



# **Specifické prvky zděných konstrukcí**

**Petr Bílý**

Katedra betonových a zděných konstrukcí  
Fakulta stavební ČVUT v Praze

## Organizace předmětu

- Garant předmětu:  
Petr Bílý, B731, [petr.bily@fsv.cvut.cz](mailto:petr.bily@fsv.cvut.cz)
- Vedoucí bloku beton:  
Josef Novák, B725, [josef.novak.1@fsv.cvut.cz](mailto:josef.novak.1@fsv.cvut.cz)
- Vedoucí bloku ocel:  
Břetislav Židlický, B624, [bretislav.zidlicky@fsv.cvut.cz](mailto:bretislav.zidlicky@fsv.cvut.cz)
- Web předmětu  
<https://people.fsv.cvut.cz/~novakjo6/133BOKO.html>

# Organizace předmětu

- Harmonogram viz web
- Zápočet
  - Účast na cvičeních (max. 2 absence z bloku beton a 2 z bloku ocel)
  - Odevzdání každé správně zpracované úlohy každé úlohy do 2 týdnů od zadání
- Zkouška
  - Písemná
  - 2 části – beton a ocel
  - Z každé části nutno hodnocení alespoň E (tj. min. 50 % bodů)
  - Pokud bude z jedné části hodnocení F, druhá část se uznává pouze v případě, že je hodnocení C nebo lepší (tj. min. 70 % bodů)

## Literatura – zdivo

- ČSN EN 1996-1-1: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce, ČNI 2006
- Košatka, P.: Příklady navrhování zděných konstrukcí 1, nakladatelství ČVUT, 1.dotisk 2010
- Košatka, P., Lorenz, K., Vašková, J.: Zděné konstrukce 1, nakladatelství ČVUT, 2.dotisk 2010
- ČSN EN 1996-3: Navrhování zděných konstrukcí – Část 3: Zjednodušené metody výpočtu nevyztužených zděných konstrukcí, ČNI 2007
- Výpočetní pomůcky pro návrh zděných konstrukcí:  
<http://people.fsv.cvut.cz/www/bilypet1/vyzkum.htm>

# Motivace

- Dokončené rodinné a bytové domy podle svislé nosné konstrukce

Rok	Nosná konstrukce rodinných domů				Nosná konstrukce bytových domů			
	zděná	betonová	dřevěná	smíšená	zděná	betonová	dřevěná	smíšená
2000	95,3	1,4	1,4	2,0	77,3	6,1	0,0	16,7
2005	93,5	1,7	3,0	1,9	79,9	3,6	2,1	14,4
2010	88,8	1,9	7,0	2,3	76,3	5,1	3,0	15,6
2015	83,6	2,4	13,4	0,6	72,1	14,7	2,6	10,7
2020	82,0	1,5	15,6	0,8	76,8	20,0	0,7	2,4
2021	83,0	1,7	14,6	0,7	69,2	22,5	0,7	7,6

Zdroj: Český statistický úřad

## Základy znáte z předmětu 133BK02

- Materiály zděných konstrukcí a jejich mechanické vlastnosti
- Tlačené prvky s výstředností zatížení v jednom směru
- Prvky namáhané smykem – smykové a suterénní stěny
- Prvky namáhané ohybem – výplňové stěny namáhané větrem, suterénní stěny (zjednodušená metoda)
- Vložkové stropní konstrukce
- Vyztužené zdivo

## Specifické prvky – 133BOKO

- Tlačené prvky s výstředností zatížení v obou směrech
- Suterénní zděné stěny nesplňující podmínky pro použití zjednodušené metody posouzení
- Přechodová podlaží ze zdiva
- Prefabrikované zděné stěny



# **Tlačené prvky s výstředností zatížení v obou směrech**



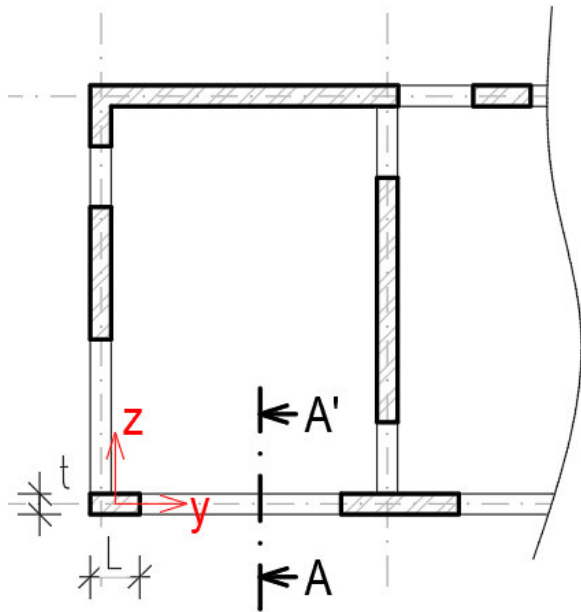
# Motivace



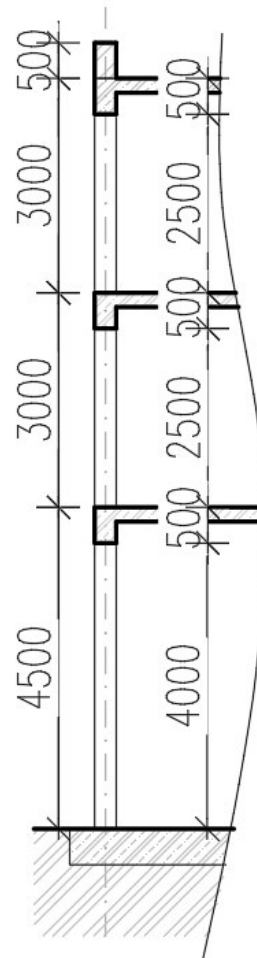
Typické pro rohové pilíře

# Domácí cvičení

PŮDORYS ČÁSTI 1.NP



ŘEZ AA'



Posud'te, zda rohový pilíř zděné budovy vyhoví z hlediska únosnosti v tlaku se zohledněním vlivu výstřednosti zatížení

## Postup posouzení tlačného prvku

- Stanovení návrhové pevnosti zdiva v tlaku
- Ověření kritéria štíhlosti
- Stanovení výstřednosti zatížení (svislé, vodorovné, počáteční výstřednost)
- Stanovení zmenšujícího součinitele – vliv výstřednosti a popř. i štíhlosti na teoretickou únosnost v dostředném tlaku
- Stanovení návrhové únosnosti pilíře **ve všech kritických průřezích**

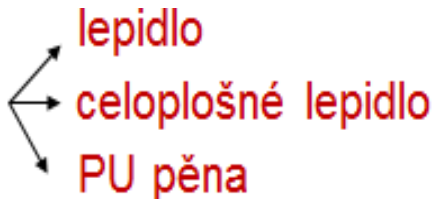
## Normalizovaná průměrná pevnost zdícího prvku v tlaku $f_b$

- Udává výrobce, nebo stanovíme výpočtem
- **ČSN EN 772-1**: Zkušební metody pro zdící prvky –  
- Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku, příloha A

$$f_b = \eta \delta f_u \text{ [MPa]}$$

$\eta$	vliv způsobu kondicionování prvku
$\delta$	vliv rozměrů zdícího prvku (tabulka)
$f_u$	<u>průměrná</u> pevnost zdícího prvku v tlaku [MPa]

# Malty

- **ČSN EN 998-2:** Specifikace malt pro zdivo – Část 2: Malta pro zdění
- Pevnost malty v tlaku  $f_m$  se stanoví podle ČSN EN 1015-11
- Druhy malt
  - obyčejné – tloušťka ložné spáry 10 nebo 12 mm
  - pro tenké spáry – ložná spára 0,5 až 3mm 
  - lehké (s pórovitým kamenivem) – ložná spára (5), 10 nebo 12 mm
- návrhové M5 tovární výroba
- předpisové 1 : 1 : 5 na stavbě: objemové díly cementu, vápna, písku

## Pevnost zdiva v tlaku kolmém k ložným spárám $f$

- Stanovení ze zkoušek (výrobce), nebo výpočtem **char. hodnoty pevnosti zdiva v tlaku  $f_k$**
- Zdivo z obyčejné malty a malty s pórovitým kamenivem:

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3}$$

- Zdivo na maltu pro tenké spáry s pálenými zdicími prvky skupiny 1 a 4, vápenopískovými zdicími prvky, betonovými prvky s hutným nebo pórovitým kamenivem nebo s prvky z pórobetonu

$$f_k = K \cdot f_b^{0,85}$$

# Pevnost zdiva v tlaku kolmém k ložným spárám $f$

- Zdivo na maltu pro tenké spáry s pálenými zdicími prvky skupiny 2 a 3

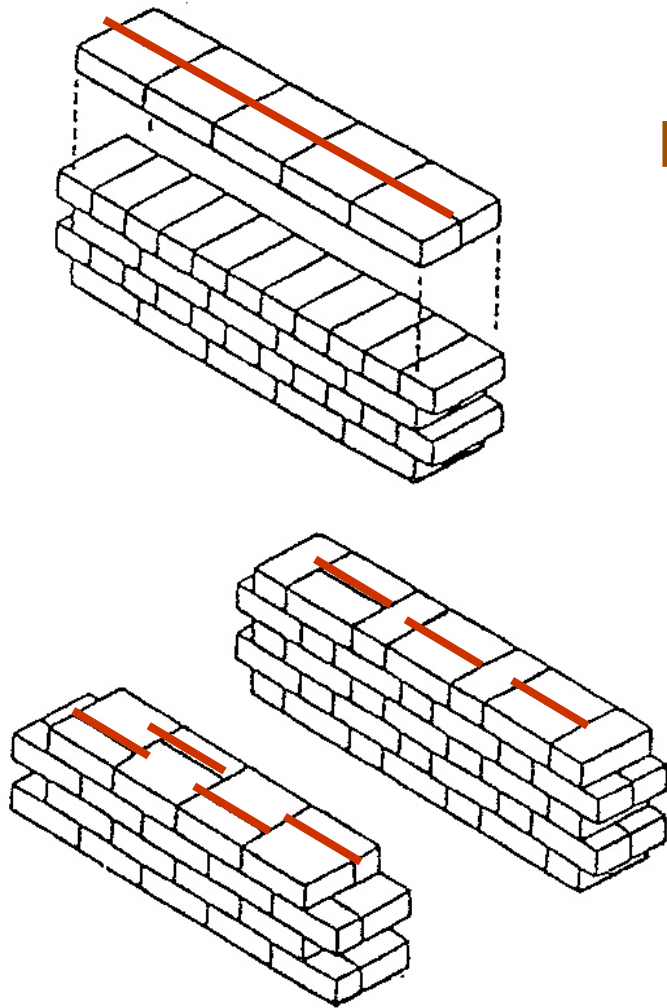
$$f_k = K \cdot f_b^{0,7}$$

$K$  je součinitel závislý na druhu zdicích prvků a malty

Zdicí prvky		Obyčejná malta	Malta pro tenké spáry (tloušťka spáry od 0,5 mm do 3 mm)	Lehká malta obj.hmotn.
				$600 \leq \rho_d \leq 800 \text{ kg/m}^3$
Pálené	Skupina 1	0,55	0,75	0,30
	Skupina 2	0,45	0,70	0,25
	Skupina 3	0,35	0,50	0,20
	Skupina 4	0,35	0,35	0,20
Vápenopískové	Skupina 1	0,55	0,80	‡
	Skupina 2	0,45	0,65	‡
Betónové	Skupina 1	0,55	0,80	0,45
	Skupina 2	0,45	0,65	0,45
	Skupina 3	0,40	0,50	‡
	Skupina 4	0,35	‡	‡
Pórobetonové	Skupina 1	0,55	0,80	0,45

# Pevnost zdiva v tlaku kolmém k ložným spárám $f$

- Součinitel  $K$  pro zdivo s podélnou styčnou spárou



Pro zdivo vyzděné na obyčejnou maltu, ve kterém se bude vyskytovat v celé délce stěny nebo její části podélná styčná spára,

např. tedy pro stěny a pilíře z klasických cihel ( $290/140/65\text{mm}$ ) nebo z cihel metrického (německého) formátu ( $240/115/71\text{mm}$ ) se

**hodnota součinitele  $K$  vynásobí součinitelem 0,8.**



## Návrhová pevnost zdiva

- Návrhová pevnost zdiva v tlaku kolmém k ložným spárám:

$$f_d = f_k / \gamma_M$$

- Pro obvyklé případy (zdicí prvky kategorie I):
  - $\gamma_M = 2,0$  při použití návrhové malty (pro pórobetonové prvky 2,2)
  - $\gamma_M = 2,2$  při použití předpisové malty (pro pórobetonové prvky 2,5)

# Základní podmínka spolehlivosti na mezi únosnosti průřezu

$$N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

$N_{Rd}$  návrhová hodnota normálové síly na mezi únosnosti průřezu

$N_{Ed}$  návrhová hodnota normálové síly od svislého zatížení

# Štíhlost

- Zděné stěny a pilíře musejí splňovat kritérium štíhlosti

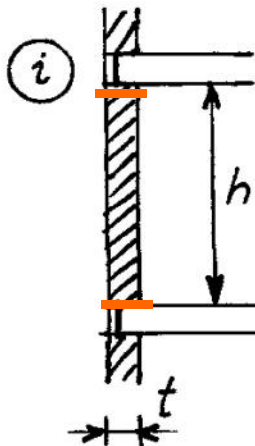
$$\frac{h_{\text{ef}}}{t_{\text{ef}}} \leq 27$$

- V opačném případě se jedná o štíhlou stěnu – neplatí dále uvedený postup výpočtu
- Štíhlé nosné prvky ze zdiva není vhodné navrhovat
- Pro jednovrstvé zdivo obdélníkového průřezu  $t_{\text{ef}} = t$  (rozměr ve směru namáhání)

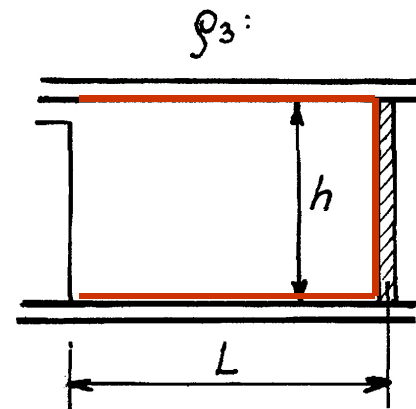
# Vzpěrná (efektivní, účinná) výška $h_{ef}$

- $h_{ef} = \rho_n h$
- Součinitel podle způsobu podepření stěny (pilíře) stropní konstrukcí

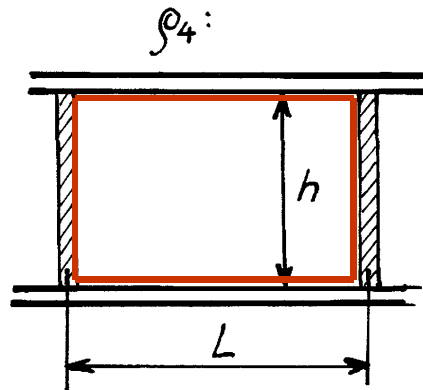
- $\rho_2$



- $\rho_3$



- $\rho_4$



## Vzpěrná (efektivní, účinná) výška $h_{ef}$ – pilíř

$\rho_2$

- $\rho_2 = 0,75$ 
  - Železobetonové stropy nebo střechy oboustranně uložené ve stejné úrovni, nebo železobetonové stropy, který jsou uloženy jednostranně a jejichž délka uložení se rovná alespoň  $2/3$  tloušťky stěny, ale není menší než 85 mm
  - $e_i \leq 0,25 t$
- $\rho_2 = 1$ 
  - ŽB stropy, kde  $e_i > 0,25 t$
  - Dřevěné trámové stropy nebo střechy uložené oboustranně, nebo jednostranně uložený dřevěný trámový strop, který je do stěny zapuštěn nejméně na  $2/3$  tloušťky stěny, avšak alespoň 85 mm

# Návrhová únosnost

$$N_{Rd\ i,m} = \Phi_{i,m} b t f_d$$

$\Phi_{i,m}$  součinitel vlivu výstřednosti zatížení a štíhlosti

$t$  rozměr průřezu v směru výstřednosti (tloušťka)

$b$  šířka průřezu

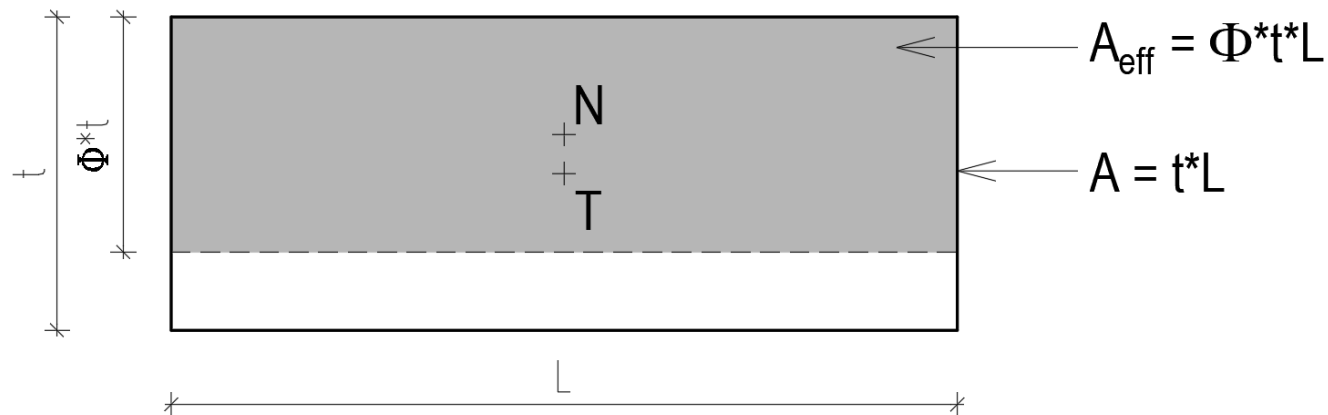
$f_d$  návrhová pevnost zdiva

Pro pilíře malého průřezu, kde  $A = tb < 0,1 \text{ m}^2$ , nutno redukovat:

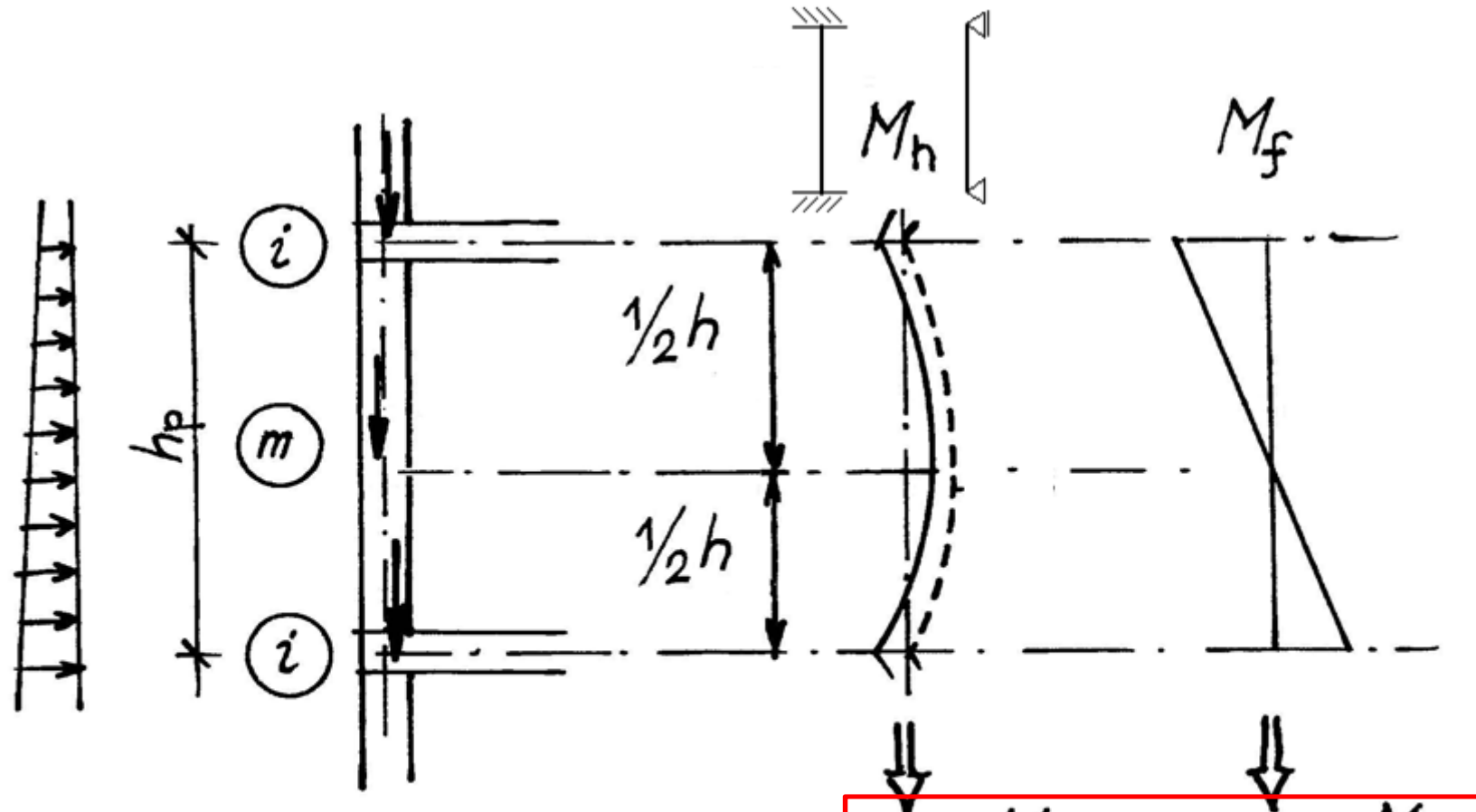
$$N_{Rd} = \Phi tb (0,7 + 3A) f_d$$

## Význam zmenšujícího součinitele $\Phi$

- Redukce celkové plochy průřezu  $A$  na účinnou  $A_{\text{eff}}$
- Na  $A_{\text{eff}}$  uvažujeme plastické rozdělení tlakového namáhání v MSÚ  $\sigma = f_d$
- Zbytek plochy je vyloučen z přenosu namáhání (předpoklad nulové pevnosti zdiva v tahu)
- Umožňuje převést posouzení prvku namáhaného kombinací N+M na posouzení prvku redukovaného průřezu namáhaného pouze N



# Posuzované průřezy



Výstřednost od zatížení:

$$e_h = \frac{M_h}{N_{Ed}}$$

$$e_f = \frac{M_f}{N_{Ed}}$$

vodorovného

svislého



$\Phi_i$  – zmenšující součinitel v hlavě a patě stěny/pilíře (pouze vliv výstřednosti)

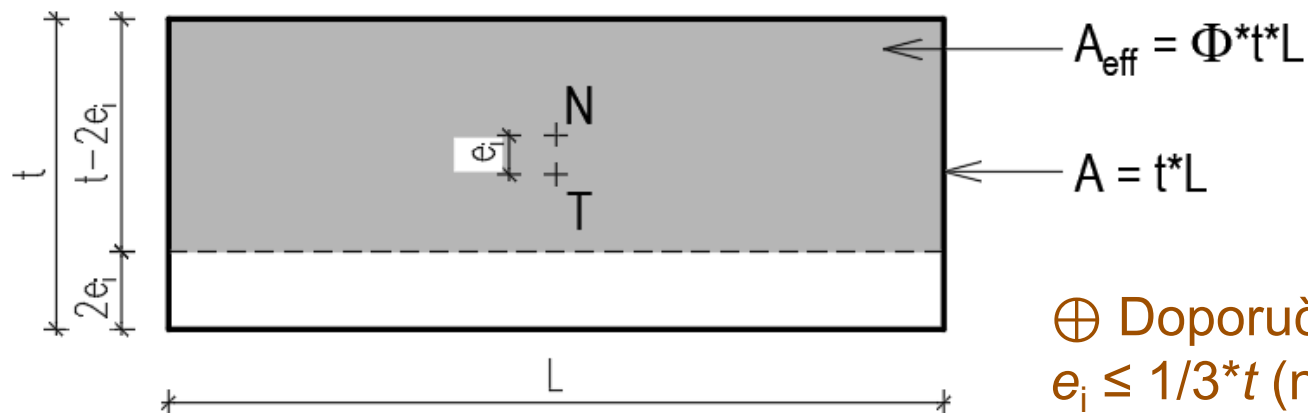
$$\Phi_i = 1 - 2e_i / t$$

$$e_i = e_{fi} + e_{hi} + e_{init} \geq 0,05t \oplus \rightarrow \Phi_i \leq 0,9 !!!$$

$e_{fi}$  . . . výstřednost od svislého zatížení

$e_{hi}$  . . . výstřednost od vodorovného zatížení

počáteční výstřednost:  $e_{init} = h_{ef}/450$



$\oplus$  Doporučení:  
 $e_i \leq 1/3 * t$  (není v normě,  
ale je rozumné)

# $\Phi_m$ – zmenšující součinitel v polovině výšky stěny/pilíře (vliv štíhlosti a výstřednosti)

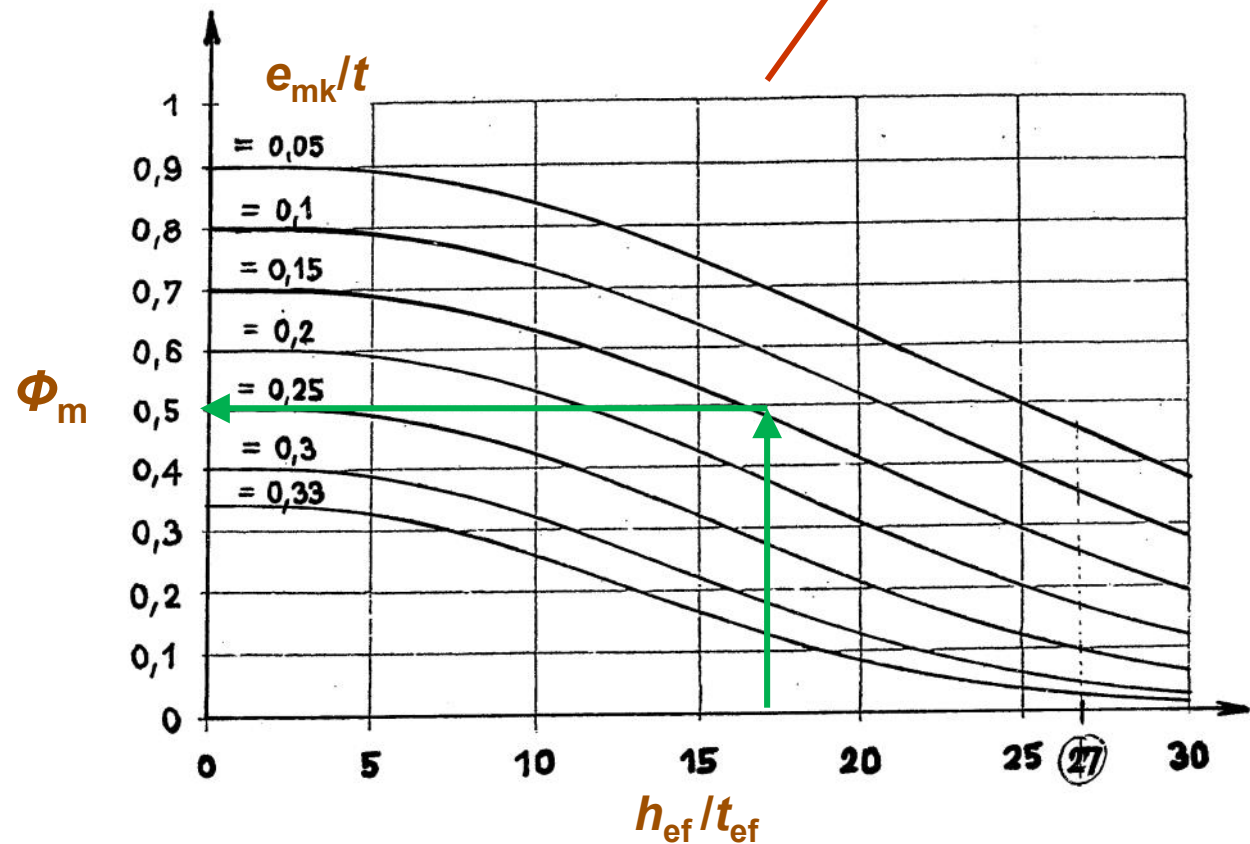


vzorce (příloha G EC6)

tabulky pro různé  $K_E$

graf

$\Phi_m$



## $\Phi_m$ – zmenšující součinitel v polovině výšky stěny/pilíře (vliv štíhlosti a výstřednosti)

- Výstřednosti v průřezu „m“

$$e_{mk} = e_m + e_k \geq 0,05t \oplus \longrightarrow \Phi_m \leq 0,9 !!!$$

$$e_m = e_{fm} + e_{hm} \pm e_{init}$$

$e_{fm}$  . . . výstřednost od svislého zatížení

$e_{hm}$  . . . výstřednost od vodorovného zatížení

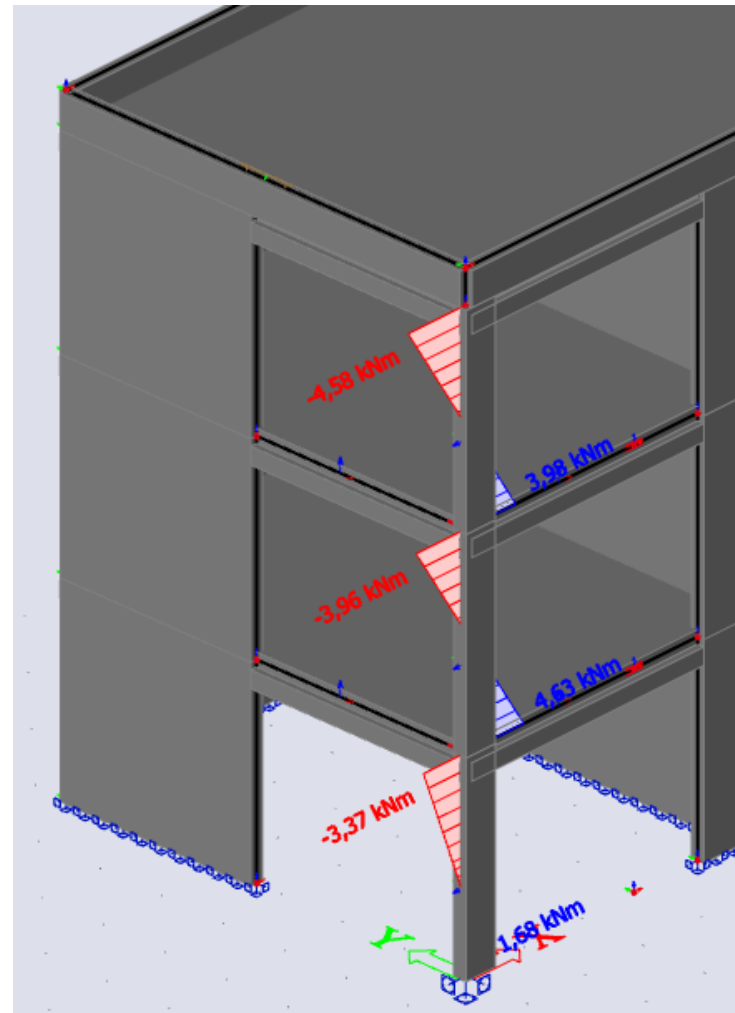
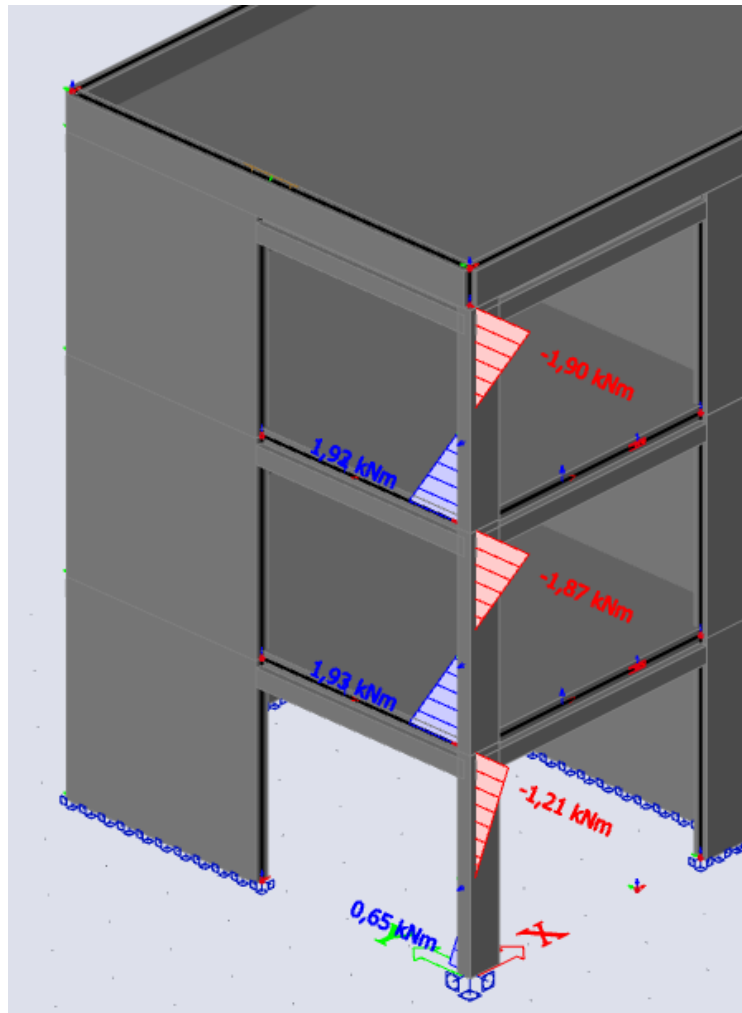
$e_k = 0,002\Phi_\infty \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{te_m}$  . . . výstřednost od dotvarování

$e_k = 0$  u všech stěn (pilířů) z pálených zdicích prvků a kamenných kvádrů a u ostatních stěn (pilířů),

kde  $h_{ef}/t_{ef} \leq 15$

$\oplus$  Doporučení:  $e_{mk} \leq 1/3*t$   
(není v normě, ale je rozumné)

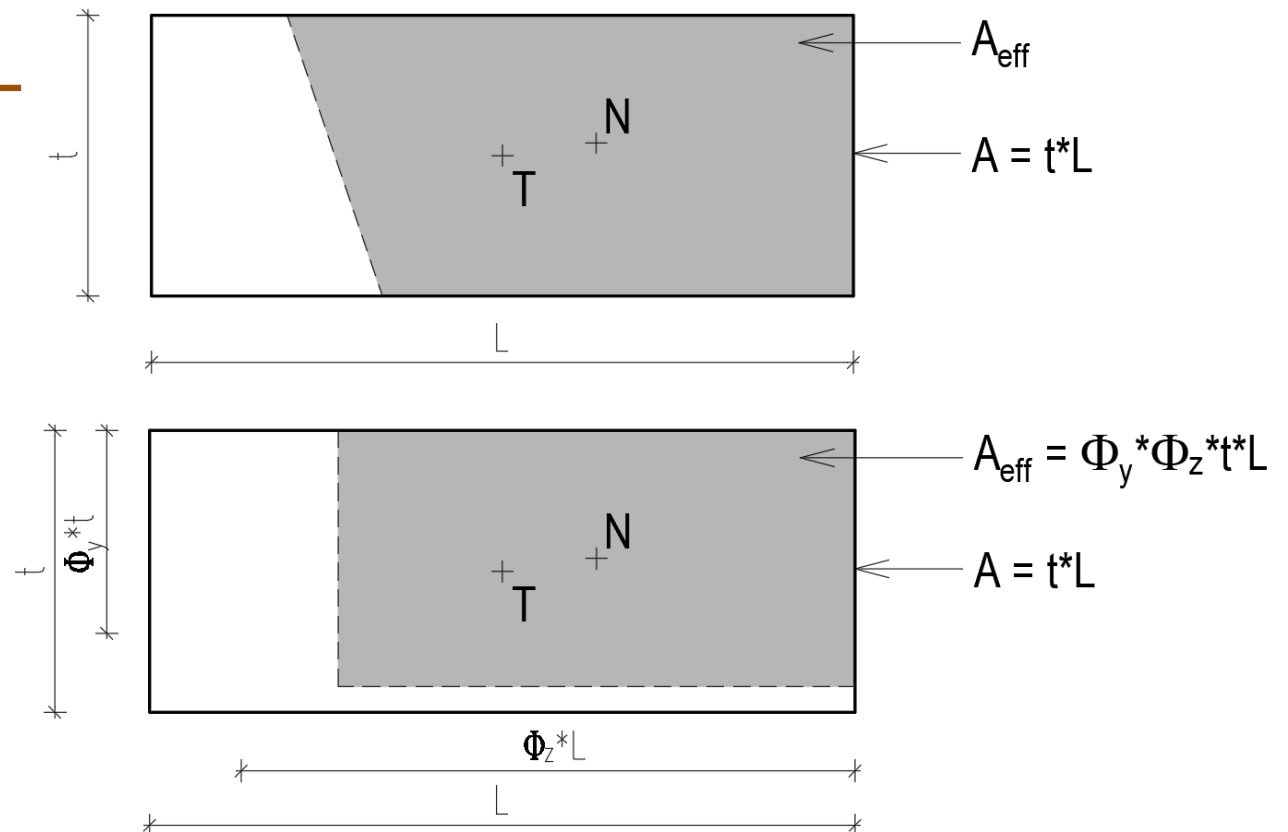
# Dvouosý (šikmý) ohyb ( $M_y + M_z$ )



## Dvouosý ohyb ( $M_y + M_z$ )

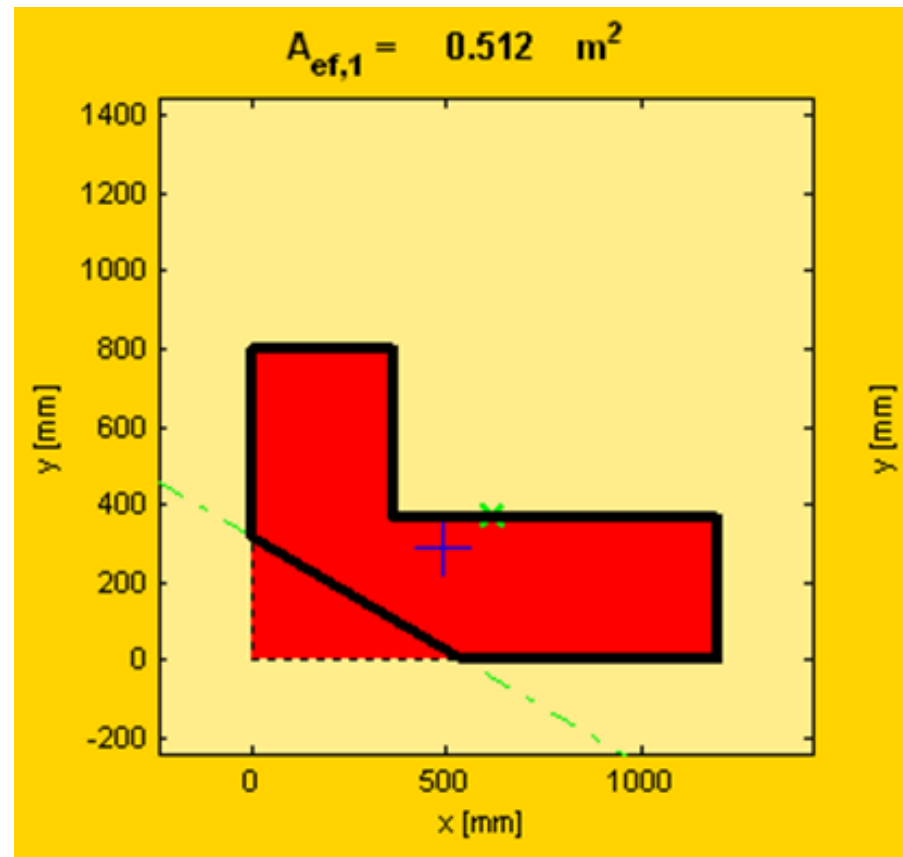
- *Obecně:* Účinná plocha  $A_{\text{eff}}$  je plocha, jejíž těžiště odpovídá působišti výslednice zatížení a jejíž jedna hrana sleduje směr neutrálné osy
- *Zjednodušeně a bezpečně pro obdélníkový průřez:*

$$A_{\text{eff}} = \Phi_y * \Phi_z * t * L$$



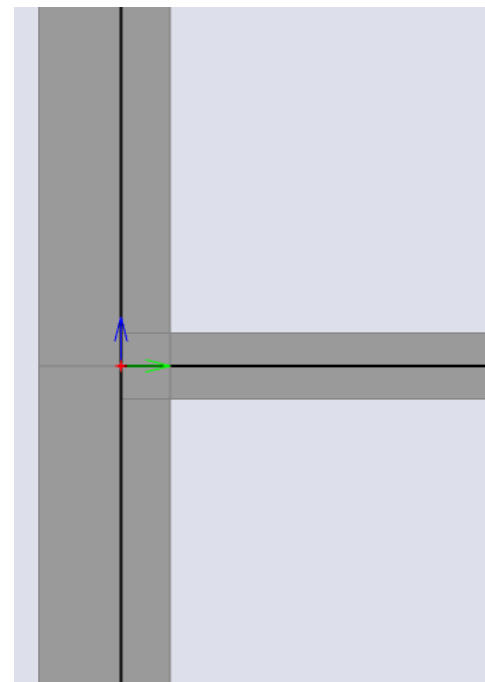
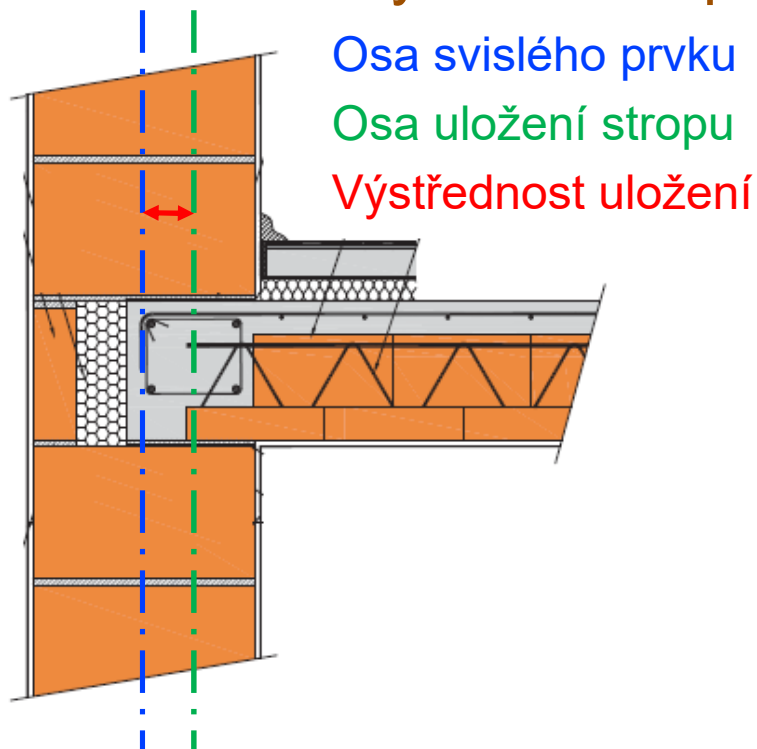
## Dvouosý ohyb ( $M_y + M_z$ )

- Pro složitější průřezy pouze obecný postup – např. FIN EC Zdivo nebo Pilíř 1.0



# Stanovení momentů od svislého zatížení

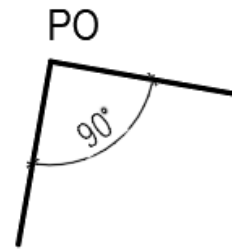
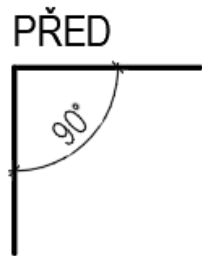
- Zjednodušené postupy viz 133BK02
- Stanovení z MKP modelu
  - Zadat správné průřezy a materiály (zdivo menší E!)
  - Předpoklad tuhých styčníků
  - Zadat výstřednost prvku v závislosti na detailu uložení



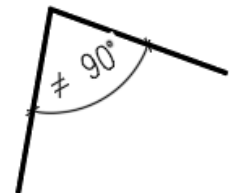
Tloušťka Tl. [mm]	200
Ortotropie	OT1_20 ...
Systémová rovina...	Střed
Excentricita z [mm]	-50

# Stanovení momentů od svislého zatížení

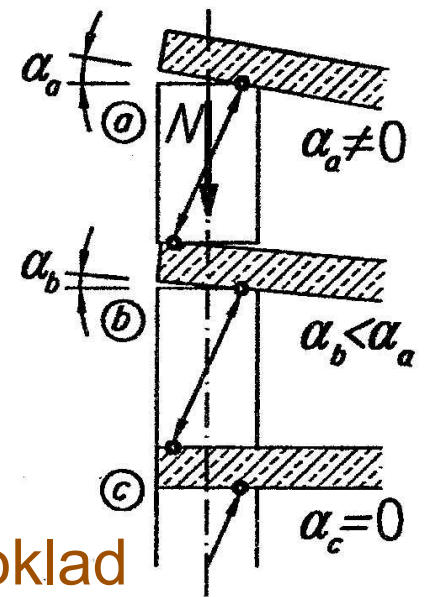
- Předpoklad tuhých styčníků
  - Zejména pod atikou nemusí platit
  - Malé svislé přetížení + velká výstřednost zatížení => riziko rozevření styčnicku



TUHÝ - po natočení zůstává zachován úhel mezi prvky



NETUHÝ - nezůstává

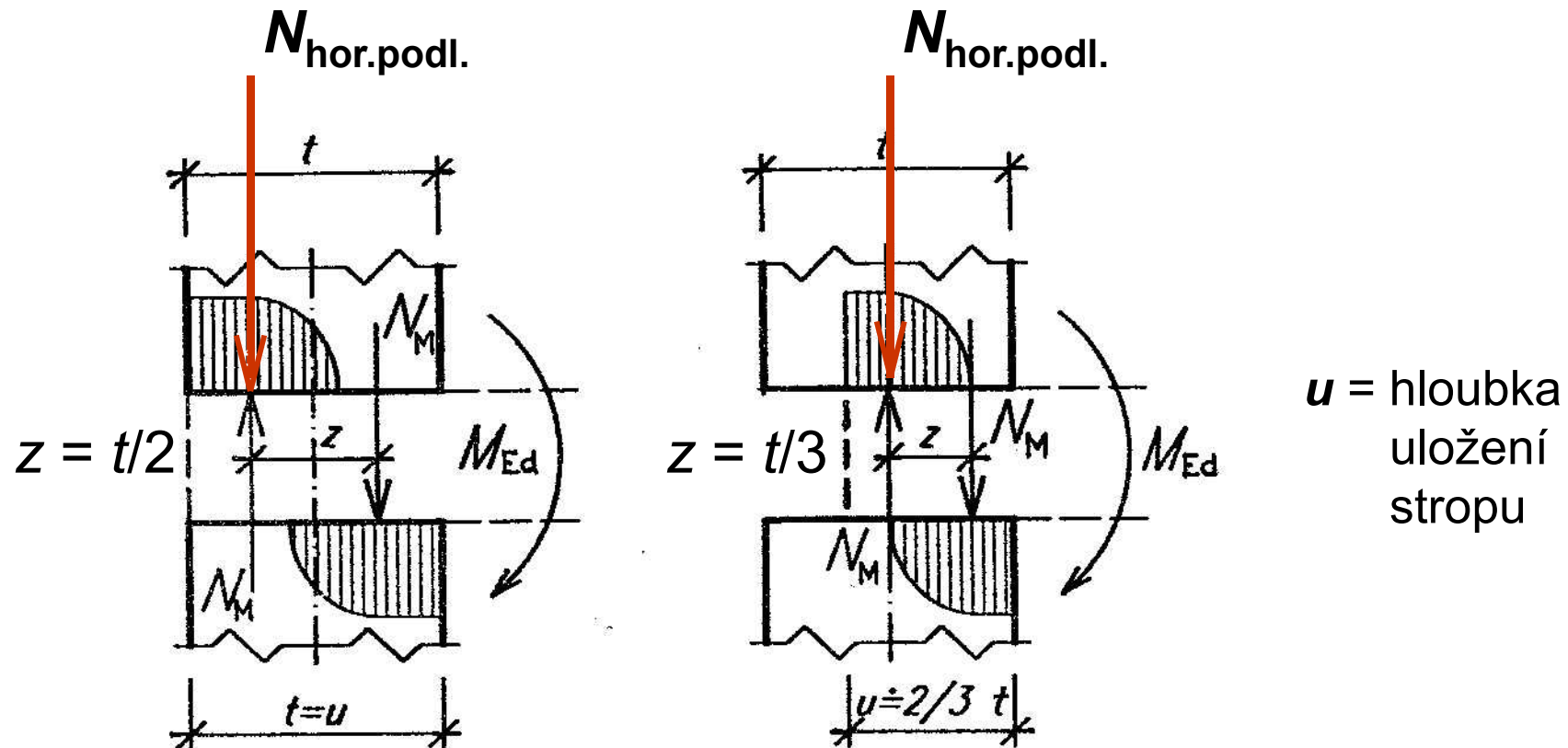


- Po rozevření momenty klesají => předpoklad je z hlediska svislých prvků na straně bezpečné
- Z hlediska stropní kce nutno zohlednit možný nárůst  $M$  v poli po rozevření styčnicku!



# Stanovení momentů od svislého zatížení

- Ověření tuhosti styčnicku: Nahradit moment dvojicí sil, porovnat se silou z vyšších podlaží
- *Otázka:* Jaké použít rameno vnitřních sil?
- Pro jednoosý ohyb viz obr., ale pro dvouosý???



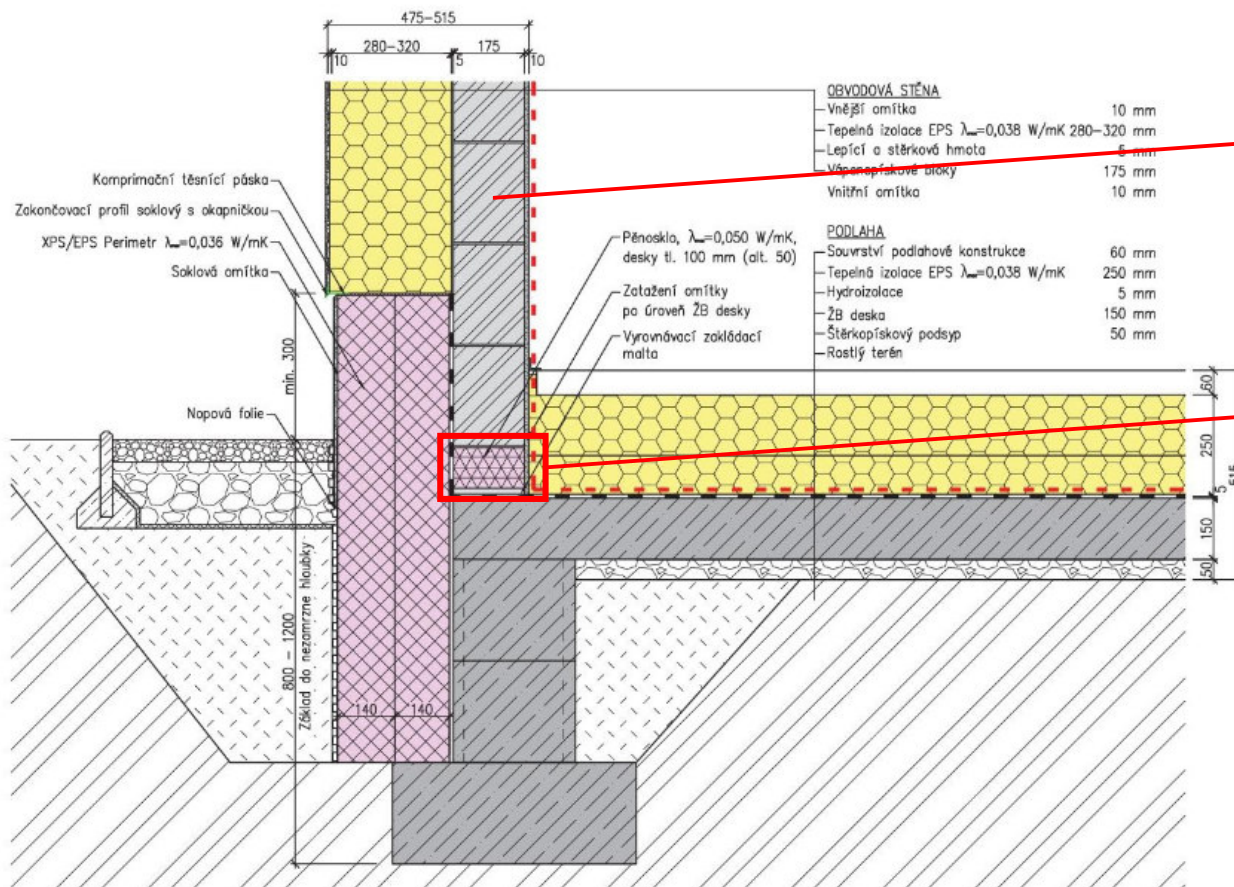
## Stanovení momentů od svislého zatížení

- Ověření tuhosti (netuhosti) styku
  - $N_{\text{horních podlaží}} \geq N_M \rightarrow$  tuhý styk
  - $N_{\text{horních podlaží}} < N_M \rightarrow$  netuhý styk
- Výsledný ohybový moment netuhého styku je možno redukovat:

$$M_{\text{red}} = M_{\text{max}} \frac{N_{\text{horních podlaží}}}{N_M}$$

# Specifické detaily

- V patě stěny může být izolační blok s nižší pevností => rozhodne o únosnosti v tlaku



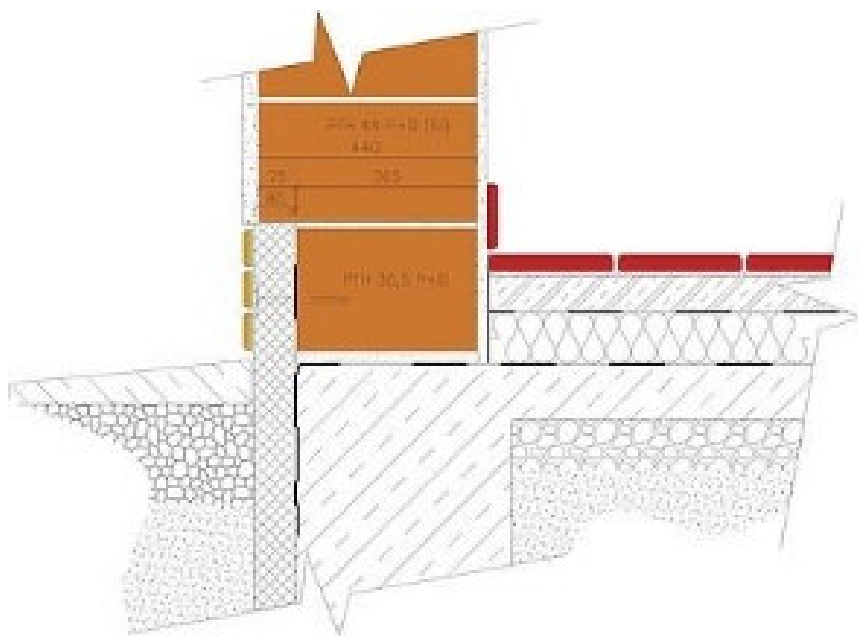
VPC – pevnost materiálu v tlaku ( $f_u$ ) bývá 10 – 25 MPa

Pěnosklo – pevnost materiálu v tlaku bývá 1 – 2 MPa

Detail převzat z <https://www.pasivnidomy.cz/>

## Specifické detaily

- Detail soklu s odsazením zdiva – je-li přesah větší než  $1/6$  tloušťky zdiva, nastává riziko smykového porušení zdiva





# Suterénní zděné stěny

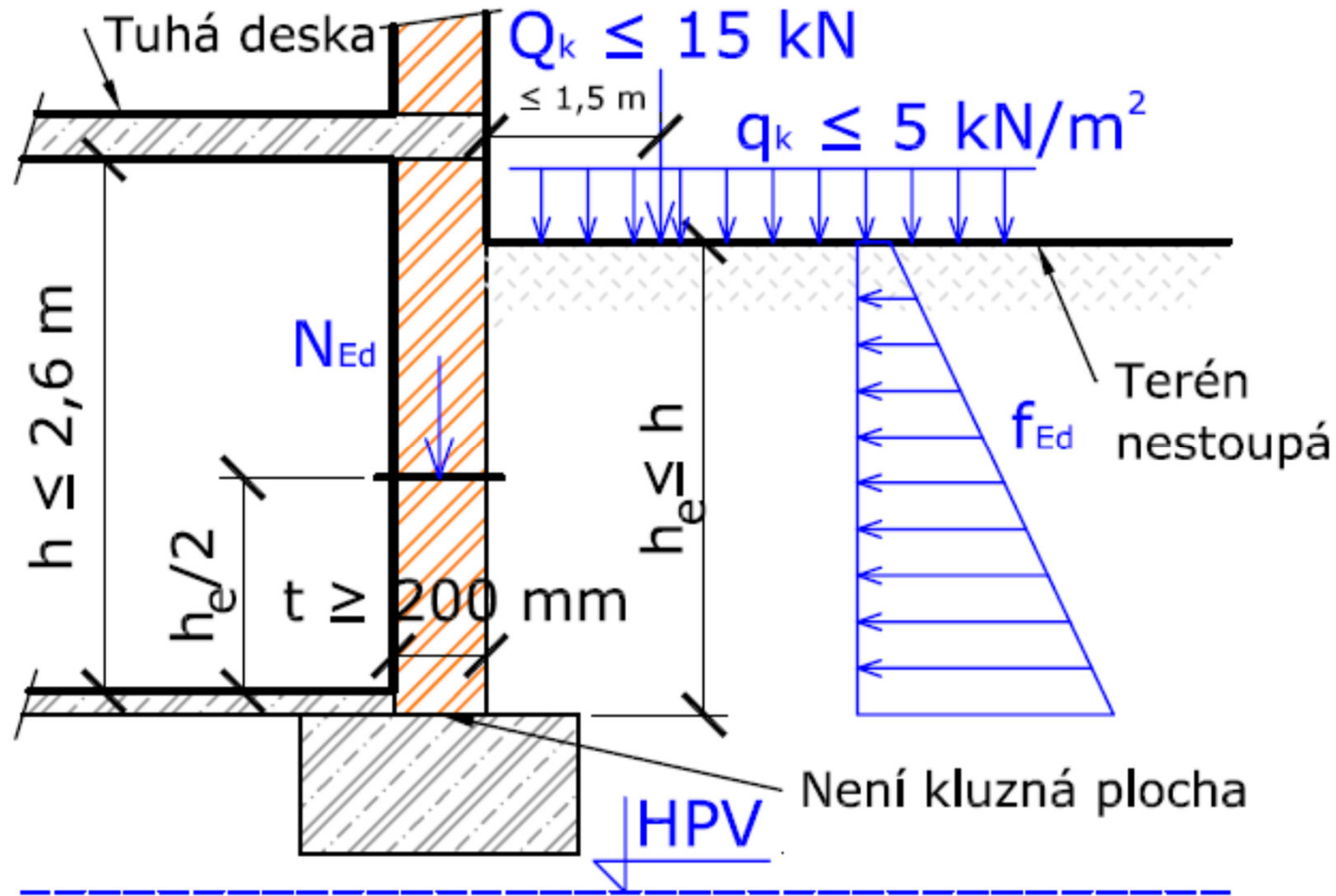
# Motivace



Menší stavby,  
částečné zasypání  
suterénu

# Zjednodušená metoda dle ČSN EN 1996-3

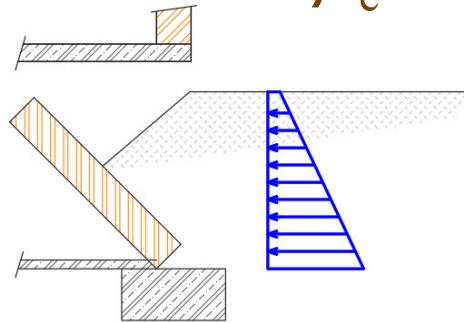
- Podmínky



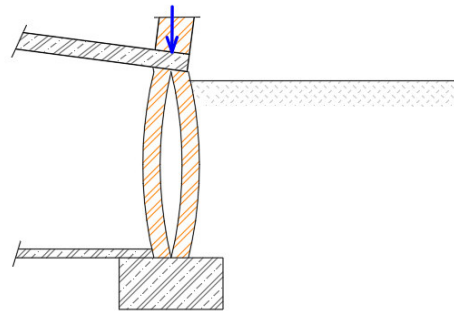
# Zjednodušená metoda dle ČSN EN 1996-3

- Zemním tlak v klidu
- **Posouzení vodorovné a svislé podmínky rovnováhy**

$$N_{Ed,min} \geq F_{Ed} = \frac{\gamma b h h_e^2}{\beta_e t}$$



$$N_{Ed,max} \leq N_{Rd} = \frac{b t f_d}{3}$$



$N_{Ed,max}$  je největší hodnota svislého zatížení ve stěně na úrovni poloviční výšky zásypu (návrhová hodnota veškerého zatížení – stálého i proměnného)

$N_{Ed,min}$  nejmenší hodnota svislého stálého zatížení ve stěně na úrovni poloviční výšky zásypu (charakteristická hodnota stálého zatížení)

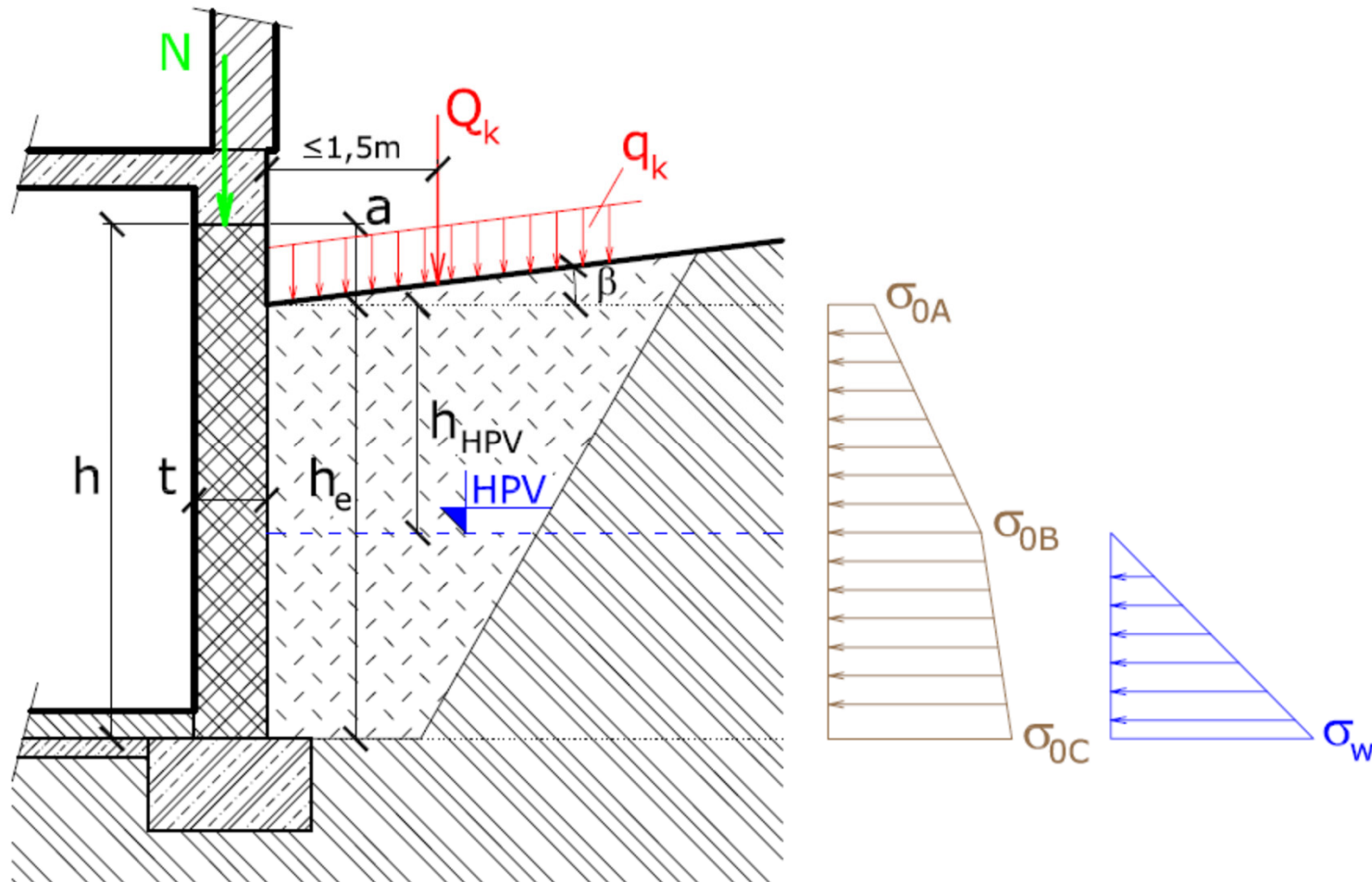
$F_{Ed}$  je boční účinek zásypu;  $\gamma$  je objemová hmotnost zásypu

$\beta_e$  je součinitel pro zohlednění vodorovného přenášení zatížení



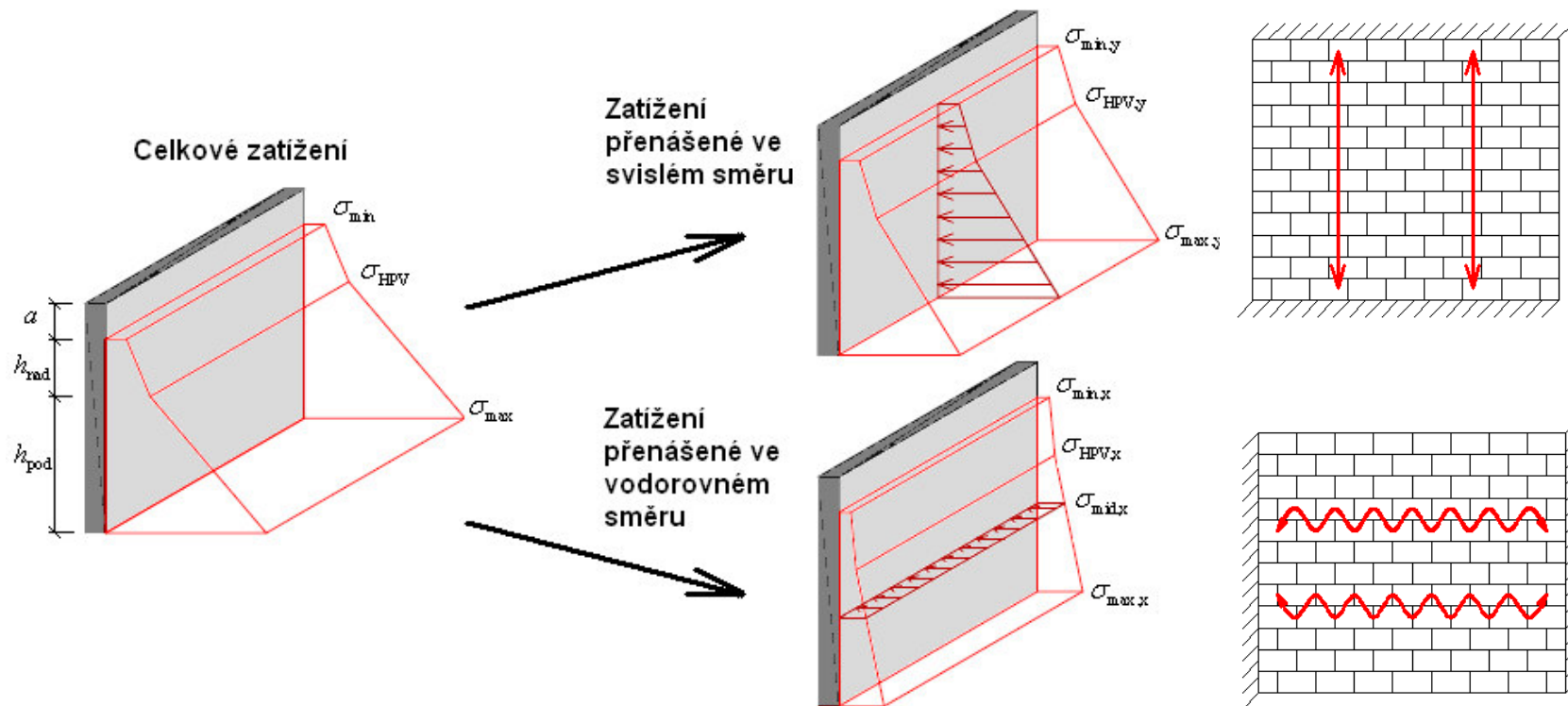
# Obecný postup

- Použitelný pro stěny libovolné výšky, libovolně zatížené, s vlivem HPV, z vyztuženého zdiva...



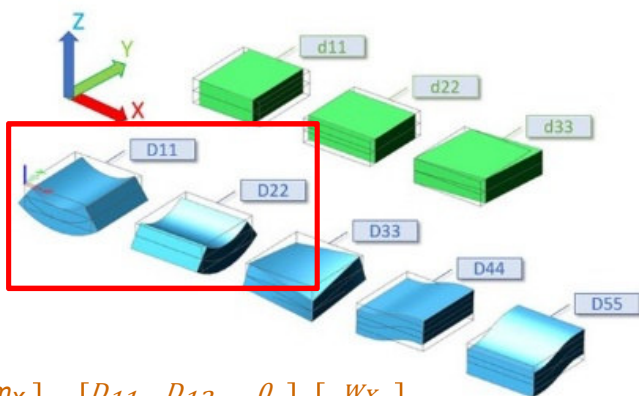
# Obecný postup

- Posouzení všech kritických průřezů na N, M, V
- Při dělení zatížení do směrů je nutno **zohlednit ortotropní vlastnosti zdiva** (jiná pevnost a modul pružnosti ve svislém a vodorovném směru)



# Obecný postup

- Nevhodný pro ruční výpočet
- MKP programy – nastavit parametry ortotropního materiálu. Standardní ortotropie „Zdivo“ neřeší namáhání kolmé k rovině prvku!



$$\begin{bmatrix} m_x \\ m_y \\ m_{xy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} & 0 \\ D_{21} & D_{22} & 0 \\ 0 & 0 & D_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_x \\ w_y \\ 2 \cdot w_{xy} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_{44} & 0 \\ 0 & D_{55} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_x + \varphi_y \\ w_y - \varphi_x \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} n_x \\ n_y \\ n_{xy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & 0 \\ d_{21} & d_{22} & 0 \\ 0 & 0 & d_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u \\ v \\ \frac{u}{2} + \frac{v}{2} \end{bmatrix}$$

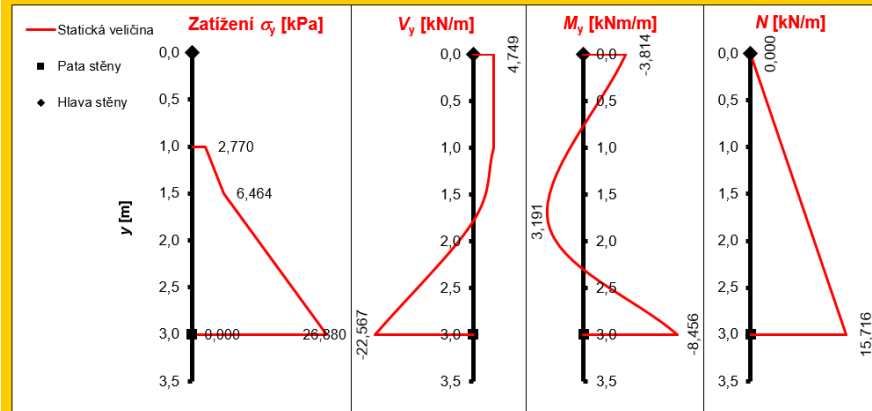
$$D_{11/22} = \frac{E_{11/22} t^3}{12(1 - \nu^2)}$$

Jméno	OT1_200_VPC
Typ ortotropie	Zdivo
Tloušťka desky/stěny, h [mm]	200
Materiál	VPC
Součinitel redukce klenbového účinku	0,01
D11 [MNm]	6,0444e+00
D22 [MNm]	6,0444e+00
D12 [MNm]	1,5111e+00
D33 [MNm]	2,2667e+00
D44 [MN/m]	5,6667e+02
D55 [MN/m]	5,6667e+02
d11 [MN/m]	1,8133e+03
d22 [MN/m]	1,8133e+03
d12 [MN/m]	4,5333e+02
d33 [MN/m]	6,8000e+00

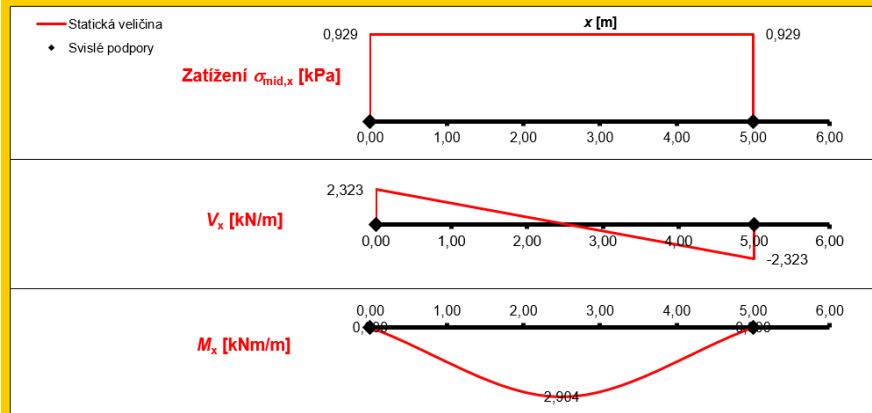
# Obecný postup

- Program Suterénní stěna 1.2 – ortotropie řešena pomocí součinitele  $\mu = f_{xd1}/f_{xd2}$  (poměr ohybových pevností)

10.15. Průběh zatížení a vnitřních sil na náhradním nosniku ve svislém směru



10.16. Průběh zatížení a vnitřních sil na náhradním nosniku ve vodorovném směru



## 13. Posouzení únosnosti stěny

### 13.1. Smyk v patě stěny

- Smyková síla v patě stěny
- Smyková únosnost v patě stěny
- POSOUZENÍ:

$$V_{Ed,p} = 22.569 \text{ kN/m}$$

$$V_{Rd,p} = 39.812 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed,p} \leq V_{Rd,p} \quad \text{VYHOVÍ}$$

### 13.2. Smyk v hlavě stěny

- Smyková síla v hlavě stěny
- Smyková únosnost v hlavě stěny
- POSOUZENÍ:

$$V_{Ed,h} = 4.750 \text{ kN/m}$$

$$V_{Rd,h} = 45.000 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed,h} \leq V_{Rd,h} \quad \text{VYHOVÍ}$$

### 13.3. Smyk ve svislých podporách

- Smyková síla ve svislých podporách
- Smyková únosnost ve svislých podporách
- POSOUZENÍ:

$$V_{Ed,s} = 2.320 \text{ kN/m}$$

$$V_{Rd,s} = 27.250 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed,s} \leq V_{Rd,s} \quad \text{VYHOVÍ}$$

### 13.4. Usmyknutí po vrstvě izolace v patě - neposuzuje se, pokud je mu zabráněno

- Smyková síla v patě stěny
- Únosnost na mezi porušení posunutím po izolaci v patě stěny
- POSOUZENÍ:

$$V_{Ed,p} = 22.569 \text{ kN/m}$$

$$V_{Rd,p} = 37.509 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed,p} \leq V_{Rd,p} \quad \text{VYHOVÍ}$$

### 13.5. Ohyb ve vodorovném směru (porušení kolmo na ložné spáry)

- Návrhový moment od zatížení ve vodorovném směru
- Moment únosnosti při porušení kolmo na ložné spáry
- POSOUZENÍ:

$$M_{Ed,x} = 2.900 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Rd,x} = 12.607 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed,x} \leq M_{Rd,x} \quad \text{VYHOVÍ}$$

### 13.6. Ohyb ve svislém směru (porušení rovnoběžně s ložnými spárami) - neposuzuje se, působí-li kce jako excentricky tlačena

- Návrhový moment od zatížení ve svislém směru
- Moment únosnosti při porušení rovnoběžně s ložnými spárami
- POSOUZENÍ (nesmí rozhodnout ohyb ve svislém směru):

$$M_{Ed,y} \leq M_{Rd,y} \wedge \frac{M_{Ed,y}}{M_{Rd,y}} \leq \frac{M_{Ed,z}}{M_{Rd,z}} \quad \text{Neposuzuje se}$$

### 13.7. Excentrický tlak

- Normálová síla v hlavě stěny
- Tlaková únosnost v hlavě stěny
- Normálová síla v místě maximálního momentu v poli ve svislém směru
- Tlaková únosnost průřezu ve střední pětině výšky stěny
- Normálová síla v patě stěny
- Tlaková únosnost v patě stěny
- POSOUZENÍ:

$$N_{Ed,h} = 101.250 \text{ kN/m}$$

$$N_{Rd,h} = 439.653 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed,s} = 110.624 \text{ kN/m}$$

$$N_{Rd,s} = 405.717 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed,p} = 116.966 \text{ kN/m}$$

$$N_{Rd,p} = 273.596 \text{ kN/m}$$

$$\text{ve všech průřezech } N_{Ed} \leq N_{Rd} \quad \text{VYHOVÍ}$$

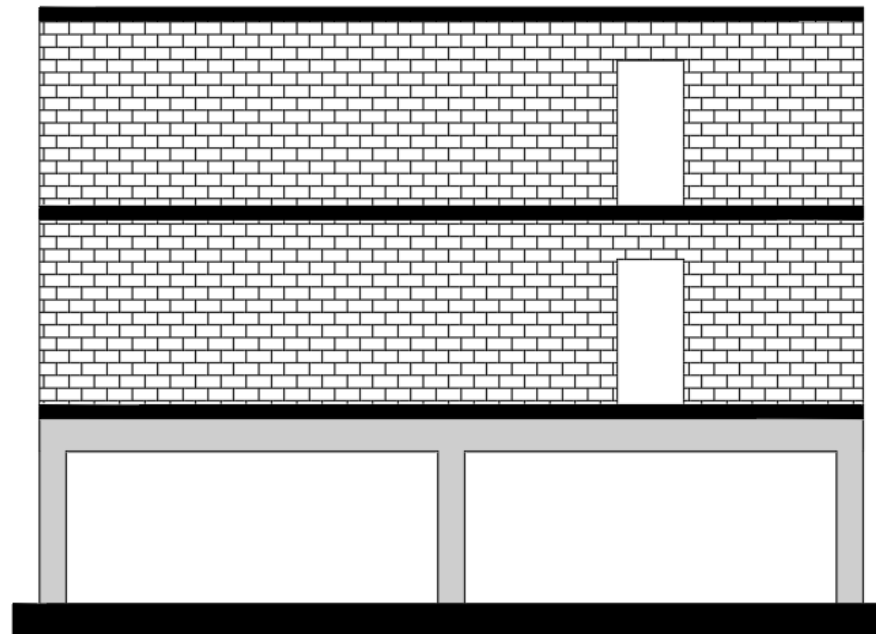
**STĚNA VYHOVÍ Z HLEDISKA ÚNOSNOSTI**

*Musí vyhovět všechny podmínky*



# Přechodová podlaží ze zdiva

# Motivace



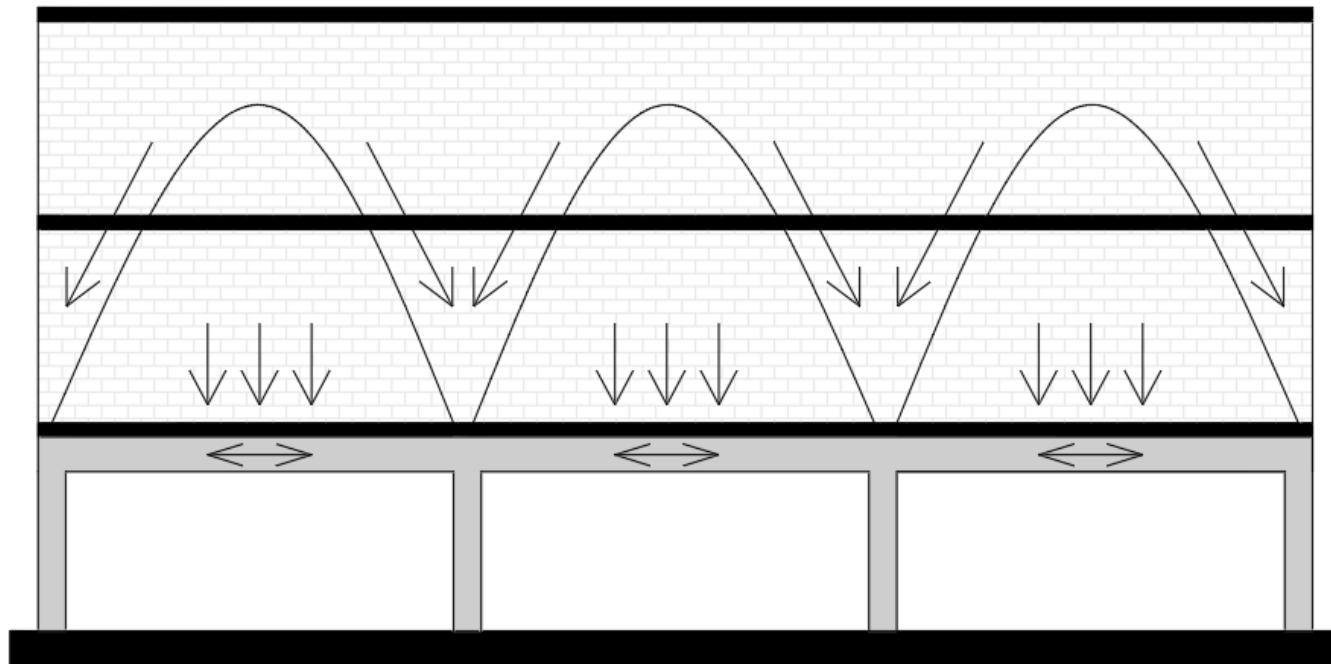
Zděné stěny nad  
garážemi

## Přechodová podlaží ze zdiva

- Mohou být přípustná při menších rozponech, menších zatíženích
- Nutno umístit na dostatečně tuhou stropní konstrukci – trémový strop, velmi silná stropní deska
- Nutno pečlivě kontrolovat svislé deformace stropní konstrukce – zdivo je na ně velmi citlivé, riziko vzniku trhlin

# Princip statického působení

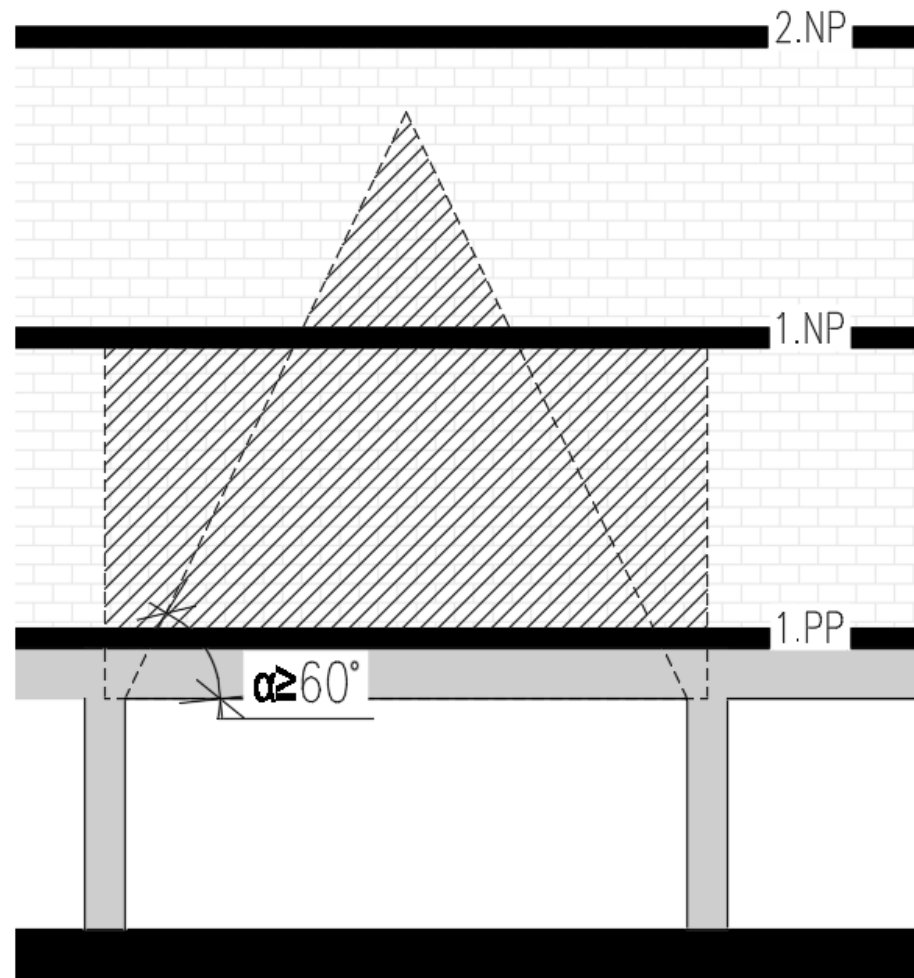
- Klenbový účinek ve zdivu: *Může vzniknout? Jak výrazný?*
- Přenos ohybových momentů ŽB trámem
- Posouzení zdiva v oblasti koncentrovaného namáhání nad podporou





# Princip statického působení

- Klenbový účinek ve zdivu => úhel  $\alpha \geq 60^\circ$ 
  - Podle druhu zdiva (vylehčení zdicích prvků, maltování styčných spár)
  - Podle pozice prvku (vnitřní/krajní pole)
  - Podle typu stropu (prefa/monolit)
  - Podle dveřních otvorů
- Zatížení na trám
  - odhad:  
 $1PP + 1NP + „\alpha“$
- Posudek trámu na ohyb a smyk

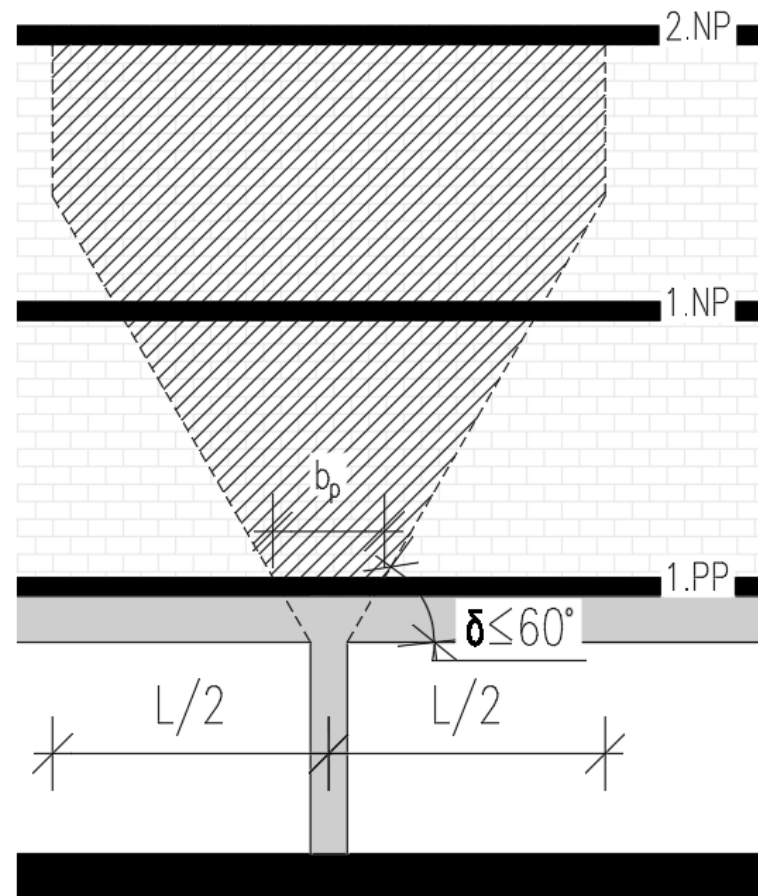


# Princip statického působení

- Namáhání zdiva nad podporou
  - „Pilíř“ šířky  $b_p$  pod úhlem  $\delta \leq 60^\circ$  do vzdálenosti  $L/2$
  - Posouzení zdiva vystaveného soustředěnému zatížení

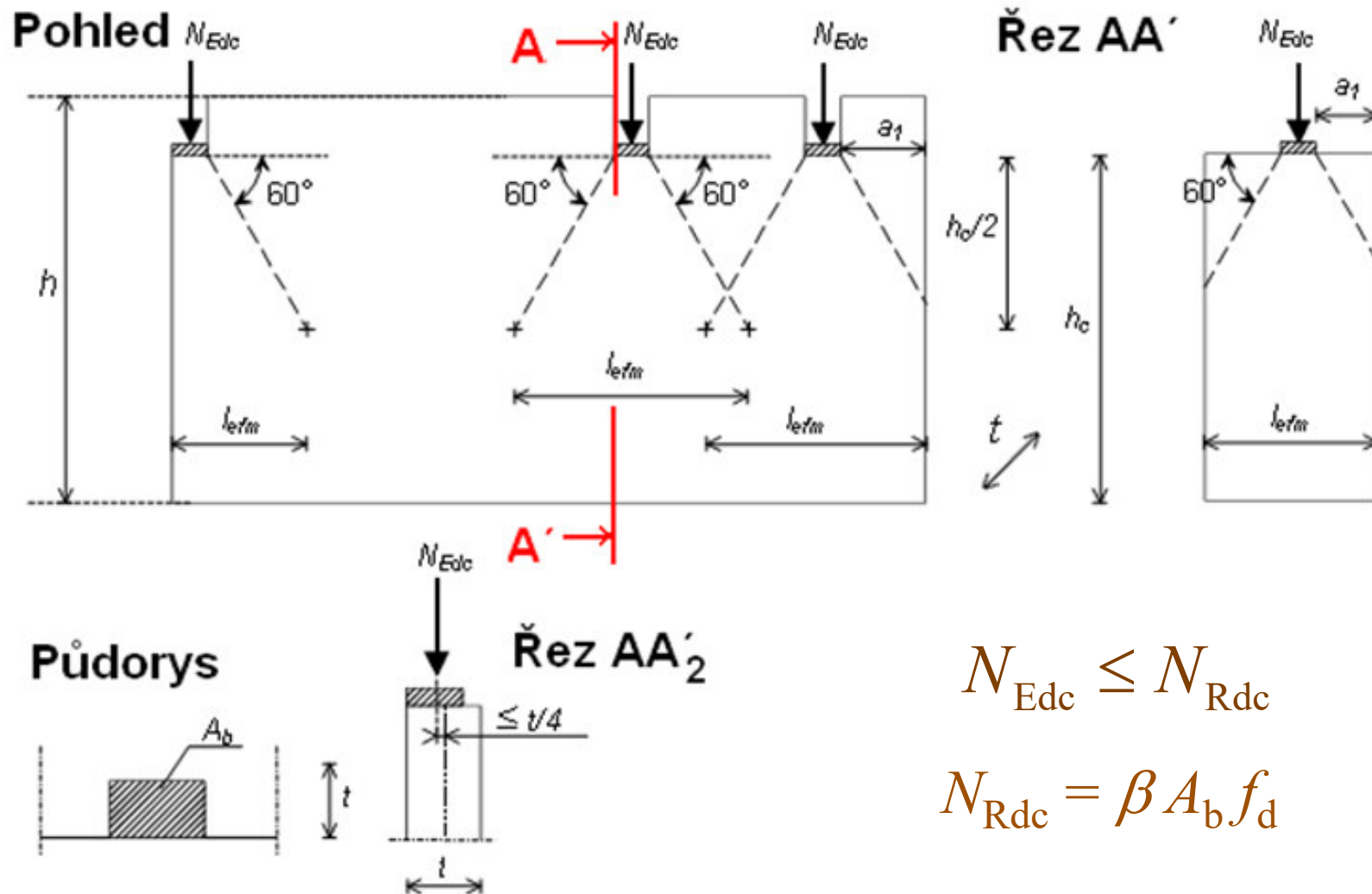
$$N_{Ed} \leq N_{Rdc} = \beta A_b f_d$$

$$\beta = \left(1 + 0,3 \frac{a_1}{h_c}\right) \left(1,5 - 1,1 \frac{A_b}{A_{ef}}\right)$$



# Princip statického působení

- Zdivo vystavené soustředěnému zatížení



# Princip statického působení

- Zdivo vystavené soustředěnému zatížení
- Roznášecí plocha

$$A_{ef} = l_{efm} t$$

$A_b/A_{ef}$  se nesmí uvažovat větší než 0,45

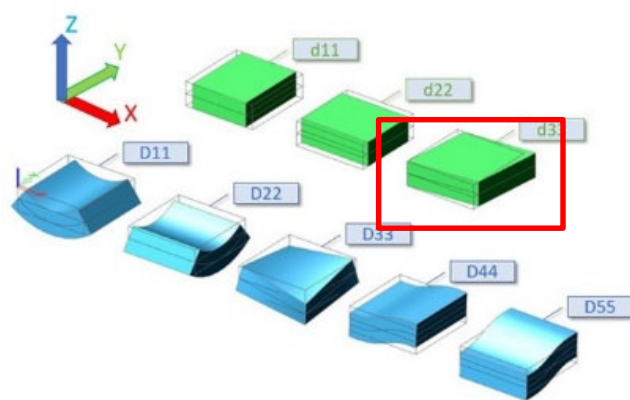
- Teoretická únosnost úložné plochy  $A_b$  se násobí zvětšujícím součinitelem pro soustředěné zatížení

$$\beta = \left( 1 + 0,3 \frac{a_1}{h_c} \right) \left( 1,5 - 1,1 \frac{A_b}{A_{ef}} \right)$$

- Omezení:
  - $\beta \leq (1,25 + a_1/2h_c)$
  - $\beta \leq 1,5$
  - $\beta = 1$  pro zdivo ze zdicích prvků skupiny 2, 3 a 4

# Modelování

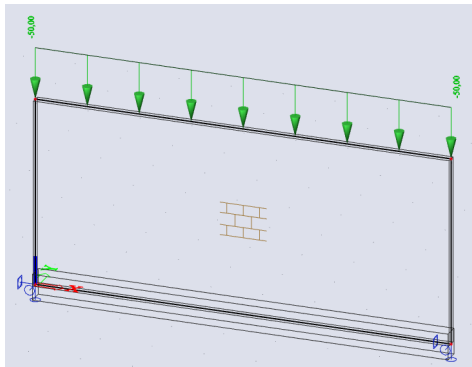
- Využití ortotropie „Zdivo“
  - Redukce nežádoucího klenbového účinku zdiva
  - Brání tomu, aby zděná stěna na trámu působila jako ŽB stěnový nosník



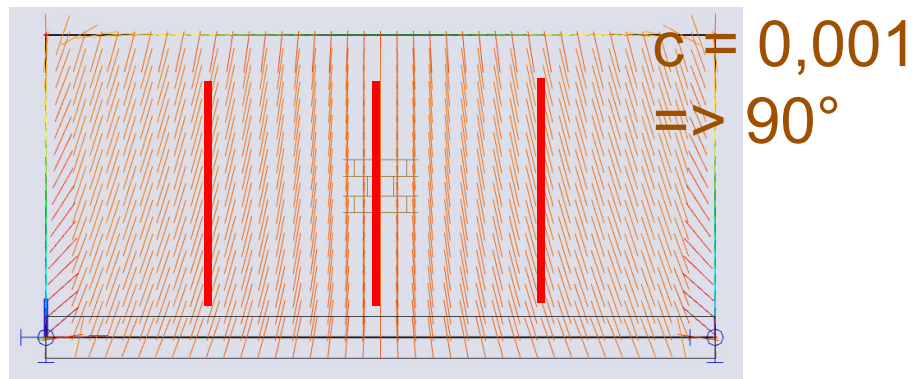
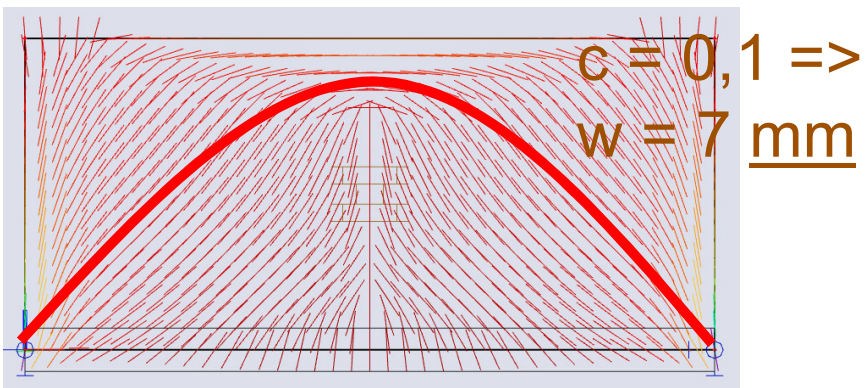
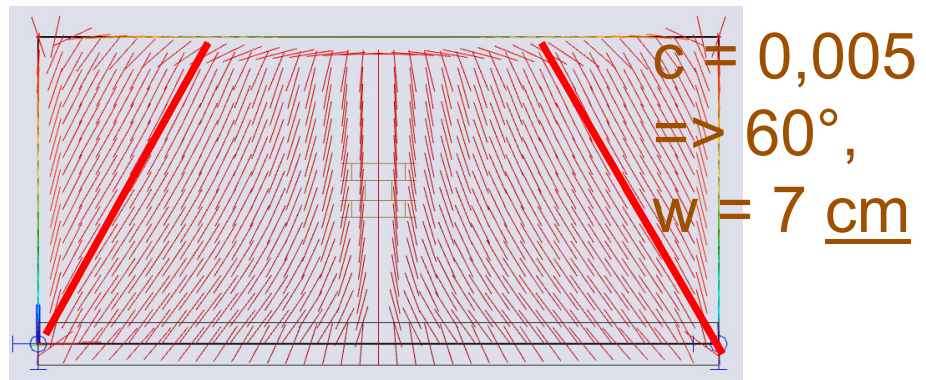
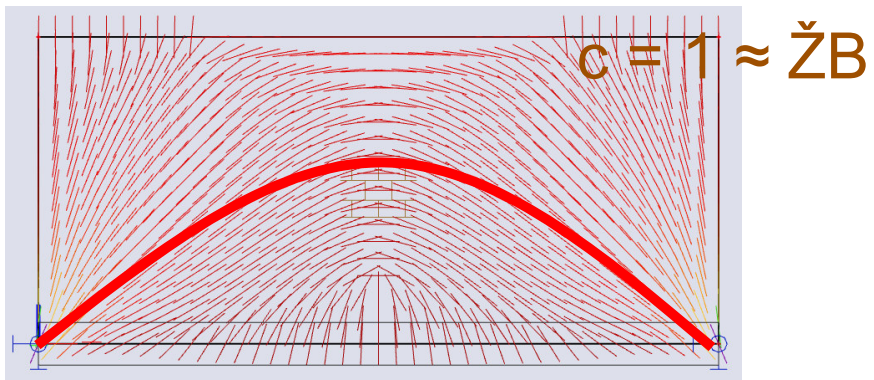
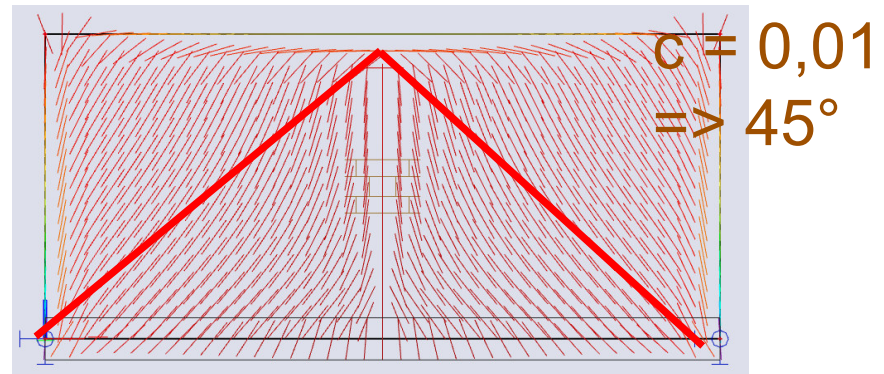
$$d_{33,eff} = c \cdot G \cdot t$$

Jméno	OT1_200_VPC
Typ ortotropie	Zdivo
Tloušťka desky/stěny, h [mm]	200
Materiál	VPC
Součinitel redukce klenbového účinku	0,01
D11 [MNm]	6,0444e+00
D22 [MNm]	6,0444e+00
D12 [MNm]	1,5111e+00
D33 [MNm]	2,2667e+00
D44 [MN/m]	5,6667e+02
D55 [MN/m]	5,6667e+02
d11 [MN/m]	1,8133e+03
d22 [MN/m]	1,8133e+03
d12 [MN/m]	4,5333e+02
d33 [MN/m]	6,8000e+00

# Modelování



Zděná stěna  
na ŽB trámu





# Prefabrikované zděné stěny

# Prefabrikované zděné stěny

- Relativně nový koncept
- V Německu a Rakousku používané v praxi
- U nás zatím ve vývoji

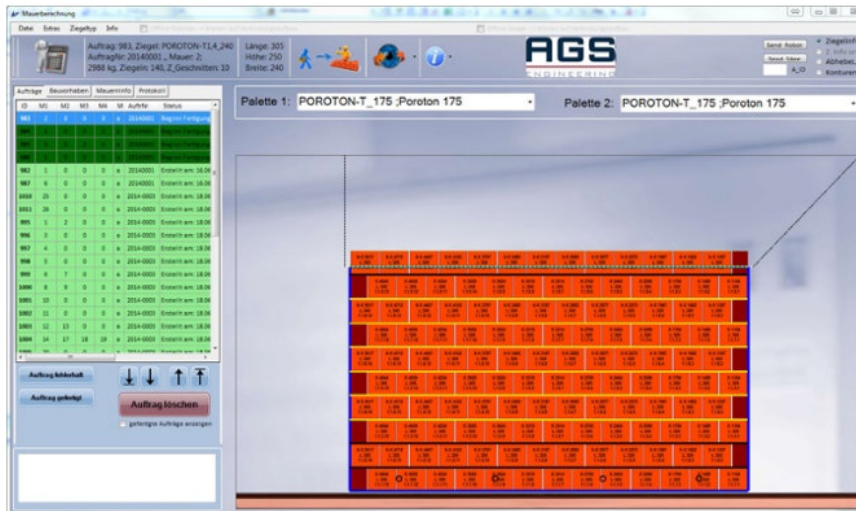
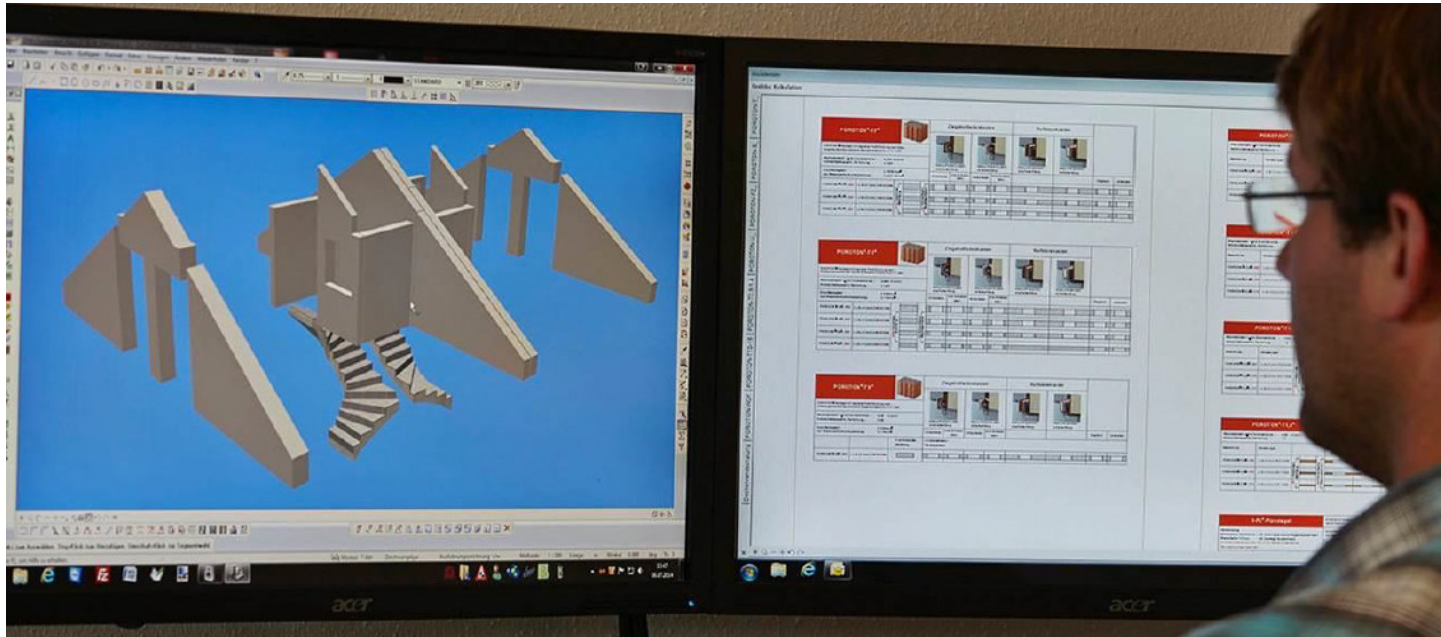




## Výhody a nevýhody

- + Urychlení výstavby zděných staveb
- + Zajištění vysoké kvality zdění
- + Výrazně méně mokrých procesů na stavbě
- + Snížení potřebného počtu kvalifikovaných zedníků na stavbě
- Problematické změny během výstavby => vyšší nároky na plánování
- Méně tuhé styky => horší odolnost vůči vodorovným zatížením
- Větší potřeba mechanizace ve výrobě i na stavbě
- Vyšší nároky na skladovací prostory
- Vyšší nároky na dopravní prostředky

# Příprava stavby



# Výroba panelů

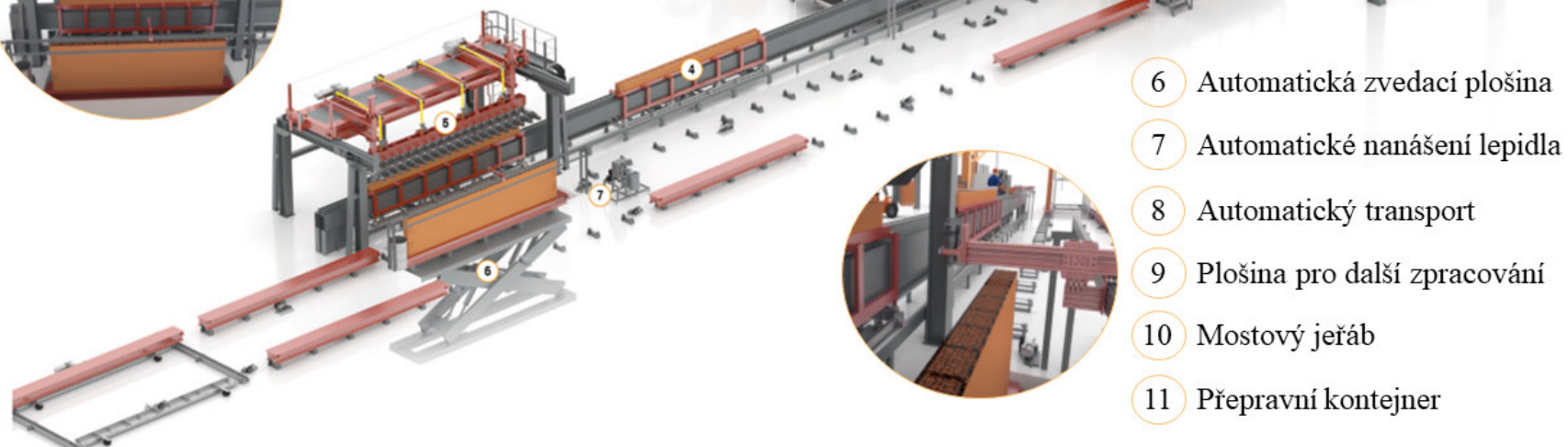
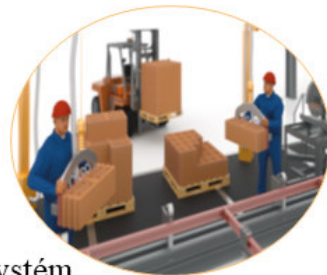
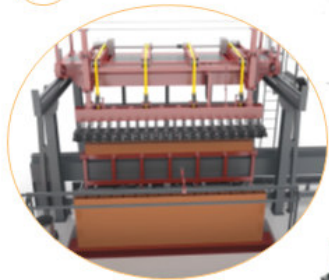
1 Vysokozdvížený vozík

2 Pracovní plošina

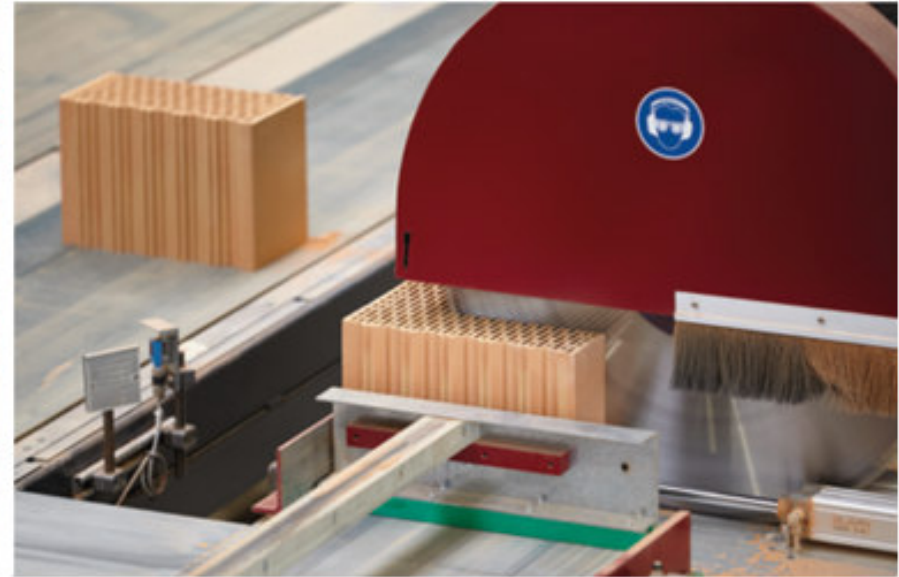
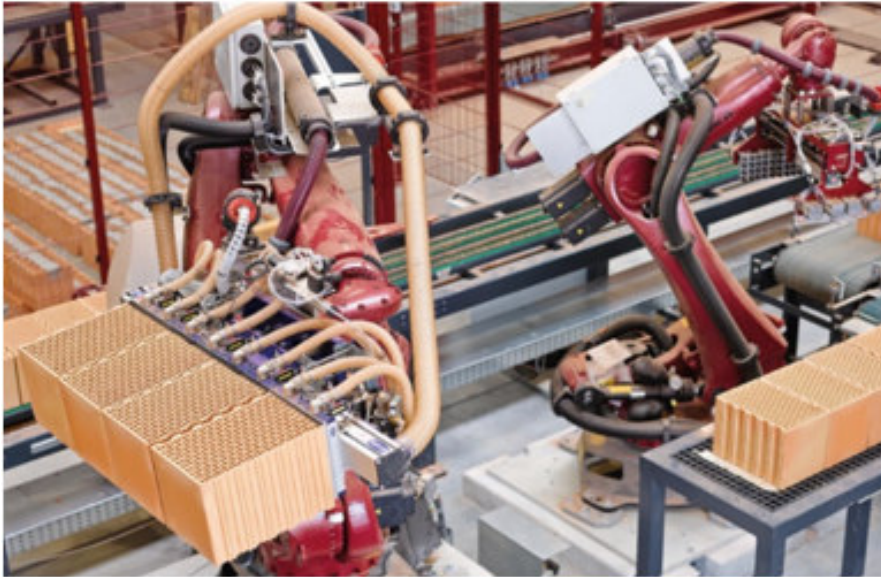
3 Zarovnávací lišta

4 Automatický přepravní systém

5 Automatické uchopování řad zdíva



# Výroba panelů



# Výroba a skladování panelů



# Doprava a manipulace



# Výstavba



## Co byste měli chápat

- Na jakých faktorech závisí pevnost zdiva v tlaku
- Jaký je rozdíl mezi návrhovou a předpisovou maltou
- Na jakých faktorech závisí únosnost zděného pilíře v tlaku
- Proč zavádíme při výpočtu únosnosti v tlaku zmenšující součinitel  $\Phi$
- Proč nestačí posoudit pouze místo pilíře s největší normálovou silou
- Jak lze zohlednit vliv výstřednosti u pilíře namáhaného momenty ve dvou směrech



## Co byste měli chápat

- Jak může být statický výpočet ovlivněn použitým řešením detailu návaznosti mezi svislou a vodorovnou nosnou konstrukcí
- Co znamená, že je styčnický zděný konstrukce netuhý, kdy taková situace nastává a jaké to má důsledky pro statický návrh konstrukce
- Jaké jsou principy zjednodušené a obecné metody posouzení suterénních stěn
- Význam pojmu „ortotropie“
- Jaký je princip statického působení přechodového podlaží ze zdiva

## Co byste měli chápat

- Na jakých faktorech závisí klenbový účinek zdiva uloženého na ŽB trámu
- Princip posouzení zdiva vystaveného soustředěnému zatížení
- Výhody a nevýhody prefabrikovaných zděných panelů