



# Zděné konstrukce

**Petr Bílý**

Katedra betonových a zděných konstrukcí  
Fakulta stavební ČVUT v Praze

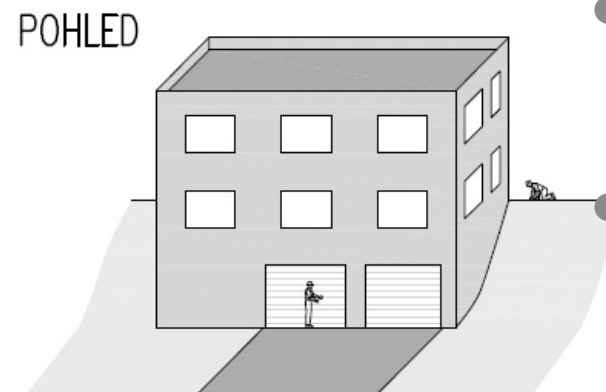
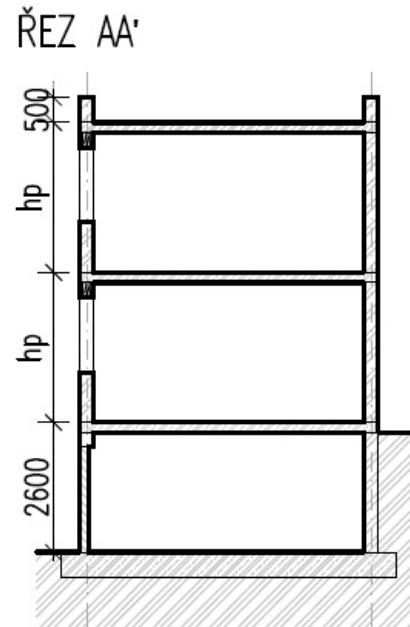
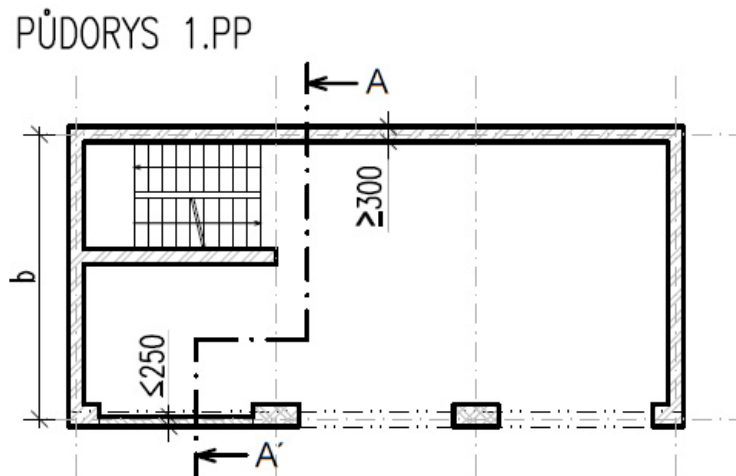
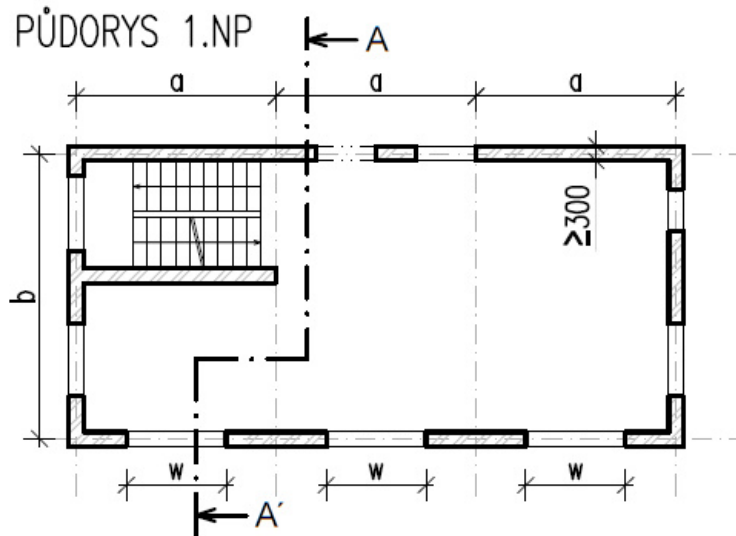
*Mé velké díky za poskytnutí rad a podkladů ke zpracování  
přednášky patří panu Ing. Pavlu Košatkovi, CSc.*

# Organizace předmětu

- Společné přednášky a cvičení
- Konzultace v B731
- Kontakt: [petr.bily@fsv.cvut.cz](mailto:petr.bily@fsv.cvut.cz)
- Zápočet za část ZDK:
  - Účast na hodinách
  - Kvalitně a včas vypracované cvičení
  - Úspěšné složení zápočtového testu



# Domácí cvičení



- Stropní kce
- Překlad
- Výkres skladby
- Pilíř
- Suterénní stěna
- Výplňové zdivo



# Literatura

- <http://people.fsv.cvut.cz/www/bilypet1/133BZKQ.htm>
- ČSN EN 1996-1-1: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce, ÚNMZ 2023
- FprEN 1996-3: Design of Masonry Structures – Part 3: Simplified calculation methods for unreinforced masonry structures. CEN/TC250, 2022
- 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 \*

\* Skripta zpracovaná podle 1. generace ČSN EN 1996. Oproti aktuálně platné normě obsahují dílčí odlišnosti (značení a hodnoty některých veličin, některé výpočetní vztahy), avšak vysvětlení principů navrhování je stále platné.



# 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
2022	84,2	1,2	14,1	0,5	74,2	24,4	0,2	1,2

Zdroj: Český statistický úřad

[people.fsv.cvut.cz/www/bilypet1](http://people.fsv.cvut.cz/www/bilypet1)





# Základy navrhování

# Program Eurokódů pro stavební konstrukce

- EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
- EN 1992 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí
- EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
- EN 1994 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobeton. konstrukcí
- EN 1995 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí
- **EN 1996 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí**
- EN 1997 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
- EN 1998 Eurokód 8: Navrhování kcí odolných proti zemětřesení
- EN 1999 Eurokód 9: Navrhování konstrukcí z hliníkových slitin



## Eurokód 6 zahrnuje

- ČSN EN 1996-1-1: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
- ČSN EN 1996-1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru.
- ČSN EN 1996-2: Navrhování zděných konstrukcí – Část 2: Volba materiálů, konstruování a provádění zdiva
- ČSN EN 1996-3: Navrhování zděných konstrukcí – Část 3: Zjednodušené metody výpočtu nevyztužených zděných konstrukcí





# Princip návrhu zděných konstrukcí

- Dílčí součinitele spolehlivosti  $\gamma_M$  podle Národní přílohy normy ČSN EN 1996-1-1

Zdicí prvky kategorie I na návrhovou maltu	2,0 (2,5/2,2)
Zdicí prvky kategorie I na předpisovou maltu	2,2 (2,7/2,5)
Zdivo vyzdžené ze zdicích prvků kategorie II	2,5 (3,0/2,7)
Kotvení výztuže	2,2
Betonářská a předpínací výztuž	1,15

- Hodnoty v závorce platí pro zdivo z porobet. prvků na lehkou maltu/maltu pro tenké spáry



# Princip návrhu zděných konstrukcí

- Při ověřování spolehlivosti zděných konstrukcí v tlaku se obvykle vystačí s návrhem podle MSÚ.
- MSP u ohýbaných prvků kontrolujeme zpravidla jen pomocí mezních štíhlostí.





# Stropní konstrukce

*V prezentaci jsou pro ilustraci obecných principů použity obrázky z katalogů společností HELUZ a Wienerberger.*

*Detaily jiných výrobců se mohou lišit.*

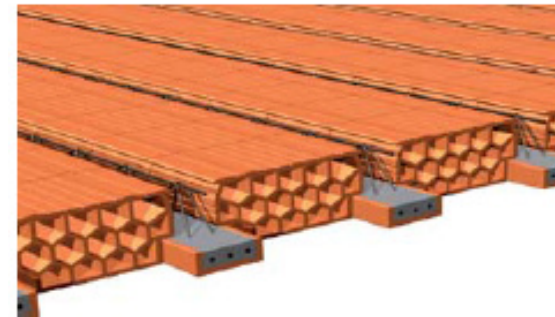
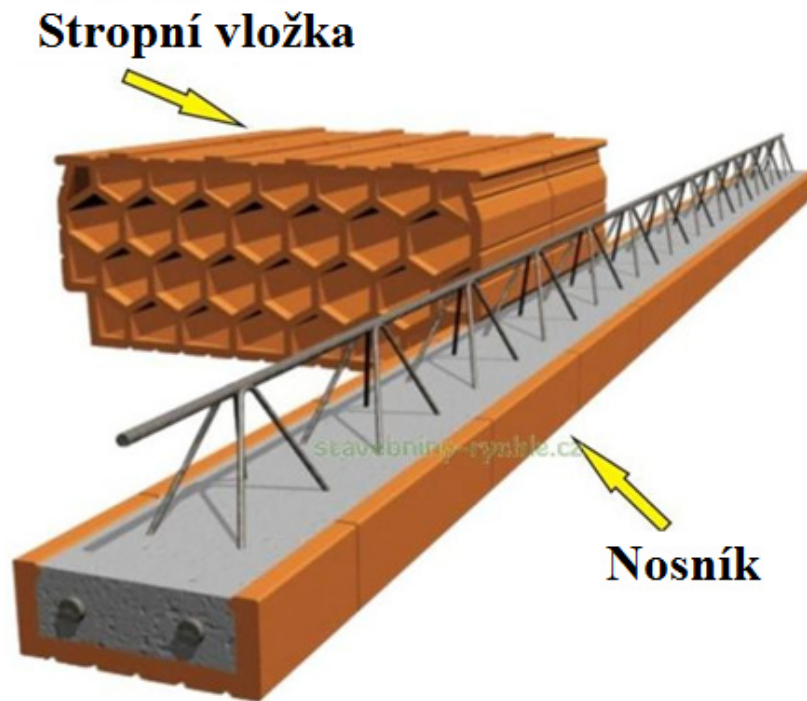
*Vždy je nutno nastudovat podklady konkrétního výrobce!!!*

# Hlavní typy stropních konstrukcí zděných staveb

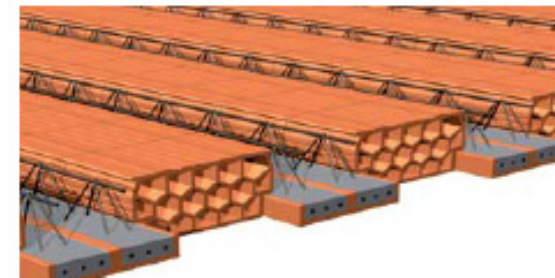
- Dřevěné trémové – typické u historických staveb
- Železobetonové – typické u rozsáhlejších staveb
- **Vložkové stropy** – lehké prvky, jednoduchá manipulace X pracnost => výhodné pro menší stavby. **Světlý rozpon až 8 m.**
- Keramické panely – alternativa vložkových stropů; rychlá výstavba X náročnější manipulace



# Vložkové stropy



Jednoduchý nosník



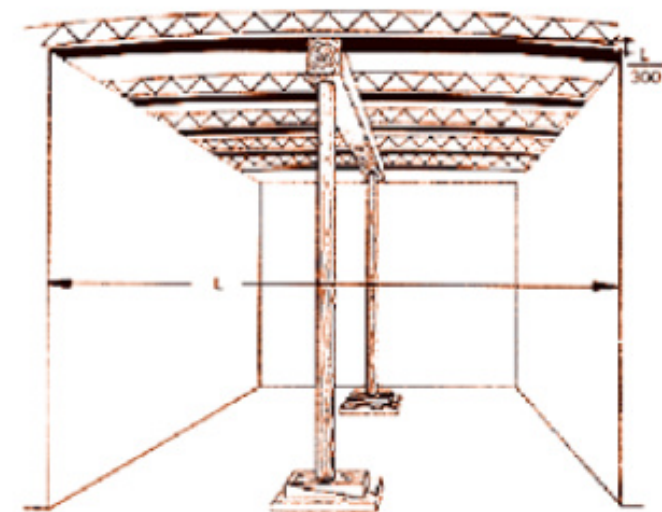
Zdvojený nosník

- Nosníky – čistý ŽB, popř. keramická forma. Prostorová výztuž. Zdvojené – na vyšší zatížení.
- Vložky – keramika, beton, porobeton



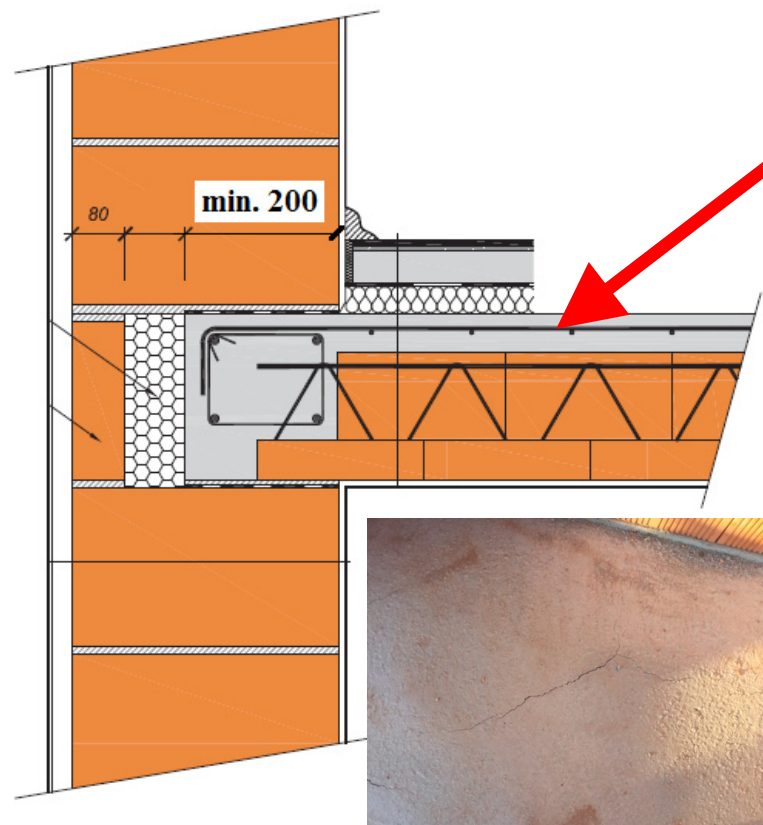
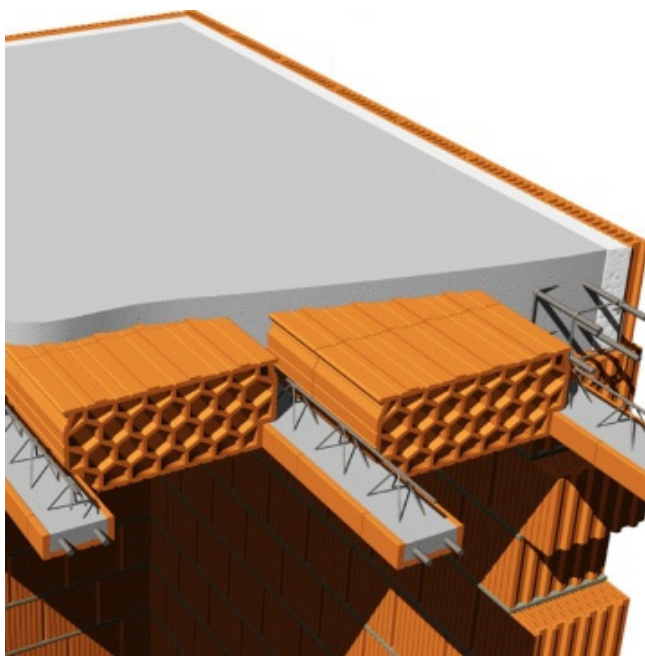
# Vložkové stropy

- Uložení nosníků na stěnu – dodržet minimální délku uložení, způsob podepření, popř. i min. nadvýšení dané výrobcem!



# Vložkové stropy

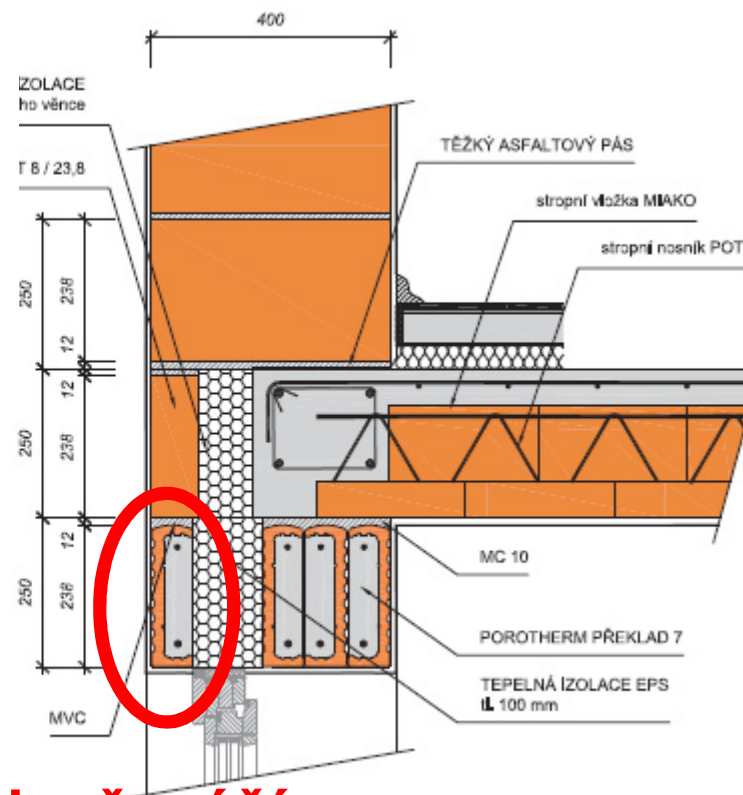
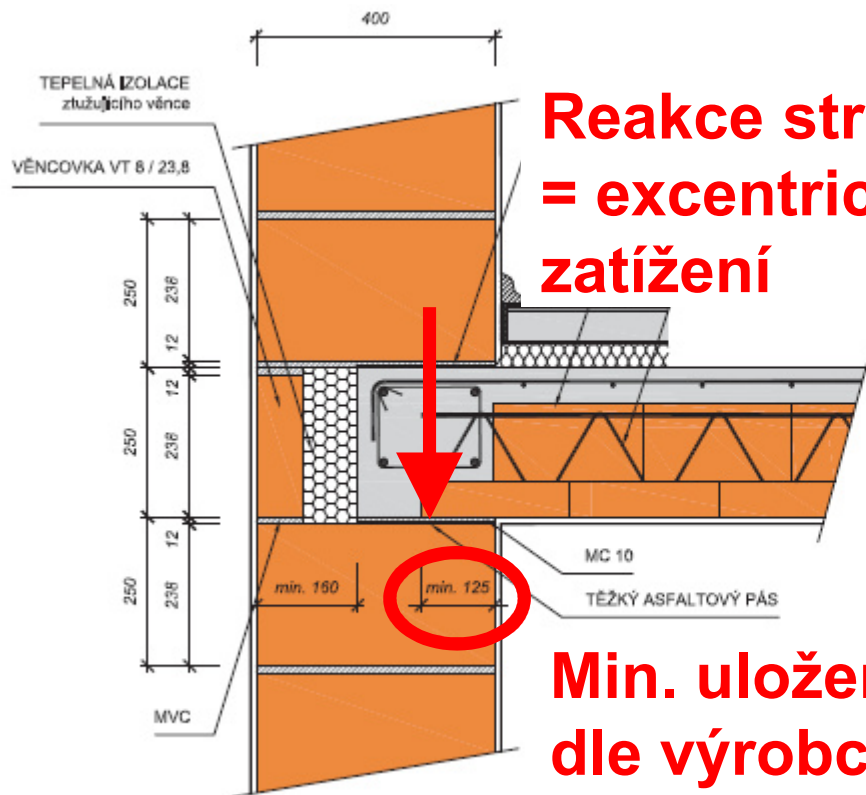
- Zmonolitnění konstrukce – dodržet min. výšku nabetonávky a třídu betonu danou výrobcem!
- Dodržet minimální rozměry ztužujícího věnce!



**ČSN EN  
15037-1:  
Nabetonávka  
má být spojitě  
vyztužena sítí  
plně  
zakotvenou v  
podporách.  
Plocha min.  
50 mm<sup>2</sup>/m, tj.  
např. KARI  
4/200-4/200**

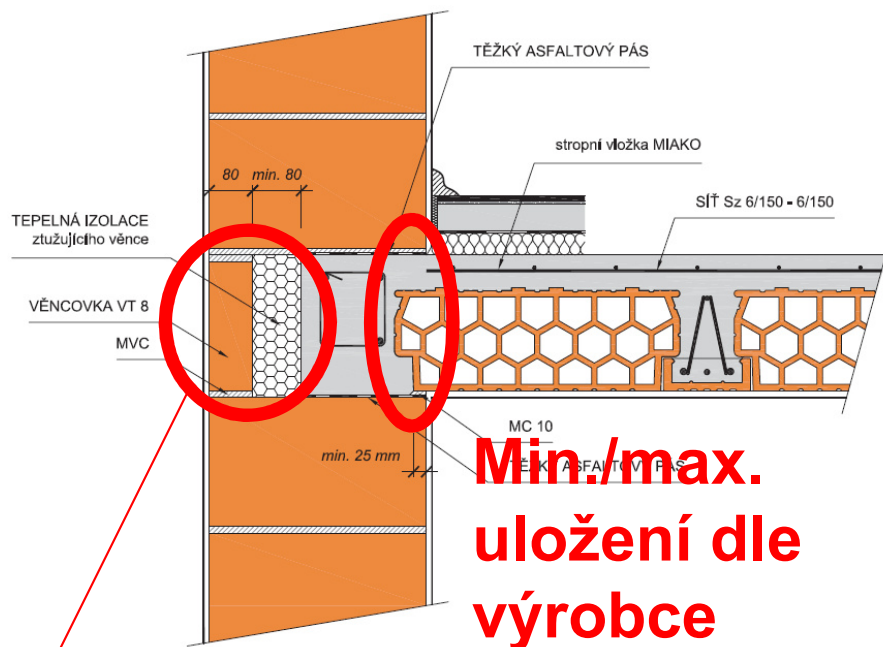


# Vložkové stropy – detaily uložení





# Vložkové stropy – detaily uložení

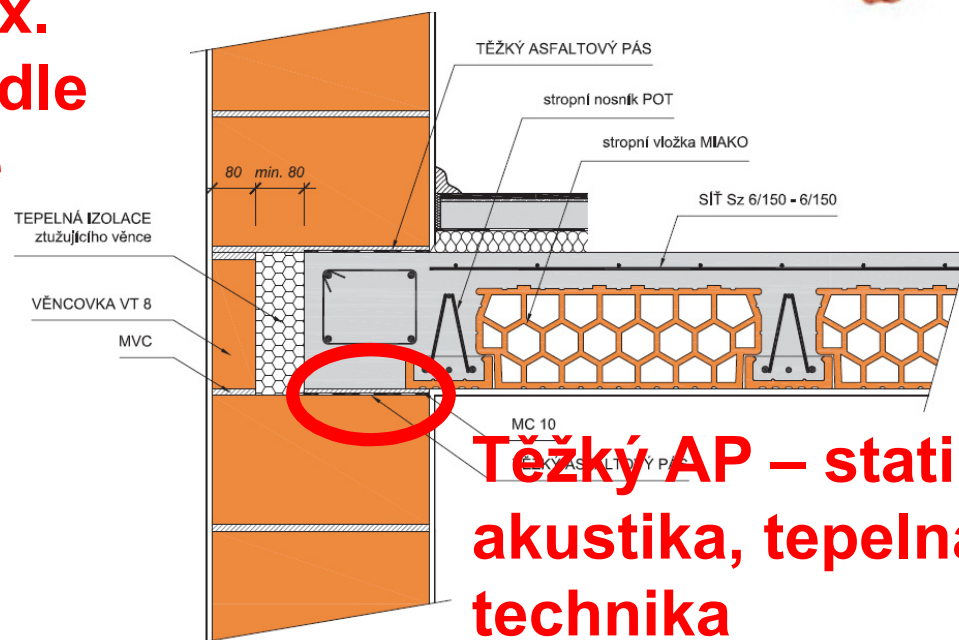
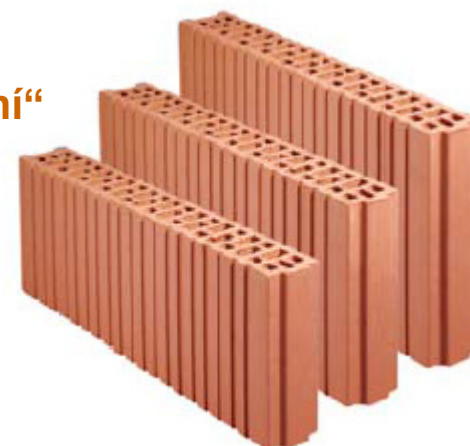


**Bez věncovky  
přesah zdiva  
max. 1/6t**

**Min./max.  
uložení dle  
výrobce**

## Věncovky

- „Ztracené bednění“
- Eliminace tepelných mostů
- Podklad pro omítku

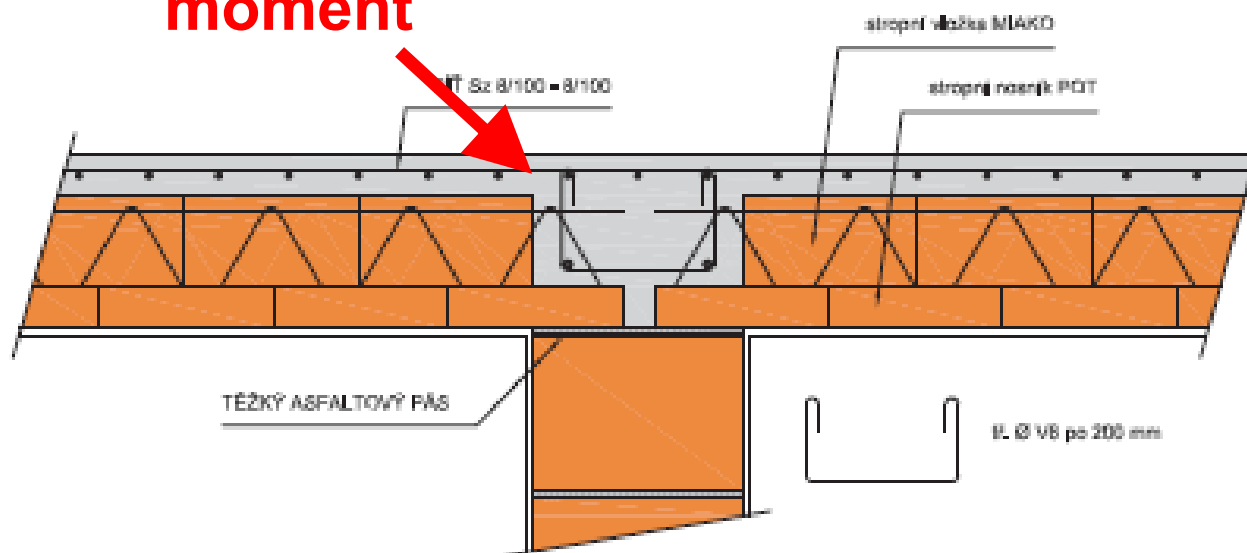


**Těžký AP – statika,  
akustika, tepelná  
technika**

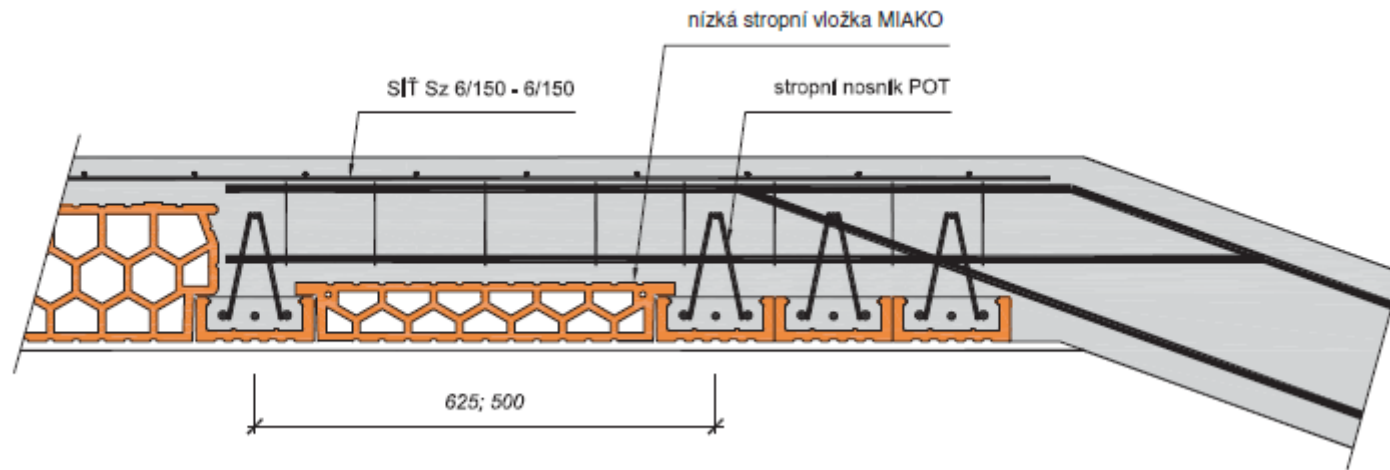


# Vložkové stropy – vnitřní podpora

**Výztuž na  
záporný  
moment**

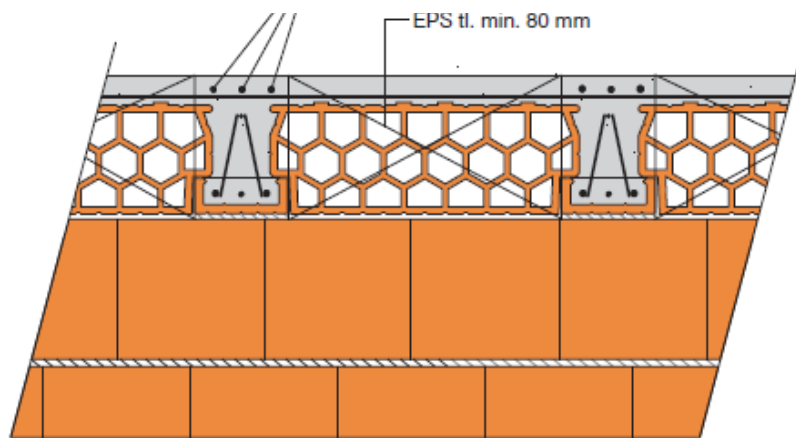
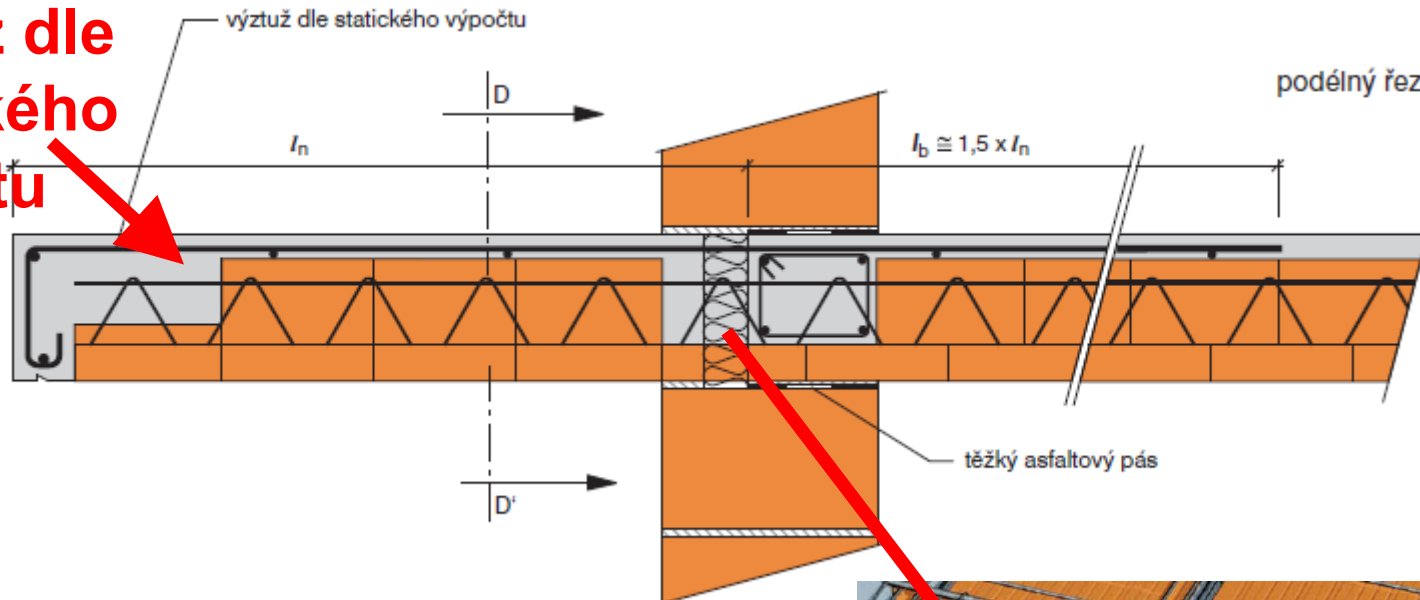


# Vložkové stropy – podepření schodiště, konzola

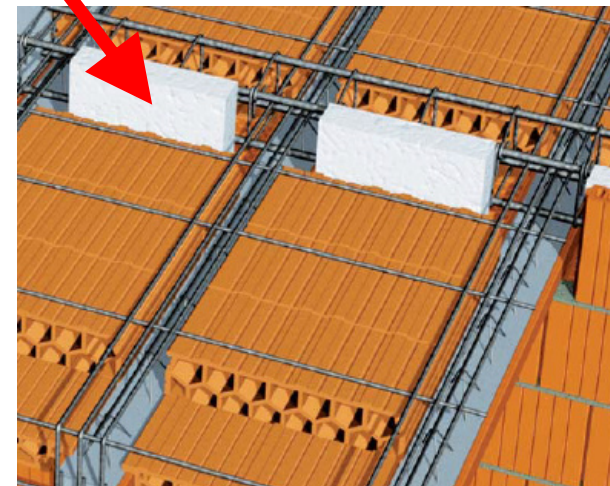


# Vložkové stropy – balkonová konzola

**Výztuž dle statického výpočtu**

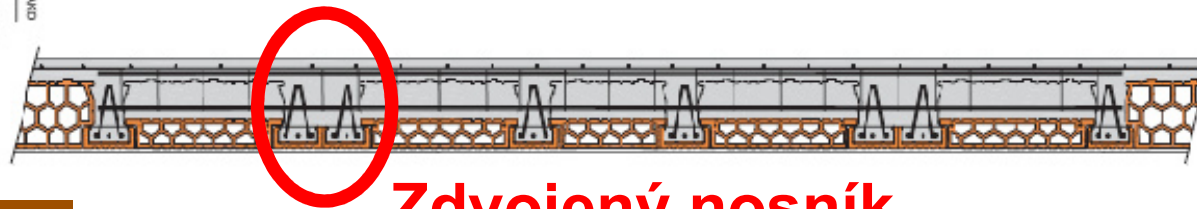
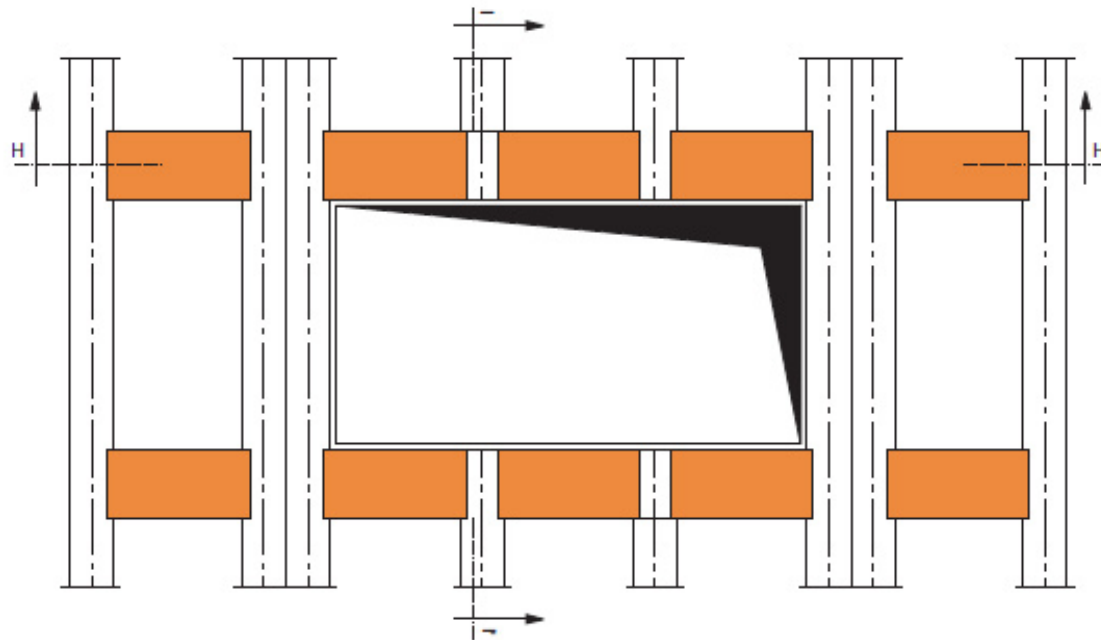
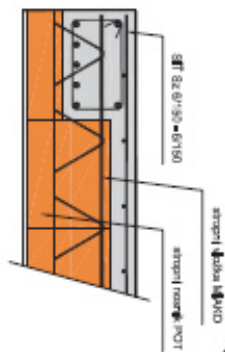
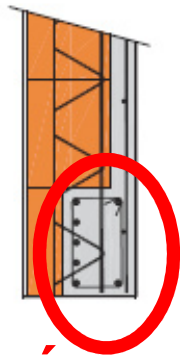


příčný řez D - D'



# Vložkové stropy – prostupy

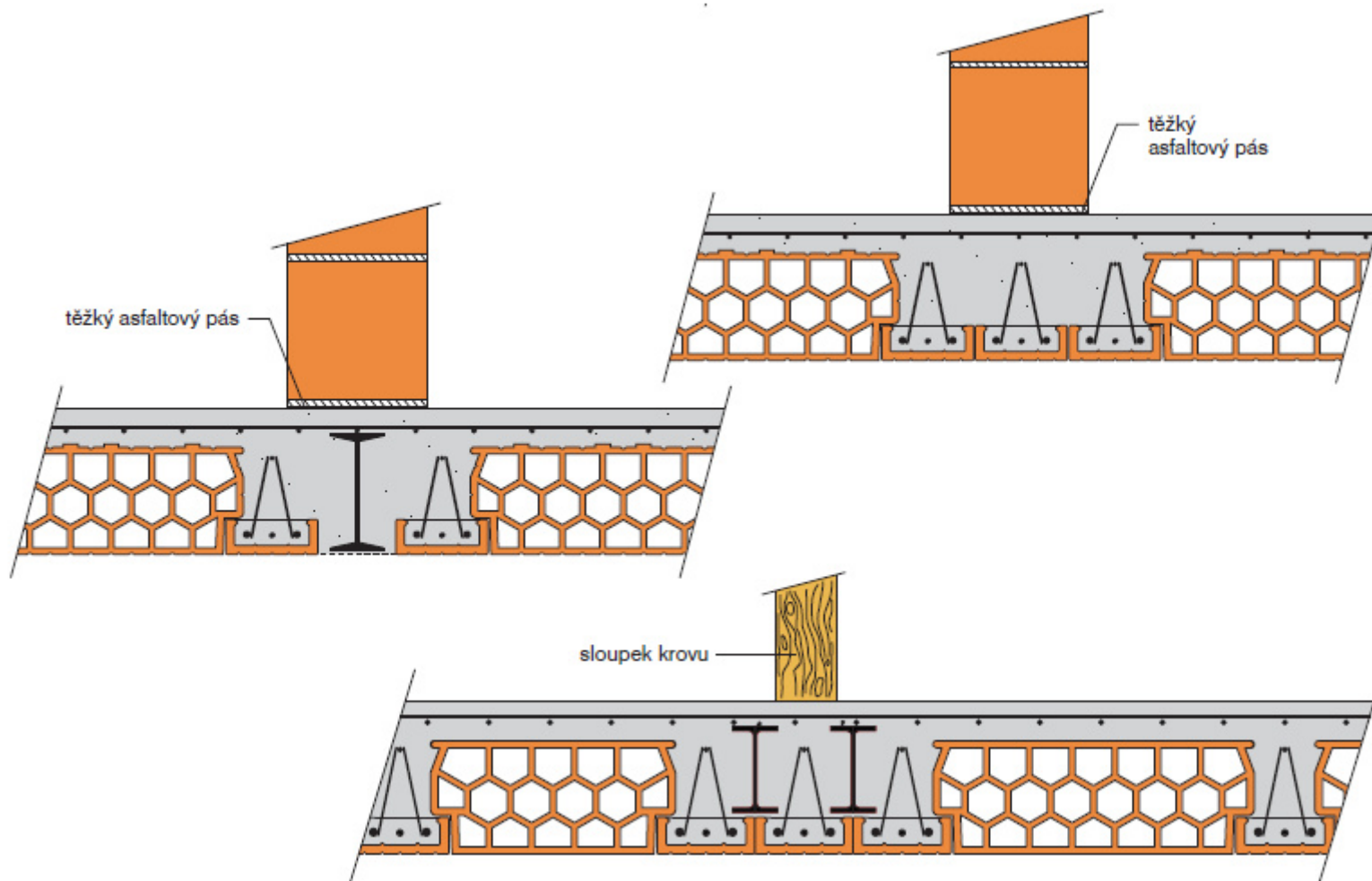
Trámová  
výměna



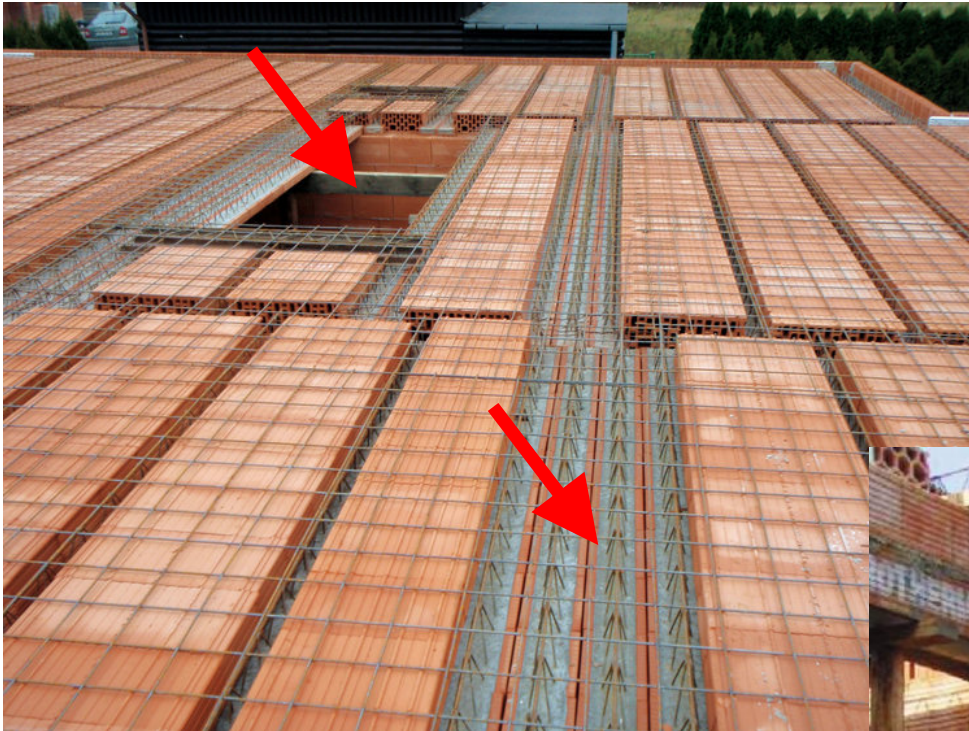
Zdvojený nosník

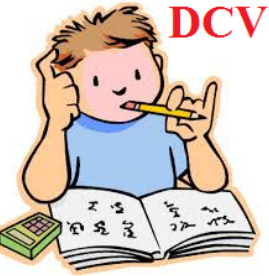


# Vložkové stropy – těžké příčky, opření krovu



# Vložkové stropy





# Vložkové stropy – návrh

- Typické konstrukce při dodržení pokynů výrobce – tabulky

Únosnost stropu pro osovou vzdálenost nosníků **500 mm** a beton C 20/25, C 25/30

Délka nosníku [mm]	Světlé rozpětí [mm]	Výztuž trámečku průměr	MIAKO 15/50 PTH, h=210				MIAKO 19/50 PTH, h=250				MIAKO 23/50 PTH, h=290			
			beton C 20/25		beton C 25/30		beton C 20/25		beton C 25/30		beton C 20/25		beton C 25/30	
			$g_{rd}$	$g_k$	$g_{rd}$	$g_k$	$g_{rd}$	$g_k$	$g_{rd}$	$g_k$	$g_{rd}$	$g_k$	$g_{rd}$	$g_k$
1750	1500	2 ∅ 8	19,71	19,71	21,52	21,52	22,28	22,28	24,32	24,32	23,74	23,74	25,93	25,93
2000	1750	2 ∅ 8	16,59	16,59	18,15	18,15	18,77	18,77	20,53	20,53	19,96	19,96	21,85	21,85
2250	2000	2 ∅ 8	14,20	14,20	15,59	15,59	16,09	16,09	17,64	17,64	17,08	17,08	18,75	18,75
2500	2250	2 ∅ 8	12,32	12,32	13,56	13,56	13,97	13,97	15,36	15,36	14,08	14,08	16,30	16,30
2750	2500	2 ∅ 8	10,79	10,79	11,91	11,91	12,25	12,25	13,51	13,51	12,95	12,95	14,31	14,31
3000	2750	2 ∅ 10	11,58	11,58	12,76	12,76	13,17	13,17	14,50	14,50	13,95	13,95	15,38	15,38
3250	3000	2 ∅ 10	10,36	10,36	11,45	11,45	11,80	11,80	13,02	13,02	12,47	12,47	13,79	13,79

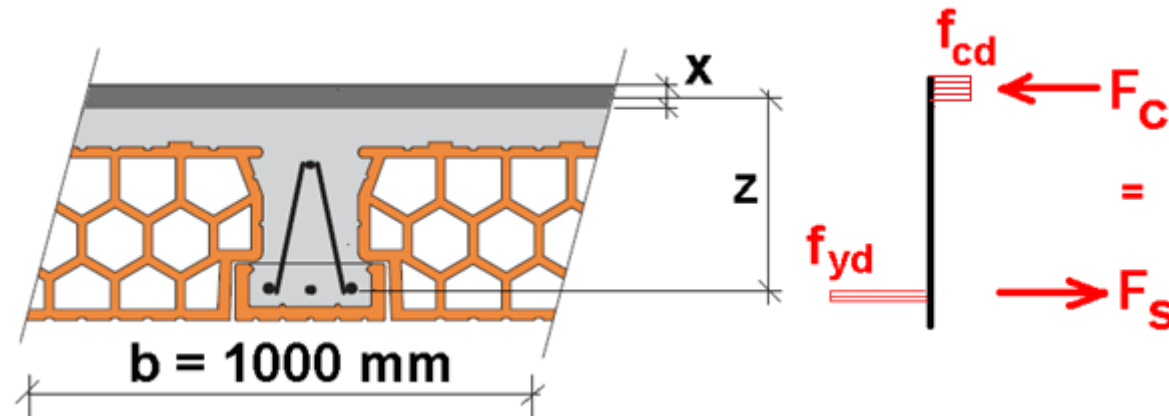
- Odhad tloušťky z empirie –  $(1/25 - 1/20)L$





# Vložkové stropy – návrh

- Speciální detaily, odchylky od pokynů výrobce – **podrobná analýza** – jako plná ŽB deska (viz NNK). Vložkový strop působí jako žebrový ŽB strop.

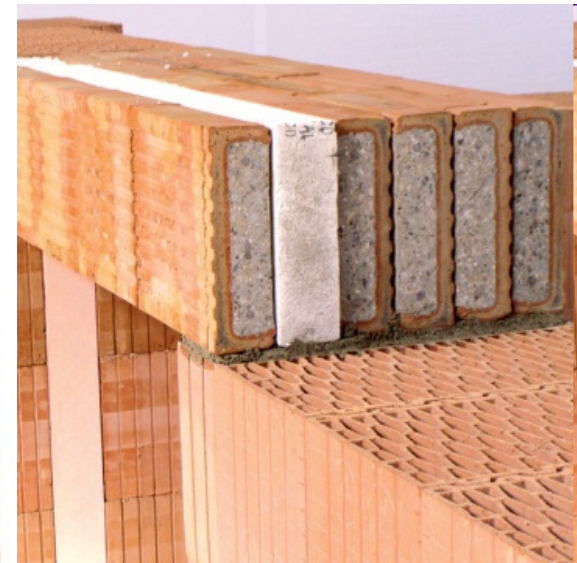




# Překlady

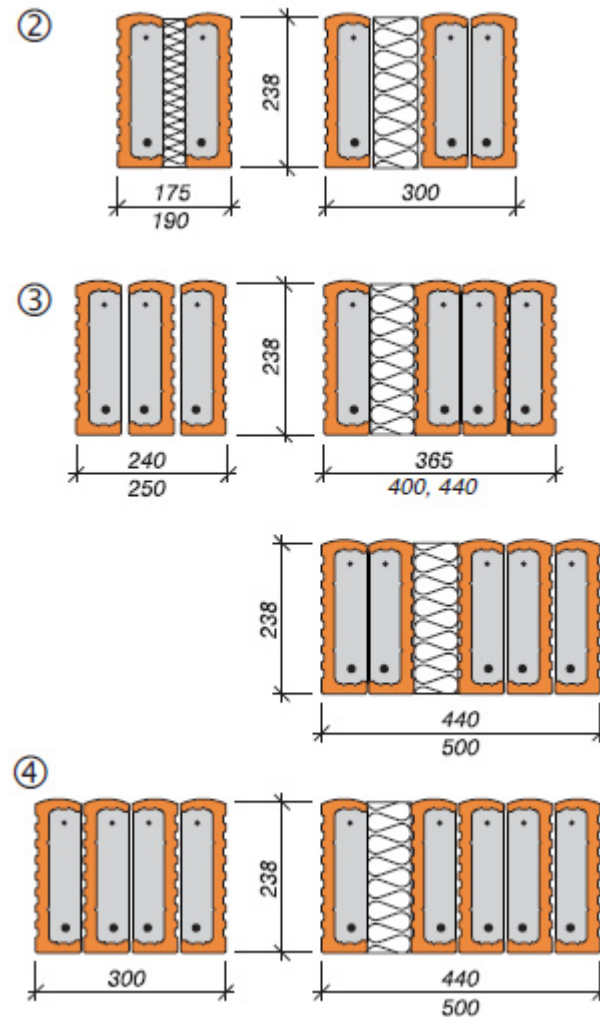
# Překlady

- Prvky sloužící k překlenutí otvorů ve stěnách
- Prefabrikáty (keramické, ŽB, vyztužený porobeton) nebo monolitické (větší rozpory a zatížení)



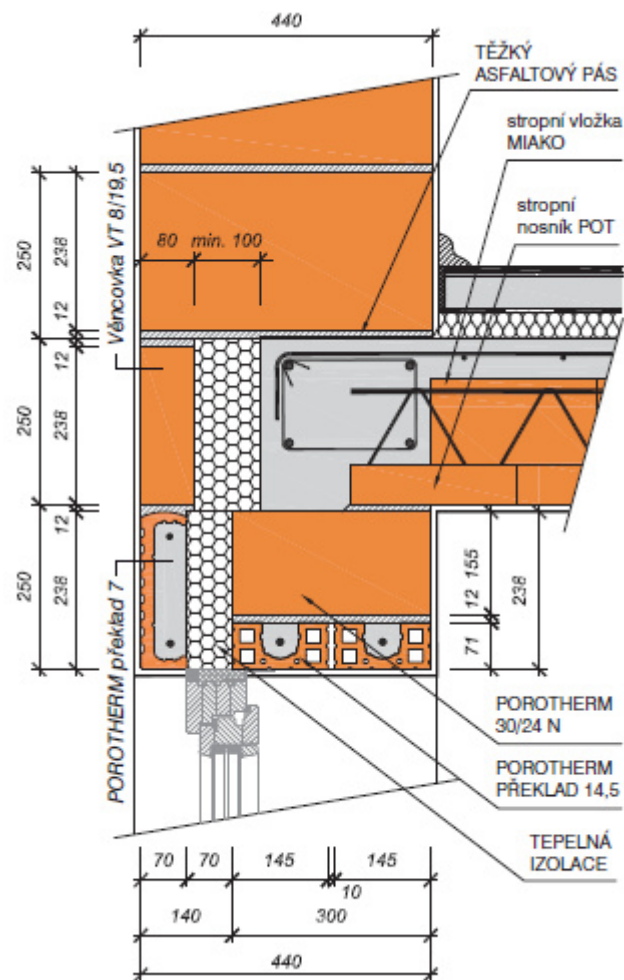
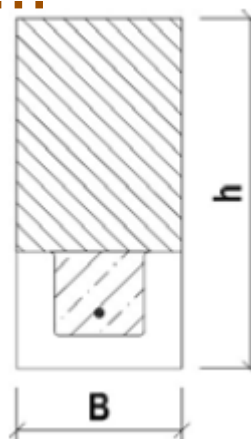
# Klasické prefa překlady (keramické, ŽB, PoroB)

- Zabudovávají se ve skupinách podle tloušťky zdiva.
- *Překlady obecně:* Dodržet minimální uložení na stěnu, ukládat vždy do maltového lože tl. min. 10 mm



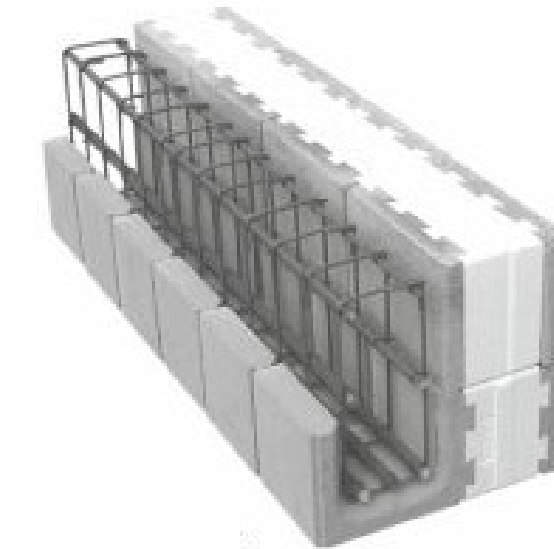
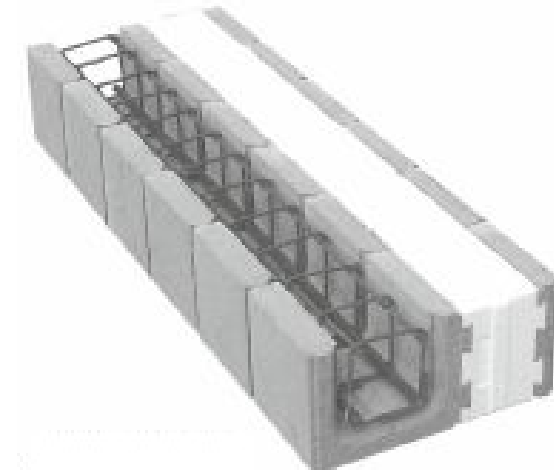
# Ploché překlady

- Nejsou nosné samy o sobě
- Nutno spřáhnout s tlakovou zónou (nadbetonávka, nadezdívka)
- Za účinnou tlakovou zónu nelze považovat zdivo nad stropní konstrukcí!!!



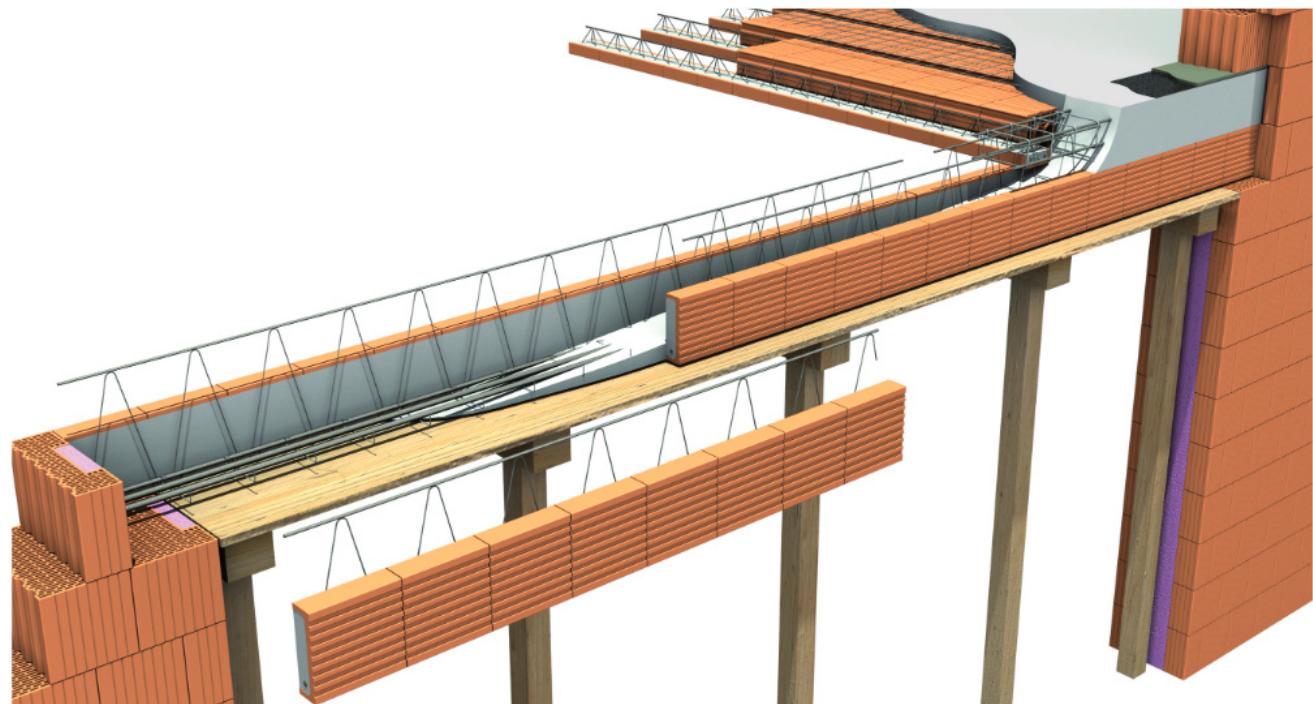
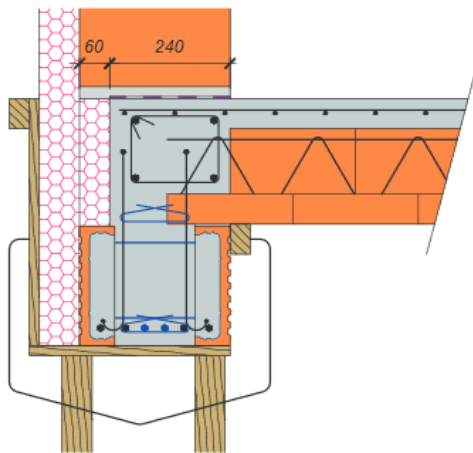
# Skládané překlady

- Nejsou nosné samy o sobě
- „Ztracené bednění“ – vyváže se výztuž, kce se zmonolitní
- Lze dosáhnout velmi vysoké únosnosti



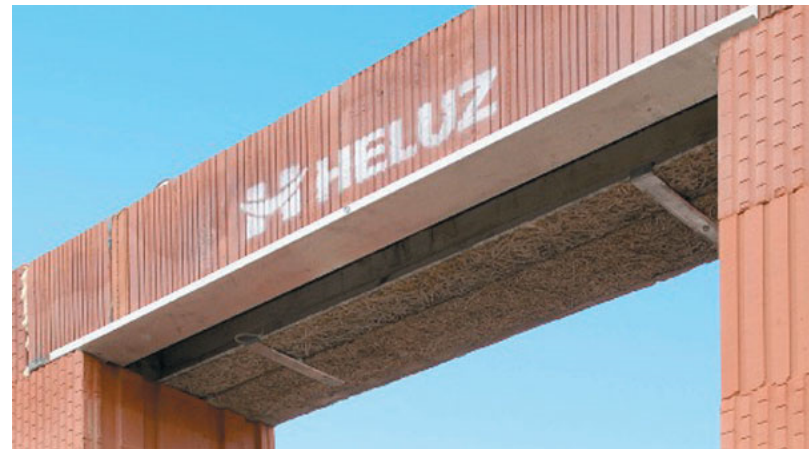
# Skládané keramické překlady

- Nejsou nosné samy o sobě
- „Ztracené bednění“ –  
vyváže se výztuž, kce se  
zmonolitní

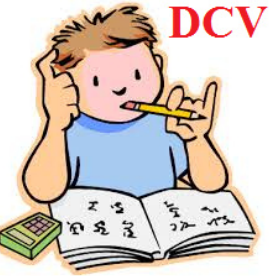


# Roletové překlady

- Jsou nosné samy o sobě
- Zabudování roletových/žaluziových prvků přímo do konstrukce
- Zabudovaný tepelně izolační prvek







# Návrh překladů

- Tabulky výrobců

Délka mm	Uložení mm	Světlost mm	$Q_u$ kN	$M_u$ kNm	Zatížení $q_d$ ①	Zatížení - kombinace překladů		
						$q_d$ ②	$q_d$ ③	$q_d$ ④
1000	125	750	14,7	1,62	16,7	33,5	50,3	67,0
1250		1000	14,5	3,06	19,2	38,4	57,6	76,8
1500		1250	14,5	3,06	12,7	25,4	38,1	50,8
1750		1500	14,4	4,84	14,4	28,8	43,2	57,6
2000	200	1600	14,3	4,84	12,7	25,5	38,2	50,9
2250		1850	14,2	5,81	11,6	23,2	34,9	46,5
2500	250	2000	14,2	5,81	10,0	20,0	30,0	40,0
2750		2250	14,2	7,83	10,1	20,3	30,4	40,6
3000		2500	14,2	7,83	7,6	15,2	22,9	30,5
3250		2750	14,2	7,83	5,7	11,4	17,1	22,8
3500		3000	14,2	7,83	4,3	8,7	13,0	17,3

- DCV: Skica řezu a pohledu na okenní nadpraží
- Pozor, které překlady skutečně přenášejí reakci od stropu!

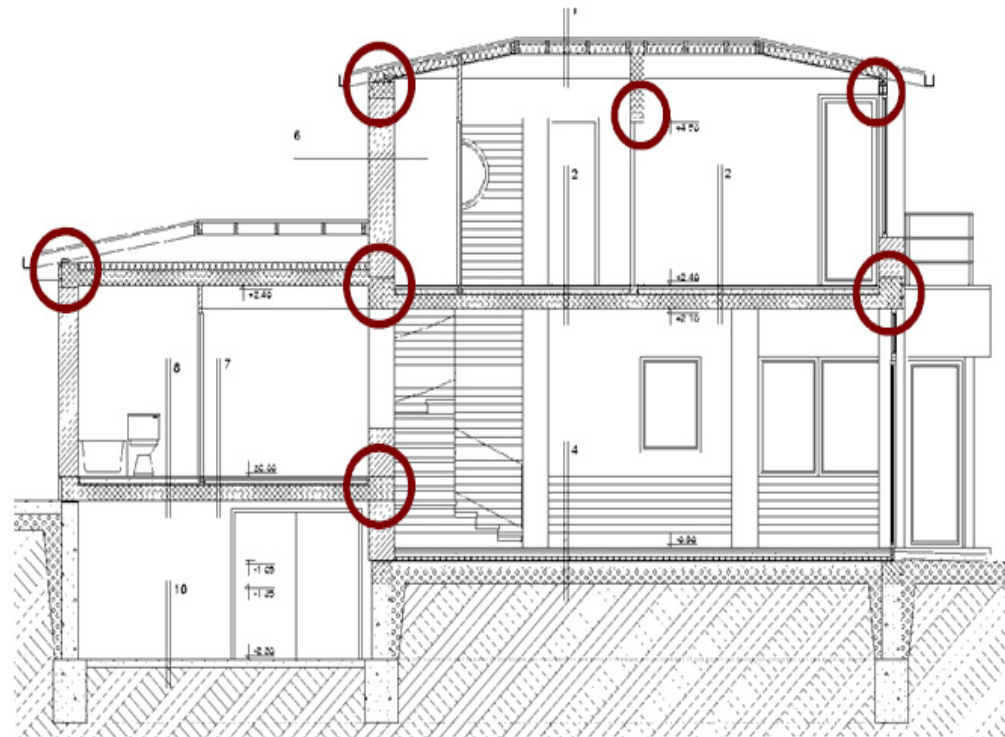




# Ztužující věnce

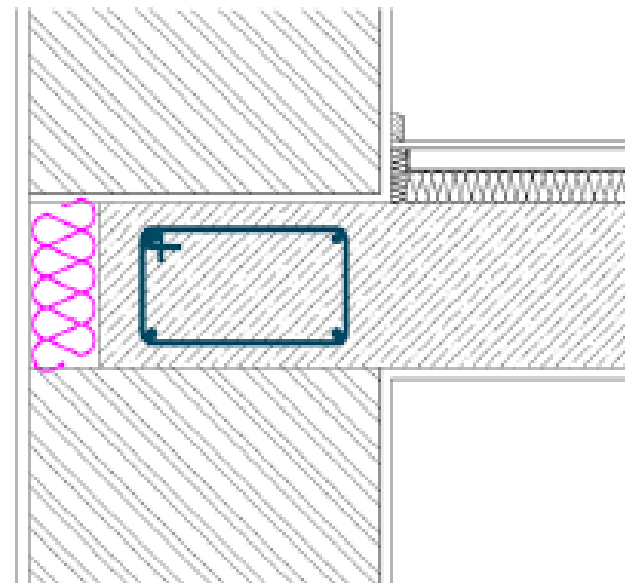
# Ztužující věnce – funkce

- Ztužení budovy ve vodorovném směru (propojení stropní kce s nosnými zdmi)
- Roznášení osamělých břemen (nosníky, krov, pilíře)
- Zachycení tahových sil (nerovnoměrné sedání aj.)
- Zmonolitnění prvkové stropní konstrukce

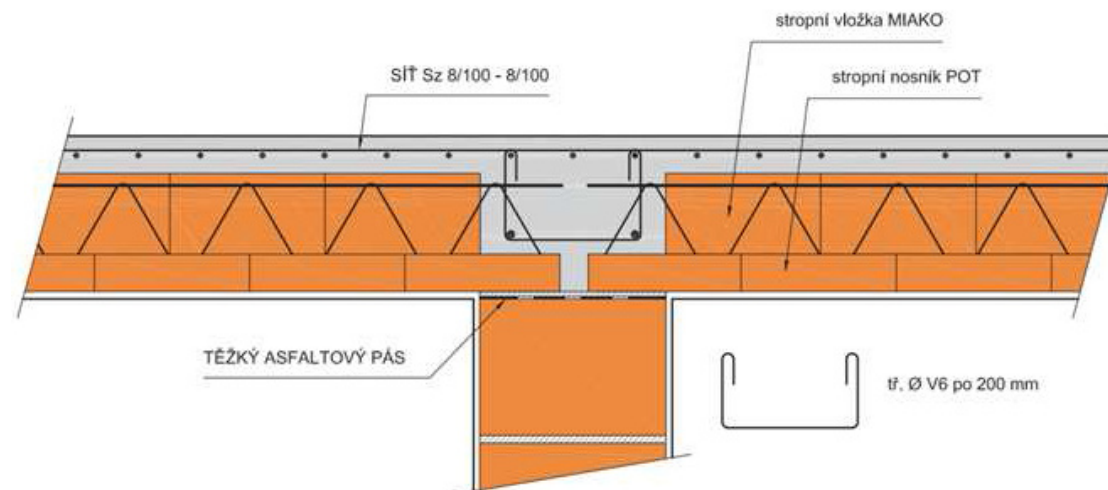
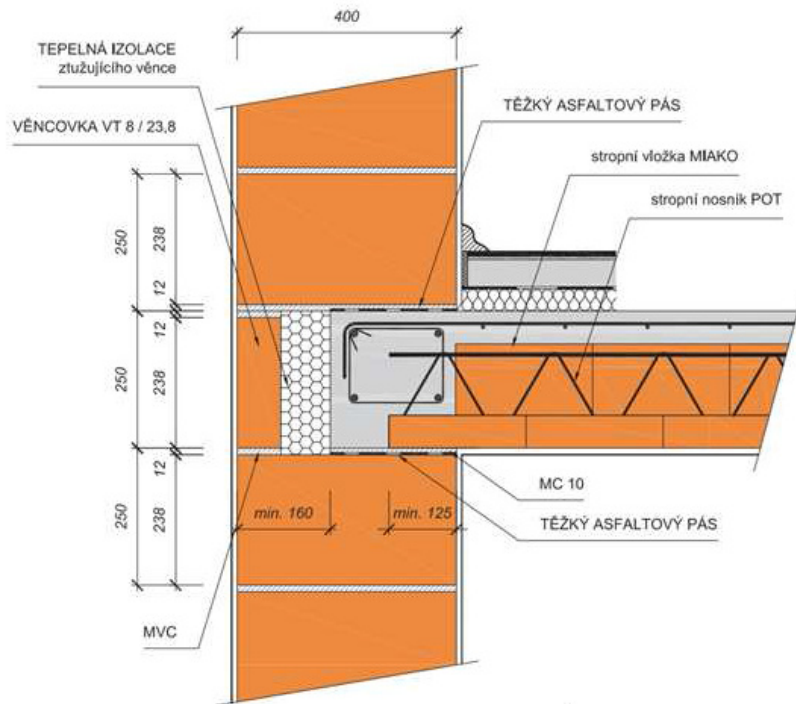


# Ztužující věnce – konstrukční zásady

- Na všech nosných a ztužujících stěnách v úrovni stropní kce
- U šikmých střech pod pozednicí
- Návrh na přenos tahové síly min. 50 kN
- Výztuž min. 4x Ø10 + třmínky
- Účinný rozměr min. 150 (lépe 200) x 200 mm
- Izolovat – tepelný most



# Ztužující věnce u keramických stropů



# Bez věnce to raději nezkoušejte!

- Chybějící věnec + sednutí základu



# Bez věnce to raději nezkoušejte!

- Chybějící věnec + podkopání základu



# Bez věnce to raději nezkoušejte!

- Chybějící věnec + blesková povodeň





# Bez věnce to raději nezkoušejte!

- Chybějící věnec +  
vodorovná síla od krovu



# Bez věnce to raději nezkoušejte!

- Zásah do základů při rekonstrukci



# Bez věnce to raději nezkoušejte!

- Neaktivovaná ocelová táhla + obkopání základu kvůli hydroizolaci + déšť



# Bez věnce to raději nezkoušejte!

- Věnc pod pozednicí nesvázaný s příčnou stěnou





# Výkresy skladby

## Co je výkres skladby?

- Zobrazuje stropní konstrukci a svislé nosné konstrukce
- Jde o **pohled shora na vyskládanou stropní konstrukci**
- V každém směru alespoň jeden **sklopený řez** (obecně tolik, aby byly zobrazeny všechny potřebné detaily)
- Obvykle na části půdorysu **detailně rozkreslena skladba** jednotlivých prvků, na zbytku stačí definovat polohu os nosníků

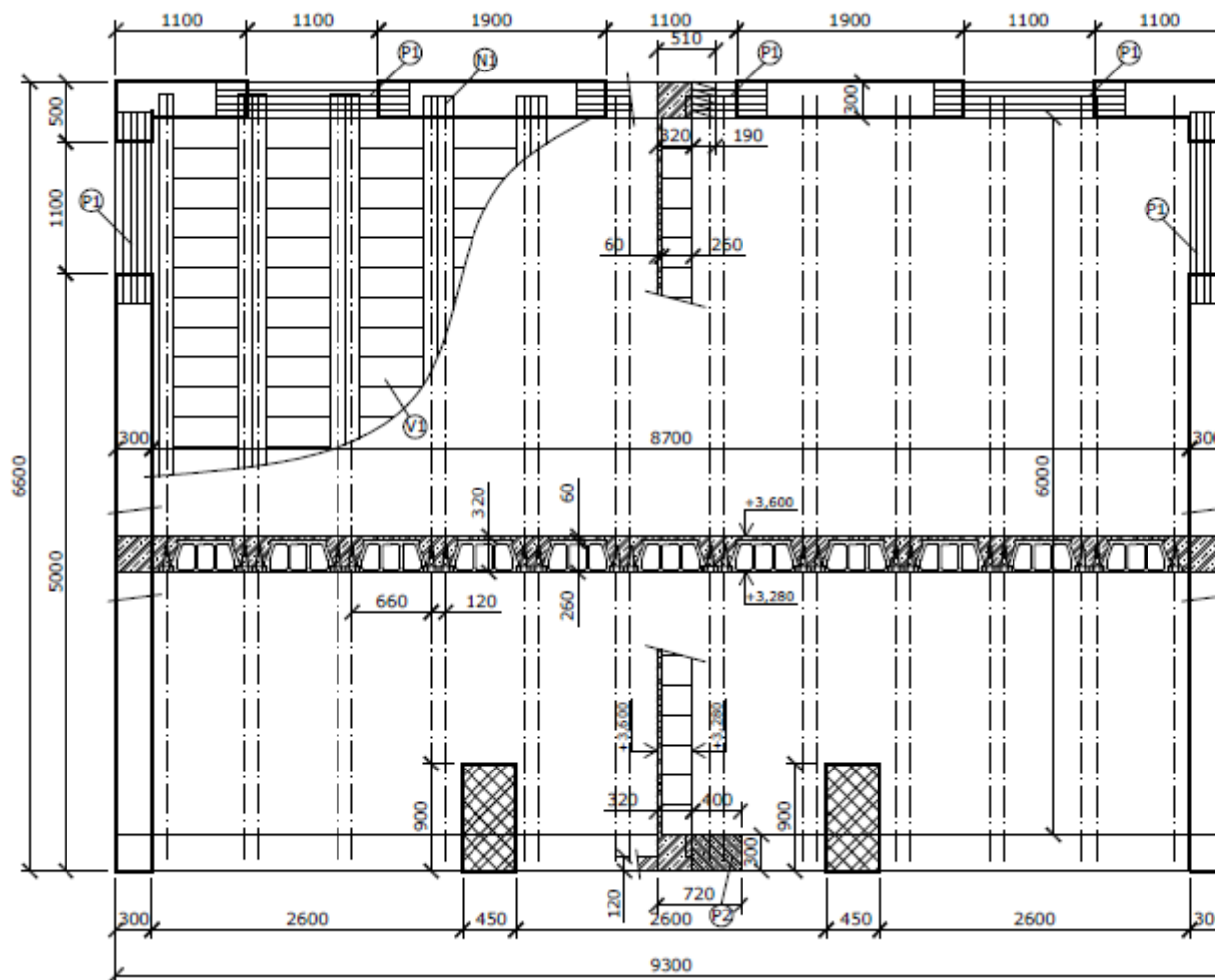


# Zásady výkresu skladby

- Čáry:
  - Pohled shora na prvky stropní konstrukce tence plně
  - Nosné svislé konstrukce tlustě plně
  - Sklopené řezy tence plně
  - Osy nosníků tence čerchovaně
- Popis překladů, vložek a nosníků – přímo k prvku nebo označení v bublině + legenda
- Legenda materiálů: Zdivo = zdící prvky + malta
- Co je vidět zvenku, kótovat zvenku



# Vzor výkresu skladby



## LEGENDA

-  BETON TŘÍDY C20/25
-  ZDIVO Z CIHEL BS KLATOVY CV-B P15 (290/140/65) NA MC10
-  ZDIVO Z CIHEL BS KLATOVY TN30 AKU P10 (400/300/190) NA MCS
-  ZDIVO Z CIHEL BS KLATOVY TP 12-B P3 (500/120/190) NA MCS
-  P1 PŘEKLAD PŘ-60/190/1600, L=1600 mm, ULOŽENÍ 250 mm (25 ks)
-  P2 PŘEKLAD MONOLITICKÝ 300/400, L=9300 mm
-  N NOSNÍK ST-S22=640/1400, L=6400 mm, ULOŽENÍ 200 mm (24 ks)
-  V1 STROPNÍ VLOŽKA SV-M26 (264 ks)

## POZNÁMKY

- V SOULADU S ČSN EN 15037-1 BUDE V CELÉ PLOŠE DO NADBETONÁVKY PŘI HORNĚM LÍCI VLOŽENA VÝZTUŽNÁ KARI SÍŤ Ø4 à 150 mm / Ø4 à 150 mm
- MUSÍ BÝT DODRŽENA MINIMÁLNÍ HODNOTA KRYCÍ VRSTVY VÝZTUŽE STANOVENÁ PODLE ČSN EN 1992-1-1
- PŘI PROVÁDĚNÍ MUSÍ BÝT DODRŽENY POKYNY PRO MONTÁŽNÍ PODEPŘENÍ A MINIMÁLNÍ NADVÝŠENÍ NOSNÍKŮ PODLE POKYNOVÝCH VÝROBCE
- NEJLÍNĚJŠÍ SOUČÁSTI TOHOTO VÝKRESU JSOU VÝKRESY DETAILŮ A STATICKÝ VÝPOČET

VÝKRES SLOUŽÍ POUZE JAKO FORMÁLNÍ VZOR ZPRACOVÁNÍ VÝKRESU SKLADBY PRO STUDENTY

VÝKRESY STUDENTŮ BUDOU OBSAHOVAT VŠE, CO TENTO VZOR (VČETNĚ POZNÁMEK), JINAK NEBUDOU SCHVÁLENY!!!

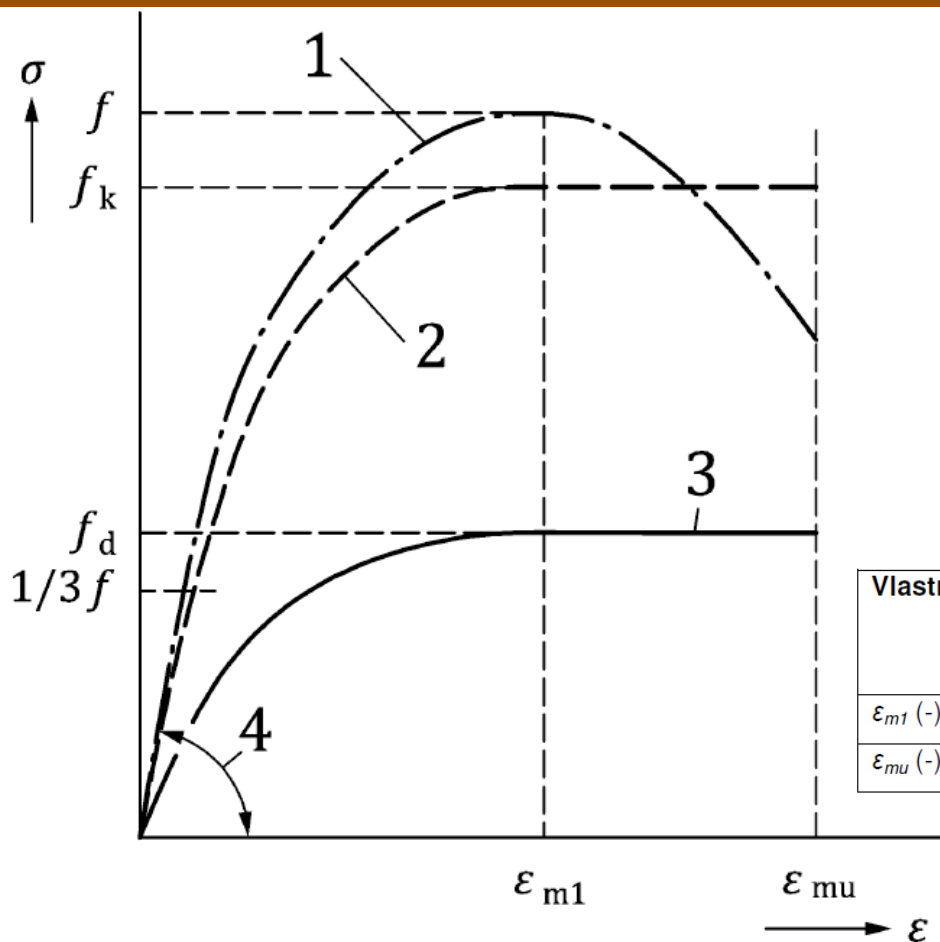






# Zdivo: Materiály, vlastnosti

# Pracovní diagram zdiva pro namáhání v tlaku



## Legenda

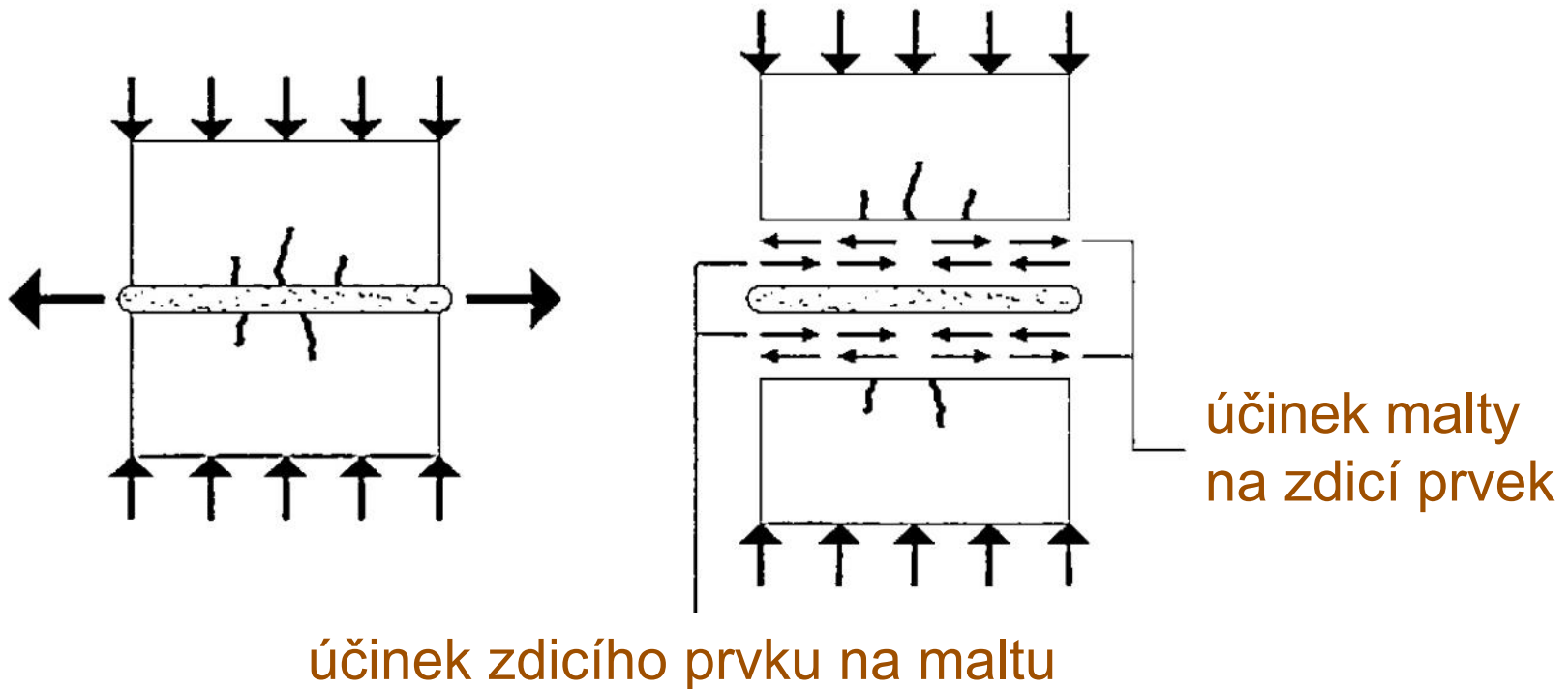
- 1) typický, skutečný průběh
- 2) idealizovaný diagram (parabolicko-obdélníkový)
- 3) návrhový diagram
- 4)  $\arctg(E)$

Vlastnost	Zdicí prvky Skupiny 1 jiné než z betonu s lehkým kamenivem a z autoklávaného pórobetonu	Ostatní zdicí prvky
$\epsilon_{m1}$ (-)	0,002	0,001 75
$\epsilon_{mu}$ (-)	0,003 5	0,002



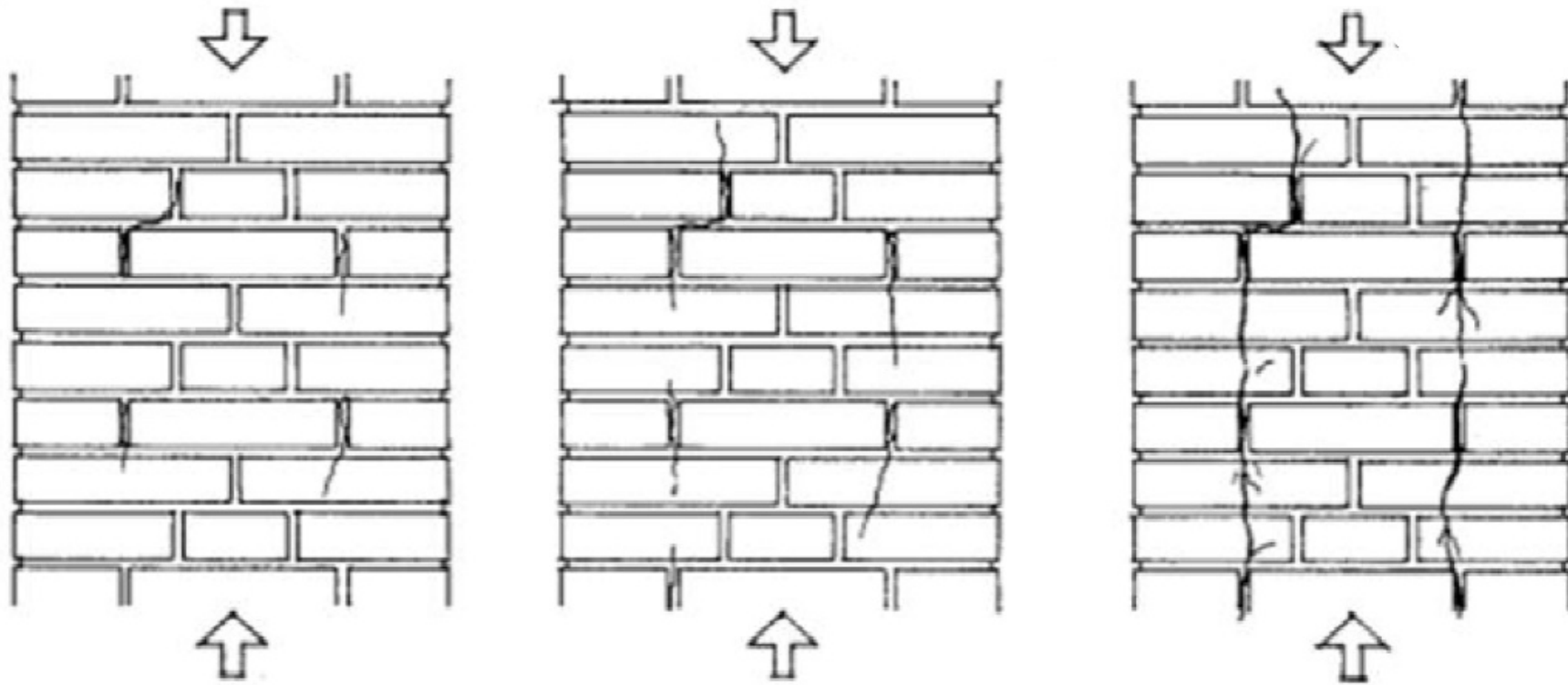
# ZDIVO = ZDICÍ PRVKY + MALTA

- Chování zdicích prvků a malty v tlačené stěně (pilíři)



# ZDIVO = ZDICÍ PRVKY + MALTA

- Způsob porušení tlačené stěny (pilíře)



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

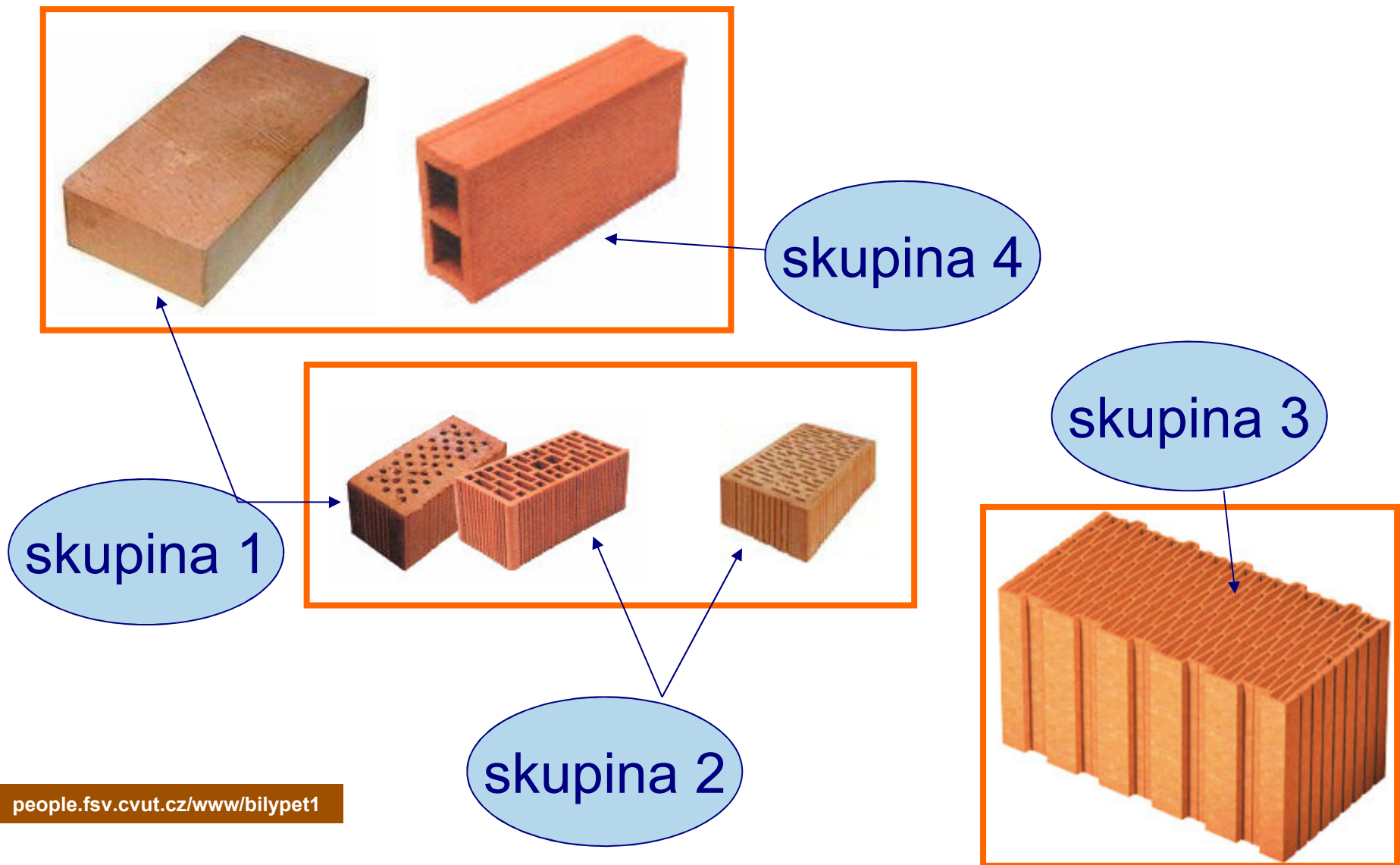


# ZDIVO = ZDICÍ PRVKY + MALTA

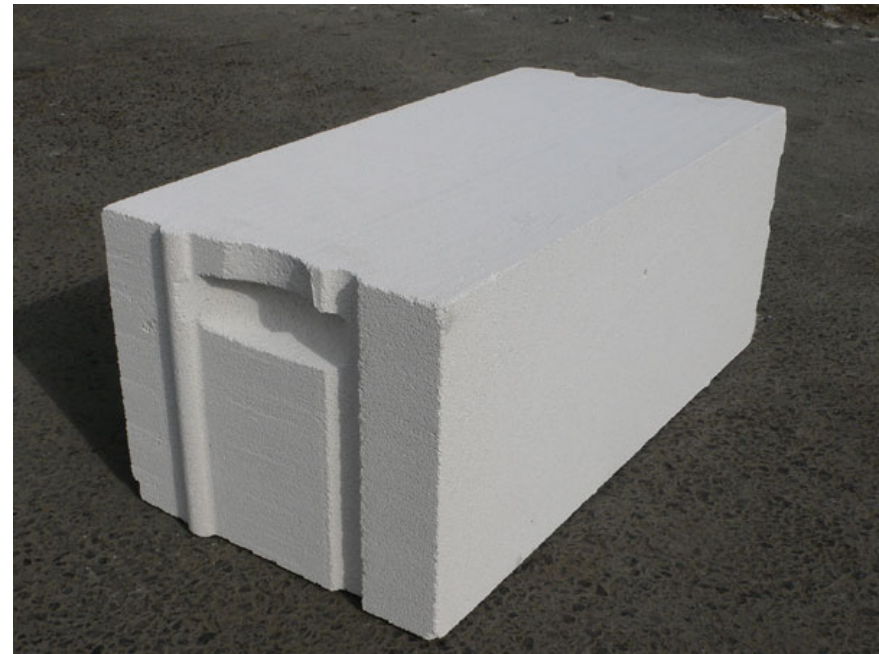
- **ZDICÍ PRVKY** ČSN EN 771-X Specifikace zdicích prvků  
ČSN EN 772-X Zkuš. metody pro zd. prvky
- **Kategorie zdicích prvků**
  - Kategorie I: pravděpodobnost, že se nedosáhne deklarované pevnosti je menší než 5%
  - Kategorie II: zdicí prvky nesplňující kategorii I
- **Skupiny zdicích prvků** (zjednodušeně)
  - Skupina 1: svislé otvory do 25% objemu prvku
  - Skupina 2: svislé otvory do 55% objemu prvku
  - Skupina 3: svislé otvory do 70% objemu prvku
  - Skupina 4: vodorovné otvory



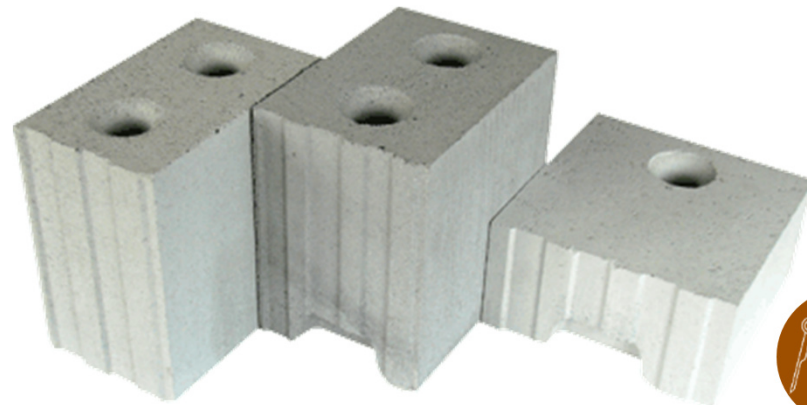
# Skupiny pálených zdicích prvků



# Další materiály zdicích prvků



- Beton
- Porobeton
- Vápenopísek





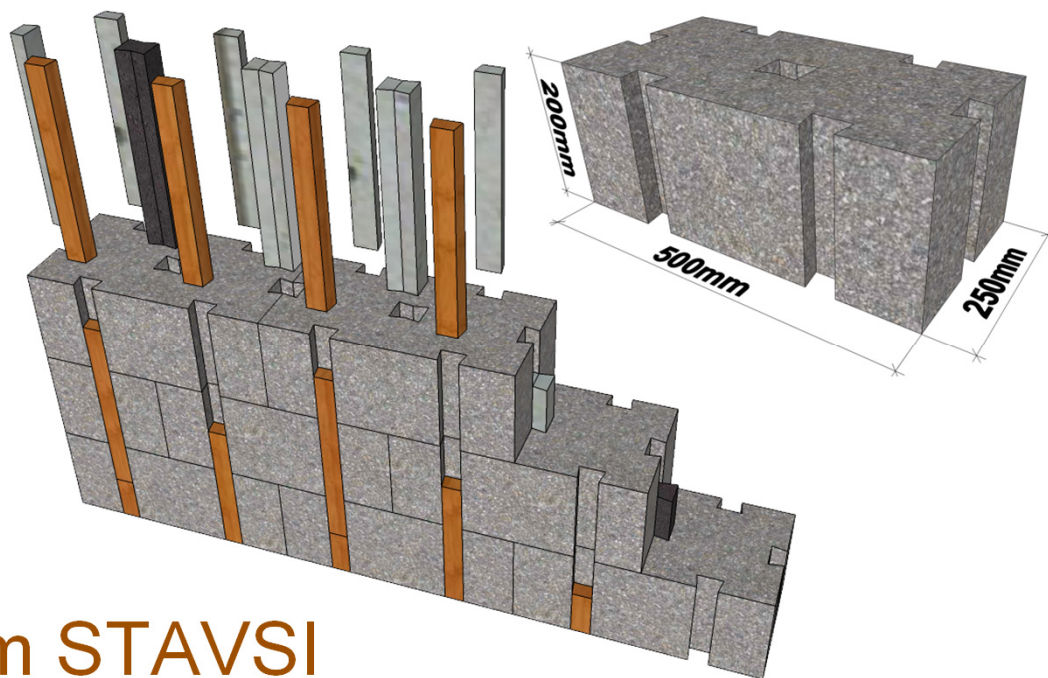
## Další materiály zdicích prvků



- Opracovaný přírodní kámen
- Umělý kámen



## Další materiály zdicích prvků



- Suché zdění – systém STAVSI
- Tvárnice z liaporbetonu
- Spojování svislými lištami (beton, dřevo, guma)
- Norma nepokrývá, návrh dle podkladů výrobce



# Normalizovaná průměrná pevnost zdícího prvku v tlaku

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

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

$\eta = 1$	kondicionování na vzduchu nebo kondicionování pro dosažení 6% vlhkosti
$\eta = 0,8$	kondicionování pro dosažení vysušeného stavu
$\eta = 1,2$	kondicionování pod vodou
$\delta$	vliv rozměrů zdícího prvku
$f_u$	<u>průměrná</u> pevnost zdícího prvku v tlaku [MPa]



# Normalizovaná průměrná pevnost zdícího prvku v tlaku

- Tabulka A.1 – Součinitel tvaru  $\delta$  vyjadřující vliv rozměrů zdícího prvku

Šířka [mm] Výška [mm]	50	100	150	200	250 a větší
40	0,80	0,70	-	-	-
50	0,85	0,75	0,70	-	-
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
250 a větší	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15



# 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

lepidlo

celoplošné lepidlo

~~PU pěna~~

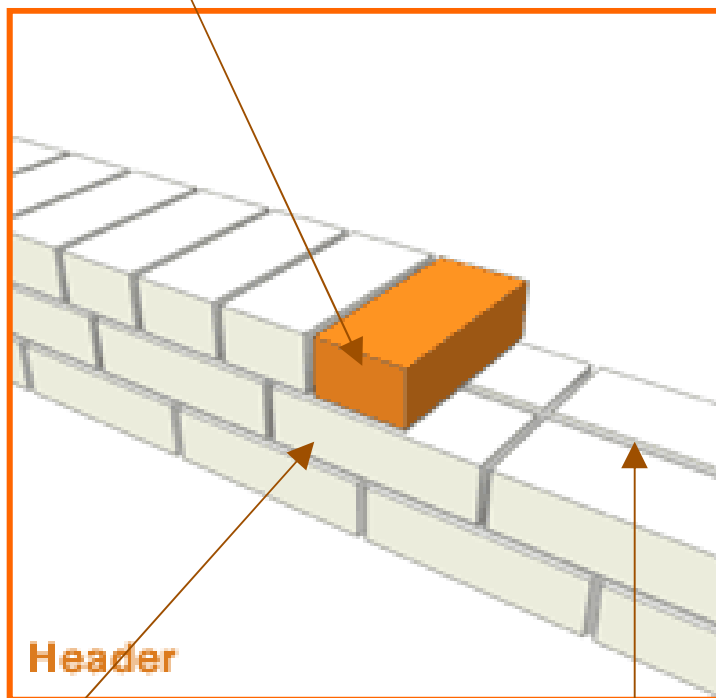
PU nelze počítat dle normy!

- 
- návrhové M5 tovární výroba
  - předpisové 1 : 1 : 5 na stavbě: objemové díly cementu, vápna, písku

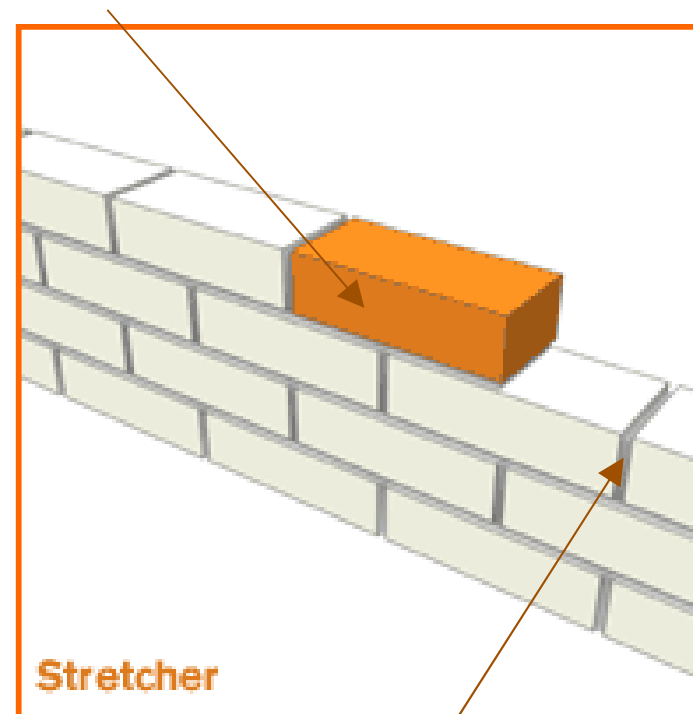


# Konstrukční zásady: Vazba zdiva

Vazák



Běhoun



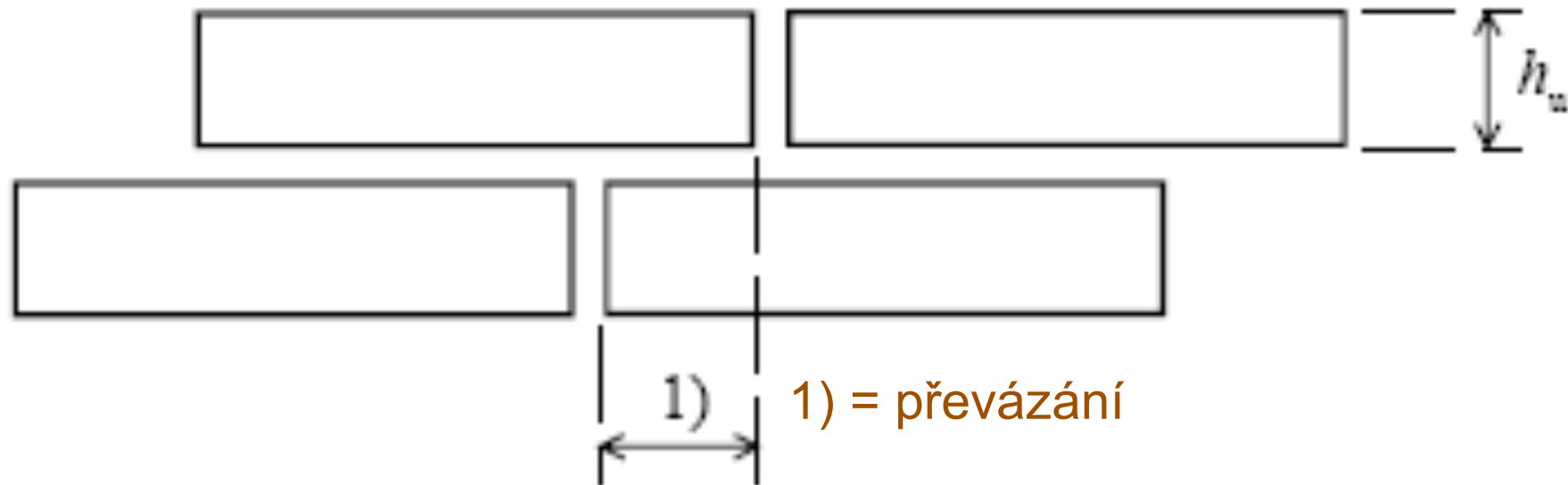
ložná spára

podélná styčná spára

příčná styčná spára



# Konstrukční zásady: Vazba zdiva

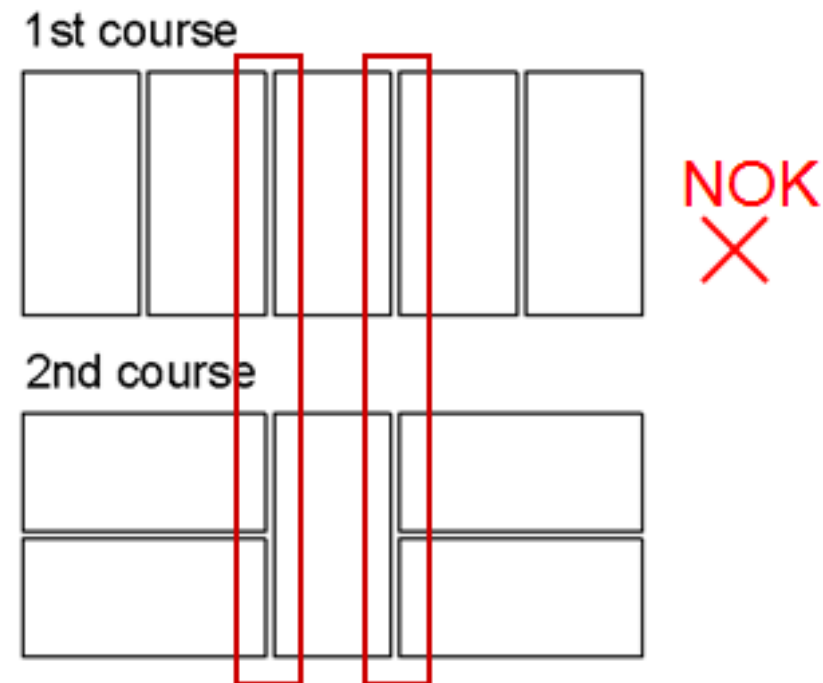
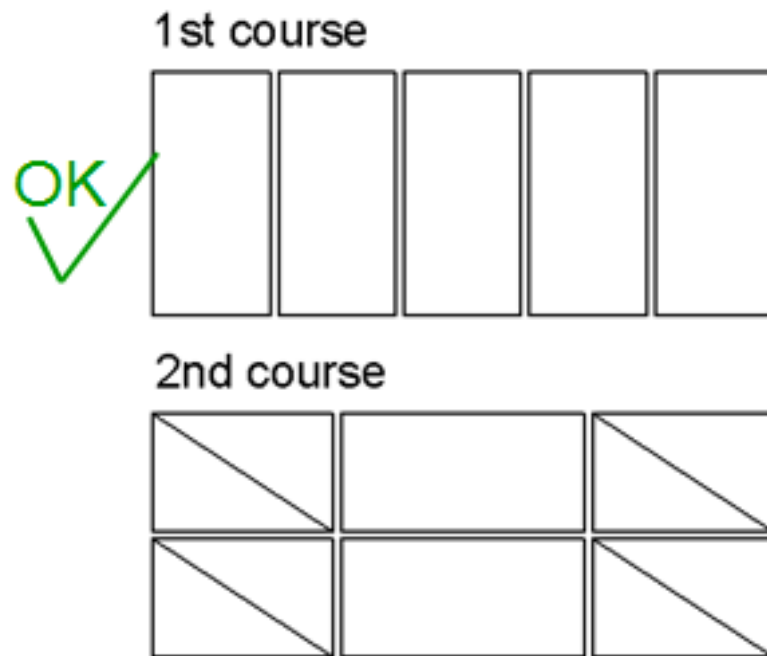


- když  $h_u \leq 250$  mm: převázání  $\geq$  větší z hodnot  $0,4h_u$  nebo 40 mm
- když  $h_u > 250$  mm: převázání  $\geq$  větší z hodnot  $0,2h_u$  nebo 100 mm
- v rozích nebo v místě připojení stěn nemá být délka převázání menší než je šířka zdicího prvku



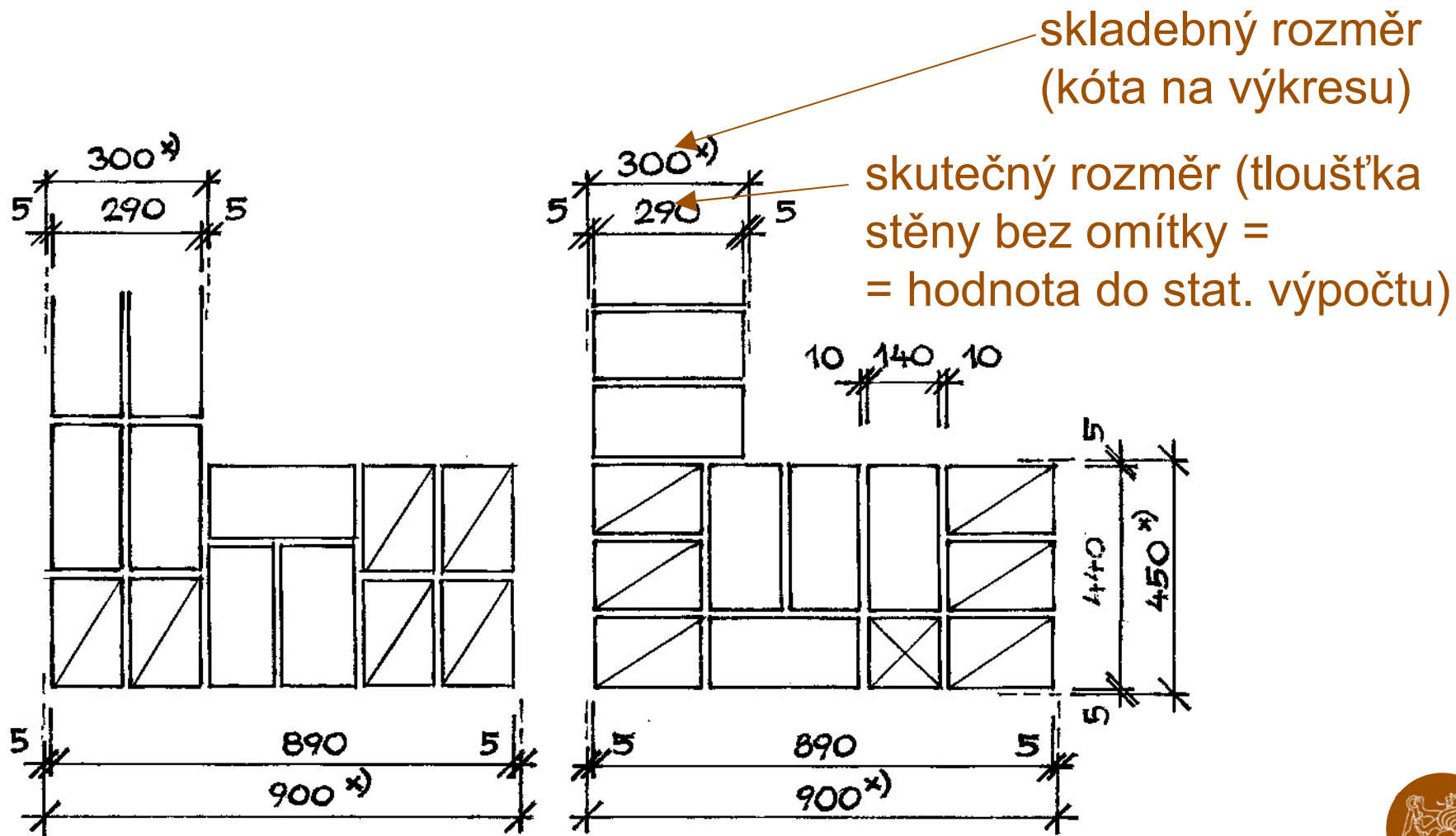
# Konstrukční zásady: Vazba zdiva

- Návrh vazby: sudá/lichá vrstva
- Spáry v sudé/liché vrstvě se nesmějí překrývat





# Konstrukční zásady: Vazba zdiva



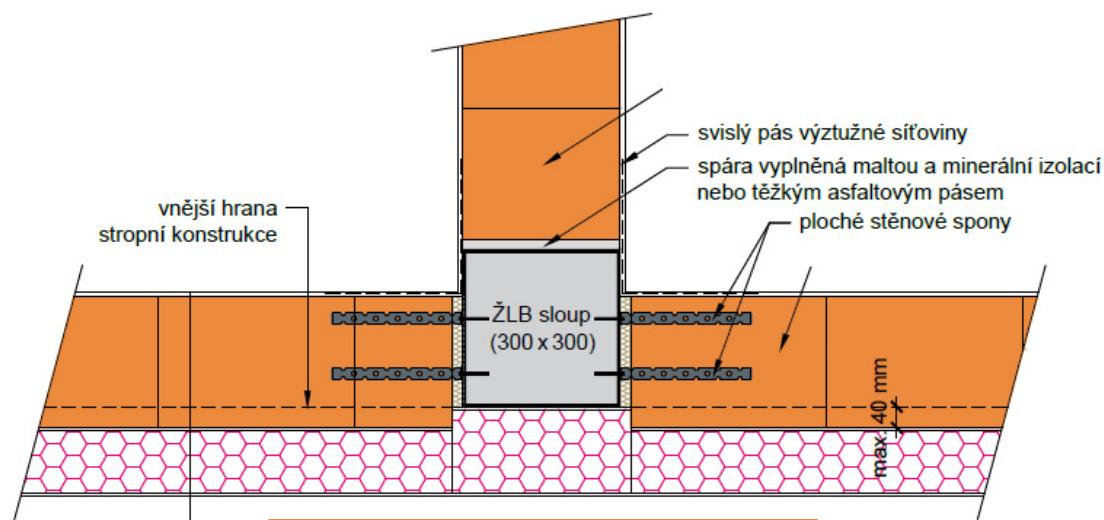
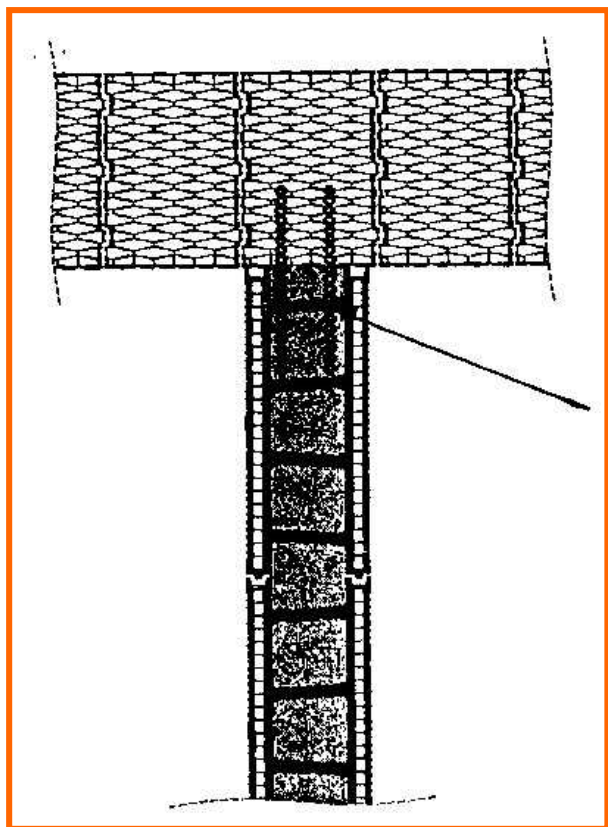
# Konstrukční zásady: Vazba zdiva

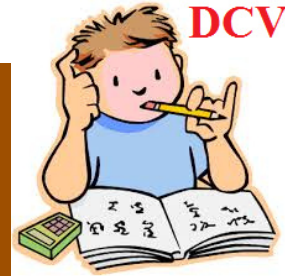
- Je dobré minimalizovat počet dělených cihel:
  - Zvyšují pracnost
  - Roste odpad
  - Roste spotřeba malty



# Konstrukční zásady : Stěnové spony

- Stěny nepropojené vazbou, napojení na ŽB kce – spojení pomocí nerez. spon v ložných sparách





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

- Stanovení výpočtem **charakteristické 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

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

kde

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

$f_b$  se uvažuje  $\leq 75$  MPa při použití obyčejné malty;

se uvažuje  $\leq 50$  MPa při použití malty pro tenké spáry;

$f_m$  se uvažuje  $\leq 20$  MPa či  $\leq 2 f_b$  při použití obyč. malty;

se uvažuje  $\leq 10$  MPa při použití malty pro tenké spáry.



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

- Součinitel  $K$

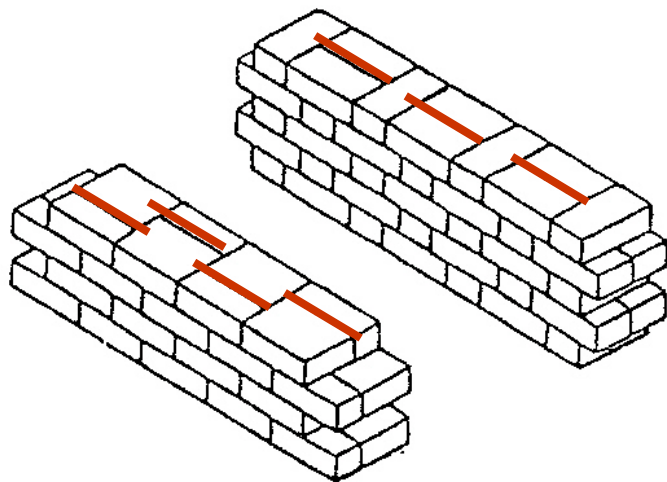
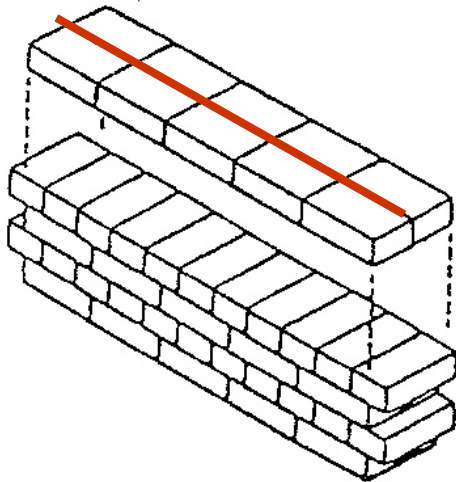
Zdicí prvky		Obyčejná malta	Malta pro tenké spáry	Lehká malta objemové hmotnosti	
				$600 \leq \rho_d \leq 800 \text{ (kg/m}^3\text{)}$	$800 < \rho_d \leq 1\,500 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
Pálené	Skupina 1	0,55	0,75	0,30	0,40
	Skupina 2	0,45	0,70	0,25	0,30
	Skupina 3	0,35	0,50	0,20	0,25
	Skupina 4	0,35	0,35	0,20	0,25
Vápenopískové	Skupina 1	0,55	0,80	a	a
	Skupina 2	0,45	0,65	a	a
Betonové	Skupina 1	0,55	0,80	0,45	0,45
	Skupina 2	0,45	0,65	0,45	0,45
	Skupina 3	0,40	0,50	a	a
	Skupina 4	0,35	a	a	a
Pórobetonové	Skupina 1	0,55	0,80	0,45	0,45
Z umělého kamene	Skupina 1	0,55	0,80	a	a
Pravidelné zdicí prvky z přírodního kamene	Skupina 1	0,45	a	a	a

<sup>a</sup> Tato kombinace malty a zdicích prvků se obvykle nepoužívá, a proto žádná hodnota není uvedena.



# 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.**



# Modul pružnosti zdiva

- Krátkodobý modul pružnosti zdiva  $E$  je sečnový modul při úrovni napětí v prvku  $1/3f$
- Stanoví se zkouškami podle EN 1052-1 (při zkoušce zdiva v tlaku) nebo lze použít krátkodobý sečnový modul pružnosti zdiva:

$$E = K_E f_k$$

$K_E = 1000$  pro zdivo ze zdicích prvků pálených, vápenopískových, betonových tvárnic s hutným kamenivem a přírodního kamene;

$K_E = 700$  pro zdivo z tvárnic pórobetonových a tvárnic s pórovitým kamenivem





## Pevnost zdiva v tlaku kolmém ke styčným spárám $f_h$

$$f_h / f = 0,1 \text{ až } 0,9$$

Přibližně platí:

- 0,10 až 0,15 . . . . . zdivo z cihel P+D
- 0,75 až 0,85 . . . . . zdivo z plných betonových bloků se styčnými spárami vyplněnými maltou
- **0,30 až 0,50** . . . . . zdivo ze zdicích prvků skupiny 1 se styčnými spárami vyplněnými maltou



## Pevnost zdiva ve smyku $f_v$

- Charakteristická hodnota pevnosti zdiva ve smyku  $f_{vk}$ , pokud **všechny spáry jsou zcela vyplněny maltou**:

$$f_{vk} = f_{vk0} + \mu_f \sigma_d \leq 0,065 f_b$$

Pokud **styčné spáry nejsou zcela vyplněny maltou**:

$$f_{vk} = 0,5f_{vk0} + \mu_f \sigma_d \leq 0,045 f_b$$

$\mu_f$  je charakteristická hodnota součinitele tření zdiva v ložné spáře;

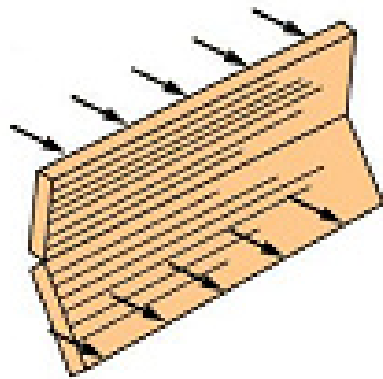
$\mu_f = 0,4$  pro smyk v rovině stěny (typicky pro ztužující stěny)

$\mu_f = 0,6$  pro smyk kolmo k rovině stěny (typicky pro suterénní stěny)

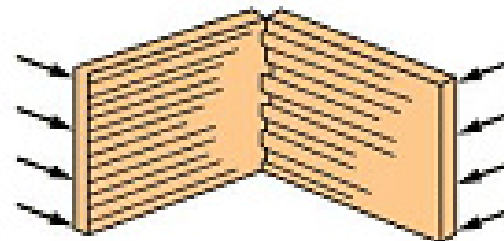


## Pevnost zdiva v tahu za ohybu $f_x$

- Počáteční charakteristické hodnoty pevností v tahu za ohybu  $f_{xk1}$  a  $f_{xk2}$  se stanoví **zkouškou** podle ČSN EN 1052-2 nebo se určí podle tabulky v ČSN EN 1996-1-1 (podle druhu zdicích prvků a malty)



$f_{xk1}$



$f_{xk2}$



# Návrhové pevnosti zdiva

- Návrhová pevnost zdiva v tlaku kolmém k ložným spárám :

$$f_d = f_k / \gamma_M$$

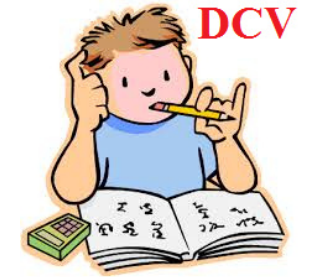
- Návrhová pevnost zdiva ve smyku:

$$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M$$

- Návrhová pevnost zdiva v tahu za ohybu:

$$f_{xd} = f_{xk} / \gamma_M$$





# Nevyztužené zděné stěny (pilíře) namáhané převládajícím svislým zatížením

# Základní podmínka spolehlivosti na mezi únosnosti průřezu

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

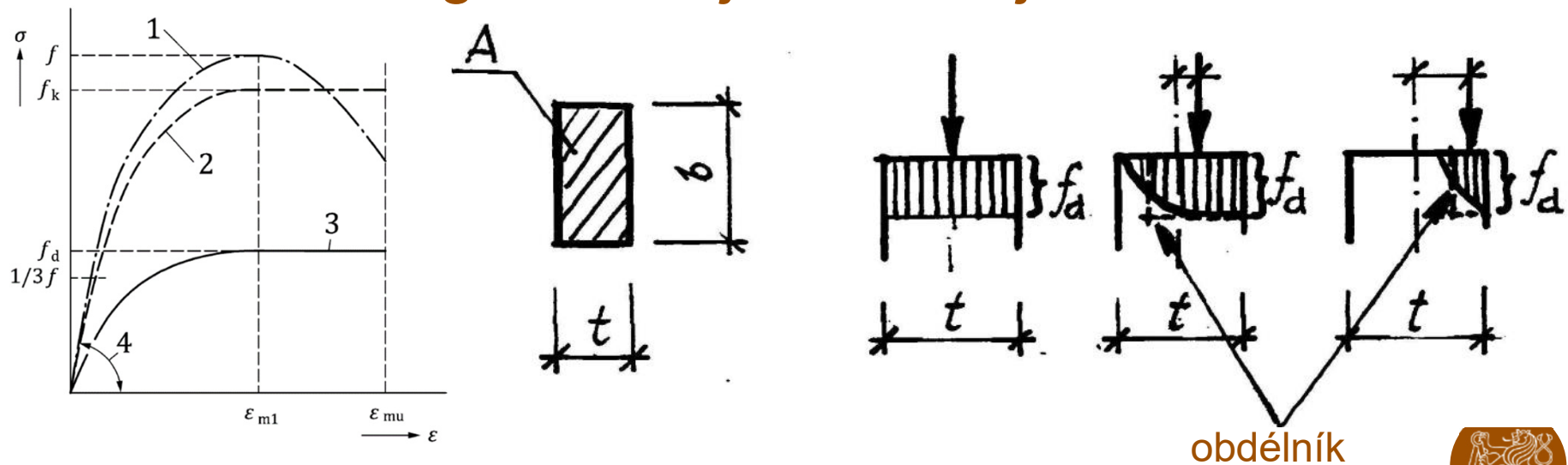
$N_{Rd}$  návrhová hodnota normálové síly na mezi únosnosti průřezu

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

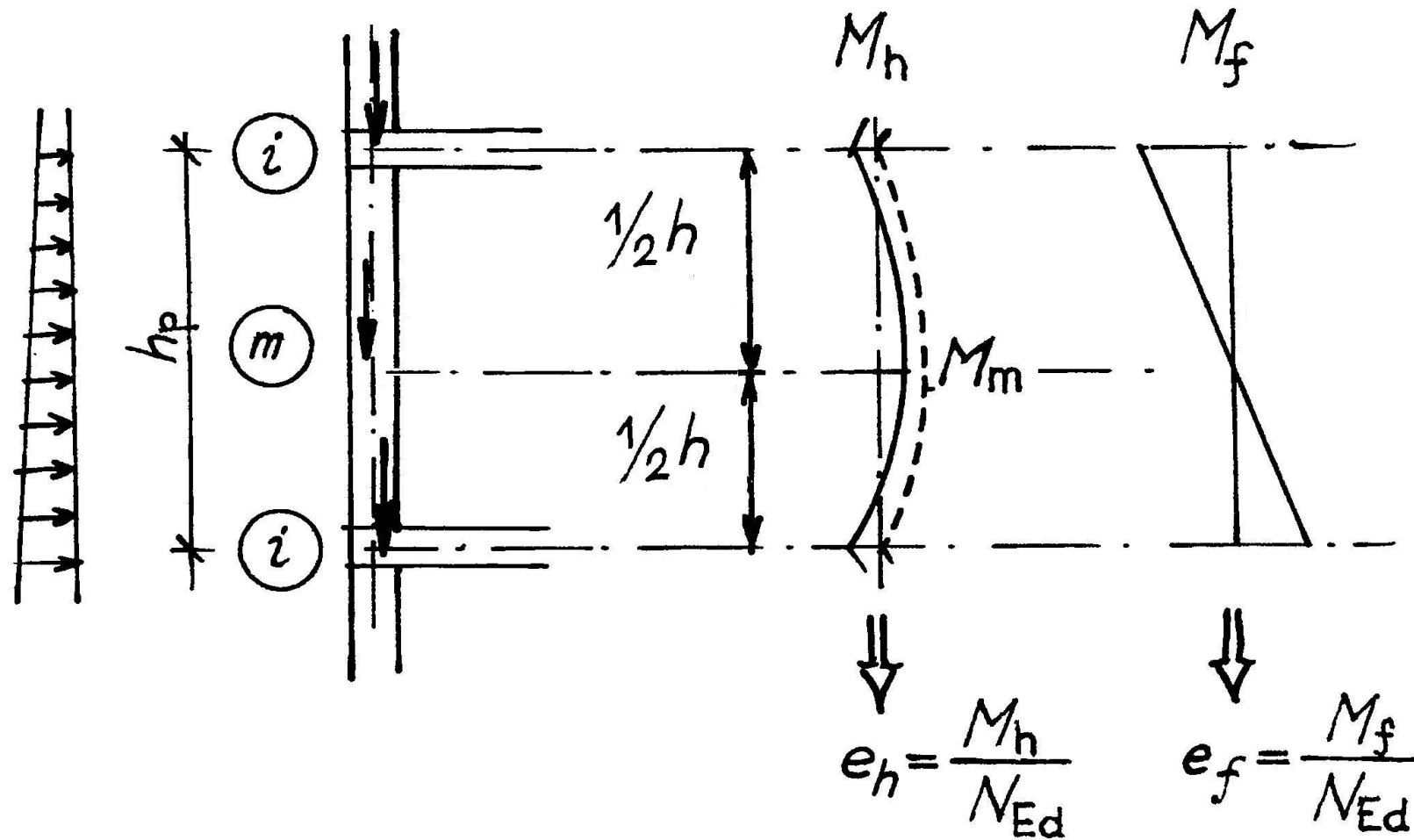


# Předpoklady výpočtu

- Platí Bernoulli-Navierova hypotéza o zachování rovinnosti průřezu
- Pevnost zdiva v tahu ve směru kolmém na ložné spáry se zanedbává
- Pracovní diagram se zjednodušuje



# Posuzované průřezy





# Návrhová únosnost

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

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

$t$  rozměr průřezu v směru výstřednosti (tloušťka)

$b$  šířka průřezu

$f_d$  návrhová pevnost zdiva

pro  $A = tb < 0,1\text{m}^2 \rightarrow : N_{Rd} = \Phi tb (0,7 + 3A) f_d$ ,  
kde  $A [m^2]$



# Štíhlost stěny/pilíře

- Zděné stěny a pilíře musejí splňovat kritérium štíhlosti

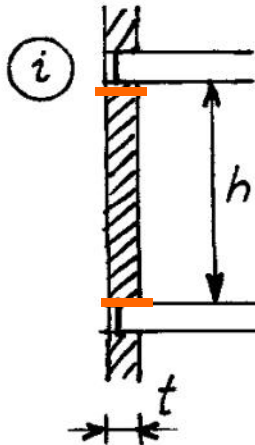
$$\frac{h_{\text{ef}}}{t_{\text{ef}}} \leq 27$$



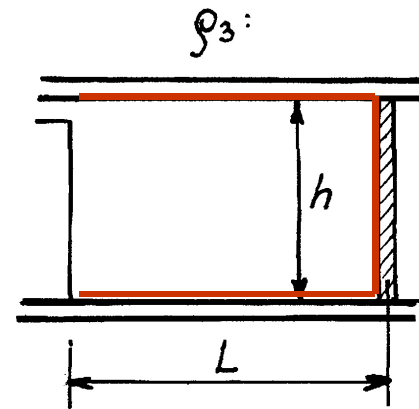
# Vzpěrná (efektivní, účinná) výška $h_{ef}$

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

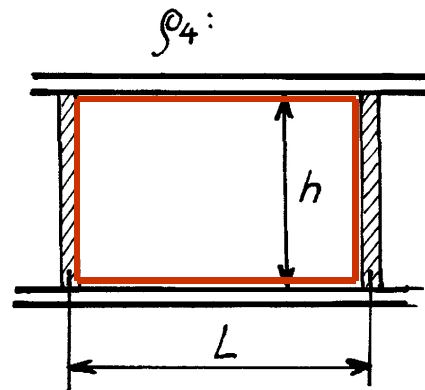
- $\rho_2$



- $\rho_3$



- $\rho_4$



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

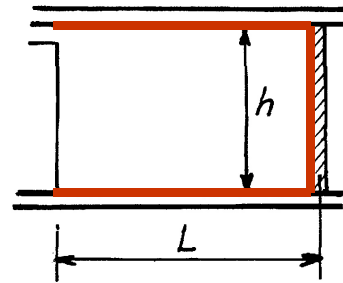
$\rho_2$

- $\rho_2 = 0,75$ 
  - Stěny, které jsou v hlavě a v patě z obou stran ve stejné výšce bočně podepřeny železobetonovými stropy nebo střechami
  - Stěny, které jsou z jedné strany podepřeny železobetonovým stropem, který je do stěny zapuštěn na hloubku, která se rovná nejméně  $2/3$  tloušťky stěny tak, že vytváří adekvátní podporu proti pootočení, a kde platí, že výstřednost působícího zatížení v hlavě stěny je menší než  $1/6$  tloušťky stěny
- $\rho_2 = 1,00$ 
  - Ostatní stěny podepřené v hlavě i v patě



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

$\rho_3$



- pokud  $h \leq 3,5 L$

$$\rho_3 = \frac{1}{1 + \left[ \frac{\rho_2 h}{3L} \right]^2} \rho_2$$

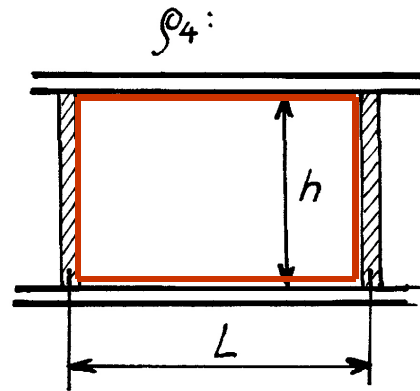
- pokud  $h > 3,5 L$

$$\rho_3 = \frac{1,5L}{h} \geq 0,3$$



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

$\rho_4$



- pokud  $h \leq 1,15 L$

$$\rho_4 = \frac{1}{1 + \left[ \frac{\rho_2 h}{L} \right]^2} \rho_2$$

- pokud  $h > 1,15 L$

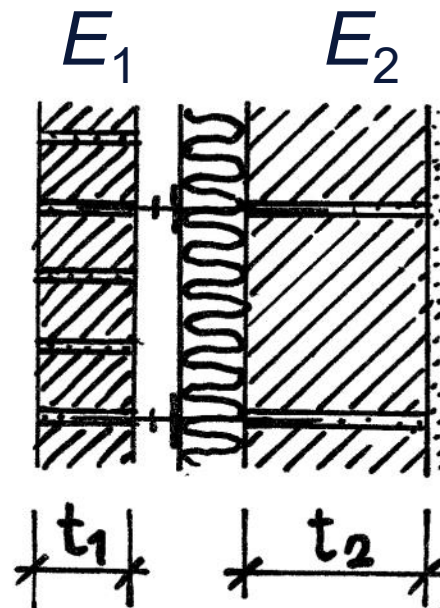
$$\rho_4 = \frac{0,5L}{h}$$



# Účinná tloušťka $t_{ef}$

- $t = t_{ef}$  pro jednovrstvé a dvouvrstvé stěny, stěny s lícovou vrstvou, dutinové stěny s výplňovým betonem
- $t_{ef} = \sqrt[3]{k_{tef} t_1^3 + t_2^3}$  pro dvouvrstvé stěny se vzduchovou dutinou účinně spojené sponami

$$k_{tef} = E_1/E_2 \leq 2$$

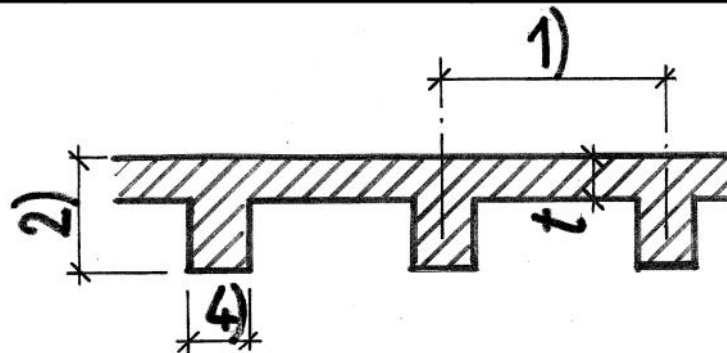


# Účinná tloušťka $t_{ef}$

- Účinná tloušťka stěny zesílené pilíři

$$t_{ef} = \rho_t t$$

$\rho_t$ - poměr osové vzdálenosti pilířů 1) k jejich šířce 4)	Poměr tloušťky pilířů 2) ke skutečné tloušťce stěny $t$ , ke které jsou připojeny		
	1	2	3
6	1,0	1,4	2,0
10	1,0	1,2	1,4
20	1,0	1,0	1,0





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

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

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

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

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

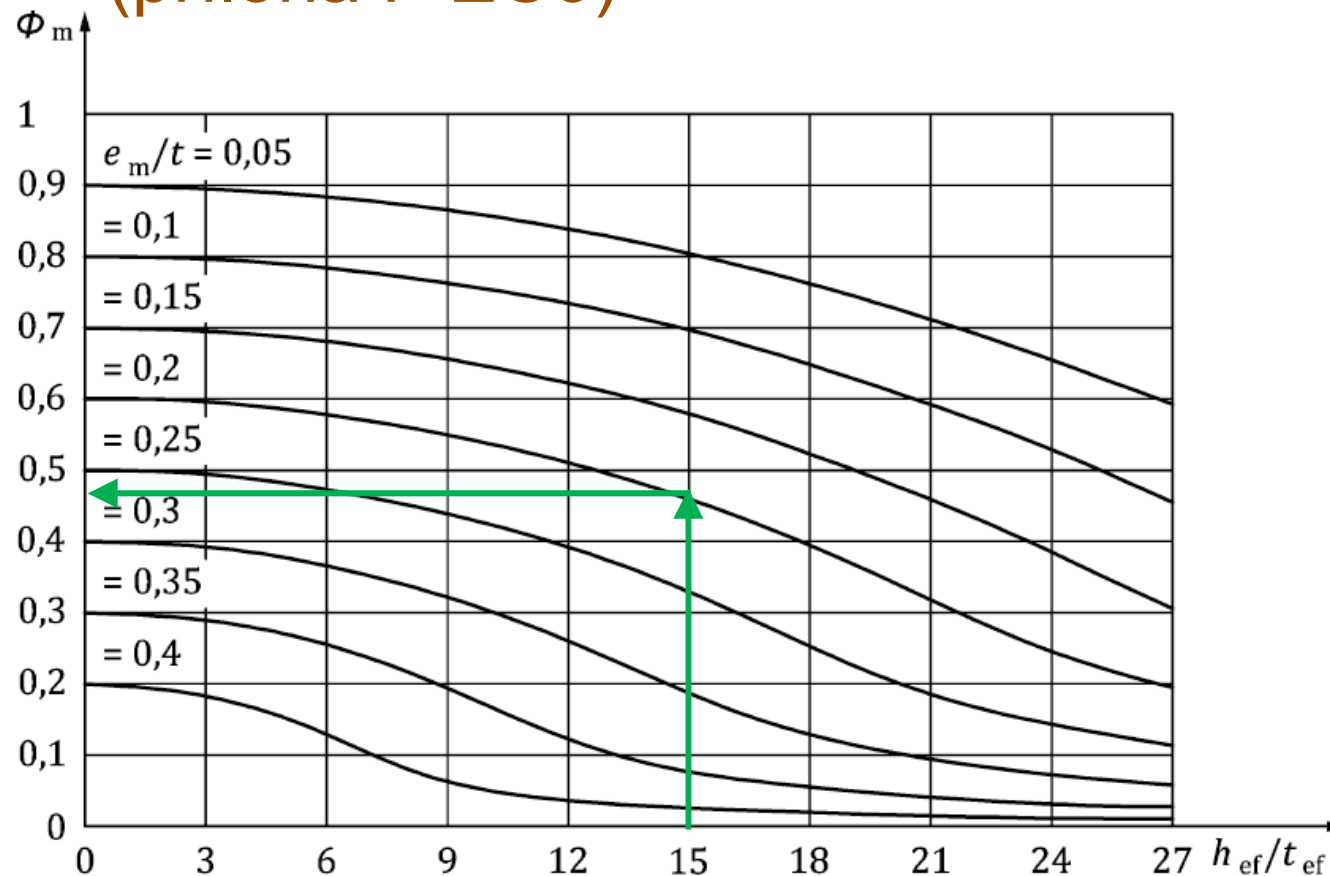
počáteční výstřednost:  $e_{init} = h_{ef}/450$



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

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}}$$
$$\frac{e_m}{t}$$

vzorce nebo grafy pro různé  $K_E$  →  $\Phi_m$   
(příloha F EC6)



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

- Výstřednosti v průřezu „m“

$$e_m = e_{fm} + e_{hm} \pm e_{init} \geq 0,05t \longrightarrow \phi_m \leq 0,9$$

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

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



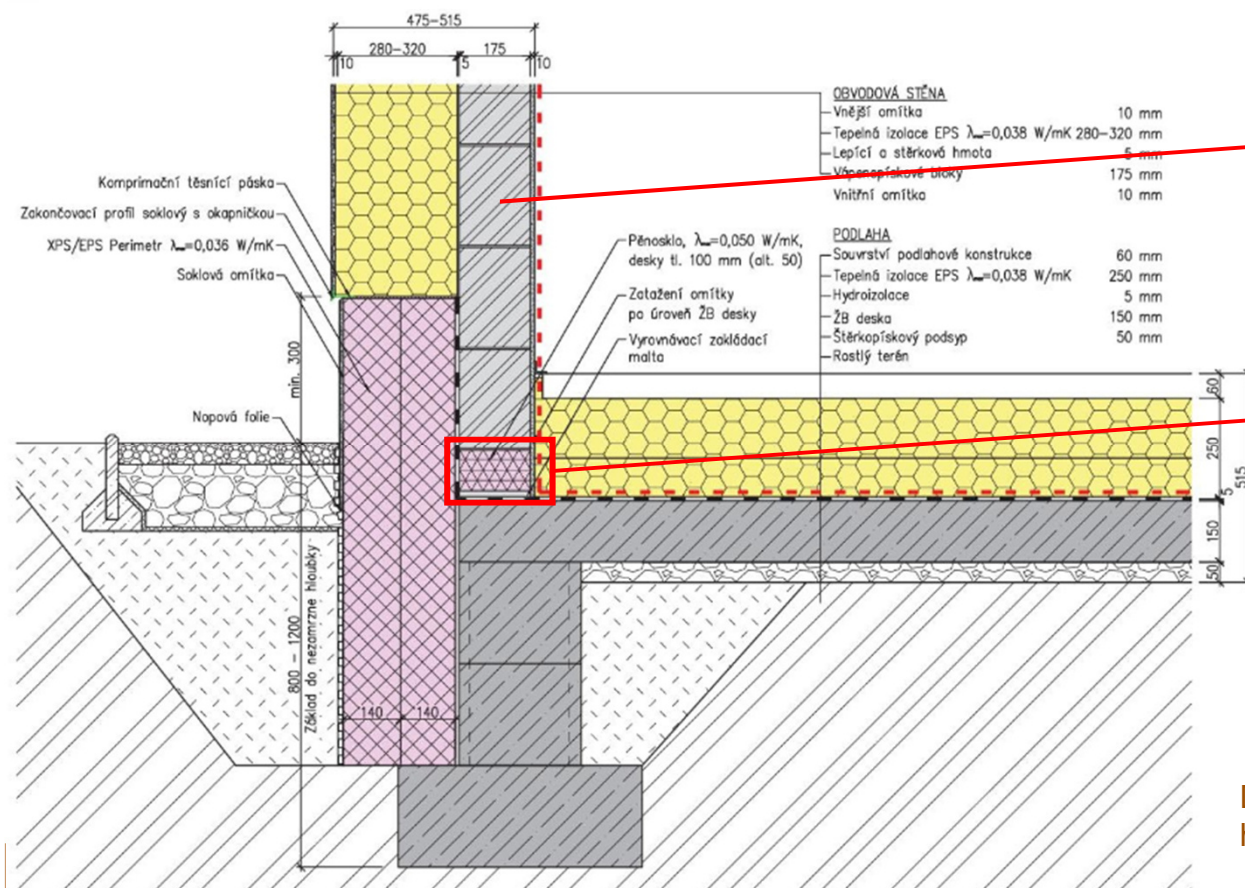
# Šikmý ohyb

- Po pravoúhlý průřez vystavený ohybu v obou směrech se smí zmenšující součinitel  $\Phi$  uvažovat jako součin součinitelů  $\Phi$  stanovených pro jednotlivé směry zatížení
- Složitější průřezy – příloha I normy EC6



# Nízkoenergetické domy

- Pozor – 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

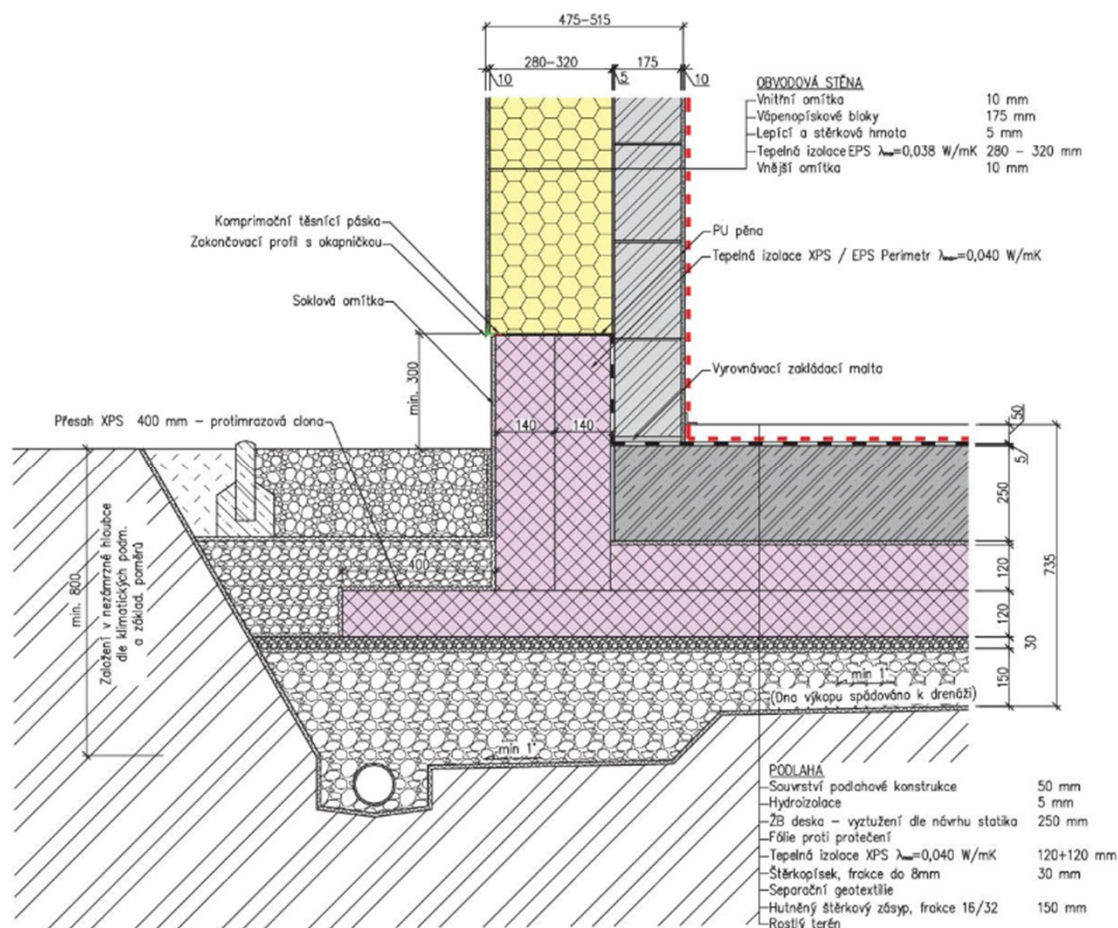
Pěnosklo – pevnost materiálu v tlaku bývá 1 – 2 MPa

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



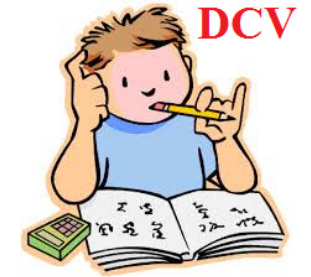
# Nízkoenergetické domy

- Řešení bez izolačního bloku: založení na desce s dostatečnou vrstvou izolace



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

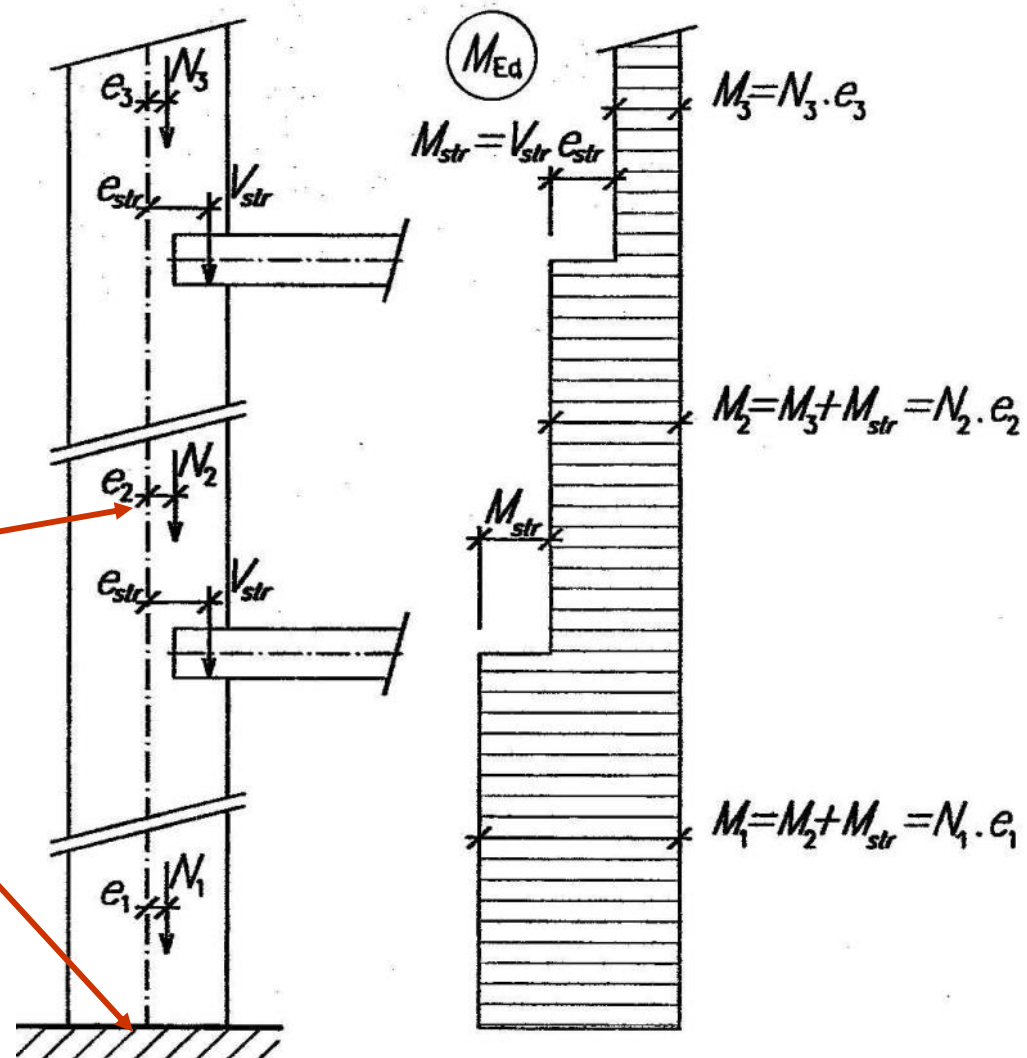




# Výpočtové modely zděných vícepodlažních budov pro svislé zatížení

## i) Konstrukce s netuhými stropy

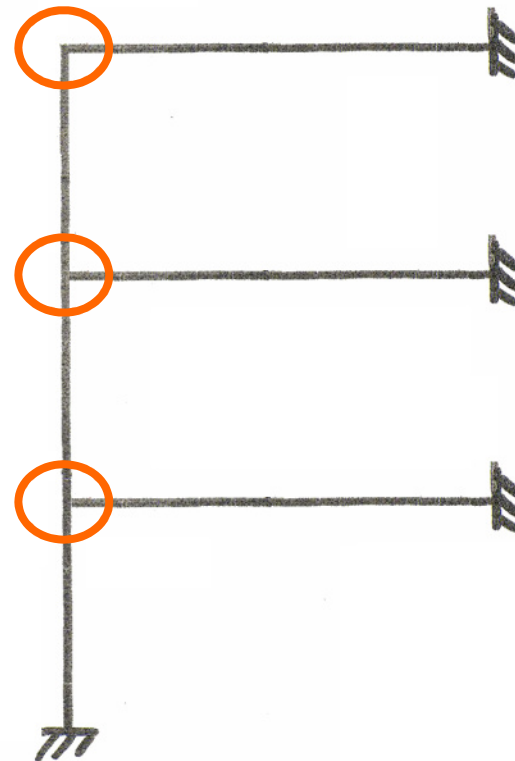
- Staticky určitý model obvodové stěny konstantní tloušťky pro účinky svislého zatížení – konzola zatížená excentrickými bodovými silami





## ii) Konstrukce s tuhými stropy

- Staticky neurčitý model
- Řešení rovinného rámu z rámových výseků
- Odhad tuhosti styčnicků



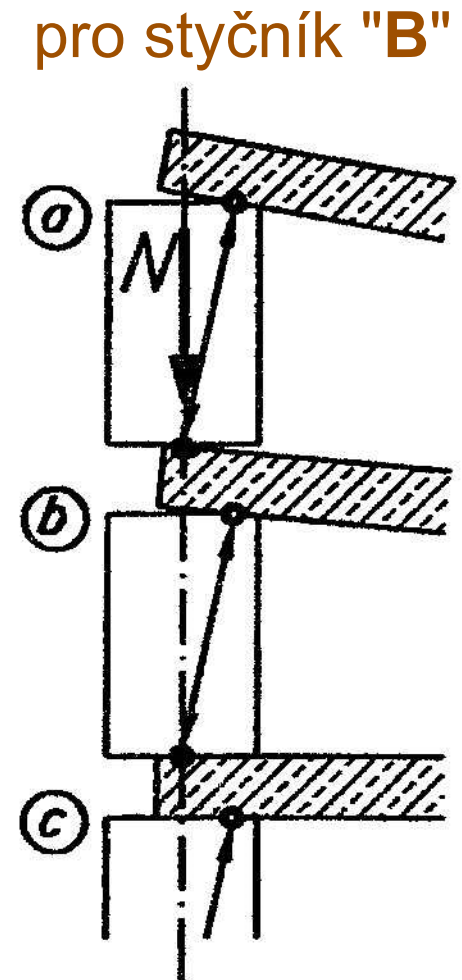
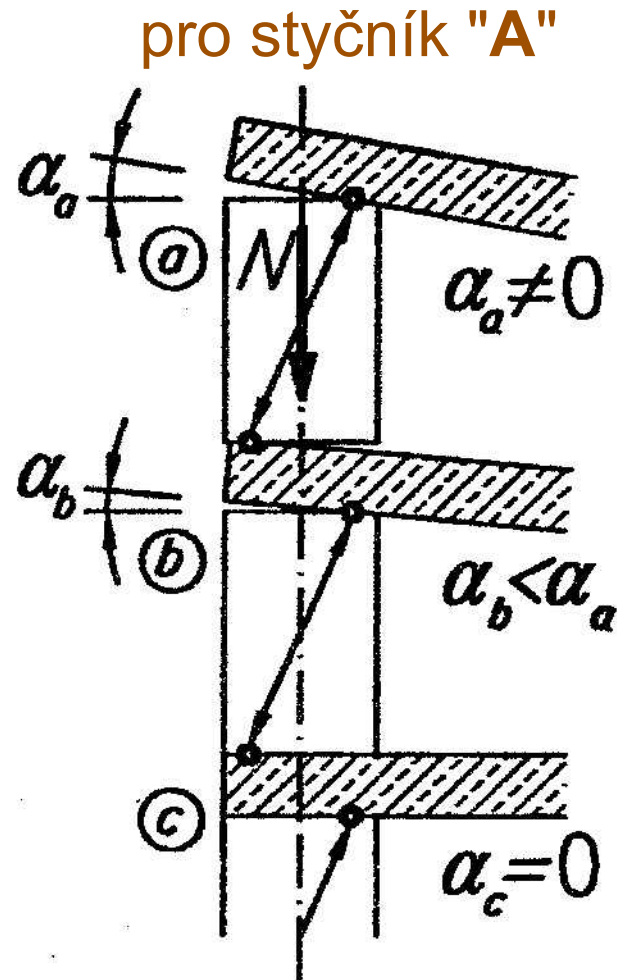
## ii) Konstrukce s tuhými stropy

- Statická schémata pro obvodové stěny podle typu styčnicku

styčnick  
kloubový

styčnick  
netuhý

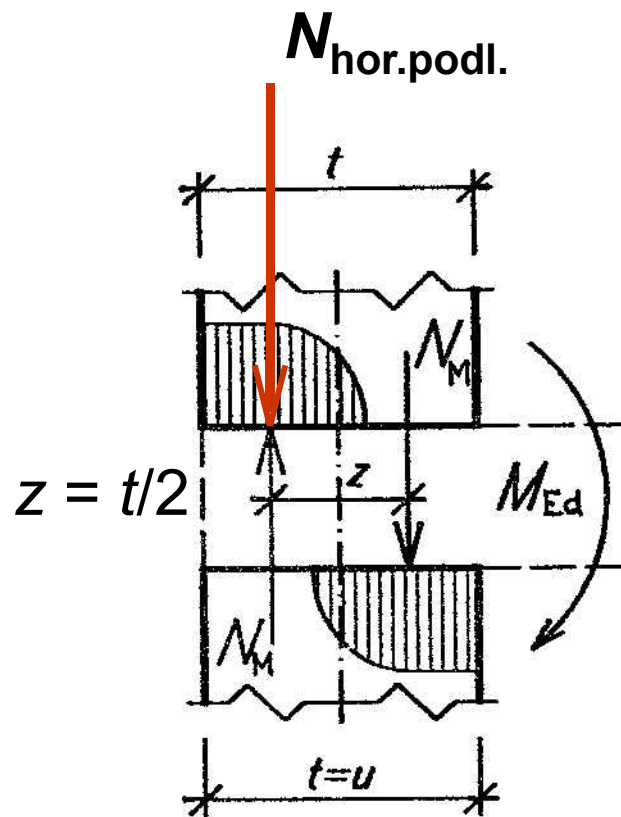
styčnick  
tuhý



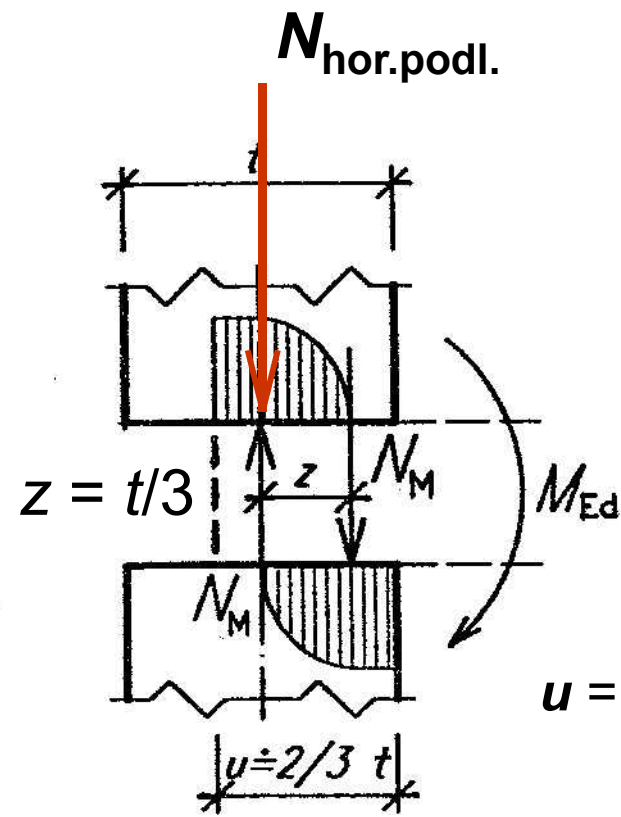
## ii) Konstrukce s tuhými stropy

- Účinky podporového M ve styčnicích "A" a "B"

styčník typu "A"



styčník typu "B"



$u$  = hloubka  
uložení  
stropu

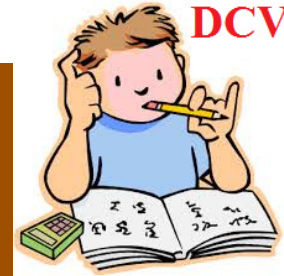


## ii) Konstrukce s tuhými stropy

- 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:

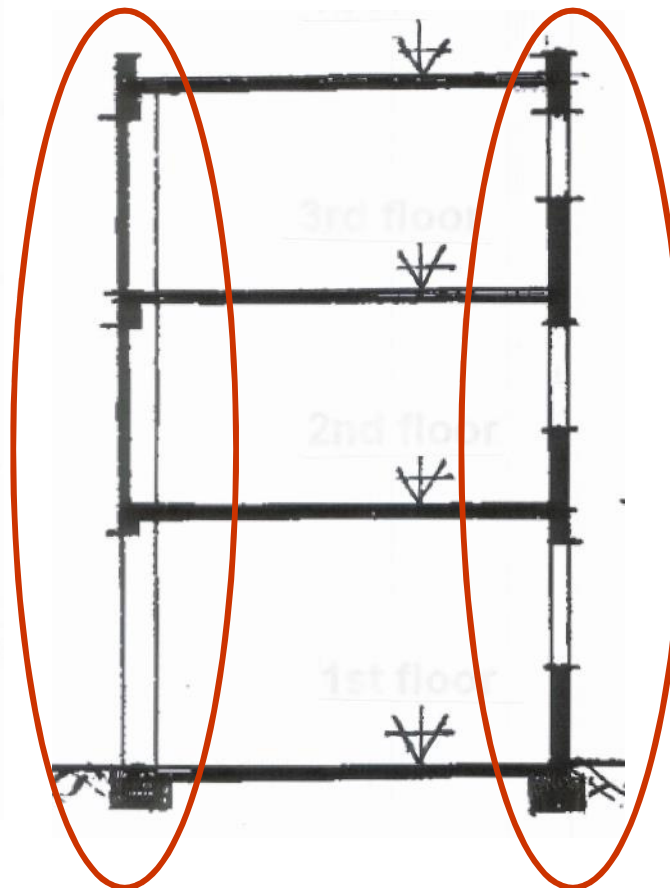
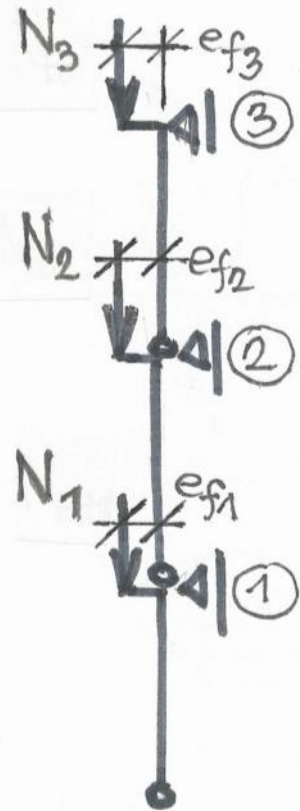
$$M_{\text{red}} = M_{\text{max}} \frac{N_{\text{horních podlaží}}}{N_M}$$

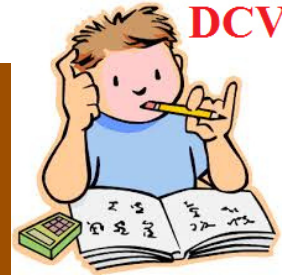




## ii) Konstrukce s tuhými stropy – zjednodušený staticky určitý model

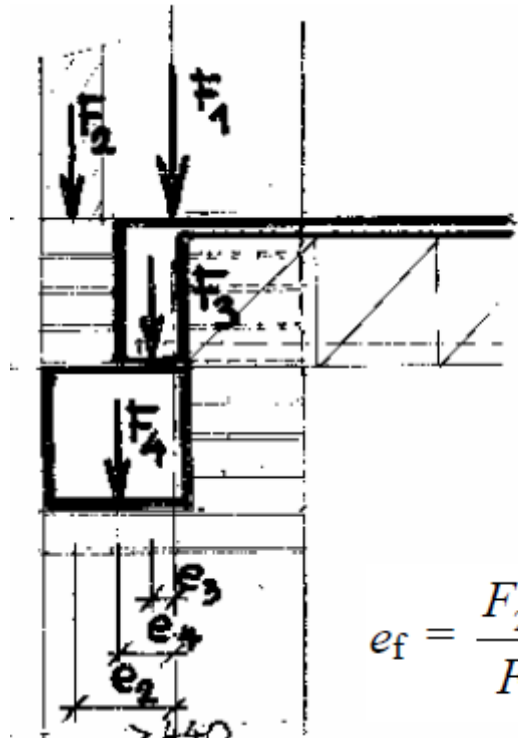
- Jednoduché konstrukce
- Použijeme v domácím cvičení





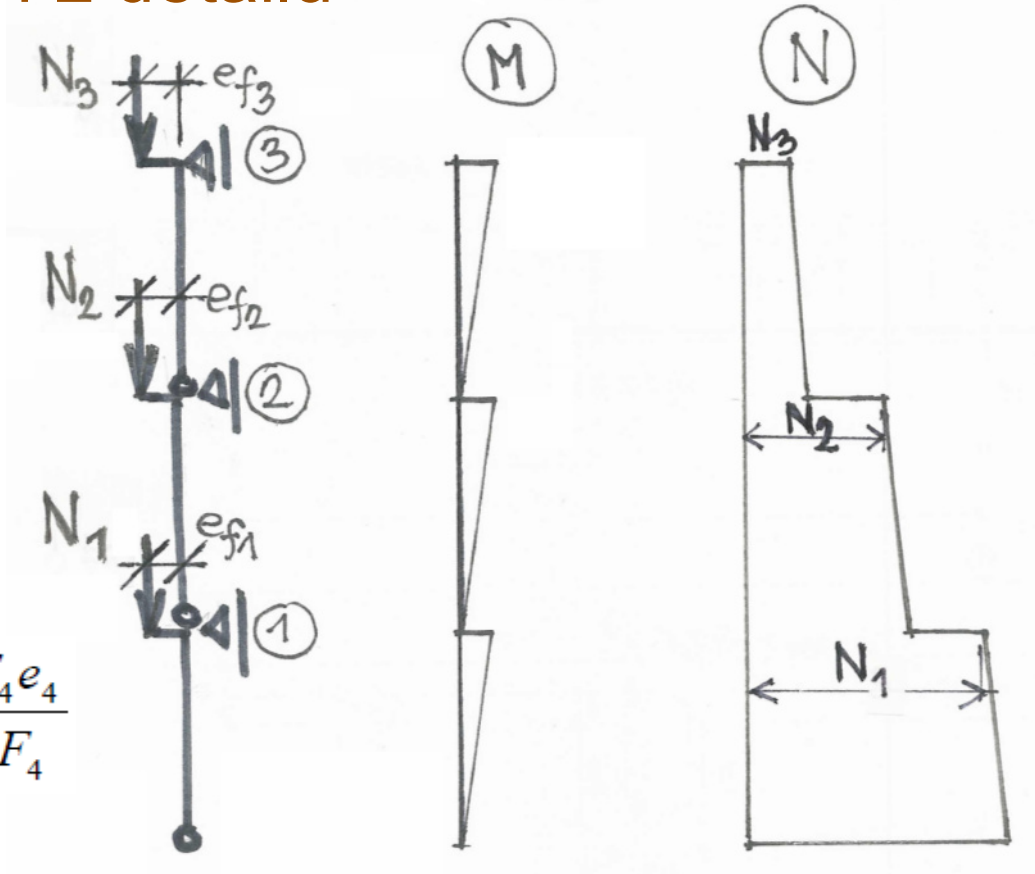
# ii) Konstrukce s tuhými stropy – zjednodušený staticky určitý model

- Výstřednosti se stanoví z detailu



$$e_f = \frac{F_2 e_2 + F_3 e_3 + F_4 e_4}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4}$$

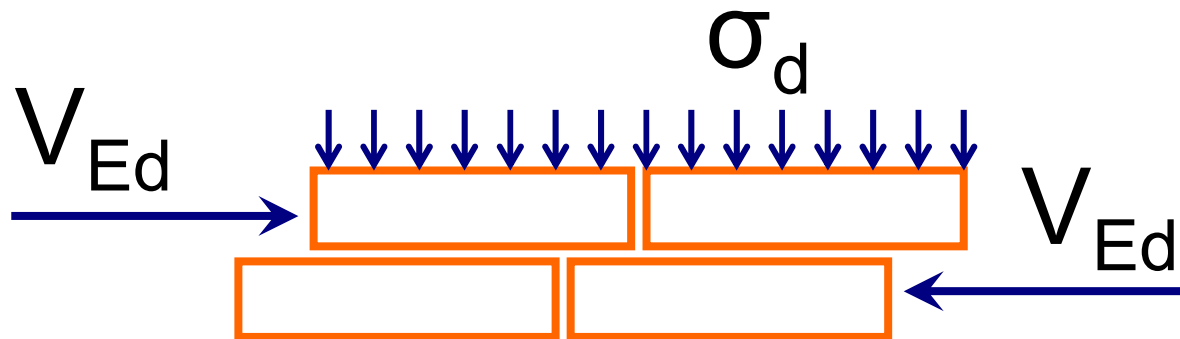
$$\sum_i F_i = N_{Ed} !!!$$





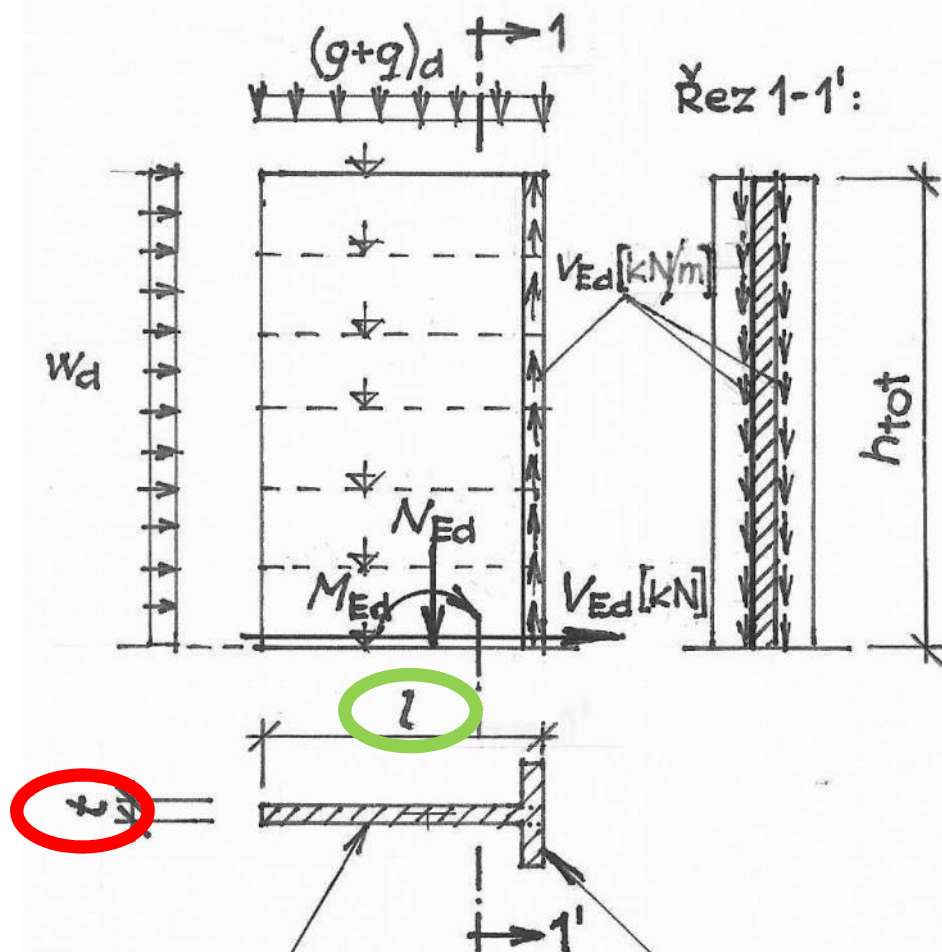
# Ověřování spolehlivosti nevyztuženého zděného průřezu ve smyku

# Zdivo zatížené smykovou silou





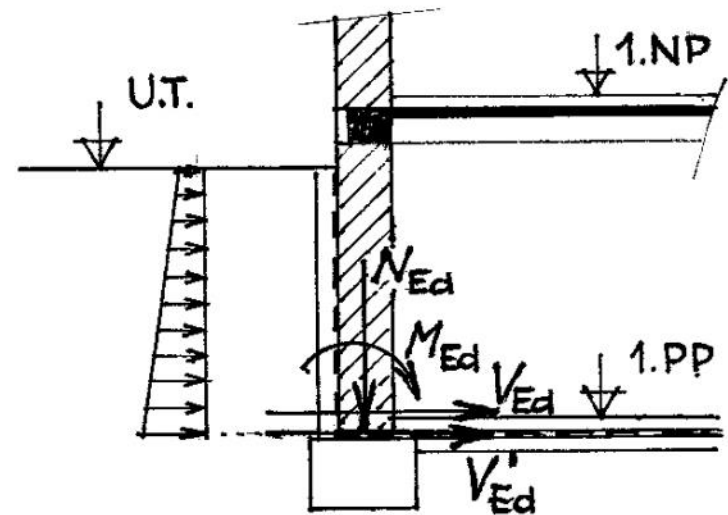
# Typy stěn zatížených smykem



**smyková stěna**

[people.fsv.cvut.cz/www/bilypet1](http://people.fsv.cvut.cz/www/bilypet1)

**ztužující stěna  
(příruba)**

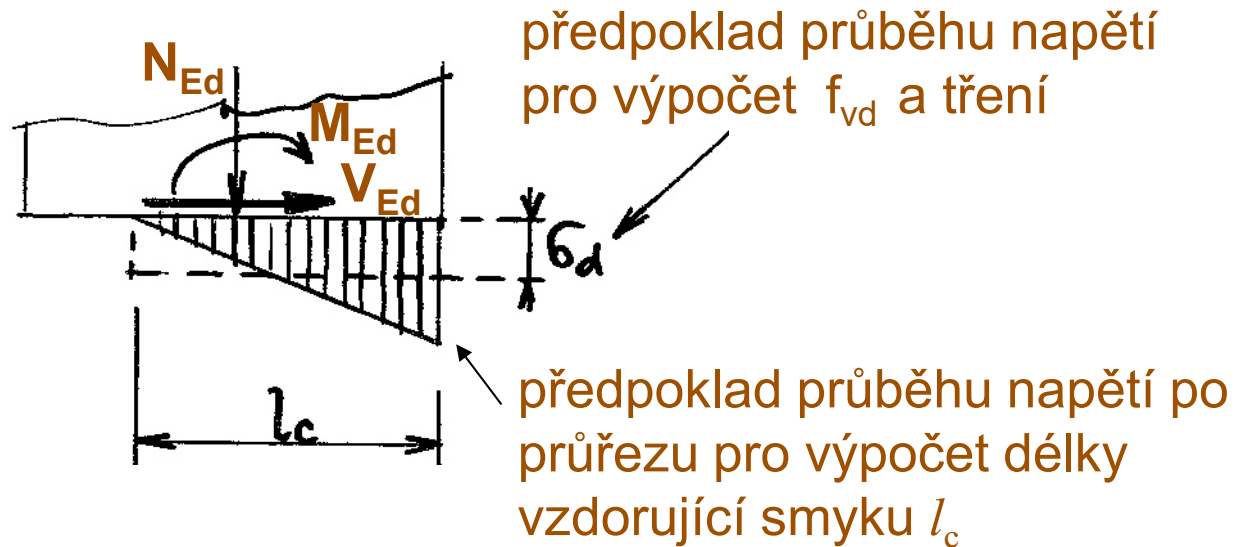


**suterénní  
stěna**



# Podmínka spolehlivosti zděného průřezu namáhaného smykem

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$



## Mezní únosnosti

pro smykovou stěnu:

$$V_{Rd} = f_{vd} t l_c$$

pro suterénní stěnu:

$$V_{Rd} = f_{vd} b l_c$$

pro stěnu uloženou na izolaci (tření):

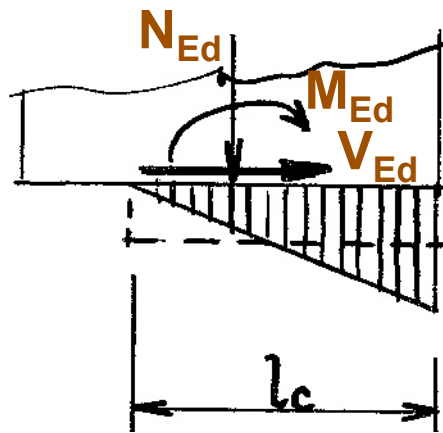
$$V_{Rd}' = 0,5 \sigma_d t l_c$$

$$V_{Rd}' = 0,5 \sigma_d b l_c$$



# Podmínka spolehlivosti tlačené části smykové stěny

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$



$$M_{Rd} = \frac{N_{Ed} l}{2} \left( 1 - \frac{N_{Ed}}{t l \eta_f \Phi f_d} \right) \geq 0$$

$\eta_f$  je součinitel definující ekvivalentní obdélníkové rozdělení tlakového napětí ve zdivu namáhaném převážně ohybem;  
Hodnota 1,0 pro zdicí prvky skupiny 1 (kromě pórobetonových a z betonu s lehkým kamenivem), jinak hodnota 0,85

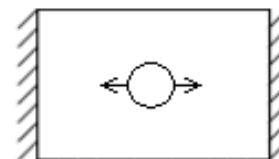




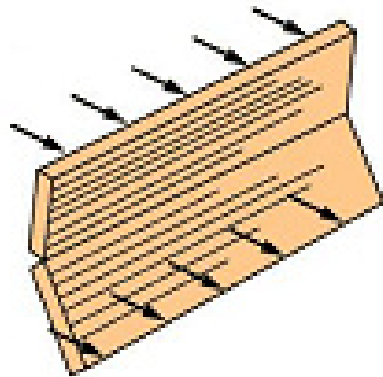
**Ověřování spolehlivosti stěn  
z nevyztuženého zdiva  
namáhaných bočním zatížením  
kolmým na jejich rovinu  
(Zdivo a ohyb)**

# Přehled metod

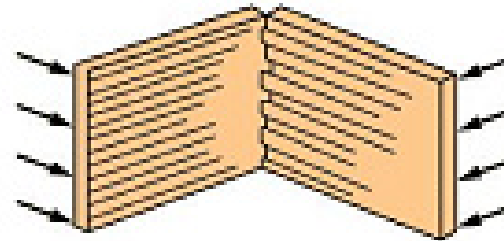
- Stěny namáhané kolmým **zatížením od větru**
  - **Metoda A** – předpoklad: “deska” podepřená po 4 nebo 3 stranách
  - **Metoda B** – předpoklad: klenbové působení (i pro zemní tlak a výbuch)
- **Suterénní stěny** (zatížené zemním tlakem v klidu) + volně stojící opěrné stěny (zatížené aktivním zemním tlakem)
  - Obecně platný postup ověření spolehlivosti průřezu: posoudit únosnost v tlaku + únosnost ve smyku
  - **Zjednodušená metoda**
  - Výjimečně: ohyb, pokud o spolehlivosti kce nerozhoduje porušení v ložné spáře  $f_{xk1}$



# Pevnosti v ohybu



$f_{xk1}$



$f_{xk2}$

- Pevnost  $f_{xk1}$  je použitelná pouze pro dočasná zatížení (např. vítr)
- $f_{xk1} = 0$ , pokud porušení průřezu ohybem v ložné spáře by mohlo vést k **ohrožení stability objektu** nebo většího konstrukčního celku! – např. suterénní stěny



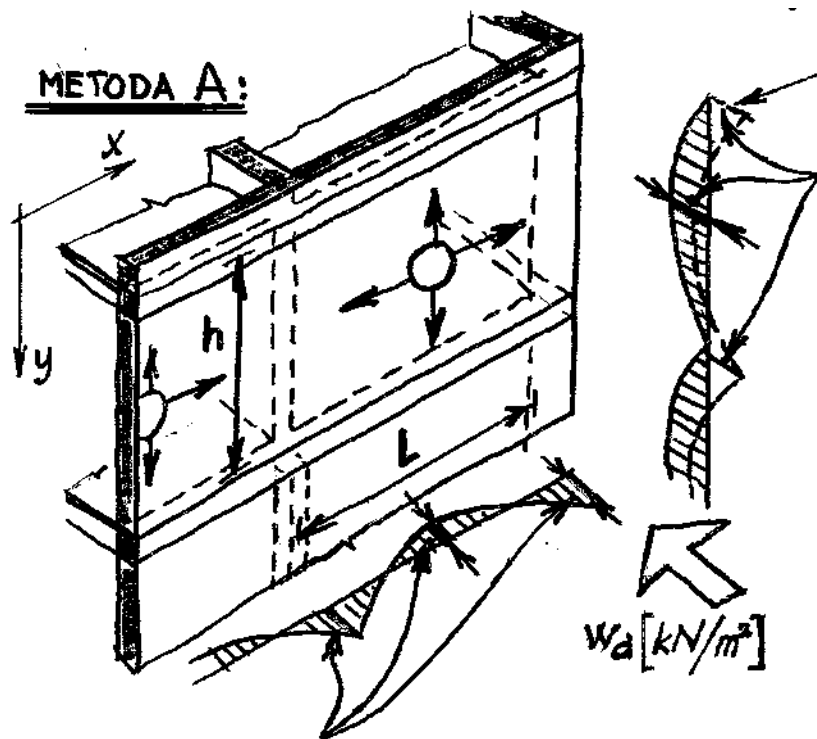
# Metoda A

- *Princip: Deskové působení stěny*
- Uvážení ortotropních vlastností materiálu
- Obecná podmínka únosnosti:  $M_{Ed} \leq M_{Rd}$
- Stěna musí být podepřená resp. spojitá podél 3 nebo 4 okrajů
- Platí pro stěny  $t \leq 250$  mm
- Spolupůsobení dvou navzájem kolmých směrů při přenášení zatížení vyjadřuje ortogonální poměr pevností v ohybu  $\mu = f_{xk1} / f_{xk2}$



# Metoda A

- Statické schema, značení



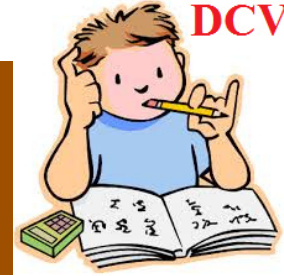
Vliv **svislého přetížení** na míru vetknutí

Momenty  $M_{Edy}$ , které vyvolávají porušení zděného průřezu stěny v rovině rovnoběžné s ložnými spárami (pevnost  $f_{xk1}$ )

Momenty  $M_{Edx}$ , které vyvolávají porušení průřezu stěny v rovině kolmé na ložné spáry (pevnost  $f_{xk2}$ )



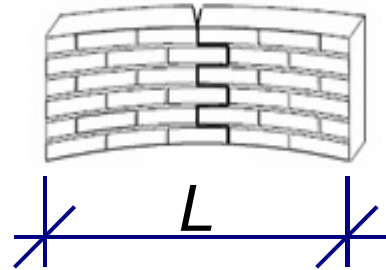




# Metoda A

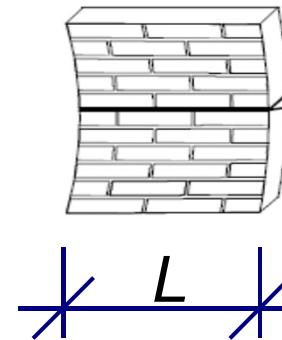
- Účinky zatížení

- $$M_{Edx} = \alpha w_d L^2$$



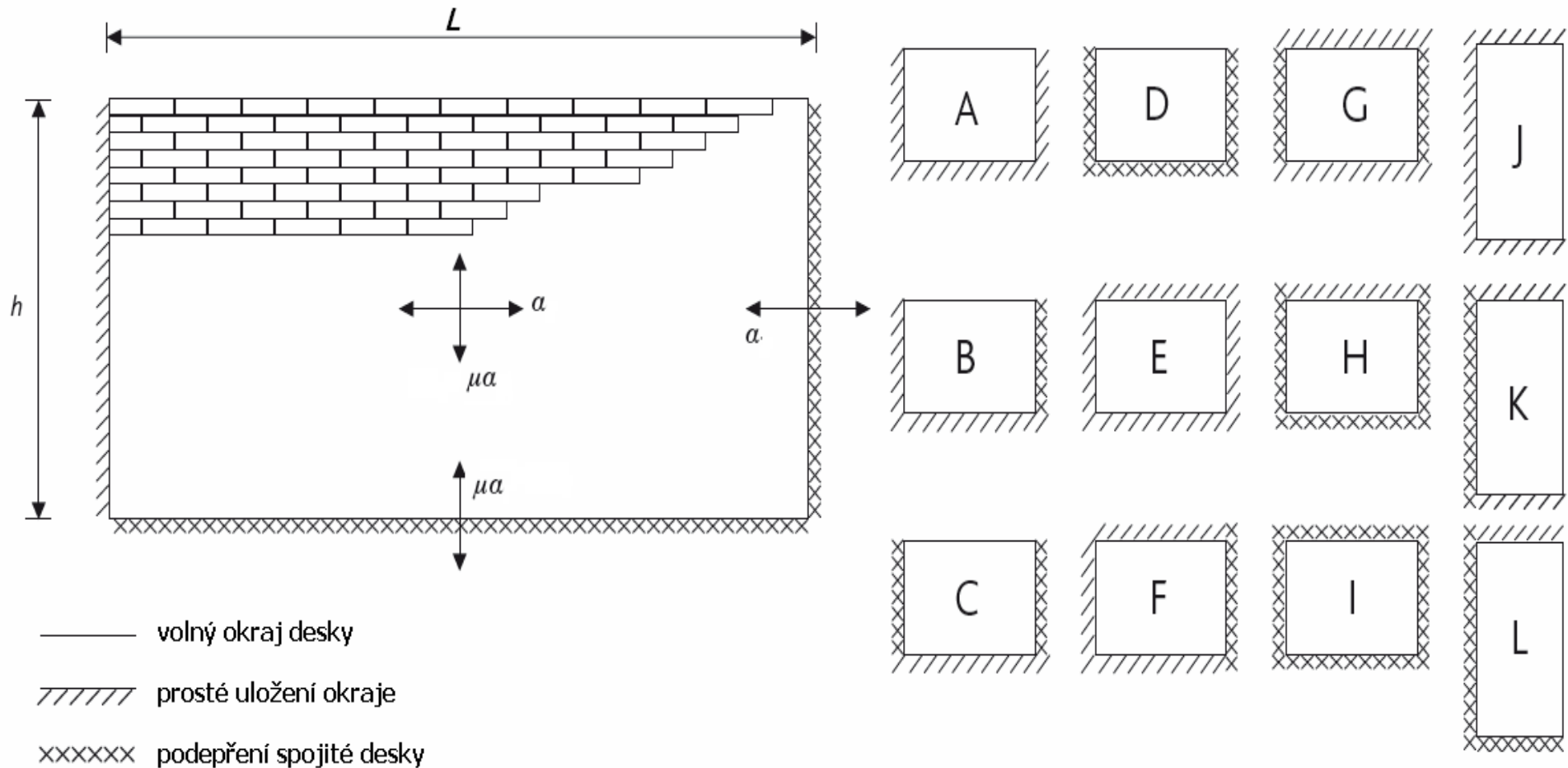
- $$M_{Edy} = \mu \alpha w_d L^2$$

$$\mu = f_{xk1} / f_{xk2}$$

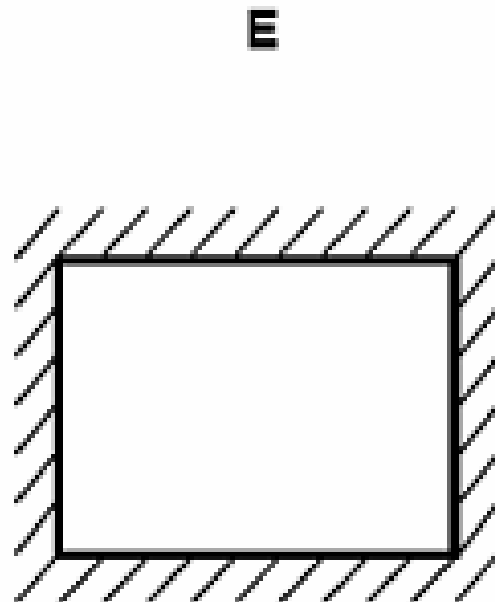


# Metoda A

- Součinitele ohybového momentu ve stěnách namáhaných zatížením kolmým na jejich rovinu



# Metoda A



$\mu$	$h/R$							
	0,30	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
1,00	0,008	0,018	0,030	0,042	0,051	0,059	0,066	0,071
0,90	0,009	0,019	0,032	0,044	0,054	0,062	0,068	0,074
0,80	0,010	0,021	0,035	0,046	0,056	0,064	0,071	0,076
0,70	0,011	0,023	0,037	0,049	0,059	0,067	0,073	0,078
0,60	0,012	0,025	0,040	0,053	0,062	0,070	0,076	0,081
0,50	0,014	0,028	0,044	0,057	0,066	0,074	0,080	0,085
0,40	0,017	0,032	0,049	0,062	0,071	0,078	0,084	0,088
0,35	0,018	0,035	0,052	0,064	0,074	0,081	0,086	0,090
0,30	0,020	0,038	0,055	0,068	0,077	0,083	0,089	0,093
0,25	0,023	0,042	0,059	0,071	0,080	0,087	0,091	0,096
0,20	0,026	0,046	0,064	0,076	0,084	0,090	0,095	0,099
0,15	0,032	0,053	0,070	0,081	0,089	0,094	0,098	0,103
0,10	0,039	0,062	0,078	0,088	0,095	0,100	0,103	0,106
0,05	0,054	0,076	0,090	0,098	0,103	0,107	0,109	0,110



# Metoda A

- Moment únosnosti  $M_{Rd}$

$$M_{Rd} = f_{xd2} Z \quad \text{nebo} \quad (f_{xd1} + \sigma_d) Z$$

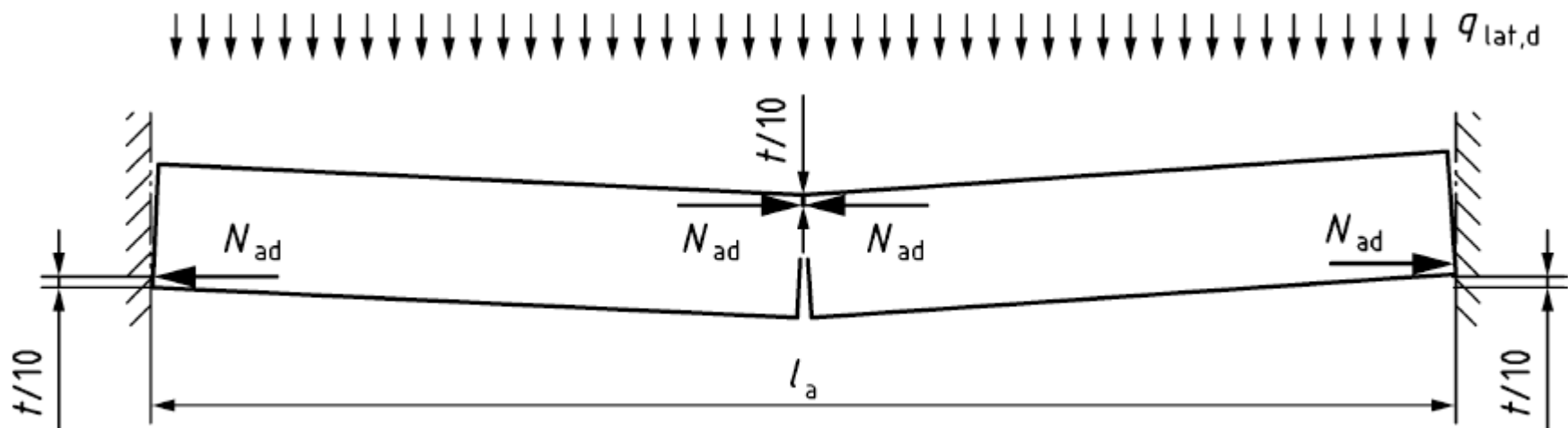
kde

- $M_{Rd}$  = návrhový moment únosnosti
- $f_{xd}$  = návrhová hodnota příslušné ohybové pevnosti
- $\sigma_d$  = návrhová hodnota normálového napětí kolmo k potenciální ploše porušení
- $Z$  = průřezový modul ( $bt^2/6$ )



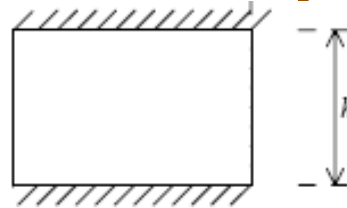
# Metoda B

- **Princip: Klenbové působení stěny.** Podmínky:
    - Tuhé a neposuvné podpory
    - Minimální vliv smršťování
    - Tlačené spáry ve zdivu jsou vyplněny maltou
- => Stanoví se maximální dovolené zatížení  $q_{lat,d}$



# Mezní rozměry z hlediska použitelnosti

- Mezní poměry výšky a délky k tloušťce stěn
- Příloha E ČSN EN 1996-1-1
- Grafy platí pro stěny tlusté 100 mm a více
- Výška stěn  $h$ , které jsou podepřeny podél horního okraje, avšak nikoliv podél svislých okrajů, nemá být větší než 30  $t$ .

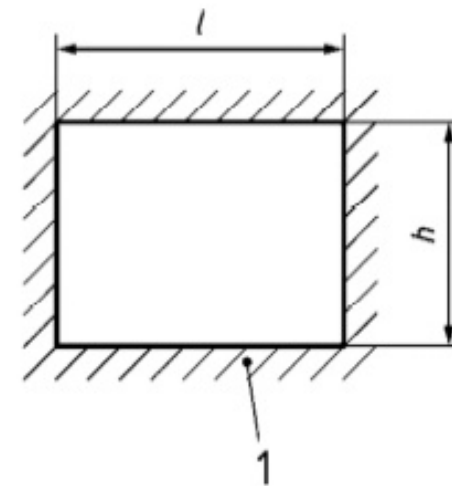
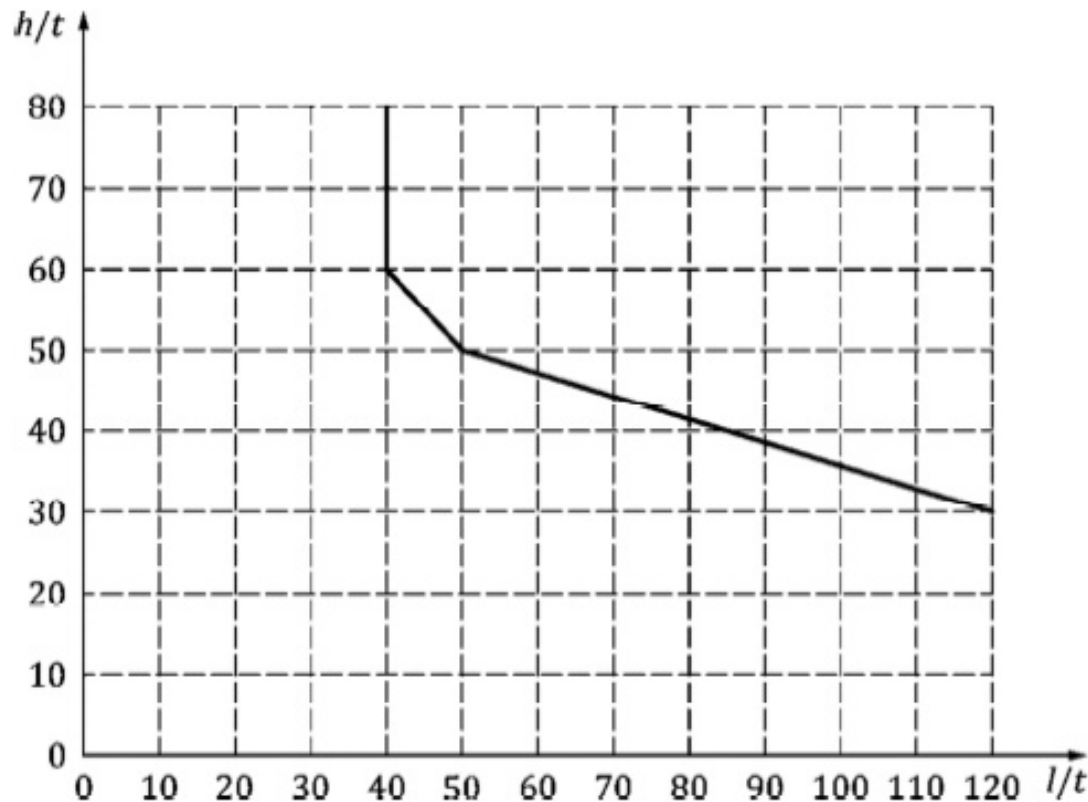


- Omezení rozměrů poměrem  $h/t$  a  $L/t$  (u dutinových stěn se uvažuje  $t_{ef}$ ) – grafy



# Mezní rozměry z hlediska použitelnosti

- Graf pro stěny podepřené podél všech 4 okrajů



## Legenda

1 prostě uložený nebo plně spojitý okraj





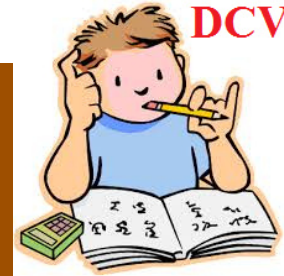
# **Zjednodušené metody navrhování nevyztužených zděných konstrukcí (ČSN EN 1996-3)**



## Možno použít za předpokladu splnění omezujících podmínek a to při navrhování:

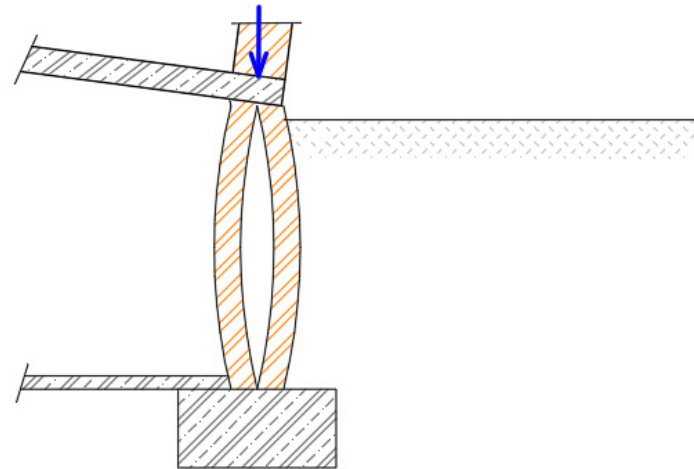
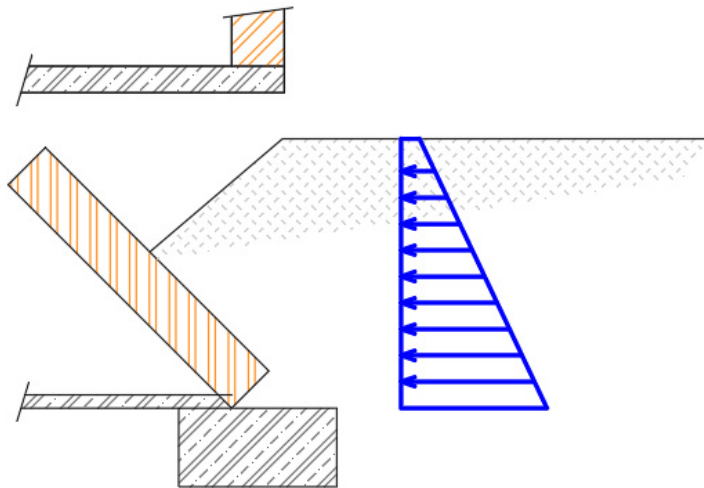
- Stěn vystavených svislému zatížení a zatížení větrem
- Stěn pod soustředěným zatížením
- Smykových stěn ve smyku
- Vnitřních stěn, které nejsou namáhány svislým zatížením a na které působí boční zatížení
- Stěn podzemních podlaží





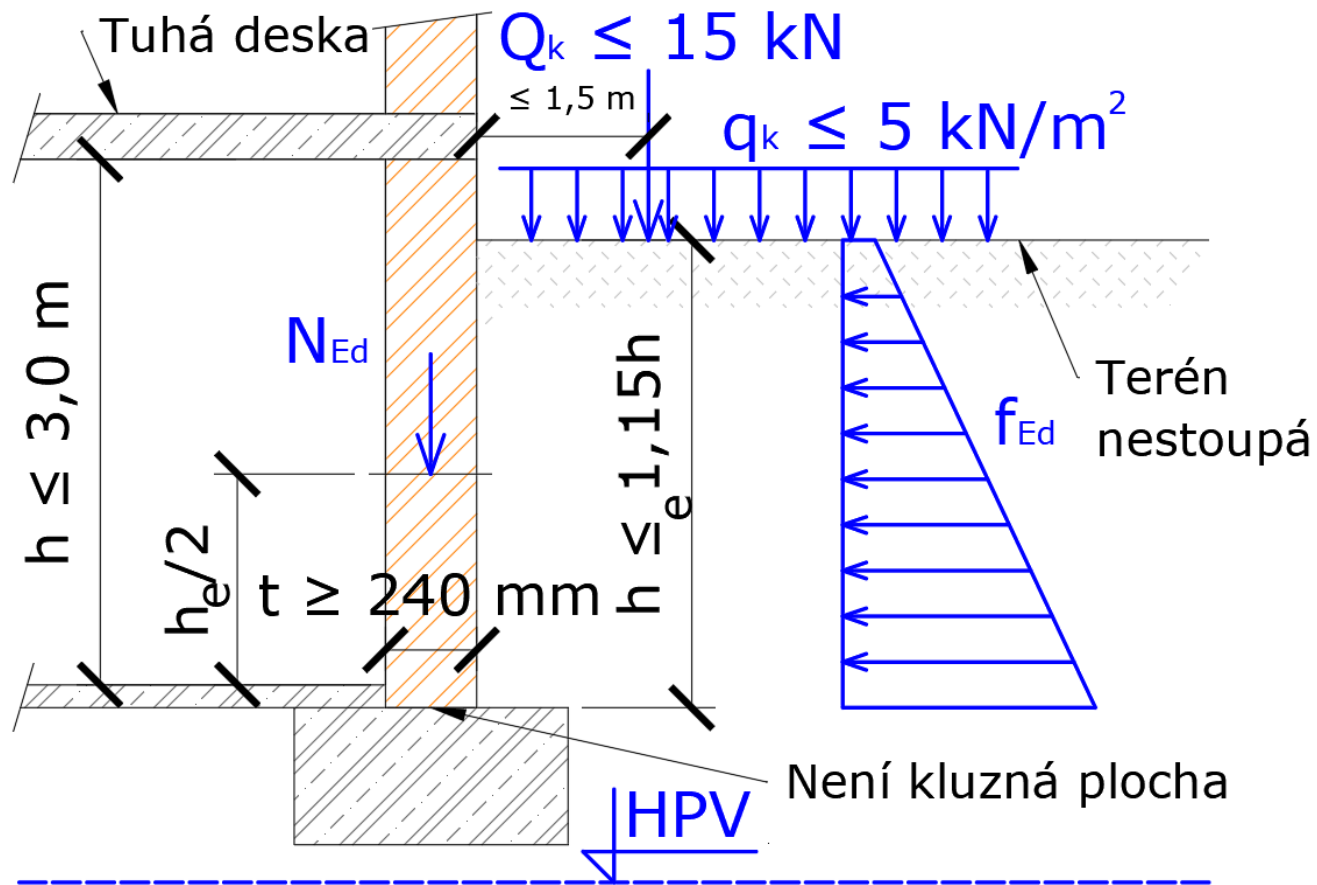
# Stěny podzemních podlaží

- *Princip:* Ověření minimální odolnosti vůči vodorovnému a svislému zatížení (stabilita, ohyb, tlak)



# Stěny podzemních podlaží

- Podmínky



# Stěny podzemních podlaží

- Zjednodušený výpočet stěn podzemních podlaží namáhaných zemním tlakem v klidu

$$N_{Ed,min} \geq F_{Ed} = 0,25K_e^{1,5} \frac{\gamma b h h_e^2}{\beta_e t} \quad N_{Ed,max} \leq N_{Rd} = \frac{b t f_d}{3}$$

$N_{Ed,max}$  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



# Stěny podzemních podlaží

$\beta_e$  součinitel pro zohlednění vodorovného přenášení zatížení

$$\beta = 1 \quad \text{pro } l_{cw} \geq 2h$$

$$\beta = 3 - (l_{cw}/h) \quad \text{pro } l_{cw} < L < 2h$$

$$\beta = 2 \quad \text{pro } l_{cw} \leq h$$

$K_e$  součinitel zemního tlaku

$h_e$  výška zásypu

$h$  světlá výška stěny

$f_d$  návrhová hodnota pevnosti zdiva v tlaku

$b$  šířka posuzovaného průřezu stěny

$l_{cw}$  osová vzdálenost příčných stěn (podpůrných kcí)

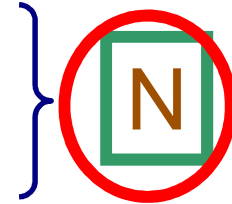




# Vyztužené zdivo

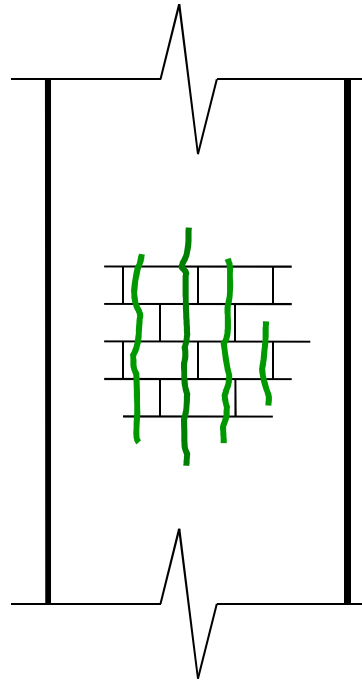
# Vyztužování zdiva

- Zděné prvky zesilované oplášt'ováním
- Příčně vyztužené zděné prvky
- Podélně vyztužené zděné prvky - **M,V**



# Zesilování oplášt'ováním

- Ocelové
- Železobetonové
- Vyztužované maltové





# Oplášt'ování ocelovou konstrukcí

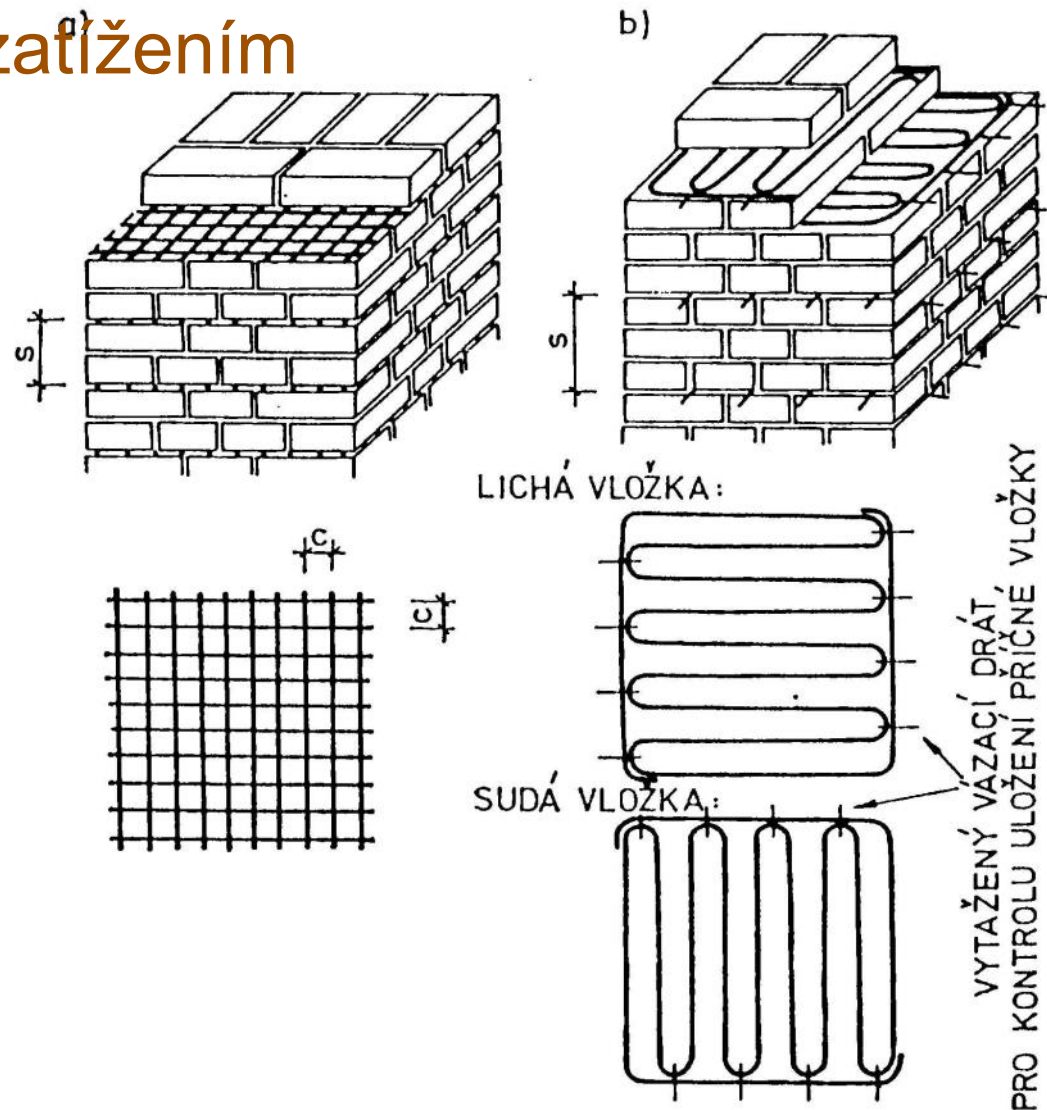
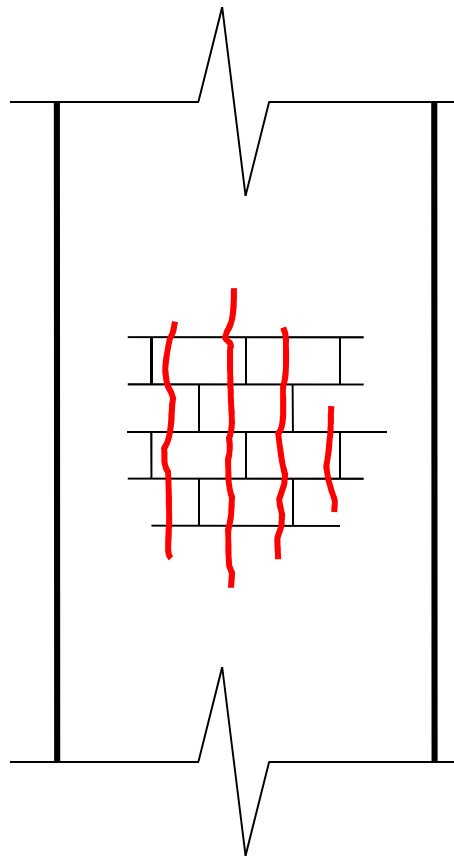


# Železobetonové oplášt'ování



# Příčně vyztužené zděné prvky

- Namáhané svislým zatížením



# Příčně vyztužené zděné prvky

- Mezní únosnost příčně vyztuženého průřezu

$$N_{Rd} = \Phi_{i,m} b t f_{sd} \quad (4)$$

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

$\Phi_m$  se spočte podle vztahů v příloze F.3 normy, přičemž se místo  $K_E$  dosadí  $\alpha_s$  (viz dále)

$f_{sd}$  ... návrhová pevnost příčně vyztuženého zdiva

$$f_{sd} = f_k/\gamma_M + 2\rho\sigma_{sd} \leq 1,8f_d \quad (5)$$



# Příčně vyztužené zděné prvky

- Souč. přetvárnosti příčně vyztuženého zdiva:

$$\alpha_s = K_E \cdot (\text{prům}f) / (\text{prům}f_{sk}) \quad (1)$$

$K_E$  ... součinitel přetvárnosti nevyztuženého zdiva

$\text{prům}f$  ... průměrná pevnost zdiva v tlaku:

$$\text{prům}f = 2f_k \quad (2)$$

$\text{prům}f_{sk}$  ... průměrná pevnost příčně vyztuženého zdiva v tlaku:

$$\text{prům}f_{sk} = 2f_k + 2f_{yk}\rho \quad (3)$$

$f_{yk}$  ... charakteristická mez kluzu použité oceli

$\rho$  ... objemový stupeň vyztužení

$f_k$  ... charakt. pevnost nevyztuž. zdiva v tlaku



# Příčně vyztužené zděné prvky

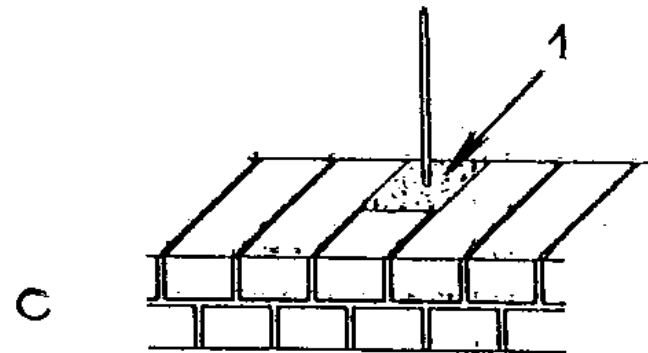
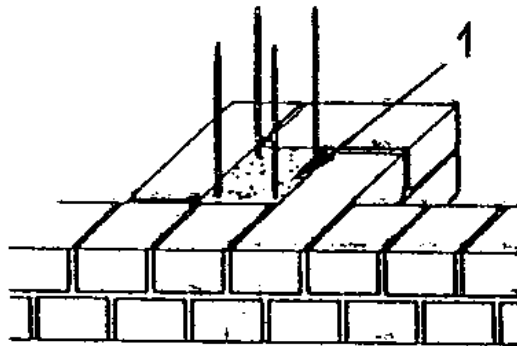
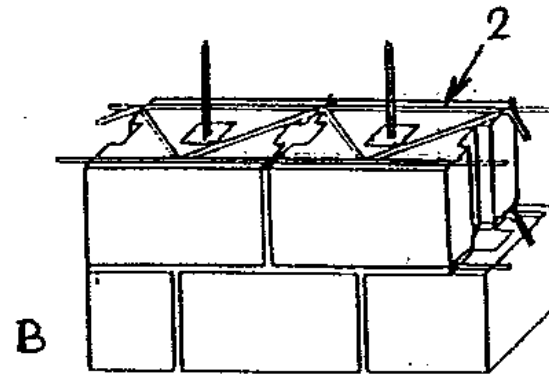
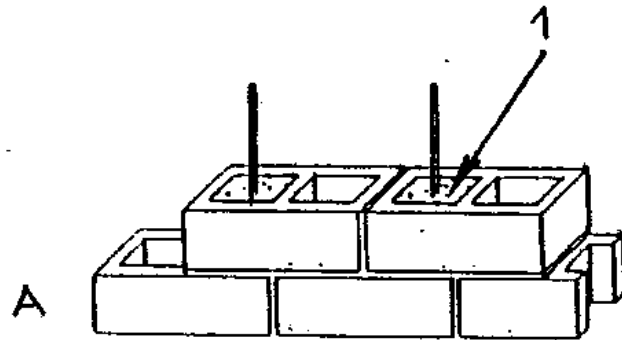
- Konstrukční zásady
  - Zdicí prvky skupiny 1
  - Vzdálenost  $s \leq 400\text{mm}$   
 $\leq 5$  řad
  - Stupeň vyztužení (objemově!):  
$$0,001 \leq \rho = V_s / V_m \leq 0,01$$
  - Redukované mezní napětí  $\sigma_{sd}$  :

svařované sítě	vázaná výztuž
200 MPa	150 MPa



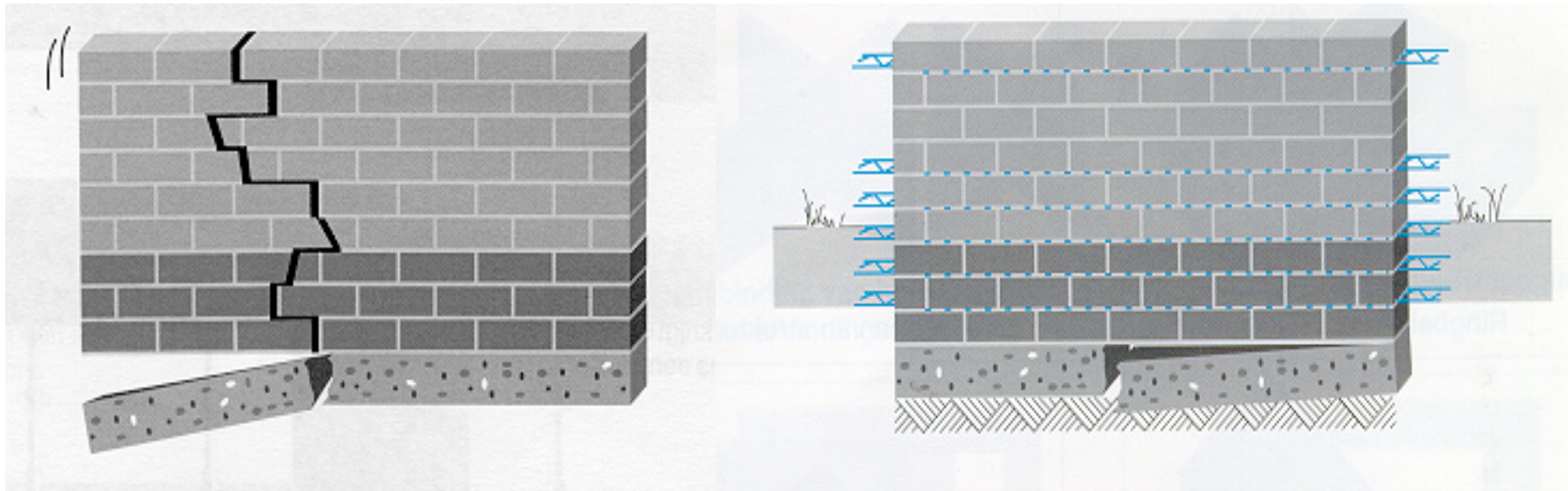
# Podélně vyztužené zděné prvky

- Vyztužení svisle či vodorovně



# Výztuž do ložných spár zdiva – MURFOR

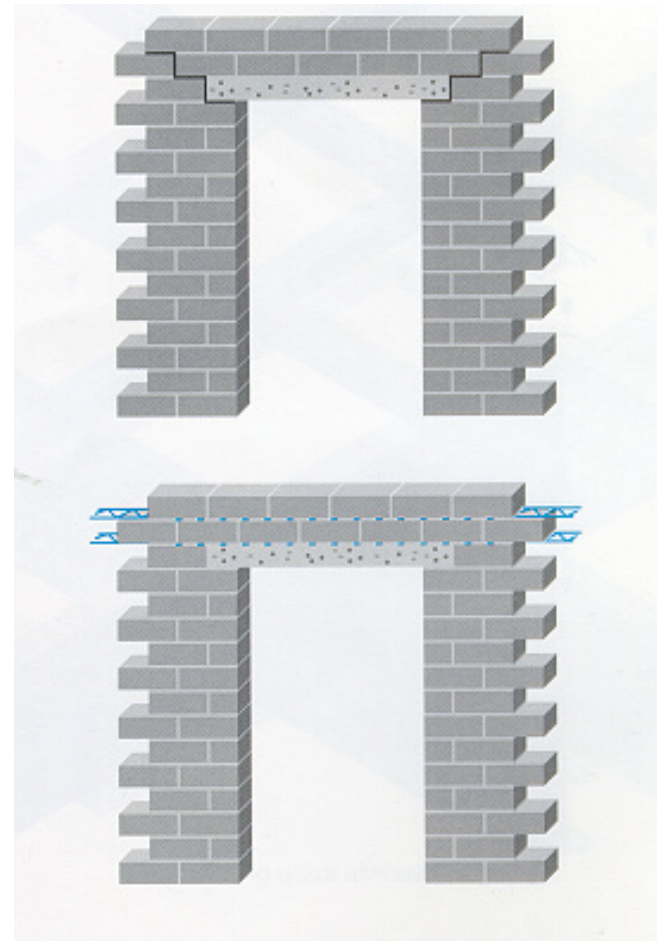
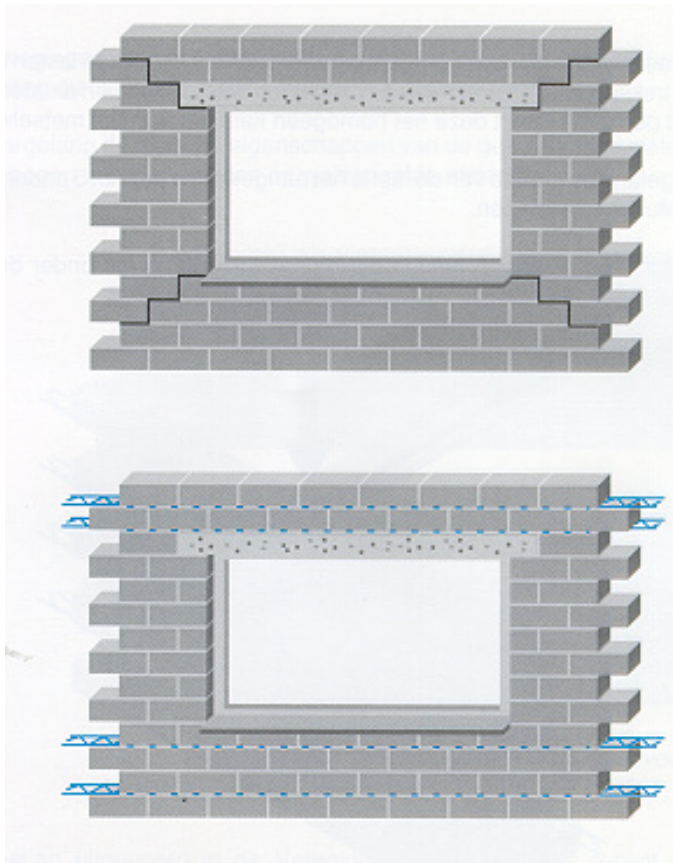
- *Příklad použití:* Rozdílná sedání – omezení trhlin





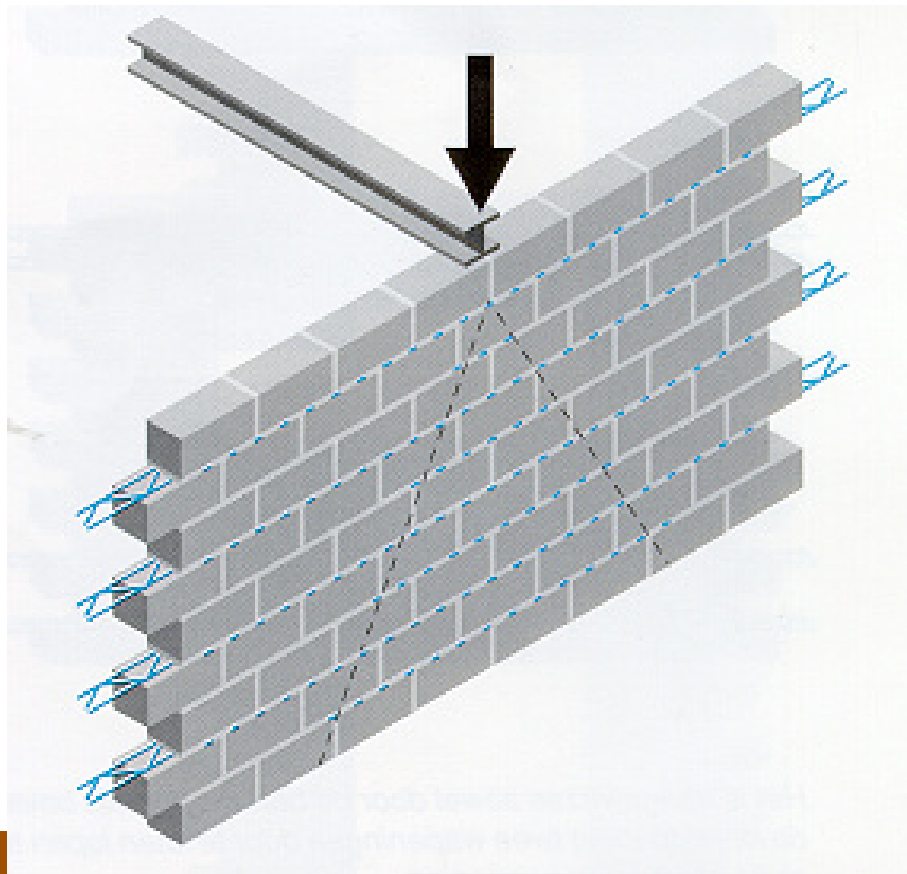
# Výztuž do ložných spár zdiva – MURFOR

- *Příklad použití:* Omezení trhlin v rozích otvorů



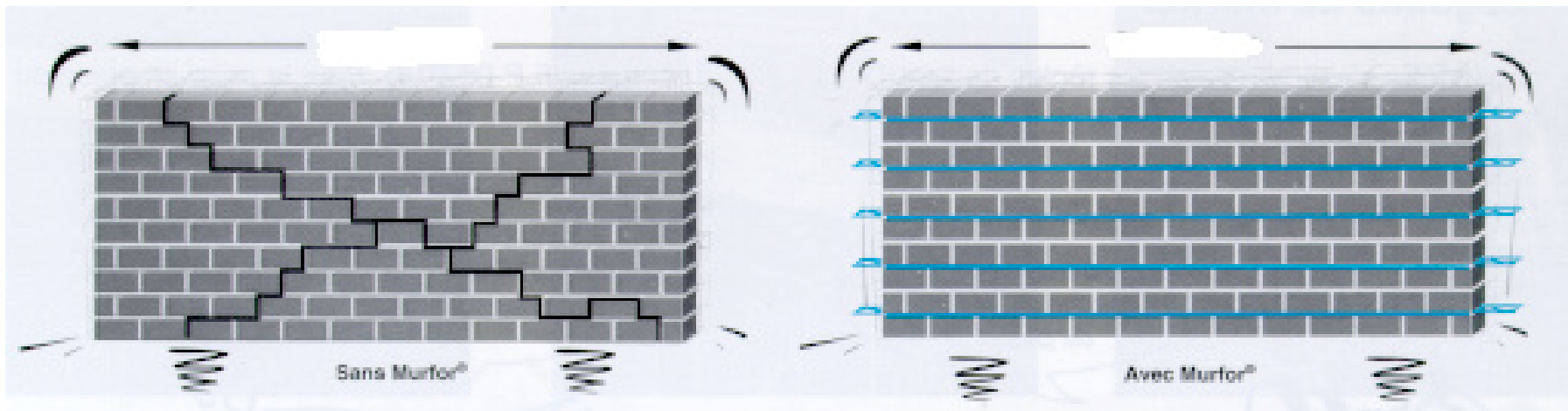
# Výztuž do ložných spár zdiva – MURFOR

- *Příklad použití:* Roznesení soustředěného zatížení, omezení trhlin



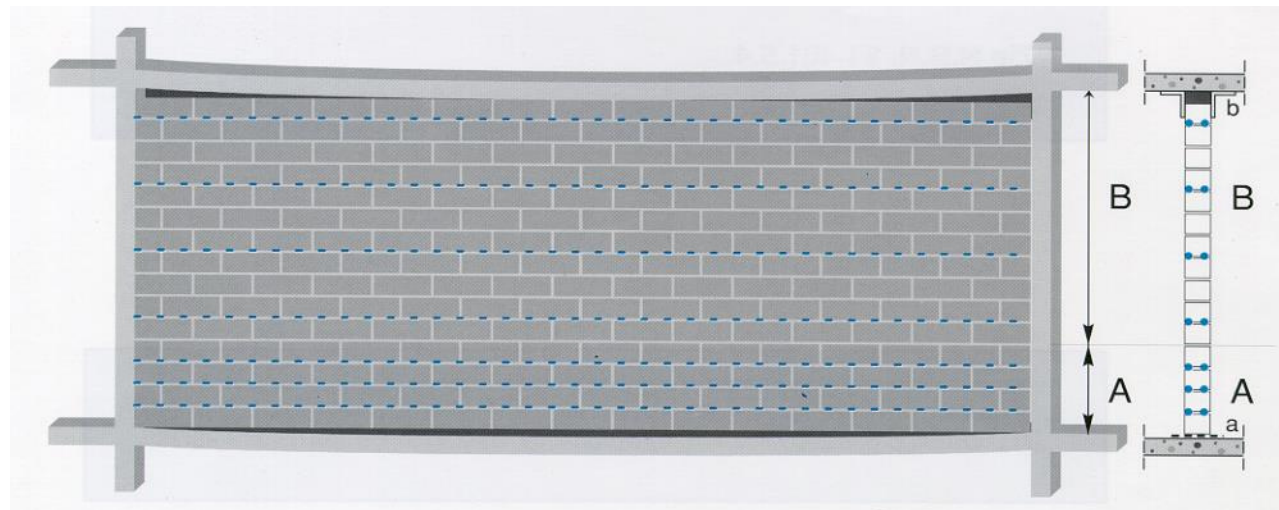
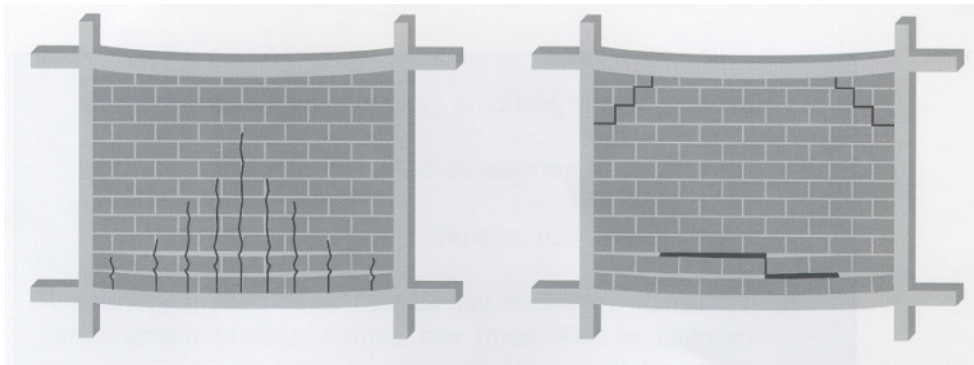
# Výztuž do ložných spár zdiva – MURFOR

- *Příklad použití:* Omezení trhlin od vibrací, popř. seismických zatížení



# Výztuž do ložných spár zdiva – MURFOR

- *Příklad použití:* Omezení trhlin ve stěnách na poddajných stropech



## Co byste měli chápat

- Funkce jednotlivých částí vložkového stropu
- Jaké konstrukční zásady je nutno dodržet u vložkových stropů a proč musí být dodrženy
- Postup návrhu typické části vložkového stropu
- Princip řešení otvorů ve vložkových stropěch
- Konstrukční uspořádání, výhody a nevýhody jednotlivých typů překladů
- Funkce ztužujícího věnce ve zděné budově
- Možné důsledky vynechání ztužujícího věnce
- Co je to výkres skladby, jaké má náležitosti



## Co byste měli chápat

- Princip porušení tlačného zděného prvku
- Co vyjadřují kategorie a skupiny zdicích prvků
- Rozdíl mezi pevností zdicích prvků a zdiva
- Co je návrhová a předpisová malta
- Proč je nutno zachovat správnou vazbu zdiva
- K čemu slouží a jak se používají stěnové spony
- Na čem závisí pevnost zdiva v tlaku
- Na čem závisí pevnost zdiva ve smyku
- Na čem závisí pevnost zdiva v tahu za ohybu



## Co byste měli chápat

- Proč je nutno posuzovat pilíř v hlavě, patě i v polovině výšky; na čem závisí únosnost pilíře
- Postup stanovení zmenšujícího součinitele  $\Phi$  v hlavě pilíře; proč vždy uvažujeme  $\Phi \leq 0,9$
- Na čem závisí zmenšující součinitel v polovině výšky
- Princip stanovení výstřednosti zatížení pilíře z detailu uložení stropní konstrukce
- Princip stanovení ohybových momentů na pilíři z rámového výseku



## Co byste měli chápat

- Principy metod pro posouzení zdiva namáhaného ohybem (stěny zatížené větrem a zemním tlakem)
- Princip zvýšení únosnosti zděného pilíře pomocí opláštění ocelovou konstrukcí
- Princip zvýšení únosnosti zděného pilíře vyztužením ložných spár
- Ve kterých případech pomůže vyztužení ložných spár zděné stěny







**Hodně úspěchů při studiu  
(nejen) zděných konstrukcí!**