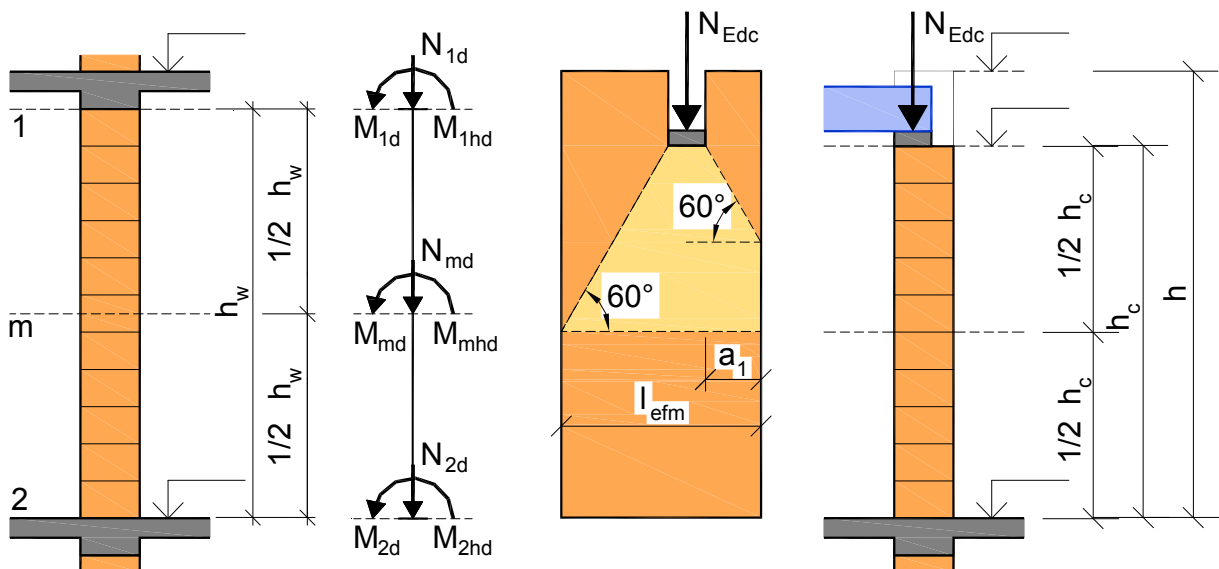


Návod k programu

# Porotherm 2020

Overenie odolnosti murovaných prvkov  
z tehál Porotherm  
podľa normy STN EN 1996-1-1



Tento produkt je chránený autorskými právami a medzinárodnými dohodami o autorských právach a ďalšími zákonmi a dohodami o duševnom vlastníctve. Autor nenesie v žiadnom prípade zodpovednosť za následné škody, nech sú akéhokoľvek charakteru, aj keď vznikli na základe použitia alebo nemožnosti použitia produktu.

***Vlastník programu:***

**Wienerberger s.r.o.**

Tehelná 1203/6, 95 301 Zlaté Moravce

00421 850 111 283

info.sk@wienerberger.com

www.wienerberger.sk



***Autor programu:***

**Ing. Zoltán Szabad, PhD. – STANDING s.r.o.**

M. Urbana 12, 945 01 Komárno

00421 905 276 864

standing@standing.sk

www.standing.sk



***Dátum spracovania:***

**február 2020**

***Verzia programu:***

**2020 v\_1.0**

## Obsah

<b>1. Úvod</b>	4
<b>2. Inštalácia a spustenie programu</b>	4
<b>3. Teória</b>	4
<b>4. Program Porotherm 2020</b>	4
4.1 Úvodná strana programu	4
4.2 Voľba výpočtu	5
4.3 Ovládanie programu	5
4.4 Vstupy pre výpočet	7
4.4.1. Hlavička statického výpočtu	7
4.4.2 Použité materiály	7
4.5 Overenie odolnosti nevystužených murovaných prvkov pri pôsobení prevažne zvislého zaťaženia	12
4.5.1 Geometria a rozmery murovaného prvku	12
4.5.2 Vnútorne sily	12
4.5.3 Určenie návrhovej pevnosti muriva v tlaku	13
4.5.4 Overenie štíhlosti murovaného prvku	15
4.5.5 Určenie návrhovej odolnosti murovaného prvku v tlaku	17
4.5.6 Overenie odolnosti murovaného prvku pri zvislom zaťažení	18
4.6 Overenie odolnosti nevystužených murovaných prvkov pri pôsobení sústredeného zaťaženia	19
4.6.1 Geometria a rozmery murovaného prvku a zaťaženej plochy	19
4.6.2 Zaťaženie	20
4.6.3 Určenie návrhovej pevnosti muriva v tlaku	20
4.6.4 Výpočet návrhovej odolnosti murovaného prvku pri sústredenom zaťažení	20
4.6.5 Overenie odolnosti murovaného prvku pri sústredenom zaťažení	21
4.7 Výstupy z programu	21
<b>5. Zoznam použitých noriem, literatúry, podkladov a software</b>	22
5.1 Normy, predpisy, literatúra	22
5.2 Použitý software	22
<b>Príloha – Vzor výstupu z programu</b>	23

## 1. Úvod

Program **Porotherm 2020** slúži na overenie odolnosti nevystužených murovaných prvkov (stien a pilierov) z murovacích prvkov Porotherm od firmy Wienerberger s.r.o., pri pôsobení prevažne zvislého zaťaženia, resp. pri pôsobení sústredeného zaťaženia. Posúdenie je vykonané podľa normy STN EN 1996-1-1 [1] Navrhovanie murovaných konštrukcií so zohľadnením Národnej prílohy Slovenskej republiky.

V návode k programu sú použité nasledovné symboly:

- ① **STN EN 1996-1-1:** Odkaz na článok normy STN EN 1996-1-1 [1];
- Ⓟ **Poznámka:** Poznámky k behu programu, resp. výpočtu;
- ☺ **Tip:** Tipy na uľahčenie práce s programom;
- ➔ **Upozornenie:** Upozornenie na niektoré dôležité situácie, ktoré môžu nastať počas behu programu.

## 2. Inštalácia a spustenie programu

Program **Porotherm 2020** je pracovný zošit programu Microsoft Office Excel (verzia minimálne 2003), k jeho púšťaniu musí mať užívateľ tento program nainštalovaný.

### **Inštalácia a spustenie programu:**

1. Vložte CD/DVD, resp. USB kľúč do príslušnej mechaniky;
2. Prekopírujte adresár 📁 Program Porotherm 2020 na pevný disk;
3. Kliknutím na súbor 📄 **Porotherm 2020 v\_1.0** sa automaticky spustí program Microsoft Office Excel so zošitom Porotherm 2020 v\_1.0

☺ **Tip:** Ak chcete mať program **Porotherm 2020** na pracovnej ploche, po prekopírovaní adresára 📁 Program Porotherm 2020 na pevný disk vytvorte si odkaz (nie kópiu) na súbor **Porotherm 2020 v\_1.0.xls**. Pre tento odkaz si môžete zvoliť ikonu vybratím jednej z priložených ikon, ktoré sú umiestnené v zložke 📁 Program Porotherm 2020.

☺ **Tip:** Návod je dostupný aj v samotnom programe.

## 3. Teória

Program **Porotherm 2020** overuje odolnosť murovaných prvkov (stien a pilierov) z murovacích prvkov Porotherm podľa normy STN EN 1996-1-1 [1]. Táto norma je slovenskou verziou európskej normy EN 1996-1-1, ktorá má postavenie slovenskej technickej normy a obsahuje všeobecné pravidlá pre navrhovanie murovaných konštrukcií. Súčasťou normy STN EN 1996-1-1 je aj národná príloha (NA), ktorá obsahuje národne definované parametre, platné na území Slovenskej republiky.

## 4. Program Porotherm 2020

### 4.1 Úvodná strana programu

Program sa spustí kliknutím na súbor **Porotherm 2020 v\_1.0**, alebo na odkaz, vytvorený na ploche. Z úvodnej strany je možné spustiť jednotlivé časti programu kliknutím na príslušnú ikonu. Vzhľad úvodnej strany programu je uvedený na obrázku 4.1



Obrázok 4.1 – Úvodná strana programu

#### 4.2 Voľba výpočtu

Po kliknutí na ikonu „Voľba výpočtu“ sa spustí okno, kde je možné vybrať typ výpočtu kliknutím na príslušnú ikonu – pozri obrázok 4.2.



Obrázok 4.2 – Stránka s voľbou výpočtu

#### 4.3 Ovládanie programu

Program sa ovláda pomocou ikon v prvom riadku pracovného zošita, obsah jednotlivých častí je uvedený v časti „Pomoc pre ovládanie programu“ – pozri obrázok 4.3.




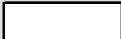





Obrázok 4.3 – Lišta ovládacích ikon








Údaje sa zadávajú z rolovacieho menu, alebo manuálne zapísaním číselnej hodnoty do príslušnej bunky. Ovládanie programu a spôsob zadávania údajov sú popísané v časti „Pomoc pre ovládanie programu“ – pozri obrázok 4.4.

## Pomoc pre ovládanie programu

### Zadávanie údajov a vyhodnotenie výsledkov

- |   |  |
|---|--|
|    | - vstupné údaje treba zadať z rolovacieho menu   |
| <b>Porotherm 38 Ti</b>  | - polia označené červenou farbou obsahujú údaje, ktoré boli vybrané z rolovacieho menu               |
|    | - zadávanie jednej možnosti z výberu   |
|    | - zadávanie typu áno/nie   |
|    | - do bielych polí treba zadať manuálne číselný údaj  |
|    | - polia označené modrou farbou obsahujú dôležité výsledky výpočtu                                    |
|    | - polia označené zelenou farbou obsahujú vyhovujúci výsledok výpočtu                                 |
|  | - polia označené červenou farbou obsahujú nevyhovujúci výsledok výpočtu, resp. nesprávne zadaný údaj |
| - prierez VYHOVUJE  | - zelený text upozorňuje na vyhovujúcu podmienku   |
| - prierez NEVYHOVUJE!   | - červený text upozorňuje na nevyhovujúcu podmienku  |
| - platí min. hodnota!   | - modrý text je informačný   |

### Ovládanie programu



- |   |  |
|---|--|
|  | - úvod programu  |
|  | - statický výpočet - overenie odolnosti murovaných prvkov          |
|  | - sortiment murovacích prvkov Porotherm so základnými vlastnosťami |
|  | - informácie o programe, číslo verzie, popis zmien                 |
|  | - pomoc pre ovládanie programu                                     |
|  | - návod k programu   |
|  | - kontakty na vlastníka a autora programu                          |

Obrázok 4.4 – Pomoc pre ovládanie programu

## 4.4 Vstupy pre výpočet

### 4.4.1 Hlavička statického výpočtu

Do vyznačených polí je možné zadať názov akcie, názov posudzovaného prvku, meno autora a dátum spracovania – tieto údaje sú len informatívne, ich zadanie nie je nutné a neovplyvnia beh programu.

Overenie odolnosti nevystužených murovaných prvkov z tehál Porotherm pri pôsobení sústredeného zaťaženia podľa normy STN EN 1996-1-1			
Názov akcie	Rodinný dom	 	
Posudzovaný prvok	Obvodová stena		
Autor	Ing. Ján Kováč		Dátum

Obrázok 4.5 – Hlavička statického výpočtu

☺ **Tip:** Pre zachovanie predvolených nastavení programu je užitočné pred začatím prác uložiť súbor pod iným názvom.

### 4.4.2 Použité materiály

Použité materiály – zložky muriva – sa zadávajú z rolovacieho menu – obrázok 4.6.

Použité materiály	
<b>Murovací prvok</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Porotherm a Porotherm AKU</span> <span>Porotherm 25 (P15)</span> </div> <p>Názov murovacieho prvku: <b>Porotherm 25</b></p> <p>Rozmery (<math>l_u \times w_u \times h_u</math>): 375 x 250 x 238 mm</p> <p>Priemerná pevnosť v tlaku: <math>f_{b,orig} = 15</math> MPa</p> <p>Skupina murovacieho prvku: 2</p>
<b>Malta na murovanie</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>obyčajná malta</span> <span>M 2,5</span> </div> <p>Druh malty: <b>obyčajná malta</b></p> <p>Značka malty: <b>M 2,5</b></p> <p>Pevnosť v tlaku: <math>f_m = 2,5</math> MPa</p>



Obrázok 4.6 – Zadávanie použitých materiálov

**Murovací prvok** je možné vybrať zo sortimentu firmy Wienerberger s.r.o. pre nosné obvodové a vnútorné steny, resp. deliace a akustické deliace steny. Aktuálny sortiment sa nachádza v časti programu „Sortiment“, kde sú popísané aj základné technické charakteristiky tvárnic – pozri tiež tabuľku 4.1.

☺ **Poznámka:** Program neobsahuje posúdenie stien z murovacích prvkov Porotherm 8 a Porotherm 8 Profi, nakoľko stena hrúbky 80 mm z týchto tvárnic podľa článku (3) Prílohy F normy [1] nevyhovuje z hľadiska medzného stavu použiteľnosti.

V prvom kroku treba vybrať druh murovacieho prvku z prvého rolovacieho menu – Porotherm a Porotherm AKU, Porotherm Profi, resp. tehly malých formátov. Na základe vybraného druhu murovacieho prvku v druhom rolovacom menu sa objavia príslušné typy tvárnic, podľa vybraného typu tvárnice program načíta údaje, potrebné pre výpočet.

➔ **Upozornenie:** Program upozorňuje na nesprávne zadanie typu murovacieho prvku podsvietením príslušných buniek červenou farbou a textovou správou „- **zadat' murovací prvok!**“.

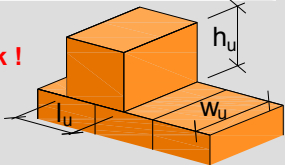
**Murovací prvok**

Názov murovacieho prvku: Porotherm

Rozmery ( $l_u \times w_u \times h_u$ ): 0 - zadať murovací prvok !

Priemerná pevnosť v tlaku:  $f_{b,orig} = 0$  MPa

Skupina murovacieho prvku: 0



Ⓢ **Poznámka:** Skupinu murovacích prvkov a priemernú pevnosť v tlaku deklaruje výrobca podľa Tabuľky 3.1 normy [1] a na základe výsledkov skúšok.

**Tabuľka 4.1 – Sortiment murovacích prvkov Porotherm**

Sortiment murovacích prvkov Porotherm						
Druh tehly	Názov	Rozmery (dĺžka x šírka x výška) [mm]	Skupina	Pevnosť v tlaku [MPa]	Hrúbka steny [mm]	Plošná ťaž <sup>1) 2)</sup> [kN/m <sup>2</sup> ]
Porotherm Profi	Porotherm 50 EKO+ Profi	248 x 500 x 249	3	8	500	3,75 (3,70)
	Porotherm 44 EKO+ Profi	248 x 500 x 249	3	8	440	3,15 (3,10)
	Porotherm 38 KOMBI Profi	250 x 380 x 249	2	10, 12	380	3,20 (3,15)
	Porotherm 30 KOMBI Profi	250 x 300 x 249	2	12, 15	300	2,90 (2,85)
	Porotherm 25 Profi	375 x 250 x 249	2	12, 15	250	2,40 (2,35)
	Porotherm 20 Profi	500 x 200 x 249	2	12	200	1,95 (1,90)
	Porotherm 17,5 Profi	375 x 175 x 249	2	12	175	1,80 (1,75)
	Porotherm 14 Profi	500 x 140 x 249	2	8, 12	140	1,50 (1,50)
	Porotherm 11,5 Profi	500 x 115 x 249	2	8, 12	115	1,30 (1,30)
	Porotherm 10 Profi	500 x 100 x 249	2	8, 12	100	1,20 (1,20)
	Porotherm 8 Profi	500 x 80 x 249	2	8, 12	80	1,10 (1,10)
	Porotherm 50 T Profi <sup>3)</sup>	248 x 500 x 249	nezaradený	8	500	3,80 (3,75)
	Porotherm 44 T Profi <sup>3)</sup>	248 x 440 x 249	nezaradený	8	440	3,35 (3,30)
	Porotherm 38 T Profi <sup>3)</sup>	248 x 380 x 249	nezaradený	8	380	2,90 (2,85)
Porotherm 30 T Profi <sup>3)</sup>	248 x 300 x 249	nezaradený	8	300	2,30 (2,25)	
Porotherm	Porotherm 38 KOMBI	250 x 380 x 238	2	10, 12	380	3,35
	Porotherm 30 KOMBI	250 x 300 x 238	2	12, 15	300	3,25
	Porotherm 25	375 x 250 x 238	2	12, 15	250	2,65
	Porotherm 20	500 x 200 x 238	2	12	200	2,10
	Porotherm 17,5	375 x 175 x 238	2	12	175	2,00
	Porotherm 14	500 x 140 x 238	2	8, 12	140	1,60
	Porotherm 11,5	500 x 115 x 238	2	8, 12	115	1,40
	Porotherm 10	500 x 100 x 238	2	8, 12	100	1,30
	Porotherm 8	500 x 80 x 238	2	8, 12	80	1,15
Porotherm AKU	Porotherm 30 AKU SYM <sup>4)</sup>	247 x 300 x 238	2	20	300	3,72
	Porotherm 30 AKU Z	250 x 300 x 238	2	15, 20	300	3,75
	Porotherm 25 AKU MK <sup>4)</sup>	250 x 250 x 238	1	20	250	4,40
	Porotherm 25 AKU SYM <sup>4)</sup>	372 x 250 x 238	2	20	250	3,15
	Porotherm 25 AKU Z	330 x 250 x 238	2	15, 20	250	3,30
	Porotherm 19 AKU	372 x 190 x 238	2	15	190	2,50
	Porotherm 17,5 AKU	375 x 175 x 238	2	15	175	2,45
Tehly malých formátov	Porotherm 29 PT <sup>5)</sup>	290 x 140 x 65	1	20	290	5,07
	Porotherm 25 PT <sup>5)</sup>	250 x 120 x 65	1	20	250	4,30
	Porotherm 25 PT odľahčená <sup>5)</sup>	250 x 120 x 65	1	20	250	4,00



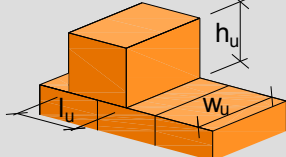
Ⓟ **Poznámky k tabuľke 4.1:**

1) Pri stanovení plošnej tiaže stien boli použité priemerné hmotnosti tehál Porotherm a nasledovné objemové hmotnosti mált:

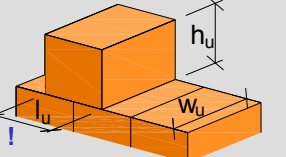
- malta pre tenké škáry Porotherm Profi - 1500 kg/m<sup>3</sup>;
- murovací malta Porotherm TM pri obvodových stenách - 600 kg/m<sup>3</sup>;
- murovací malta Porotherm MM50 pri vnútorných stenách - 1650 kg/m<sup>3</sup>;
- výplňový betón pri murovacích prvkoch typu AKU Profi - 2300 kg/m<sup>3</sup>;
- vonkajšia omietka Porotherm TO hrúbky 30 mm pri obvodových stenách - 400 kg/m<sup>3</sup> + povrchová úprava hrúbky 5 mm z malty Porotherm Univerzál - 1250 kg/m<sup>3</sup>;
- vnútorná omietka BAUMIT Grobputz hrúbky 15 mm - 1650 kg/m<sup>3</sup>.

2) Pri tehľách typu Porotherm Profi hodnoty plošnej tiaže platia pri murovaní na maltu pre tenkú škáru Porotherm Profi, hodnoty v zátvorkách platia pri murovaní na penu Dryfix extra.

3) Tehly Porotherm 50 T Profi, Porotherm 44 T Profi, Porotherm 38 T Profi a Porotherm 30 T Profi sú vyplnené minerálnou vlnou a podľa Tabuľky 3.1 normy [1] sa nedajú zaradiť do žiadnej skupiny murovacích prvkov – na túto skutočnosť upozorňuje program informačným textom v riadku pre skupinu murovacieho prvku.

Názov murovacieho prvku	<b>Porotherm 38 T Profi</b>	
Rozmery (l <sub>u</sub> x w <sub>u</sub> x h <sub>u</sub> )	248 x 380 x 249 mm	
Priemerná pevnosť v tlaku	f <sub>b,orig</sub> = 8 MPa	
Skupina murovacieho prvku	nezaradený - vyplnený minerálnou vlnou !	

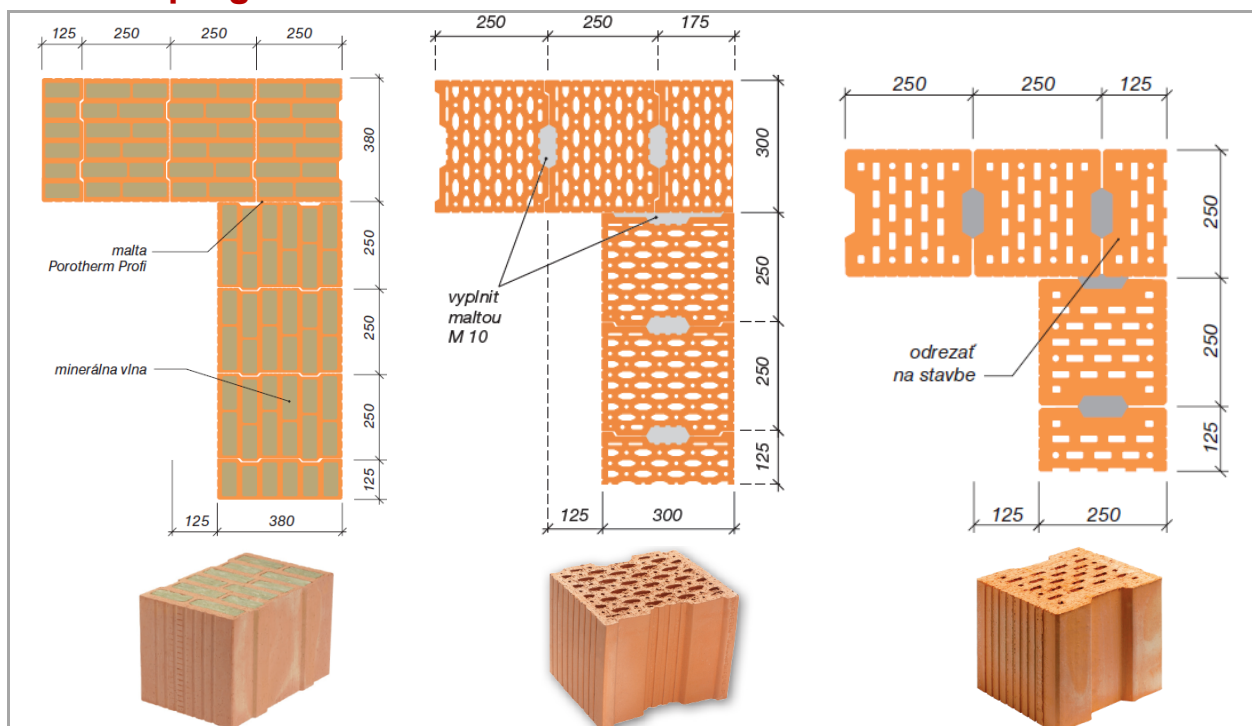
4) Tehly Porotherm 25 AKU MK, Porotherm 30 AKU SYM a Porotherm 25 AKU SYM majú styčnú plochu s maltovou kapsou, ktoré je potrebné pri murovaní vyplniť murovacou maltou pevnostnej značky minimálne M10, na túto skutočnosť upozorňuje program informačným textom v riadku pre skupinu murovacieho prvku.

Názov murovacieho prvku	<b>Porotherm 30 AKU SYM</b>	
Rozmery (l <sub>u</sub> x w <sub>u</sub> x h <sub>u</sub> )	247 x 300 x 238 mm	
Priemerná pevnosť v tlaku	f <sub>b,orig</sub> = 20 MPa	
Skupina murovacieho prvku	2 - akustická tehla s malt. kapsou !	

Tehly Porotherm 30 AKU SYM, Porotherm 30 Z, Porotherm 25 AKU MK, Porotherm 25 AKU SYM, Porotherm 25 AKU Z, Porotherm 19 AKU, Porotherm 17,5 AKU a Porotherm 11,5 AKU sú určené najmä pre akustické deliace steny, na túto skutočnosť upozorňuje program informačným textom v riadku pre skupinu murovacieho prvku.

Názov murovacieho prvku	<b>Porotherm 30 AKU Z</b>	
Rozmery (l <sub>u</sub> x w <sub>u</sub> x h <sub>u</sub> )	250 x 300 x 238 mm	
Priemerná pevnosť v tlaku	f <sub>b,orig</sub> = 15 MPa	
Skupina murovacieho prvku	2 - akustická tehla !	

5) Pri tehľách malých formátov skratka PT znamená, že sa jedná o plnú tehlu. Tieto tehly od 01.02.2020 už nie sú v sortimente.



**Obrázok 4.7 – Murovacie prvky typu Porotherm T Profi, Porotherm AKU SYM a Porotherm AKU MK**

① **STN EN 1996-1-1:** Tehly typu Porotherm 50 T Profi, Porotherm 44 T Profi, Porotherm 38 T Profi a Porotherm 30 T Profi, ktoré sú vyplnené minerálnou vlnou, podľa Tabuľky 3.1 normy [1] nie je možné zaradiť do žiadnej skupiny murovacích prvkov, preto vlastnosti muriva z týchto tehál boli určené pomocou skúšok.

**Maltu na murovanie** je možné vybrať zo sortimentu podľa normy [1], resp. zo sortimentu firmy Wienerberger s.r.o.. V prvom kroku treba vybrať druh malty na murovanie z prvého rolovacieho menu – obyčajná malta, ľahká malta s objemovou hmotnosťou od 600 do 800 kg/m<sup>3</sup>, resp. ľahká malta s objemovou hmotnosťou od 800 do 1300 kg/m<sup>3</sup> pre tehly typu Porotherm a tehly malých formátov a malta pre tenké škáry, resp. murovacía pena pre tehly typu Porotherm Profi. Na základe vybraného druhu malty v druhom rolovacom menu sa objavia príslušné značky murovacej malty a podľa vybranej značky program načíta údaje, potrebné pre výpočet.

➔ **Upozornenie:** Program upozorňuje na nesprávne zadanie značky malty podsvietením príslušných buniek červenou farbou a textovou správou „- zadať značku malty!“.

<b>Malta na murovanie</b>	ľahká malta s obj. hmot. 600-800 kg/m <sup>3</sup>	~
Druh malty	ľahká malta s obj. hmot. 600-800 kg/m <sup>3</sup>	
Značka malty	-	
Pevnosť v tlaku	f <sub>m</sub> = 0,0 MPa - zadať značku malty !	

**Druh malty na murovanie** možno zadať z nasledovného sortimentu:

**Tabuľka 4.2 – Druhy mált na murovanie**

Druh malty	
pre prvky Porotherm a tehly malých formátov	pre prvky Porotherm Profi
obyčajná malta	malta pre tenké škáry
ľahká malta s objemovou hmotnosťou 600-800 kg/m <sup>3</sup>	murovacía pena
ľahká malta s objemovou hmotnosťou 800-1300 kg/m <sup>3</sup>	

Značku malty na murovanie možno zadať z nasledovného sortimentu:

**Tabuľka 4.3 – Značky obyčajných mált**

Značka obyčajnej malty	Pevnosť v tlaku [MPa]
M 1	1,0
M 2,5	2,5
M 5	5,0
M 7,5	7,5
M 10	10,0
M 12,5	12,5
M 15	15,0
M 17,5	17,5
M 20	20,0
Porotherm MM50 murovacía malta	5,0

Ⓢ **Poznámka:** Malta Porotherm MM50 murovacía malta s objemovou hmotnosťou 1650 kg/m<sup>3</sup> je zaradená medzi obyčajné malty.

① **STN EN 1996-1-1:** Podľa bodu (2) článku 3.6.1.2 normy [1], keď murovacie prvky sa ukladajú na obyčajnú maltu, hodnota pevnosti malty v tlaku  $f_m$  nemá byť väčšia, ako  $2f_b$ , resp. 20 MPa ( $f_b$  je normalizovaná pevnosť murovacieho prvku v tlaku). Na túto skutočnosť upozorňuje program červeným textom v riadku pre pevnosť malty v tlaku „> 2  $f_b$  – treba znížiť pevnosť malty v tlaku !“.

<b>Malta na murovanie</b>	obyčajná malta	M 20
Druh malty	obyčajná malta	
Značka malty	M 20	
Pevnosť v tlaku	$f_m =$ 20,0 MPa	> 2 $f_b$ - treba znížiť pevnosť malty v tlaku !

**Tabuľka 4.4 – Značky ľahkých mált**

Značka ľahkej malty s objemovou hmotnosťou 600-800 kg/m <sup>3</sup>	Pevnosť v tlaku [MPa]	Značka ľahkej malty s objemovou hmotnosťou 800-1300 kg/m <sup>3</sup>	Pevnosť v tlaku [MPa]
M 1	1,0	M 1	1,0
M 2,5	2,5	M 2,5	2,5
M 5	5,0	M 5	5,0
M 7,5	7,5	M 7,5	7,5
M 10	10,0	M 10	10,0
Porotherm TM tepelnoizolačná malta	5,0		

Ⓢ **Poznámka:** Malta Porotherm TM tepelnoizolačná malta s objemovou hmotnosťou 600 kg/m<sup>3</sup> je zaradená medzi ľahké malty s objemovou hmotnosťou od 600 do 800 kg/m<sup>3</sup>.

① **STN EN 1996-1-1:** Podľa bodu (2) článku 3.6.1.2 normy [1], keď murovacie prvky sa ukladajú na ľahkú maltu, hodnota pevnosti malty v tlaku  $f_m$  nemá byť väčšia, ako 10 MPa, z tohto dôvodu pri výbere ľahkej malty v rolovacom menu pre značku malty maximálna pevnostná trieda je M10.

**Tabuľka 4.5 – Značka malty, resp. peny na murovanie pre tenké škáry**

Značka malty, resp. peny na murovanie pre tenké škáry	Pevnosť v tlaku [MPa]
Porotherm Profi	10,0
Dryfix extra	~

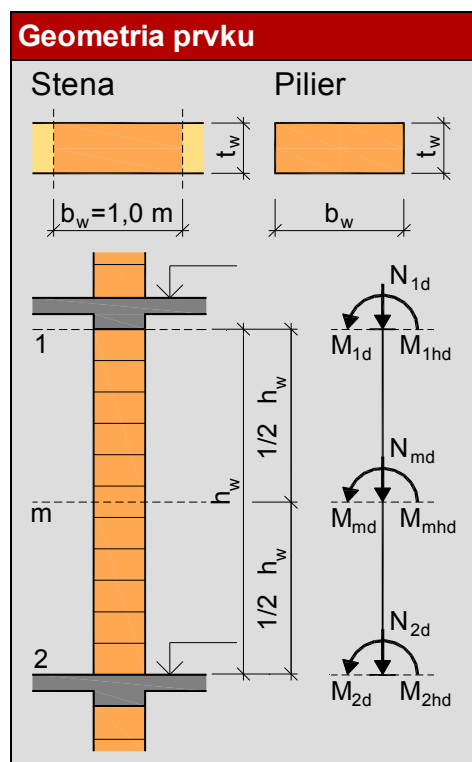
## 4.5 Overenie odolnosti nevystužených murovaných prvkov pri pôsobení prevažne zvislého zaťaženia

### 4.5.1 Geometria a rozmery murovaného prvku

Hrúbka steny, resp. piliera sa načítava automaticky podľa zadaného typu murovacieho prvku, šírku a výšku murovaného prvku treba zadať manuálne do vyznačených polí – pozri obrázok 4.8.

Rozmery murovaného prvku	
Hrúbka steny (piliera)	$t_w = 380$ mm
Šírka steny (piliera)	$b_w = 1000$ mm
Výška steny (piliera)	$h_w = 3000$ mm

Vnútorne sily	
<b>V úrovni hlavy prvku - prierez 1</b>	
Normálová sila	$N_{1d} = 220,0$ kN
Moment od zvislého zaťaženia	$M_{1d} = 5,0$ kNm
Moment od vodorovného zaťaženia	$M_{1hd} = 0,0$ kNm
<b>V strede výšky prvku - prierez m</b>	
Normálová sila	$N_{md} = 230,0$ kN
Moment od zvislého zaťaženia	$M_{md} = 2,5$ kNm
Moment od vodorovného zaťaženia	$M_{mhd} = 1,0$ kNm
<b>V úrovni päty prvku - prierez 2</b>	
Normálová sila	$N_{2d} = 240,0$ kN
Moment od zvislého zaťaženia	$M_{2d} = 0,0$ kNm
Moment od vodorovného zaťaženia	$M_{2hd} = 0,0$ kNm



**Obrázok 4.8 – Geometria a rozmery murovaného prvku, vnútorné sily**

➔ **Upozornenie:** Program upozorňuje na zadanie zápornej, resp. nulovej hodnoty šírky, resp. výšky murovaného prvku.

Hrúbka steny (piliera)	$t_w = 380$ mm	
Šírka steny (piliera)	$b_w = -1$ mm	< 0 !
Výška steny (piliera)	$h_w = 0$ mm	= 0 !

Ⓟ **Poznámka:** Šírka piliera  $b_w$  by nemala byť menšia, ako dĺžka murovacieho prvku  $l_u$ .

### 4.5.2 Vnútorne sily

Vnútorne sily na murovanom prvku treba vypočítavať podľa zvolenej statickej schémy, hodnoty vnútorných síl treba zadať manuálne do vyznačených polí. Zadáva sa návrhová hodnota normálovej sily, ohybového momentu od zvislého zaťaženia a vodorovného zaťaženia v troch posudzovaných prierezoch – v úrovni hlavy prvku, v strede výšky prvku a v úrovni päty prvku – pozri obrázok 4.8.

① **STN EN 1996-1-1:** Priebeh vnútorných síl závisí od zvolenej statickej schémy posudzovaného prvku, ktorá sa stanoví po analýze nosnej konštrukcie podľa kapitoly 5 normy [1]. Vnútorné sily treba vypočítať manuálne, alebo pomocou vhodného statického programu.

Ⓟ **Poznámka:** Tlaková sila sa zadáva, ako kladná hodnota.

➔ **Upozornenie:** Program upozorňuje na zadanie zápornej, resp. nulovej hodnoty normálovej sily červeným textom.

### V úrovni hlavy prvku - prierez 1

Normálová sila	$N_{1d} =$	-220,0 kN	< 0 !
Moment od zvislého zaťaženia	$M_{1d} =$	5,0 kNm	
Moment od vodorovného zaťaženia	$M_{1hd} =$	0,0 kNm	

### 4.5.3 Určenie návrhovej pevnosti muriva v tlaku

Pri určení návrhovej pevnosti muriva v tlaku treba zadať z rolovacieho menu druh muriva podľa použitých zložiek a výskyt maltovej škáry rovnobežnej s lícovou plochou steny.

Určenie návrhovej pevnosti muriva v tlaku			
Druh muriva podľa použitých zložiek		<b>A</b>	<input type="text" value="A"/>
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti muriva	$\gamma_M =$	2,0	
Maltová škára rovnobežná s lícovou plochou steny	<input type="checkbox"/>	<b>NIE</b>	
Konštanta	$K =$	0,45	
Súčiniteľ tvaru murovacieho prvku	$\delta =$	1,138	
Normalizovaná priemerná pevnosť mur. prv. v tlaku	$f_b =$	9,10 MPa	
Charakteristická pevnosť muriva v tlaku	$f_k =$	2,78 MPa	
Súčiniteľ pretváramosti muriva	$K_E =$	1000 MPa	
Modul pružnosti muriva	$E =$	2780 MPa	
<b>Návrhová pevnosť muriva v tlaku</b>	<b><math>f_d =</math></b>	<b>1,39 MPa</b>	

**Obrázok 4.9** – Určenie návrhovej pevnosti muriva v tlaku

**Druh muriva** sa určí podľa kategórie murovacích prvkov (I, II) a podľa zloženia malty na murovanie. Podľa druhu muriva sa následne určí parciálny súčiniteľ spoľahlivosti muriva  $\gamma_M$  – pozri tabuľku 4.6.

**Tabuľka 4.6** – Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti muriva  $\gamma_M$

Druh muriva	Popis	$\gamma_M$
<b>A</b>	Murivo z murovacích prvkov kategórie I na maltu navrhnutého zloženia	2,0
<b>B</b>	Murivo z murovacích prvkov kategórie I na maltu predpísaného zloženia	2,2
<b>C</b>	Murivo z murovacích prvkov kategórie II na akúkoľvek maltu	2,5

① **STN EN 1996-1-1:** Podľa článku 2.4.3(1)P normy [1] hodnota súčiniteľa spoľahlivosti materiálu  $\gamma_M$  závisí aj od tried kontroly zhotovovania muriva (1 až 5). Národná príloha k norme [1] upravuje túto tabuľku tak, že pre bežné konštrukcie pozemných stavieb pri dodržaní všetkých konštrukčných požiadaviek tejto normy sa uvažuje len jedna trieda kontroly zhotovovania.

① **STN EN 998-2:** Definícia malty navrhnutého a predpísaného zloženia podľa normy STN EN 998-2 [5] je nasledovná:

- **Malta navrhnutého zloženia** – malta, ktorej zloženie a spôsob výroby zvolí výrobca s cieľom dosiahnuť špecifikované vlastnosti (konceptia kvality) – napr. malta vyrobená zo suchej zmesi;
- **Malta predpísaného zloženia** – malta vyrobená vo vopred stanovených pomeroch zložiek, vlastnosti ktorej sa predpokladajú na základe vopred stanovených pomerov zložiek (konceptia receptúry) – napr. malta vyrobená na stavbe.

Ⓟ **Poznámka:** Murovacie prvky Porotherm sú zatriedené do kategórie I kontroly výroby, preto murivo z tohto druhu murovacích prvkov je možné zaradiť len do triedy „A“, resp. „B“ druhu muriva.

Ⓟ **Poznámka:** Murivo z murovacích prvkov Porotherm Profi, ktoré sú zatriedené do kategórie I kontroly výroby, na maltu Porotherm Profi, resp. murovaciu penu Dryfix extra, ktoré sú zatriedené do kategórie mált navrhnutého zloženia, podľa článku 2.4.3(1)P normy [1] je zaradené do triedy „A“ druhu muriva, preto pre murivo z tohto druhu murovacích prvkov je predvolená táto trieda.

① **STN EN 1996-1-1:** Podľa článku 3.6.1.2 (6) pri murive s obyčajnou maltou a maltovou škárou rovnobežnou s lícovou plochou steny v celej dĺžke alebo v akejkoľvek časti dĺžky steny hodnoty konštanty K možno získať násobením hodnôt uvedených v Tabuľke 3.3 normy [1] číslom 0,8. Platí to pre murivo z tehál malých formátov na obyčajnú maltu.

Ⓟ **Poznámka:** Murovacie prvky Porotherm a Porotherm Profi sú určené pre jednovrstvové steny, preto pozdĺžnu maltovú škáru pri týchto druhoch nie je možné zadať – je predvolená situácia „NIE“.

① **STN EN 772-1:** Súčiniteľ tvaru murovacích prvkov  $\delta$  bol stanovený podľa normy STN EN 772-1 [4].

Ⓟ **Poznámka:** Nakoľko tehly Porotherm 50 T Profi, Porotherm 44 T Profi, Porotherm 38 T Profi a Porotherm 30 T Profi podľa Tabuľky 3.1 normy [1] sa nedajú zaradiť do žiadnej skupiny murovacích prvkov, nedá sa určiť ani konštanta K, ktorá je potrebná pri výpočte charakteristickej pevnosti muriva v tlaku  $f_k$  – na túto skutočnosť upozorňuje program informačným textom v riadku pre konštantu K. Pri murive z uvedených tehál charakteristická pevnosť muriva v tlaku  $f_k$  a súčiniteľ pretvárnosti muriva  $K_E$  boli určené na základe statických skúšok – na túto skutočnosť upozorňuje program informačným textom v príslušných riadkoch.

Konštanta	K =	~	- podľa normy sa nedá určiť !
Súčiniteľ tvaru murovacieho prvku	$\delta$ =	1,153	
Normalizovaná priemerná pevnosť mur. prv. v tlaku	$f_b$ =	9,22 MPa	
Charakteristická pevnosť muriva v tlaku	$f_k$ =	3,50 MPa	- stanovená na základe skúšok !
Súčiniteľ pretvárnosti muriva	$K_E$ =	800 MPa	- stanovený na základe skúšok !
Modul pružnosti muriva	E =	2800 MPa	

① **STN EN 1996-1-1:** Podľa bodu (3) článku 6.1.2.1 normy [1], keď prierezová plocha steny je menšia, ako  $0,1 \text{ m}^2$ , návrhovú pevnosť muriva v tlaku  $f_d$  treba vynásobiť faktorom  $(0,7 + 3A)$ , kde A je prierezová plocha steny, vyjadrená v  $\text{m}^2$  – na túto skutočnosť upozorňuje program informačným textom v príslušnom riadku.

Modul pružnosti muriva	E =	2800 MPa	
<b>Návrhová pevnosť muriva v tlaku</b>	<b><math>f_d</math> =</b>	<b>1,54 MPa</b>	- násobená faktorom $(0,7+3A)$

#### 4.5.4 Overenie štíhlosti murovaného prvku

Pri overení štíhlosti murovaného prvku pre výpočet účinnej výšky prvku treba zadať spôsob podopretia prvku vybratím zo štyroch možností (konzolová stena, stena podopretá pri hlave a päte, prípadne aj stužená po jednom alebo dvoch zvislých okrajoch) a typ konštrukcie stropu (železobetónový, alebo drevený trámový). Ak stena je stužená po jednom, alebo dvoch zvislých okrajoch, treba zadať aj dĺžku steny, resp. vzdialenosť priečných stien – pozri obrázok 4.10.

**Overenie štíhlosti murovaného prvku**

<u>Podopretie murovaného prvku</u>		<u>Typ stropu</u>			
konzola	pri hlave a päte	z troch strán	po celom obvode	železobetónový	drevený trámový
Dĺžka steny (vzdialenosť priečných stien)	$l =$	6000	mm		
Zmenšujúci súčiniteľ pre účinnú výšku prvku	$\rho_3 =$	0,74			
Účinná výška prvku	$h_{ef} =$	2215			
Koefficient stuženia pre účinnú hrúbku prvku	$\rho_t =$	1,00			
Účinná hrúbka prvku	$t_{ef} =$	380			
<b>Štíhlostný pomer posudzovaného prvku</b>	$\lambda =$	5,8	<b>&lt; 27 - štíhlosť VYHOVUJE !</b>		

Obrázok 4.10 – Overenie štíhlosti murovaného prvku

Ⓟ **Poznámka:** Ak stena je podopretá len pri päte, alebo pri hlave a päte, dĺžku steny netreba zadať – na túto skutočnosť upozorňuje program informačným textom v príslušnom riadku.

Dĺžka steny (vzdialenosť priečných stien)	$l =$	5000	mm	<b>- netreba zadať !</b>
Zmenšujúci súčiniteľ pre účinnú výšku prvku	$\rho_2 =$	0,75		
Účinná výška prvku	$h_{ef} =$	2250		

① **STN EN 1996-1-1:** Podľa článku 5.5.1.2 normy [1], pre stužujúce steny musia platiť nasledovné podmienky:

- Steny možno považovať za stužené pozdĺž zvislého okraja, ak sa nepredpokladá vznik trhlin medzi stenou a jej stužujúcou stenou, t. j. obidve steny sú zhotovené z materiálov s približne rovnakými deformačnými vlastnosťami, sú približne rovnako zaťažené, sú zhotovené súčasne a vzájomne spojené a nepredpokladajú sa rozdielne deformácie muriva oboch stien vplyvom zmrašťovania, zaťaženia a pod., alebo styk medzi stenou a jej stužujúcou stenou môže odolať ťahovým a tlakovým silám prostredníctvom kotiev alebo spôn, alebo iných vhodných prostriedkov.
- Stužujúce steny majú mať dĺžku rovnajúcu sa najmenej 1/5 svetlej výšky podlažia a hrúbku rovnajúcu sa najmenej 0,3-násobku účinnej hrúbky stužovanej steny.
- Ak je stužujúca stena prerušovaná otvormi, tak jej minimálna dĺžka medzi otvormi, v rámci ktorej sa nachádza stužovaná stena, má byť taká, ako je to uvedené na obrázku 5.1 v norme [1] a stužujúca stena má mať za každým otvorom dĺžku rovnú najmenej 1/5 výšky podlažia.
- Steny sa môžu stužiť inými prvkami ako murovanými stenami za predpokladu, že tuhosť týchto prvkov je rovnaká ako tuhosť stužujúcej murovanej steny a prvky sú spojené so stužovanou stenou kotvami alebo sponami, navrhnutými na vzniknuté ťahové a tlakové sily.

- Steny, stužené na dvoch zvislých okrajoch, pre ktoré platí  $l \geq 30 t_w$ , alebo steny, stužené na jednom zvislom okraji, pre ktoré platí  $l \geq 15 t_w$ , sa majú považovať za steny podopreté len na hornom a dolnom okraji.
- Ak je stužená stena oslabená zvislými drážkami a/alebo výklenkami, inými ako sú dovolené podľa článku 6.1.2.1(7) normy [1], má sa použiť redukovaná hrúbka steny namiesto skutočnej hrúbky  $t_w$ , alebo v mieste zvislého výklenku alebo drážky sa má uvažovať voľný okraj steny. Voľný okraj sa má uvažovať vždy v mieste, kde zostatková hrúbka steny po vytvorení zvislej drážky alebo výklenku je menšia ako polovica hrúbky steny.
- Steny, ktoré majú otvory so svetlou výškou väčšou ako 1/4 svetlej výšky steny alebo so svetlou šírkou väčšou ako 1/4 dĺžky steny alebo s plochou väčšou ako 1/10 plochy steny, majú sa uvažovať pri určovaní ich účinnej výšky ako steny s voľným okrajom v mieste okraja otvoru.

Pre výpočet účinnej hrúbky steny treba zadať manuálne číselnú hodnotu koeficientu stuženia pre účinnú hrúbku  $\rho_t$ . Pre stenu konštantnej hrúbky koeficient stuženia  $\rho_t = 1,0$ , maximálna hodnota koeficientu stuženia  $\rho_t = 2,0$ .

➔ **Upozornenie:** Program upozorňuje na zadanie zápornej, resp. nulovej hodnoty dĺžky steny podsvietením príslušnej bunky červenou farbou a textovou správou „**nulová (záporná) hodnota !**“ a tiež na prekročenie maximálnej hodnoty koeficientu stuženia pre účinnú hrúbku prvku podsvietením príslušnej bunky červenou farbou a textovou správou „**>2 – prekročená max. hodnota !**“.

Dĺžka steny (vzdialenosť priečných stien)	$l =$	-1 mm	- nulová (záporná) hodnota !
Zmenšujúci súčiniteľ pre účinnú výšku prvku	$\rho_3 =$	0,30	
Účinná výška prvku	$h_{ef} =$	900 mm	
Koeficient stuženia pre účinnú hrúbku prvku	$\rho_t =$	3,00	> 2 - prekročená max. hodnota !

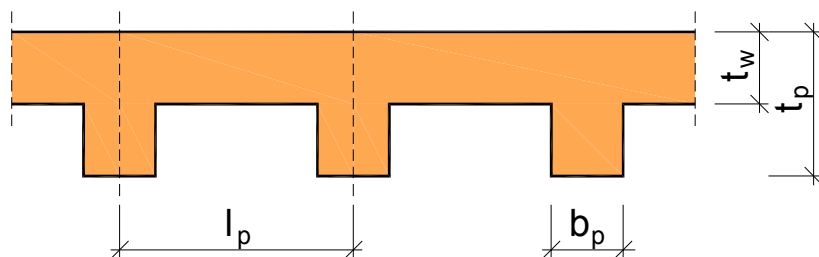
① **STN EN 1996-1-1:** Koeficient stuženia  $\rho_t$  pre výpočet účinnej hrúbky prvku podľa kapitoly 5.5.1.3 normy [1] sa môže uvažovať nasledovne:

- Za účinnú hrúbku  $t_{ef}$  jednovrstvovej steny, dvojvrstvovej steny, steny s lícovou vrstvou, steny s obvodovými pruhmi malty v ložných škárah muriva a steny s dutinou vyplnenou zálievkou, sa má považovať skutočná hrúbka steny  $t_w$ .
- Pri stenách stužených piliermi koeficient stuženia  $\rho_t$  sa má určiť podľa Tabuľky 5.1 normy [1] – pozri tiež tabuľku 4.7 a obrázok 4.11.

**Tabuľka 4.7 – Koeficient stuženia  $\rho_t$  stien stužených piliermi**

Pomer osovej vzdialenosti pilierov a šírky prierezu pilierov ( $l_p/b_p$ )	Pomer výšky prierezu piliera a skutočnej hrúbky steny ( $t_p/t_w$ )		
	1	2	3
6	1,0	1,4	2,0
10	1,0	1,2	1,4
20	1,0	1,0	1,0

**POZNÁMKA:** Pre medziľahlé hodnoty je prípustná lineárna interpolácia.



### Legenda

- $l_p$  osová vzdialenosť pilierov
- $t_p$  výška prierezu piliera
- $t_w$  hrúbka steny
- $b_p$  šírka prierezu piliera

**Obrázok 4.11 – Určenie koeficientu stuženia  $\rho_t$  – vysvetlivky k tabuľke 4.7**



V poslednom riadku program overuje, či štíhlostný pomer posudzovaného prvku  $\lambda$  neprekročil maximálnu hodnotu, ktorá podľa kapitoly 5.5.1.4(2) normy [1] je stanovená hodnotou 27 – pozri obrázok 4.12 a 4.13.

Účinná výška prvku	$h_{ef} =$	2250 mm
Koeficient stuženia pre účinnú hrúbku prvku	$\rho_t =$	1,00
Účinná hrúbka prvku	$t_{ef} =$	380 mm
<b>Štíhlostný pomer posudzovaného prvku</b>	<b><math>\lambda =</math></b>	<b>5,9</b> < 27 - štíhlost' VYHOVUJE !

**Obrázok 4.12** – Overenie štíhlostného pomeru murovaného prvku – vyhovujúci prvok

Účinná výška prvku	$h_{ef} =$	15000 mm
Koeficient stuženia pre účinnú hrúbku prvku	$\rho_t =$	1,00
Účinná hrúbka prvku	$t_{ef} =$	380 mm
<b>Štíhlostný pomer posudzovaného prvku</b>	<b><math>\lambda =</math></b>	<b>39,5</b> > 27 - štíhlost' NEVYHOVUJE !

**Obrázok 4.13** – Overenie štíhlostného pomeru murovaného prvku – nevyhovujúci prvok

### 4.5.5 Výpočet návrhovej odolnosti murovaného prvku v tlaku

Program počíta návrhovú odolnosť murovaného prvku v troch posudzovaných rezoch – v úrovni hlavy prvku, v strede výšky prvku a v úrovni päty prvku – pozri obrázok 4.14.

Výpočet návrhovej odolnosti murovaného prvku v tlaku		
<b>V úrovni hlavy murovaného prvku - prierez 1</b>		
excentricita od zvislého zaťaženia	$e_{1d} =$	25,00 mm
excentricita od vodorovného zaťaženia	$e_{1he} =$	0,00 mm
počiatočná excentricita	$e_{1init} =$	6,67 mm
celková excentricita v úrovni hlavy prvku	$e_1 =$	31,67 mm
Zmenšovací súčiniteľ odolnosti v úrovni hlavy	$\Phi_1 =$	0,83
Návrhová odolnosť v úrovni hlavy prvku	<b><math>N_{1Rd} =</math></b>	<b>541,9 kN</b>
<b>V strede výšky murovaného prvku - prierez m</b>		
excentricita od zvislého zaťaženia	$e_{md} =$	11,11 mm
excentricita od vodorovného zaťaženia	$e_{hm} =$	0,00 mm
počiatočná excentricita	$e_{minit} =$	6,67 mm
excentricita od zaťaženia v strede výšky prvku	$e_m =$	17,78 mm
konečná hodnota súč. dotvarovania muriva	$\phi_o =$	1,00
excentricita vplyvom dotvarovania	$e_k =$	0,00 mm
celková excentricita v strede výšky prvku	$e_{mk} =$	19,00 mm < 0,05 t - platí min. hodnota !
Zmenšovací súčiniteľ odolnosti v strede výšky	$\Phi_m =$	0,87
Návrhová odolnosť v strede výšky prvku	<b><math>N_{mRd} =</math></b>	<b>563,1 kN</b>
<b>V úrovni päty murovaného prvku - prierez 2</b>		
excentricita od zvislého zaťaženia	$e_{2d} =$	0,00 mm
excentricita od vodorovného zaťaženia	$e_{2he} =$	0,00 mm
počiatočná excentricita	$e_{2init} =$	6,67 mm
celková excentricita v úrovni päty prvku	$e_2 =$	19,00 mm < 0,05 t - platí min. hodnota !
Zmenšovací súčiniteľ odolnosti v úrovni päty	$\Phi_2 =$	0,90
Návrhová odolnosť v úrovni päty prvku	<b><math>N_{2Rd} =</math></b>	<b>585,3 kN</b>

**Obrázok 4.14** – Výpočet návrhovej odolnosti murovaného prvku v tlaku

① **STN EN 1996-1-1:** Konečná hodnota súčiniteľa dotvarovania muriva  $\phi_{\infty}$  sa určí na základe skúšok, rozsah hodnôt súčiniteľa pri tehliarskych murovacích prvkoch môže byť od 0,5 do 1,5 – pri murive z murovacích prvkov Porotherm sa uvažuje s hodnotou 1,0.

① **STN EN 1996-1-1:** Pri murovaných prvkoch, ktoré majú hodnotu štíhlostného pomeru  $\lambda$  rovnú 15 alebo menšiu, excentricitu vplyvom dotvarovania možno uvažovať rovnú nule, v ostatných prípadoch sa  $e_k$  vypočíta z rovnice (6.8) normy [1] – na túto skutočnosť program upozorňuje informačným textom v príslušnom riadku.

Ⓟ **Poznámka:** V riadkoch pre výpočet celkovej excentricity zaťaženia, ak hodnota excentricity neprekročí minimálnu hodnotu (0,05 t), program automaticky dosadí pre ďalší výpočet minimálnu hodnotu – na túto skutočnosť program upozorňuje informačným textom v príslušnom riadku.

konečná hodnota súč. dotvarovania muriva	$\phi_{\infty} =$	1,00	
excentricita vplyvom dotvarovania	$e_k =$	1,99	mm - počíta sa podľa vzťahu (6.8) !
celková excentricita v strede výšky prvku	$e_{mk} =$	15,00	mm < 0,05 t - platí min. hodnota !
Zmenšovací súčiniteľ odolnosti v strede výšky	$\Phi_m =$	0,63	

➔ **Upozornenie:** Program upozorňuje na prípadné chyby vo výpočte podsvietením príslušnej bunky červenou farbou a textom – napr. keď hodnota návrhovej odolnosti je záporná, alebo nulová.

Zmenšovací súčiniteľ odolnosti v strede výšky	$\Phi_m =$	0,77	
Návrhová odolnosť v strede výšky prvku	$N_{mRd} =$	-0,3	kN - záporná hodnota !

### 4.5.6 Overenie odolnosti murovaného prvku pri zvislom zaťažení

Program overuje odolnosť murovaného prvku v troch posudzovaných prierezoch, t.j. porovnáva návrhovú hodnotu normálovej sily  $N_{Ed}$  s návrhovou hodnotou odolnosti prvku  $N_{Rd}$  v príslušnom priereze. Murovaný prvok vyhovuje len v prípade, keď vyhovuje na štíhlosť aj na odolnosť vo všetkých troch posudzovaných rezoch – na túto skutočnosť upozorňuje program v poslednom riadku podsvietením príslušných buniek zelenou, resp. červenou farbou – pozri obrázok 4.15 a 4.16.

Overenie odolnosti murovaného prvku			
V úrovni hlavy prvku	$N_{1d} = 220,0$ kN	$< N_{1Rd} = 425,0$ kN	- prierez VYHOVUJE !
V strede výšky prvku	$N_{md} = 230,0$ kN	$< N_{mRd} = 419,8$ kN	- prierez VYHOVUJE !
V úrovni päty prvku	$N_{2d} = 240,0$ kN	$< N_{2Rd} = 472,5$ kN	- prierez VYHOVUJE !
Využitie odolnosti	54,8 %	<b>Murovaný prvok VYHOVUJE !</b>	

Obrázok 4.15 – Overenie odolnosti murovaného prvku – vyhovujúci prvok

Overenie odolnosti murovaného prvku			
V úrovni hlavy prvku	$N_{1d} = 220,0$ kN	$< N_{1Rd} = 425,0$ kN	- prierez VYHOVUJE !
V strede výšky prvku	$N_{md} = 230,0$ kN	$< N_{mRd} = 419,8$ kN	- prierez VYHOVUJE !
V úrovni päty prvku	$N_{2d} = 240,0$ kN	$> N_{2Rd} = 212,9$ kN	- prierez NEVYHOVUJE !
Využitie odolnosti	112,7 %	<b>Murovaný prvok NEVYHOVUJE !</b>	

Obrázok 4.16 – Overenie odolnosti murovaného prvku – nevyhovujúci prvok

## 4.6 Overenie odolnosti nevystužených murovaných prvkov pri pôsobení sústredeného zaťaženia

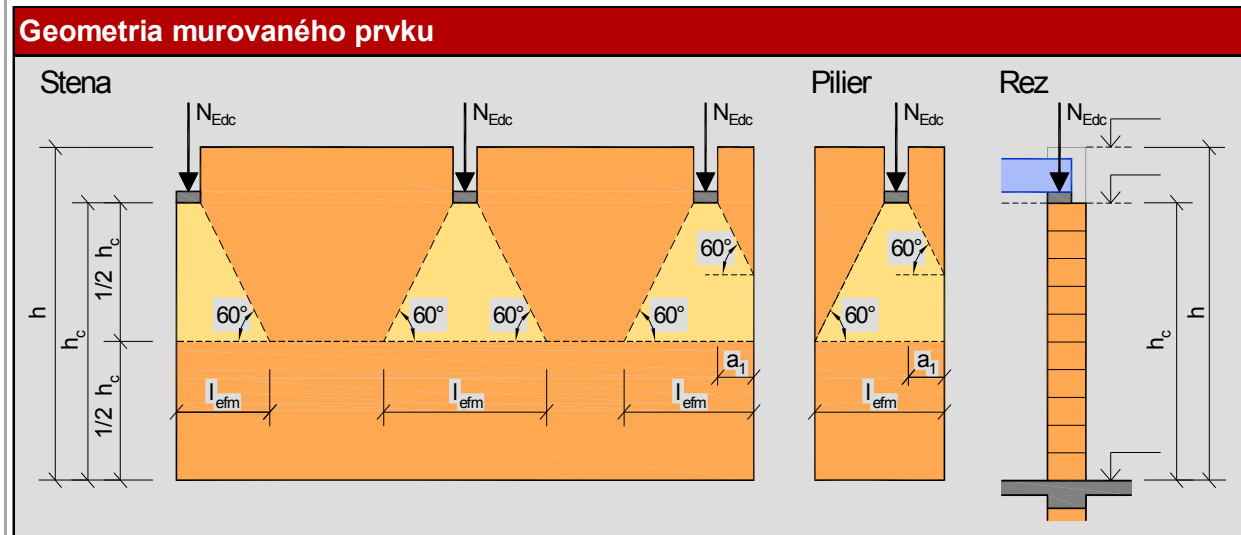
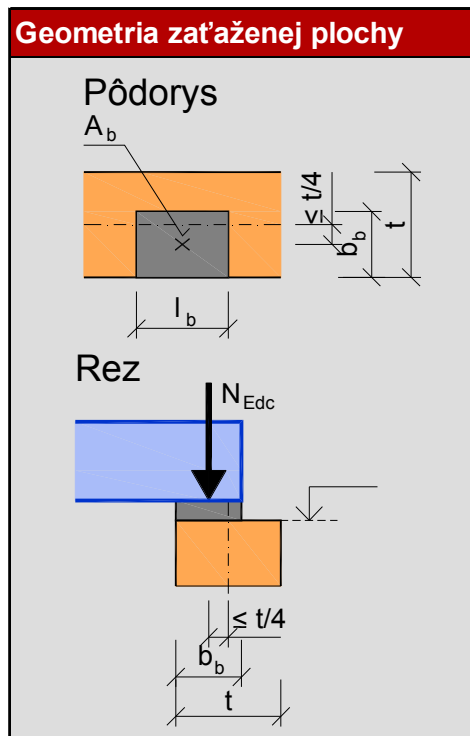
### 4.6.1 Geometria a rozmery murovaného prvku a zaťaženej plochy

Hrúbka steny sa načítava automaticky podľa zadaného typu murovacieho prvku, výšku steny, výšku steny pri pôsobení zaťaženia a vzdialenosť zaťaženej plochy od okraja steny treba zadať manuálne do vyznačených polí. Tiež treba zadať šírku a dĺžku zaťaženej plochy, ostatné údaje počíta program – pozri obrázok 4.17.

Rozmery murovaného prvku			
Hrúbka steny	t =	300	mm
Výška steny	h =	3 000	mm
Výška steny pri pôsobení zaťaženia	$h_c =$	2 700	mm
Vzdialenosť plochy od okraja steny	$a_1 =$	500	mm

Rozmery zaťaženej plochy			
<b>Zaťažená plocha</b>			
Šírka zaťaženej plochy	$b_b =$	150	mm
Dĺžka zaťaženej plochy	$l_b =$	150	mm
Zaťažená plocha	$A_b =$	22 500	mm <sup>2</sup>
<b>Účinná plocha</b>			
Účinná dĺžka v strede výšky steny	$l_{efm} =$	1 429	mm
Účinná plocha	$A_{ef} =$	428 834	mm <sup>2</sup>

Zaťaženie			
Sústredená zvislá sila	$N_{Edc} =$	25,0	kN



Obrázok 4.17 – Geometria a rozmery murovaného prvku a zaťaženej plochy, zaťaženie

➔ **Upozornenie:** Program upozorňuje na zadanie zápornej, resp. nulovej hodnoty výšky murovaného prvku, resp. na zápornú hodnotu vzdialenosti plochy od okraja.

Hrúbka steny	t =	300	mm
Výška steny	h =	0	mm = 0 !
Výška steny pri pôsobení zaťaženia	$h_c =$	0	mm = 0 !
Vzdialenosť plochy od okraja steny	$a_1 =$	-1	mm < 0 !

➔ **Upozornenie:** Program upozorňuje na zadanie zápornej, resp. nulovej hodnoty výšky šírky, resp. dĺžky zaťažovanej plochy a tiež upozorňuje na to, keď je excentricita zaťaženia vzhľadom na strednicu steny je viac, ako  $t/4$ .

### Zaťažená plocha

Šírka zaťaženej plochy	$b_b =$	50	mm	> $t/4!$
Dĺžka zaťaženej plochy	$l_b =$	-1	mm	< 0!
Zaťažená plocha	$A_b =$	0	mm <sup>2</sup>	= 0!

① **STN EN 1996-1-1:** Podľa odseku (4) kapitoly 6.1.3 normy [1] excentricita pôsobiaceho zaťaženia vzhľadom na strednicovú rovinu steny nemá byť väčšia, ako  $t/4$  – pozri obrázok 4.17. V takom prípade treba zväčšiť šírku zaťaženej plochy  $b_b$ .

### 4.6.2 Zaťaženie

Zadáva sa návrhová hodnota sústredeného zvislého zaťaženia manuálne do vyznačeného poľa – pozri obrázok 4.17.

Ⓟ **Poznámka:** Tlaková sila sa zadáva, ako kladná hodnota.

➔ **Upozornenie:** Program upozorňuje na zadanie zápornej, resp. nulovej hodnoty sily červeným textom.

Sústredená zvislá sila	$N_{Edc} =$	-5,0	kN	< 0!
------------------------	-------------	------	----	------

### 4.6.3 Určenie návrhovej pevnosti muriva v tlaku

Určenie návrhovej pevnosti muriva v tlaku je rovnaké, ako pri overení murovaného prvku pri pôsobení zvislého zaťaženia – pozri kapitolu 4.5.3.

### 4.6.4 Výpočet návrhovej odolnosti murovaného prvku pri sústredenom zaťažení

Program počíta návrhovú odolnosť murovaného prvku automaticky - pozri obrázok 4.18.

#### Výpočet návrhovej odolnosti murovaného prvku pri sústredenom zaťažení

Zväčšovací súčiniteľ odolnosti	$\beta =$	1,31
Návrhová odolnosť pri sústredenom zaťažení	$N_{Rcd} =$	75,0 kN

**Obrázok 4.18** – Výpočet návrhovej odolnosti murovaného prvku pri sústredenom zaťažení

① **STN EN 1996-1-1:** Podľa odseku (3) kapitoly 6.1.3 normy [1] pri stenách, zhotovených z murovacích prvkov triedy 2, 3 a 4 sa má overiť, či lokálne v úložnej ploche, na ktorú pôsobí sústredené zaťaženie, návrhové napätie v tlaku neprekročí návrhovú pevnosť muriva v tlaku, t.j.  $\beta = 1,0$ . Program v takom prípade v ďalšom výpočte automaticky uvažuje s touto hodnotou..

Ⓟ **Poznámka:** Ak hodnota zväčšovacieho súčiniteľa odolnosti  $\beta$  prekročí minimálnu, resp. maximálnu hodnotu, program automaticky dosadí pre ďalší výpočet príslušnú hodnotu – na túto skutočnosť program upozorňuje informačným textom v príslušnom riadku.

Zväčšovací súčiniteľ odolnosti	$\beta =$	1,00	- platí minimálna hodnota!
Návrhová odolnosť pri sústredenom zaťažení	$N_{Rcd} =$	48,6 kN	

➔ **Upozornenie:** Program upozorňuje na prípadné chyby vo výpočte podsvietením príslušnej bunky červenou farbou a textom – napr. keď hodnota návrhovej odolnosti je záporná, alebo nulová.

Zväčšovaci súčiniteľ odolnosti	$\beta = 1,31$
Návrhová odolnosť pri sústreďenom zaťažení	$N_{Rcd} = -75,0 \text{ kN}$ - záporná hodnota !

### 4.6.5 Overenie odolnosti murovaného prvku pri sústreďenom zaťažení

Program overuje odolnosť murovaného prvku v úrovni pôsobenia sústreďeného zaťaženia, resp. kontroluje maximálnu hodnotu excentricity pôsobiacej sily (pozri tiež kapitolu 4.6.1). Murovaný prvok vyhovuje len v prípade, keď sú splnené obidve podmienky – na túto skutočnosť upozorňuje program v poslednom riadku podsvietením príslušných buniek zelenou, resp. červenou farbou – pozri obrázok 4.19 a 4.20.

Overenie odolnosti murovaného prvku pri pôsobení sústreďeného zaťaženia	
V úrovni pôsobenia sústreďeného zaťaženia	$N_{Edc} = 30,0 \text{ kN} < N_{Rcd} = 75,0 \text{ kN}$
Využitie odolnosti	40,0 %
<b>Murovaný prvok VYHOVUJE !</b>	

Obrázok 4.19 – Overenie odolnosti murovaného prvku – vyhovujúci prvok

Overenie odolnosti murovaného prvku pri pôsobení sústreďeného zaťaženia	
V úrovni pôsobenia sústreďeného zaťaženia	$N_{Edc} = 80,0 \text{ kN} > N_{Rcd} = 75,0 \text{ kN}$
Využitie odolnosti	106,7 %
<b>Murovaný prvok NEVYHOVUJE !</b>	
Využitie odolnosti	200,1 %
<b>Treba zväčšiť šírku zaťaženej plochy!</b>	

Obrázok 4.20 – Overenie odolnosti murovaného prvku – nevyhovujúci prvok

### 4.7 Výstupy z programu

Výstupom z programu sú dve strany výpočtu. Oblasť tlače je nastavená, skontrolovať a zmeniť sa to dá kliknutím v rolovacom menu „Zobrazit“ na položku „Ukážka zlomov strán“. Tlač dokumentu je možné spustiť kliknutím v rolovacom menu „Súbor“ na položku „Tlačiť“.

☺ **Tip:** Ak pre Vašu tlačiareň nevyhovujú prednastavené zlomy strán pre tlač (po vytlačení dokumentu okraje sú posunuté), môžete zmeniť zlomy strán kliknutím a následným posunutím modrej čiary vo vodorovnom, resp. zvislom smere – pozri obrázok 4.21. Dokument musí byť v zobrazovacom režime „Ukážka zlomov strán“.

V úrovni hlavy prvku:	$N_{1d} = 220,0 \text{ kN} < N_{1Rd} = 430,4 \text{ kN}$	- prierez VYHOVUJE !
V strede výšky prvku:	$N_{md} = 227,0 \text{ kN} < N_{mRd} = 432,6 \text{ kN}$	- prierez VYHOVUJE !
V úrovni päty prvku:	$N_{2d} = 234,0 \text{ kN} < N_{2Rd} = 435,7 \text{ kN}$	- prierez VYHOVUJE !
Využitie odolnosti prvku:	53,7 %	<b>Murovaný prvok VYHOVUJE !</b>

Obrázok 4.21 – Posunutie zlomov strán pre tlač

### 5. Zoznam použitých noriem, literatúry, podkladov a software

#### 5.1 Normy, predpisy, literatúra

- [1] STN EN 1996-1-1 Navrhovanie murovaných konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá pre vystužené a nevystužené murované konštrukcie (+ Národná príloha)
- [2] STN EN 1990 Zásady navrhovania konštrukcií (+ Národná príloha)
- [3] STN EN 1991 Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií (+ Národné prílohy)
- [4] STN EN 772-1: 2002 Metódy skúšania murovacích prvkov. Časť 1: Stanovenie pevnosti v tlaku
- [5] STN EN 998-2 Špecifikácia mált na murivo. Časť 2: Malta na murovanie
- [6] STN EN 771-1 Špecifikácia murovacích prvkov. Časť 1: Tehliarske murovacie prvky (+ Zmena A1)
- [7] Podklady pre navrhovanie. Firemný podklad od firmy Wienerberger s.r.o., Zlaté Moravce, február 2020
- [8] Čabrák, M. – Szabad, Z.: Zavádzanie Eurokódov do praxe. Navrhovanie murovaných konštrukcií podľa STN EN 1996-1-1 (Eurokód 6); SKSI, Bratislava, 2008
- [9] Webová stránka [www.wienerberger.sk](http://www.wienerberger.sk)

#### 5.2 Použitý software



AutoCAD 2015



Microsoft Word 2013



Microsoft Excel 2013




Print2PDF 7.0



Adobe Reader 11

## Príloha – Vzor výstupu z programu

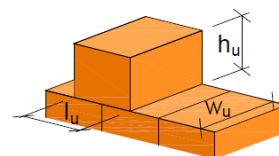
### Overenie odolnosti nevystužených murovaných prvkov z tehál Porotherm podľa normy STN EN 1996-1-1 pri pôsobení prevažne zvislého zaťaženia

<b>Názov akcie</b>	Rodinný dom	 <b>Porotherm</b>
<b>Posudzovaný prvok</b>	Pilier v obvodovej stene	
<b>Autor</b>	Ing. Ján Kováč	

#### Použité materiály

##### Murovací prvok

Názov murovacieho prvku	<b>Porotherm 30 KOMBI</b>
Rozmery ( $l_u \times w_u \times h_u$ )	250 x 300 x 238 mm
Priemerná pevnosť v tlaku	$f_{b,orig} = 15$ MPa
Skupina murovacieho prvku	2



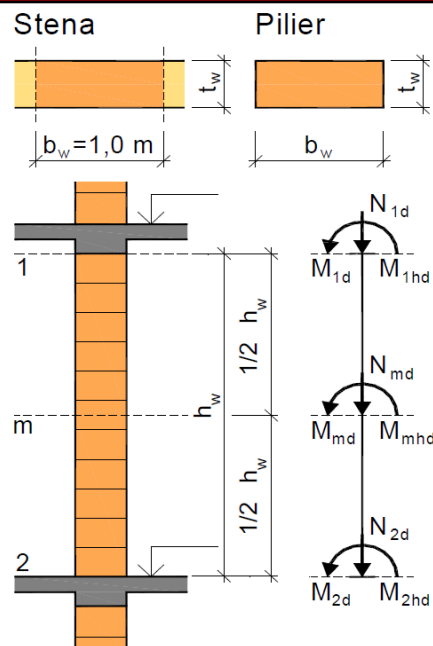
##### Malta na murovanie

Druh malty	<b>obyčajná malta</b>
Značka malty	<b>M 2,5</b>
Pevnosť v tlaku	$f_m = 2,5$ MPa

#### Rozmery murovaného prvku

Hrúbka steny (piliera)	$t_w = 300$ mm
Šírka steny (piliera)	$b_w = 500$ mm
Výška steny (piliera)	$h_w = 3\,000$ mm

#### Geometria prvku



#### Vnútorne sily

##### V úrovni hlavy prvku - prierez 1

Normálová sila	$N_{1d} = 75,0$ kN
Moment od zvislého zaťaženia	$M_{1d} = 3,0$ kNm
Moment od vodorovného zaťaženia	$M_{1hd} = 0,0$ kNm

##### V strede výšky prvku - prierez m

Normálová sila	$N_{md} = 65,0$ kN
Moment od zvislého zaťaženia	$M_{md} = 1,5$ kNm
Moment od vodorovného zaťaženia	$M_{mhd} = 4,0$ kNm

##### V úrovni päty prvku - prierez 2

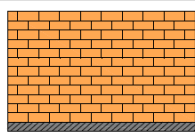
Normálová sila	$N_{2d} = 60,0$ kN
Moment od zvislého zaťaženia	$M_{2d} = 0,0$ kNm
Moment od vodorovného zaťaženia	$M_{2hd} = 0,0$ kNm

#### Určenie návrhovej pevnosti muriva v tlaku

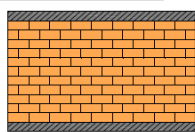
Druh muriva podľa použitých zložiek	$\gamma_M =$	<b>A</b>
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti muriva	$\gamma_M =$	2,0
Maltová škára rovnobežná s lícovou plochou steny		<b>NIE</b>
Konštanta	$K =$	0,45
Súčiniteľ tvaru murovacieho prvku	$\delta =$	1,138
Normalizovaná priemerná pevnosť mur. prv. v tlaku	$f_b =$	17,07 MPa
Charakteristická pevnosť muriva v tlaku	$f_k =$	4,32 MPa
Súčiniteľ pretvárnosti muriva	$K_E =$	1 000 MPa
Modul pružnosti muriva	$E =$	4 320 MPa
<b>Návrhová pevnosť muriva v tlaku</b>	<b><math>f_d =</math></b>	<b>2,16 MPa</b>

## Overenie štíhlosti murovaného prvku

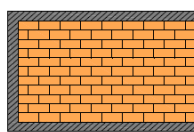
### Podopretie murovaného prvku



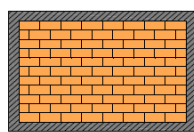
konzola



pri hlave a päte

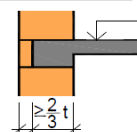


z troch strán

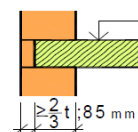


po celom obvode

### Typ stropu



železobetónový



drevený trámový

Dĺžka steny (vzdialenosť priečných stien)  $l = 6000 \text{ mm}$  - netreba zadať !

Zmenšujúci súčiniteľ pre účinnú výšku prvku  $\rho_2 = 0,75$

Účinná výška prvku  $h_{ef} = 2250 \text{ mm}$

Koeficient stuženia pre účinnú hrúbku prvku  $\rho_t = 1,00$

Účinná hrúbka prvku  $t_{ef} = 300 \text{ mm}$

**Štíhlostný pomer posudzovaného prvku**  $\lambda = 7,5$  < 27 - štíhlosť VYHOVUJE !

## Výpočet návrhovej odolnosti murovaného prvku v tlaku

### V úrovni hlavy murovaného prvku - prierez 1

excentricita od zvislého zaťaženia  $e_{1d} = 40,00 \text{ mm}$

$e_{1d} = 40,00 \text{ mm}$

excentricita od vodorovného zaťaženia  $e_{1he} = 0,00 \text{ mm}$

$e_{1he} = 0,00 \text{ mm}$

počiatočná excentricita  $e_{1init} = 5,00 \text{ mm}$

$e_{1init} = 5,00 \text{ mm}$

celková excentricita v úrovni hlavy prvku  $e_1 = 45,00 \text{ mm}$

$e_1 = 45,00 \text{ mm}$

Zmenšovací súčiniteľ odolnosti v úrovni hlavy  $\Phi_1 = 0,70$

$\Phi_1 = 0,70$

Návrhová odolnosť v úrovni hlavy prvku  $N_{1Rd} = 226,6 \text{ kN}$

$N_{1Rd} = 226,6 \text{ kN}$

### V strede výšky murovaného prvku - prierez m

excentricita od zvislého zaťaženia  $e_{md} = 23,08 \text{ mm}$

$e_{md} = 23,08 \text{ mm}$

excentricita od vodorovného zaťaženia  $e_{hm} = 61,54 \text{ mm}$

$e_{hm} = 61,54 \text{ mm}$

počiatočná excentricita  $e_{minit} = 5,00 \text{ mm}$

$e_{minit} = 5,00 \text{ mm}$

excentricita od zaťaženia v strede výšky prvku  $e_m = 89,62 \text{ mm}$

$e_m = 89,62 \text{ mm}$

konečná hodnota súč. dotvarovania muriva  $\phi_{\infty} = 1,00$

$\phi_{\infty} = 1,00$

excentricita vplyvom dotvarovania  $e_k = 0,00 \text{ mm}$

$e_k = 0,00 \text{ mm}$

celková excentricita v strede výšky prvku  $e_{mk} = 89,62 \text{ mm}$

$e_{mk} = 89,62 \text{ mm}$

Zmenšovací súčiniteľ odolnosti v strede výšky  $\Phi_m = 0,36$

$\Phi_m = 0,36$

Návrhová odolnosť v strede výšky prvku  $N_{mRd} = 117,4 \text{ kN}$

$N_{mRd} = 117,4 \text{ kN}$

### V úrovni päty murovaného prvku - prierez 2

excentricita od zvislého zaťaženia  $e_{2d} = 0,00 \text{ mm}$

$e_{2d} = 0,00 \text{ mm}$

excentricita od vodorovného zaťaženia  $e_{2he} = 0,00 \text{ mm}$

$e_{2he} = 0,00 \text{ mm}$

počiatočná excentricita  $e_{2init} = 5,00 \text{ mm}$

$e_{2init} = 5,00 \text{ mm}$

celková excentricita v úrovni päty prvku  $e_2 = 15,00 \text{ mm}$  < 0,05 t - platí min. hodnota !

$e_2 = 15,00 \text{ mm}$

Zmenšovací súčiniteľ odolnosti v úrovni päty  $\Phi_2 = 0,90$

$\Phi_2 = 0,90$

Návrhová odolnosť v úrovni päty prvku  $N_{2Rd} = 291,4 \text{ kN}$

$N_{2Rd} = 291,4 \text{ kN}$

## Overenie odolnosti murovaného prvku

V úrovni hlavy prvku

$N_{1d} = 75,0 \text{ kN} < N_{1Rd} = 226,6 \text{ kN}$

- prierez VYHOVUJE !

V strede výšky prvku

$N_{md} = 65,0 \text{ kN} < N_{mRd} = 117,4 \text{ kN}$

- prierez VYHOVUJE !

V úrovni päty prvku

$N_{2d} = 60,0 \text{ kN} < N_{2Rd} = 291,4 \text{ kN}$

- prierez VYHOVUJE !

Využitie odolnosti

55,4 %

**Murovaný prvok VYHOVUJE !**



## Overenie odolnosti nevystužených murovaných prvkov z tehál Porotherm podľa normy STN EN 1996-1-1 pri pôsobení sústredeného zaťaženia

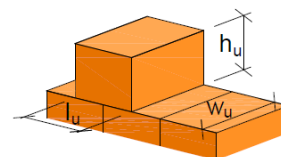
<b>Názov akcie</b>	Rodinný dom		
<b>Posudzovaný prvok</b>	Podopretie trávov pri vnútornej stene		
<b>Autor</b>	Ing. Ján Kováč	<b>Dátum</b>	2.2.2020



### Použité materiály

#### Murovací prvok

Názov murovacieho prvku	<b>Porotherm 30 KOMBI</b>
Rozmery ( $l_u \times w_u \times h_u$ )	250 x 300 x 238 mm
Priemerná pevnosť v tlaku	$f_{b,orig} = 15$ MPa
Skupina murovacieho prvku	2



#### Malta na murovanie

Druh malty	<b>obyčajná malta</b>
Značka malty	<b>M 2,5</b>
Pevnosť v tlaku	$f_m = 2,5$ MPa

### Rozmery murovaného prvku

Hrúbka steny	$t =$	300 mm
Výška steny	$h =$	2 700 mm
Výška steny pri pôsobení zaťaženia	$h_c =$	2 500 mm
Vzdialenosť plochy od okraja steny	$a_1 =$	300 mm

### Rozmery zaťaženej plochy

#### Zaťažená plocha

Šírka zaťaženej plochy	$b_b =$	150 mm
Dĺžka zaťaženej plochy	$l_b =$	150 mm
Zaťažená plocha	$A_b =$	22 500 mm <sup>2</sup>

#### Účinná plocha

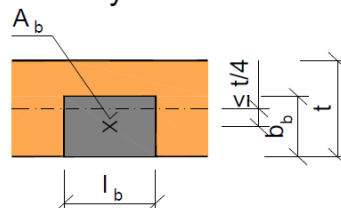
Účinná dĺžka v strede výšky steny	$l_{efm} =$	1 172 mm
Účinná plocha	$A_{ef} =$	351 513 mm <sup>2</sup>

### Zaťaženie

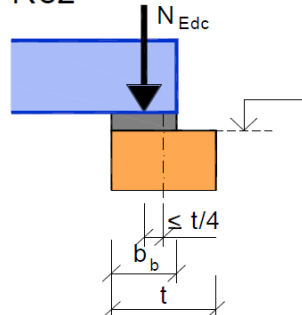
Sústredená zvislá sila	$N_{Edc} =$	40,0 kN
------------------------	-------------	---------

### Geometria zaťaženej plochy

#### Pôdorys

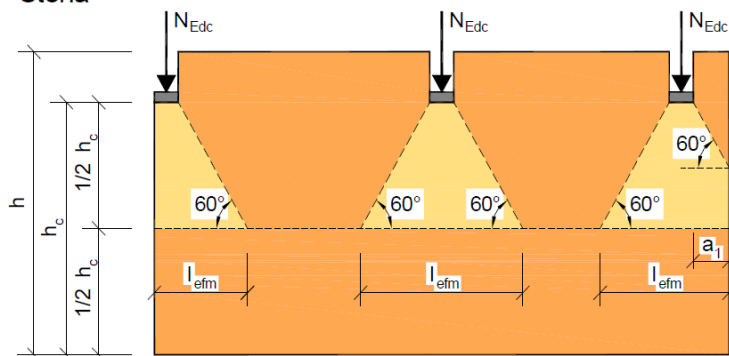


#### Rez

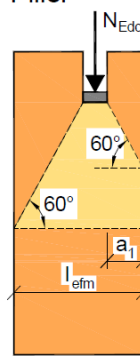


### Geometria murovaného prvku

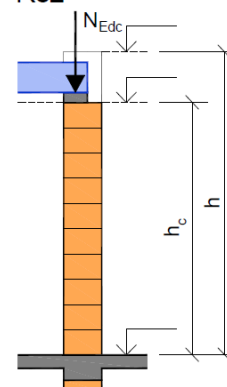
#### Stena



#### Pilier



#### Rez



**Určenie návrhovej pevnosti muriva v tlaku**

Druh muriva podľa použitých zložiek		<b>A</b>
Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti muriva	$\gamma_M =$	2,0
Maltová škára rovnobežná s lícovou plochou steny		<b>NIE</b>
Konštanta	$K =$	0,45
Súčiniteľ tvaru murovacieho prvku	$\delta =$	1,138
Normalizovaná priemerná pevnosť mur. prv. v tlaku	$f_b =$	17,07 MPa
Charakteristická pevnosť muriva v tlaku	$f_k =$	4,32 MPa
Súčiniteľ pretvárnosti muriva	$K_E =$	1 000 MPa
Modul pružnosti muriva	$E =$	4 320 MPa
<b>Návrhová pevnosť muriva v tlaku</b>	<b><math>f_d =</math></b>	<b>2,16 MPa</b>

**Výpočet návrhovej odolnosti murovaného prvku pri sústredenom zaťažení**

Zväčšovací súčiniteľ odolnosti	$\beta =$	1,00	- platí minimálna hodnota!
<b>Návrhová odolnosť pri sústredenom zaťažení</b>	<b><math>N_{Rcd} =</math></b>	<b>48,6 kN</b>	

**Overenie odolnosti murovaného prvku pri pôsobení sústredeného zaťaženia**

<b>V úrovni pôsobenia sústredeného zaťaženia</b>	<b><math>N_{Edc} =</math></b>	<b>40,0 kN</b>	<b>&lt;</b>	<b><math>N_{Rcd} =</math></b>	<b>48,6 kN</b>
Využitie odolnosti	<b>82,4 %</b>	<b>Murovaný prvok VYHOVUJE !</b>			