitelné příčky o vlastní tíze ≤ 2 kN/m délky příčky

rovnoměrné užité			0,8	1,5	1,2
při zatěžovací šířce	1		0,8		1,2

E) Váha příček		bm					
zdivo		0	0,000	11	0,000	1,35	0,000
omítka	2 x	0	0,000	18	0,000	1,35	0,000
součet na 1 m ² příčky					0,000		0,000
pro výšku příčky	m	3000			0	kN/m	0,00
při traktu - zat. šířce	m	5,00			0		0,00

F) Zatížení na 1 m stěny				
Součet na 1 m ² stálé		5,33	1,35	7,19
proměnné		2,30	1,5	3,45
strop celkem		7,63		10,64

G) Váha věnce					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875	1,35	2,53
vyzdívka	0		0	m	
váha pro výšku	250	mm	0		0,00
izolace	0		0	0	0,00
celkem			1,875		2,53

H) Zdivo 4 NP					
šířka	375	mm	0,375		
výška	3000	mm	3		
délka	1000	mm	1		
objem			1,13		
YTONG materiál	6	kNm ³			
váha			6,75	1,35	9,11
omítka	20	kN/m ³ plocha	1,00	m ²	
omítka vnitřní tl	15	=	0,30	1,35	0,41
izolace	0	0,35	0,00	1,35	0,00
omítka vnější tl	15	=	0,30	1,35	0,41
celkem		váha zdiva a omítky	7,35		9,92
CH) zdivo a věnec			9,23		

G) Váha věnce střední zeď					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875		2,53
H) Zdivo 4 NP střední zeď					
šířka	300	mm	0,3		
výška	3000	mm	3		
délka	1000	mm	1		
objem			0,90		
YTONG materiál	7,8	kNm ³			
			7,02	1,5	10,53
	20	kN/m ³ plocha	1,00	m ²	
tl	15	=	0,60	1,35	0,81
celkem		váha zdiva a omítky	7,62		11,34
CH) zdivo a věnec			9,50		

5 Zatížení od stropní konstrukce nad 5. podlažím

A) Stálé zatížení

výpočet je uveden v tabulce:

vycházíme z tloušťky vrstev /h/ a objemové hmotnosti materiálů /g/

hodnoty objem. hmot. materiálů a součinitelů zatížení převzaty z ČSN EN 1991 a 730035

Pozn.	tl.	tloušťka	objem.	char.	součinitel	návrhová
konstrukce	h	h	hmot.	hodnota	zatížení	hodnota
platí údaje označené x	mm	m	g	gn	f	gr
			kN/m ³	kN/m ²		kN/m ²
a podlaha						
- podlahovina - dřevo, laminát	0	0,000	8	0,000		
- koberec	0	0,000	0,2	0,000		
- keramická dlažba	20	0,020	20	0,400		
b roznášecí vrstva						
- betonová mazanina	60	0,060	24	1,440		
event. DTD deska	0	0,000	8	0,000		
c kročejová izolace						
folie	0			0,000		
násyp škvára	0	0,000	9	0,000		
event. polystyren/min. vlna	40	0,040	1,2	0,048		
d nosná deska						
Livetherm strop	250	0,250	-	3,260		
e podhled						
montovaný podhled	0		0	0,000		
omítka	10	0,010	18	0,180		
součet				5,328	1,350	7,193
při zatěžovací šířce	m	1		5,33		7,19
případný trám	váha			0,000		0
Celkem				5,33		7,19

B) Krátkodobé nahodilé zatížení**A) Obytné plochy a plochy pro domácí činnosti**

rovnoměrné užité				1,5	1,5	2,25
při zatěžovací šířce	1			1,5		2,25

C) Další krátkodobé nebo dlouhodobé nahodilé zatíženípřemístitelné příčky o vlastní tíze ≤ 2 kN/m délky příčky

rovnoměrné užité				0,8	1,5	1,2
při zatěžovací šířce	1			0,8		1,2

E) Váha příček bm

zdivo		0	0,000	11	0,000	1,35	0,000
omítka	2 x	0	0,000	18	0,000	1,35	0,000
součet na 1 m² příčky					0,000		0,000
pro výšku příčky	m	3000			0	kN/m	0,00
při traktu - zat. šířce	m	5,00			0		0,00

F) Zatížení na 1 m stěny					
Součet na 1 m ² stálé			5,33	1,35	7,19
proměnné			2,30	1,5	3,45
strop celkem			7,63		10,64

G) Váha věnce					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875	1,35	2,53
vyzdívka	0		0	m	
váha pro výšku	250	mm	0		0,00
izolace	0		0	0	0,00
celkem			1,875		2,53

H) Zdivo 5 NP					
šířka	375	mm		0,375	
výška	3000	mm		3	
délka	1000	mm		1	
objem				1,13	
YTONG materiál	6	kNm ³			
váha				6,75	1,35
omítka	20	kN/m ³ plocha		1,00	m ²
omítka vnitřní tl	15	=		0,30	1,35
izolace	0	0,35		0,00	1,35
omítka vnější tl	15	=		0,30	1,35
celkem váha zdiva a omítky				7,35	9,92
CH) zdivo a věnec				9,23	

G) Váha věnce střední zeď					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875		2,53

H) Zdivo 5 NP střední zeď					
šířka	300	mm		0,3	
výška	3000	mm		3	
délka	1000	mm		1	
objem				0,90	
YTONG materiál	7,8	kNm ³			
				7,02	1,35
					9,48
tl	20	kN/m ³ plocha		1,00	m ²
	15	=		0,60	1,35
celkem váha zdiva a omítky				7,62	10,29
CH) zdivo a věnec				9,50	

6 Zatížení od stropní konstrukce nad 6. podlažím

A) Stálé zatížení

výpočet je uveden v tabulce:

vycházíme z tloušťky vrstev /h/ a objemové hmotnosti materiálů /g/

hodnoty objem. hmot. materiálů a součinitelů zatížení převzaty z ČSN EN 1991 a 730035

Pozn.	tl.	tloušťka	objem.	char.	součinitel	návrhová
konstrukce	h	h	hmot.	hodnota	zatížení	hodnota
platí údaje označené x	mm	m	g	gn	f	gr
			kN/m3	kN/m2		kN/m2
a podlaha						
- podlahovina - dřevo, laminát	0	0,000	8	0,000		
- koberec	0	0,000	0,2	0,000		
- keramická dlažba	20	0,020	20	0,400		
b roznášecí vrstva						
- betonová mazanina	60	0,060	24	1,440		
event. DTD deska	0	0,000	8	0,000		
c kročejová izolace						
folie	0			0,000		
násyp škvára	0	0,000	9	0,000		
event. polystyren/min. vlna	40	0,040	1,2	0,048		
d nosná deska						
Livetherm strop	250	0,250	-	3,260		
e podhled						
montovaný podhled	0		0	0,000		
omítka	10	0,010	18	0,180		
součet				5,328	1,350	7,193
při zatěžovací šířce	m	1		5,33		7,19
případný trám	váha			0,000		0
Celkem				5,33		7,19

B) Krátkodobé nahodilé zatížení

A) Obytné plochy a plochy pro domácí činnosti

rovnoměrné užité				1,5	1,5	2,25
při zatěžovací šířce		1		1,5		2,25

C) Další krátkodobé nebo dlouhodobé nahodilé zatížení

přemístitelné příčky o vlastní tíze ≤ 2 kN/m délky příčky

rovnoměrné užité				0,8	1,5	1,2
při zatěžovací šířce		1		0,8		1,2

E) Váha příček

	bm					
zdivo	0	0,000	11	0,000	1,35	0,000
omítka	2 x	0	0,000	18	0,000	1,35
součet na 1 m ² příčky				0,000		0,000
pro výšku příčky	m	3000		0	kN/m	0,00
při traktu - zat. šířce	m	5,00		0		0,00

F) Zatížení na 1 m stěny					
Součet na 1 m stálé			5,33	1,35	7,19
proměnné			2,30	1,5	3,45
strop celkem			7,63		10,64

G) Váha věnce					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875	1,35	2,53
vyzdívka	0		0	m	
váha pro výšku	250	mm	0		0,00
izolace	0		0	0	0,00
celkem			1,875		2,53

H) Zdivo 6 NP					
šířka	375	mm	0,375		
výška	3000	mm	3		
délka	1000	mm	1		
objem			1,13		
YTONG materiál	6	kNm ³			
váha			6,75	1,35	9,11
omítka	20	kN/m ³ plocha	1,00	m ²	
omítka vnitřní tl	15	=	0,30	1,35	0,41
izolace	0	0,35	0,00	1,35	0,00
omítka vnější tl	15	=	0,30	1,35	0,41
celkem váha zdiva a omítky			7,35		9,92
CH zdivo a věnec			9,23		

G) Váha věnce střední zed'					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875		2,53

H) Zdivo 6 NP střední zed'					
šířka	300	mm	0,3		
výška	3000	mm	3		
délka	1000	mm	1		
objem			0,90		
YTONG materiál	7,8	kNm ³			
			7,02	1,35	9,48
	20	kN/m ³ plocha	1,00	m ²	
tl	15	=	0,60	1,35	0,81
celkem váha zdiva a omítky			7,62		10,29
CH zdivo a věnec			9,50		

7 Zatížení od stropní konstrukce nad 7. podlažím

A) Stálé zatížení

výpočet je uveden v tabulce:

vycházíme z tloušťky vrstev /h/ a objemové hmotnosti materiálů /g/

hodnoty objem. hmot. materiálů a součinitelů zatížení převzaty z ČSN EN 1991 a 730035

Pozn.	tl.	tloušťka	objem.	char.	součinitel	návrhová
konstrukce	h	h	hmot.	hodnota	zatížení	hodnota
platí údaje označené x	mm	m	g	gn	f	gr
			kN/m3	kN/m2		kN/m2
a podlaha						
- podlahovina - dřevo, laminát	0	0,000	8	0,000		
- koberec	0	0,000	0,2	0,000		
- keramická dlažba	20	0,020	20	0,400		
b roznášecí vrstva						
- betonová mazanina	60	0,060	24	1,440		
event. DTD deska	0	0,000	8	0,000		
c kročejová izolace						
folie	0			0,000		
násyp škvára	0	0,000	9	0,000		
event. polystyren/min. vlna	40	0,040	1,2	0,048		
d nosná deska						
Livetherm strop	250	0,250	-	3,260		
e podhled						
montovaný podhled	0		0	0,000		
omítka	10	0,010	18	0,180		
součet				5,328	1,350	7,193
při zatěžovací šířce	m	1		5,33		7,19
případný trám	váha			0,000		0
Celkem				5,33		7,19

B) Krátkodobé nahodilé zatížení

A) Obytné plochy a plochy pro domácí činnosti

rovnoměrné užité				1,5	1,5	2,25
při zatěžovací šířce		1		1,5		2,25

C) Další krátkodobé nebo dlouhodobé nahodilé zatížení

přemístitelné příčky o vlastní tíze ≤ 2 kN/m délky příčky

rovnoměrné užité				0,8	1,5	1,2
při zatěžovací šířce		1		0,8		1,2

E) Váha příček bm

zdivo		0	0,000	11	0,000	1,15	0,000
omítka	2 x	0	0,000	18	0,000	1,15	0,000
součet na 1 m2 příčky					0,000		0,000
pro výšku příčky	m	3000			0	kN/m	0,00
při traktu - zat. šířce	m	5,00			0		0,00

F) Zatížení na 1 m stěny					
Součet na 1 m stálé			5,33	1,35	7,19
proměnné			2,30	1,5	3,45
strop celkem			7,63		10,64

G) Váha věnce					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875	1,15	2,16
vyzdívka	0		0	m	
váha pro výšku	250	mm	0		0,00
izolace	0		0	0	0,00
celkem			1,875		2,16

H) Zdivo 7 NP					
šířka	375	mm		0,375	
výška	3000	mm		3	
délka	1000	mm		1	
objem				1,13	
YTONG materiál	6	kNm ³			
váha				6,75	1,15
omítka	20	kN/m ³	plocha	1,00	m ²
omítka vnitřní tl	15		=	0,30	1,15
izolace	0	0,35		0,00	1,15
omítka vnější tl	15		=	0,30	1,15
celkem	váha zdiva a omítky			7,35	9,92
CH) zdivo a věnec				9,23	

G) Váha věnce střední zed'					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875		2,53
H) Zdivo 7 NP střední zed'					
šířka	300	mm		0,3	
výška	3000	mm		3	
délka	1000	mm		1	
objem				0,90	
YTONG materiál	7,8	kNm ³			
				7,02	1,35
	20	kN/m ³	plocha	1,00	m ²
tl	15		=	0,60	1,35
celkem	váha zdiva a omítky			7,62	10,29
CH) zdivo a věnec				9,50	

8 Zatížení od stropní konstrukce nad 8. podlažím

A) Stálé zatížení

výpočet je uveden v tabulce:

vycházíme z tloušťky vrstev /h/ a objemové hmotnosti materiálů /g/

hodnoty objem. hmot. materiálů a součinitelů zatížení převzaty z ČSN EN 1991 a 730035

Pozn. konstrukce platí údaje označené x	tl.	tloušťka	objem.	char.	součinitel	návrhová
	h mm	h m	hmot. g kN/m ³	hodnota gn kN/m ²	zatížení f	hodnota gr kN/m ²
a podlaha						
- podlahovina - dřevo, laminát	0	0,000	8	0,000		
- koberec	0	0,000	0,2	0,000		
- keramická dlažba	20	0,020	20	0,400		
b roznášecí vrstva						
- betonová mazanina	60	0,060	24	1,440		
event. DTD deska	0	0,000	8	0,000		
c kročejová izolace						
folie	0			0,000		
násyp škvára	0	0,000	9	0,000		
event. polystyren/min. vlna	40	0,040	1,2	0,048		
d nosná deska						
Livetherm strop	250	0,250	-	3,260		
e podhled						
montovaný podhled	0		0	0,000		
omítka	10	0,010	18	0,180		
součet				5,328	1,350	7,193
při zatěžovací šířce	m	1		5,33		7,19
případný trám	váha			0,000		0
Celkem				5,33		7,19

B) Krátkodobé nahodilé zatížení**A) Obytné plochy a plochy pro domácí činnosti**

rovnoměrné užité				1,5	1,5	2,25
při zatěžovací šířce		1		1,5		2,25

C) Další krátkodobé nebo dlouhodobé nahodilé zatíženípřemístitelné příčky o vlastní tíze ≤ 2 kN/m délky příčky

rovnoměrné užité				0,8	1,5	1,2
při zatěžovací šířce		1		0,8		1,2

E) Váha příček bm

zdivo		0	0,000	11	0,000	1,35	0,000
omítka	2 x	0	0,000	18	0,000	1,35	0,000
součet na 1 m ² příčky					0,000		0,000
pro výšku příčky	m	3000			0	kN/m	0,00
při traktu - zat. šířce	m	5,00			0		0,00

F) Zatížení na 1 m stěny					
Součet na 1 m ²		stálé	5,33	1,35	7,19
		proměnné	2,30	1,5	3,45
strop celkem			7,63		10,64

G) Váha věnce					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875	1,35	2,53
vyzdívka	0		0	m	
váha pro výšku	250	mm	0		0,00
izolace	0		0	0	0,00
celkem			1,875		2,53

H) Zdivo 8 NP					
šířka	375	mm	0,375		
výška	3000	mm	3		
délka	1000	mm	1		
objem			1,13		
YTONG	materiál	6	kNm ³		
váha			6,75	1,35	9,11
omítka	tl	20	kN/m ³ plocha	1,00	m ²
omítka vnitřní	tl	15	=	0,30	1,35
izolace		0	0,35	0,00	1,35
omítka vnější	tl	15	=	0,30	1,35
celkem			7,35		9,92
CH) zdivo a věnec			9,23		

G) Váha věnce střední zed'					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875		2,53

H) Zdivo 8 NP střední zed'					
šířka	300	mm	0,3		
výška	3000	mm	3		
délka	1000	mm	1		
objem			0,90		
YTONG	materiál	7,8	kNm ³		
			7,02	1,35	9,48
	tl	20	kN/m ³ plocha	1,00	m ²
	tl	15	=	0,60	1,35
celkem			7,62		10,29
CH) zdivo a věnec			9,50		

Zatížení od střechy

A) Střecha- stálé zatížení

výpočet je uveden v tabulce:

vycházíme z tloušťky vrstev /h/ a objemové hmotnosti materiálů /g/

hodnoty objem. hmotnosti materiálů a součinitelů zatížení převzaty z ČSN EN 1991 a 730035

konstrukce platí údaje označené x	Pozn. x	tl. h mm	tloušťka h m	objem. hmot. g kN/m ³	char. hodnota gn kN/m ²	součinitel zatížení f	návrhová hodnota gr kN/m ²
a krytina							
- asf.pásy / folie	x	1,5	0,002	14	0,021	1,35	0,028
- separační textilie z PP		-	-	-	-	-	-
- Tepelná izolace EPS 100 S	x	225	0,250	6	1,500	1,35	2,025
- pás z SBS modif. Asfaltu		4	0,004	12	0,048	1,35	0,065
- penetrační asfaltový nátěr		0					
b nosná stropní kce							
ŽB deska		250	0,250	-	6,250	1,35	8,438
c podhled							
montovaný podhled		0	0,000	0	0,000		0,000
omítka	x	15	0,015	18	0,270	1,35	0,365
součet					8,089		10,920
redukce na sklon stř.	m	1,3	0,0013		10,52		14,20
zatěžovací šířka		1					
Celkem					10,52		14,20

B) Zatížení sněhem

II. Sněhová oblast

pro sklon $0^\circ < \alpha < 30^\circ$	mi		1
součinitel expozice - typ krajiny C	standard		0,8
tepelný součinitel			1
výsledné zatížení na 1 m²	red.		0,8
při zatěžovací šířce	1 m		0,8
			1,2

C) Součet

1m ²			11,32	15,40
-----------------	--	--	--------------	--------------

OBJEKT KATEGORIE A

Výrobce:

POROTHERM**ZATÍŽENÍ**

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatížení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m ²		kN/m ²		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	13,10	1,35	17,69	1		17,69		14,18		17,69	
celkem podlaží						17,69		14,18		17,69	
2NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						44,03		67,13		44,03	
3NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						44,03		67,13		44,03	
4NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						44,03		67,13		44,03	
5NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						44,03		67,13		44,03	
6NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						44,03		67,13		44,03	
7NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						44,03		67,13		44,03	
8NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						44,03		67,13		44,03	
střecha						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sníž	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1

Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
440	5000	300	5000	440

**Zatížení
zdiva
(kN/m)**

	15,7		74,0		15,7	
		8NP		P10		P10
	59,72		141,1		59,7	P10
		7NP		P10		P10
	103,7		208,2		103,7	P10
		6NP		P10		P10
	147,8		275,4		147,8	P10
		5NP		P10		P10
	191,8		342,5		191,8	P10
		4NP		P10		P10
	235,8		409,6		235,8	P10
		3NP		P10		P10
	279,9		476,7		279,9	P10
		2NP		P10		P10
Únosnost zdiva (kN/m)	691,60	323,9	666,9	543,9	323,9	
	839,36		621,1			P10
	1011,66	341,6	716,3	558,0	341,6	

OBJEKT KATEGORIE A

Výrobce:

POROTHERM T Profi**ZATÍŽENÍ**

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatižení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m ²		kN/m ²		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP											
						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,65	1,35	15,73	1		15,73		14,18		15,73	
celkem podlaží						15,73		14,18		15,73	
2NP											
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						42,07		67,13		42,07	
3NP											
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						42,07		67,13		42,07	
4NP											
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						42,07		67,13		42,07	
5NP											
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						42,07		67,13		42,07	
6NP											
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						42,07		67,13		42,07	
7NP											
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						42,07		67,13		42,07	
8NP											
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						42,07		67,13		42,07	
střecha											
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sních	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1

Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
440	5000	300	5000	440

**Zatížení
zdiva
(kN/m)**

	15,7		74,0		15,7	
		8NP		P10		P8
	57,76		141,1		57,8	P8
		7NP		P10		
	99,83		208,2		99,8	P8
		6NP		P10		
	141,9		275,4		141,9	P8
		5NP		P10		
	184,0		342,5		184,0	P8
		4NP		P10		
	226,0		409,6		226,0	P8
		3NP		P10		
	268,1		476,7		268,1	P8
		2NP		P10		
Únosnost zdiva (kN/m)	490,00	310,2	666,9	543,9	310,2	
	594,06					P8
		1NP	621,1			
	716,76	325,9	716,3	558,0	325,9	

OBJEKT KATEGORIE A

Výrobce:

LIVETHERM**ZATÍŽENÍ**

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatižení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m ²		kN/m ²		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP											
						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	16,12	1,35	21,76	1		21,76		22,08		21,76	
celkem podlaží						21,76		22,08		21,76	
2NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						48,09		75,02		48,09	
3NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						48,09		75,02		48,09	
4NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						48,09		75,02		48,09	
5NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						48,09		75,02		48,09	
6NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						48,09		75,02		48,09	
7NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						48,09		75,02		48,09	
8NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						48,09		75,02		48,09	
střecha											
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sních	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1

Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
400	5000	300	5000	400

**Zatížení
zdiva
(kN/m)**

	15,7		74,0		15,7	
		8NP		TN 300		TN 400
	63,79		149,0		63,8	
		7NP		TN 300		TN 400
	111,9		224,0		111,9	
		6NP		TN 300		TN 400
	160,0		299,1		160,0	
		5NP		TN 300		TN 400
	208,1		374,1		208,1	
		4NP		TN 300		TN 400
	256,2		449,1		256,2	
		3NP		TN 300		TN 400
	304,2		524,1		304,2	
		2NP		TN 300		TN 400
Únosnost zdiva (kN/m)	637,13	352,3	436,1	599,1	352,3	
	780,86		418,0			
	942,46	374,1	468,4	621,2	374,1	

OBJEKT KATEGORIE A

Výrobce:

SILKA**ZATÍŽENÍ**

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatižení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m ²		kN/m ²		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,52	1,35	25	1		25,00		25,48		25,00	
celkem podlaží						25,00		25,48		25,00	
2NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						51,33		78,43		51,33	
3NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						51,33		78,43		51,33	
4NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						51,33		78,43		51,33	
5NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						51,33		78,43		51,33	
6NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						51,33		78,43		51,33	
7NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						51,33		78,43		51,33	
8NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	7,63	1,35/1,5	10,64	1	2,50	26,61		53,21		26,61	
celkem podlaží						51,33		78,43		51,33	
střecha						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sníž	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1

Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

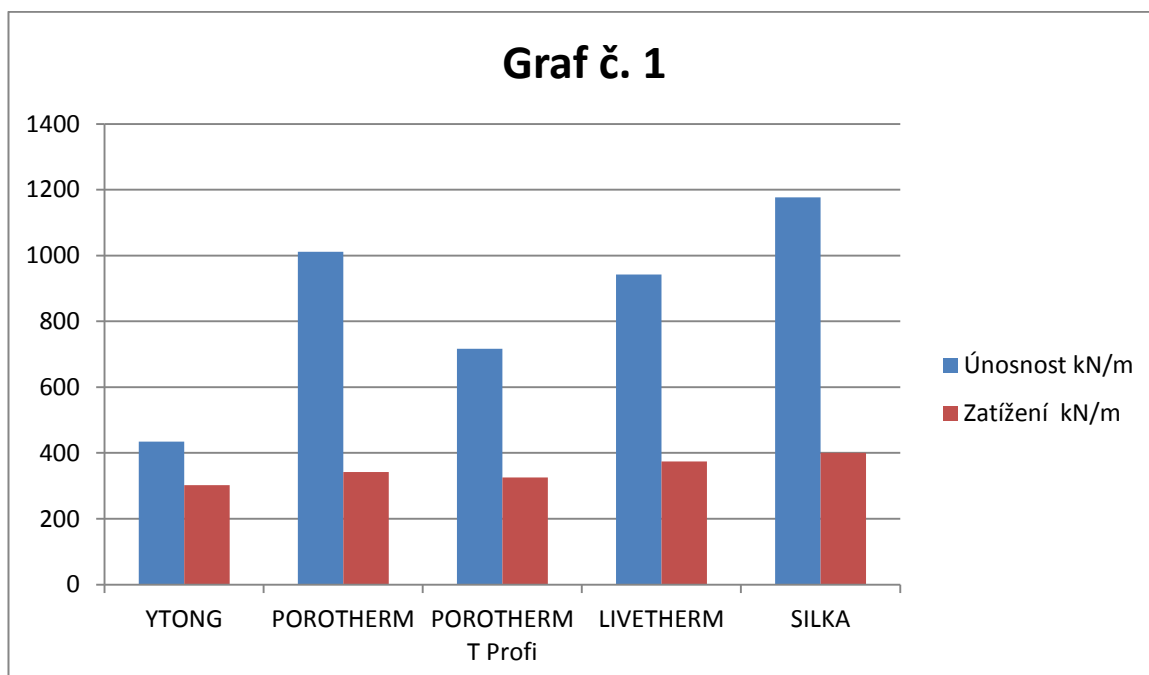
zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
240	5000	300	5000	240

**Zatížení
zdiva
(kN/m)**

	15,7		74,0		15,7	
		8NP		S15-1600		S20-2000
	67,03		152,4		67,0	
		7NP		S15-1600		S20-2000
	118,4		230,8		118,4	
		6NP		S15-1600		S20-2000
	169,7		309,3		169,7	
		5NP		S15-1600		S20-2000
	221,0		387,7		221,0	
		4NP		S15-1600		S20-2000
	272,4		466,1		272,4	
		3NP		S15-1600		S20-2000
	323,7		544,5		323,7	
		2NP		S15-1600		S20-2000
Únosnost zdiva (kN/m)	748,73	375,0	1078,7	623,0	375,0	
	802,65		1004,6			
	1177,08	400,0	1158,6	648,4	400,0	

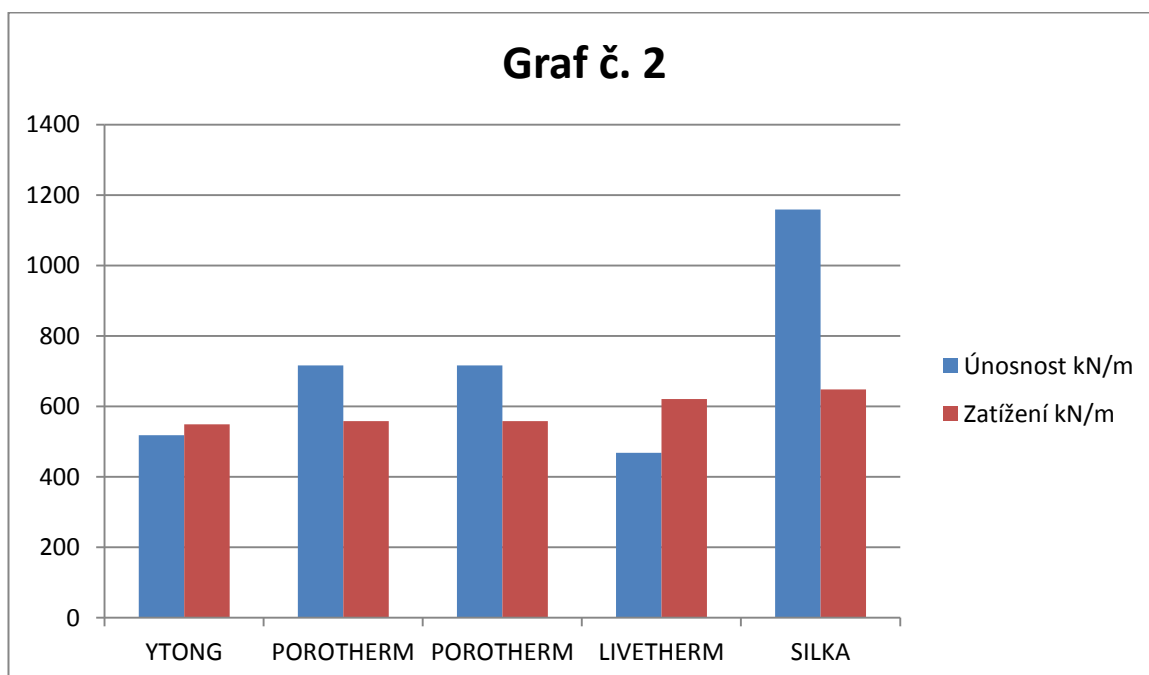
A) Výsledky vyplývající z programu:

- Zatížení a únosnost obvodového zdiva v patě stěny:



- Z grafu č. 1 je patrné, že únosnost jednotlivých zdících materiálů je pro daná zatížení vyhovující.

- Zatížení a únosnost vnitřního zdiva v patě stěny:



- Graf č. 2 zobrazuje, že zdící prvky YTONG a LIVETHERM mají nedostačující únosnost při zatížení od 8 podlažní budovy.

- YTONG:
 - Tvárnice YTONG P6-650 tl. 300 mm mají únosnost v patě stěny 518 kN/m, pro zatížení od 8NP, které je 549,3 kN/m, je tato únosnost nevyhovující. Program nám umožňuje zjistit do kolika poschodí je vhodné tyto tvárnice použít. Po odstranění zatížení od 8.NP vychází zatížení v patě stěny 483,3 kN/m. Z toho plyne, že YTONG tl. 300 je možné u vnitřního zdiva použít u objektu s maximálně 7 podlažími.

- LIVETHERM:
 - Betonové tvárnice TNB tl. 300 mm firmy LIVETHERM mají v patě stěny únosnost 468,4 kN/m. Tato únosnost je pro 8 nadzemních podlaží nevyhovující. Zatížení v tomto místě je 621,2 kN/m. Únosnost vyhověla až po odstranění zatížení od 3 podlaží. Proto lze s jistotou říci, že tvárnice TNB tl. 300 je vhodné použít pro vnitřní zdivo u 5 podlažního objektu, jehož zatížení působící v patě stěny je 396,2 kN/m.

- Shrnutí výpočtu a okrajové podmínky:
 - Užité zatížení kategorie A.
 - II. Sněhová oblast.
 - II. Větrná oblast, kategorie III.
 - Rozpětí traktů 5 m.
 - Výška stěny 3m.
 - Výpočet pro stěnu délky 1m.
 - Skládaná stropní konstrukce Livetherm.
 - Stropní konstrukce je uložena na celou šířku zdiva.
 - Plochá střešní konstrukce.
 - Přemístitelné příčky o vlastní tíze ≤ 2 kN/m délky příčky.
 - Výpočet únosnosti všech 5 typů zdících prvků byl proveden při zatížení od objektu s 8 nadzemními podlažími, bez ohledu na to jestli únosnost byla vyhovující nebo nevyhovující.

Jestliže únosnost daného prvku nevyhověla příslušnému zatížení, byla postupně odebírána jednotlivá poschodí, dokud nebylo získáno požadované zatížení, které vyhovuje této únosnosti.

PŘÍKLAD Č. 2

OBJEKT KATEGORIE C

Výrobce:

YTONG

ZATÍŽENÍ

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatižení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m ²		kN/m ²		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,43	1,35	12,72	1		12,72		13,09		12,72	
celkem podlaží						12,72		13,09		12,72	
2NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						44,69		77,28		44,69	
3NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						44,69		77,28		44,69	
4NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						44,69		77,28		44,69	
5NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						44,69		77,28		44,69	
6NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						44,69		77,28		44,69	
7NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						44,69		77,28		44,69	
8NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						44,69		77,28		44,69	
střecha						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sníh	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1

Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
375	5000	300	5000	375

**Zatížení
zdiva
(kN/m)**

	15,7		74,0		15,7	
		8NP		P6-650		P4-500
	60,38		151,3		60,4	
		7NP		P6-650		P4-500
	105,1		228,5		105,1	
		6NP		P6-650		P4-500
	149,8		305,8		149,8	
		5NP		P6-650		P4-500
	194,4		383,1		194,4	
		4NP		P6-650		P4-500
	239,1		460,4		239,1	
		3NP		P6-650		P4-500
	283,8		537,7		283,8	
		2NP		P6-650		P4-500
Únosnost zdiva (kN/m)	291,53	328,5	482,3	615,0	328,5	
	336,92		432,1			
		1NP		P6-650		P4-500
	434,48	341,2	518,0	628,0	341,2	

VÝPOČET ÚNOSNOSTI OBVODOVÉHO ZDIVA

ZDIVO výška		3000 mm
délka		1000 mm
YTONG	f_k	2,71 MPa
Kategorie I	γ_M	2,2

Výpočet:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = 1,23 \text{ MPa}$$

$$h_{ef} = \rho_n \cdot h = 3 \text{ m}$$

$$t_{ef} = \rho_t \cdot t = 0,375 \text{ m}$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} < 27 \quad 8,00 < 27$$

A) Výpočet ohybového momentu v hlavě stěny: M je roven excentricitě
OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI V HLAVĚ STĚNY:

$$N_{ed,1} = 328,50 \text{ kN}$$

$$M_{ed,1} = 20,53 \text{ kNm}$$

$$e_{d,1} = \frac{M_{ed,1}}{N_{ed,1}} = 0,06 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,007$$

$$e_1 = e_{d,1} + e_{init} = 0,069 < 0,05t = 0,01875 = 0,069 \text{ m}$$

$$\phi = 1 - \frac{2 \cdot e_1}{t} = 0,63$$

$$N_{Rd,1} = \phi \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,292 = 291,53 \text{ kN} > 328,50 \text{ kN}$$

B) Výpočet ohybového momentu v patě stěny: moment je roven 0
OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI V PATĚ STĚNY:

$$N_{ed,2} = 341,22 \text{ kN}$$

$$M_{ed,2} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$e_{d,2} = \frac{M_{ed,2}}{N_{ed,2}} = 0,00 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,007$$

$$e_2 = e_{d,2} + e_{init} = 0,007 < 0,05t = 0,01875 = 0,019 \text{ m}$$

$$\phi = 1 - \frac{2 \cdot e_2}{t} = 0,94$$

$$N_{Rd,2} = \phi \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,434 = 434,48 \text{ kN} > 341,22 \text{ kN}$$

C) Výpočet ohybového momentu v středu stěny M ve středu stěny + M od větru

Vítr:	0,695 kN/m ²	Moment=	0,78 kNm
Moment ve středu stě	10,27 kNm		
Moment od větru:	0,78 kNm		

VÝPOČET ZATÍŽENÍ VĚTREM:**součinitel terénu:**

$$k_r = 0,19 (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 (0,3/0,05)^{0,07} = 0,22$$

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

součinitel drsnosti terénu:

$$c_r(z = 10 \text{ m}) = k_r \cdot \ln(z / z_0) = 0,22 \cdot \ln(10 / 0,3) = 0,771$$

střední rychlost větru:

$$v_m(z = 10 \text{ m}) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,771 \cdot 1 \cdot 25 = 19,275 \text{ m/s}$$

VLIV TURBULENCÍ:

- $q_p(z)$ - max. dynamický tlak
- $I_v(z)$ - vliv turbulencí
- k_I - součinitel turbulencí přibližně roven 1

$$I_v(z = 10) = \frac{k_I}{c_0(z) \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{10}{0,3}\right)} = 0,285$$

součinitel expozice:

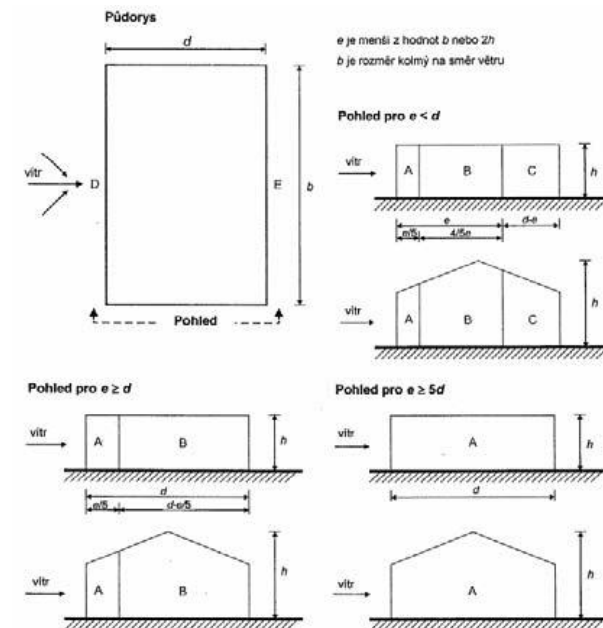
$$c_e(z) = \left[1 + 7I_v(z)\right] \left(\frac{v_m(z)}{v_b}\right)^2 = [1 + 7 \cdot 0,285] \left(\frac{19,275}{25}\right)^2 = 1,78$$

základní dynamický tlak od větru:

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,625 \text{ N/m}^2$$

max. dynamický tlak od větru:

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 1,78 \cdot 390,625 = 695,3 \text{ N/m}^2 = \mathbf{0,695 \text{ kN/m}^2}$$



Oblast	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0		-0,7
1	-1,2	-1,4	-1,4	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0		-0,5
≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0		-0,3

Výpočet působení větru dle oblasti D

$$w_s = q_{p(zs)} \cdot c_{pe} = 0,695 \cdot 0,8 = 0,556 \text{ kN/m}^2$$

$$w_s = q_{p(zs)} \cdot c_{pe} = 0,695 \cdot 1,0 = 0,695 \text{ kN/m}^2$$

OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI VE STŘEDU STĚNY:

$$N_{ed,m} = 334,86 \text{ kN}$$

$$M_{ed,m} = 11,05 \text{ kNm}$$

$$e_{d,m} = \frac{M_{ed,m}}{N_{ed,m}} = 0,03 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,007$$

$$e_k = 0 \dots \text{štíhlost je } < 15$$

$$e_{mk} = e_{d,m} + e_k + e_{init} = 0,04 < 0,05t = 0,01875 = 0,04 \text{ m}$$

$$\text{Stanovení zmenšujícího součinitele} \quad : \quad \Phi_m = A_1 e^{-\frac{u^2}{2}}$$

$$K_E = 700$$

$$E = K_E f_k = 1897$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 8,00 \text{ m}$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 0,788$$

$$\frac{e_{mk}}{t} = 0,11 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = 0,302$$

$$-\frac{u^2}{2} = -0,08$$

$$u = \frac{\lambda - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t}} = 0,39$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,73$$

$$e \text{ je základ přirozených logaritmů} \quad e = 2,718$$

$$N_{Rd,m} = \Phi_m \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,337 = 336,92 \text{ kN} > 334,86 \text{ kN}$$

VÝPOČET ÚNOSNOSTI STŘEDNÍHO ZDIVA

ZDIVO:	výška		3000 mm
	délka		1000 mm
	YTONG	f_k	3,93 MPa
	Kategorie I	γ_M	2,2

Výpočet:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = 1,79 \text{ MPa}$$

$$h_{ef} = \rho_n \cdot h = 3 \text{ m}$$

$$t_{ef} = \rho_t \cdot t = 0,3 \text{ m}$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} < 27 \quad 10,00 < 27$$

A) Výpočet ohybového momentu v hlavě stěny:

OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI V HLAVĚ STĚNY:

$$N_{ed,1} = 614,96 \text{ kN}$$

$$M_{ed,1} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$e_{d,1} = \frac{M_{ed,1}}{N_{ed,1}} = 0,00 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,007$$

$$e_1 = e_{d,1} + e_{init} = 0,007 < 0,05t = 0,015 = 0,015 \text{ m}$$

$$\phi = 1 - \frac{2 \cdot e_1}{t} = 0,90$$

$$N_{Rd,1} = \phi \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,482 = 482,32 \text{ kN} > 614,96 \text{ kN}$$

B) Výpočet ohybového momentu v patě stěny:

OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI V PATĚ STĚNY:

$$N_{ed,2} = 628,04 \text{ kN}$$

$$M_{ed,2} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$e_{d,2} = \frac{M_{ed,2}}{N_{ed,2}} = 0,00 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,007$$

$$e_2 = e_{d,2} + e_{init} = 0,007 < 0,05t = 0,015 = 0,015 \text{ m}$$

$$\phi = 1 - \frac{2 \cdot e_2}{t} = 0,97$$

$$N_{Rd,2} = \phi \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,518 = 518,05 \text{ kN} > 628,04 \text{ kN}$$

OVĚŘENÍ SPOLEHLIVOSTI VE STŘEDU STĚNY:

$$N_{ed,m} = 621,50 \text{ kN}$$

$$M_{ed,m} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$e_{d,m} = \frac{M_{ed,m}}{N_{ed,m}} = 0,00 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 0,007$$

$$e_k = 0 \dots \text{štíhlost je } < 15$$

$$e_{mk} = e_{d,m} + e_k + e_{init} = 0,007 < 0,05 = 0,015 = 0,015 \text{ m}$$

$$\text{Stanovení zmenšujícího součinitele} \quad : \quad \Phi_m = A_1 e^{-\frac{u^2}{2}}$$

$$K_E = 700$$

$$E = K_E f_k = 2751$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 10,00 \text{ m}$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 0,900$$

$$\frac{e_{mk}}{t} = 0,05 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = 0,378$$

$$-\frac{u^2}{2} = -0,11$$

$$u = \frac{\lambda - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t}} = 0,47$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,81$$

$$e \text{ je základ přirozených logaritm} \quad e = 2,718$$

$$N_{Rd,m} = \Phi_m \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,432 = 432,08 \text{ kN} > 621,50 \text{ kN}$$

1.NP

A) Stálé zatížení					
Váha věnce			charakt. hodnota	součinitel zatížení	návrhová hodnota
železobeton			kN/m3	25,00	
výška	250			0,25	m
šířka	300			0,3	m
objem				0,075	m3
celkem				1,875	1,35
vyzdívka	0			0	m
váha pro výšku	250	mm		0	0,00
izolace	0			0	0,00
celkem				1,875	2,53

B) Zdivo 1 - 1 NP, spodní podlaží					
šířka	375	mm		0,375	
výška	3000	mm		3	
délka	1000	mm		1	
objem				1,125	
YTONG	materiál	6	kNm3		
váha				6,75	1,35
omítka	20	kN/m3	plocha	1,00	m2
omítka vnitřní	tl	20	=	0,40	1,35
izolace	tl	0	mm	0,35	1,35
omítka vnější	tl	20	=	0,40	1,35
celkem				7,55	10,19
C) zdivo a věnec				9,43	12,72

D) Váha věnce					
			hodnota	zatížení	hodnota
železobeton			kN/m3	25,00	
výška	250			0,25	m
šířka	300			0,3	m
objem				0,075	m3
celkem				1,88	1,35
					2,53

E) Zdivo 1 - 1 NP, spodní podlaží středová stěna					
šířka	300	mm		0,3	
výška	3000	mm		3	
délka	1000	mm		1	
objem				0,9	
YTONG	materiál	7,8	kNm3		
				7,02	1,35
					9,48
	2x	20	kN/m3	plocha	1,00
		20	=	0,80	1,35
celkem				7,82	10,56
F) zdivo a věnec střední zed'				9,70	13,09

2 Zatížení od stropní konstrukce nad 2. až 8. podlažím

A) Stálé zatížení

výpočet je uveden v tabulce:

vycházíme z tloušťky vrstev /h/ a objemové hmotnosti materiálů /g/

hodnoty objem. hmot. materiálů a součinitelů zatížení převzaty z ČSN EN 1991 a 730035

Pozn.		tl.	tloušťka	objem.	char.	součinitel	návrhová
konstrukce		h	h	hmot.	hodnota	zatížení	hodnota
platí údaje označené x		mm	m	g	gn	f	gr
				kN/m ³	kN/m ²		kN/m ²
a	podlaha						
-	podlahovina - dřevo, laminát	0	0,000	8	0,000		
-	koberec	0	0,000	0,2	0,000		
-	keramická dlažba	20	0,020	20	0,400		
b	roznášecí vrstva						
-	betonová mazanina	60	0,060	24	1,440		
	event. DTD deska	0	0,000	8	0,000		
c	kročejová izolace						
	folie	0			0,000		
	násyp škvára	0	0,000	9	0,000		
	event. polystyren/min. vlna	40	0,040	1,2	0,048		
d	nosná deska						
	Livetherm strop	250	0,250	-	3,260		
e	podhled						
	montovaný podhled	0		0	0,000		
	omítka	10	0,010	18	0,180		
součet					5,328	1,350	7,193
	při zatěžovací šířce	m	1		5,33		7,19
	případný trám	váha			0,000		0
Celkem					5,33		7,19

B) Krátkodobé nahodilé zatížení**C1) plochy se stoly např. plochy ve školách, kavárnách, restauracích, jídeln:**

rovnoměrné užité			3	1,5	4,5
při zatěžovací šířce		1		3	4,5

C) Další krátkodobé nebo dlouhodobé nahodilé zatížení**přemístitelné příčky o vlastní tíze ≤ 2 kN/m délky příčky**

rovnoměrné užité			0,8	1,5	1,2
při zatěžovací šířce		1		0,8	1,2

E) Váha příček bm

zdivo		0	0,000	11	0,000	1,35	0,000
omítka	2 x	0	0,000	18	0,000	1,35	0,000
součet na 1 m ² příčky					0,000		0,000
pro výšku příčky	m	3000			0	kN/m	0,00
při traktu - zat. šířce	m	5,00			0,000		0,00

F) Zatížení na 1 m stěny					
Součet na 1 m ²		stálé	5,33	1,35	7,19
		proměnné	3,80	1,5	5,70
strop celkem			9,13		12,89

G) Váha věnce					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875	1,35	2,53
vyzdívka	0		0	m	
váha pro výšku	250	mm	0		0,00
izolace	0		0	0	0,00
celkem			1,875		2,53

H) Zdivo					
šířka	375	mm	0,375		
výška	3000	mm	3		
délka	1000	mm	1		
objem			1,13		
YTONG	materiál	6	kNm ³		
váha			6,75	1,35	9,11
omítka	20	kN/m ³	plocha	1,00	m ²
omítka vnitřní	tl	15	=	0,30	1,35
izolace	0	0,35	=	0,00	1,35
omítka vnější	tl	15	=	0,30	1,35
celkem	váha zdiva a omítky		7,35		9,92
CH zdivo a věnec			9,23		

G) Váha věnce střední zed'					
železobeton		kN/m ³	25,00		
výška	250		0,25	m	
šířka	300		0,3	m	
objem			0,075	m ³	
celkem			1,875		2,53

H) Zdivo střední zed'					
šířka	300	mm	0,3		
výška	3000	mm	3		
délka	1000	mm	1		
objem			0,90		
YTONG	materiál	7,8	kNm ³		
				7,02	1,35
					9,48
	tl	20	kN/m ³	plocha	1,00
		15	=	0,60	1,35
celkem	váha zdiva a omítky		7,62		10,29
CH zdivo a věnec			9,50		

Zatížení od střechy

A) Střecha- stálé zatížení

výpočet je uveden v tabulce:

vycházíme z tloušťky vrstev /h/ a objemové hmotnosti materiálů /g/

hodnoty objem. hmotnosti materiálů a součinitelů zatížení převzaty z ČSN EN 1991 a 730035

konstrukce platí údaje označené x	Pozn. x	tl. h mm	tloušťka h m	objem. hmot. g kN/m ³	char. hodnota gn kN/m ²	součinitel zatížení f	návrhová hodnota gr kN/m ²
a krytina							
- asf.pásy / folie	x	1,5	0,002	14	0,021	1,35	0,028
- separační textilie z PP		-	-	-	-	-	-
- Tepelná izolace EPS 100 S	x	225	0,250	6	1,500	1,35	2,025
- pás z SBS modif. Asfaltu		4	0,004	12	0,048	1,35	0,065
- penetrační asfaltový nátěr		0					
b nosná stropní kce							
ŽB deska		250	0,250	-	6,250	1,35	8,438
c podhled							
montovaný podhled		0	0,000	0	0,000		0,000
omítka	x	15	0,015	18	0,270	1,35	0,365
součet					8,089		10,920
redukce na sklon stř.	m	1,3	0,0013		10,52		14,20
zatěžovací šířka		1					
Celkem					10,52		14,20

B) Zatížení sněhem

II. Sněhová oblast

1

pro sklon $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ mi

0,8

součinitel expozice - typ krajiny C standard

1

tepelný součinitel

1

výsledné zatížení na 1 m² red.

0,8

1,5

1,2

při zatěžovací šířce

1 m

0,8**1,2****C) Součet**1m²**11,32****15,40**

OBJEKT KATEGORIE C

Výrobce:

POROTHERM**ZATÍŽENÍ**

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatižení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m ²		kN/m ²		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	13,10	1,35	17,69	1		17,69		14,18		17,69	
celkem podlaží						17,69		14,18		17,69	
2NP											
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						49,65		78,38		49,65	
3NP											
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						49,65		78,38		49,65	
4NP											
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						49,65		78,38		49,65	
5NP											
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						49,65		78,38		49,65	
6NP											
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						49,65		78,38		49,65	
7NP											
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						49,65		78,38		49,65	
8NP											
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						49,65		78,38		49,65	
střecha											
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sníž	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1

Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
440	5000	300	5000	440

**Zatížení
zdiva
(kN/m)**

	15,7		74,0		15,7	
		8NP		P10		P10
	65,35		152,4		65,3	
		7NP		P10		P10
	115		230,7		115,0	
		6NP		P10		P10
	164,6		309,1		164,6	
		5NP		P10		P10
	214,3		387,5		214,3	
		4NP		P10		P10
	264,0		465,9		264,0	
		3NP		P10		P10
	313,6		544,2		313,6	
		2NP		P10		P10
Únosnost zdiva (kN/m)	691,60	363,3	666,9	622,6	363,3	
	840,09		621,1			P10
	1011,66	380,9	716,3	636,8	380,9	

OBJEKT KATEGORIE C

Výrobce:

POROTHERM T Profi**ZATÍŽENÍ**

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatižení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m ²		kN/m ²		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,65	1,35	15,73	1		15,73		14,18		15,73	
celkem podlaží						15,73		14,18		15,73	
2NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						47,69		78,38		47,69	
3NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						47,69		78,38		47,69	
4NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						47,69		78,38		47,69	
5NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						47,69		78,38		47,69	
6NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						47,69		78,38		47,69	
7NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						47,69		78,38		47,69	
8NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						47,69		78,38		47,69	
střecha						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sních	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1
Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
440	5000	300	5000	440

**Zatížení
zdiva
(kN/m)**

	15,7		74,0		15,7	
		8NP		P10		P8
	63,39		152,4		63,4	P8
		7NP		P10		
	111,1		230,7		111,1	P8
		6NP		P10		
	158,8		309,1		158,8	P8
		5NP		P10		
	206,5		387,5		206,5	P8
		4NP		P10		
	254,2		465,9		254,2	P8
		3NP		P10		
	301,8		544,2		301,8	P8
		2NP		P10		
Únosnost zdiva (kN/m)	490,00	349,5	666,9	622,6	349,5	
	594,67		621,1			P8
	716,76	365,3	716,3	636,8	365,3	

OBJEKT KATEGORIE C

Výrobce:

LIVETHERM**ZATÍŽENÍ**

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatižení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m ²		kN/m ²		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP											
						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	16,12	1,35	21,76	1		21,76		22,08		21,76	
celkem podlaží						21,76		22,08		21,76	
2NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						53,72		86,27		53,72	
3NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						53,72		86,27		53,72	
4NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						53,72		86,27		53,72	
5NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						53,72		86,27		53,72	
6NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						53,72		86,27		53,72	
7NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						53,72		86,27		53,72	
8NP											
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						53,72		86,27		53,72	
střecha											
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sníh	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1

Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
400	5000	300	5000	400

**Zatížení
zdiva
(kN/m)**

	15,7		74,0		15,7	
		8NP		TN 300		TN 400
	69,41		160,3		69,4	TN 400
		7NP		TN 300		TN 400
	123,1		246,5		123,1	TN 400
		6NP		TN 300		TN 400
	176,8		332,8		176,8	TN 400
		5NP		TN 300		TN 400
	230,6		419,1		230,6	TN 400
		4NP		TN 300		TN 400
	284,3		505,3		284,3	TN 400
		3NP		TN 300		TN 400
	338,0		591,6		338,0	TN 400
		2NP		TN 300		TN 400
Únosnost zdiva (kN/m)	637,13	391,7	436,1	677,9	391,7	
	781,43		418,0			TN 400
	942,46	413,5	468,4	700,0	413,5	

OBJEKT KATEGORIE C

Výrobce:

SILKA**ZATÍŽENÍ**

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatižení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m ²		kN/m ²		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,52	1,35	25	1		25,00		25,48		25,00	
celkem podlaží						25,00		25,48		25,00	
2NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						56,96		89,68		56,96	
3NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						56,96		89,68		56,96	
4NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						56,96		89,68		56,96	
5NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						56,96		89,68		56,96	
6NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						56,96		89,68		56,96	
7NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						56,96		89,68		56,96	
8NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	9,13	1,35/1,5	12,89	1	2,50	32,23		64,46		32,23	
celkem podlaží						56,96		89,68		56,96	
střecha						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sníh	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1

Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

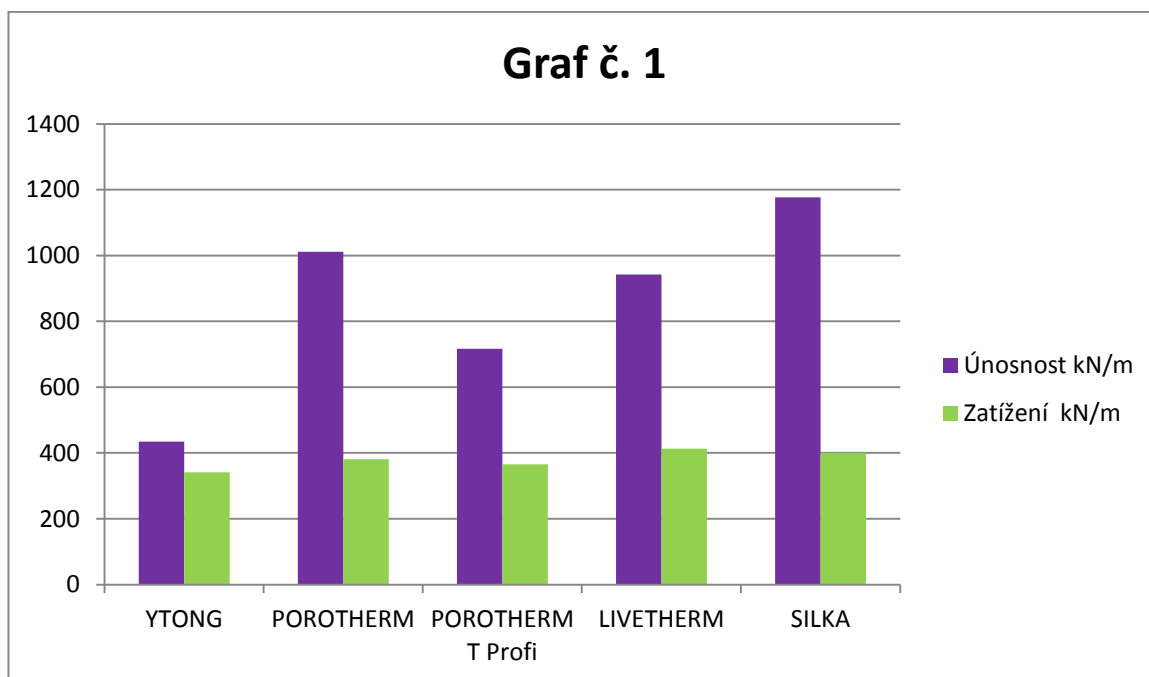
zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
240	5000	300	5000	240

**Zatížení
zdiva
(kN/m)**

	15,7		74,0		15,7	
		8NP		S15-1600		S20-2000
	72,65		163,7		72,7	
		7NP		S15-1600		S20-2000
	129,6		253,3		129,6	
		6NP		S15-1600		S20-2000
	186,6		343,0		186,6	
		5NP		S15-1600		S20-2000
	243,5		432,7		243,5	
		4NP		S15-1600		S20-2000
	300,5		522,4		300,5	
		3NP		S15-1600		S20-2000
	357,4		612,0		357,4	
		2NP		S15-1600		S20-2000
Únosnost zdiva (kN/m)	748,73	414,4	1078,7	701,7	414,4	
	804,01		1004,6			
	1177,08	439,4	1158,6	727,2	439,4	

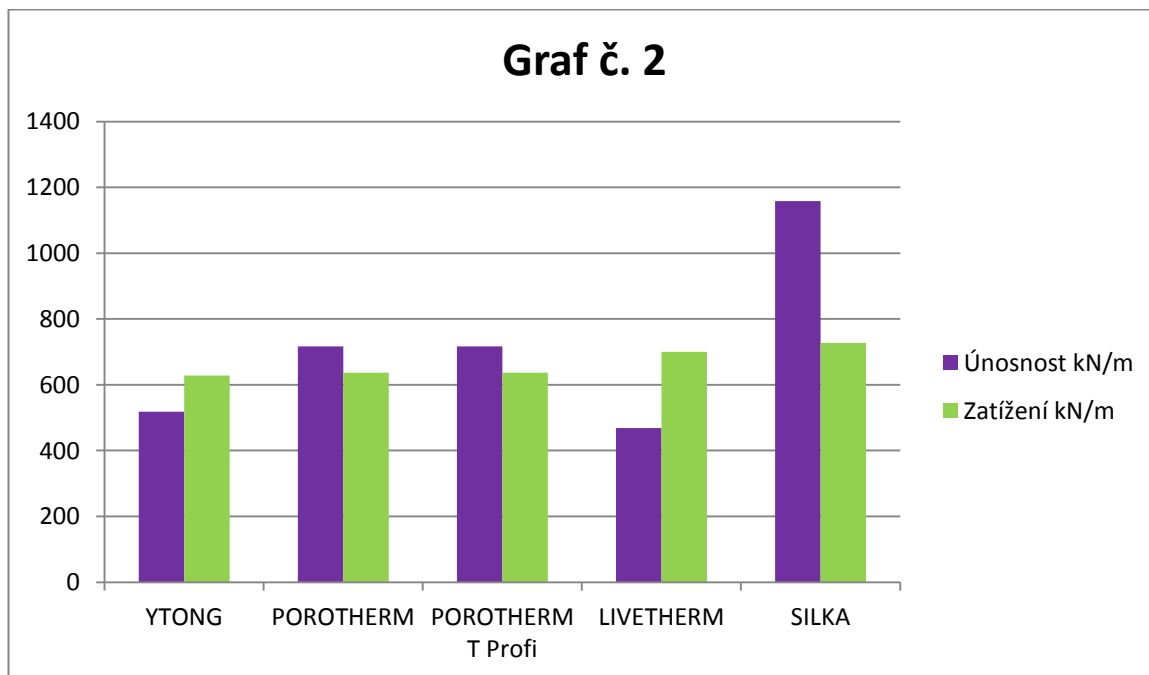
B) Výsledky vyplývající z programu:

- Zatížení a únosnost obvodového zdiva v patě stěny:



- Z grafu č. 1 je patrné, že únosnost jednotlivých zdících materiálů je pro daná zatížení vyhovující.

- Zatížení a únosnost středního zdiva v patě stěny:



- Graf č. 2 zobrazuje, že zdící prvky YTONG a LIVETHERM mají nevhovující únosnost.

- YTONG:
 - Tvárnice YTONG P6-650 tl. 300 mm mají únosnost v patě stěny 518 kN/m. V tomto místě působí zatížení od 8NP, které je 628 kN/m. V programu lze zjistit pro kolika podlažní objekt je možné tyto tvárnice použít a to tak, že postupně odebíráme zatížení od jednotlivých podlaží. Únosnost tvárníc vyhovuje pro objekt s maximálně 6 podlažími s rezervou přibližně 45 kN/m.

- LIVETHERM:
 - Betonové tvárnice TNB tl. 300 mm firmy LIVETHERM mají v patě stěny zatížení 700 kN/m. Jelikož únosnost tvárníc je pouze 468,4 kN/m, není možné je použít u objektu s 8 podlažími. Betonové tvárnice TNB tl. 300 mm je možné použít u objektu s maximálně 5 podlažími. Zatížení vyhovuje pro únosnost prvku s rezervou 27 kN/m.

- POROTHERM:
 - Tvárnice Porotherm zatížení od 8NP vyhovují s rezervou necelých 100 kN/m.

- Shrnutí výpočtu a okrajové podmínky:
 - Užité zatížení kategorie C.
 - II. Sněhová oblast.
 - II. Větrná oblast, kategorie III.
 - Rozpětí traktů 5 m.
 - Výška stěny 3m.
 - Výpočet pro stěnu délky 1m.
 - Skládaná stropní konstrukce Livetherm.
 - Stropní konstrukce je uložena na celou šířku zdiva.
 - Plochá střešní konstrukce.
 - Přemístitelné příčky o vlastní tíze ≤ 2 kN/m délky příčky.
 - Výpočet únosnosti všech 5 typů zdících prvků byl proveden stejným způsobem jako u příkladu č. 1, s jediným rozdílem a to změnou užitého zatížení z kategorie A do kategorie C.

Jestliže únosnost daného prvku nevyhověla příslušnému zatížení, byla postupně odebírána jednotlivá poschodí, dokud nebylo získáno požadované zatížení, které vyhovělo.

PŘÍKLAD Č. 3

KATEGORIE A, STROP ŽB DESKA Výrobce: YTONG

ZATÍŽENÍ

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatížení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m ²		kN/m ²		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,43	1,35	12,72	1		12,72		13,09		12,72	
celkem podlaží						12,72		13,09		12,72	
2NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						49,15		86,21		49,15	
3NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						49,15		86,21		49,15	
4NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						49,15		86,21		49,15	
5NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						49,15		86,21		49,15	
6NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						49,15		86,21		49,15	
7NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						49,15		86,21		49,15	
8NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	9,23	1,35	12,45	1		12,45		12,82		12,45	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						49,15		86,21		49,15	
střecha						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sních	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1
Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
375	5000	300	5000	375

**Zatížení
zdiva**
(kN/m)

	15,7		74,0		15,7				
		8NP		P6-650				P4-500	
	64,85		160,2		64,8				
		7NP		P6-650				P4-500	
	114		246,4		114,0				
		6NP		P6-650				P4-500	
	163,2		332,6		163,2				
		5NP		P6-650				P4-500	
	212,3		418,8		212,3				
		4NP		P6-650				P4-500	
	261,5		505,1		261,5				
		3NP		P6-650				P4-500	
	310,6		591,3		310,6				
		2NP		P6-650				P4-500	
Únosnost zdiva (kN/m)	291,53	359,8	482,3	677,5	359,8				
	337,30		432,1						
		1NP		P6-650				P4-500	
	434,48	372,5	518,0	690,6	372,5				

KATEGORIE A, STROP ŽB DESKA Výrobce: POROTHERM**ZATÍŽENÍ**

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatížení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m ²		kN/m ²		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	13,10	1,35	17,69	1		17,69		14,18		17,69	
celkem podlaží						17,69		14,18		17,69	
2NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						54,12		87,31		54,12	
3NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						54,12		87,31		54,12	
4NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						54,12		87,31		54,12	
5NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						54,12		87,31		54,12	
6NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						54,12		87,31		54,12	
7NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						54,12		87,31		54,12	
8NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	12,90	1,35	17,42	1		17,42		13,91		17,42	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						54,12		87,31		54,12	
střecha						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sněh	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1

Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
440	5000	300	5000	440

**Zatížení
zdiva
(kN/m)**

	15,7		74,0		15,7	
		8NP		P10		P10
	69,81		161,3		69,8	
		7NP		P10		P10
	123,9		248,6		123,9	
		6NP		P10		P10
	178,0		335,9		178,0	
		5NP		P10		P10
	232,2		423,2		232,2	
		4NP		P10		P10
	286,3		510,5		286,3	
		3NP		P10		P10
	340,4		597,8		340,4	
		2NP		P10		P10
Únosnost zdiva (kN/m)	691,60		666,9	685,1	394,5	
	840,57		621,1			
	1011,66		716,3	699,3	412,2	

KATEGORIE A, STROP ŽB DESKA Výrobce: **POROTHERM T Profi****ZATÍŽENÍ**

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatížení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m2		kN/m2		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,65	1,35	15,73	1		15,73		14,18		15,73	
celkem podlaží						15,73		14,18		15,73	
2NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						52,16		87,31		52,16	
3NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						52,16		87,31		52,16	
4NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						52,16		87,31		52,16	
5NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						52,16		87,31		52,16	
6NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						52,16		87,31		52,16	
7NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						52,16		87,31		52,16	
8NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	11,45	1,35	15,46	1		15,46		13,91		15,46	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						52,16		87,31		52,16	
střecha						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sních	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1

Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
440	5000	300	5000	440

**Zatížení
zdiva
(kN/m)**

	15,7		74,0		15,7	
		8NP		P10		P8
	67,85		161,3		67,9	
		7NP		P10		P8
	120		248,6		120,0	
		6NP		P10		P8
	172,2		335,9		172,2	
		5NP		P10		P8
	224,3		423,2		224,3	
		4NP		P10		P8
	276,5		510,5		276,5	
		3NP		P10		P8
	328,6		597,8		328,6	
		2NP		P10		P8
Únosnost zdiva (kN/m)	490,00		666,9	685,1	380,8	
		1NP	621,1			P8
	595,06					
	716,76		716,3	699,3	396,5	

KATEGORIE A, STROP ŽB DESKA Výrobce: **LIVETHERM****ZATÍŽENÍ**

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatížení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m2		kN/m2		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	16,12	1,35	21,76	1		21,76		22,08		21,76	
celkem podlaží						21,76		22,08		21,76	
2NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						58,18		95,21		58,18	
3NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						58,18		95,21		58,18	
4NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						58,18		95,21		58,18	
5NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						58,18		95,21		58,18	
6NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						58,18		95,21		58,18	
7NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						58,18		95,21		58,18	
8NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	15,92	1,35	21,49	1		21,49		21,81		21,49	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						58,18		95,21		58,18	
střecha						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
stálé zatížení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatížení sněh	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1

Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
400	5000	300	5000	400

**Zatížení
zdiva
(kN/m)**

	15,7		74,0		15,7	
		8NP		TN 300		TN 400
	73,88		169,2		73,9	
		7NP		TN 300		TN 400
	132,1		264,4		132,1	
		6NP		TN 300		TN 400
	190,2		359,6		190,2	
		5NP		TN 300		TN 400
	248,4		454,8		248,4	
		4NP		TN 300		TN 400
	306,6		550,0		306,6	
		3NP		TN 300		TN 400
	364,8		645,2		364,8	
		2NP		TN 300		TN 400
Únosnost zdiva (kN/m)	637,13	423,0	436,1	740,4	423,0	
	781,81		418,0			TN 400
	942,46	444,7	468,4	762,5	444,7	

KATEGORIE A, STROP ŽB DESKA Výrobce: **SILKA****ZATÍŽENÍ**

Na stěnu

od

	charakt	souč.	návrhové	souč.	zat.šířka	levá zed'		střední zed'		pravá zed'	
	zat.	zat.	zatižení	komb.	uprav.	zat.šířka	2,5	zat.šířka	5,00	zat.šířka	2,5
	kN/m ²		kN/m ²		m	síla	exc.	síla	exc.	síla	exc.
1NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,52	1,35	25	1		25,00		25,48		25,00	
celkem podlaží						25,00		25,48		25,00	
2NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						61,42		98,61		61,42	
3NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						61,42		98,61		61,42	
4NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						61,42		98,61		61,42	
5NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						61,42		98,61		61,42	
6NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						61,42		98,61		61,42	
7NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						61,42		98,61		61,42	
8NP						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
zdivo a věnec	18,32	1,35	24,73	1		24,73		25,21		24,73	
strop celkem	10,62	1,35/1,5	14,68	1	2,50	36,70		73,40		36,70	
celkem podlaží						61,42		98,61		61,42	
střecha						(kN/m)		(kN/m)		(kN/m)	
stálé zatižení	10,52	1,35	14,2	1	2,50	14,20		70,98		14,20	
zatižení snáh	0,80	0,75	0,6	1	2,50	1,50		3,00		1,50	
celkem podlaží						15,70		73,98		15,70	

Schématický řez se zatížením a únosností zdiva

Zatížení zdiva vypočteno po podlažích dle ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991-1-1
Únosnost zdiva vypočtena podle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN EN 1996-3

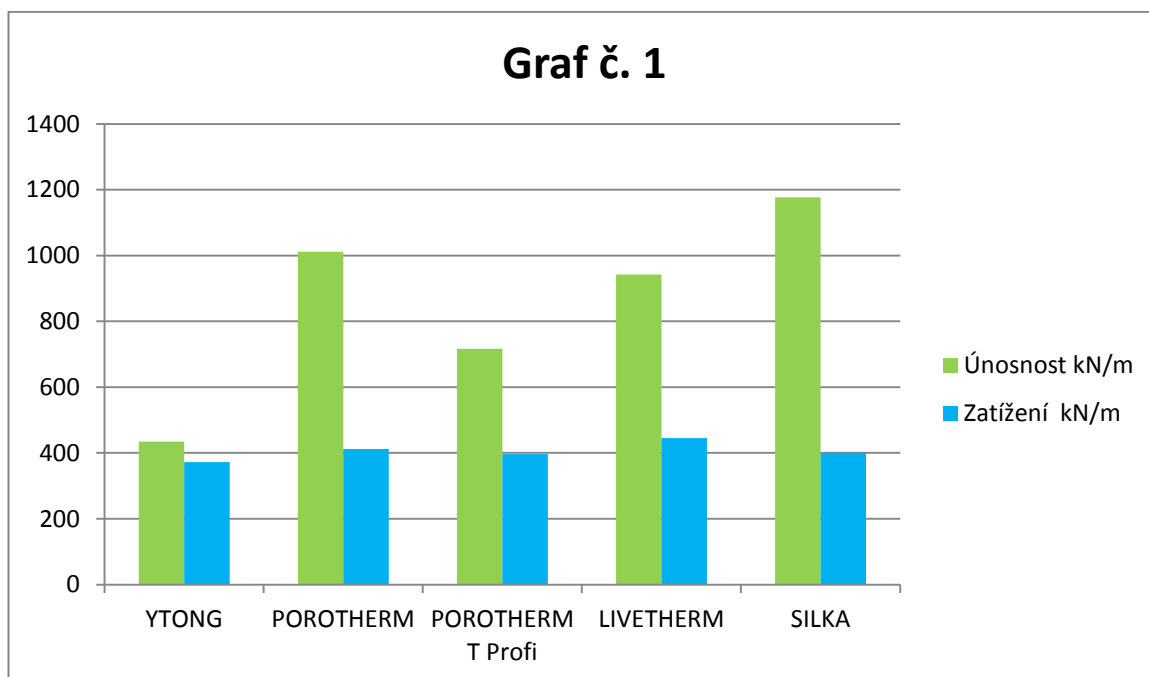
zdivo	světlost L1	zdivo	světlost L2	zdivo
240	5000	300	5000	240

**Zatížení
zdiva**
(kN/m)

	15,7		74,0		
		8NP	S15-1600		S20-2000
	77,12		172,6		77,1
		7NP	S15-1600		S20-2000
	138,5		271,2		138,5
		6NP	S15-1600		S20-2000
	200,0		369,8		200,0
		5NP	S15-1600		S20-2000
	261,4		468,4		261,4
		4NP	S15-1600		S20-2000
	322,8		567,0		322,8
		3NP	S15-1600		S20-2000
	384,2		665,6		384,2
Únosnost zdiva (kN/m)		2NP	S15-1600		S20-2000
748,73	445,7		1078,7	764,2	445,7
804,93		1NP	S15-1600		S20-2000
1177,08	470,7		1158,6	789,7	470,7

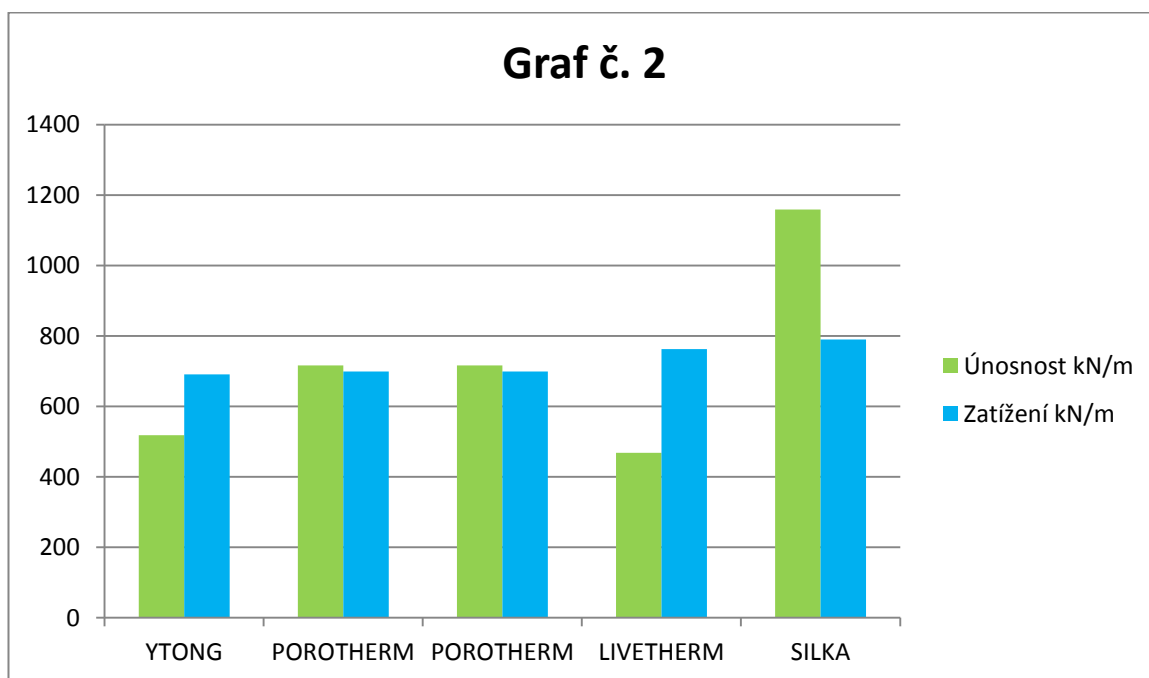
C) Výsledky vyplývající z programu:

- Zatížení a únosnost obvodového zdiva v patě stěny:



- Z grafu č. 1 je patrné, že únosnost jednotlivých zdících materiálů je vyhovující stejně jako u předešlých dvou příkladů.

- Zatížení a únosnost vnitřního zdiva v patě stěny:



- Graf č. 2 zobrazuje, že únosnost zdících prvků YTONG a LIVETHERM nevyhovuje danému zatížení.

- YTONG:
 - Pórobetonové tvárnice Ytong tl. 300 mm mají nedostačující únosnost pro zatížení od 8 podlaží. Únosnost nevyhovuje přibližně o 170 kN/m. Oproti prvním dvěma příkladům je nutné, abychom odstranili zatížení od 3 podlaží, aby únosnost vyhověla. Tvárnice YTONG vyhovují pro pětipodlažní objekt s rezervou 86 kN/m. V případě šestipodlažního objektu se hodnoty zatížení a únosnosti rovnají, proto je vhodné stavět objekty do pěti nadzemních podlaží.

- LIVETHERM:
 - Zatížení v patě stěny od osmipodlažního objektu je 762,5 kN/m. Toto zatížení je pro únosnost 468,4 kN/m nevyhovující, proto je nutné tyto tvárnice používat u objektů s menším počtem nadzemních podlaží. Únosnost tvárnice vyhověla na dané zatížení po odstranění 4 nadzemních podlaží s rezervou 86 kN/m. Tudíž zdící prvky Livetherm TNB tl. 300 mm je možné použít pro objekt s maximálně čtyřmi nadzemními podlažími.

- POROTHERM:
 - Tvárnice Porotherm tl. 300 mm vyhovují pro osmipodlažní objekt s rezervou 17 kN/m.

- Shrnutí výpočtu a okrajové podmínky:
 - Užité zatížení kategorie A.
 - II. Sněhová oblast.
 - II. Větrná oblast, kategorie III.
 - Rozpětí traktů 5 m.
 - Výška stěny 3m.
 - Výpočet pro stěnu délky 1m.
 - ŽB stropní deska.
 - Stropní konstrukce je uložena na celou šířku zdiva.
 - Plochá střešní konstrukce.
 - Přemístitelné příčky o vlastní tíze ≤ 2 kN/m délky příčky.
 - Výpočet únosnosti všech 5 typů zdících prvků byl proveden při zatížení od objektu s 8 nadzemními podlažími, bez ohledu na to jestli únosnost byla vyhovující nebo nevyhovující.

Jestliže únosnost daného prvku nevyhověla příslušnému zatížení, byla postupně odebrána jednotlivá poschodí, dokud nebylo získáno požadované zatížení, které vyhovuje této únosnosti.

5.2. VYHODNOCENÍ PŘÍKLADŮ

5.2.1. Porovnání příkladu č. 1 s příkladem č. 2

Zadání příkladu č. 1 se liší od zadání příkladu č. 2 pouze v použitém užitém zatížení. Ve výpočtu příkladu č. 1 je použito užité zatížení kategorie A, v příkladu č. 2 je zatížení kategorie C. Jednotlivé výsledky jsou vyobrazeny v grafech.

Zatížení v prvním příkladu umožňuje použití jednotlivých zdících prvků u objektů do více podlaží, zatímco u příkladu dvě je tato možnost omezena z důvodu většího zatížení. Nejmenší únosností se v obou příkladech prokázaly tvárnice výrobce Ytong a tvárnice výrobce Livetherm. Tyto typy tvárnice mají v případě vnitřního zdiva menší únosnost než tvárnice Porotherm nebo Silka. Proto je možné je využít jen do určitého počtu podlaží viz. shrnutí jednotlivých příkladů.

U příkladu č. 2 je možné tvárnice Ytong použít u objektu s maximálně šesti podlažími, zatímco u příkladu č. 1 jsou tvárnice Ytong vhodné až pro sedmipodlažní budovu. Tvárnice Livetherm je možné použít v obou případech u objektu s pěti nadzemními podlažími, ale u zatížení kategorie A vyhovují s větší rezervou.

5.2.2. Porovnání příkladu č. 1 s příkladem č. 3

Příklad č. 3 se liší od příkladu č. 1 v použití odlišné stropní konstrukce. Pro získání většího celkového zatížení byly jako stropní konstrukce použity ŽB stropní desky. Výsledky jsou opět zobrazeny v grafech za jednotlivými příklady.

V případě použití ŽB stropní desky výrazně nevyhoví únosnost tvárnice výrobce Livetherm. Dále také Ytong a jen s velmi malou rezervou vyhovují tvárnice Porotherm. Pro osmipodlažní objekt je nejvhodnější použít tvárnice Silka.

Tvárnice Ytong lze při použití skládané stropní konstrukce Livetherm použít u sedmipodlažního objektu, ale při použití ŽB stropní desky je možné jejich využití pouze u objektu s pěti podlažími.

V případě použití skládaných stropních konstrukcí, které mají nižší zatížení, je možné použít veškeré současné zdící materiály pro objekty s více podlažími, než při použití ŽB stropních desek.

Přehled použití současných zdících materiálů u vícepodlažních objektů						
Tvárnice	Příklad č.1		Příklad č. 2		Příklad č. 3	
	Obvodové zdivo	Vnitřní zdivo	Obvodové zdivo	Vnitřní zdivo	Obvodové zdivo	Vnitřní zdivo
<i>Ytong</i>	8NP	7NP	8NP	6NP	8NP	5NP
<i>Porotherm</i>	8NP	8NP	8NP	8NP	8NP	8NP
<i>Porotherm T Profi</i>	8NP	-	8NP	-	8NP	-
<i>Livetherm</i>	8NP	5NP	8NP	5NP	8NP	4NP
<i>Silka</i>	8NP	8NP	8NP	8NP	8NP	8NP

ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo vytvořit přehled o využití současných zdících materiálů u vícepodlažních objektů. Z důvodu velkého množství variant, byl rozsah diplomové práce po domluvě s vedoucím Ing. Luděkem Vejvarou Ph.D. upraven. Pro výpočet bylo tedy zvoleno 5 základních typů tvárnic.

V práci jsou nejprve popsány použité zdící materiály, včetně jejich vlastností a použití ve výstavbě. Dále také malty, se kterými se můžeme setkat. V závěru teoretické části jsou zobrazeny podklady jednotlivých typů tvárnic, včetně informací o použitých stropních konstrukcích.

Hlavní část práce je tvořena ukázkovými příklady, které jsou výstupem programu pro výpočet únosnosti. Tento program byl vytvořen na základě výpočtů zděných konstrukcí v aplikaci Microsoft Excel. V práci jsou představeny tři typy příkladů včetně jejich shrnutí v podobě grafů a závěrečného porovnání. Pomocí těchto tří výstupů je možné stanovit, do kolika podlaží je vhodné použít určitý typ tvárnic. Nejlepší vlastnosti pro využití u vícepodlažních objektů mají jednoznačně tvárnice Silka, které je možné použít i pro objekt s více než osmi nadzemními podlažími, se kterými bylo v práci počítáno. Nejhorší vlastnosti při použití u vnitřního zdiva mají na základě výpočtů tvárnice Ytong a Livetherm. Použití těchto tvárnic je u vícepodlažních objektů omezeno jejich únosností. V případě obvodového zdiva výpočty prokázaly, že pro osmipodlažní objekt je možné použít všechny posuzované tvárnice.

Mým cílem bylo stvořit program, který lze využít i v budoucnu a tak je možné zadání jednotlivých příkladů libovolně měnit, popřípadě nastavit i jiné zdící prvky, než ty se kterými bylo v diplomové práci počítáno.

POUŽITÁ LITERATURA:

- [1] Jeneš, Podružková; Zděné konstrukce, Brno 2005
- [2] Luděk Vejvara, Přednášky z předmětu Zděné konstrukce
- [3] www.fce.vutbr.cz/BZK/simunek.p/AO01/AO01_zdene_konstrukce.pdf
- [4] <http://www.ceskestavby.cz/clanky/stavebni-material-zdivo-zdeni-5717.html>
- [5] www.fce.vutbr.cz/BZK/simunek.p/AO01/AO01_zdene_konstrukce.pdf
- [6] <http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/materialy-a-vyrobky/cihly-tvarnice/soucasne-palene-zdici-prvky-pro-vnejsi-obvodove-zdivo-ajejich-pouziti>
- [7] <http://cihelna.hrabcuk.cz/cihla-palena.php>
- [8] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Cihelna>
- [9] http://istavitel.cz/clanek/stavebni-materialy/prehled-zakladnich-zdících-materialu-1díl_68
- [10] <http://stavba-a-rekonstrukce.bydleniprokazdeho.cz/stavebni-material/jak-se-stavi-z-keramických-tvarnic.php>
- [11] <http://www.zednictvirepka.cz/zdene-konstrukce/palene-cihly/>
- [12] <http://stavba-a-rekonstrukce.bydleniprokazdeho.cz/stavebni-material/jak-se-stavi-z-keramických-tvarnic.php>
- [13] <http://www.wienerberger.cz/zdivo/ke-sta%C5%BEn%C3%AD/technick%C3%A9-podklady>
- [14] L. Svoboda a kolektiv, Zpracováno podle publikace Stavební materiály, vydavatelství JAGA GROUP, přednášky předmětu Zděné konstrukce
- [15] <http://www.zdene-domy.info/porobeton>
- [16] <http://www.greisel.de/Prehled-vlastnosti-p.93969.0.html?&L=1>
- [17] <http://www.ytong.cz/cs/content/porobeton-ytong.php>
- [18] <http://stavba.tzb-info.cz/cihly-bloky-tvarnice/7343-vyroba-vapenopiskovych-cihel-zapf-daigfuss-kalksandstein>
- [19] <http://ha-ma.cz/vapenopiskova-cihla/>
- [20] <http://www.rovestav.cz/zdene-stavby/>
- [21] <http://kalksandstein.cz/index.php?page=odborne-informace-fyzika>
- [22] <http://www.betonstavby.cz/cz/vse-o-livethermu/vlastnosti>
- [23] <http://www.severoceskestavby.eu/skorepinove-bydleni>
- [24] <http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/materialy-a-vyrobky/cihly-tvarnice/inteligentni-stavebni-system-livetherm>
- [25] <http://www.betonstavby.cz/cz/vyrobky/tepelne-izolacni-zdivo>
- [26] Košatka, Lorenz, Vašková; Zděné konstrukce 1, Praha ČVUT 2006, ISBN 80-01-03463-1
- [27] Adámek, Novotný, Koukal; Stavební materiály, Akademické nakladatelství CERM s.r.o. Brno
- [28] <http://www.ireceptar.cz/domov-a-bydleni/stavba-a-rekonstrukce/z-ceho-stavet-ktere-cihly-tvarnice-malty-a-omitky-pouzivat/>
- [29] <http://www.kados.cz/zdici-materialy/429-cihla-plna-palena-cp.html>
- [30] http://www.casopisstavebnictvi.cz/vicepodlazni-stavby-z-porobetonu_N916

- [31] http://www.kmbeta.cz/sortiment/info_VPC.html
- [32] <http://ha-ma.cz/vapenopiskova-cihla/>
- [33] <http://www.vapis-sh.cz/vapenopiskove-zdivo/oblast-pouziti/vnejsi-zdivo.html>
- [34] <http://www.betonstavby.cz/cz/vse-o-livethermu/vlastnosti>
- [35] Daňkovský; Železobetonové stropy, ČVUT přednáška
- [36] <http://stavebnikomunita.cz/m/blogpost?id=6453524%3ABlogPost%3A18038>
- [37] <http://www.prefa.cz/produkty/pozemni-stavby/stropni-dilce/predpjate-stropni-panely-spiroll>
- [38] <http://www.betonstavby.cz/cz/vyroby/stropni-konstrukce-skladane>
- [39] <http://www.ytong.cz/cs/content/produktove-skupiny.php>
- [40] <http://www.wienerberger.cz/zdivo/katalog-v%C3%BDrobk%C5%AF/ciheln%C3%A9-bloky-pro-obvodov%C3%A9-nosn%C3%A9-ltbrgt/gta-vnit%C5%99n%C3%AD-st%C4%9Bny>

POUŽITÉ NORMY A LITERATURA PRO VÝPOČET

- ČSN EN 1990 Zásady navrhování
- ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.
- ČSN EN 1996-1-1 Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
- ČSN EN 1996-3 Navrhování zděných konstrukcí - Část 3: Zjednodušené metody výpočtu nevyztužených zděných konstrukcí.
- Košatka, Broukalová; Navrhování zděných konstrukcí Příručka k ČSN EN 1996-1-1, Praha 2010