

Chování nevyztužených zděných pilířů vystavených mimostřednému tlaku, 1. díl



Doc. Ing. Jaromír K. Klouda, CSc., EURing.

Vystudoval Fakultu stavební VUT v Brně, postupně pracoval mj. na VVÚPS Ostrava, VUT v Brně a TZÚS Praha, s.p., kde v posledních jedenáct let působí jako ředitel úseku pro výzkum, vývoj a inovace a je dlouhodobě aktivním členem různých odborných institucí a komisí v EU. Odborně působí zejména v oblasti betonového stavitelství a stojí v čele aktivit v oboru zděných a smíšených konstrukcí v ČR i v zahraničí (normalizace v ČR i zastupování v komisích CEN/TCs, EOTA/WGs, AGNB/SGs apod.).
E-mail: klouda@tzus.cz

V poslední době nově vyvinuté zdící systémy z pálených zdicích tvarovek vyžadují často v důsledku netradičního tvarového a materiálového řešení nové a podrobnější prověření z hlediska statického působení, zejména při složitějších druzích přetvoření a napjatosti. Jedním z těchto případů je objasnění chování netradičních průřezů zdicích prvků pilířů z bloků PTH T Profi na MTS 10, ve zdivu namáhaném svislým zatížením působícím s jednostrannou nebo s oboustrannou výstředností. První část příspěvku uvádí metody, postup a výsledky provedení experimentálního výzkumu, ve druhé části budou následně uvedeny výsledky provedení matematického modelování a závěry pro aplikace ve stavební praxi.

Současná situace na trhu pálených zdicích systémů

Pálené bloky sofistikovaného silně oslabeného průřezu s dutinami vyplněnými tepelně izolačním materiálem (perlit, minerální vata apod.) byly v posledních letech vyvinuty různými výrobci pálených bloků v mnoha zemích Evropy. Tyto zdící prvky se vyrábějí s vysokou přesností tak, aby se mohly používat pro přesné zdivo jednovrstvých stěn zděných na maltu pro tenké spáry, případně na pěnové lepidlo, zejména v domech s nízkou či nulovou spotřebou energie.

V průběhu let 2011 až 2013 řídil autor zpracování rozsáhlého inovačního projektu pro zdivo z přesných pálených bloků POROTHERM T Profi nového typu průřezu se souborem širších dutin vyplněných v produkční lince minerální vlnou, použitelné v jednovrstvých stěnách tloušťky od 380 do 500 mm. Prověřováno bylo zdivo v provedení na maltu pro tenké spáry i zdivo na pěnové lepidlo POROTHERM Dryfix.extra, nanášené na vybraná vnitřní nosná žebra podle pokynů výrobce.

Prvním cílem bylo ověřit základní návrhové pevnostní a přetvárné charakteristiky zdiva [2] pro použití ČSN EN 1996-1-1 (dále též EC 6) [1] při navrhování zděných konstrukcí.

Následně bylo podle metodiky autora a na zkušebním zařízení pracoviště Technického a zkušebního ústavu stavebního (TZÚS) v Brně ověřeno chování tohoto zdiva při dlouhodobém zatížení tlakem [3], působícím na úrovních 90 % – 80 % – 70 % zatížení na mezi porušení krátkodobým zatížením. Při měření po dobu cca jednoho roku byl získán jak kvalitativní obraz přetvárného chování vzorků zdiva při působení teploty a vlhkosti, tak byla stanovena konečná hodnota součinitele dotvarování.

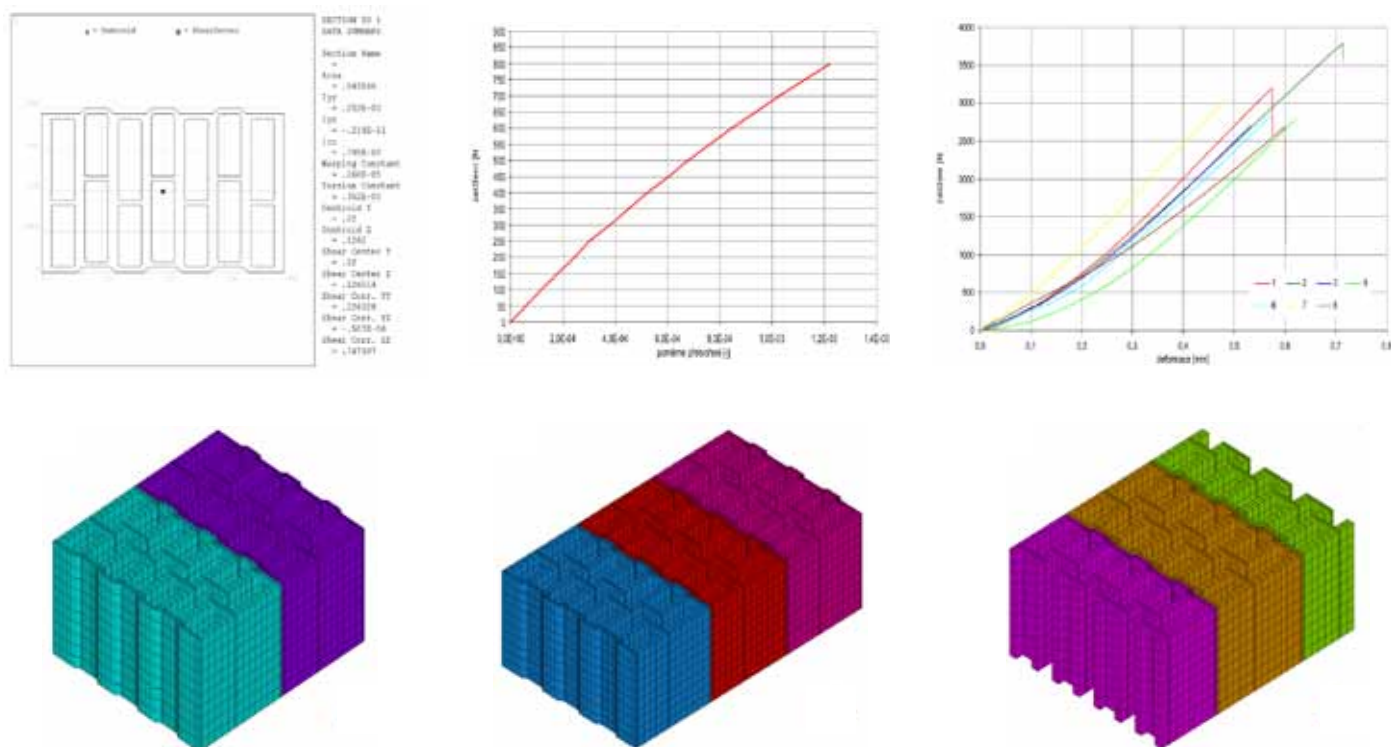
Vzhledem k tomu, že při vyhodnocení chování stěny skutečné velikosti se svislým zatížením a jednostranným požárním zatížením [2] bylo možno sledovat charakter porušování zdiva při postupném zvyšování excentricity zatížení (spolu se zmenšováním tloušťky nosného průřezu a ovlivnění jeho charakteristik požárem), který je u daného typu průřezu nebezpečnější než u rovnoměrného rozdělení menších dutin po průřezu v podobě tzv. medové plástve, bylo rozhodnuto ještě dále rozšířit základní program ověřování tohoto nového zdiva také o mimostředně tlačené [4] svislé konstrukční prvky (stěnové pilíře). Dále autor prověřil také chování tohoto typu zdiva při současném působení svislého zatížení a vodorovného zatížení v rovině stěny [5], a to v podobě cyklického zatížení se zvyšujícím se vneseným posunutím, tedy při imitaci chování stěn v případech seizmického zatížení.

V tomto příspěvku uvádí autor jen výsledky experimentálního ověření mimostředně tlačných konstrukčních prvků – stěnových pilířů minimálního půdorysného rozměru v tloušťce stěny t ($h = 440$ mm) a v šířce dvou bloků 2×250 mm ($b = 500$ mm), zděných z přesných bloků POROTHERM 44 T Profi na MTS – maltu pro tenké spáry – POROTHERM M 10.

Experimentální ověření mimostředně tlačných zděných pilířů

Byly odzkoušeny následující komponenty zdiva a zděné konstrukční prvky.

■ Zdicí prvky POROTHERM 44 T Profi (všechny vlastnosti zdicích prvků podle příslušných ČSN EN (viz [2], [3]) a navíc pevnost a moduly pružnosti keramického střepu v tlaku a v tahu pro potřeby matematického modelování (MM) – viz grafy v obr. 1. Ve spodní části obr. 1 je znázorněno převazování řad zdiva tak, jak je uvažováno u matematického modelování vysokých pilířů (jen z celých tvarovek) a středně vysokých pilířů (z celých a z řezaných polovičních tvarovek).



▲ Obr. 1. Zdicí prvky POROTHERM 44 T Profi

■ Pevnosti v tlaku a v tahu za ohybu a objemové hmotnosti MTS – malty pro tenké spáry – POROTHERM M 10, a to vždy pro každou skupinu společně vyzdívaných a v rozmezí 28 ± 1 den zkoušených zkušebních sestav; navíc byla stanovena hodnota modulu pružnosti malty pro potřeby matematického modelování (MM).

■ Předběžné krátkodobé zkoušky na šesti fragmentech zdiva (tzv. tripletů sestávajících ze tří nad sebou vyzdívaných tvarovek se dvěma vrstvami malty pro tenké spáry v ložných spárách zdiva), se zatížením dostředným a mimostředným s malou a velkou výstředností 1/6 (MV) a 1/3 (VV) délky průřezu ve směru tloušťky stěny. Při krátkodobých zkouškách byly použity dva režimy zatěžování – plynulý (označení EN) a postupný (PZ) s držením zatížení na každém zatěžovacím stupni po dobu 20 minut, před dalším zvýšením zatížení

na další zatěžovací stupeň. Uspořádání zkoušky a schéma pro MM jsou uvedeny na obr. 2.

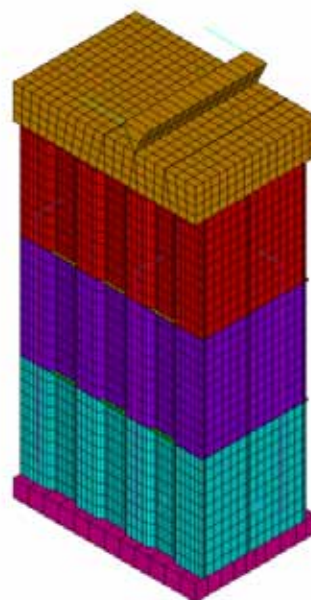
■ Navíc byly provedeny a vyhodnoceny i tři orientační zkoušky těchto tripletů ve speciálních stendech používaných pro dlouhodobé zkoušky zdiva (obr. 3), a to pro všechny tři případy výstřednosti svislého zatížení v režimu postupného zatěžování až do porušení (100%), a následně byly další stejné tři tripletů podrobeny stejnému typu zatížení, ale dlouhodobě působícímu, ve výši 80% únosnosti zjištěné při krátkodobém zatěžování ve stendech.

■ Základní zkoušky byly provedeny na stěnových pilířích půdorysných rozměrů (440 × 500 mm) na výšku podlaží (11 × 250 = 2750 mm), svisle krátkodobě plynule zatěžovaných dostředným a mimostředným tlakem s jednostrannou výstředností (e_x) v rozmezí od 1/6 do

▼ Obr. 2a. Triplet s půdorysem jednoho bloku pro předběžné a ověřovací zkoušky a MM: triplety v lisu, rozmístění deformetrů

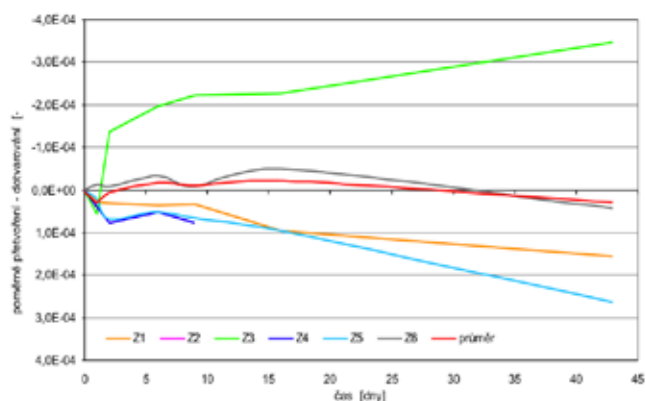


▼ Obr. 2b. Triplet s půdorysem jednoho bloku pro předběžné a ověřovací zkoušky a MM: modelování, jednosměrné excentricity





▲ Obr. 3a. Tripletly ve stendech – zkrácená dlouhodobá zkouška MV a VV (na 80 % N_d) – při dlouhodobém mimostředném zatížení



▲ Obr. 3b. Tripletly ve stendech – zkrácená dlouhodobá zkouška MV a VV (na 80 % N_d); průběhy přetvoření na tripletech při dlouhodobém mimostředném zatížení

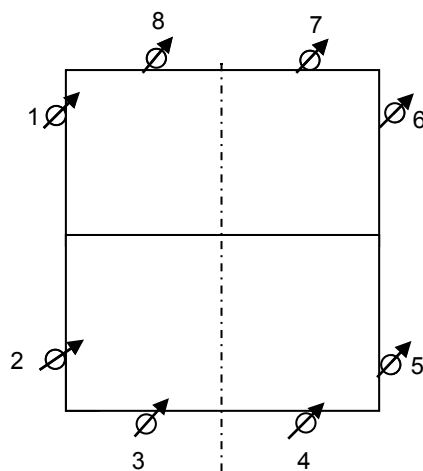
1/3 tloušťky pilíře $t = h = 440$ mm, přičemž u mezilehlé výstřednosti $e_x = 1/4 t$ bylo zatížení na úrovni od 80% únosnosti identicky plynule do porušení zatěžovaného sloupu drženo po dobu 30 min. a stejně dále na úrovni 90% zatížení na mezi porušení; orientačně se tak testovalo chování při dlouhodobém působení svislého zatížení s větší výstředností. Pilíře na výšku podlaží (vysoké) byly vyzděny bez použití půlených bloků.

Deformetry pro měření přetvoření byly u vysokých pilířů namáhaných tlakem s jednosměrnou výstředností umístěny vždy přes dvě ložné spáry (cca s měrnou délkou 500 mm), a to ve třech výškových úrovních: v hlavě, ve středu a v patě pilířů, vždy nad sebou. Dala se tedy hodnotit přetvoření na protilehlých stranách mimostředně tlačенých průřezů v uvedených úrovních.

■ Doplňkové zkoušky byly provedeny na stěnových pilířích půdorysných rozměrů (440 × 500 mm) na výšku meziokenního pilíře (7 × 250 = 1750 mm), svisle krátkodobě plynule zatěžovaných dostředným tlakem a mimostředným tlakem s oboustrannou výstředností (e_x , e_y) v symetrických a asymetrických kombinacích výstředností v obou směrech v rozmezí od 1/6 do 1/3 tloušťky pilíře $t = h = 440$ mm a/nebo šířky pilíře $b = 500$ mm. Protože v tomto případě bylo nutno měřit přetvoření po celém obvodu (středně vysokých) pilířů, byly půlky nařezány pracovníkem-specialistou objednatele (fotodokumentace) tak, jako se v dané době dělalo i v praxi.

Deformetry pro měření přetvoření byly u středně vysokých pilířů namáhaných tlakem s obousměrnou výstředností umístěny opět vždy přes dvě ložné spáry (cca s měrnou délkou 500 mm), a to ve dvou výškových úrovních: ve středu výšky pilíře osm deformetrů po obvodu pilíře a doplňkově v tlačенé části hlavy pilířů čtyři deformetry, vždy nad sebou. Dala se tedy hodnotit přetvoření po celém obvodu oboustranně mimostředně tlačенých průřezů ve středu výšky pilíře a v hlavě zmapovat podstatná tlaková přetvoření ve více tlačенém kvadrantu příčného průřezu středně vysokých pilířů. Rozmístění deformetrů viz obr. 4. Detaily vystrojení a vnášení zatížení jsou znázorněny na obr. 5.

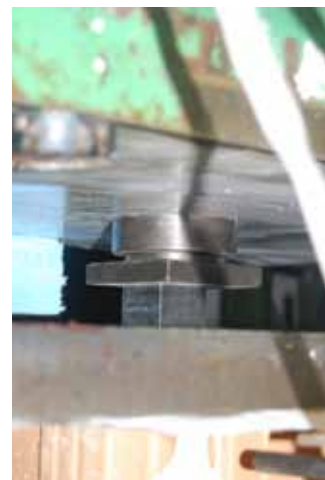
Tvar a velikost zkušebních těles reálného provedení – vysokých pilířů zatížených svislým tlakem s jednosměrnou výstředností a středně vysokých meziokenních pilířů zatížených svislým tlakem s obousměrnou výstředností – volil autor s přístupem ověřit „worst case“, tj. ověřit výsledky na minimálně možných půdorysných průřezích zděných pilířů využívajících pro zdění celých násobků rozměrů zdících prvků. Současně se přitom ověřil i vliv použití na místě řezaných půlek u průřezů menších půdorysných rozměrů, kde není jejich vliv – na rozdíl od použití v delších stěnách – zanedbatelný a měl by se v praxi důsledně respektovat.



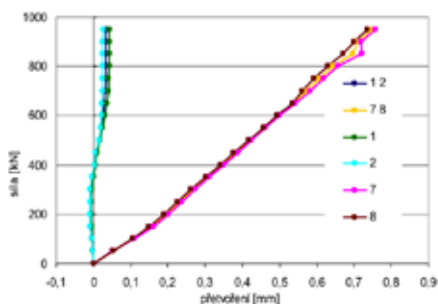
▲ Obr. 4. Rozmístění deformetrů u středně vysokých pilířů. Vysoký pilíř – schéma rozmístění deformetrů. Deformetry číslo 1, 2, 5 a 6 jsou vzdáleny od nejbližší svislé hrany vzorku 125 mm. Deformetry číslo 3, 4, 7 a 8 jsou vzdáleny od nejbližší svislé hrany vzorku 95 mm. Vzdálenost mezi svislými základnami je v obou případech 250 mm. Umístění základů v průřezích po výšce pilíře je zřejmé z následující doložené fotodokumentace zkoušek (v hlavě – uprostřed – v patě pilíře).



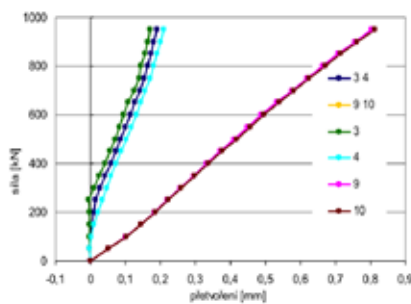
▲ Obr. 5a. Středně vysoké pilíře s aplikací výstřednosti zatížení v obou hlavních směrech: porušení středního pilíře s oboustrannou excentricitou – vystrojení deformetry



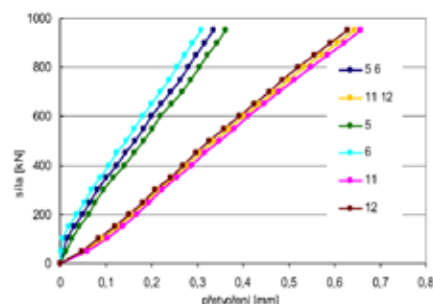
▲ Obr. 5b. Středně vysoké pilíře s aplikací výstřednosti zatížení v obou hlavních směrech: detail vnášení bodového zatížení v hlavě středních pilířů



▲ Obr. 6a. Vysoký pilíř zatížený silou s malou výstředností MV [$e = 1/6 h = 73 \text{ mm}$], horní úroveň



▲ Obr. 6b. Vysoký pilíř zatížený silou s malou výstředností MV [$e = 1/6 h = 73 \text{ mm}$], střední úroveň



▲ Obr. 6c. Vysoký pilíř zatížený silou s malou výstředností MV [$e = 1/6 h = 73 \text{ mm}$], dolní úroveň

Osazení vzorků měrnými základnami pro měření přetvoření použitými deformetry s měrnouází 500 mm (přes dvě ložné spáry zdíva) je schematicky znázorněno v přiložených schématech a obrázcích. Sít měření vždy umožňuje jednak monitorovat chování vzorků v průběhu celé zkoušky, jednak je podkladem pro možná další podrobná individuální i integrální vyhodnocování sledovaných parametrů deformačního chování zkoušených vzorků zdíva – fragmentů a zděných pilířů. Velikost excentricity jednostranně či oboustranně vnášeného svislého zatížení autor volil s ohledem na rozlišení případů malé a velké výstřednosti, nejkomplexněji snad popsané pro obdélníkový průřez v [6]. Ani u nejvyšších a největších pilířů se díky jejich rozměrům situace nepřesunula do polohy tlaku se vzpěrem, respektive do oblasti aplikace teorie II. řádu; výsledky ověření lze tak plně aplikovat pro tloušťky stěn od 365 mm do 500 mm, jak bylo v původním zadání také požadováno.

Hodnocení nosného chování zdíva při mimostředném zatížení tlakem

Zkoušky dostředného a mimostředného zatížení na tripletech v provedení jako jednotvarovkové – se třemi tvarovkami (1 – 1 – 1) nad sebou a se dvěma vrstvami malty ve dvou ložných spárách – umožnily jednak simulovat chování samotného průřezu přesného páleného bloku jako fragmentu zdíva (v tomto případě bez styčných spár), jednak předběžně ověřit charakter porušení a matematicky jej modelovat, s využitím lineárně-pružného modelu i pružně-plastického modelu. Obdobně byly následně modelovány také větší fragmenty (2 – 3 – 2) se čtyřmi styčnými spárami, používané pro zkoušky dlouhodobého zatížení zdíva. Jako příklad jsou dále uvedeny průběhy měřených svislých přetvoření v jednotlivých úrovních vysokého zděného pilíře zatíženého s malou výstředností $e = 1/6 h$ na obr. 6a, b, c.

Prokázala se dobrá shoda s premisami klasického normového výpočtu, navíc se pomocí matematického modelování (MM) prověřily některé detaily jako potřebná tuhost a uspořádání roznášecího zatížení a zásady formulace okrajových podmínek prováděných a modelovaných experimentů (viz druhý díl příspěvku).

Pro vysoký pilíř zatížený silou s velkou výstředností $e = 1/3 h$ jsou nárůsty přetvoření při zatěžování pilíře uvedeny na obr. 7a, b, c. Ve všech případech lze konstatovat, že zjištěný průběh přetvoření lze považovat za adekvátní vnášenému oboustranně mimostřednému svislému zatížení a výšce zatěžovaného prvku, v kombinaci s okrajovými podmínkami uložení a podepření.

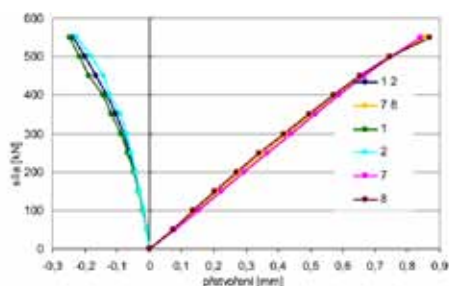
Obdobně charakter a způsob porušování ukazuje na vliv tvarování průřezu na postupné porušování jednotlivých podélných nosných žebírek a jejich spojovacích vnitřních příčných žebírek.

Na obr. 8a, b, c jsou fotografie z porušení zdíva ve zkouškách vysokých pilířů.

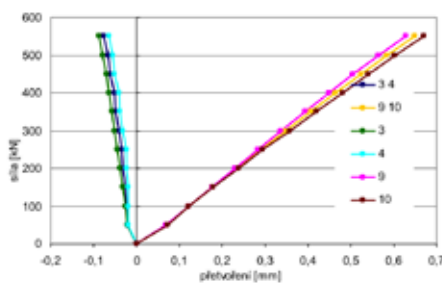
Tab. 1 uvádí přehled některých podstatných parametrů plynoucích z provedených zkoušek vysokých pilířů; inspirativní je poměr $[\alpha_e : \alpha_r]$, označující porovnání experimentálně zjištěné a teoretické únosnosti podle [1] v hlavě pilíře (bez zahrnutí vlivu nahodilé výstřednosti).

Téměř ve všech případech probíhalo měření přetvoření prakticky až do okamžiku porušení v měřených místech průřezu; nárůsty přetvoření v tomto případě byly v naprosté většině případů prakticky lineární, adekvátní gradientu vnášeného silového účinku do zkoušeného pilíře. Charakter přetváření lze tedy považovat za kvazilineární a způsob porušení za křehký, s hierarchií poškozování příslušných částí průřezu pilířů od krajních žebírek (a prvních spojovacích příčných žebírek) směrem dovnitř průřezu.

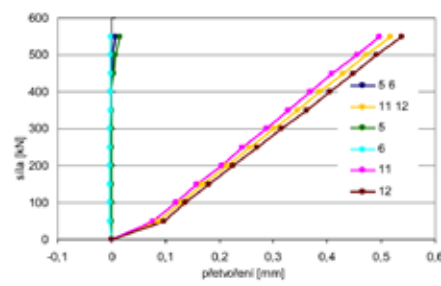
Průběhy přetvoření byly následně v rámci matematického modelování hodnoceny metodou FEM. Na tomto místě pouze



▲ Obr. 7a. Vysoký pilíř zatížený silou s velkou výstředností VV [$e = 1/3 h = 147 \text{ mm}$], horní úroveň



▲ Obr. 7b. Vysoký pilíř zatížený silou s velkou výstředností VV [$e = 1/3 h = 147 \text{ mm}$], střední úroveň



▲ Obr. 7c. Vysoký pilíř zatížený silou s velkou výstředností VV [$e = 1/3 h = 147 \text{ mm}$], dolní úroveň



▲ Obr. 8a. Vysoké pilíře – fotodokumentace ze zkoušek; typy porušení: zdění vysokých pilířů



▲ Obr. 8b. Vysoké pilíře – fotodokumentace ze zkoušek; typy porušení: vysoký pilíř v lisu [e = 1/4 h]



▲ Obr. 8c. Vysoké pilíře – fotodokumentace ze zkoušek; typy porušení: porušení ve zhlaví [e = 1/3 h]

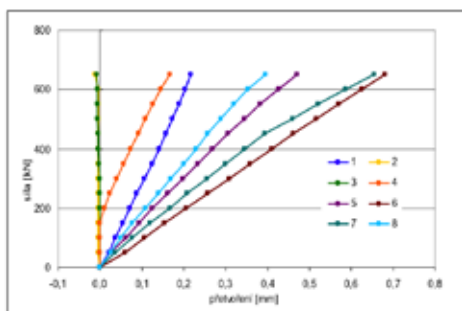
podotkneme, že nalaďená MM umožnila podat celkový přehled deformačního chování zkoušených pilířů, stanovit oblasti zplasti-zování s výraznou nelinearitou přetvoření i odvozené napjatosti, upřesnit reálné okrajové podmínky, vyhodnotit průběh excentricity po výšce pilíře atd.

Návrhová hodnota možné skutečné únosnosti pro provedení zkoušek středních pilířů byla opět stanovena předběžně nejprve pro dostředně tlačенý pilíř výpočtem podle EC 6 [1] (bez vlivu vzpěru), a to pro stejné obvodové rozměry náhradního plného průřezu

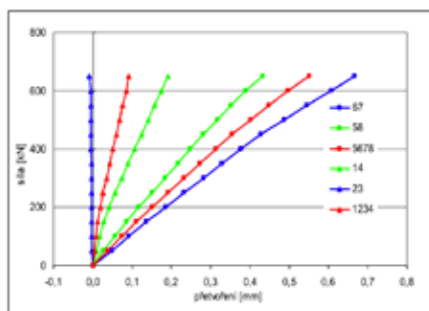
500 × 440 mm jako u vysokých pilířů a z předchozích zkoušek zjištěné hodnoty průměrné pevnosti zdiva v tlaku. Tato hodnota byla potom opět rozdělena do zatěžovacích stupňů tak, aby v dostatečně hustém členění pokryly zároveň očekávaný rozsah skutečné únosnosti při navržených kombinacích výstředností ve výši 1/6 t a 1/3 t, kde $t = h = 440$ mm, výpočtová šířka průřezu $b = 2 \times 250 = 500$ mm. Kombinace výstředností v obou hlavních osách průřezu byly voleny jako symetrické malé výstřednosti a velké výstřednosti (MV-MV, VV-VV) a nesymetrické (MV-VV, VV-MV). Tyto únosnosti byly předem

Vlastnost/vzorek	A1-1	B1-1	C1-1	D1-1	D1-2
Výstřednost e	0	73 mm (MV)	147 mm (VV)	110 mm (SV)	110 mm (SV)
Únosnost	–	–	–	–	–
Max. síla N [kN]	1,207	992	577	717	759
Zatěžování EN/PZ	EN	EN	EN	EN	EN / PZ
Trhliny N_T [kN]	1,010	870	350	705	730
$N_T : N$ [%]	83,7	70,6	60,7	98,3	96,2
Plocha A [mm ²]	218,373	219,061	219,061	218,842	218,842
$\sigma = N : A$ [MPa]	5,52	(5,20)	(2,54)	(3,28)	(3,47)
$\alpha_T = (1 - 2 e/h)$	1	0,667	0,333	0,500	0,500
$\alpha_E = N_{(e)} : N_{(0)}$	1	0,822	0,478	0,594	0,628
$\alpha_E : \alpha_T$	1	1,23	1,44	1,19	1,26
Přetvoření	–	–	–	–	–
ε v základně č. 6	+1630	+2078	+1972	+2435	+2398
ε v základně Φ 1,5	+1800	+1462	+1463	+1352	+1264
ε v základně Φ 2,4	+1540	+660	+601	–142	+30
ε v základně č. 3	+1018	–32	+60	–1152	–665
Max. ε tlak (+)	+1978	+2078	+1972	+2435	+2398
Min. ε tah (–)	–	–32	+60	–1152	–665

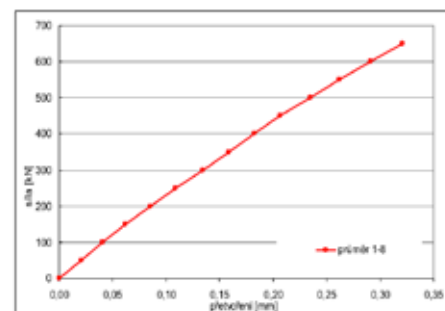
▲ Tab. 1. Vysoké pilíře – přehled únosnosti a přetvoření při krátkodobém zatížení (0-MV-VV)



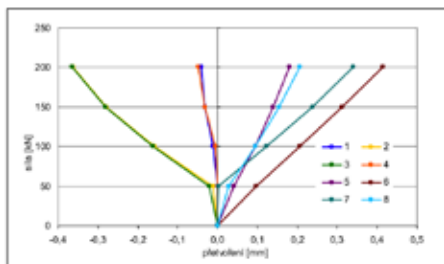
▲ Obr. 9a. Střední pilíř MV-MV – jednotlivá svislá přetvoření SP



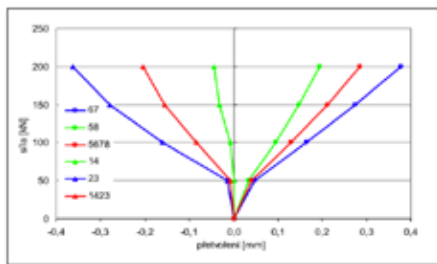
▲ Obr. 9b. Střední pilíř MV-MV – kumulovaná svislá přetvoření SP



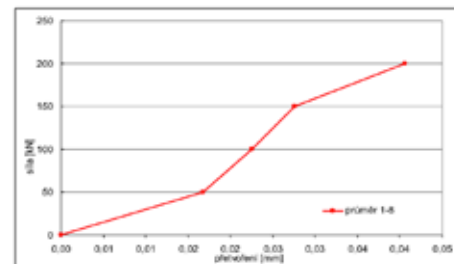
▲ Obr. 9c. Střední pilíř MV-MV – průměrná svislá přetvoření SP



▲ Obr. 10a. Střední pilíř VV-VV jednotlivá svislá přetvoření SP



▲ Obr. 10b. Střední pilíř VV-VV kumulovaná svislá přetvoření SP



▲ Obr. 10c. Střední pilíř VV-VV průměrná svislá přetvoření SP

stanoveny kvalifikovaným odhadem, neboť způsob možného výpočtu byl upřesněn až po vyhodnocení výstupů následného MM. Jako příklad jsou dále uvedeny průběhy svislých přetvoření po obvodu středního pilíře (v úrovni středu výšky pilíře) zatíženého oboustranně s malou výstředností $e_1 = 1/6 h$, $e_2 = 1/6 b$ – viz obr. 9a, b, c. Pro oboustrannou velkou výstřednost $e_1 = 1/3 h$, $e_2 = 1/3 b$ je průběh svislých přetvoření znázorněn na obr. 10a, b, c. Také v tomto případě je zjištěn průběh přetvoření adekvátní vnášenému oboustranně mimostřednému svislému zatížení a výšce zatěžovaného prvku, v kombinaci s okrajovými podmínkami uložení a podepření.

U zatížení cca 1/4 únosnosti se průběh přetvoření kvalitativně mění, a to u všech případů ve směru, kde působí zatížení s velkou výstředností (tedy i u kombinací MV-VV a VV-MV); v případě kombinace VV-VV dochází k další změně nárůstu některých (a tedy i průměrných) přetvoření ještě jednou, na úrovni cca 3/4 únosnosti pilíře. Na obr. 11a, b, c, d jsou fotografie z porušení zdiva ve zkouškách středních pilířů.

Únosnost zjištěná při zkoušce dostředně tlačенého pilíře se v tomto případě opět prakticky shodovala s vypočtenou předpokládanou hodnotou únosnosti (na mezi porušení), obdobnou dobrou shodu



▲ Obr. 11a. Střední pilíře – fotodokumentace ze zkoušek; typy porušení – vystrojení středních pilířů v $H/2$ a vtačené části zhlaví



▲ Obr. 11b. Střední pilíře – fotodokumentace ze zkoušek; typy porušení – střední pilíř v lisu po provedené zkoušce



▲ Obr. 11c. Střední pilíře – fotodokumentace ze zkoušek; typy porušení – osazení středního pilíře do lisu, vystrojení měřidly

Vlastnost/vzorek	MA 2	MB 1	MC 1	MD 1	ME 1
Výstřednost e_1	0	147 mm (VV)	73 mm (MV)	73 mm (MV)	147 mm (VV)
Výstřednost e_2	0	167 mm (VV)	83 mm (MV)	167 mm (VV)	83 mm (MV)
Únosnost	–	–	–	–	–
Max. síla N [kN]	955	225	691	420	488
Trhliny N_T [kN]	948	220	605	410	435
$N_T : N$ [%]	99,3	97,8	72,4	97,6	89,1
Plocha A [mm ²]	218,373	219,061	219,061	218,842	218,842
$\sigma = N : A$ [MPa]	4,37	(1,03)	(3,15)	(1,92)	(2,23)
$\alpha_E = N_{(e)} : N_{(0)}$	1	0,267	0,724	0,440	0,511
Přetvoření	–	–	–	–	–
Max. ε tlak (+)	+1262	+1271	+2110	+2249	+2214
měř. v základně č.	7	10	11	11	10
Min. ε tah (–)	+713	–733	–27	–710	–496
měř. v základně č.	9	2, 3	12	3, 2	2

▲ Tab. 2. Středně vysoké pilíře (obousměrná výstřednost) – přehled únosnosti a přetvoření při krátkodobém zatížení

s předběžně odhadnutými únosnostmi oboustranně excentricky zatížených zděných pilířů potvrdily i zkoušky těchto pilířů s uvedenými kombinacemi malých výstředností (MV) a velkých výstředností (VV) v obou osách průřezu, které byly v tomto případě zvoleny opět jako mezní případy [6] tohoto druhu kombinovaného namáhání. Za povšimnutí stojí v tab. 2 vyčíslený součinitel snížení únosnosti α_E adekvátní cca zmenšení tlačené plochy průřezu v jednotlivých zděných pilířích při vyloučení částí průřezu namáhaných tahem. Parametry popisující a ovlivňující únosnost středně vysokých pilířů, maxima a minima poměrných svislých přetvoření aj. jsou zaznamenány v tab. 2. Na základě provedených zkoušek lze konstatovat, že jejich výsledky jsou ve srovnání s výsledky předběžných výpočtů podle Eurokódu 6 mírně na straně bezpečnosti.

Podrobnosti k matematickému modelování a hodnocení jeho výsledků bude uvedeno ve druhé části příspěvku v některém z dalších čísel tohoto časopisu. ■

Poděkování

Příspěvek byl zpracován na základě vyhodnocení prací [4] provedených pod vedením autora v průběhu řešení komplexního inovačního projektu [2, 3, 4, 5], jehož první část se v tomto článku stručně popisuje. Celý inovační projekt byl zpracován na objednávku firmy Wienerberger Cihlářský průmysl, a.s., Česká republika, které tímto autor vyjadřuje svůj dík.

Použitá literatura:

- [1] ČSN EN 1996-1-1+A1 Navrhování zděných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce. ČNI, Praha, 2013.
- [2] Vyhodnocení výsledků zatěžovacích zkoušek nízkých zděných stěn PTH 44 T Profi/MTS, Statika (tlak, smyk, ohyb), 1. a 2. etapa – krátkodobé zatížení, požární odolnost, samostatná interní zpráva, prosinec 2011, J. K. Klouda, TZÚS 0090-VVI Brno (138 str. vč. příloh a DODATKŮ č. 1, 2 a 3).
- [3] Vyhodnocení výsledků zatěžovacích zkoušek na fragmentech zdiva PTH 44 T Profi/MTS, Statika, Dodatek č. 4 – Dlouhodobá pevnost zdiva, Samostatná interní zpráva, únor 2013, J. K. Klouda, TZÚS 0090-VVI Brno (52 str. vč. příloh).
- [4] Vyhodnocení výsledků zatěžovacích zkoušek na fragmentech zdiva PTH 44 T Profi/MTS, Statika, Dodatek č. 5 – Pevnost a přetvárnost zdiva při mimostředním zatížení (včetně MM),

Samostatná inter. zpráva, červen 2013, J. K. Klouda, TZÚS 0090-VVI Brno (270 str. vč. příloh).

- [5] Vyhodnocení výsledků zatěžovacích zkoušek zděných stěn PTH 44 T Profi/MTS, Statika, Dodatek č. 6 – Smyková pevnost a tuhost zdiva v rovině stěny (včetně MM). Samostatná interní zpráva, listopad 2013. J. K. Klouda, TZÚS 0090-VVI Brno (82 str. vč. příloh + 41 str. zkušební zpráva).
- [6] Anselmi, C.; Saetta, E.: Yield Surface of a Zero-Tension Rectangular Masonry Section Subjected to an Eccentric Compressive Force. In: Masonry International, 2012, Vol. 25, No 3, pp. 55–62.

english synopsis

Behavior of Eccentric Loaded Masonry Columns, Part 1

The clay blocks of sophisticated large perforated cross sections filled by MW have been developed during the last years. Due to different configuration of the masonry unit's sections of masonry made from the blocks and thin layer mortar, the specific behaviour of masonry has been awaited. Therefore the special program for the testing, evaluation of experimental data and mathematical modelling was implemented in the research of the behaviour of the masonry in the combined stages of loading and deformation. In this article, the results of the tests of columns of minimal cross section vertically loaded with one-side and both-side eccentricity are described.

klíčová slova:

nevyztužené zděné stěny, pilíře, excentricita, únosnost

keywords:

unreinforced masonry walls, columns, eccentricity, load bearing capacity

odborné posouzení článku:

Ing. Miroslav Vokáč, Ph.D.

vedoucí Zkušební laboratoře KÚ č. 1061 akreditované ČIA
Kloknerův ústav ČVUT v Praze