



Zděné konstrukce Kristýna Richterová

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ
FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE



Organizace předmětu

- Společné přednášky a cvičení
- Konzultace v B816 / přes Teams
- Kontakt: kristyna.richterova@fsv.cvut.cz
- Zápočet za část ZDK:
 - Účast na hodinách (MAX. 1 neomluvená absence)
 - Kvalitně a včas vypracovaná cvičení
 - Úspěšné složení zápočtového testu (MIN. 50 % bodů)
- Informace k předmětu:
<http://people.fsv.cvut.cz/www/bilypet1/133BZKQ.htm>

Harmonogram

1. Cvičení (27.09.2023)

Výklad: Úvod, motivace, základy navrhování. Vodorovné nosné konstrukce.

Domácí cvičení: Seznámení se zadáním. Zapracování individuálních parametrů do zadání. Návrh stropní konstrukce, návrh překladu, výkres skladby.

2. Cvičení (11.10.2023)

Výklad: Zdivo – materiály a vlastnosti. Nevztužené zděné stěny (pilíře) namáhané převládajícím svislým zatížením.

Výpočtové modely zděných vícepodlažních budov pro svislé zatížení.

Domácí cvičení: Výpočet pevnosti v tlaku pro různé typy zdiva. Návrh a posouzení zděného pilíře. Návrh vazby pilíře.

3. Cvičení (25.10.2023)

Výklad: Ověřování spolehlivosti stěn z nevztuženého zdiva namáhaných bočním zatížením kolmým na jejich rovinu.

Domácí cvičení: Posouzení výplňové stěny na zatížení od tlaku a sání větru metodou A. Posouzení suterénní stěny na boční zatížení zemním tlakem zjednodušenou metodou podle ČSN EN 1996-3.

4. Cvičení (08.11.2023)

Výklad: Vztužené zdivo – přehled.

Domácí cvičení: Pouze kontrola

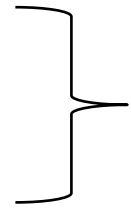
Harmonogram

5. Cvičení (22.11.2023)

Zápočtový test + konzultace

6. Cvičení (06.12.2023)

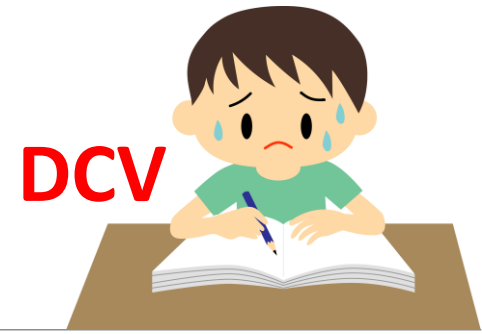
Rezerva, konzultace



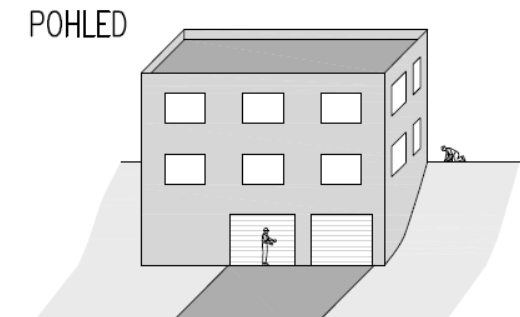
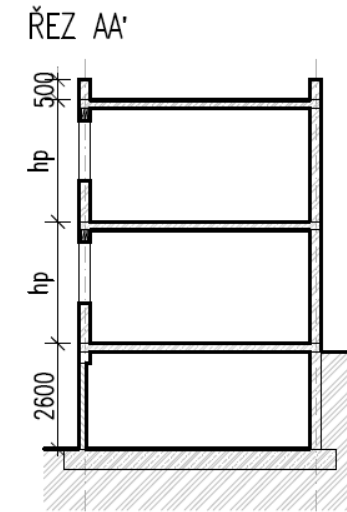
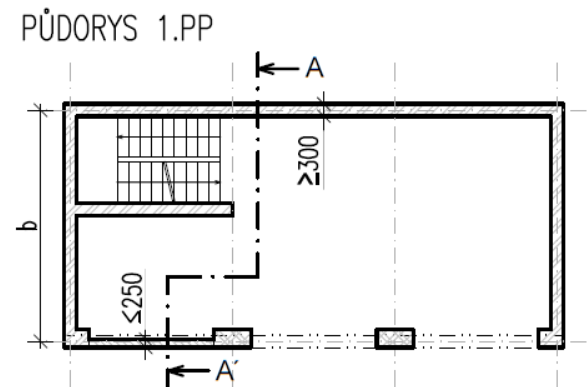
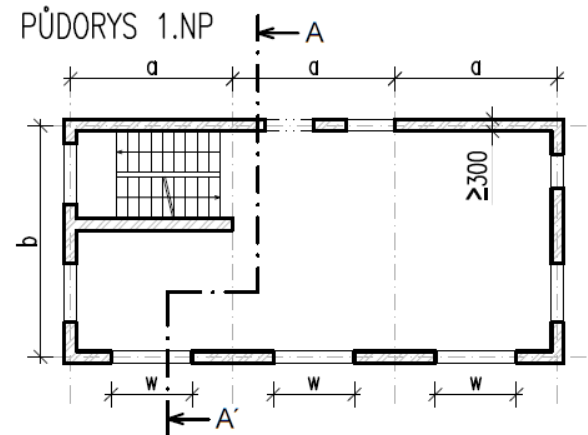
Dle situace – cvičení převezme pan
docent Bílý

Poslední termín pro odevzdání cvičení – 6.12.2023

Domácí cvičení

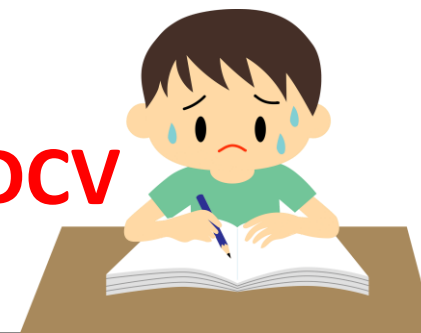


- Stropní konstrukce
- Překlad
- Výkres skladby
- Pilíř
- Suterénní stěna
- Výplňové zdivo



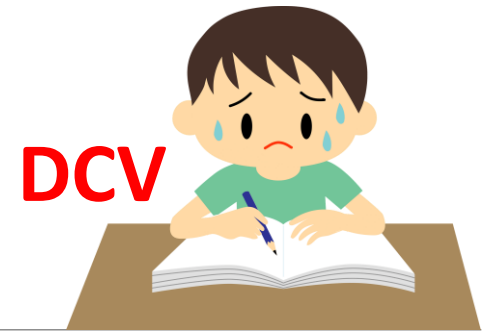
Domácí cvičení – parametry

DCV



Č.	Jméno	a	b	w	h _p	Materiálová varianta	Zatížení svislé				Zemina	Větr	
							(g-g ₀) _{patro,k}	(g-g ₀) _{stř,k}	q _{patro,k}	Sněhová oblast	Obj. hm. zeminy	Větrná oblast	Kategorie terénu
							m				-	kN/m ²	
1	Bartoň Adam	4.50	6.00	2.10	2.80	betonové zdivo	2.0	2.1	3.0	I	1950	IV	II
2	Břehová Barbora	5.10	5.40	1.50	2.80	vápenopískové zdivo	2.0	2.1	2.0	III	1950	II	IV
3	Franta Jonáš	3.60	6.90	1.65	2.90	betonové zdivo	2.1	2.0	2.5	II	1900	III	II
4	Friml Viktor	3.60	6.90	1.65	2.80	betonové zdivo	2.1	1.8	1.5	IV	2000	I	II
5	Kotyzová Kamila	4.50	6.00	2.10	2.80	betonové zdivo	2.0	2.1	3.0	I	1950	IV	II
6	Kralovič Jan	5.10	5.40	1.50	2.80	vápenopískové zdivo	2.0	2.1	2.0	III	1950	II	IV
7	Krejčí Štěpán	3.90	6.60	1.80	3.00	keramické zdivo	2.2	1.9	3.0	I	1850	IV	III
8	Křižan Filip	3.60	6.90	1.65	3.20	betonové zdivo	2.3	1.9	1.5	IV	2000	I	II
9	Kyzivátová Adéla	3.90	6.60	1.80	3.10	keramické zdivo	2.4	1.8	2.0	III	1850	II	III
10	Měkotová Kristýna	4.20	6.30	1.45	3.00	vápenopískové zdivo	2.3	1.6	2.5	II	1900	III	IV
11	Mundl Václav	4.20	6.30	1.35	3.20	vápenopískové zdivo	2.5	1.7	2.5	II	1800	III	IV
12	Polícar Lukáš	3.60	6.90	1.65	3.10	betonové zdivo	2.3	1.8	2.5	II	1950	III	II
13	Rambousková Michaela	4.80	5.70	2.25	3.20	keramické zdivo	2.5	1.4	1.5	IV	1800	I	III
14	Rubeš Viktor	3.90	6.60	1.80	2.90	keramické zdivo	2.2	1.7	2.0	III	1950	II	III
15	Stanko Petr	3.60	6.90	1.65	2.80	betonové zdivo	2.1	1.8	1.5	IV	2000	I	II
16	Sušienková Natálie	4.80	5.70	2.25	3.20	keramické zdivo	2.5	1.4	1.5	IV	1800	I	III
17	Štáfová Klára	4.50	6.00	2.10	3.10	betonové zdivo	2.4	1.5	3.0	I	1850	IV	II
18	Šulc Kryštof	4.80	5.70	2.25	2.80	keramické zdivo	2.1	2.1	2.5	II	2000	III	III
19	Švihovcová Nina Karolína	3.90	6.60	1.80	2.90	keramické zdivo	2.2	1.7	2.0	III	1950	II	III
20	Valešová Magdalena	5.10	5.40	1.60	3.00	vápenopískové zdivo	2.2	1.9	2.0	III	1850	II	IV
21	Verichová Tereza	3.60	6.90	1.65	3.00	betonové zdivo	2.3	1.9	1.5	IV	1900	I	II
22	Vítová Edita	4.50	6.00	2.10	3.10	betonové zdivo	2.4	1.5	3.0	I	1850	IV	II
23	Pulcová Kateřina	4.50	6.00	2.10	2.90	betonové zdivo	2.0	1.8	2.0	III	1900	II	II
24	Výmlová Veronika	4.20	6.30	1.45	3.00	vápenopískové zdivo	2.3	1.6	2.5	II	1900	III	IV

Domácí cvičení – materiálové varianty



- Betonové zdivo

<http://www.betonstavby.cz/cz/produkty/prehled-vyrobku>

<http://www.betonstavby.cz/cz/projektant-architekt/dokumenty/technicky-katalog>

- Keramické zdivo

Aktuální odkaz pro projektanty

<https://selektorkonstrukci.heluz.cz/category/9/500>

- Vápenopískové zdivo

<http://kalksandstein.cz/index.php?page=katalog-vyrobku>

<http://kalksandstein.cz/index.php?page=ke-stazeni-seznam>

<https://cnord.cz/vlozkovy-system-nord/>

PODROBNĚJI VIZ ZADÁNÍ ÚKOLŮ

Materiálové varianty

Betonové zdivo

- Podrobnosti vyhledejte na <http://www.betonstavby.cz/cz/produkty/prehled-vyrobku>.
- Stěny nadzemního podlaží a suterénu: Zdicí prvky TNB300 P6 na maltu pro tenké spáry.
- Pilíře mezi garážovými vraty: Betonové cihly CV-B/L pevností třídy P15 nebo P20 na obyčejnou maltu MC 10 nebo MC 15 (zvolte).
- Výplňová stěna vedle garážových vrat: Zdicí prvky TP120 na maltu pro tenké spáry.
- Překlady a stropy navrhnete ze sortimentu nabízeného výrobcem.
- Statické tabulky pro návrh stropů a překladů viz <http://www.betonstavby.cz/cz/projektant-architekt/dokumenty/technicky-katalog> (je nutná krátká registrace) => 4. Statika => 4.5 Tabulkové hodnoty.

Keramické zdivo

- Podrobnosti vyhledejte na <http://www.heluz.cz/katalog/>.
- Stěny nadzemního podlaží a suterénu: Zdicí prvky HELUZ FAMILY 44 P10 broušené na maltu pro tenké spáry.
- Pilíře mezi garážovými vraty: Cihly HELUZ CV 14 P20 na obyčejnou maltu MC 10 nebo MC 15 (zvolte).
- Výplňová stěna vedle garážových vrat: Zdicí prvky HELUZ 17,5 broušené na maltu pro tenké spáry.
- Překlady a stropy navrhnete ze sortimentu nabízeného výrobcem.
- Statické tabulky pro návrh stropů a překladů viz <https://www.heluz.cz/cs/ke-stazeni> => Technická příručka pro projektanty a stavitele => Tabulky únosnosti v částech věnovaných stropům/překladům. Je nutná krátká registrace.

Vápenopískové zdivo (VPC)

- Podrobnosti vyhledejte na <http://kalksandstein.cz/index.php?page=katalog-vyrobku>.
- Stěny nadzemního podlaží a suterénu: Zdicí prvky 10DF/300 LD P15 přesné bloky na maltu pro tenké spáry.
- Pilíře mezi garážovými vraty: Cihly 2DF P pevností třídy P15 na obyčejnou maltu MC 10 nebo MC 15 (zvolte).
- Výplňová stěna vedle garážových vrat: Zdicí prvky KS-Quadro E/150 přesné bloky na maltu pro tenké spáry.
- Překlady navrhnete ze sortimentu nabízeného výrobcem, viz <http://kalksandstein.cz/index.php?page=ke-stazeni-seznam> (je nutná krátká registrace) => Statika => Tabulka únosnosti překladů.
- Navrhnete stropy ze sortimentu firmy NORDSTROP na <https://cnord.cz/vlozkovy-system-nord/>.

Literatura

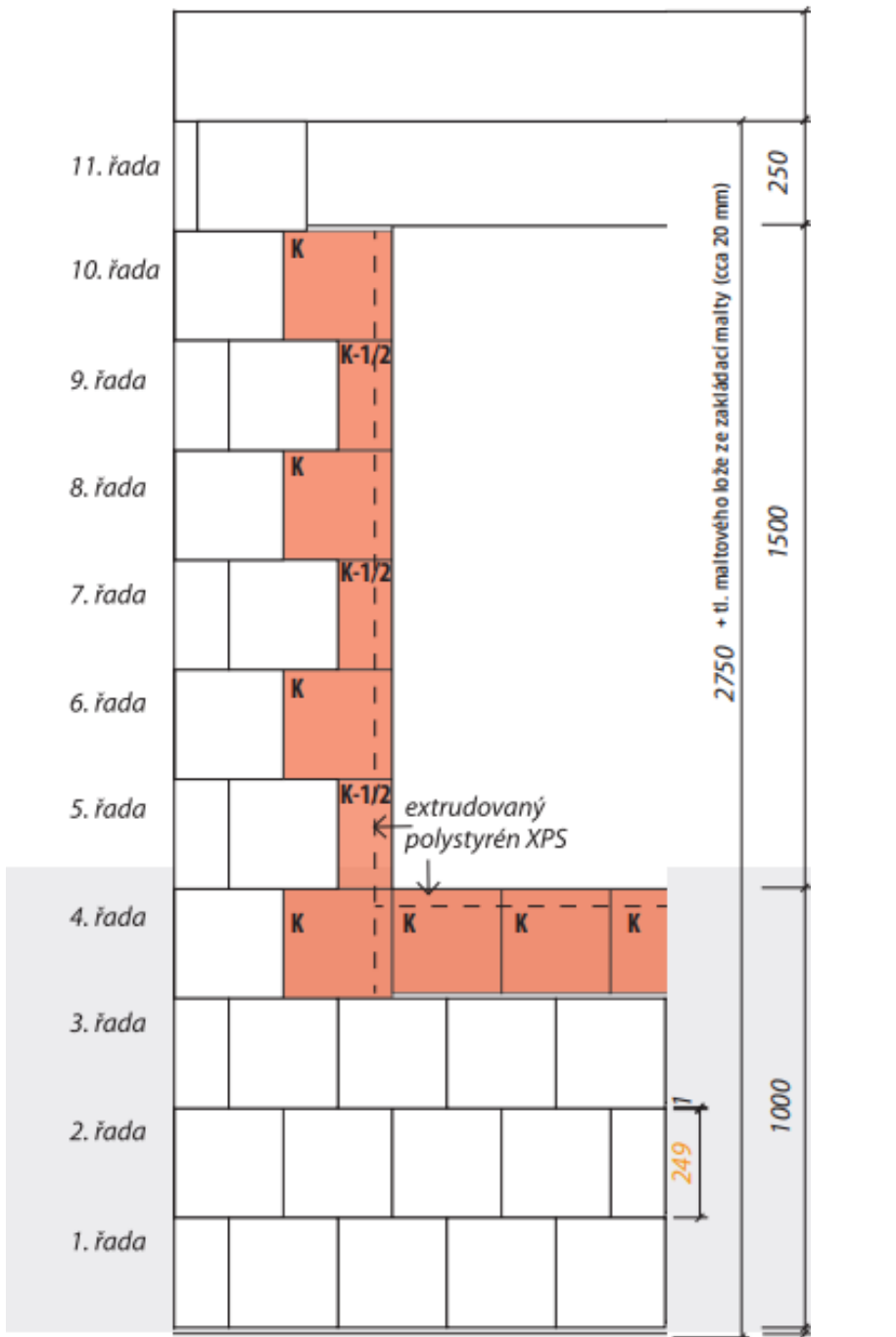
- <http://people.fsv.cvut.cz/www/bilypet1/133BZKQ.htm>
- <http://people.fsv.cvut.cz/www/bilypet1/FRVS2013.htm>
- ČSN EN 1996-1-1: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce, ČNI 2006
- Košatka, P.: Příklady navrhování zděných konstrukcí 1, nakladatelství 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

Dokončené RD a bytové domy dle svislé nosné konstrukce

	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
Bytové domy							
Počet domů celkem	330	478	430	272	410	448	512
zděné (cihly, tvárnice)	255 (77.27 %)	382 (79.92 %)	328 (76.28 %)	196 (72.06 %)	315 (76.83 %)	340 (75.89 %)	380 (74.22 %)
panely a monolity (mimo dřevo)	20 (6.06 %)	17 (3.56 %)	22 (5.12 %)	40 (14.71 %)	82 (20 %)	84 (18.75 %)	125 (24.41 %)
dřevěné	0 (0 %)	10 (2.09 %)	13 (3.02 %)	7 (2.57 %)	3 (0.73 %)	3 (0.67 %)	1 (0.20 %)
jiný materiál vč. kombinací	55 (16.67 %)	69 (14.44 %)	67 (15.58 %)	29 (10.66 %)	10 (2.44 %)	21 (4.69 %)	6 (1.17 %)
Rodinné domy							
Počet domů celkem	9 701	12 833	19 122	13 412	18 127	18 035	18 782
zděné (cihly, tvárnice)	9243 (95.28 %)	11997 (93.49 %)	16984 (88.82 %)	11212 (83.60 %)	14868 (82.02 %)	15009 (83.22 %)	15811 (84.18 %)
panely a monolity (mimo dřevo)	131 (1.35 %)	212 (1.65 %)	370 (1.93 %)	326 (2.43 %)	277 (1.53 %)	282 (1.56 %)	228 (1.21 %)
dřevěné	133 (1.37 %)	384 (2.99 %)	1332 (6.97 %)	1791 (13.35 %)	2836 (15.65 %)	2645 (14.67 %)	2642 (14.07 %)
jiný materiál vč. kombinací	194 (2.00 %)	240 (1.87 %)	436 (2.28 %)	83 (0.62 %)	146 (0.81 %)	99 (0.55 %)	101 (0.54 %)



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

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

Princip návrhu zděných konstrukcí

- **Dílčí součinitele spolehlivosti γ_M podle Národní přílohy normy ČSN EN 1996-1-1**
- Hodnoty v závorce platí pro zdivo z porobet. prvků na lehkou maltu/maltu pro tenké spáry

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



Stropní konstrukce

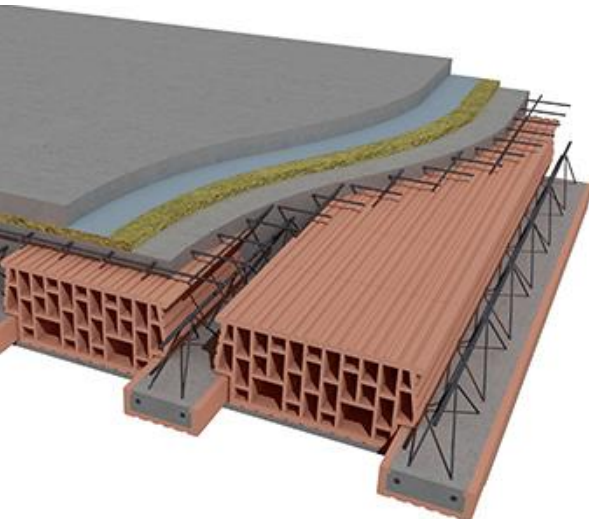


Hlavní typy stropních konstrukcí zděných staveb

- **Dřevěné trémové** – typické u historických staveb
- **Železobetonové** – typické u rozsáhlejších staveb (čím dál častěji se objevují i u RD a staveb menšího rozsahu)
- **Vložkové stropy** – lehké prvky, jednoduchá manipulace + variabilita X pracnost (výhodné pro menší stavby) → Pro světlý rozpon až 8 m.
- **Keramické panely** – alternativa vložkových stropů, rychlá výstavba X náročnější manipulace



Vložkové stropy



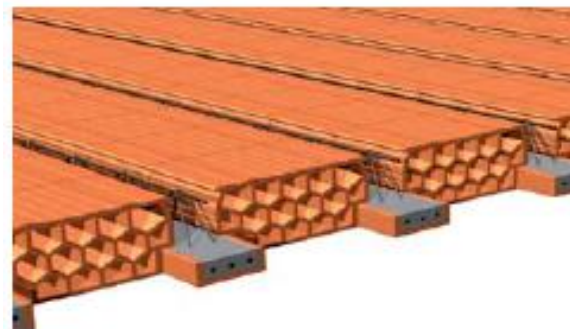
STROPNÍ VLOŽKY



STROPNÍ NOSNÍK



- **Stropní nosníky:** železobetonové, keramobetonové
- **Prostorová výztuž:**
- **Vložky:** keramika, beton, pórobeton



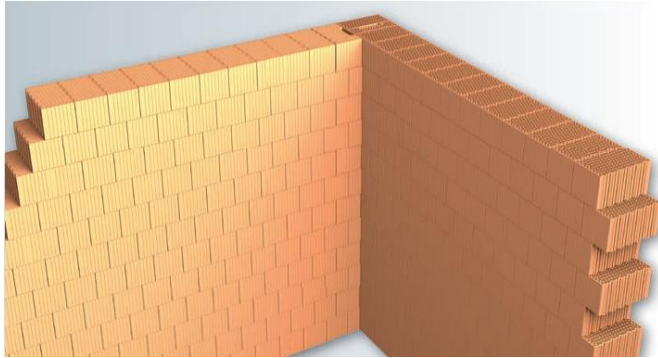
JEDNODUCHÝ NOSNÍK



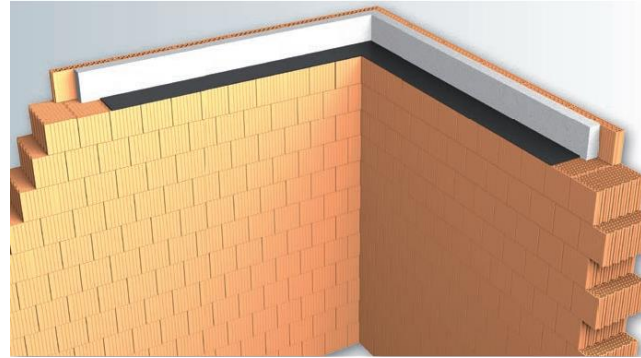
ZDVOJENÝ NOSNÍK
(na vyšší zatížení)

Vložkové stropy – postup montáže

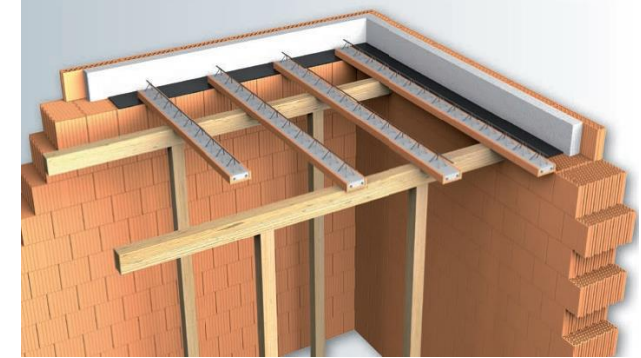
1. VYZDĚNÍ OBVODOVÉHO ZDIVA



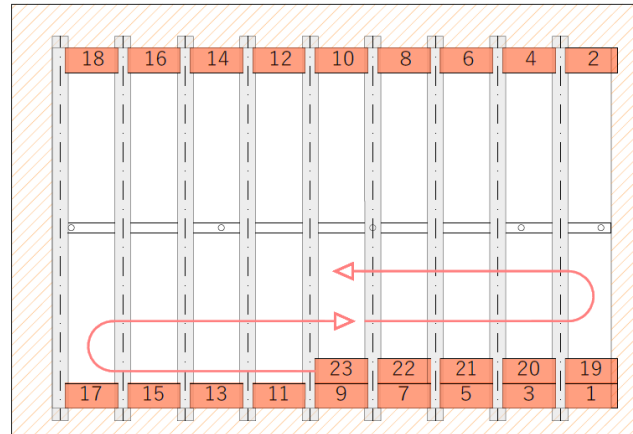
2. Věncovka + TI + Asfaltový pás



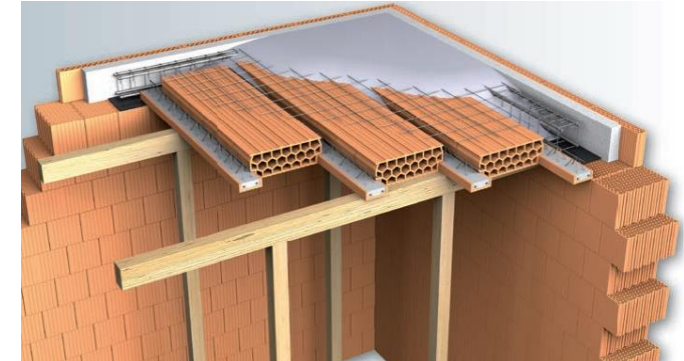
3. Pokládka nosníků a montáž podpěr



4. Pokládka vložek + výztuže



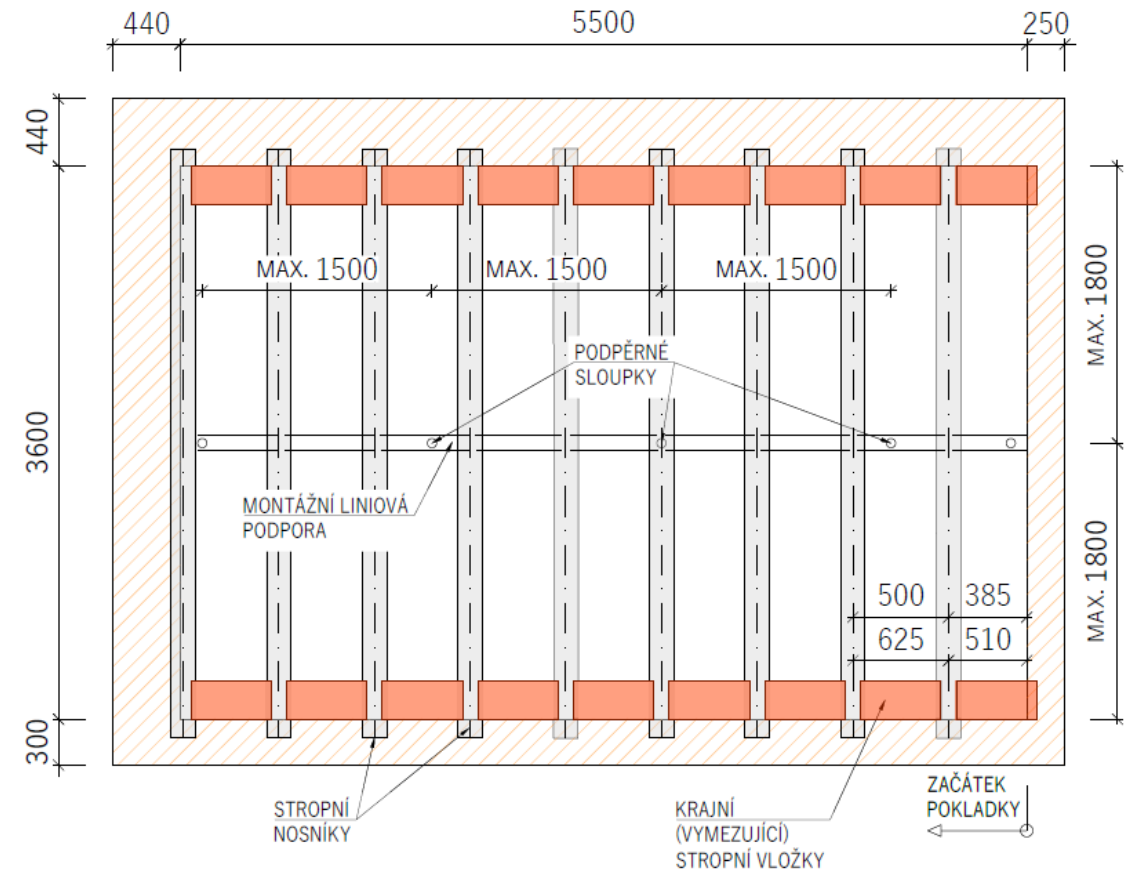
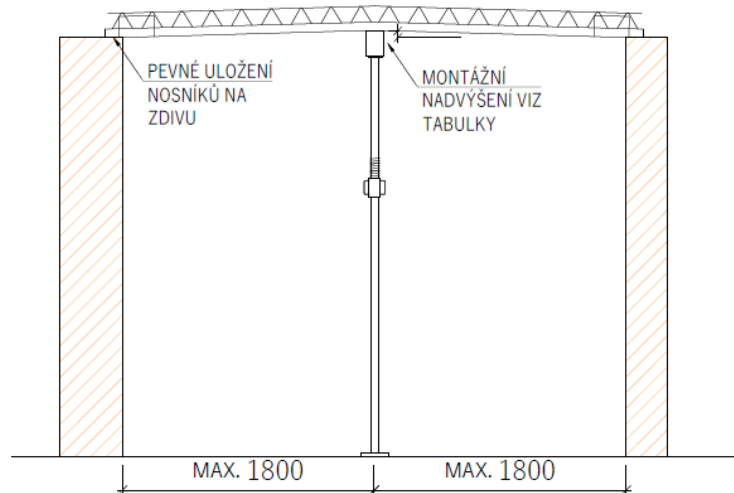
5. Betonáž stropní konstrukce



Vložkové stropy – uložení na stěnu

Při návrhu a montáži je nutné dodržet:

- Minimální délku uložení
- Způsob podepření
- Minimální nadvýšení dané výrobcem



Vložkové stropy – uložení na stěnu

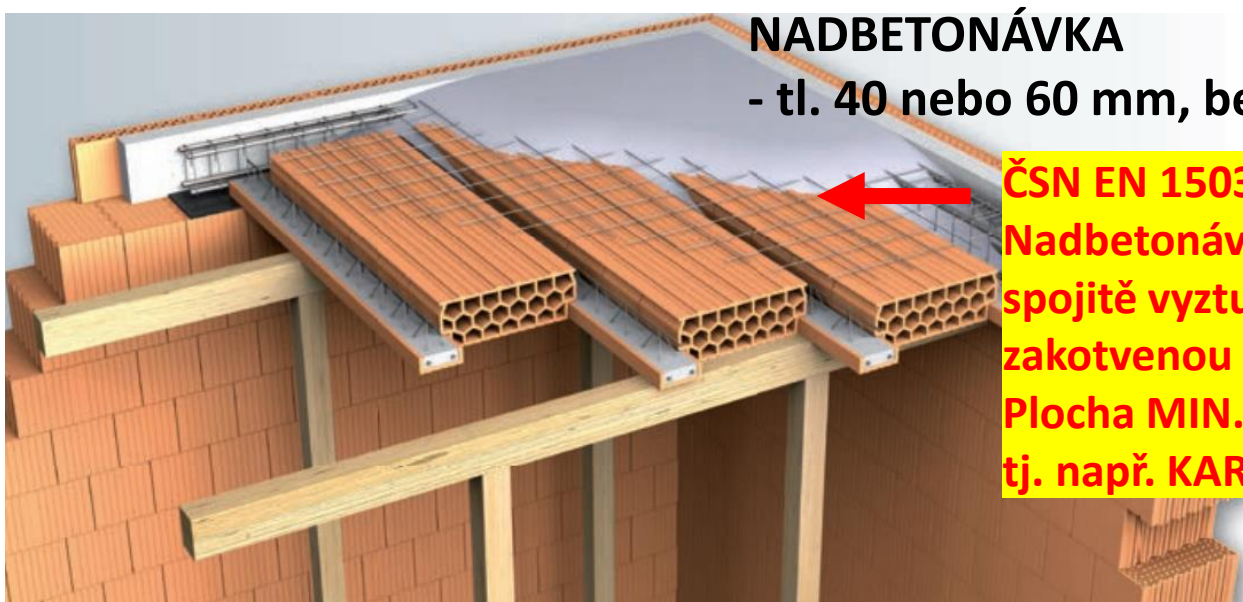
Při návrhu a montáži je nutné dodržet:

- Minimální délku uložení
- Způsob podepření
- Minimální nadvýšení dané výrobcem



Vložkové stropy – zmonolitnění konstrukce, ztužující věnec

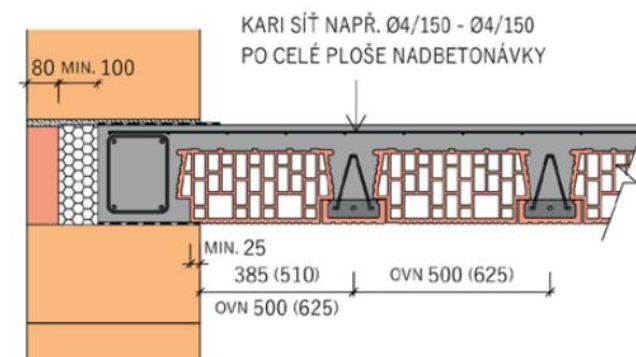
- Zmonolitnění konstrukce – dodržet min. výšku nadbetonávky a třídu betonu danou výrobcem!
- Ztužující věnec – dodržet minimální rozměry



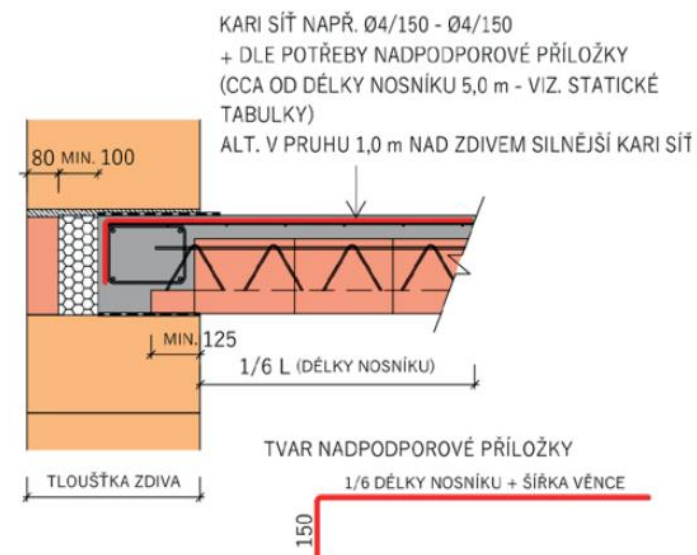
NADBETONÁVKA
- tl. 40 nebo 60 mm, beton S3

ČSN EN 15037-1:
Nadbetonávka má být spojitě vyztužena sítí plně zakotvenou v podporách. Plocha MIN. 50 mm²/m, tj. např. KARI 4/200-4/200

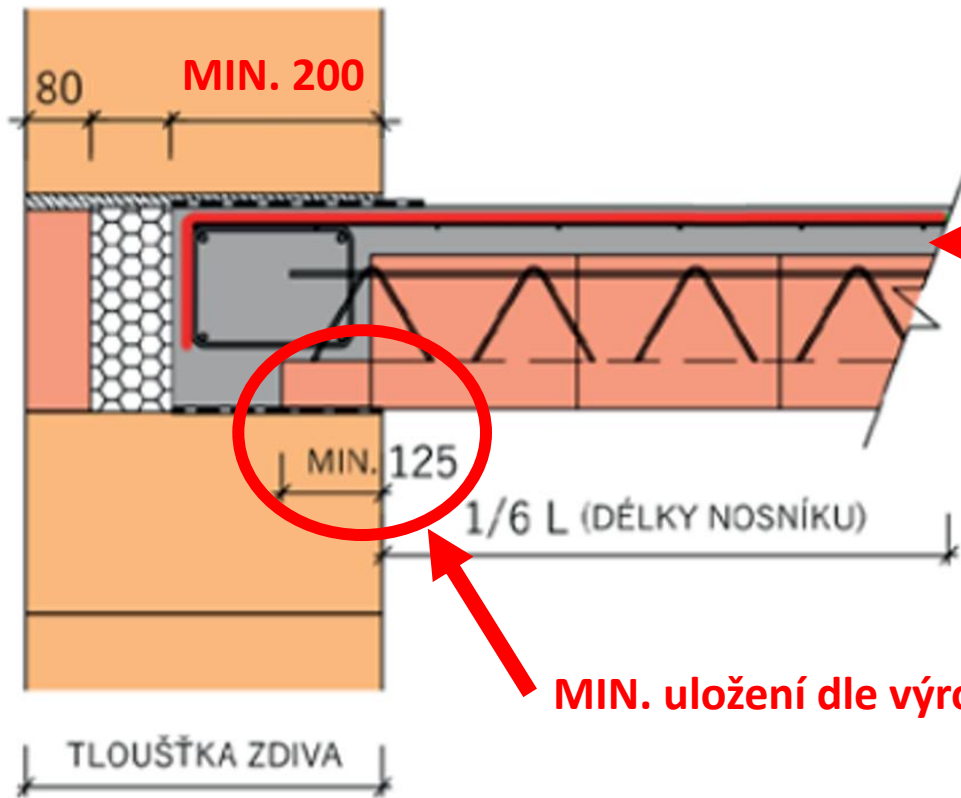
PŘÍČNÝ ŘEZ – v místě uložení stropní vložky



PŘÍČNÝ ŘEZ – v místě uložení stropního nosníku



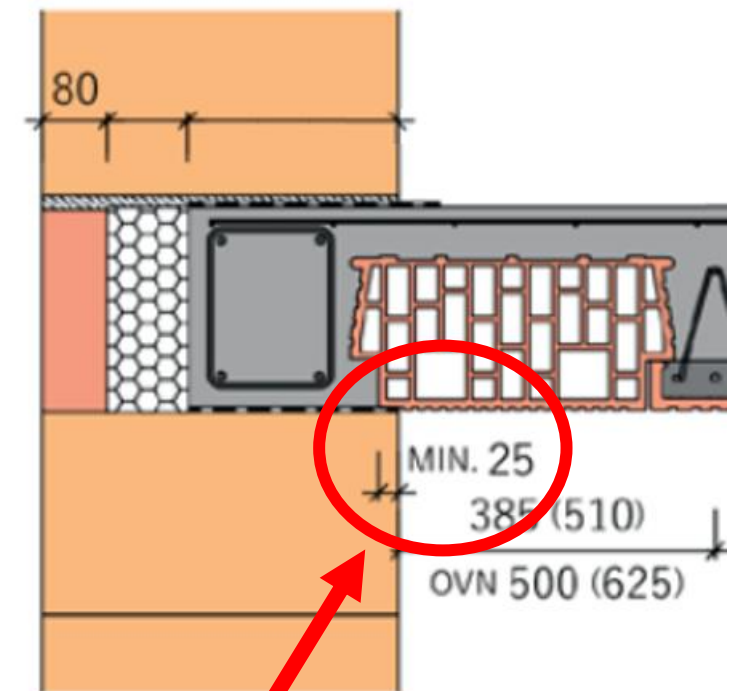
Vložkové stropy – detaily uložení



Nadbetonávka spojitě
vyztužena sítí plně
zakotvenou v podporách.
Plocha MIN. 50 mm²/m



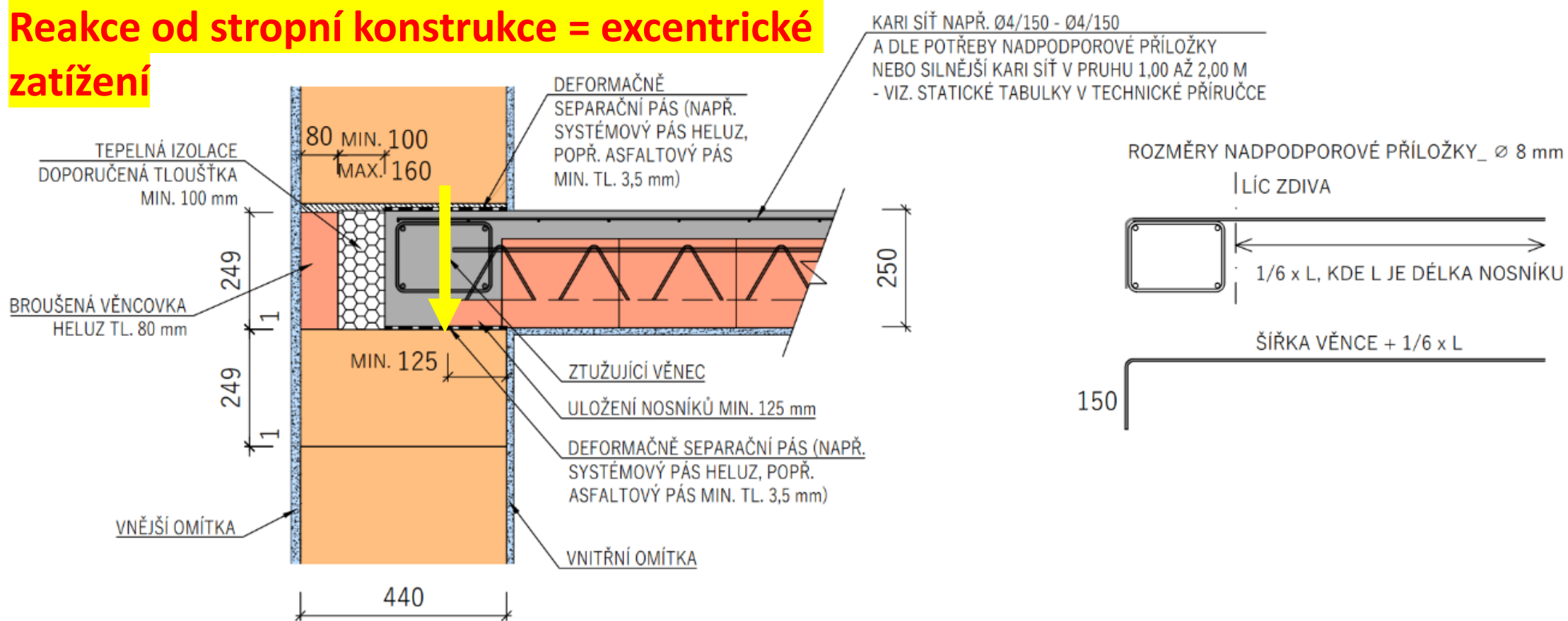
MIN. uložení dle výrobce



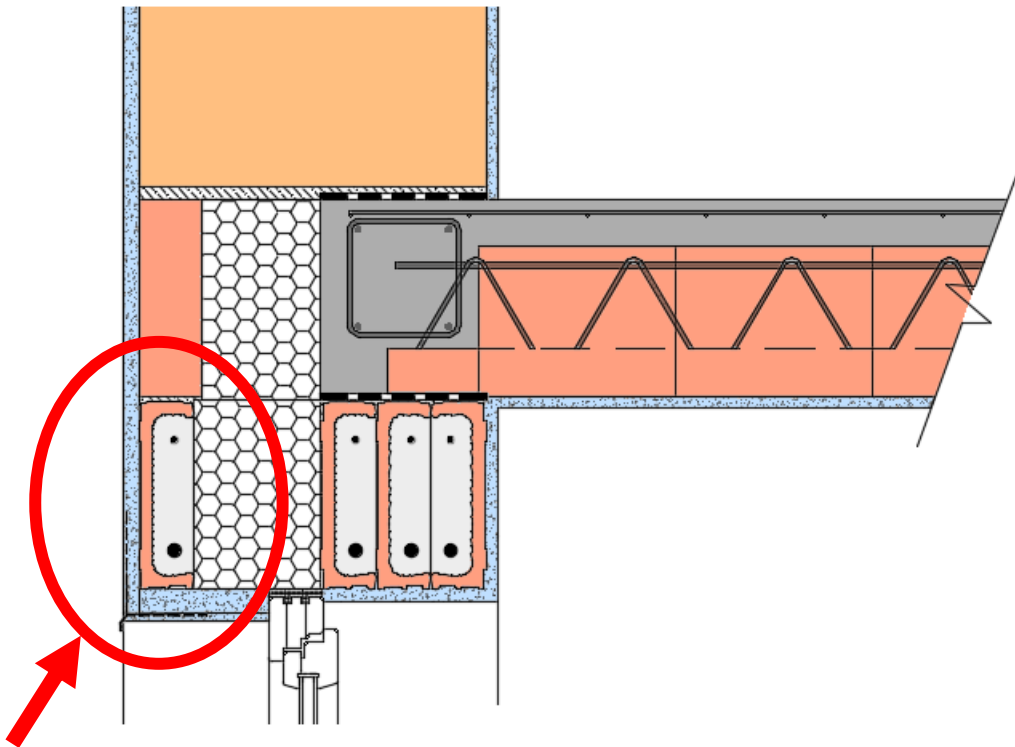
MIN. / MAX. uložení dle výrobce

Vložkové stropy – detaily uložení

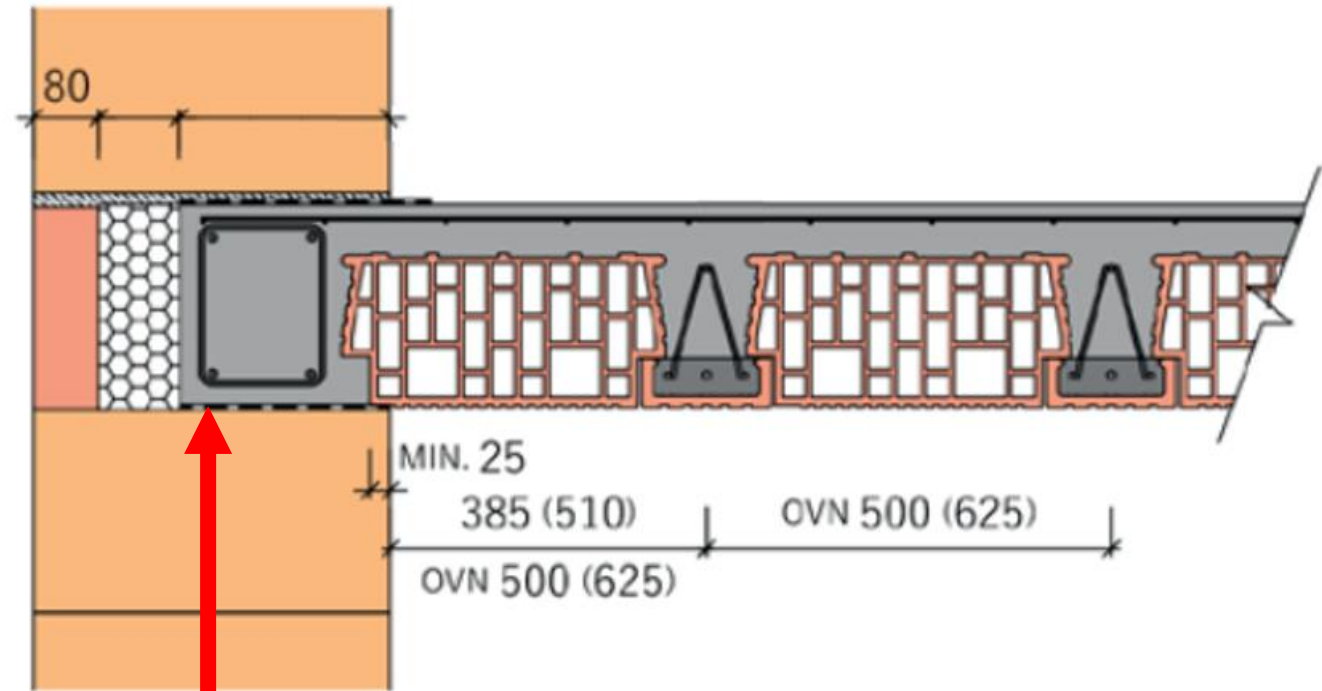
Reakce od stropní konstrukce = excentrické zatížení



Vložkové stropy – detaily uložení



**Nepřenáší reakci
od stropní konstrukce**



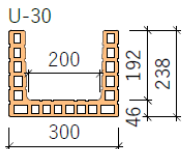
Těžký AP:

- statika: eliminace hranového napětí + deformační podložka
- akustika: tlumení hluku a vibrací mezi konstrukcemi
- tepelná technika: separace – zabránění vzniku tepelného mostu

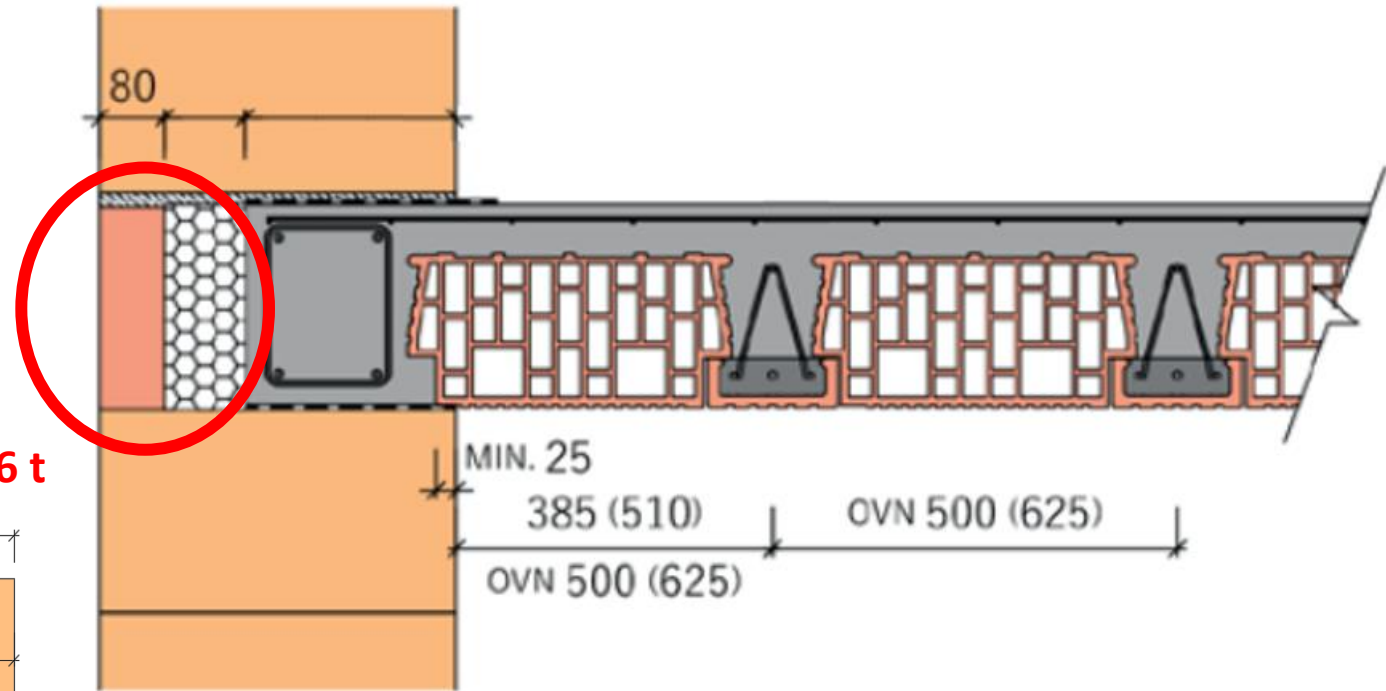
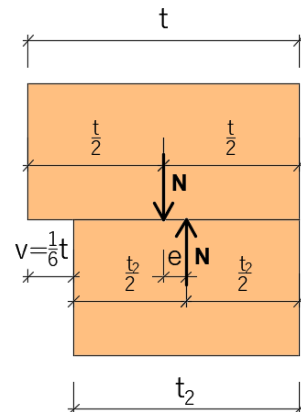
Vložkové stropy – detail uložení

Věncovky

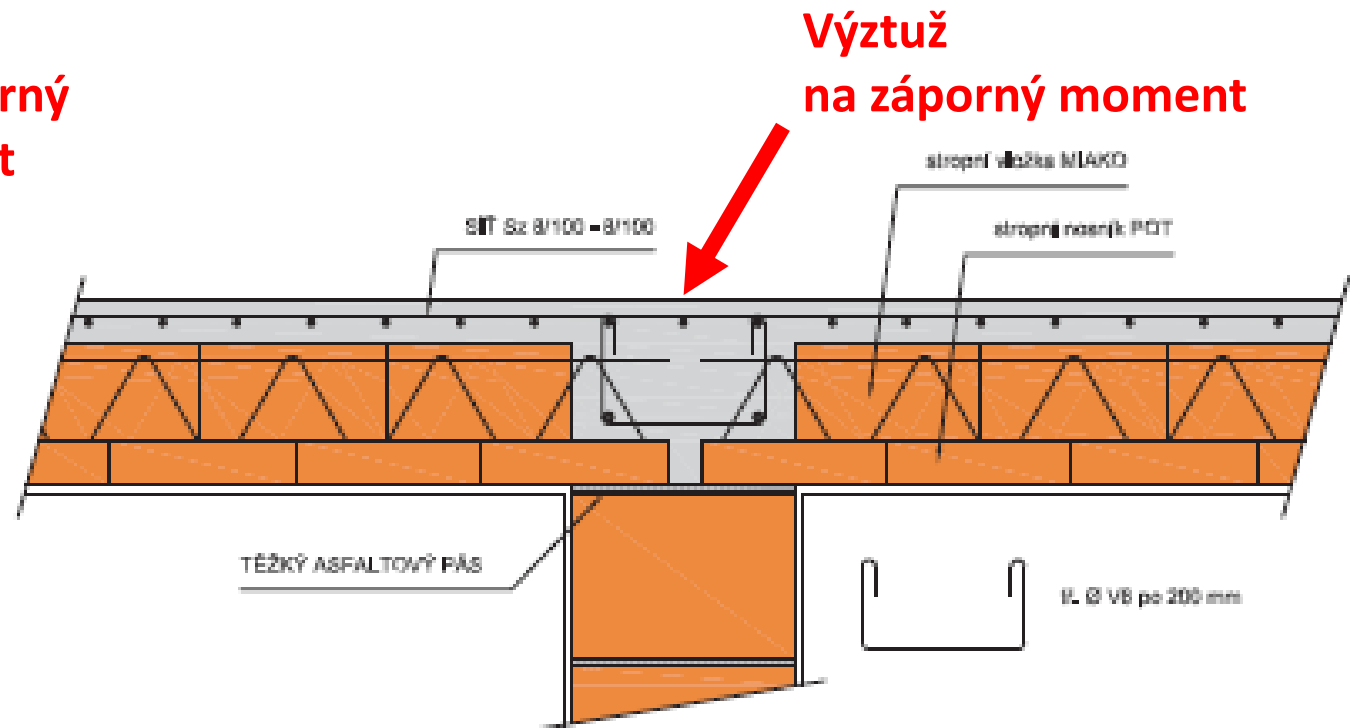
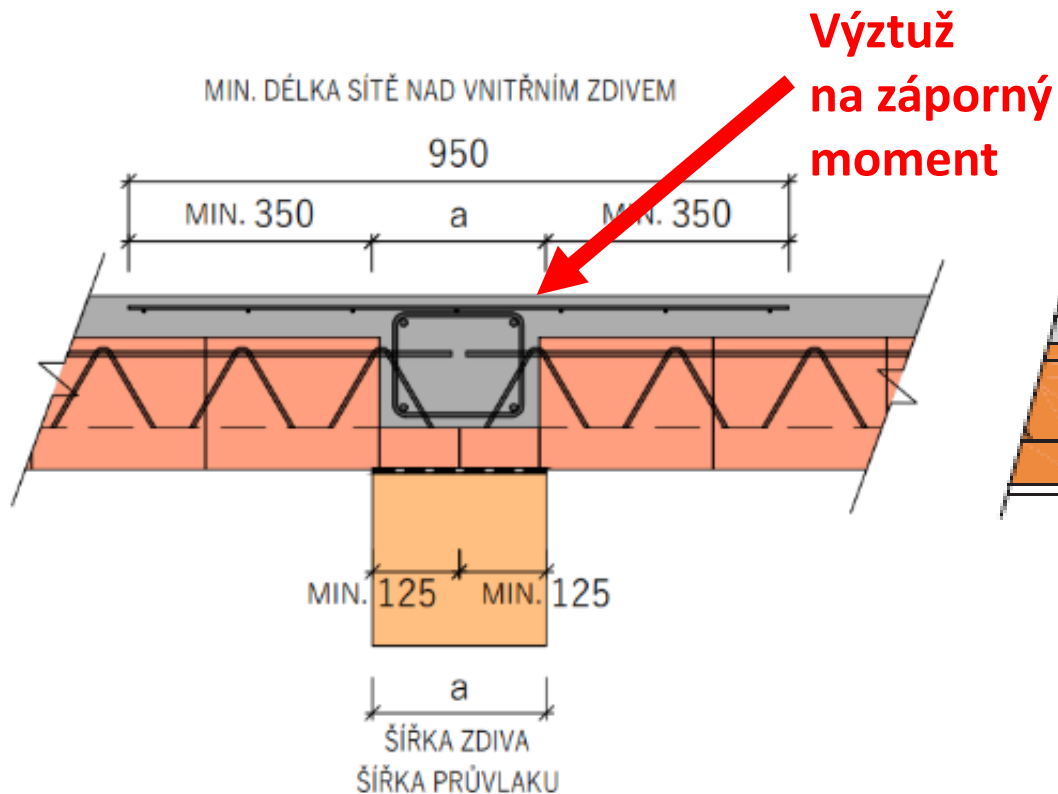
- „Ztracené bednění“
- Eliminace tepelných mostů
- Podklad pro omítku



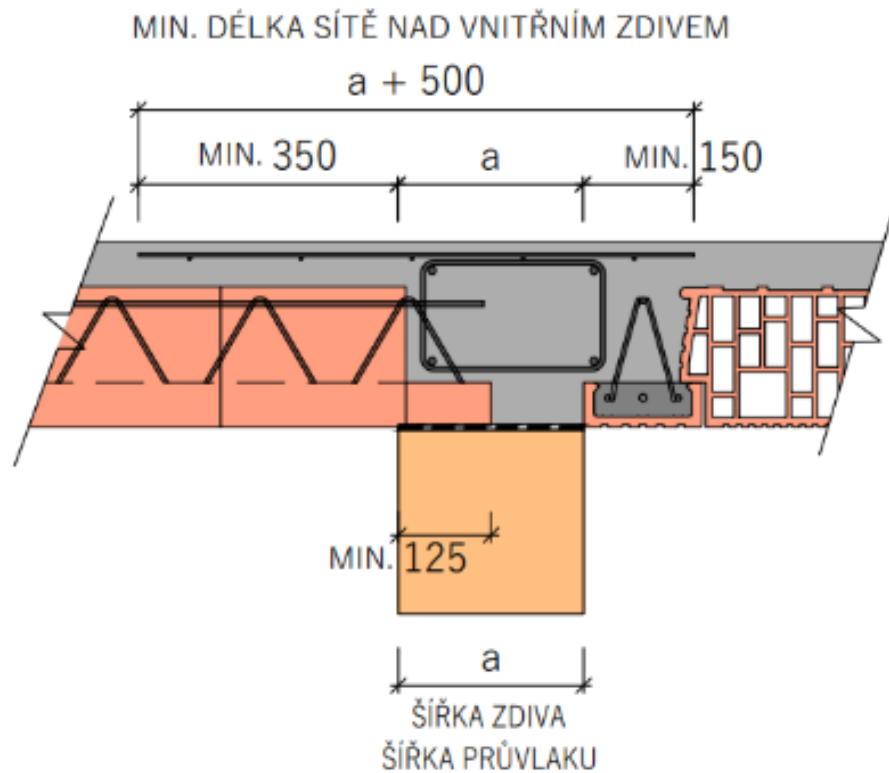
Bez věncovky
přesah
zdiva MAX. 1/6 t



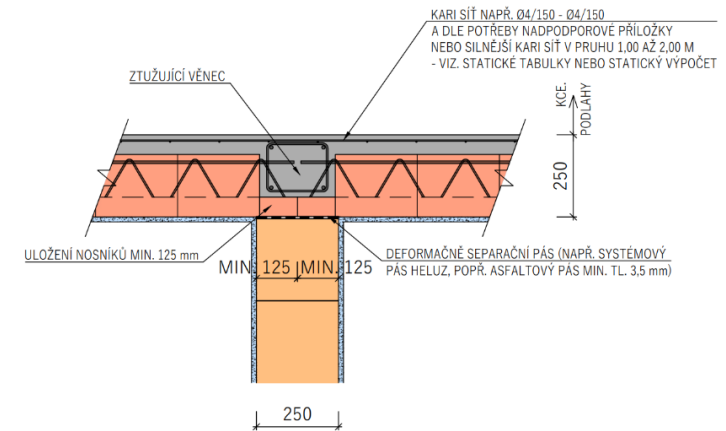
Vložkové stropy – vnitřní podpora



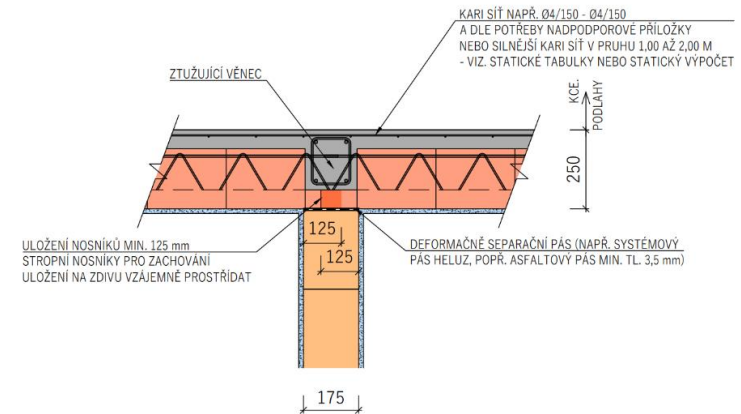
Vložkové stropy – vnitřní podpora



- VNITŘNÍ ZDIVO TL. 250 mm A VÍCE



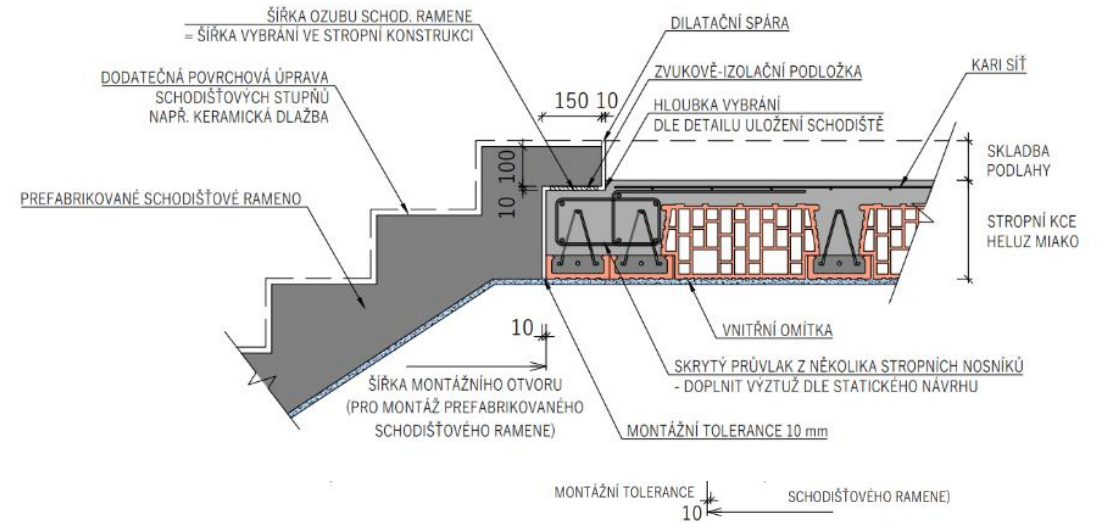
- VNITŘNÍ ZDIVO TL. 175 mm



Vložkové stropy – prefa schodiště

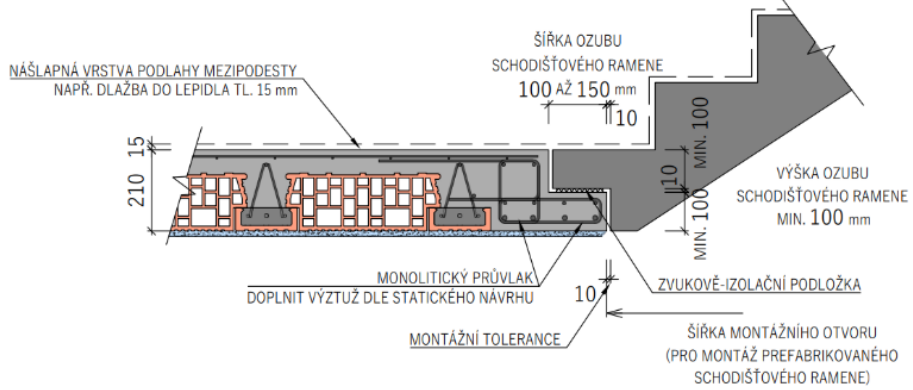
ŘEZ

NAPOJENÍ PREFABRIKOVANÉHO SCHODIŠTĚVÉHO (NÁSTUPNÍHO) RAMENE A STROPNÍ KONSTRUKCI (PODESTU)
- ULOŽENÍ KOLMO NA OSU STROPNÍCH NOSNÍKŮ



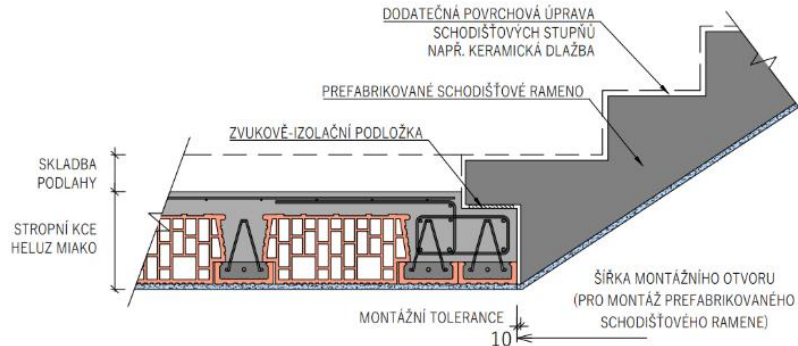
ŘEZ

NAPOJENÍ PREFABRIKOVANÉHO SCHODIŠTĚVÉHO RAMENE NA MEZIPODESTU ZE SYSTÉMU HELUZ MIAKO



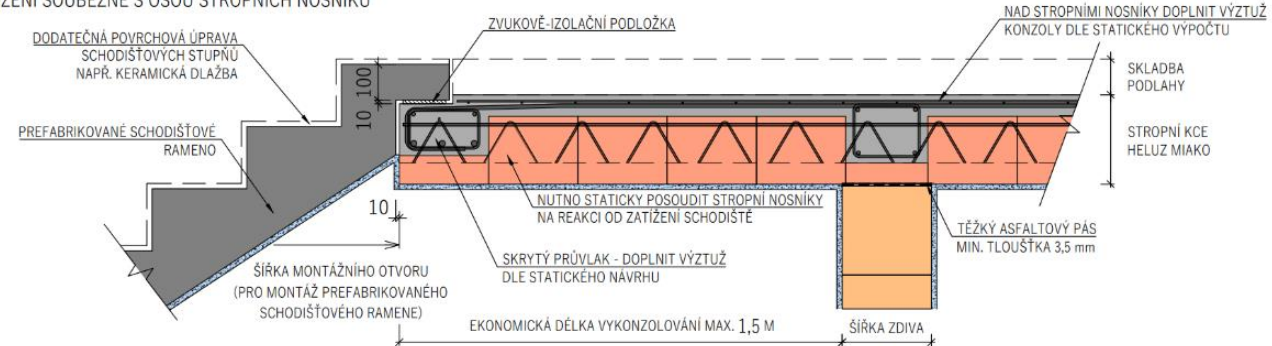
ŘEZ

NAPOJENÍ PREFABRIKOVANÉHO SCHODIŠTĚVÉHO (VÝSTUPNÍHO) RAMENE NA STROPNÍ KONSTRUKCI (PODESTU)



ŘEZ

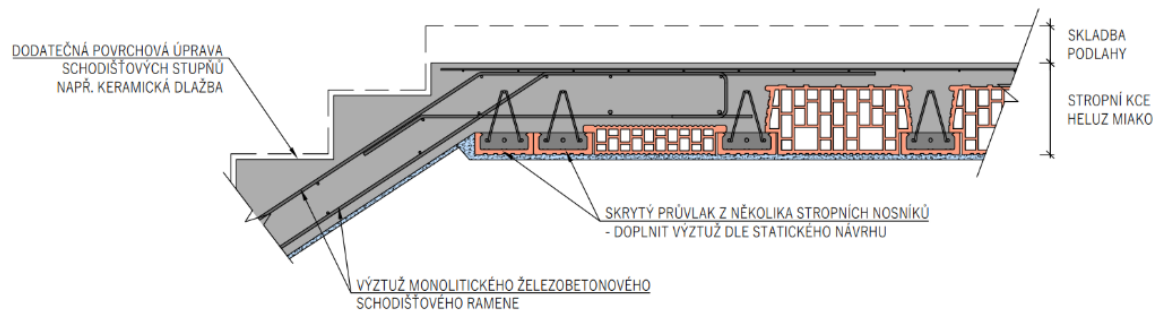
NAPOJENÍ PREFABRIKOVANÉHO SCHODIŠTĚVÉHO (NÁSTUPNÍHO) RAMENE NA STROPNÍ KONSTRUKCI (PODESTU)
- ULOŽENÍ SOUBĚŽNĚ S OSOU STROPNÍCH NOSNÍKŮ



Vložkové stropy – monolitické schodiště

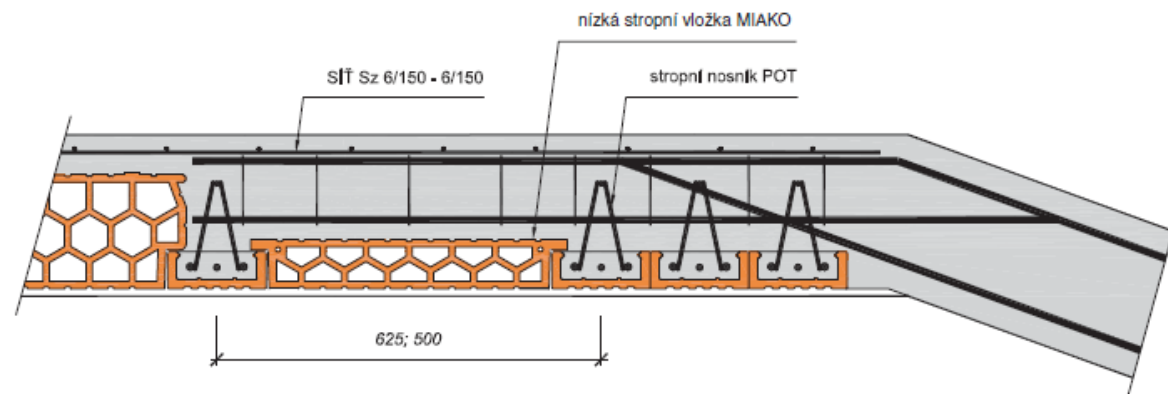
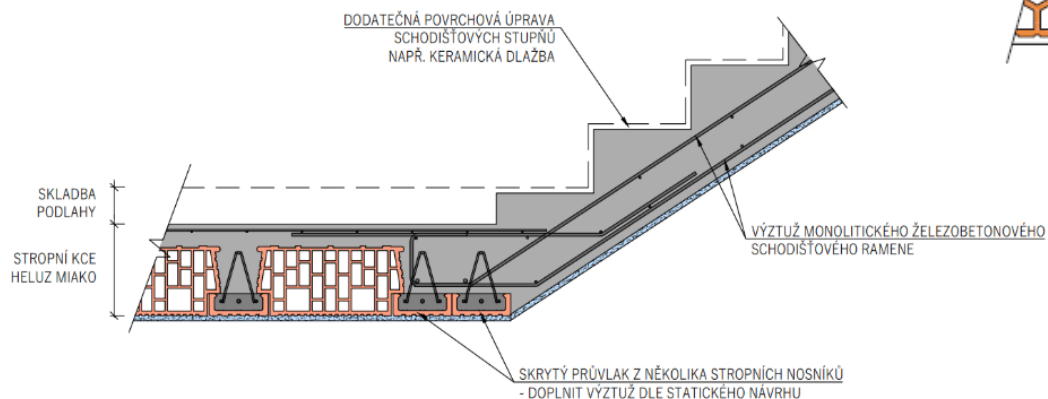
ŘEZ

NAPOJENÍ MONOLITICKÉHO SCHODIŠŤOVÉHO (NÁSTUPNÍHO) RAMENE A STROPNÍ KONSTRUKCI

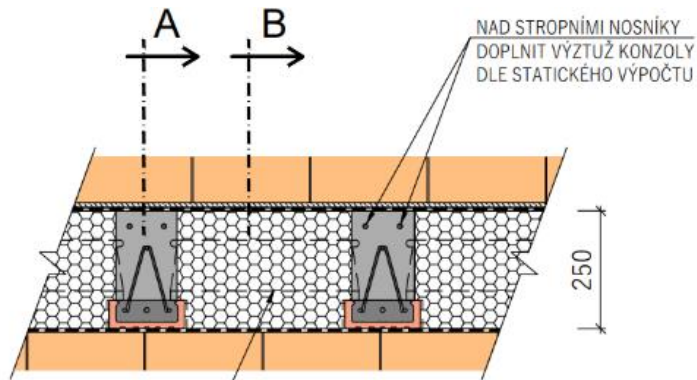


ŘEZ

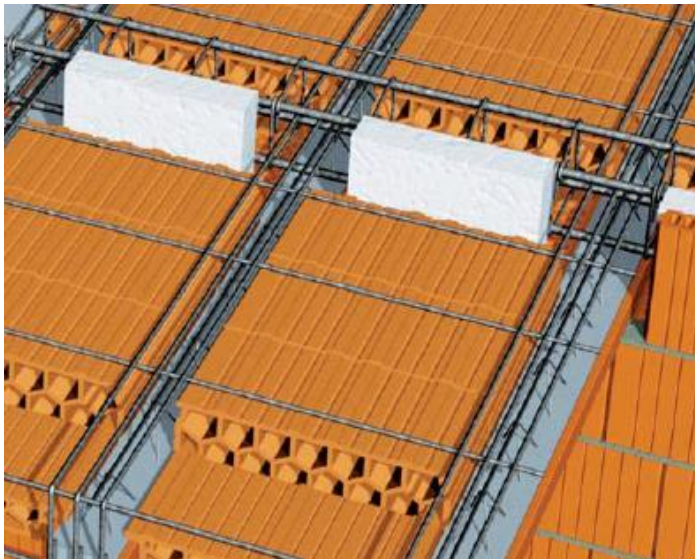
NAPOJENÍ MONOLITICKÉHO SCHODIŠŤOVÉHO (VÝSTUPNÍHO) RAMENE A STROPNÍ KONSTRUKCI (PODESTU)



Vložkové stropy – balkonová konzola

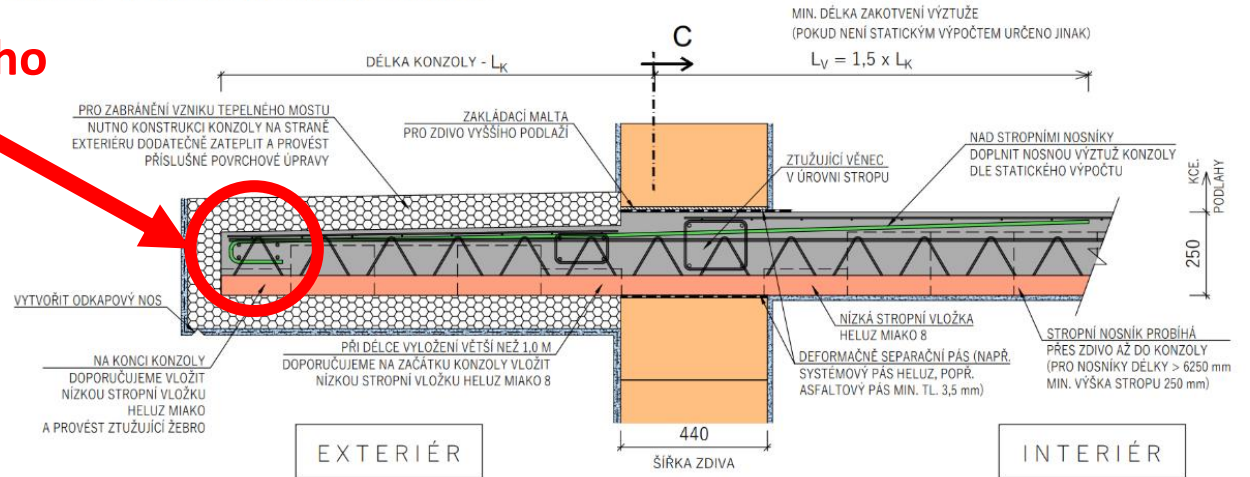


V MÍSTĚ STROPNÍCH VLOŽEK
VLOŽENA TEPELNÁ IZOLACE
ŠÍŘKY 330 mm PRO OVN 500 mm
NEBO 450 mm PRO OVN 625 mm

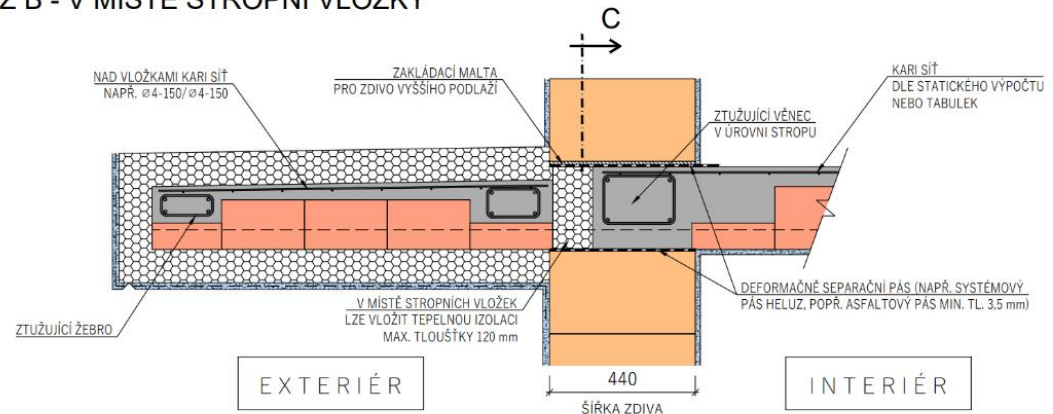


**Výztuž
dle statického
výpočtu**

ŘEZ A - V MÍSTĚ NOSNÉHO ŽEBRA



ŘEZ B - V MÍSTĚ STROPNÍ VLOŽKY

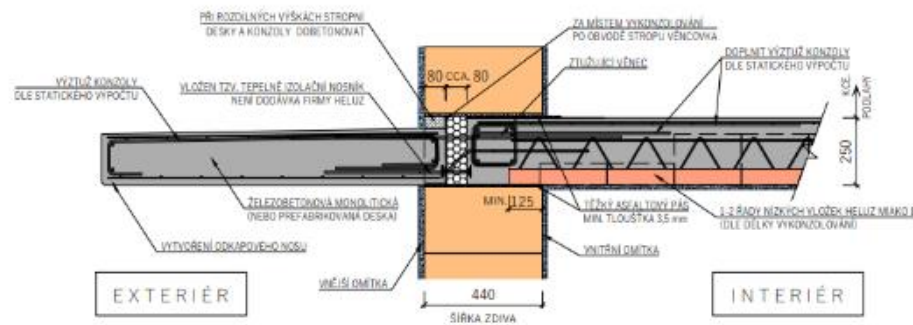


Vložkové stropy – balkonová konzola

S POUŽITÍM TZV. TEPELNĚ IZOLAČNÍCH NOSNÍKŮ = BEZ VZNIKU TEPELNÝCH MOSTŮ

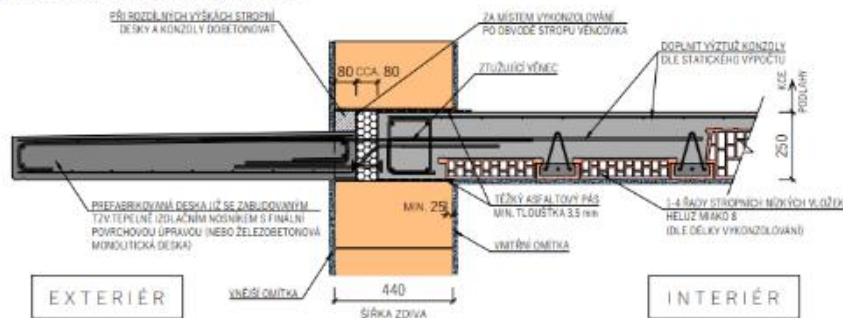
PODÉLNÝ ŘEZ BALKONEM

- SMĚR VYKONZOLOVÁNÍ JE VE SMĚRU STROPNÍCH NOSNÍKŮ



PODÉLNÝ ŘEZ BALKONEM

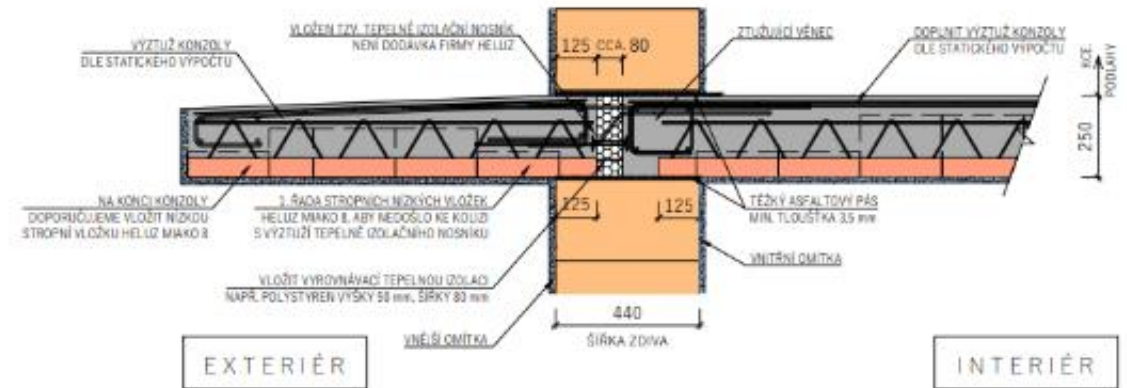
- SMĚR VYKONZOLOVÁNÍ JE KOLMO NA SMĚR STROPNÍCH NOSNÍKŮ



V TOMTO PŘÍPADĚ DOPORUČUJEME VOLIT STROPNÍ KONSTRUKCI S VÝŠKOU NADBETONÁVKY 60 mm NAD STROPNÍMI VLOŽKAMI

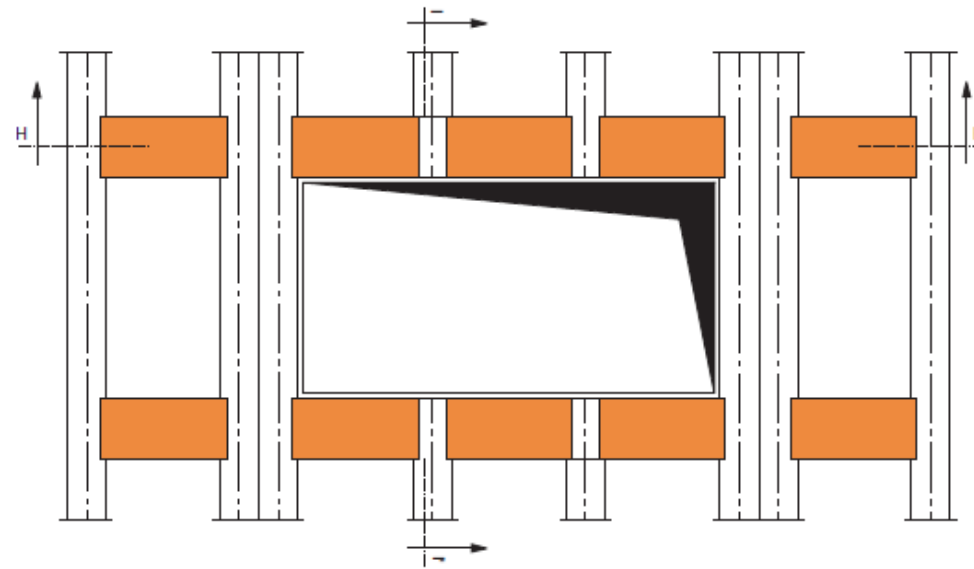
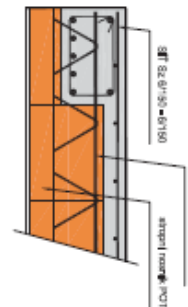
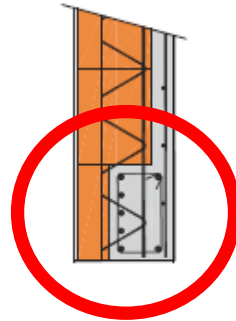
PODÉLNÝ ŘEZ BALKONEM

- SMĚR VYKONZOLOVÁNÍ JE VE SMĚRU STROPNÍCH NOSNÍKŮ

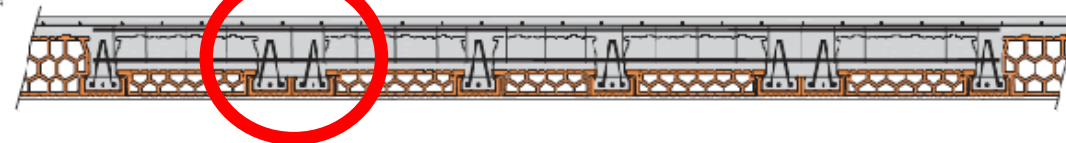


Vložkové stropy – prostupy

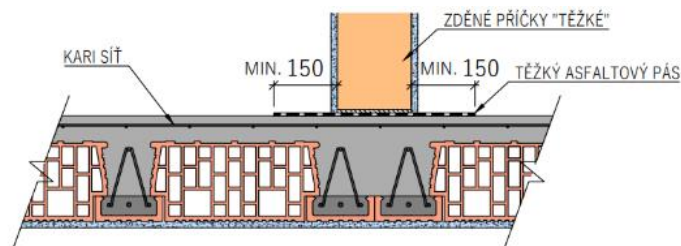
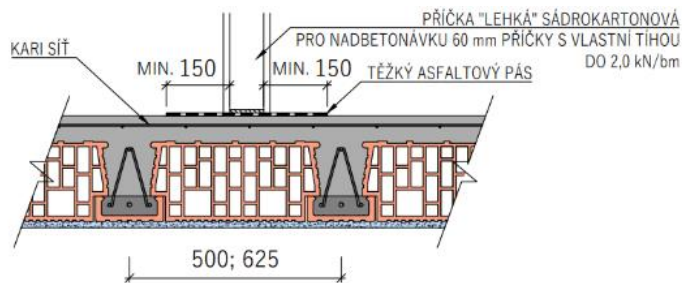
Trámová
výměna



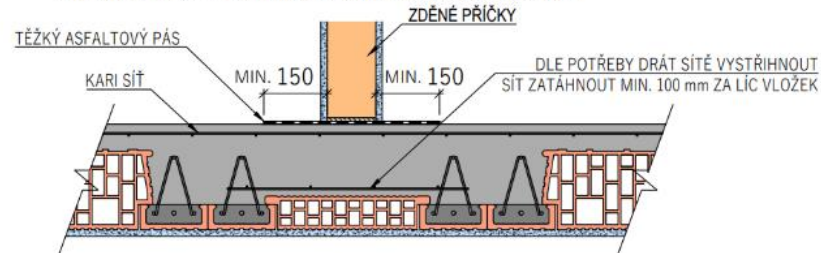
Zdvojený nosník



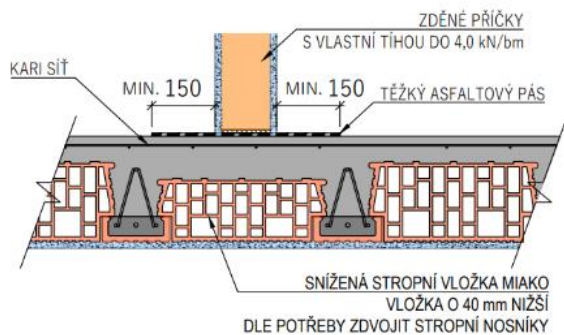
Vložkové stropy – lehké a těžké příčky



POČET NOSNÍKŮ (2 A VÍC) NUTNO NAVRHNOUT STATICKÝM VÝPOČTEM: 1 NOSNÍK PŘENÁŠÍ ZATÍŽENÍ STROPU, DALŠÍ PŘENÁŠÍ ZATÍŽENÍ OD PŘÍČKY

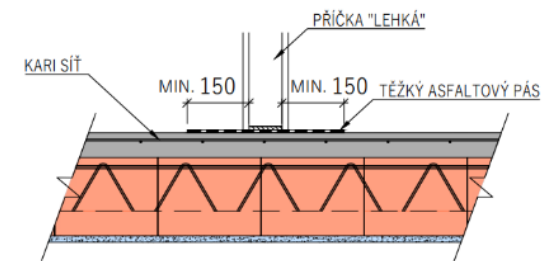


POTŘEBNÝ POČET STROPNÍCH NOSNÍKŮ (1 NEBO 2) NAVRHNOUT STATICKÝM VÝPOČTEM



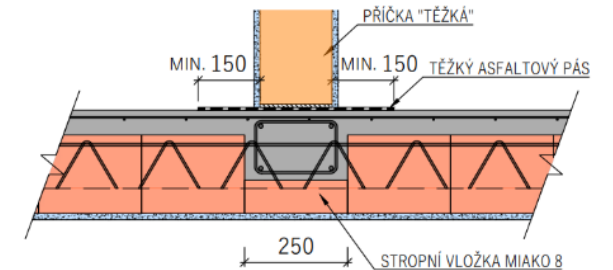
PODÉLNÝ ŘEZ

- "LEHKÁ PŘÍČKA" PŘÍMO NA STROPNÍ KONSTRUKCI

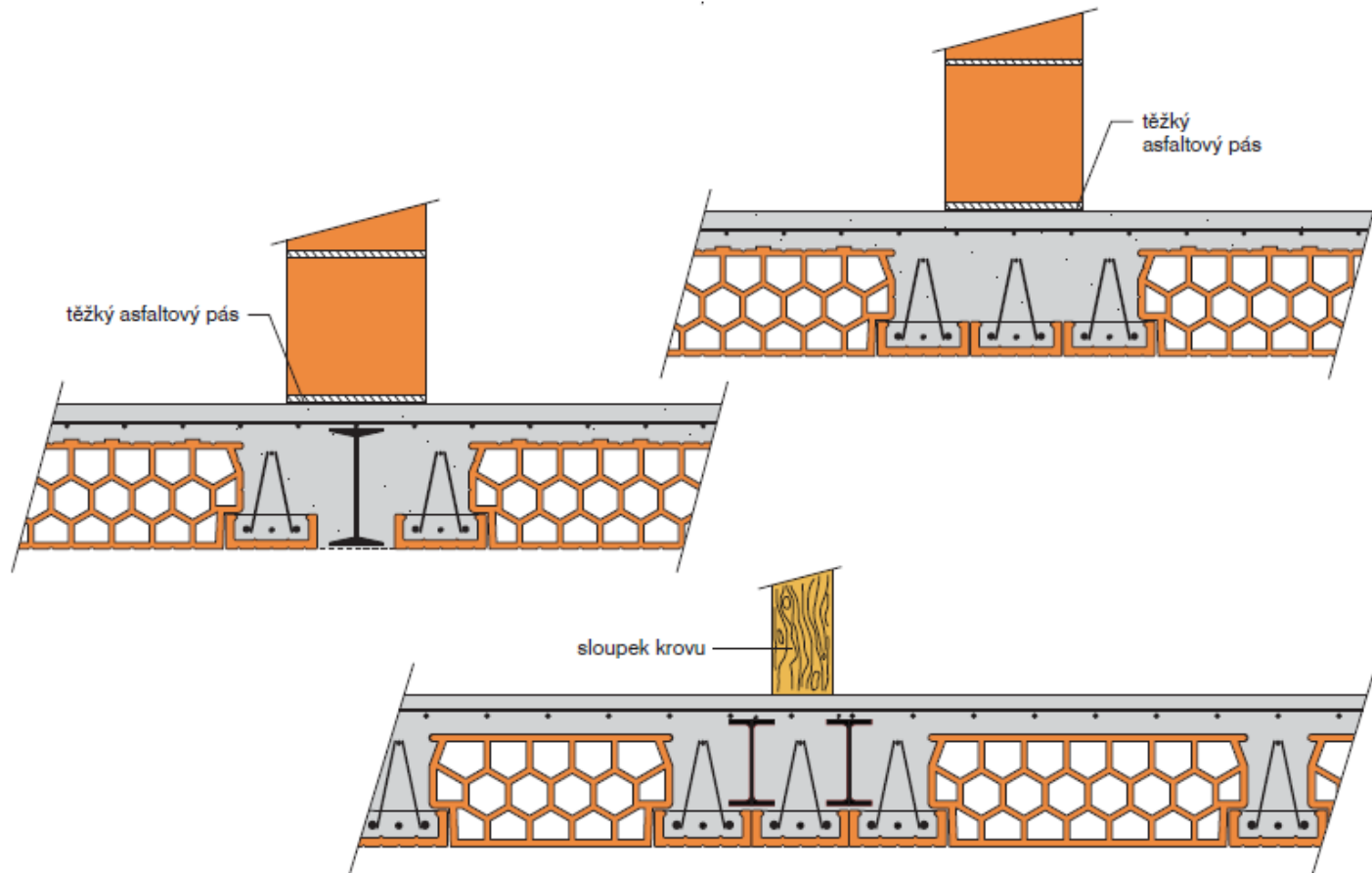


PODÉLNÝ ŘEZ

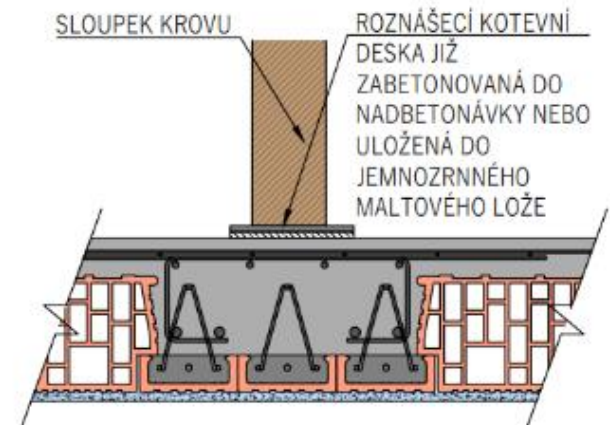
- "TĚŽKÁ PŘÍČKA" NA ZTUŽUJÍCÍM ŽEBRU



Vložkové stropy – těžké příčky, opření krovu



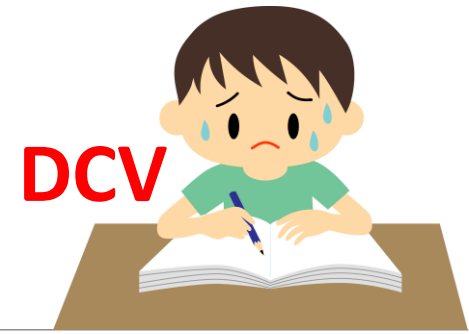
POD SLOUPKY KROVU



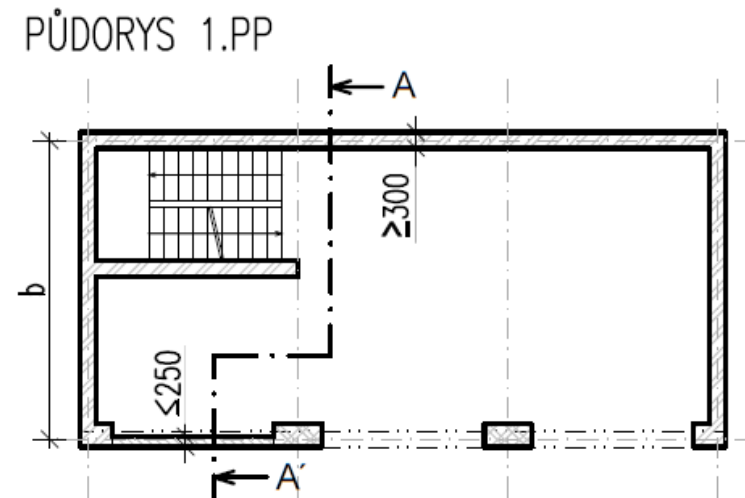
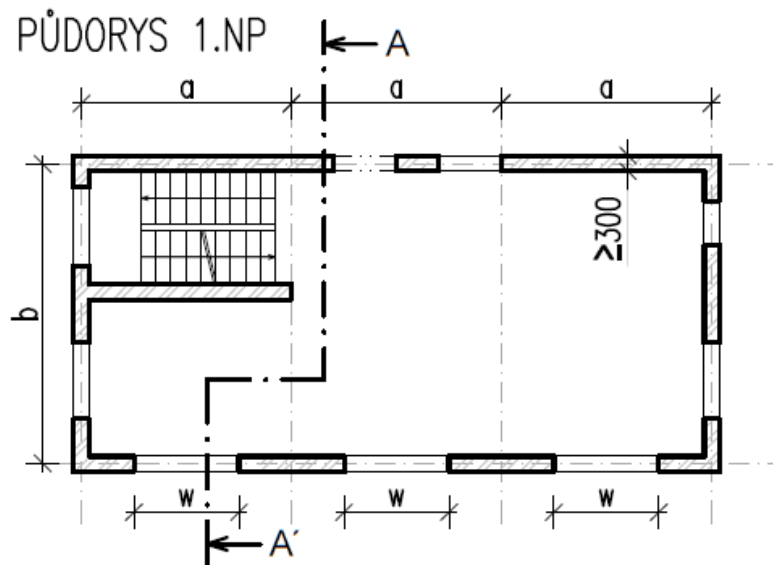
Vložkové stropy – z praxe



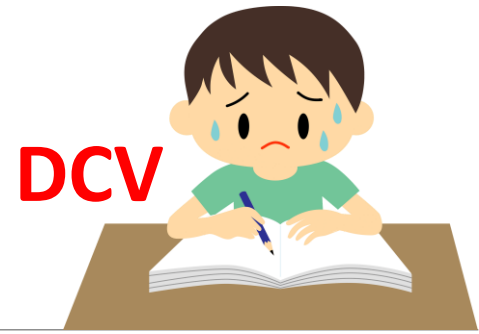
Vložkové stropy – návrh



- Typické konstrukce při dodržení pokynů výrobce – **tabulky**
- Stropy jsou jednosměrně pnuté, prostě uložené

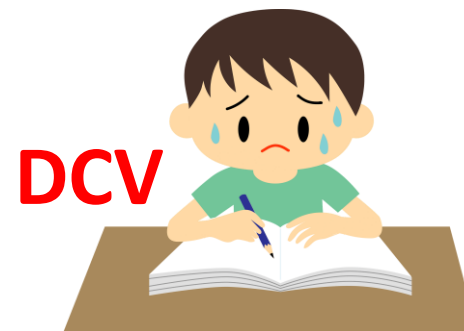


Vložkové stropy – návrh



- Odhad tloušťky stropní konstrukce → z empirie $(1/25 - 1/20) \cdot L$
- Výpočet **návrhové hodnoty zatížení** na strop (bez vlastní tíhy)
- Volba **vhodné stropní konstrukce dle tabulek výrobce** (dle zatížení a rozpětí)
 - Návrhové zatížení konstrukce bez vlastní tíhy musí být menší než nejvyšší dovolené návrhové zatížení podle tabulky
- **Výstup:**
 - Typy použitých trámů (1x pro plný rozpon, 1x pro rozpon vedle schodiště)
 - Výška nadbetonávky (z tabulek dle výrobce)
 - Délka uložení nosníků

Vložkové stropy – návrh

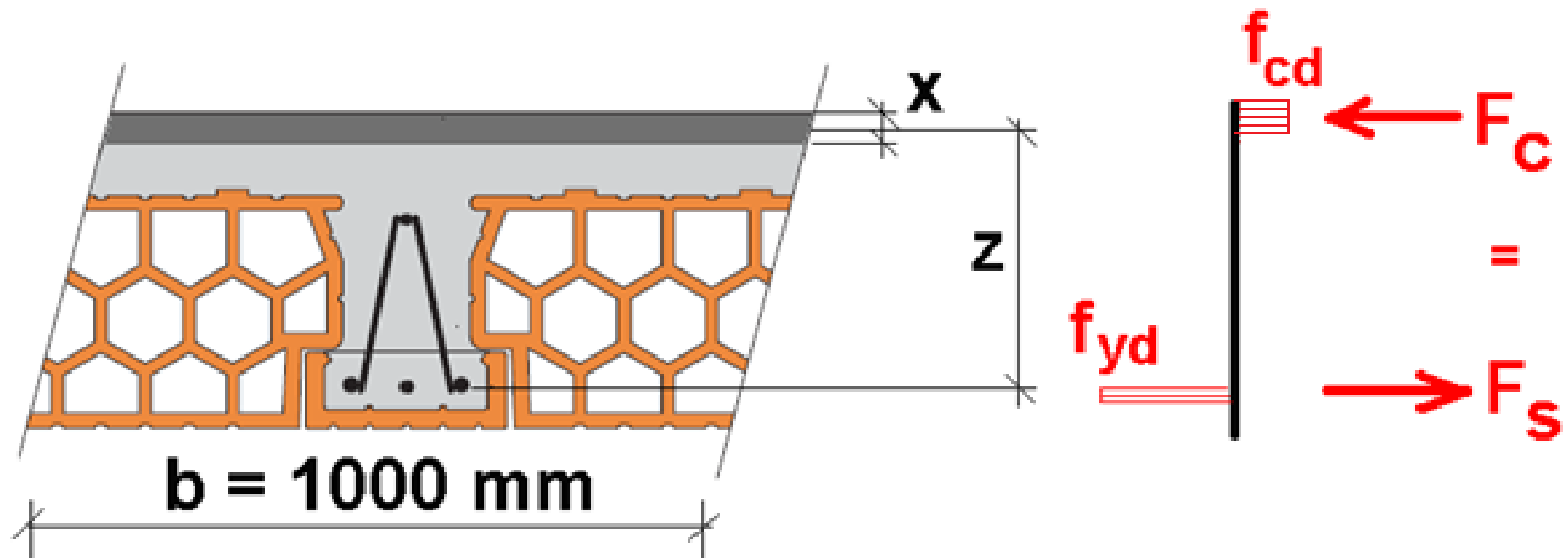


Únosnost stropu pro osovou vzdálenost nosníků **500 mm** a beton **C 20/25**, **C 25/30**

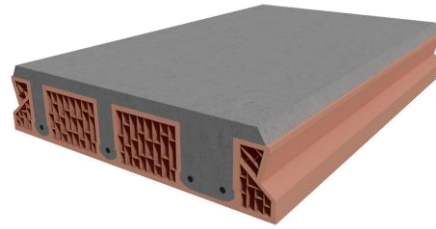
Délka nosníku	Světlé rozpětí	Výztuž trámečku	MIAKO 15/50 PTH, h = 210				MIAKO 19/50 PTH, h = 250				MIAKO 23/50 PTH, h = 290			
			beton C 20/25		beton C 25/30		beton C 20/25		beton C 25/30		beton C 20/25		beton C 25/30	
[mm]	[mm]	průměr	g_{rd}	g_k	g_{rd}	g_k	g_{rd}	g_k	g_{rd}	g_k	g_{rd}	g_k	g_{rd}	g_k
1 750	1 500	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
2 000	1 750	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
2 250	2 000	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
2 500	2 250	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
2 750	2 500	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
3 000	2 750	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
3 250	3 000	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

Vložkové stropy – návrh

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



Keramické panely



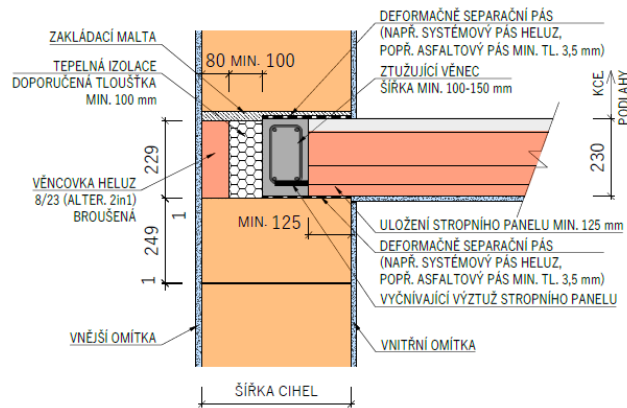
- Panely tvořeny keramickými stropními vložkami a ŽB žebry s nadbetonávkou
- Poměrně variabilní
- Možno kombinovat s vložkovými stropy
- + Rychlejší montáž
- + není nutné montážní podepření



Keramické panely – detaily

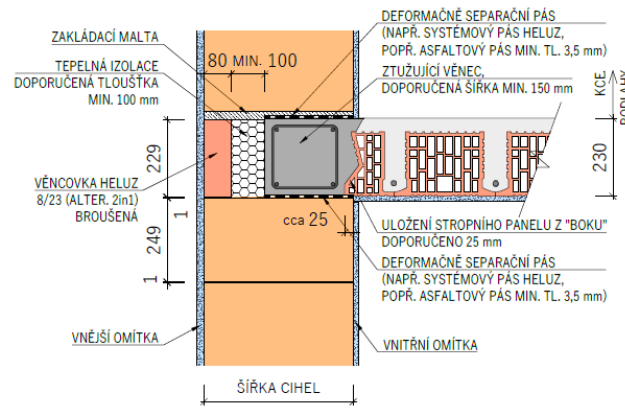
PODÉLNÝ ŘEZ

ZTUŽUJÍCÍ VĚNEC V ÚROVNI STROPU



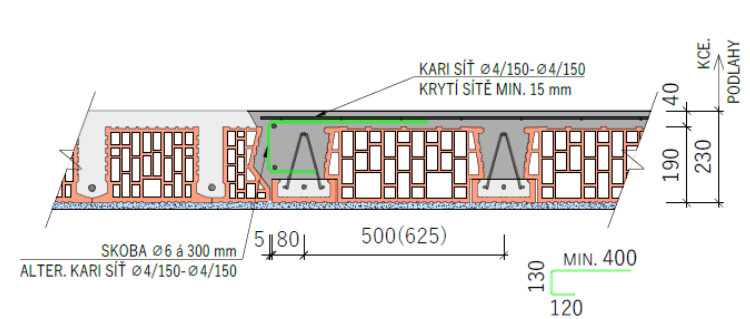
PŘÍČNÝ ŘEZ

ZTUŽUJÍCÍ VĚNEC V ÚROVNI STROPU



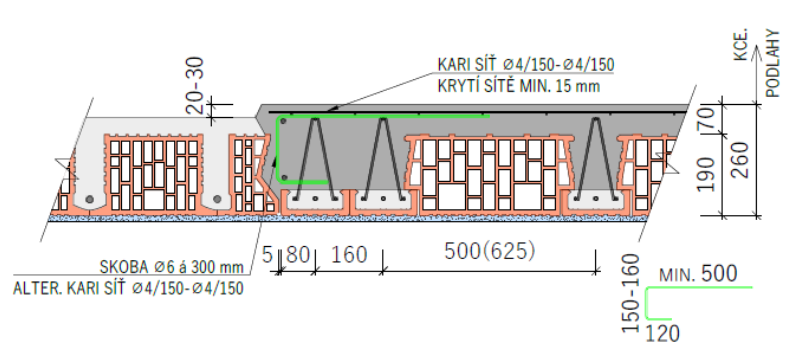
PŘÍČNÝ ŘEZ

STROPNÍ NOSNÍKY DO DÉLKY 6250 mm



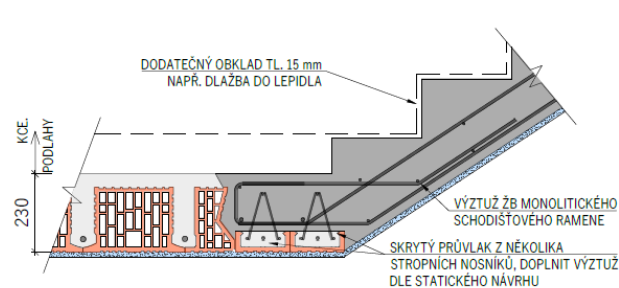
PŘÍČNÝ ŘEZ

ZE ZDVOJENÝCH STROPNÍCH NOSNÍKŮ OD DÉLKY 6500 mm



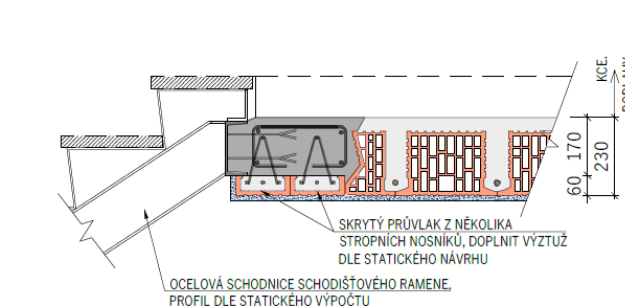
ŘEZ

NAPOJENÍ ŽB MONOLITICKÉHO RAMENE NA STROPNÍ KONSTRUKCI



ŘEZ

NAPOJENÍ OCELOVÉ SCHODNICE NA STROPNÍ KONSTRUKCI





Překlady

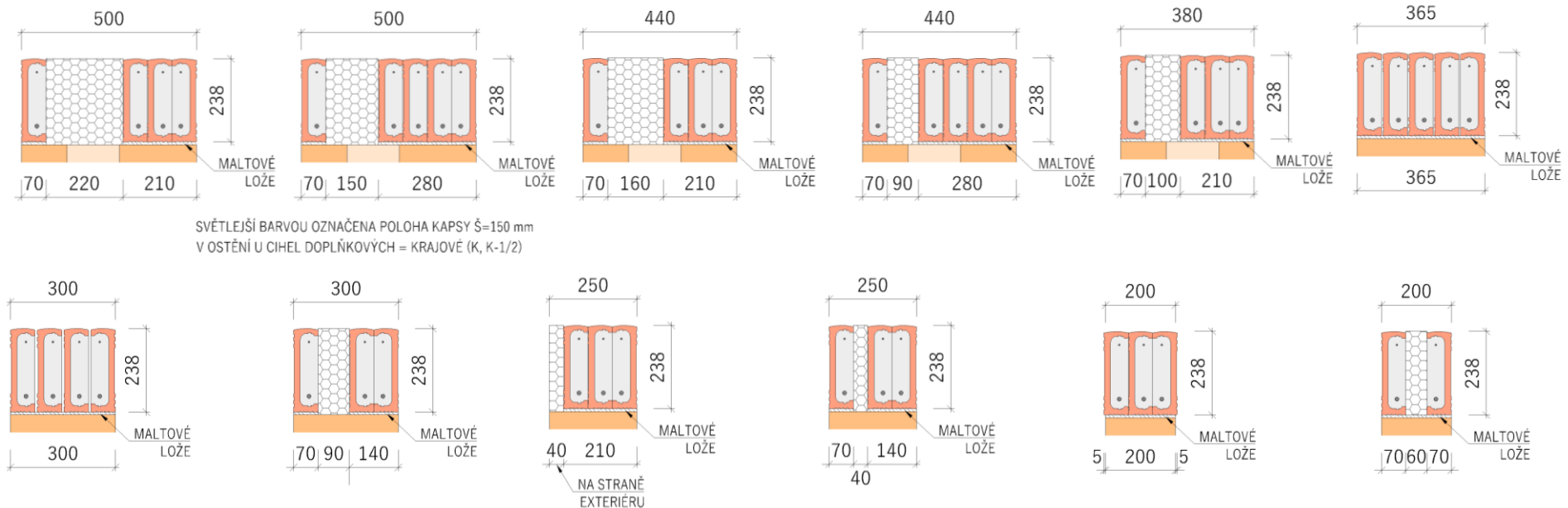
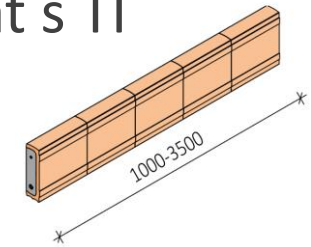
Překlady

- Prvky sloužící k překlenutí otvorů ve stěnách
- PREFABRIKÁTY (keramické, ŽB, vyztužený pórobeton)
 - Dodržet minimální uložení na stěnu, ukládat vždy do maltového lože tl. min. 10 mm
- MONOLITICKÉ (větší rozpory a zatížení)



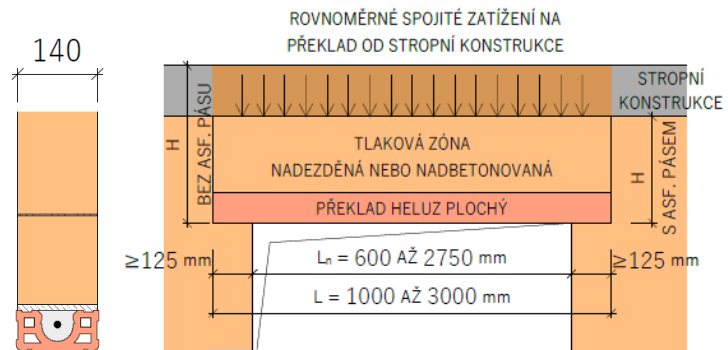
Překlady – Nosné překlady (sestavy)

- Zabudovávají se ve skupinách podle tloušťky zdiva – lze kombinovat s TI
- Maximální světlost stavebního otvoru: 3,0 m
- Tloušťka maltového lože: 10 mm

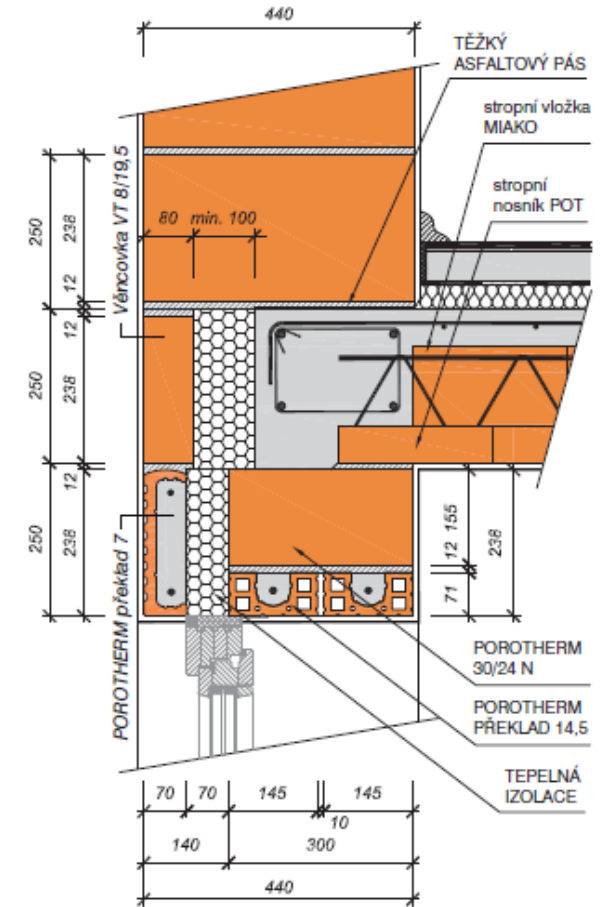
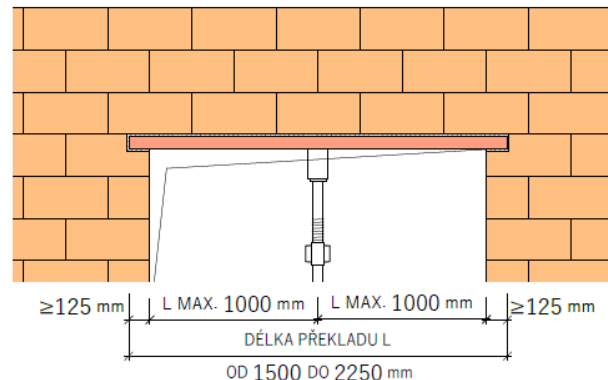


Překlady – ploché (spřažené překlady)

- Nejsou nosné samy o sobě
 - Nutno spřáhnout s tlakovou zónou (nadbetonávka, nadezdívka)
- Za účinnou tlakovou zónu nelze považovat zdivo nad stropní konstrukcí!!!
- Maximální světlost stavebního otvoru: 2,75 m
- Tloušťka maltového lože: 10 mm

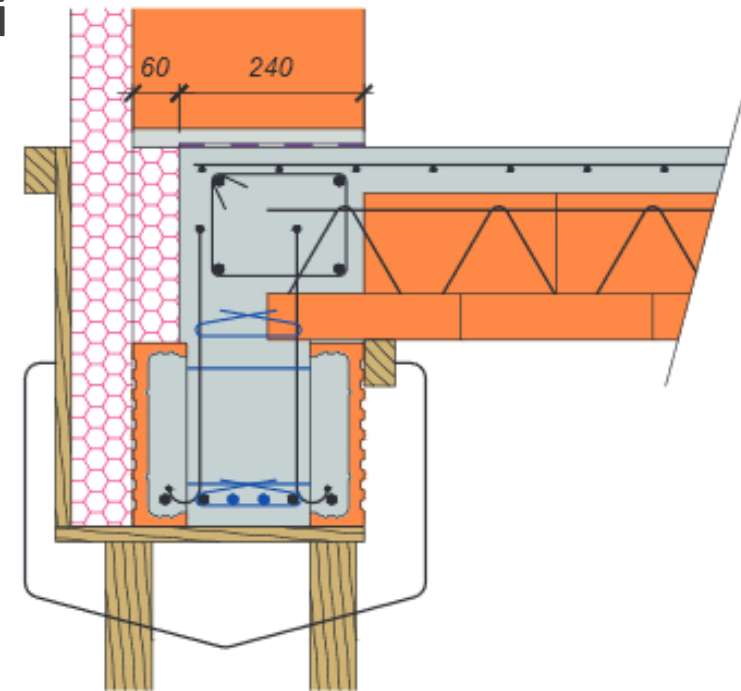


H = VÝŠKA PŘEKLADU
 U NADEZDĚNÉ TLAKOVÉ ZÓNY MUSÍ BÝT PLNĚ PROMALTOVANÉ
 SVISLÉ STÝČNÉ I VODOROVNÉ LOŽNÉ SPÁRY MEZI CIHLAMI

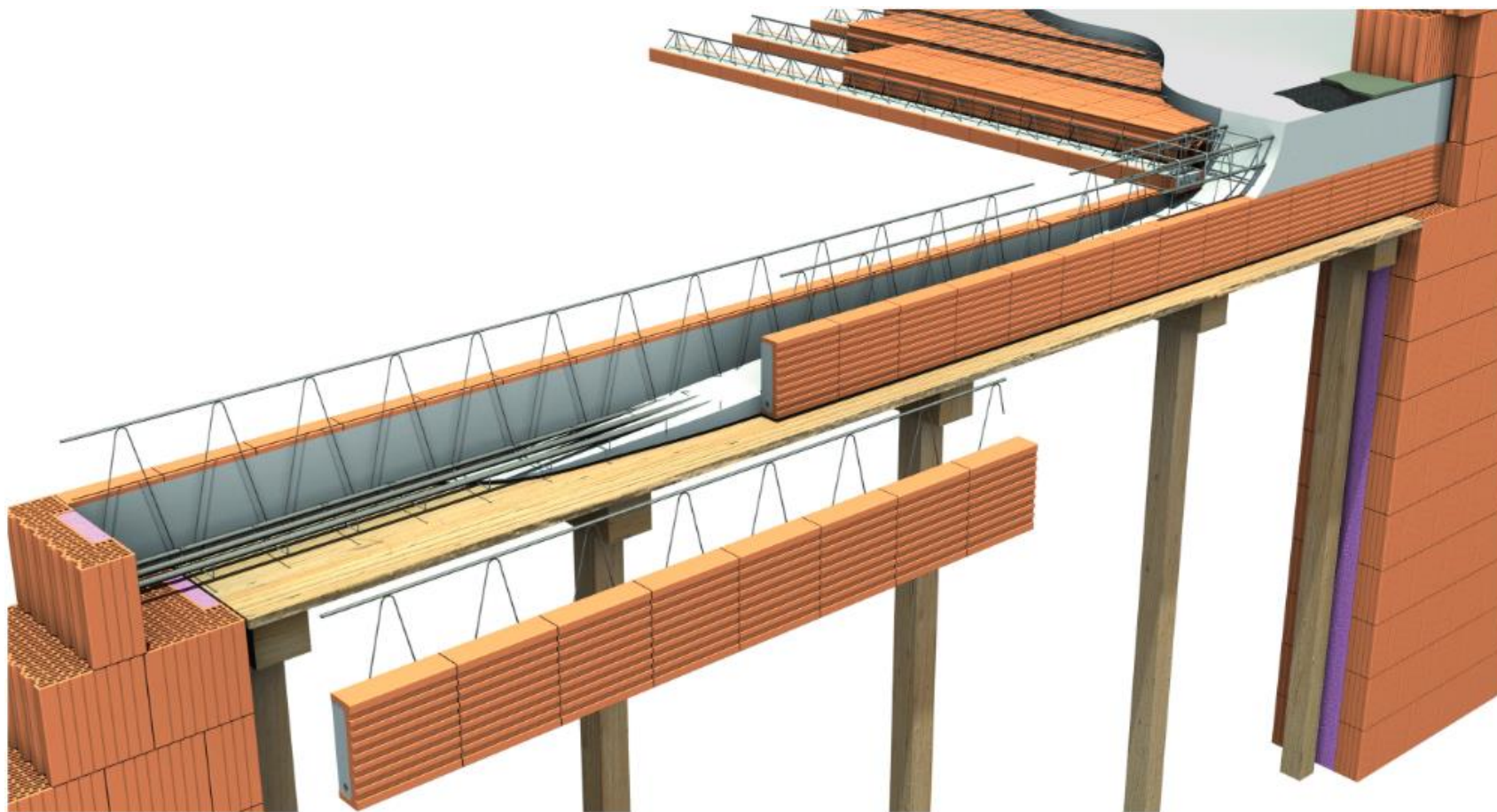


Překlady – skládané

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



Překlady – skládané



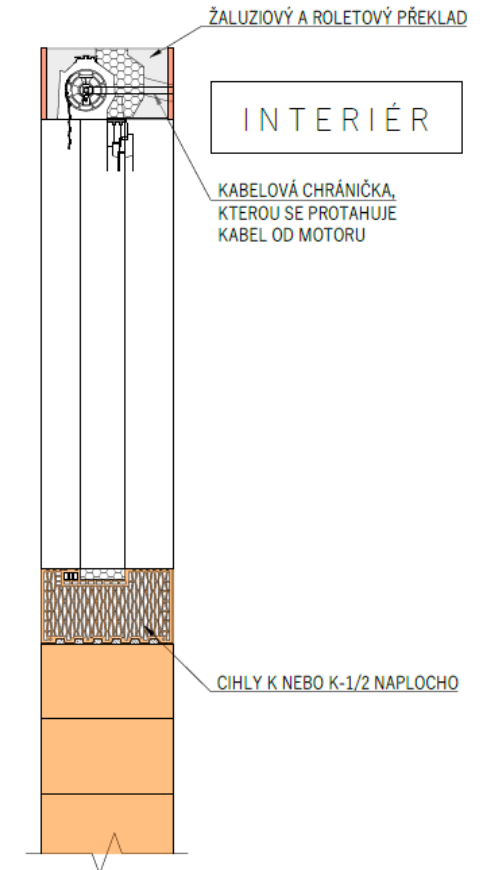
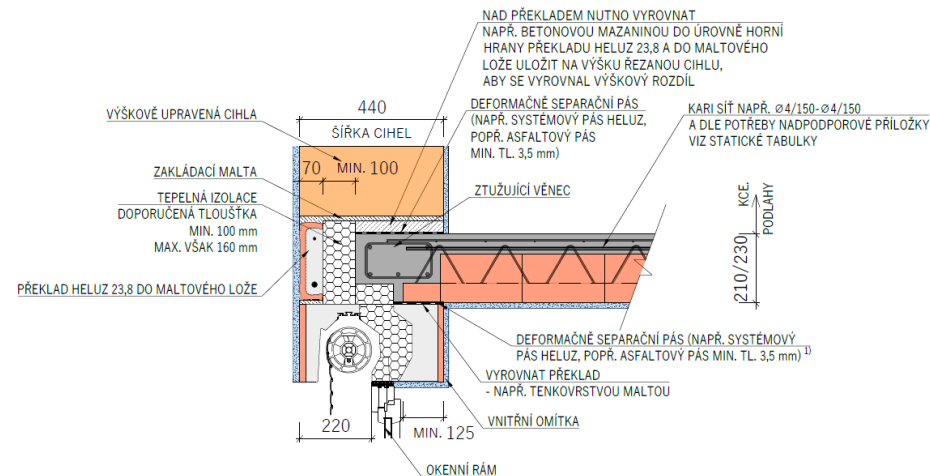
Překlady – prefa s integrovanou stínicí technikou

- Nosné samy o sobě
- Zabudování stínicí techniky (žaluzie/rolety) přímo do konstrukce
- Zabudovaný tepelně izolační prvek
- Maximální světlost stavebního otvoru: dle typu překlady až 3,85 m

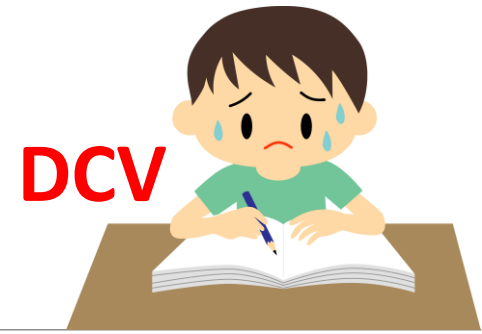


Překlady – prefa s integrovanou stínicí technikou

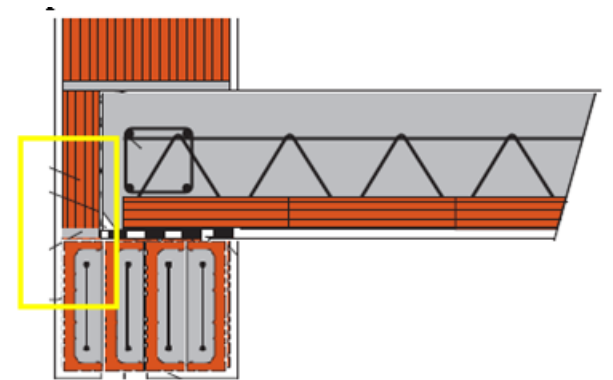
- Nosné samy o sobě
- Zabudování stínicí techniky (žaluzie/rolety) přímo do konstrukce
- Zabudovaný tepelně izolační prvek
- Maximální světlost stavebního otvoru: dle typu překladu až 3,85 m



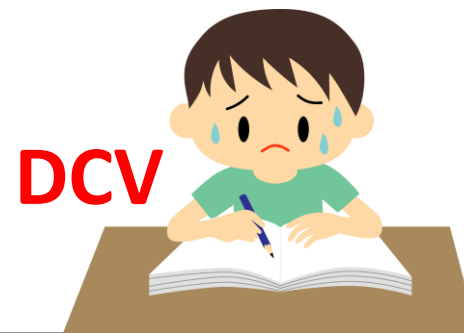
Překlady – návrh



- Návrh překlada **nad nejširším oknem** (okna nad vraty)
- Výpočet **liniového zatížení překlada** od stropu (včetně vlastní tíhy stropu)
 - Výpočet formou tabulky
 - Zahrnout vlastní tíhu parapetu nad překladem
- **Výpočet momentu M a posouvající síly V** (výpočet jako pro prostý nosník)
- Volba **vhodného překlada dle podkladů výrobce**
- **Pozor, které překlady skutečně přenášejí reakci od stropu!**



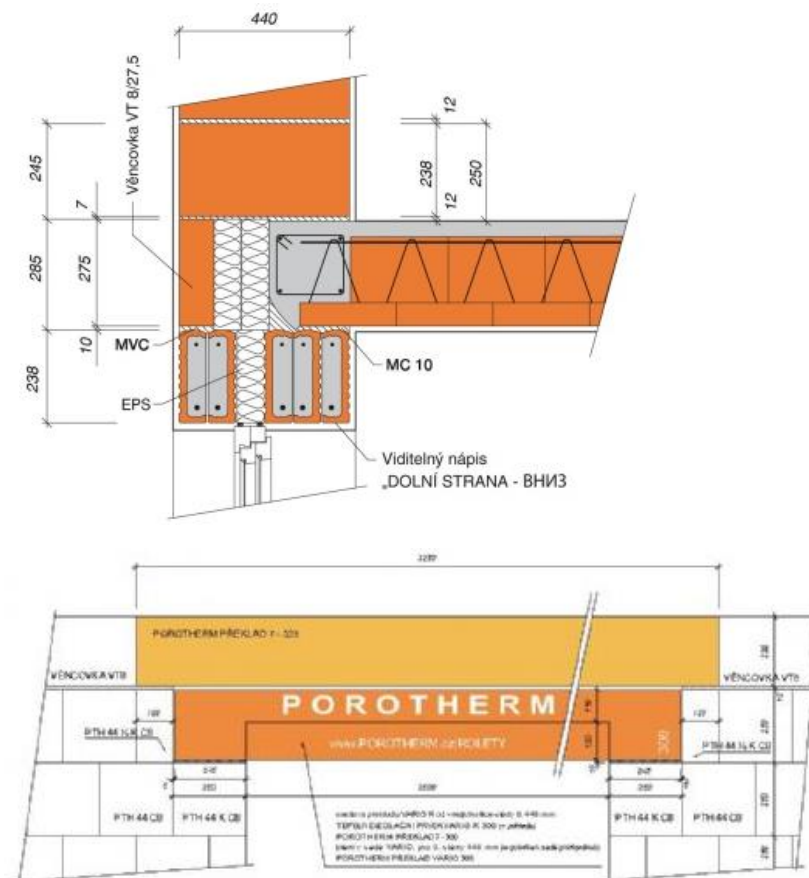
Překlady – návrh



- **Výstup:**

- Typy použitých překladů
- Délka uložení překladů na zdivo
- Řez okenním nadpražím
- Pohled na okenní nadpraží

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

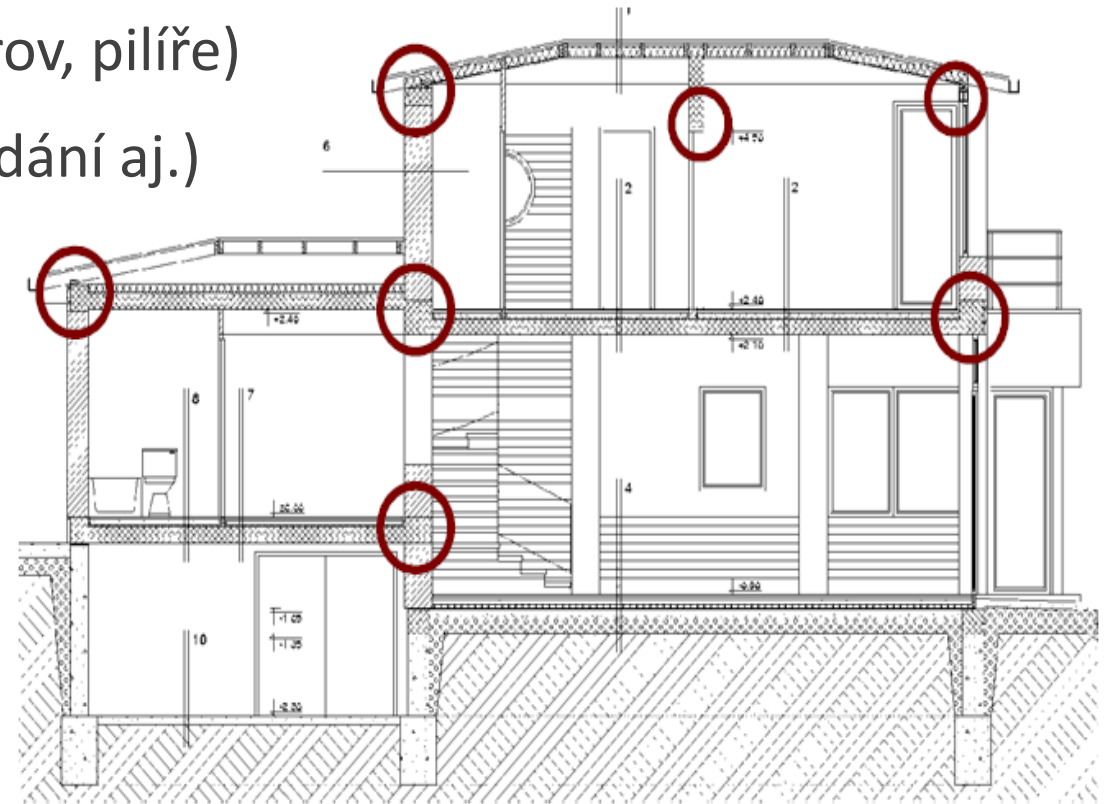




Ztužující věnce

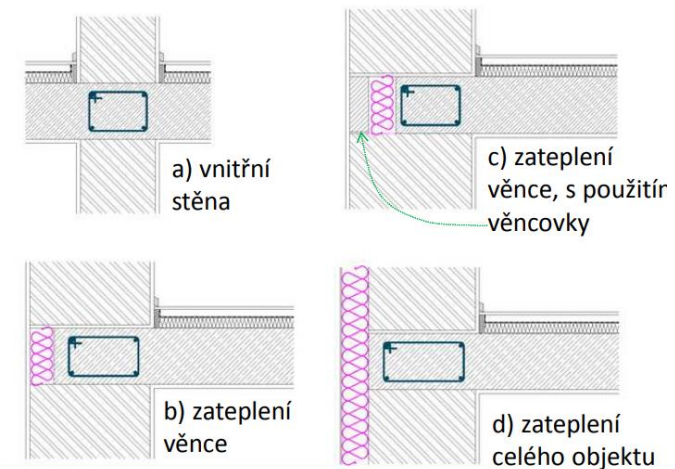
Ztužující věnce – funkce

- 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

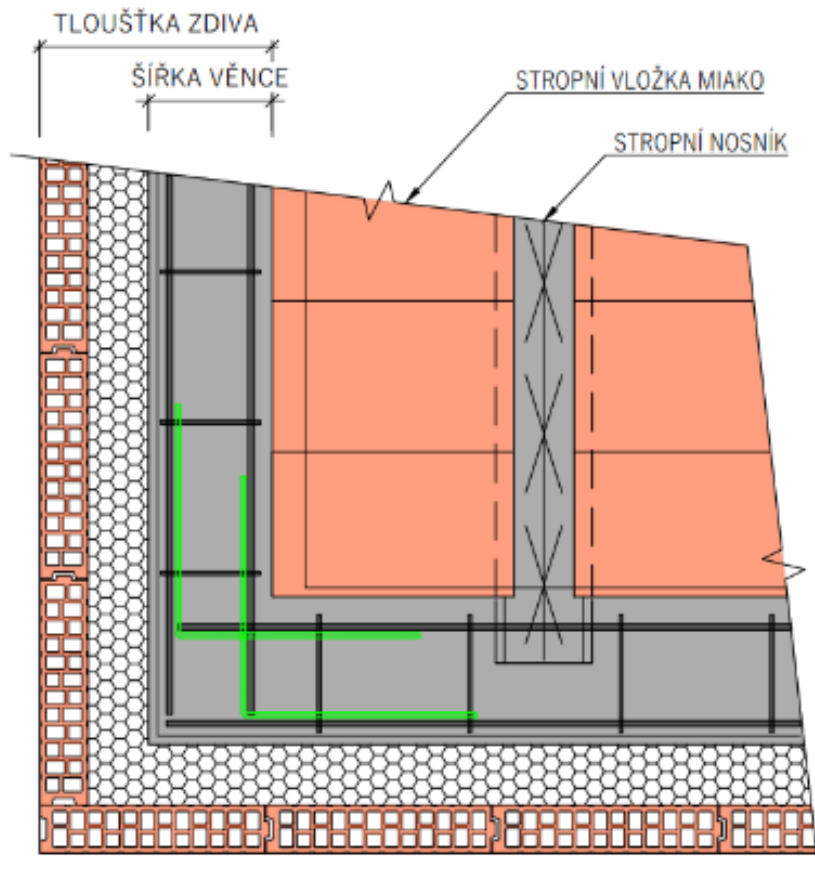


Ztužující věnce – konstrukční zásady

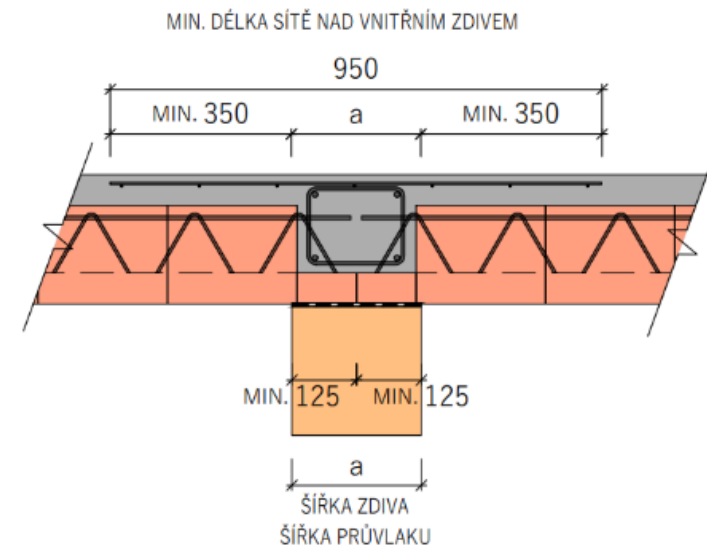
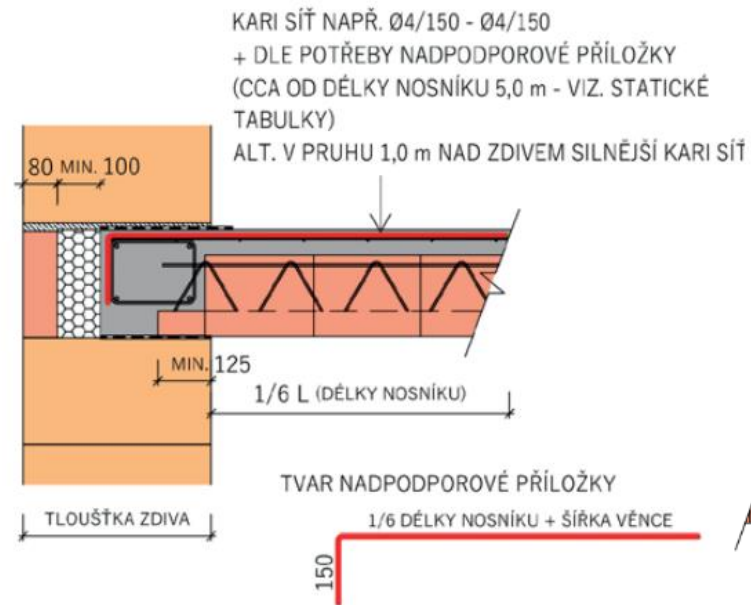
- Na všech nosných a ztužujících stěnách v úrovni stropní kce
- U šikmých střech pod pozednicí
- Doporučená svislá vzdálenost věnců: MAX. 4,0 m
- Minimální výztuž: návrh na minimální tahovou sílu $F_a = 45 \text{ kN}$ (ČSN EN 1996-1-1)
 - 4x $\varnothing 10$ + třmínky
- Účinný rozměr MIN. 150 (lépe 200) x 200 mm
- Izolovat – tepelný most



Ztužující věnce – keramické stropy



PŘÍČNÝ ŘEZ – v místě uložení stropního nosníku



Ztužující věnce – pokud chybí

- Chybějící věnec
+
sednutí základu



Ztužující věnce – pokud chybí

- Chybějící věnec + podkopání základů



Ztužující věnce – pokud chybí

- Chybějící věnec
+
blesková povodeň



Ztužující věnce – pokud chybí

- Chybějící věnec
+
vodorovná síla od krovu



Ztužující věnce – pokud chybí

- Zásah do základů při rekonstrukci



Ztužující věnce – pokud chybí

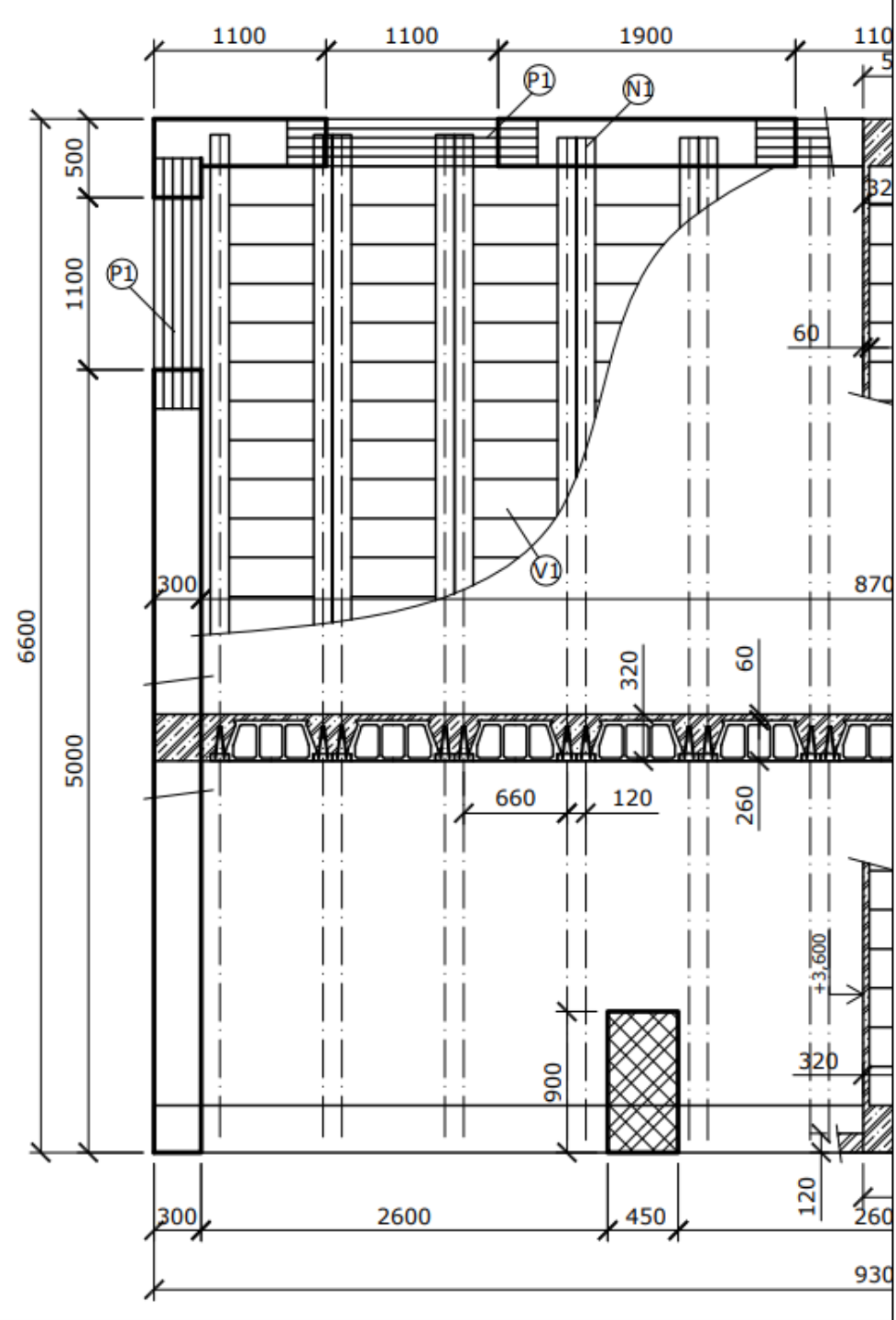
- Neaktivovaná ocelová táhla + obkopání základu kvůli hydroizolaci + déšť



Ztužující věnce – pokud chybí

- Věnec pod pozednicí nesvázaný s příčnou stěnou





Výkresy skladby

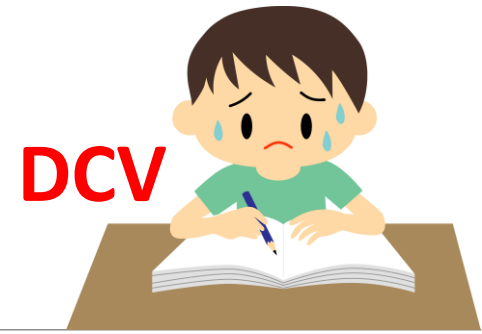
Výkres skladby – základní informace

- 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

Výkres skladby – zásady

- **Čáry:**
 - Pohled 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

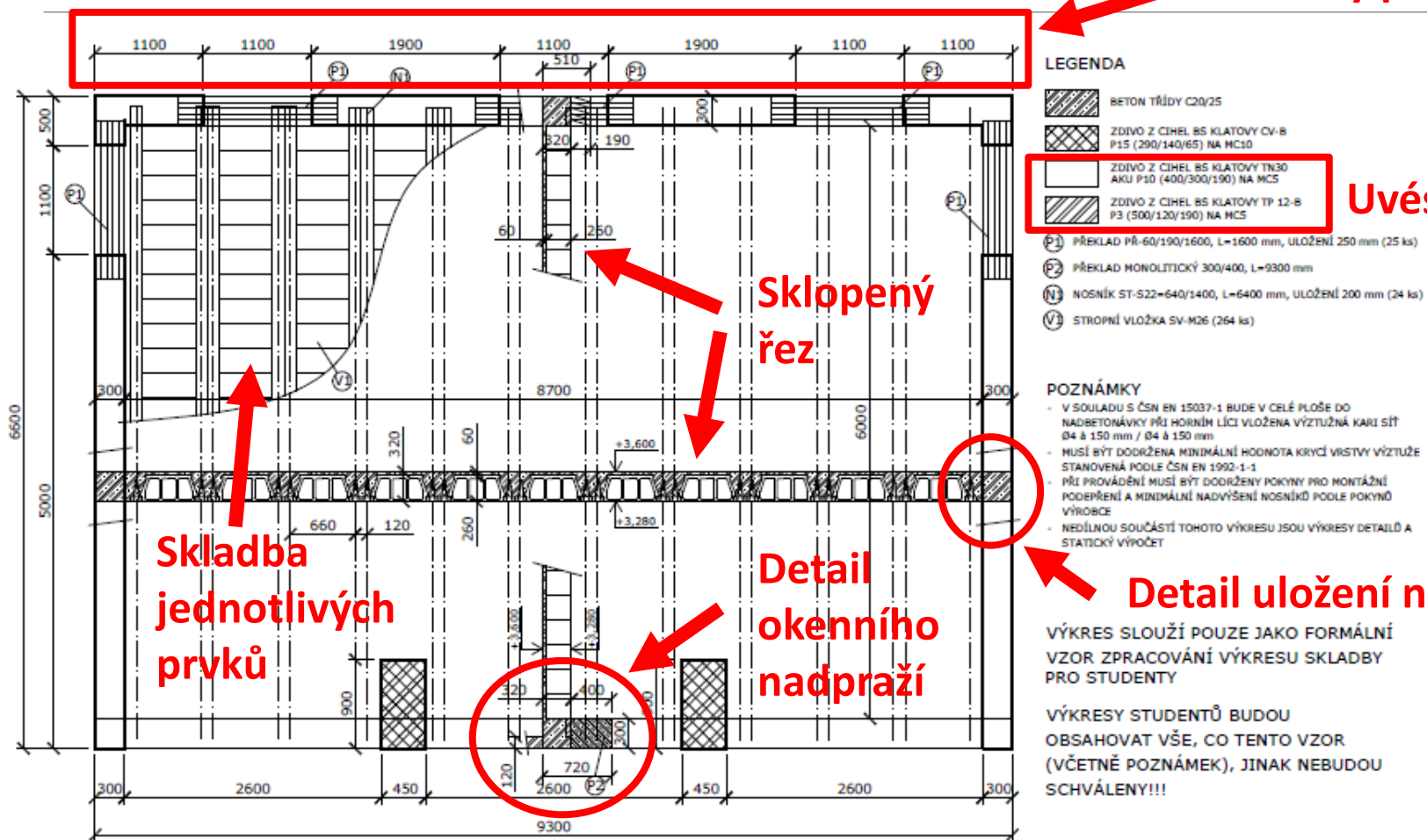
Výkres skladby



- Zhotovit **výkres skladby pro strop 1.NP** včetně sklopených řezů v každém směru
 - Jeden sklopený řez pro každý směr
 - V řezu zobrazen **detail okenního nadpraží** + jeden **typický detail** (uložení konstrukce na stěnu)
- Detailně **rozkreslit skladbu jednotlivých prvků**
- Rozměry konstrukce dány zadáním → **UPRAVIT S OHLEDEM NA MODULOVÉ ROZMĚRY POUŽITÉHO ZDIVA**

Výkres skladby – vzor

Upravit s ohledem na modulové rozměry použitého zdiva



LEGENDA

BETON TŘÍDY C20/25

ZDIVO Z CIHEL BS KLATOVY CV-B P15 (290/140/65) NA MCS10

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)

V STROPNÍ VLOŽKA SV-M26 (264 ks)

POZNÁMKY

- V SOULADU S ČSN EN 15037-1 BUDE V CELÉ PLOŠE DO NADBETONÁVKY PŘI HORNÍM LÍCI VLOŽENA VÝZTUŽNÁ KARI SÍŤ Ø4 & 150 mm / Ø4 & 150 mm
- MUSÍ BÝT DODRŽENA MINIMÁLNÍ HODNOTA KRYCÍ VRSTVY VÝZTUŽE STANOVĚNÁ PODLE ČSN EN 1992-1-1
- PŘI PROVÁDĚNÍ MUSÍ BÝT DODRŽENY POKYNY PRO MONTÁŽNÍ PODEPŘENÍ A MINIMÁLNÍ NADVÝŠENÍ NOSNÍKŮ PODLE POKYŇŮ VÝROBCE
- NĚJILNOU SOUČÁSTÍ 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!!!

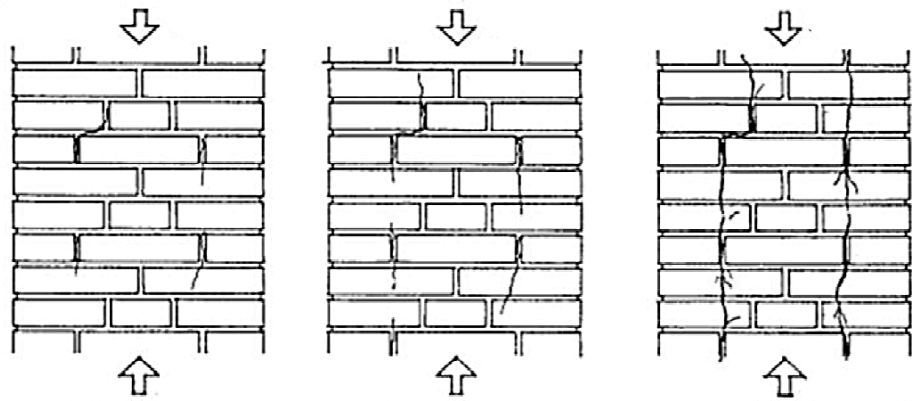
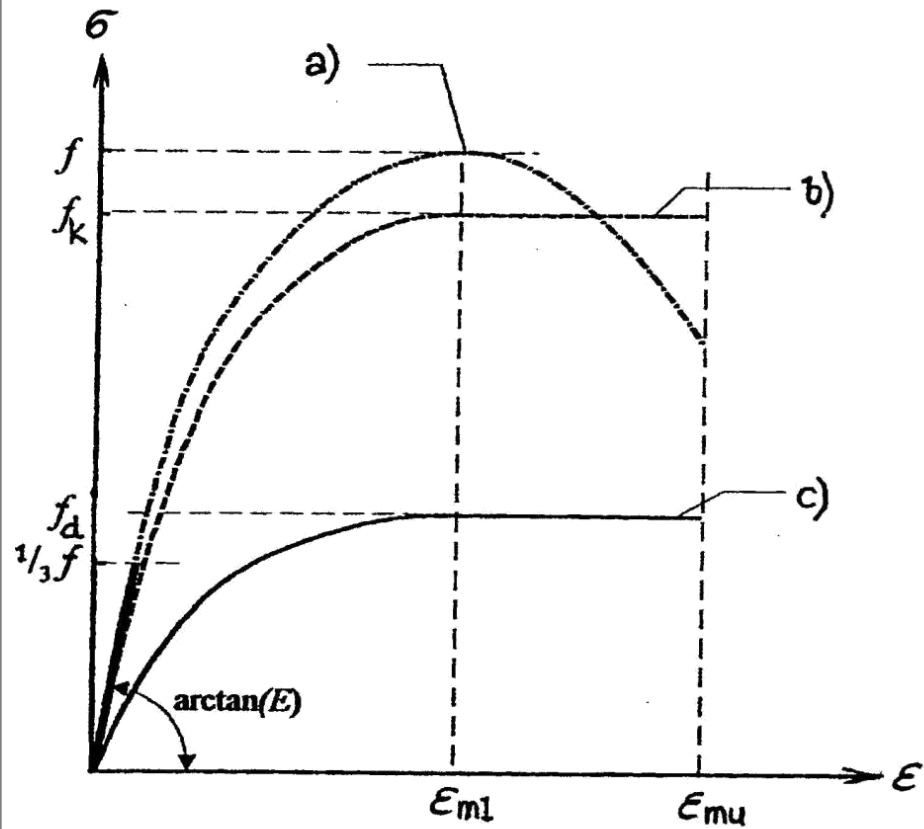
Uvést celou specifikaci zdiva!

Detail uložení na zdivo



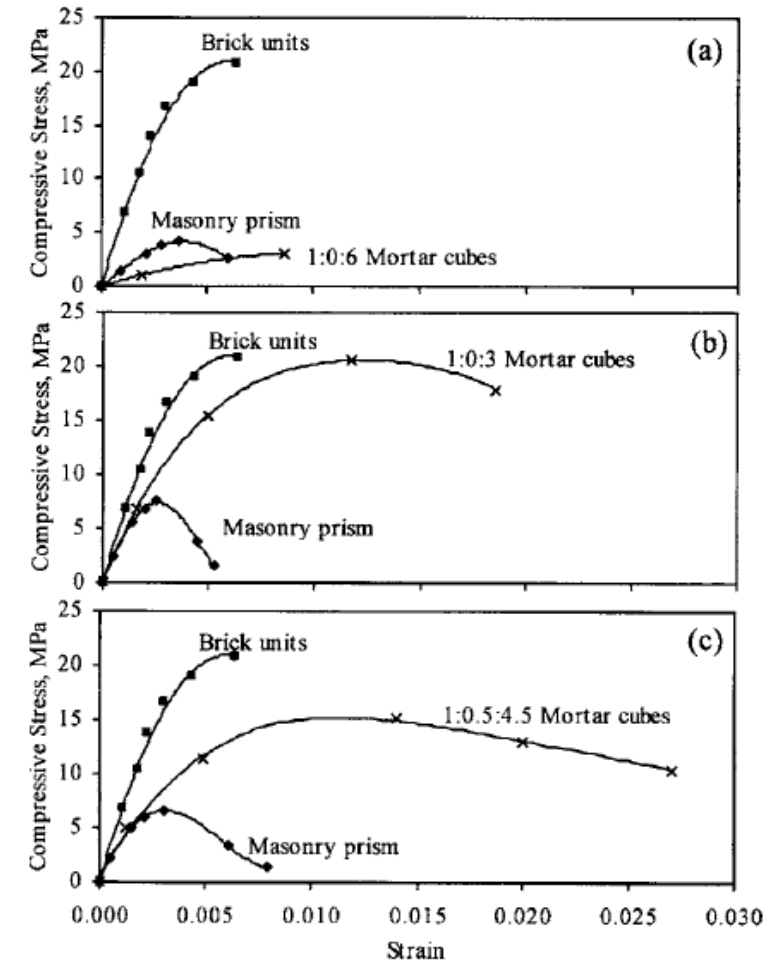
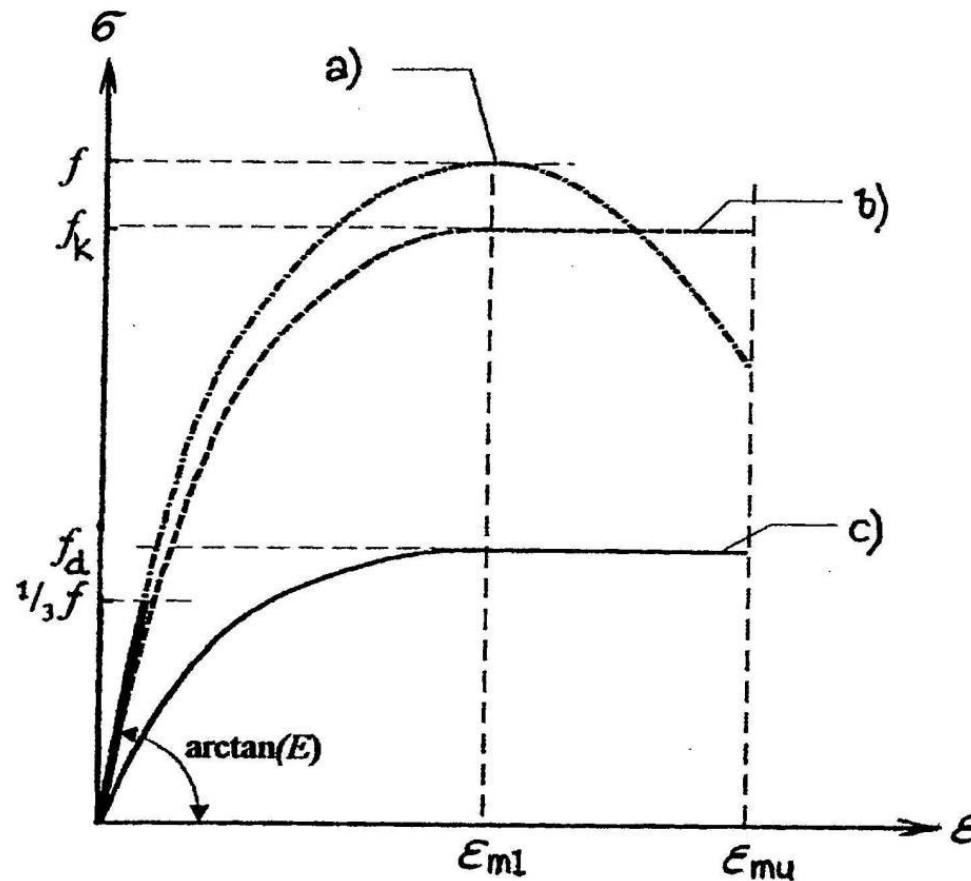
ZDIVO

Materiály, vlastnosti



Pracovní diagram zdiva pro namáhání v tlaku

- a) obecný
- b) idealizovaný
- c) návrhový



Pozn.: uvedený pracovní diagram nemusí být vhodný pro všechny typy zdicích prvků (a malt)

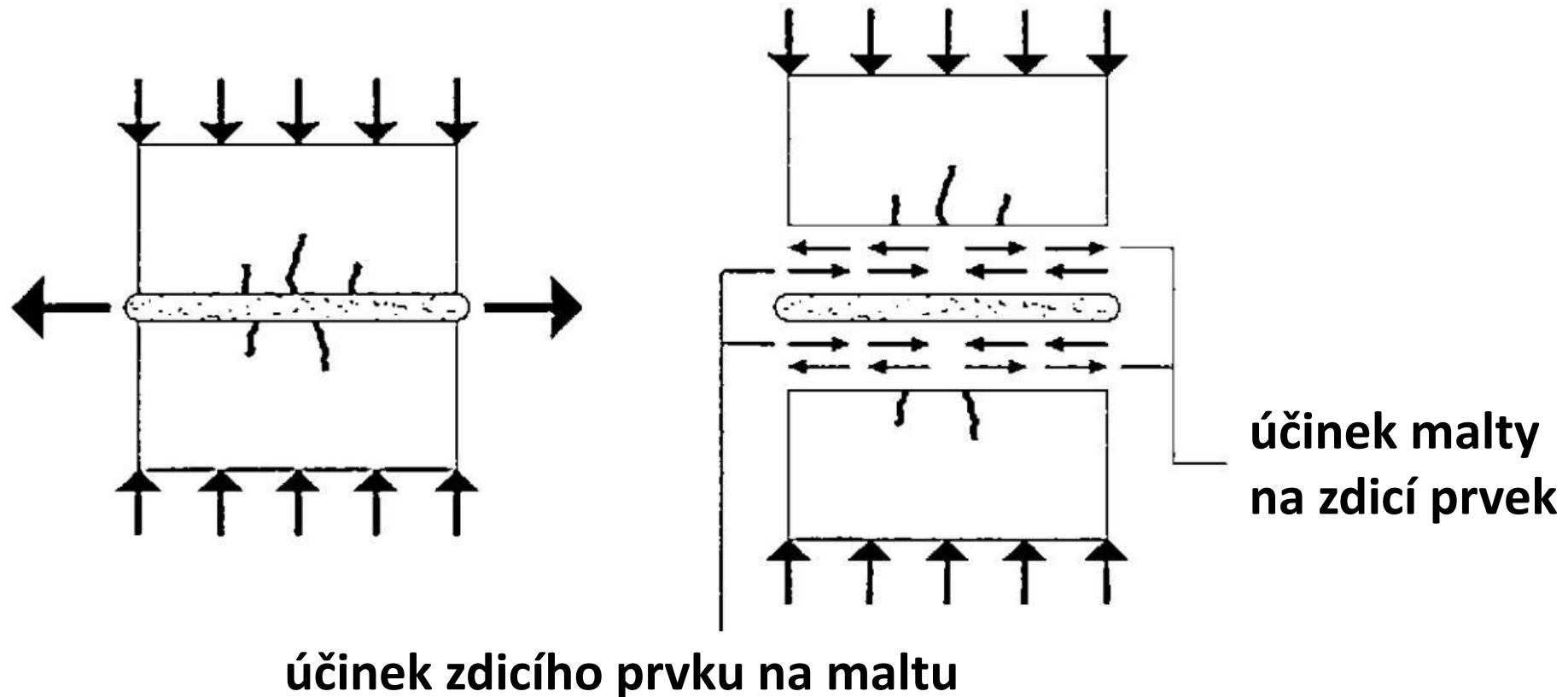
Zdivo = zdicí prvek + malta

Definice dle ČSN EN 1996-1-1

- **Zdivo:** sestava zdicích prvků uložených podle stanoveného uspořádání a spojených maltou
- **Zdicí prvek:** předem zhotovený prvek určený pro uložení ve zdivu
- **Malta pro zdění:** směs jednoho nebo více anorganických pojiv, kameniva, vody, a někdy příměsí a/nebo přísad používaná pro ukládání, spojování a spárování zdiva

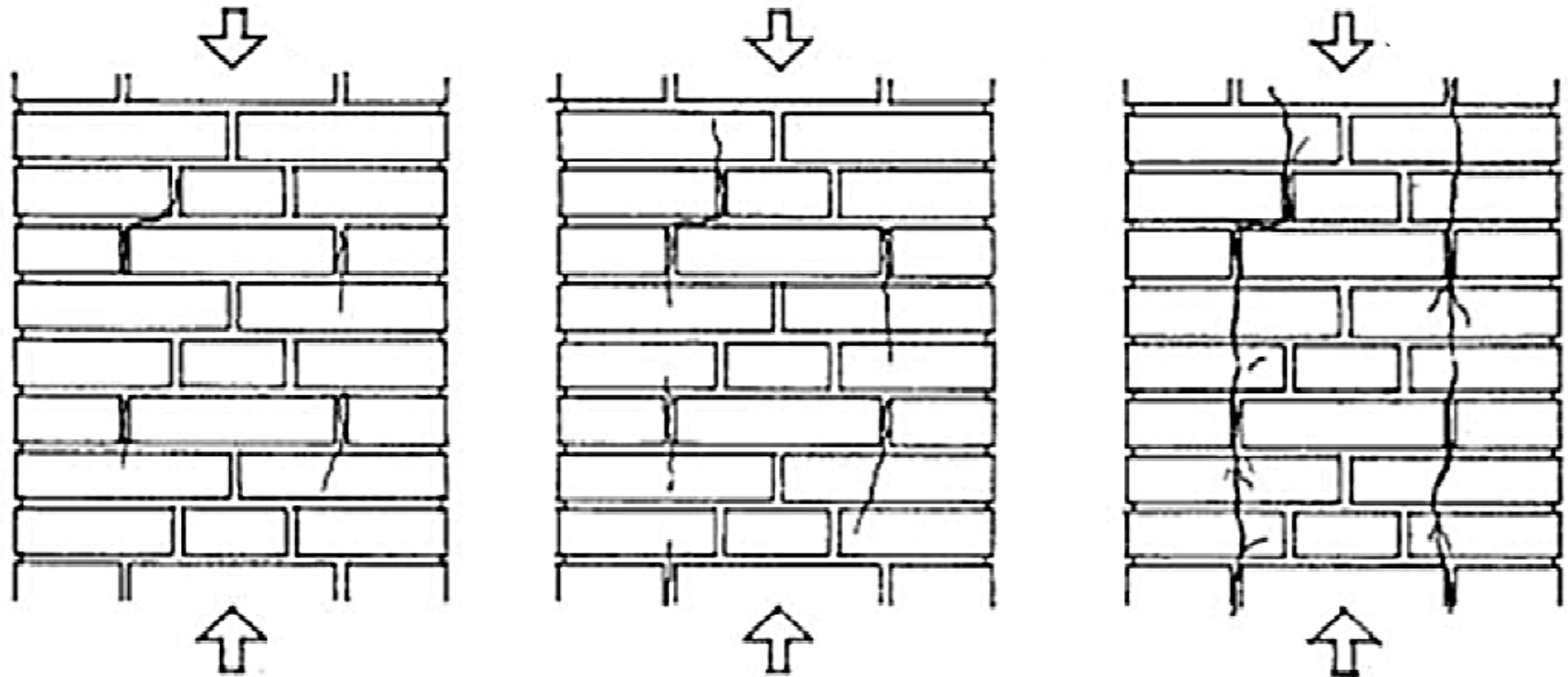
Zdivo = zdicí prvek + malta

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



Zdivo = zdicí prvek + malta

- Způsob porušení tlačené stěny (pilíře)



Zdivo = zdicí prvek + malta

Zdicí prvky ČSN EN 771-X Specifikace zdicích prvků

ČSN EN 772-X Zkušební metody pro zdicí 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 (zatřídíuje výrobce)

- Skupina 1: plné a svislé díry nebo dutiny do 25% objemu
- Skupina 2: svislé díry nebo dutiny 25 až 55% objemu
- Skupina 3: svislé díry nebo dutiny 25 až 70% objemu
- Skupina 4: vodorovné díry nebo dutiny 25 až 70% objemu

Skupiny pálených zdicích prvků

SKUPINA 1	SKUPINA 2	SKUPINA 3	SKUPINA 4
			

Další materiály zdicích prvků

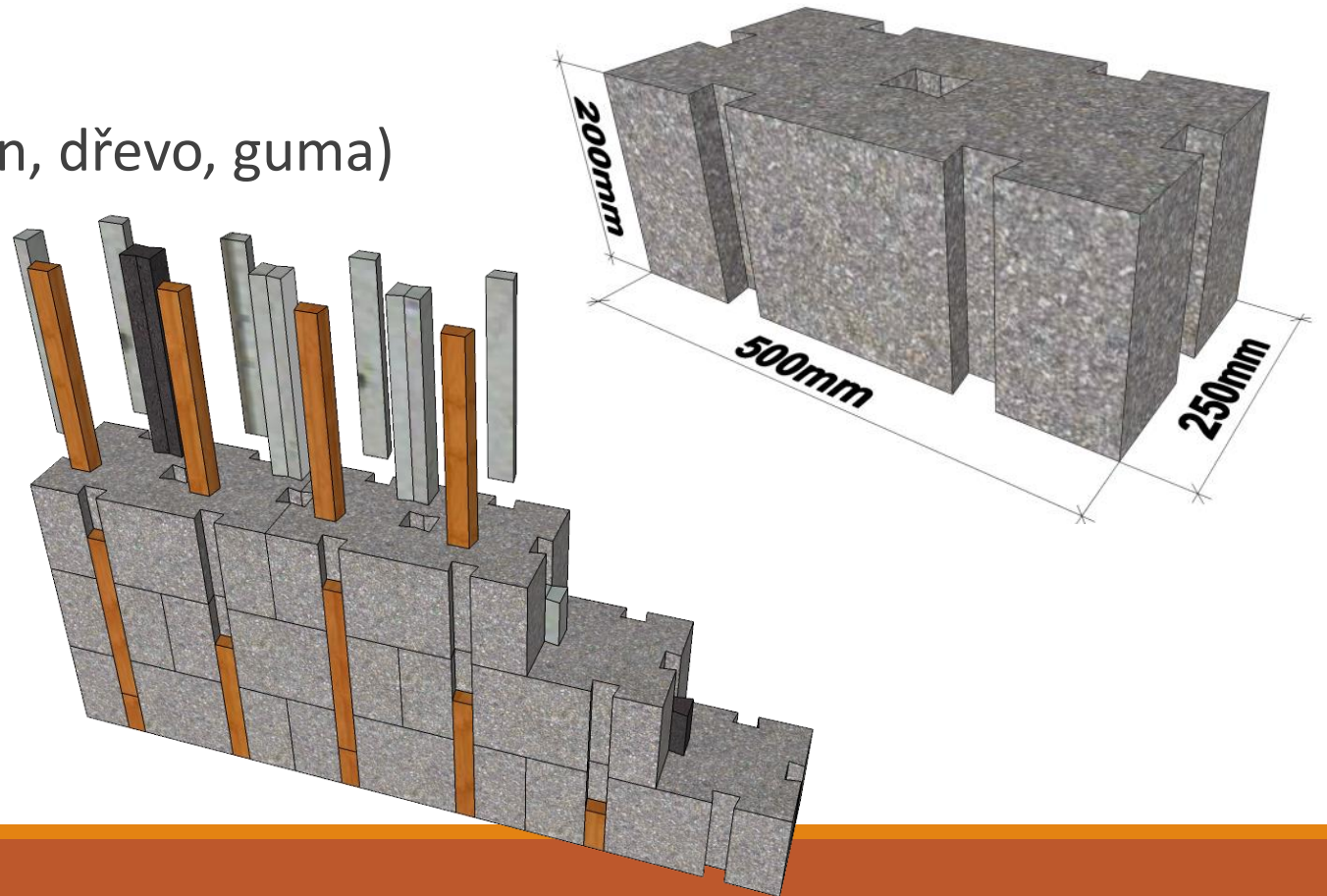
- Beton
- Pórobeton
- Vápenopískové cihly
- Opracovaný přírodní kámen
- Umělý kámen
- Nepálená hlína



Další materiály zdicích prvků

Suché zdění – systém STAVSI

- Tvárnice z liaporbetonu
- Spojování svislými lištami (beton, dřevo, guma)



Normalizovaná pevnost v tlaku zdicího prvku [MPa]

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

$$f_b = \eta \cdot \delta \cdot f_u$$

$\eta = 1$

kondicionování na vzduchu nebo

kondicionování pro dosažení 6% vlhkosti

$\eta = 0,8$

kondicionování pro dosažení vysušeného stavu

$\eta = 1,2$

kondicionování pod vodou

δ

součinitel tvaru (vliv rozměrů zdicího prvku)

f_u

průměrná pevnost zdicího prvku v tlaku [MPa]

Normalizovaná pevnost v tlaku zdicího prvku – součinitel tvaru δ

Tabulka A.1 – Součinitel tvaru δ vyjadřující vliv rozměrů zdicího prvku

Šířka [mm] Výška [mm]	50	100	150	200	≥250
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	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

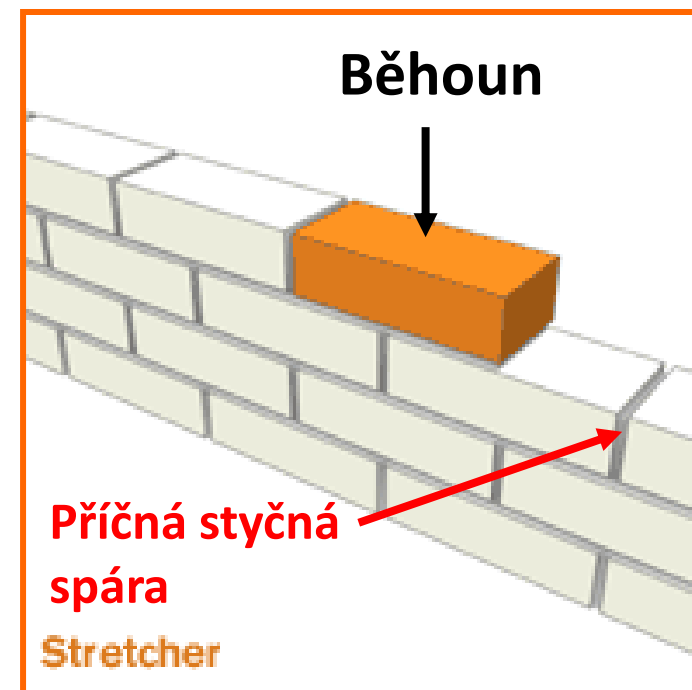
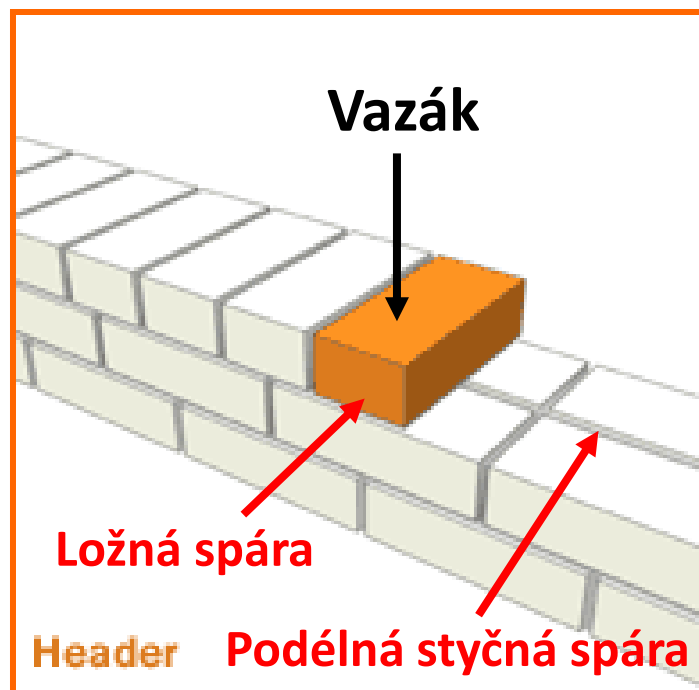
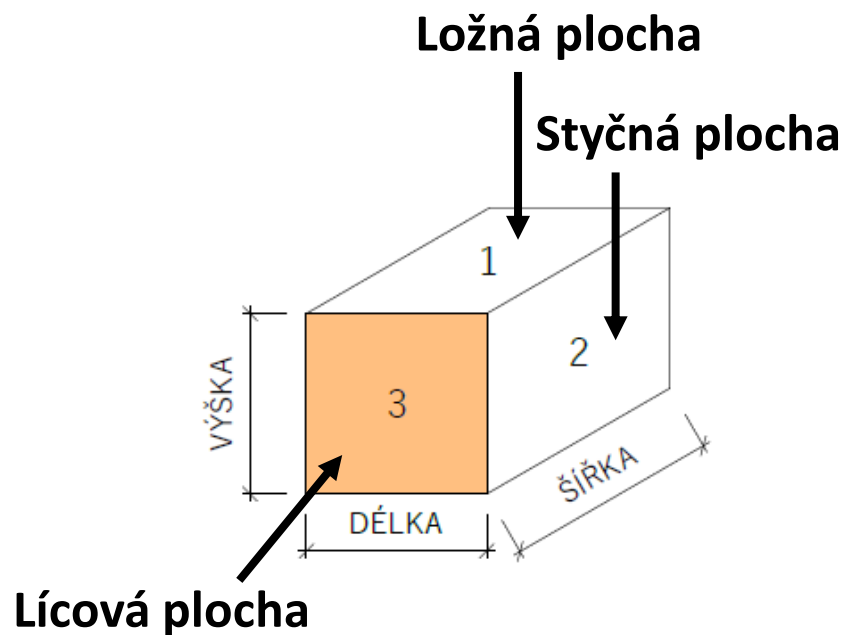


-
- | | | |
|---------------------|-----------|--|
| • návrhové | M5 | tovární výroba |
| • předpisové | 1 : 1 : 5 | na stavbě: objemové díly cementu, vápna, písku |

Konstrukční zásady: vazba zdiva

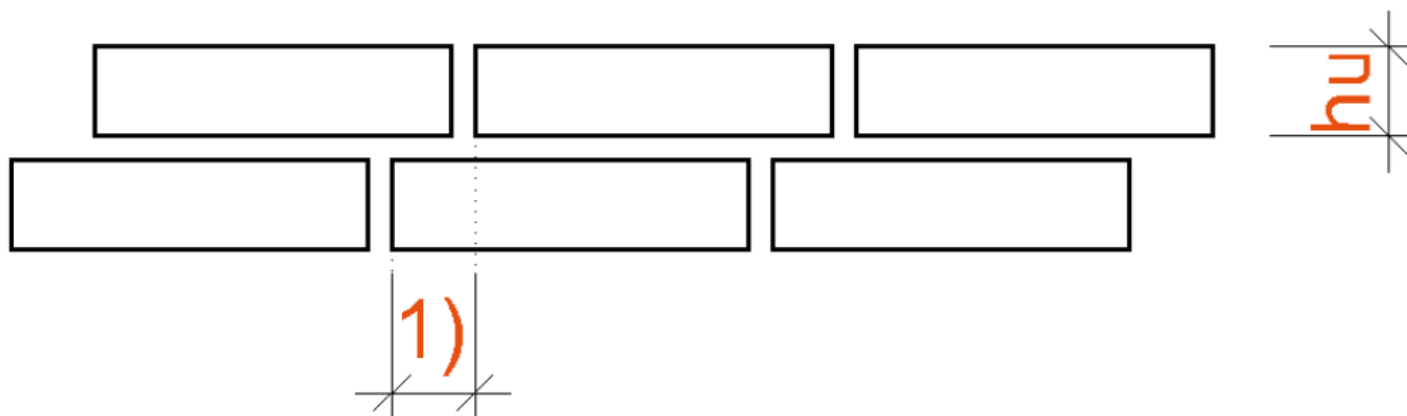
Definice dle ČSN EN 1996-1-1

- **Vazba zdiva:** pravidelné uspořádání zdicích prvků ve zdivu zaručující jejich spolupůsobení.



Konstrukční zásady: vazba zdiva

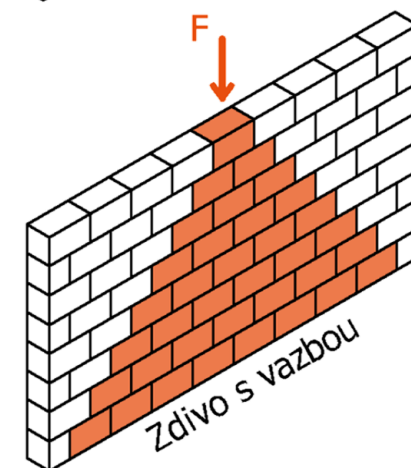
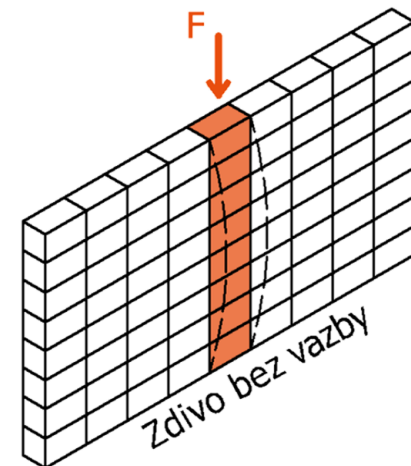
ČSN EN 1996-1-1+A1



1) Přesahy

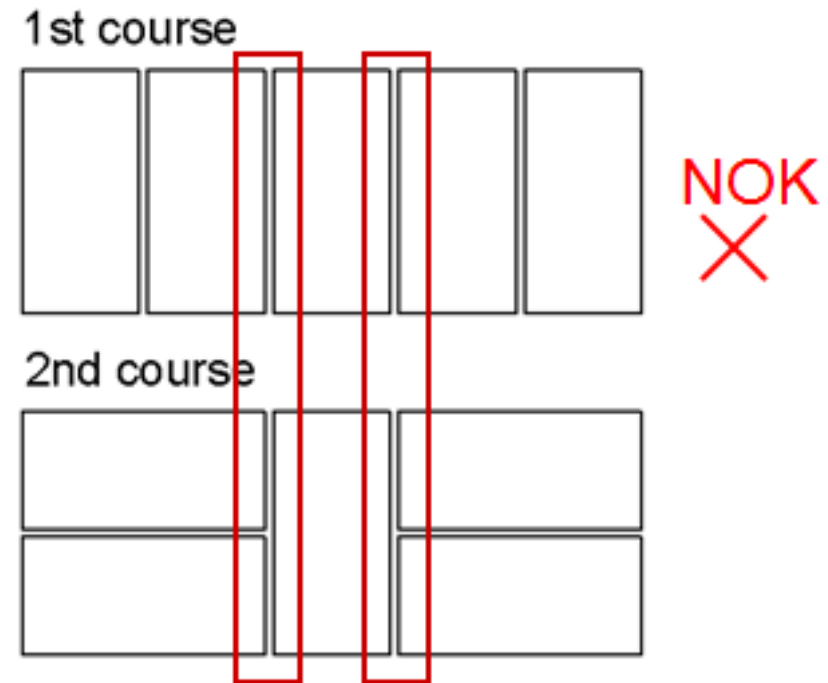
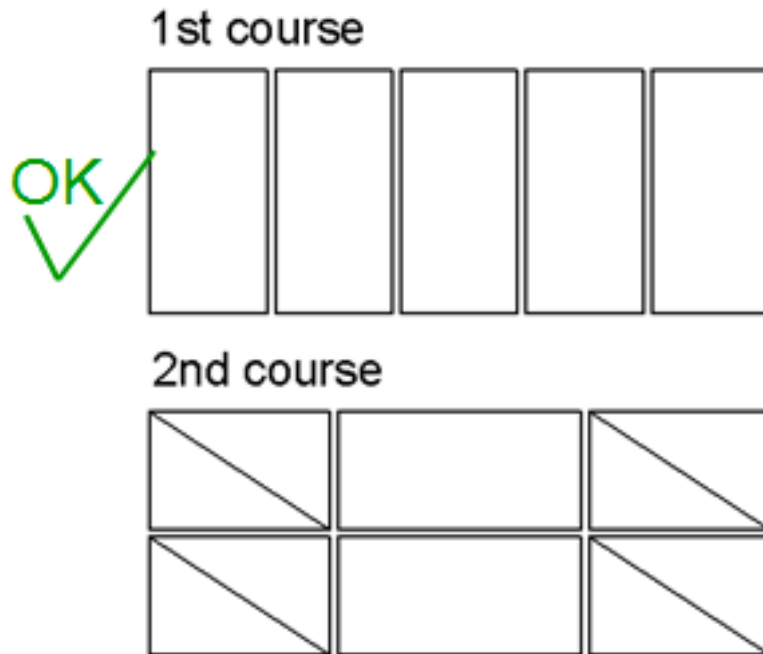
- pro $h_u \leq 250$ mm: přesah $\geq 0,4 h_u$ nebo 40 mm (platí větší z hodnot)
- pro $h_u > 250$ mm: přesah $\geq 0,2 h_u$ nebo 100 mm (platí větší z hodnot)

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

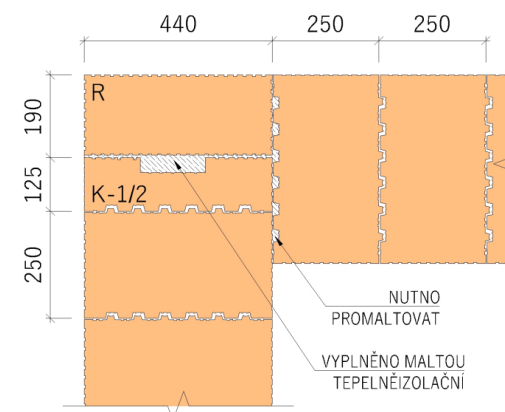
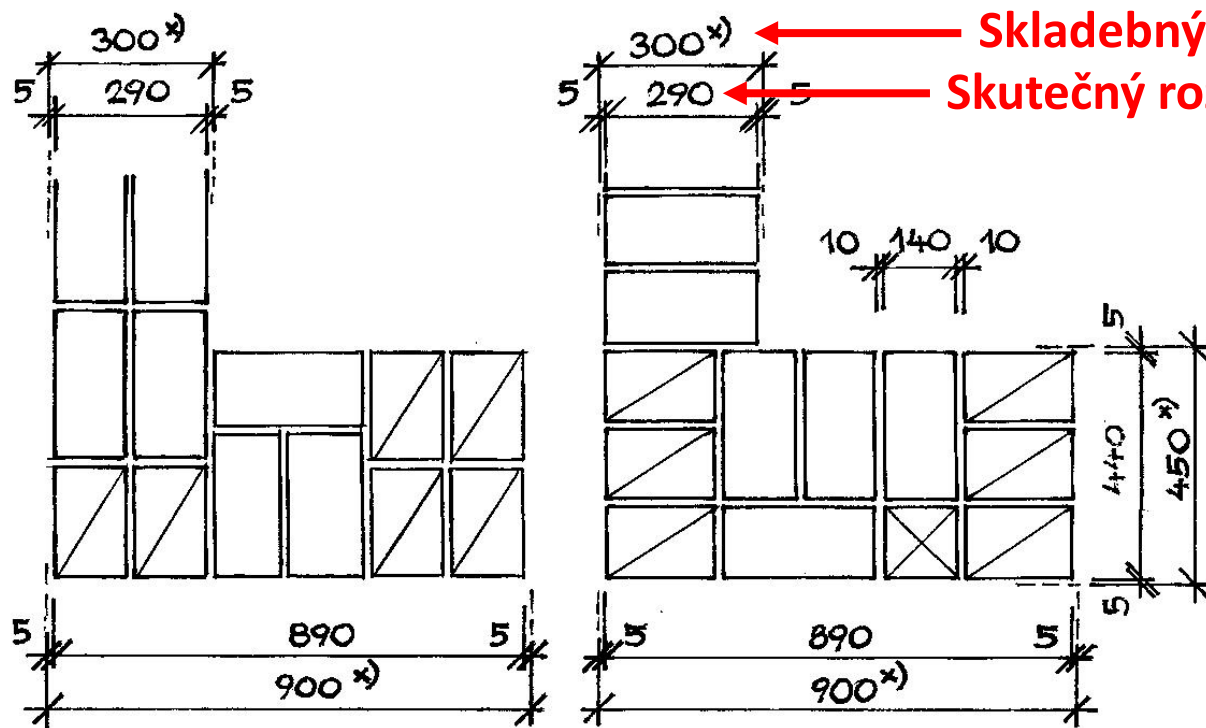


Konstrukční zásady: vazba zdiva



Konstrukční zásady: vazba zdiva

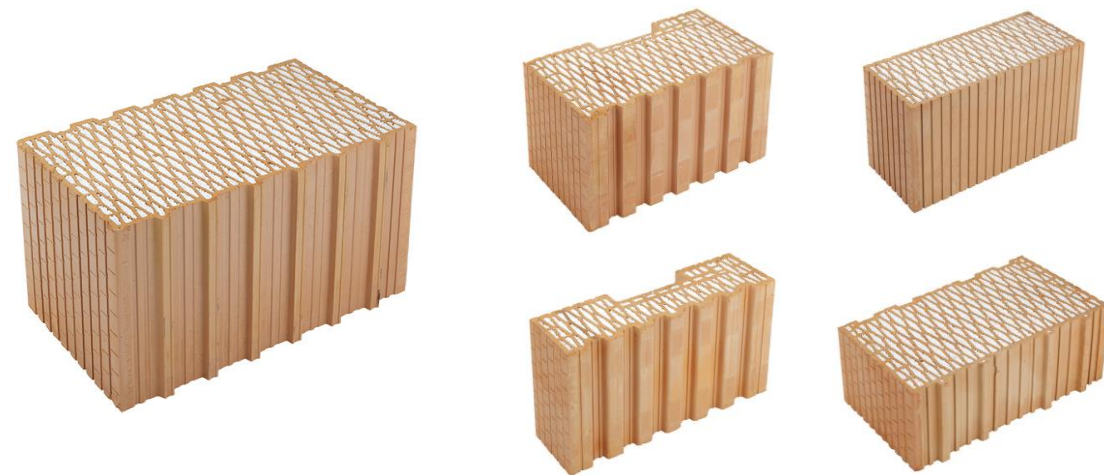
- Skladebný rozměr – kóta na výkresu
- Skutečný rozměr (tloušťka stěny bez omítky) – hodnota do statického výpočtu



Pozn.: při použití tenkovrstvých malt a broušených cihel je skladebný rozměr zdiva „téměř shodný“ se skutečným rozměrem

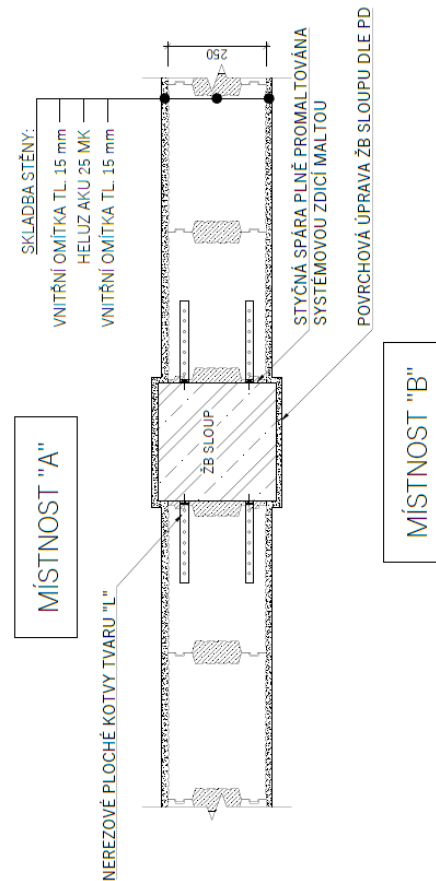
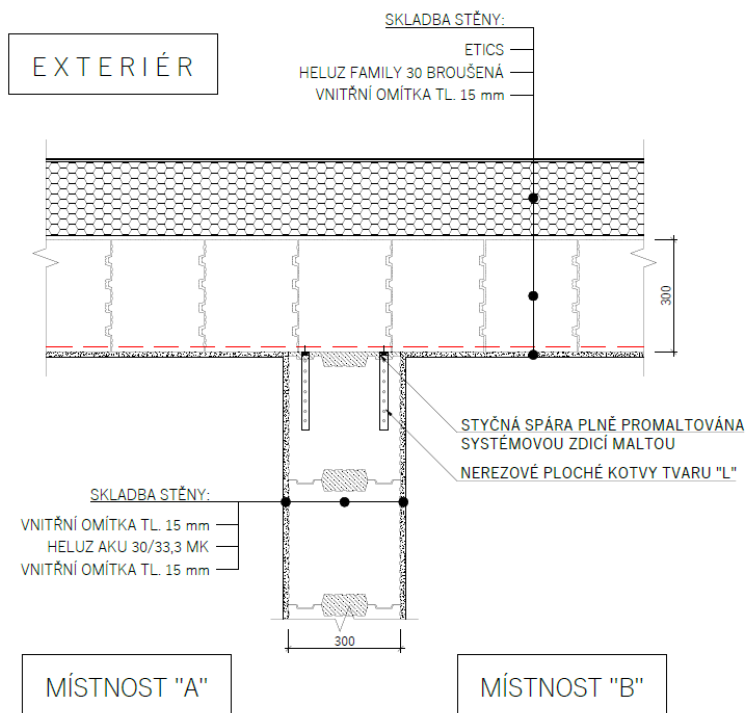
Konstrukční zásady: vazba zdiva

- Je dobré minimalizovat počet dělených cihel:
 - Zvyšují pracnost
 - Roste odpad
 - Roste spotřeba malty
- Sortiment novodobých zdicích bloků:
 - Základní zdicí blok + doplňkové
 - Eliminace nutných řezů cihel



Konstrukční zásady: stěnové spony

- Stěny nepropojené vazbou
- Napojení na ŽB konstrukce



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 ≤ 75 MPa při použití obyčejné malty pro zdění;
se uvažuje ≤ 50 MPa při použití malty pro tenké spáry;
- f_m se uvažuje ≤ 20 MPa či $\leq 2 f_b$ při použití obyčejné malty pro zdění;
se uvažuje ≤ 10 MPa při použití malty pro tenké spáry.

Pevnost zdiva v tlaku kolmém k ložným spárám f – součinitel K

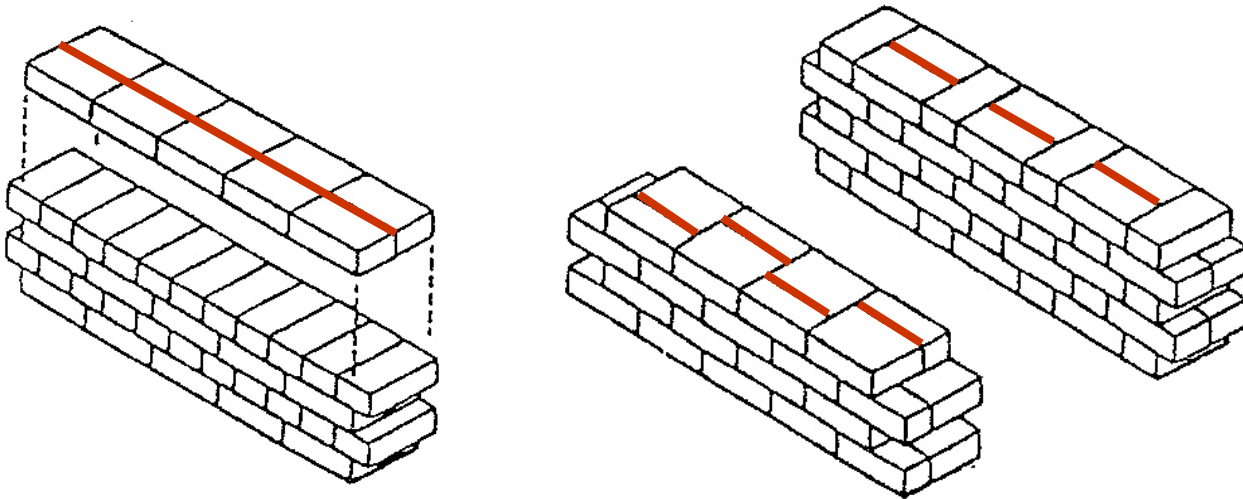
Zdicí prvky		Obyčejná malta	Malta pro tenké spáry (tloušťka spáry od 0,5 mm do 3 mm)	Lehká malta objemové hmotnosti	
				$600 \leq \rho_d \leq 800 \text{ kg/m}^3$	$800 < \rho_d \leq 1\,500 \text{ kg/m}^3$
Pálené	Skupina 1	0,55	0,75	0,30	0,40
	Skupina 2	0,45	0,70	0,25	0,30
	Skupina 3	0,35	0,50	0,20	0,25
	Skupina 4	0,35	0,35	0,20	0,25
Vápenopískové	Skupina 1	0,55	0,80	‡	‡
	Skupina 2	0,45	0,65	‡	‡
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	‡	‡
	Skupina 4	0,35	‡	‡	‡
Pórobetonové	Skupina 1	0,55	0,80	0,45	0,45
Z umělého kamene	Skupina 1	0,45	0,75	‡	‡
Z opracovaného přírodního kamene	Skupina 1	0,45	‡	‡	‡

‡ Tato kombinace malty a zdicích prvků se nepoužívá, a proto žádná hodnota není uvedena.

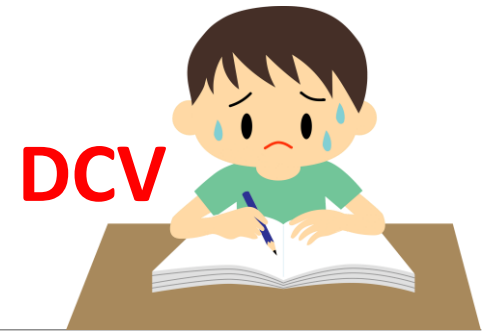
Pevnost zdiva v tlaku kolmém k ložným spárám f – součinitel K

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 (290/140/65mm) nebo z cihel metrického (německého) formátu (240/115/71mm) se **hodnota součinitele K vynásobí součinitelem 0,8.**



Pevnost zdiva v tlaku kolmém k ložným spárám f

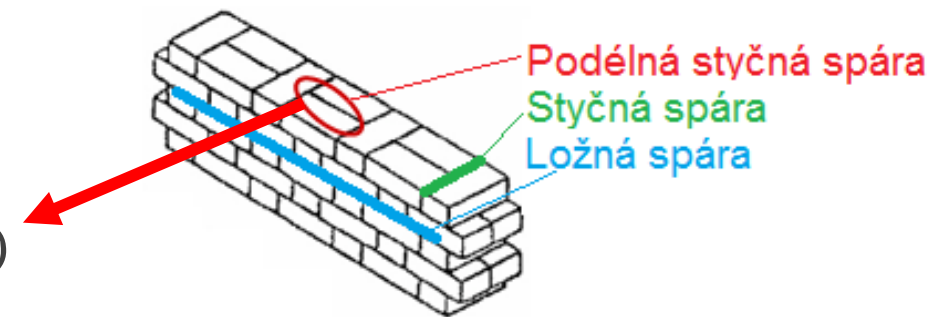


Výpočet pevnosti zdiva

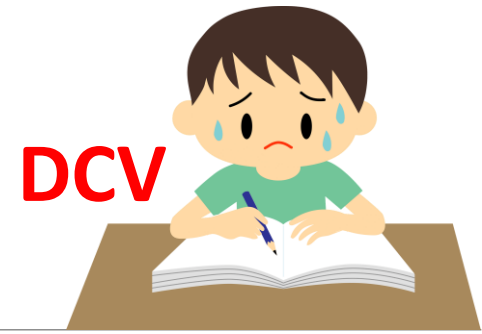
- f_u pevnost cihelného střepeu (např. P15 $\rightarrow f_u = 15$ MPa)
- f_m pevnost malty (např. MC5 $\rightarrow f_m = 5$ MPa)
- δ součinitel tvaru (tabulky viz web)

$$f_b = \delta \cdot f_u$$

- Určit skupinu zdicích prvků
- K součinitel závislý na druhu zdicích prvků a malty (tabulky viz web)
(**podélné styčné spáry ve zdivu $\rightarrow 0,8 \cdot K$**)



Pevnost zdiva v tlaku kolmém k ložným spárám f



Výpočet pevnosti zdiva

- f_k charakteristická pevnost zdiva
- f_d návrhová pevnost zdiva

$$f_k = ? 0,8? \cdot K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M}$$

Hodnoty součinitelů

Pro zdivo na obyčejnou nebo lehkou maltu $\alpha = 0,7$ a $\beta = 0,3$.

Pro pálené zdící prvky skupiny 2 a 3 na maltu pro tenké spáry $\alpha = 0,7$ a $\beta = 0$.

Pro jiné zdící prvky na maltu pro tenké spáry $\alpha = 0,85$ a $\beta = 0$.

Pro zdivo na obyčejnou maltu $\gamma_M = 2,2$ (zdící prvky kategorie I na předpisovou maltu jiné než pórobetonové).

Pro zdivo na maltu pro tenké spáry $\gamma_M = 2,0$ (zdící prvky kategorie I na návrhovou maltu jiné než pórobetonové).

Modul pružnosti zdiva

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

$$E = K_E \cdot f_k$$

- $K_E = 1000$ 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**:

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0,4 \cdot \sigma_d \leq 0,065 \cdot f_b$$

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

$$f_{vk} = 0,5 \cdot f_{vk0} + 0,4 \cdot \sigma_d \leq 0,045 \cdot f_b$$

Pevnost zdiva ve smyku f_v

kde

- f_{vk0} charakteristická hodnota počáteční pevnosti ve smyku při napětí v tlaku rovném 0
- σ_d návrhové napětí v tlaku působící v uvažovaném průřezu nosného zděného prvku kolmo na smykovou sílu při odpovídající kombinaci zatížení založené na průměrném svislém napětí na tlačené části stěny, která zajišťuje přenos smyku
- f_b normalizovaná pevnost zdicích prvků v tlaku pro směr tlaku působícího kolmo na ložnou plochu zkušebních těles, tj. kolmo na ložné spáry.

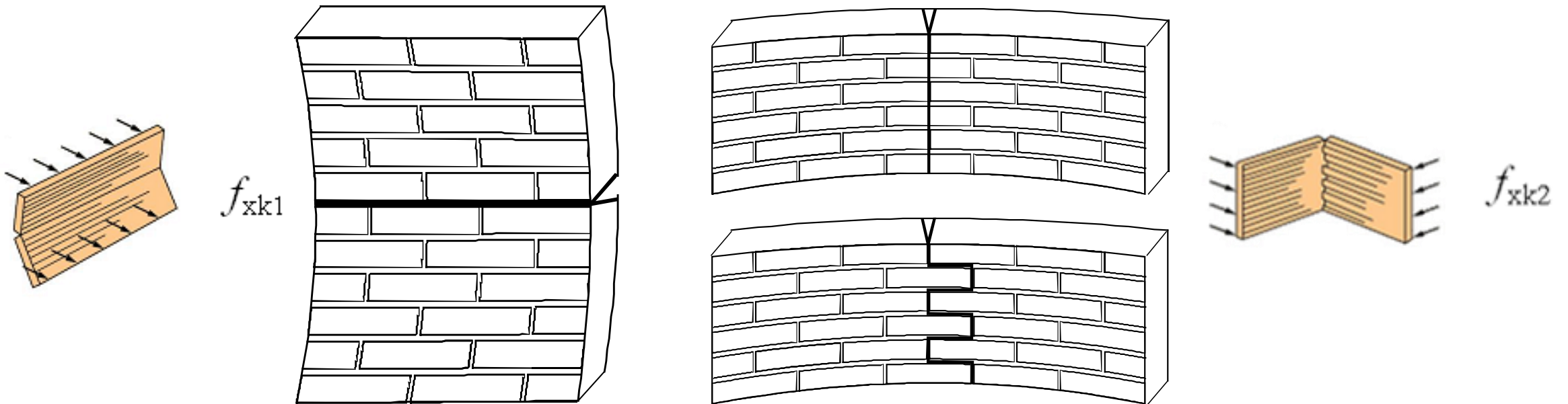
Pevnost zdiva ve smyku f_v

Hodnoty počáteční pevnosti zdiva ve smyku f_{vk0}

Zdicí prvky	f_{vk0} (MPa)			
	Obyčejná malta pevnostní třídy	Malta pro tenké spáry (o tloušťce od 0,5 mm do 3 mm)	Lehká malta	
Pálené	M10 – M20	0,30	0,30	0,15
	M2,5 – M9	0,20		
	M1 – M2	0,10		
Vápenopískové	M10 – M20	0,20	0,40	0,15
	M2,5 – M9	0,15		
	M1 – M2	0,10		
Betonové s hutným nebo pórovitým kamenivem	M10 – M20	0,20	0,30	0,15
Pórobetonové	M2,5 – M9	0,15		
Z umělého kamene a z opracovaného přírodního kamene	M1 – M2	0,10		

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)



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:

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

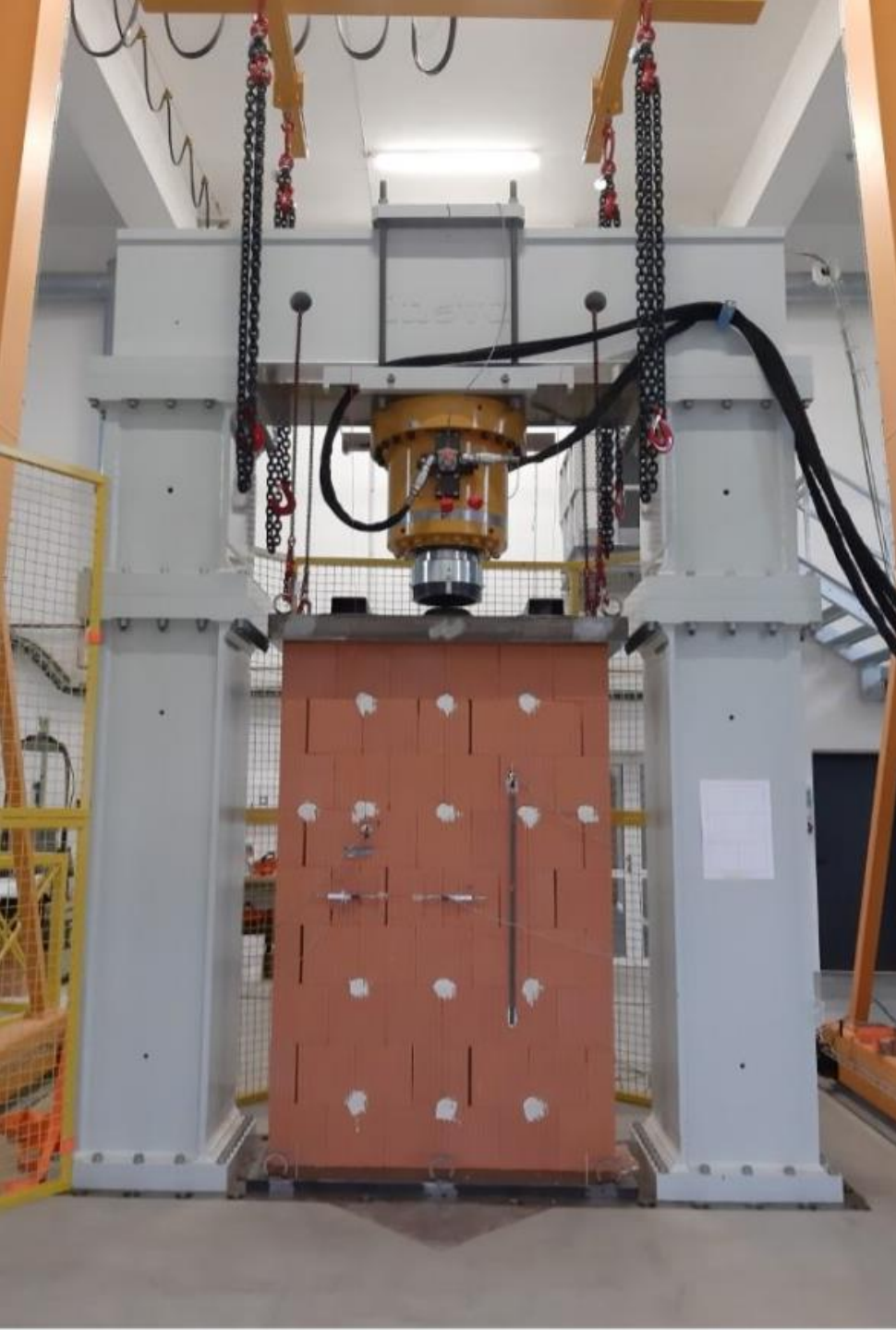
Zdicí prvky	f_{sk1} (MPa)			
	Obyčejná malta		Malta pro tenké spáry	Lehká malta
	$f_m < 5$ MPa	$f_m \geq 5$ MPa		
Pálené	0,10	0,10	0,15	0,10
Vápenopískové	0,05	0,10	0,20	nepoužívá se
Betonové s hutným nebo pórovitým kamenivem	0,05	0,10	0,20	nepoužívá se
Pórobetonové	0,05	0,10	0,15	0,10
Z umělého kamene	0,05	0,10	nepoužívá se	nepoužívá se
Z opracovaného přírodního kamene	0,05	0,10	0,15	nepoužívá se

Zdicí prvky	f_{sk2} (MPa)			
	Obyčejná malta		Malta pro tenké spáry	Lehká malta
	$f_m < 5$ MPa	$f_m \geq 5$ MPa		
Pálené	0,20	0,40	0,15	0,10
Vápenopískové	0,20	0,40	0,30	nepoužívá se
Betonové s hutným nebo pórovitým kamenivem	0,20	0,40	0,30	nepoužívá se
Pórobetonové	$\rho_d < 400$ kg/m ³	0,20	0,20	0,20
	$\rho_d \geq 400$ kg/m ³	0,20	0,40	0,30
Z umělého kamene	0,20	0,40	nepoužívá se	nepoužívá se
Z opracovaného přírodního kamene	0,20	0,40	0,15	nepoužívá se



ZDIVO

Nevyztužené zděné stěny
(pilíře) namáhané
převládajícím svislým
zatížením



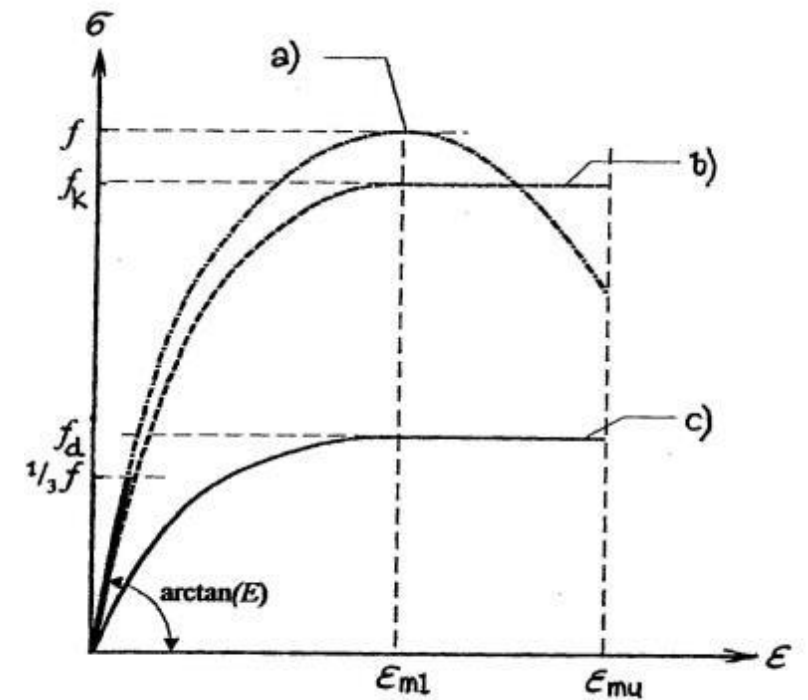
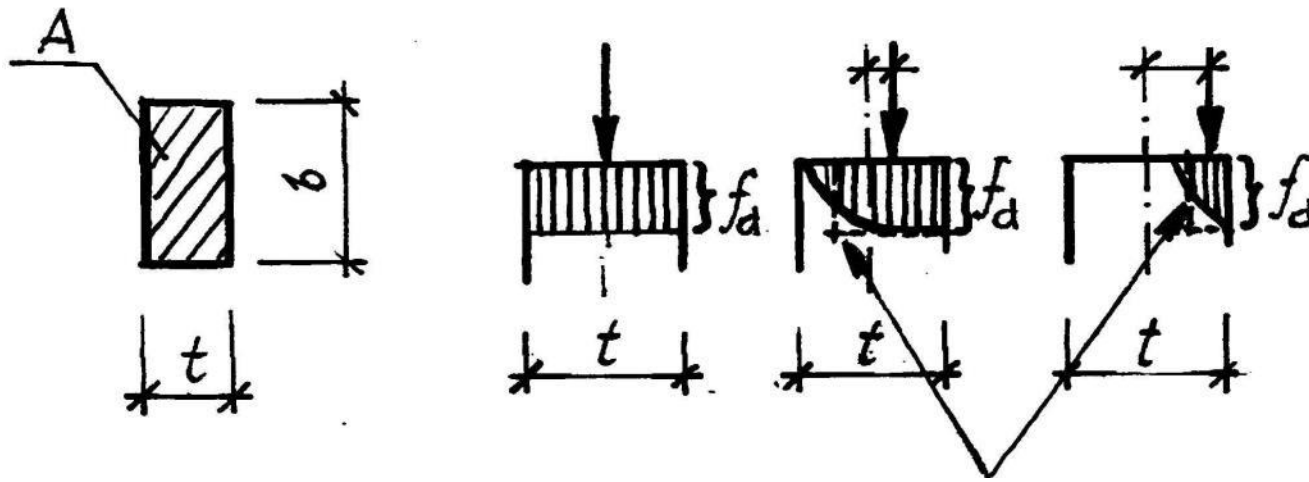
Základní podmínka spolehlivosti na mezi únosnosti průřezu

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

- 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

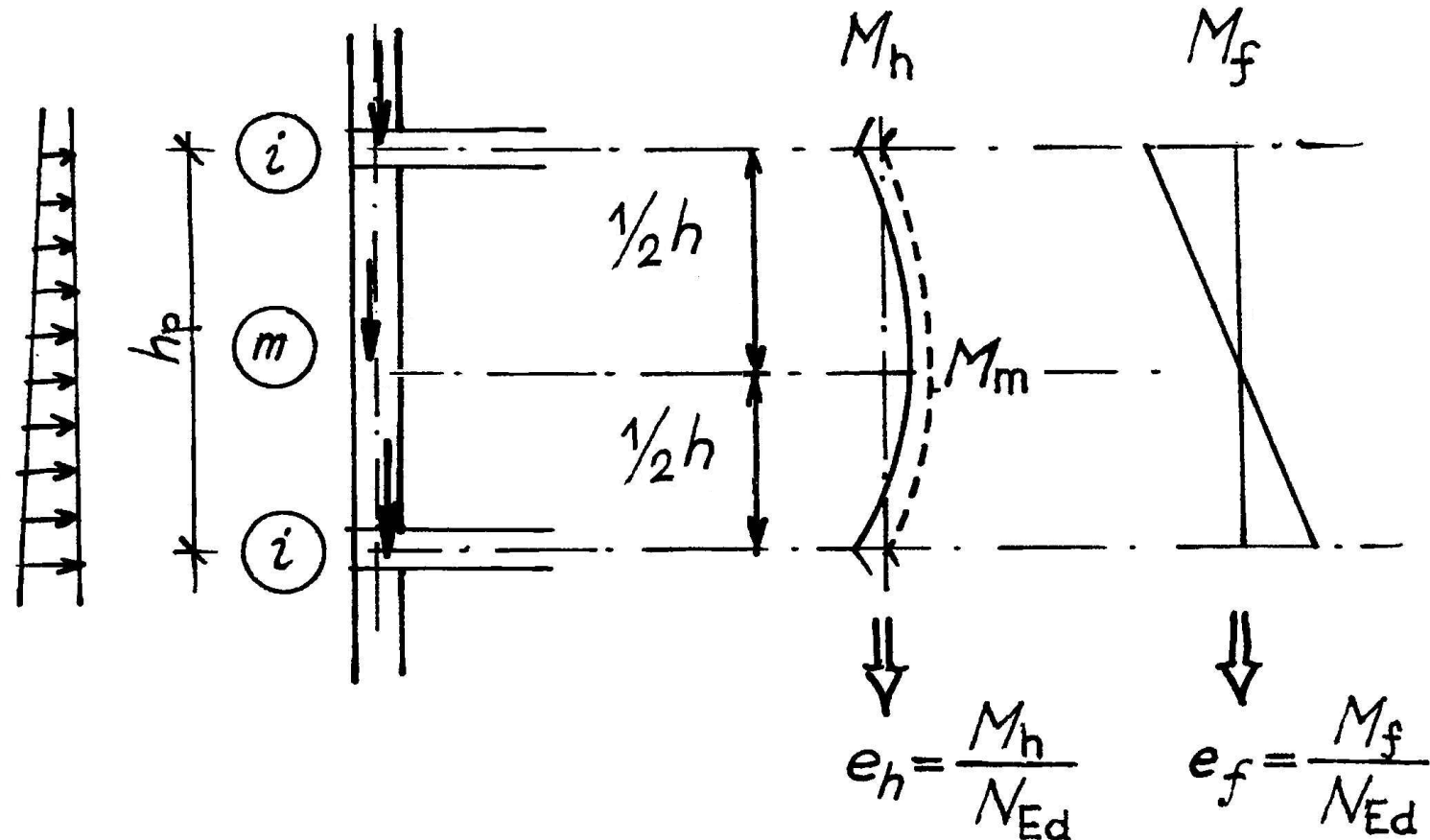


Posuzované průřezy

Posouzení
v hlavě

Posouzení
v 1/2 výšky

Posouzení
v patě



Návrhová únosnost

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

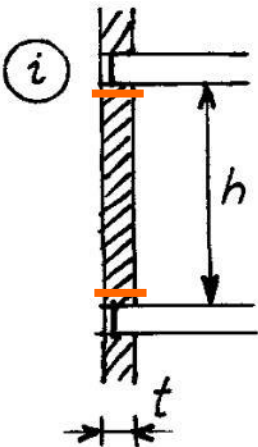
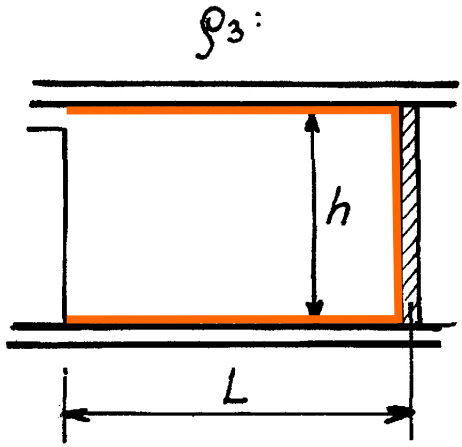
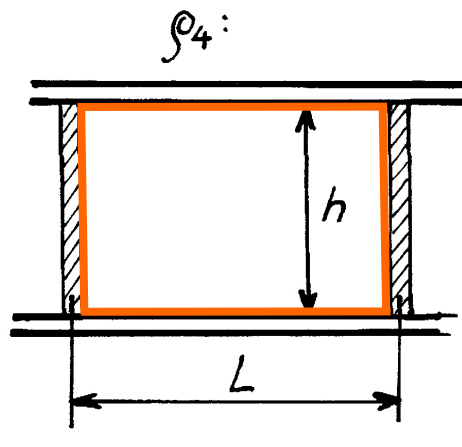
- $\Phi_{i,m}$ součinitel vlivu výstřednosti zatížení a vzpěru
- t rozměr průřezu v směru výstřednosti (tloušťka)
- b šířka průřezu
- f_d návrhová pevnost zdiva v tlaku

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

Vzpěrná (efektivní, účinná) výška h_{ef}

$$h_{ef} = \rho_{\eta} \cdot h$$

Součinitel podle způsobu podepření stěny (pilíře) stropní konstrukcí

ρ_2	ρ_3	ρ_4
		

Vzpěrná (efektivní, účinná) výška h_{ef}

Součinitel podle způsobu podepření stěny (pilíře) stropní konstrukcí : ρ_2

- $\rho_2 = 0,75$

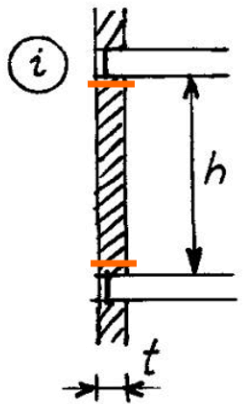
železobetonové stropy nebo střechy oboustranně uložené ve stejné úrovni, nebo železobetonové stropy, který jsou uloženy jednostranně a jejichž délka uložení se rovná alespoň $2/3$ tloušťky stěny, ale není menší než 85 mm

$$e_i \leq 0,25 \cdot t$$

- $\rho_2 = 1,0$

železobetonové stropy, kde $e_i > 0,25 \cdot t$

dřevěnými trámovými stropy nebo střechami nebo jsou jednostranně podepřeny dřevěným trámovým stropem, který je do této stěny zapuštěn nejméně na $2/3$ tloušťky stěny, avšak alespoň 85 mm



Vzpěrná (efektivní, účinná) výška h_{ef}

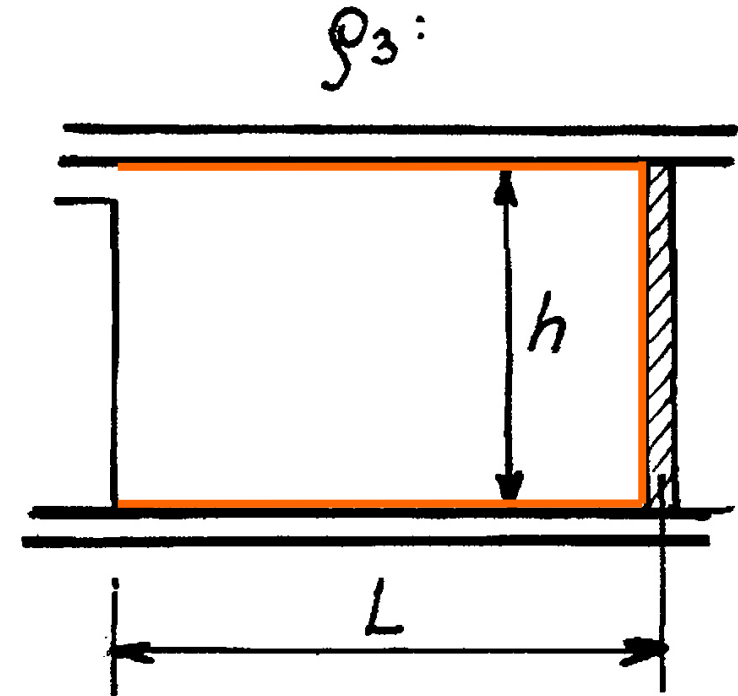
Součinitel podle způsobu podepření stěny (pilíře) stropní konstrukcí : ρ_3

- pokud $h \leq 3,5 \cdot L$

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

- pokud $h > 3,5 \cdot L$

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



Vzpěrná (efektivní, účinná) výška h_{ef}

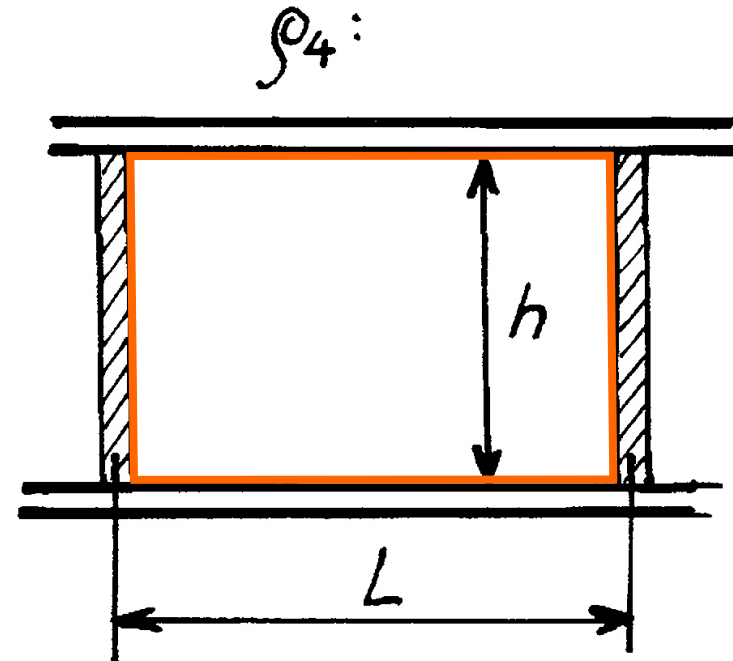
Součinitel podle způsobu podepření stěny (pilíře) stropní konstrukcí : ρ_4

- pokud $h \leq 1,15 \cdot L$

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

- pokud $h > 1,15 \cdot L$

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



Účinná tloušťka t_{ef}

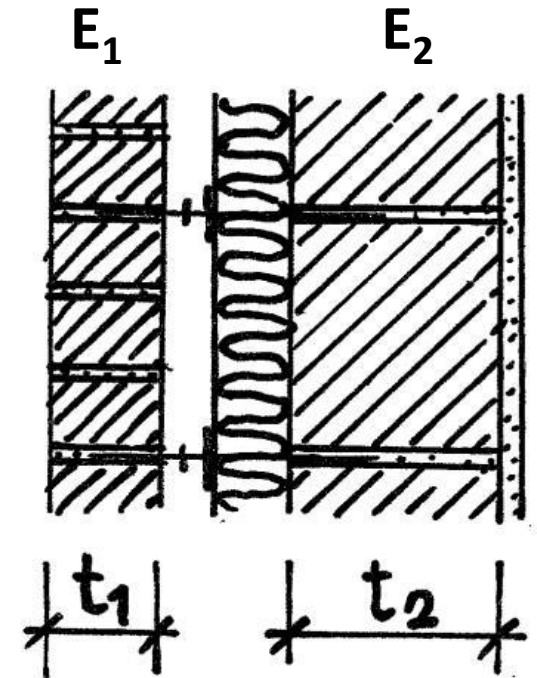
- Pro jednovrstvé a dvouvrstvé stěny, stěny s lícovou vrstvou, stěny s obvodovými pruhy malty v ložných spárách, dvouvrstvé stěny s vyplněnou dutinou

$$t = t_{ef}$$

- Pro dvouvrstvé stěny se vzduchovou dutinou účinně spojené sponami

$$t_{ef} = \sqrt[3]{k_{tef} \cdot t_1^3 + t_2^3}$$

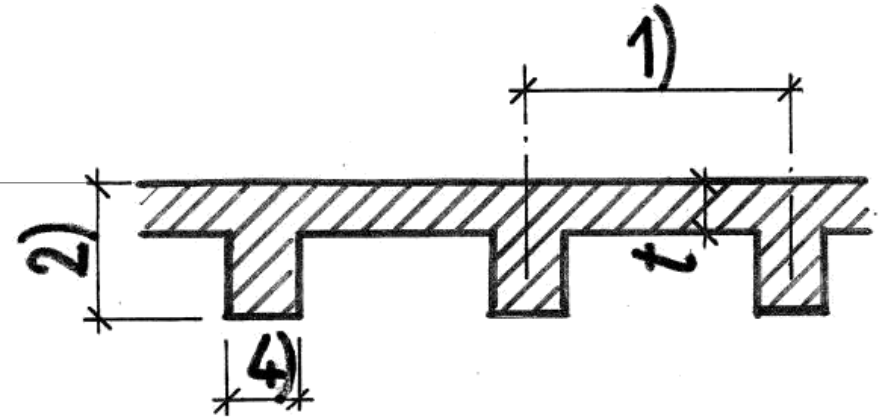
$$k_{tef} = \frac{E_1}{E_2} \leq 2$$



Účinná tloušťka t_{ef}

- Účinná tloušťka stěny zesílené pilíři

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



ρ_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

Štíhlost stěny/pilíře

- Zděné stěny a pilíře musejí splňovat kritérium štíhlosti

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

Φ_i – zmenšující součinitel v hlavě a patě stěny/pilíře (vliv výstřednosti)

$$\Phi_i = 1 - \frac{2 \cdot e_i}{t}$$

$$e_i = e_{fi} + e_{he} + e_{init} \geq 0,05 \cdot t$$

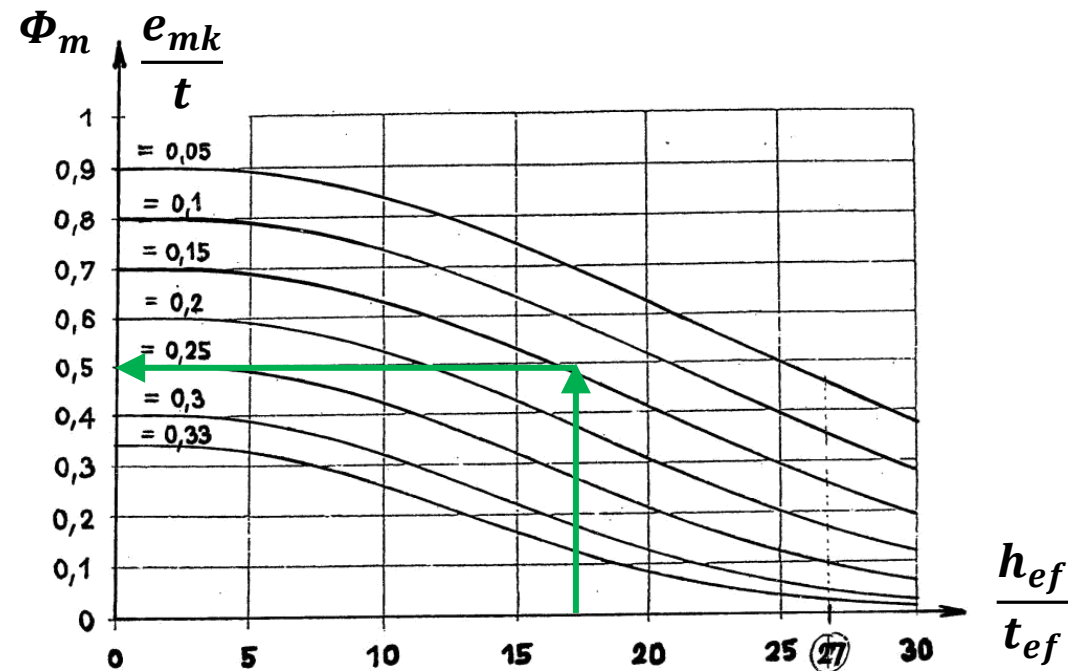
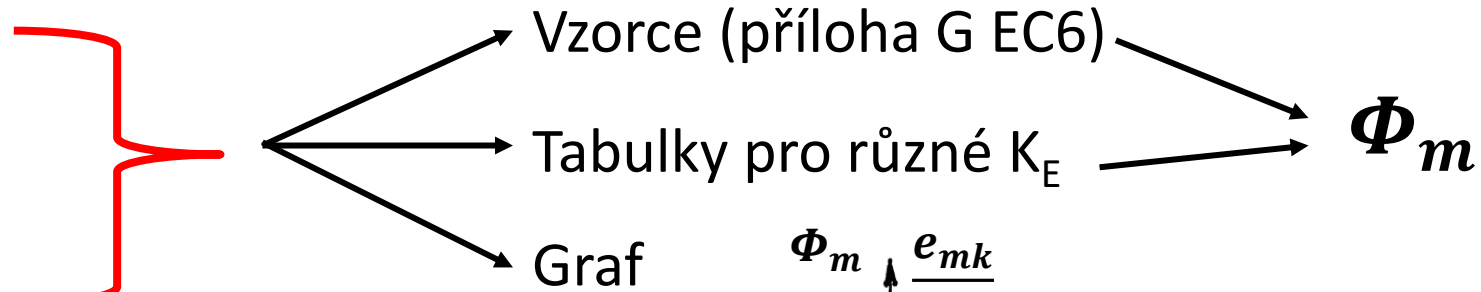
$$\Phi_i \leq 0,9$$

- e_i výstřednost zatížení v hlavě/patě stěny
- e_{fi} výstřednost od svislého zatížení
- e_{he} výstřednost od vodorovného zatížení
- $e_{init} = \frac{h_{ef}}{450}$ počáteční výstřednost
- t tloušťka stěny

Φ_m – zmenšující součinitel v polovině výšky stěny/pilíře (vliv štíhlosti a výstřednosti)

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

$$\frac{e_{mk}}{t}$$



Φ_m – zmenšující součinitel v polovině výšky stěny/pilíře (vliv štíhlosti a výstřednosti)

Výstřednosti v průřezu „m“

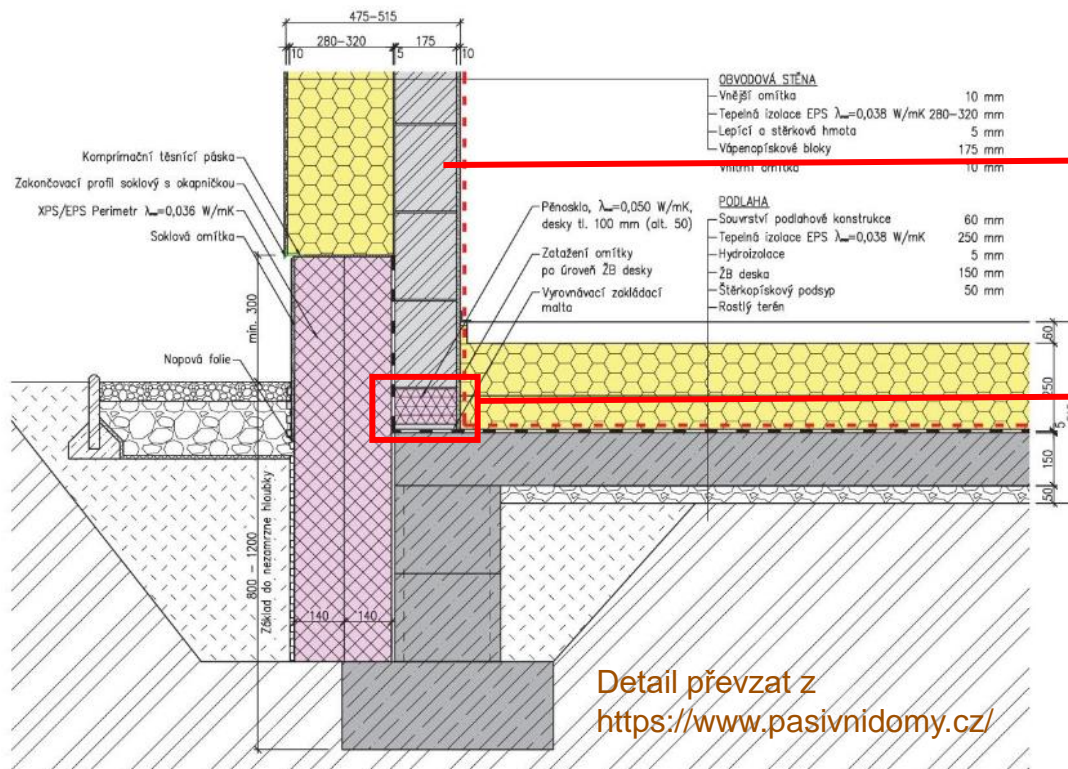
$$e_{mk} = e_m + e_k \geq 0,05 \cdot t \longrightarrow \Phi_i \leq 0,9$$

- $e_m = e_{fm} + e_{hm} \pm e_{init}$
- e_{fm} výstřednost od svislého zatížení
- e_{hm} výstřednost od vodorovného zatížení
- $e_k = 0,002 \cdot \Phi_\infty \cdot \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \cdot \sqrt{t \cdot e_m}$ výstřednost od dotvarování

$e_k = 0$ u všech stěn (pilířů) z pálených zdicích prvků a kamenných kvádrů
a u ostatních stěn (pilířů), kde $\frac{h_{ef}}{t_{ef}} \leq 15$

Nízkoenergetické domy

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

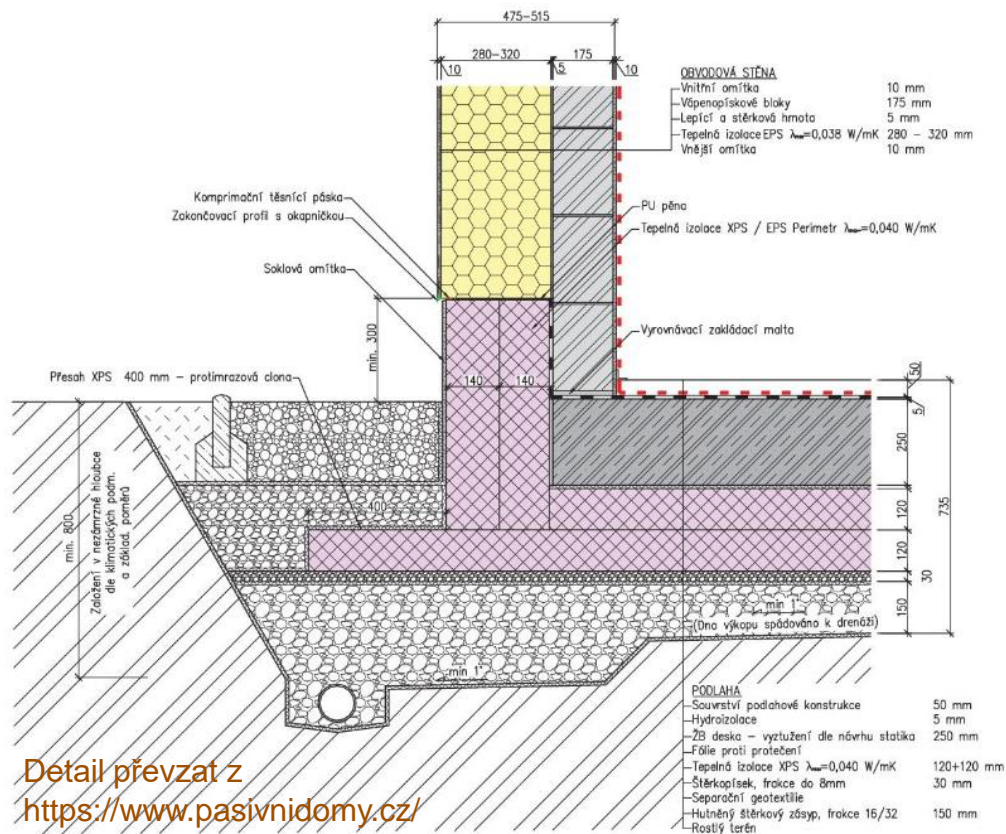


VPC – pevnost materiálu v tlaku (f_u) bývá 10 – 25 MPa

Pěnosklo – pevnost materiálu v tlaku bývá 1 – 2 MPa

Nízkoenergetické domy

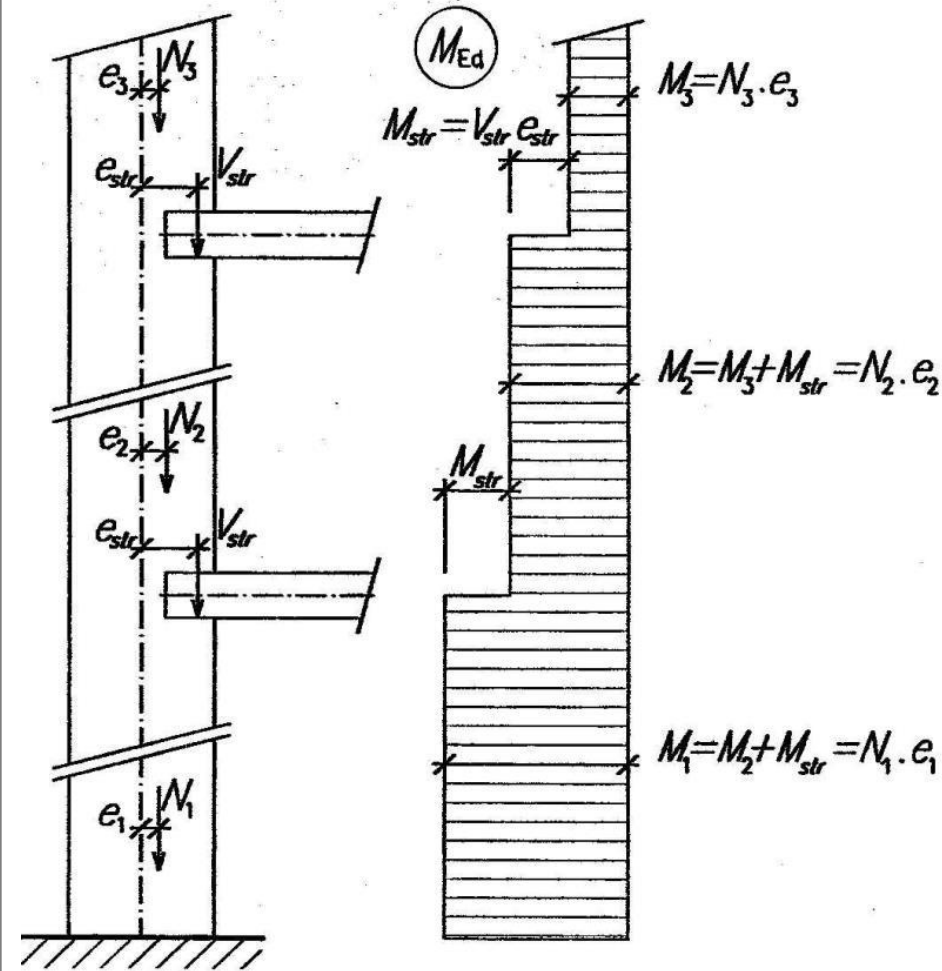
- Řešení bez izolačního bloku: založení na desce s dostatečnou vrstvou izolace





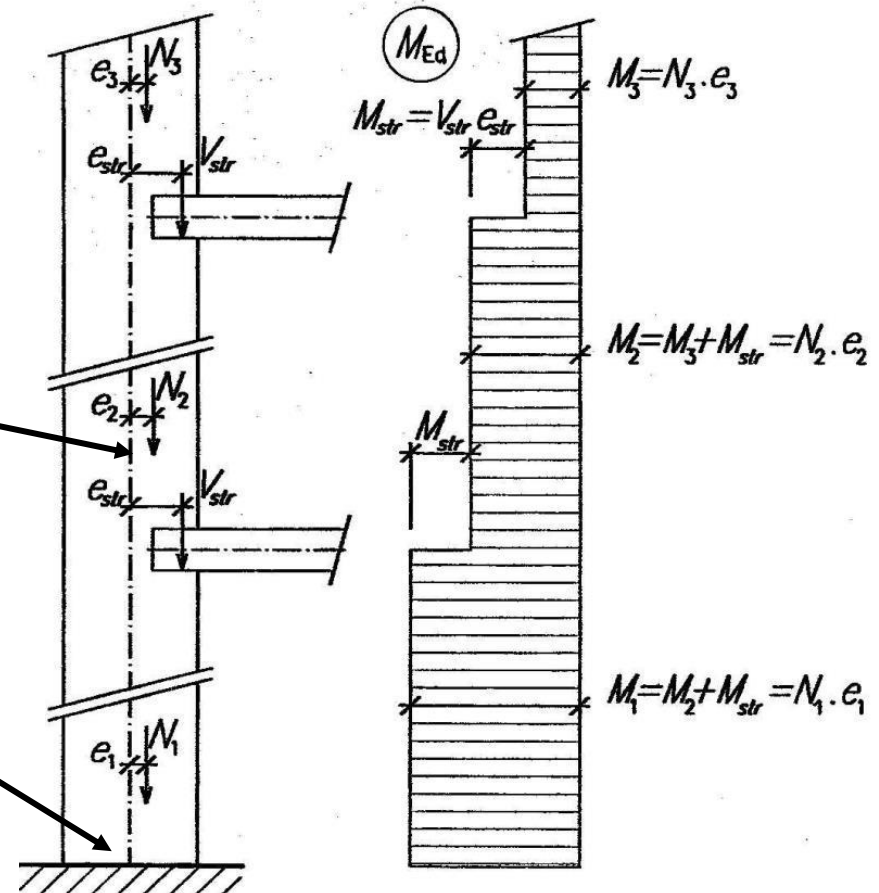
ZDIVO

Výpočtové modely
zděných vícepodlažních
budov pro svislé zatížení



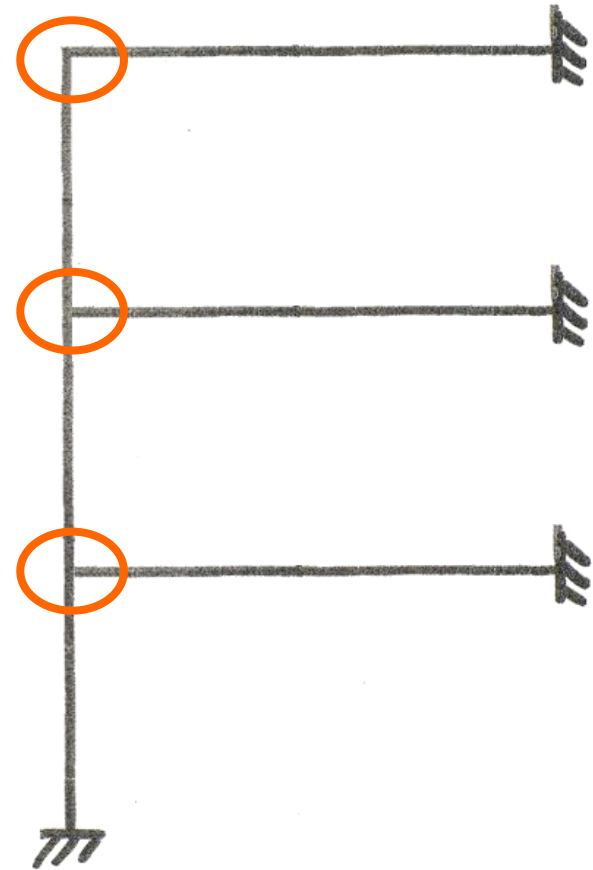
1) Konstrukce s netuhými stropy

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



2) Konstrukce s tuhými stropy

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



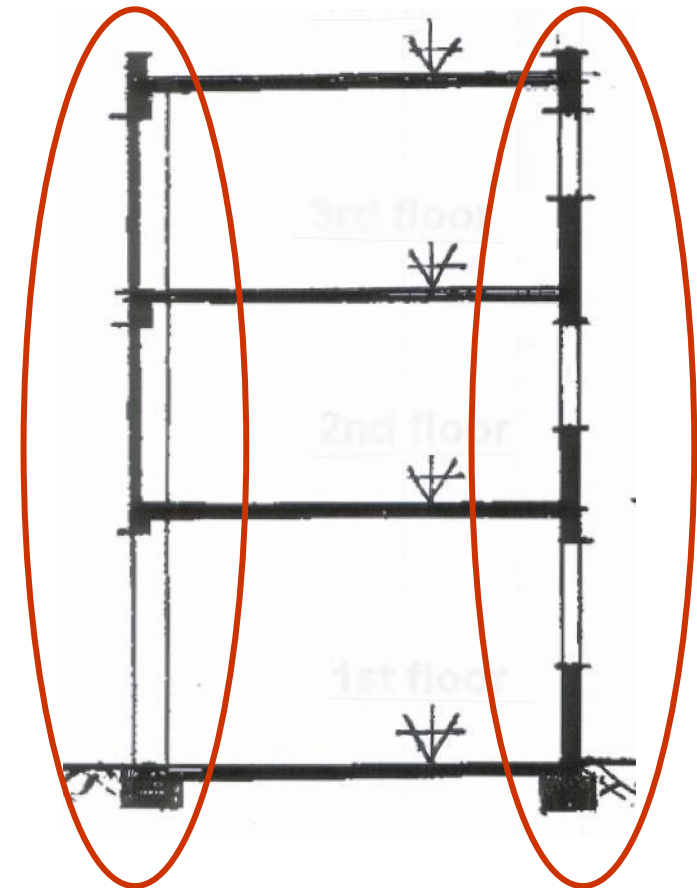
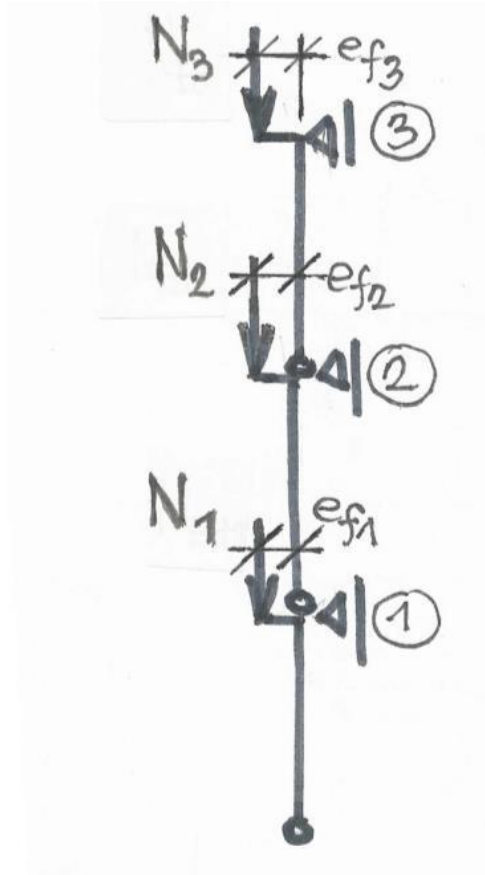
2) Konstrukce s tuhými stropy

Statická schémata pro obvodové stěny podle typu styčníku

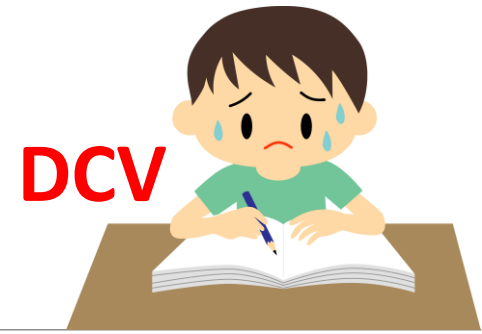
	Pro styčník „A“	Pro styčník „B“
Styčník kloubový	<p>$\alpha_a \neq 0$</p> <p>$\alpha_b < \alpha_a$</p> <p>$\alpha_c = 0$</p>	
Styčník netuhý		
Styčník tuhý		

2) Konstrukce s tuhými stropy zjednodušený staticky určitý model

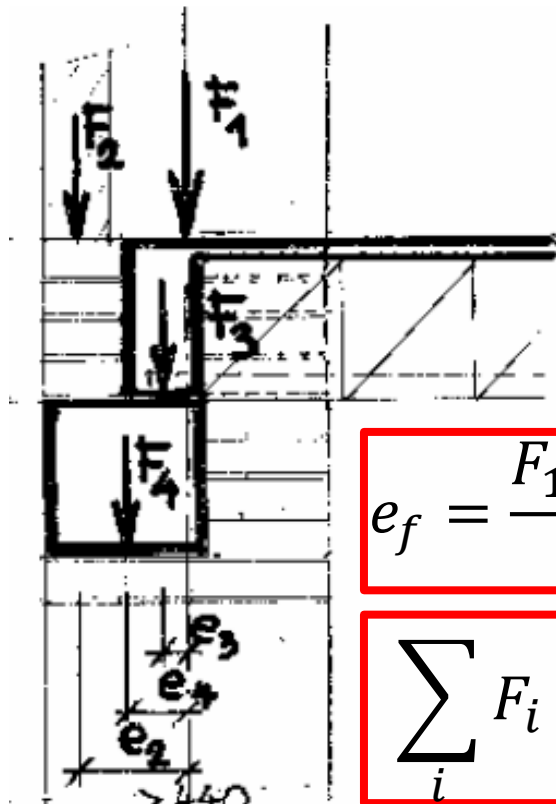
- Jednoduché konstrukce
- Použijeme v domácím cvičení



Konstrukce s tuhými stropy zjednodušený staticky určitý model

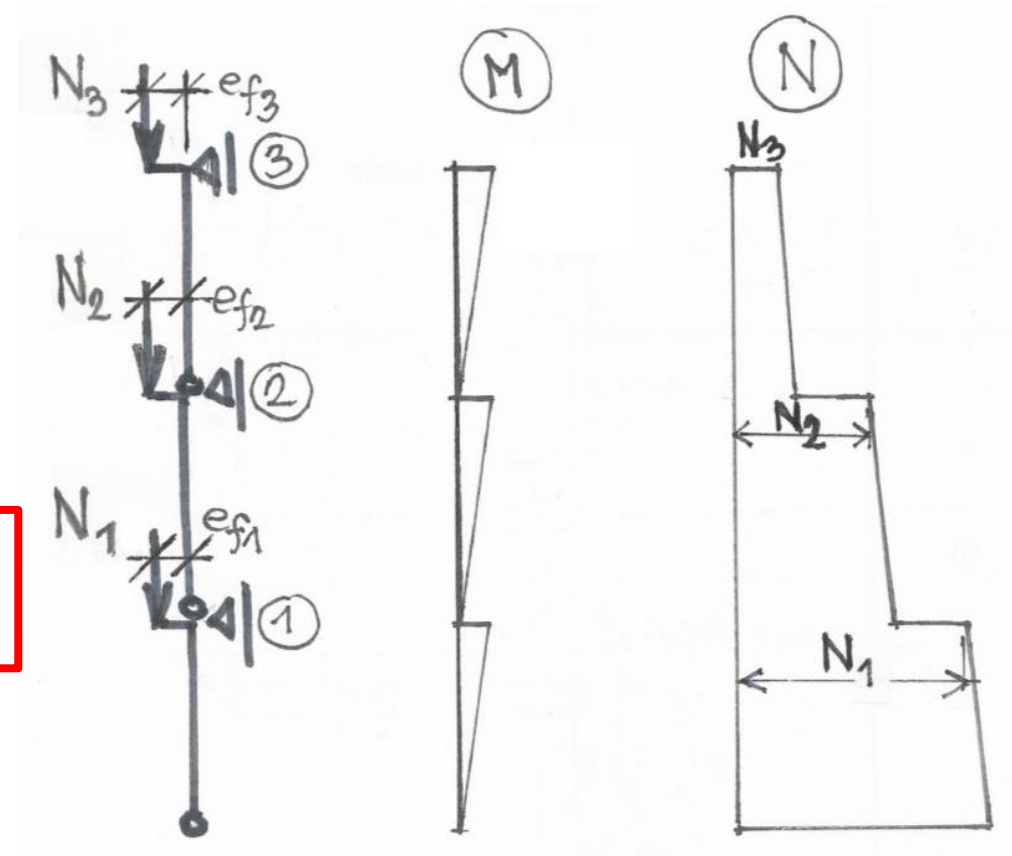


- Výstřednosti se stanoví z detailu

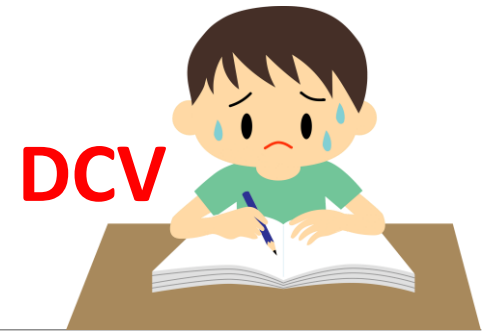


$$e_f = \frac{F_1 e_1 + F_2 e_2 + F_3 e_3 + F_4 e_4}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4}$$

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



Návrh a posouzení pilíře mezi garážovými vraty



Výpočet zatížení – stanovení normálové síly v hlavě pilíře $N_{Ed,h}$

- Stálé zatížení (střecha, stropy, zdivo nad překladem, překlady, atika...)
- Proměnné zatížení (užitné zatížení, zatížení sněhem)

Hrubý odhad potřebné plochy zdiva pilíře

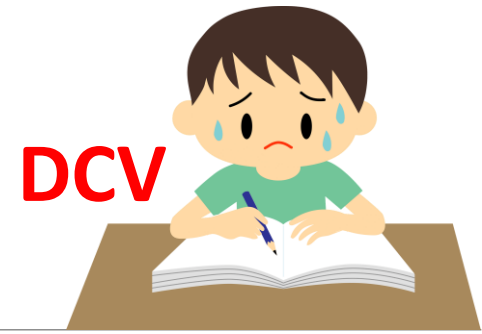
$$A_{req} = \frac{N_{Ed,h}}{0,7 \cdot f_d}$$

→ Stanovení půdorysných rozměrů pilíře

Kontrola štíhlosti pilíře

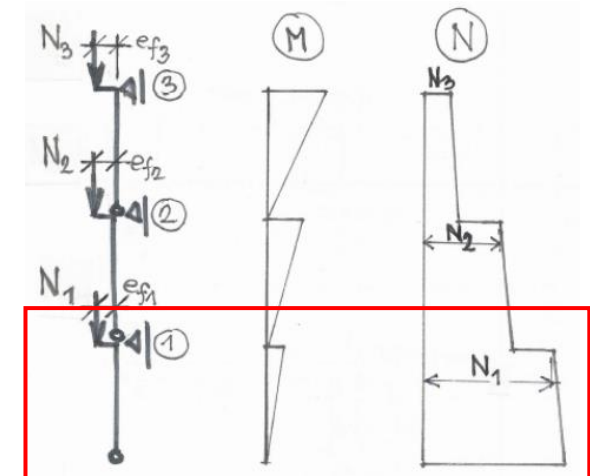
$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} \leq 27$$

Návrh a posouzení pilíře mezi garážovými vraty



Posouzení pilíře

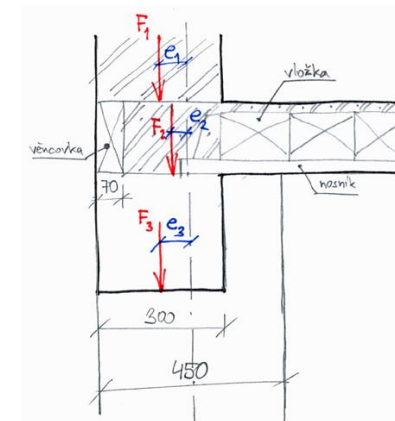
- Zjednodušeně uvažovat staticky určitý výpočetní model pilíře
- Posouzení provést v těchto průřezech:
 - v hlavě pilíře – vliv normálové síly a excentricity zatížení
 - ve střední pětině výšky pilíře – vliv normálové síly a štíhlosti pilíře



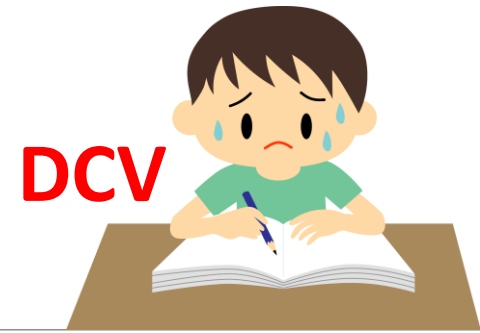
Zatížení na pilíř

- Síla v hlavě pilíře $N_{Ed,h}$
- Síla v 1/2 výšky pilíře $N_{Ed,m} = N_{Ed,h} + N_{1/2}$ pilíře

Výpočet výstřednosti zatížení v průřezu v hlavě pilíře



Návrh a posouzení pilíře mezi garážovými vraty



Průřez v hlavě pilíře

Půdorysné rozměry pilíře

$$N_{Rd,i} = \Phi_i \cdot A \cdot f_d \geq N_{Ed,h}$$

Návrhová pevnost zdiva

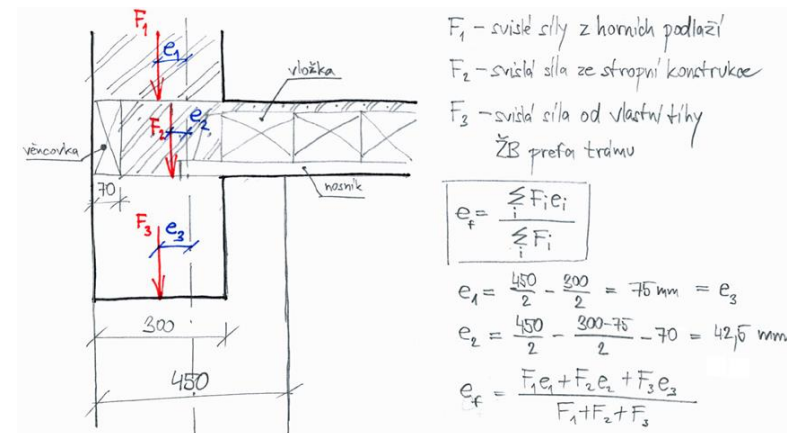
$$\Phi_i = 1 - \frac{2 \cdot e_i}{t}$$

Zmenšující součinitel

$$e_i = e_{if} + e_{ia} \geq 0,05 \cdot t$$

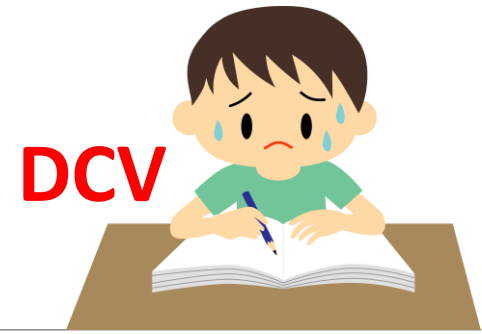
Celková výstřednost

Počáteční výstřednost: $h_{ef}/450$



Výstřednost od zatížení (z detailu)

Návrh a posouzení pilíře mezi garážovými vraty



Průřez uprostřed výšky pilíře

Půdorysné rozměry pilíře

$$N_{Rd,m} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d \geq N_{Ed,m}$$

Návrhová pevnost zdiva

odečteme z tabulky

Zmenšující součinitel

Poměrná výstřednost

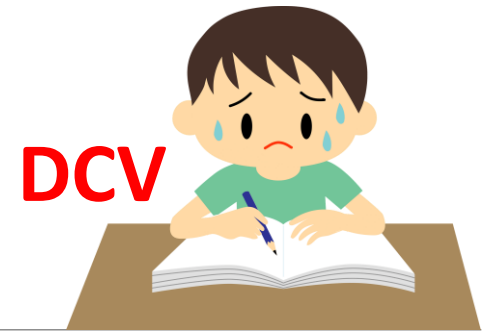
Součinitel modulu pružnosti K_E

Štíhlost pilíře h_{ef}/t_{ef}

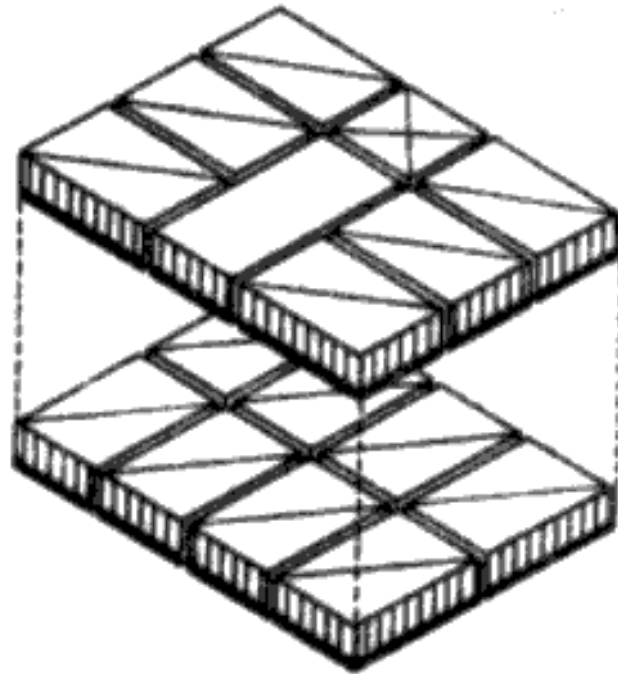
$$\frac{e_{mk}}{t} = \frac{e_{mf} + e_{ma} + e_k}{t} \geq 0,05$$

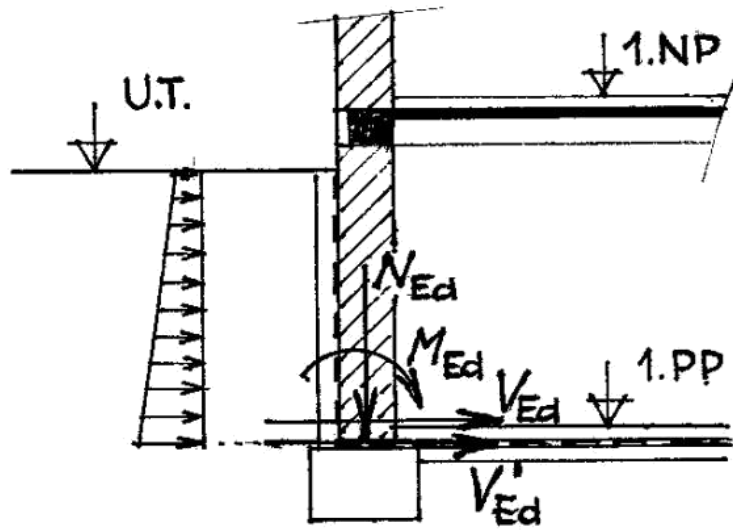
0,5 · e_{if}
h_{ef}/450
0

Návrh a posouzení pilíře mezi garážovými vraty



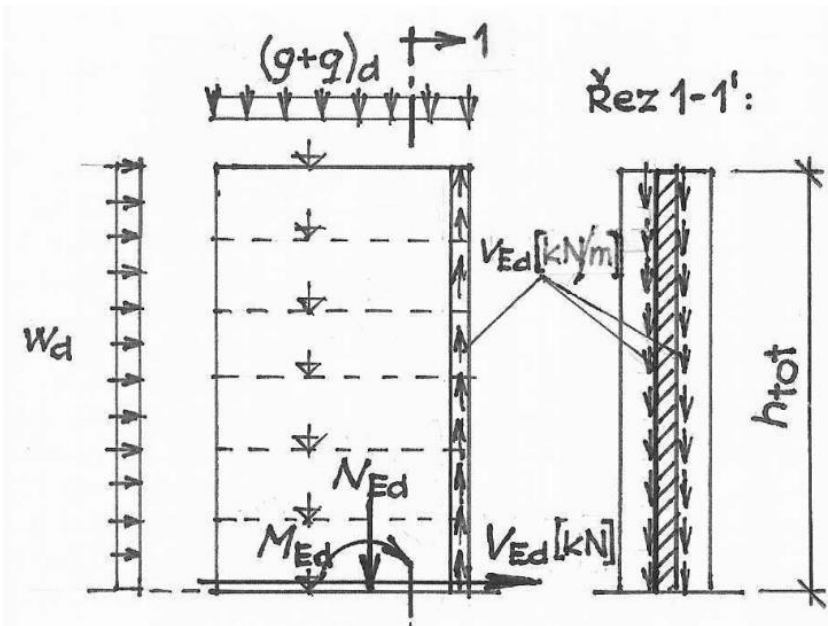
Návrh vazby pilíře na základě znalostí z předmětu NNK



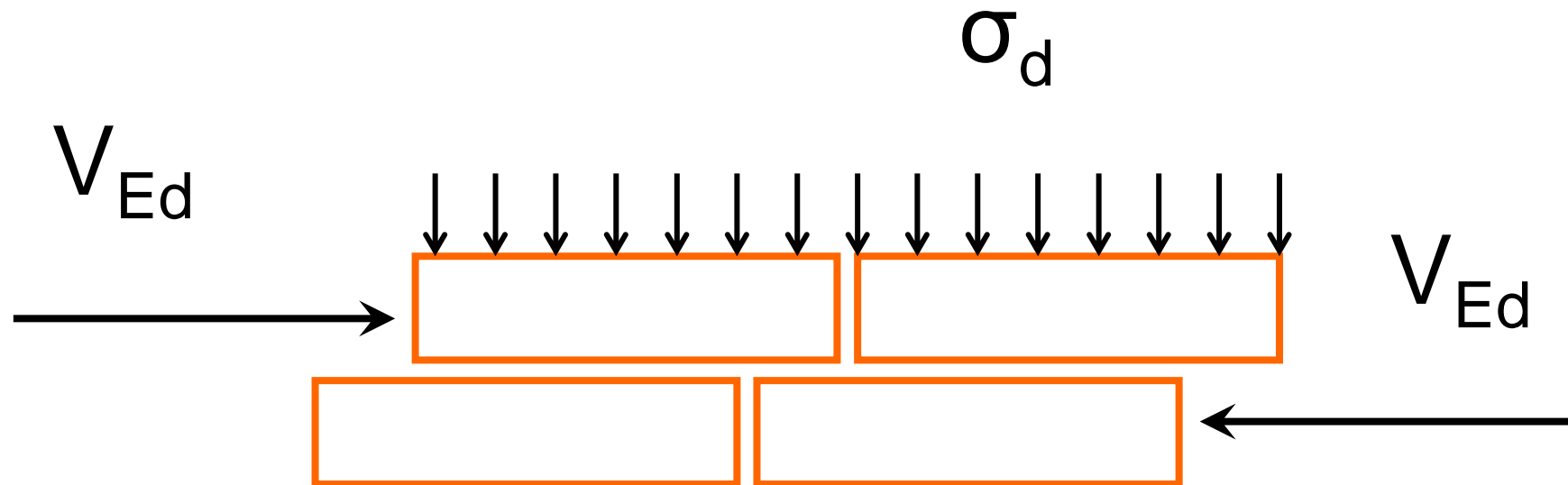


ZDIVO

Ověřování spolehlivosti
nevyztuženého zděného
průřezu ve smyku

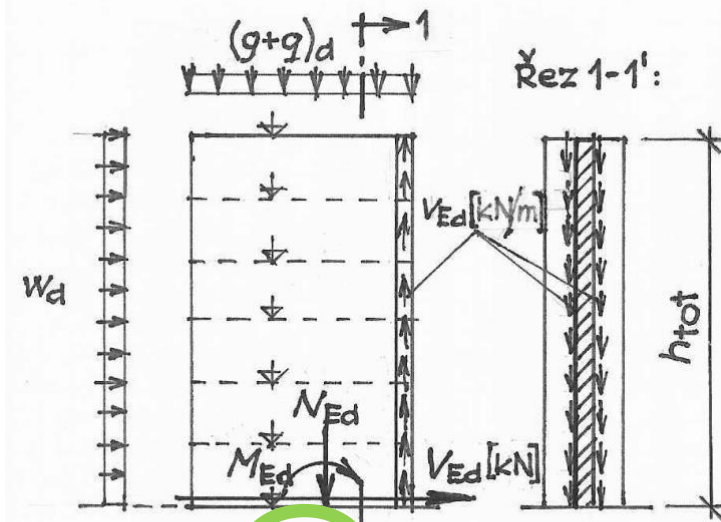


Zdivo zatížené smykovou silou



Typy stěn zatížených smykem

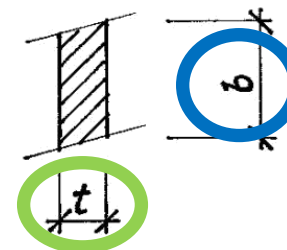
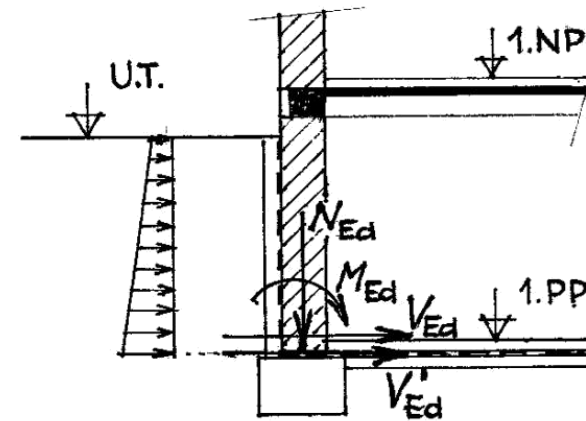
Smyková stěna



Smyková stěna

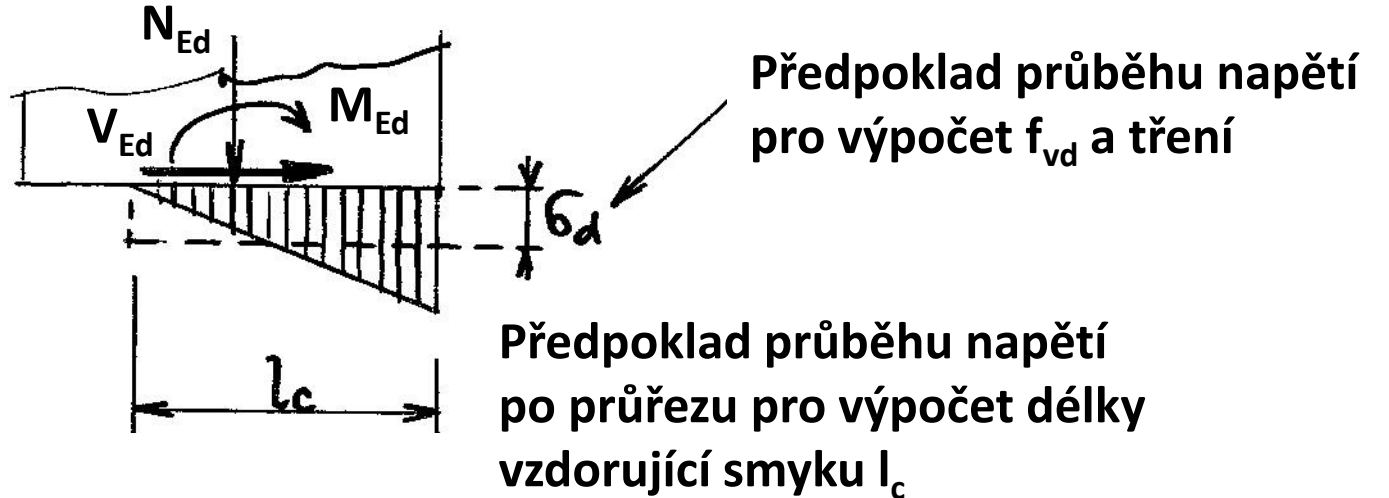
Ztužující stěna (příruba)

Suterénní stěna



Podmínka spolehlivosti zděného průřezu namáhaného smykem

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



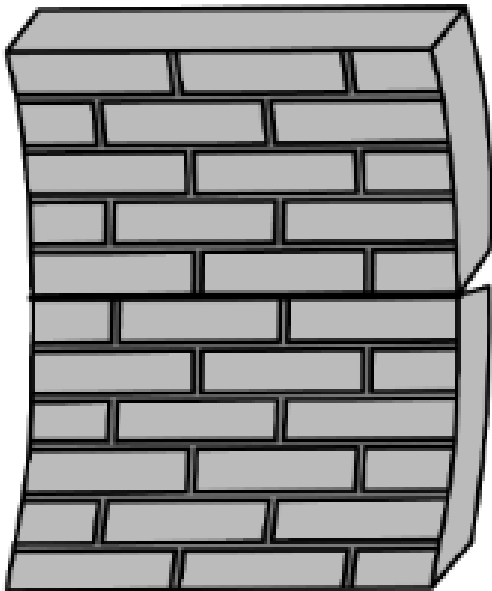
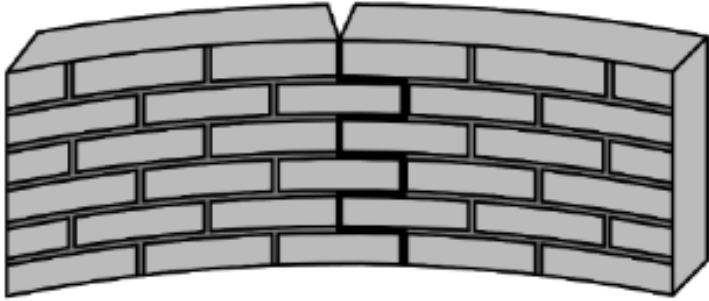
Mezní únosnosti

Pro smykovou stěnu	Pro suterénní stěnu
$V_{Rd} = f_{vd} \cdot t \cdot l_c$	$V_{Rd} = f_{vd} \cdot b \cdot l_c$
Pro stěnu uloženou na izolaci (tření)	
$V_{Rd} = 0,5 \cdot \sigma_d \cdot t \cdot l_c$	$V_{Rd} = 0,5 \cdot \sigma_d \cdot b \cdot l_c$



ZDIVO

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



Přehled metod

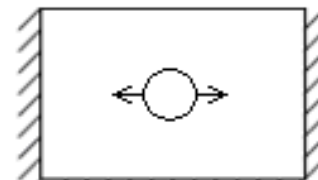
Stěny namáhané kolmým zatížením od větru

- **Metoda A** – předpoklad: “deska” podepřená po 4 nebo 3 stranách
- **Metoda B** – předpoklad: klenbové působení (i pro zemní tlak a výbuch)

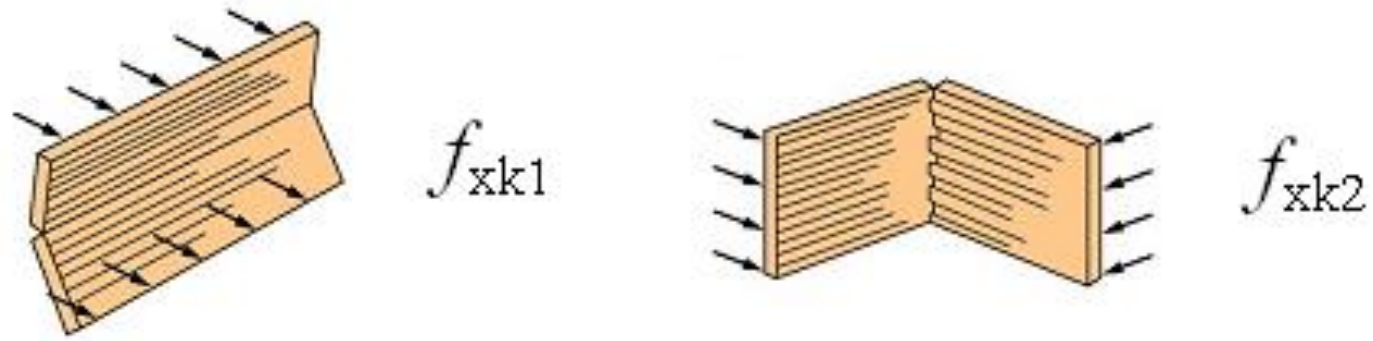
Suterénní stěny

(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 konstrukce nerozhoduje porušení v ložné spáře f_{xk1}



Pevnosti v ohybu



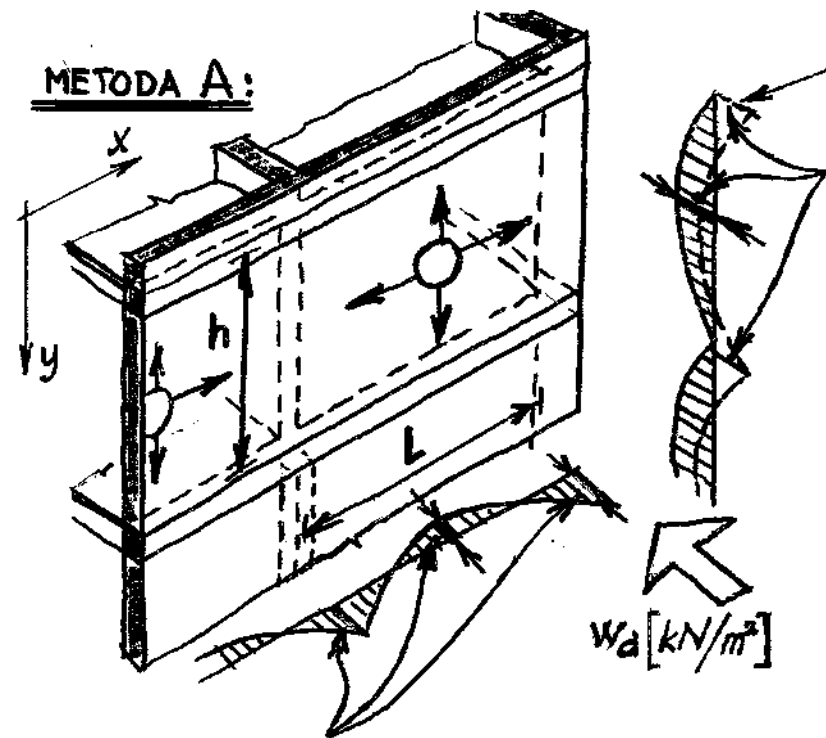
- Pevnost f_{xk1} je použitelná pouze pro dočasná zatížení (např. vítr)
- $f_{xk1} = 0$, pokud porušení průřezu ohybem v ložné spáře by mohlo vést k **ohrožení stability objektu** nebo většího konstrukčního celku!
např. suterénní stěny

Přehled metod – Metoda A

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

Přehled metod – Metoda A

Statické schéma, značení



Vliv **svislého přetížení** na míru vetknutí

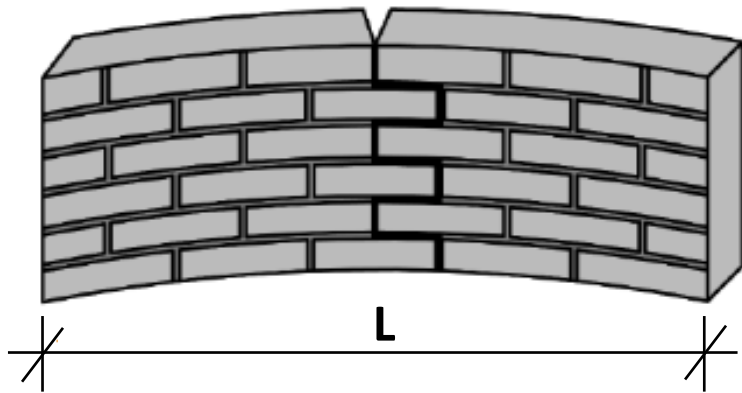
Momenty M_{Edy} , které vyvolávají porušení zděného průřezu stěny v rovině rovnoběžné s ložnými spárami (pevnost f_{xk1})

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

Přehled metod – Metoda A

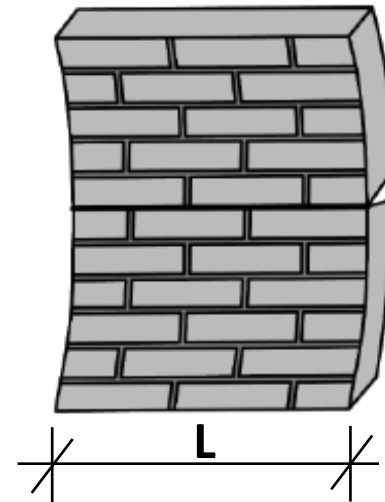
Účinky zatížení

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



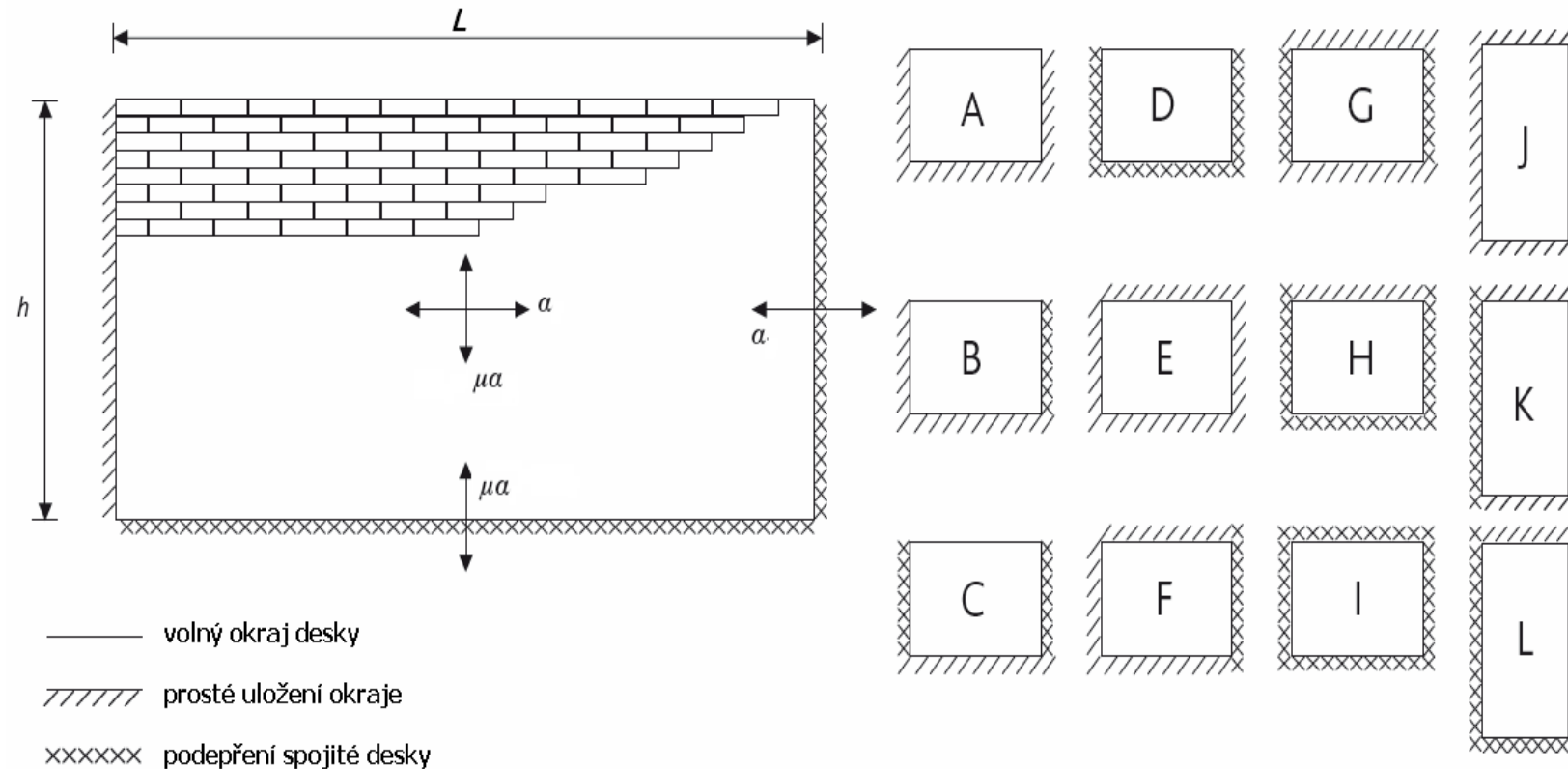
$$M_{Edy} = \mu \cdot \alpha \cdot w_d \cdot L^2$$

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

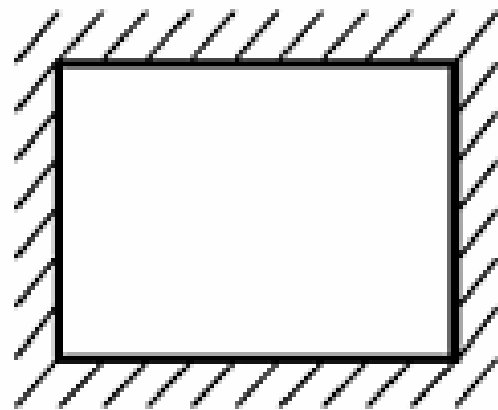


Přehled metod – Metoda A

Součinitele ohybového momentu ve stěnách namáhaných zatížením kolmým na jejich rovinu



Přehled metod – Metoda A



μ	h/l							
	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

Přehled metod – Metoda A

Moment únosnosti M_{Rd}

$$M_{Rd} = f_{xd2} \cdot Z$$

nebo

$$M_{Rd} = (f_{xd1} + \sigma_d) \cdot Z$$

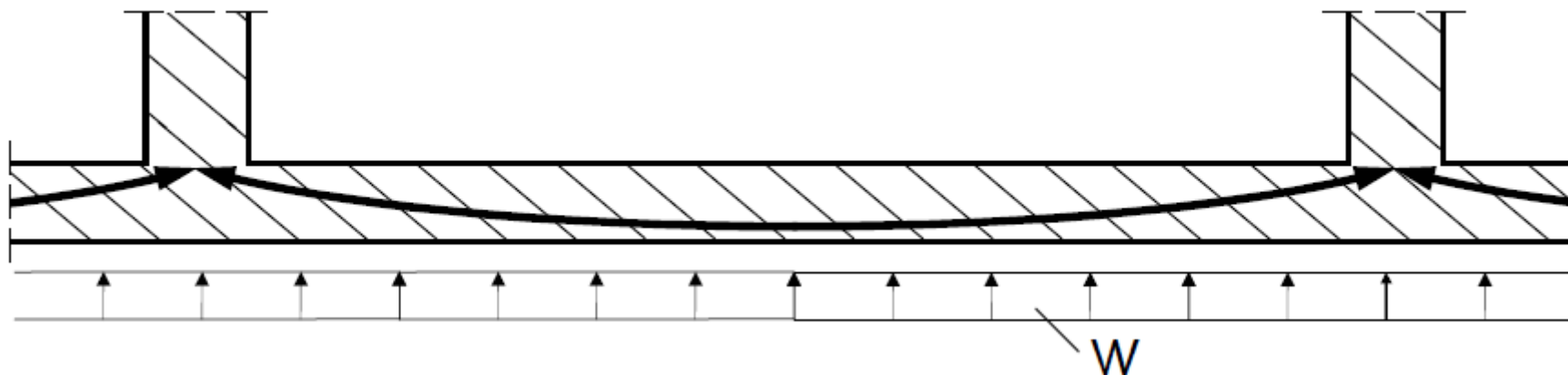
kde

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

Přehled metod – Metoda B

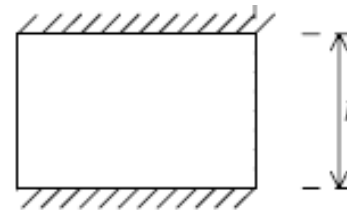
Předpoklad: Klenbové působení stěny

- Lze uvažovat pokud: L/t (nebo H/t) ≤ 20
- Minimální smršťování
- Tuhé a neposuvné podpory
- Tlačené spáry ve zdivu jsou vyplněny maltou



Mezní rozměry z hlediska použitelnosti

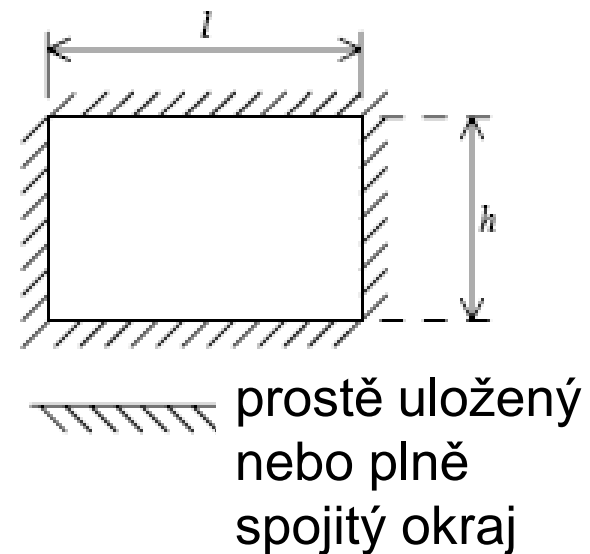
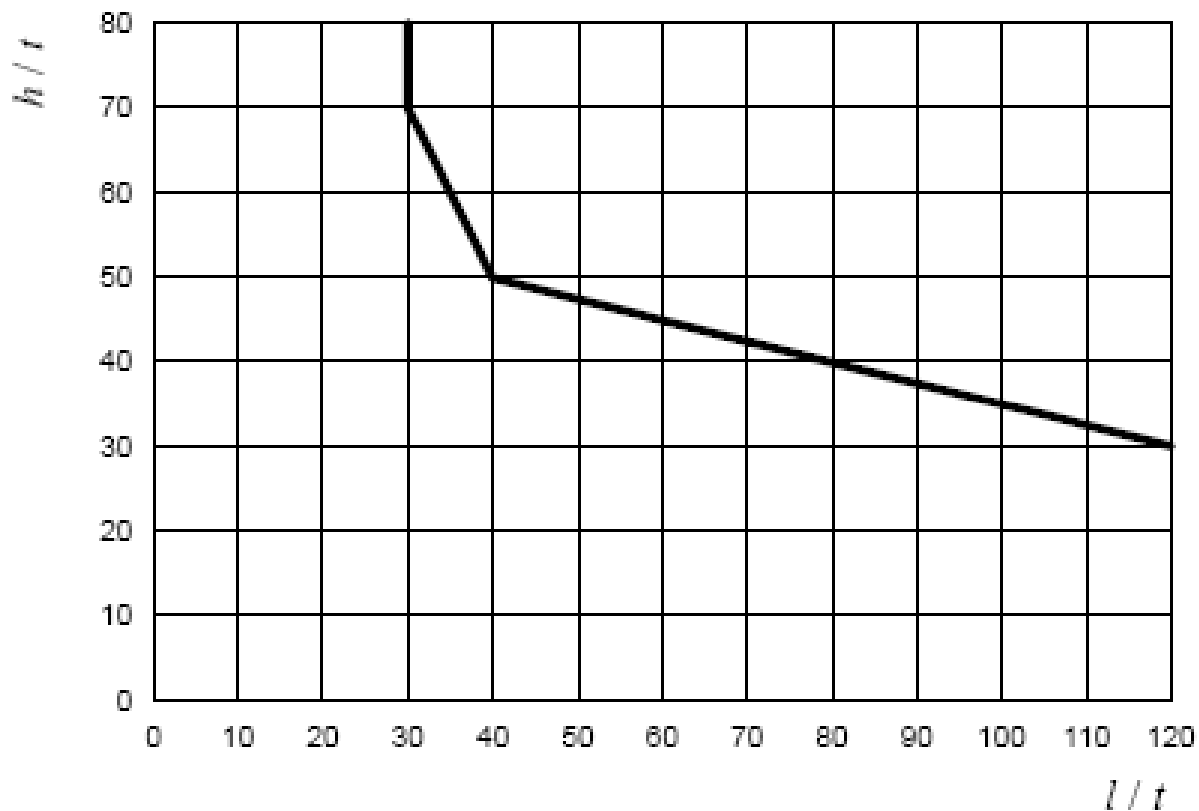
- Mezní poměry výšky a délky k tloušťce stěn
- Příloha F ČSN EN 1996-1-1
- Grafy platí pro tloušťku stěny nebo svislé zděné vrstvy dutinové stěny 100 mm a tlustší.
- Výška stěn h , které jsou podepřeny podél horního okraje, avšak nikoliv podél svislých okrajů, nemá být větší než $30 \cdot t$.



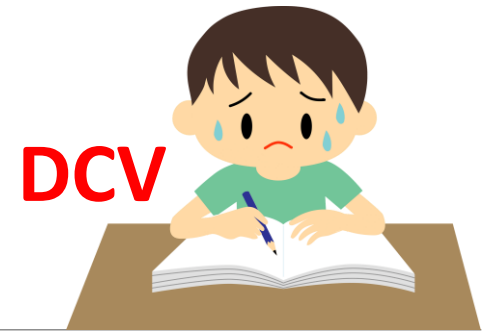
- Omezení rozměrů poměrem h/t a L/t (u dutinových stěn se uvažuje t_{ef}) – grafy

Mezní rozměry z hlediska použitelnosti

Graf pro stěny podepřené podél všech 4 okrajů



Posouzení výplňové stěny vedle garážových vrat na zat. od větru



Stanovit rozměry stěny: schéma a postup!

Charakteristická hodnota zatížení větrem

$$W_k = q_b \cdot c_e(z) \cdot c_{pe}$$

- Základní dynamický tlak větru $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho_v \cdot v_b^2$
($\rho_v = 1,25 \text{ kg/m}^3$, $v_b \rightarrow$ dle větrné oblasti)
- Součinitel expozice $c_e(z)$
- Součinitel vnějšího tlaku $c_{pe} \rightarrow 1,2$

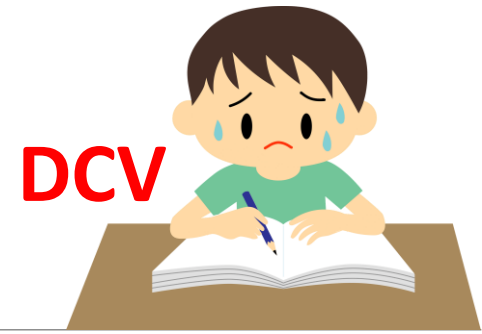
Návrhová hodnota zatížení větrem

$$W_d = \gamma_Q \cdot W_k$$



Podrobněji pomůcka
na webu

Posouzení výplňové stěny vedle garážových vrat na zat. od větru



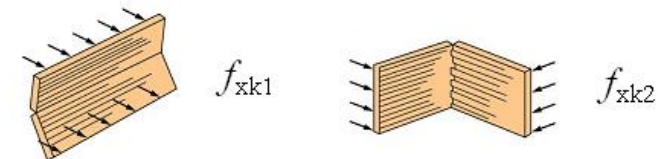
Posouzení únosnosti stěny: Metoda A – deskový model

- Uvažujeme stěnu jako desku po obvodě podepřenou

Momenty od zatížení: $M_{Ed,x} = \alpha \cdot w_d \cdot L^2$ $M_{Ed,y} = \mu \cdot \alpha \cdot w_d \cdot L^2$

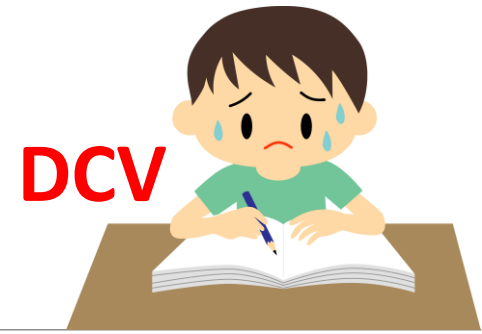
kde

- **L** délka stěny
- **w_d** návrhové zatížení od větru
- **α** momentový součinitel (tabulky)
- **μ** ortogonální poměr ohybových pevností



$$\mu = \frac{f_{xd1}}{f_{xd2}} = \frac{\frac{f_{xk1} + \gamma_M \cdot \sigma_d}{\gamma_M}}{\frac{f_{xk2}}{\gamma_M}}$$

Posouzení výplňové stěny vedle garážových vrat na zat. od větru



Momenty únosnosti

$$M_{Rd,x} = f_{xd2} \cdot Z_x$$

$$M_{Ed,y} = f_{xd1} \cdot Z_y$$

$$Z = b \cdot t^2 / 6$$

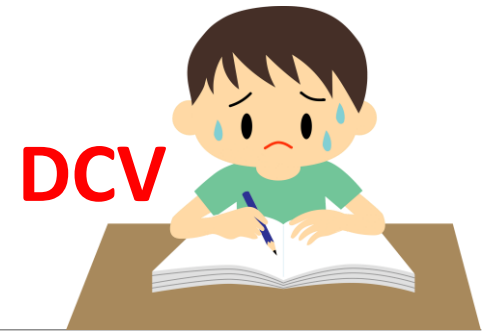
(uvažujeme $b = 1 \text{ m}$, $t = \text{tloušťka stěny}$)

V obou směrech musí být splněna podmínka

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

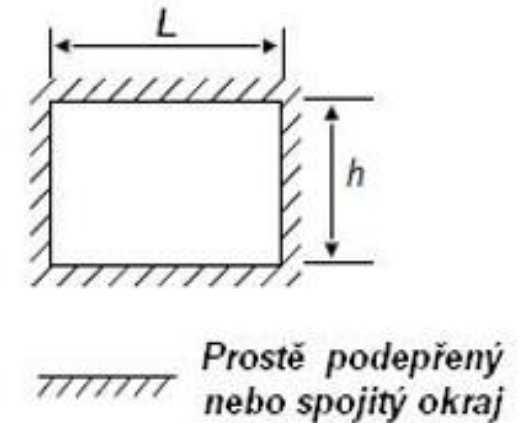
Metoda je použitelná pouze u stěn, které jsou namáhány **proměnným bočním zatížením** – při stálém zatížení je nutno použít jiných metod (viz přednáška).

Posouzení výplňové stěny vedle garážových vrat na zat. od větru



Ověření mezních rozměrů stěny

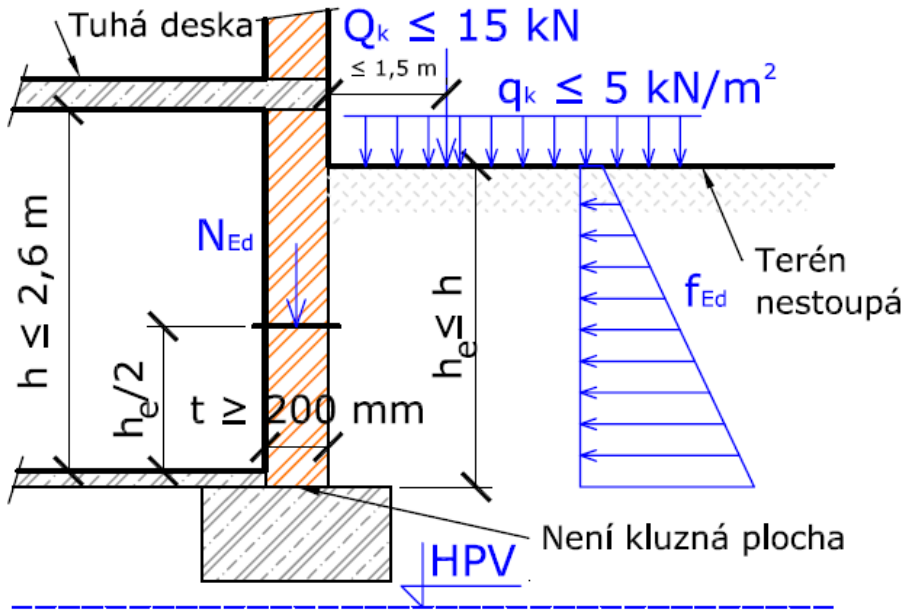
- $[L/t; h/t]$





ZDIVO

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

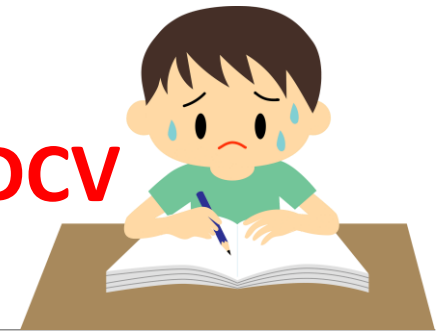


Možno použít za předpokladu splnění omezujících podmínek a to při navrhování:

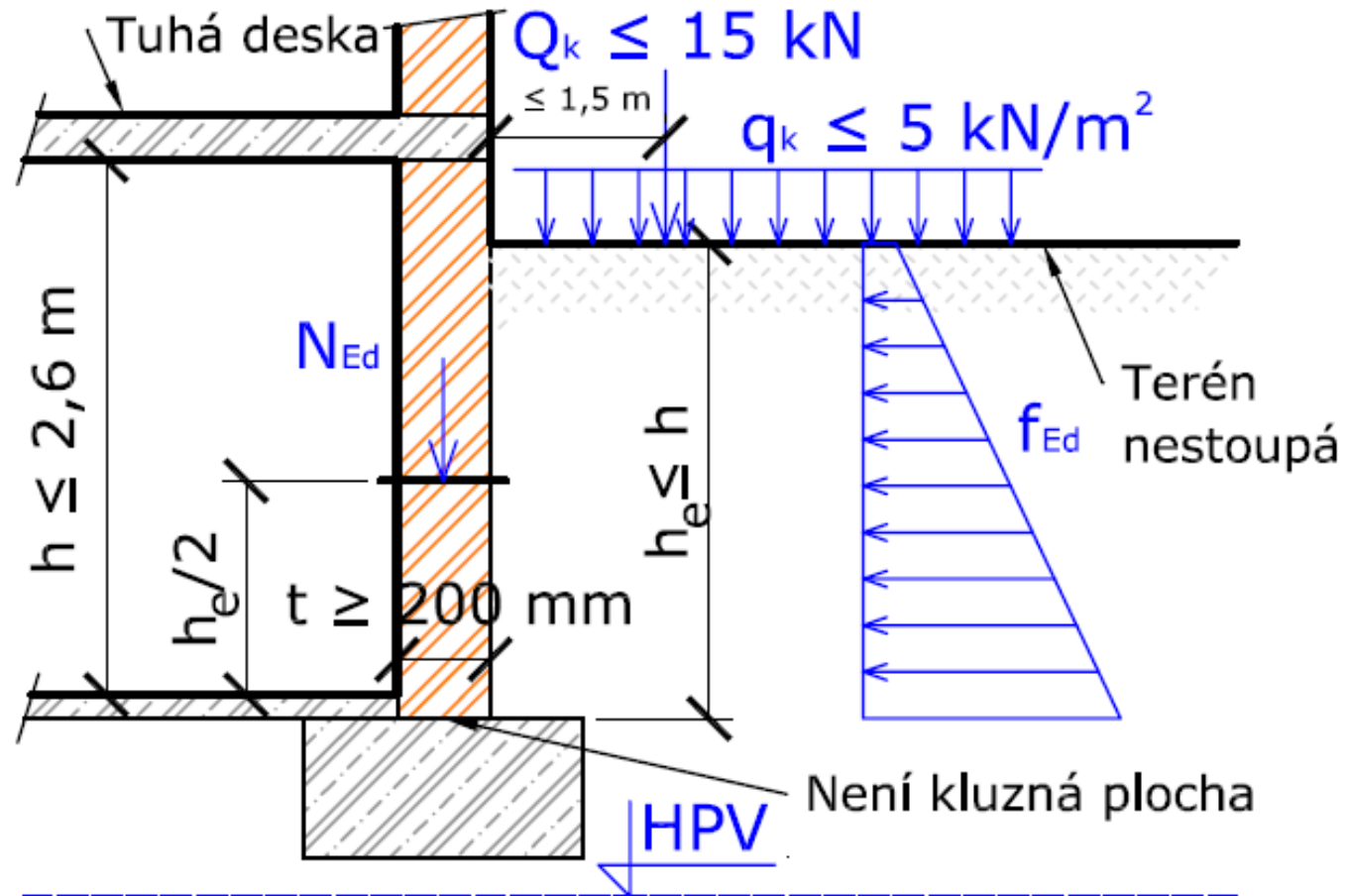
- Stěn (pilířů) v tlaku
- Smykových stěn ve smyku
- Ztužení budov vůči vodorovným silám
- Stěn pod soustředěným zatížením
- Stěn podzemních podlaží
- Vnitřních stěn, které nejsou namáhány svislým zatížením a na které působí boční zatížení

Stěny podzemních podlaží

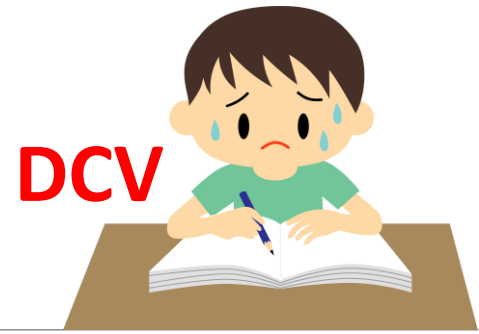
DCV



Podmínky:



Stěny podzemních podlaží



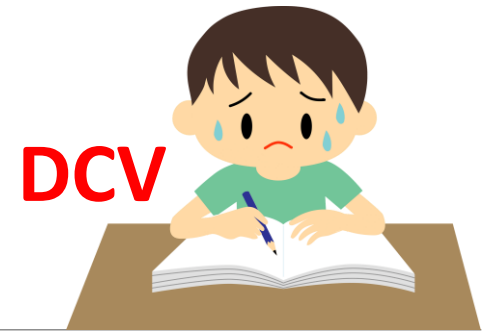
Zjednodušený výpočet stěn podzemních podlaží namáhaných zemním tlakem v klidu

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

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

- $N_{Ed,max}$ 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; γ je objemová hmotnost zásypu
- N_{Rd} tlaková únosnost stěny

Stěny podzemních podlaží



β součinitel pro zohlednění vodorovného přenášení zatížení

$\beta = 20$ pro $L \geq 2h$

$\beta = 60 - 20(L/h)$ pro $h < L < 2h$

$\beta = 40$ pro $L \leq h$

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

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

- h_e výška zásypu
- h světlá výška stěny
- f_d návrhová hodnota pevnosti zdiva v tlaku
- b šířka posuzovaného průřezu stěny (uvažuje se $b = 1$ m)
- L světlá vzdálenost příčných stěn (podpůrných kcí)



ZDIVO

Vyztužené zdivo

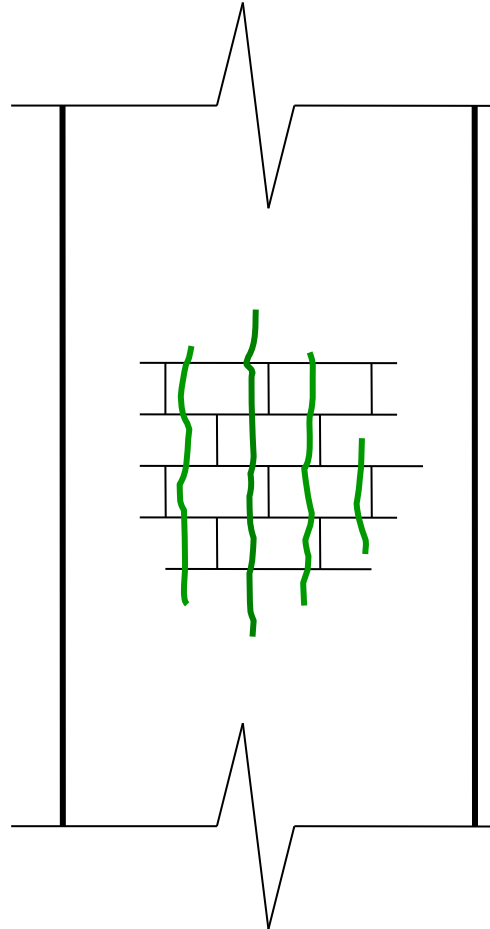
Vyztužování zdiva

- Zděné prvky zesilované opláštěváním
- Příčně vyztužené zděné prvky
- Podélně vyztužené zděné prvky – **M,V**



Vyztužování zdiva zesilování opláštěváním

- Ocelové
- Železobetonové
- Vyztužované maltou



Vyztužování zdiva zesilování opláštěváním

Opláštěvání ocelovou konstrukcí



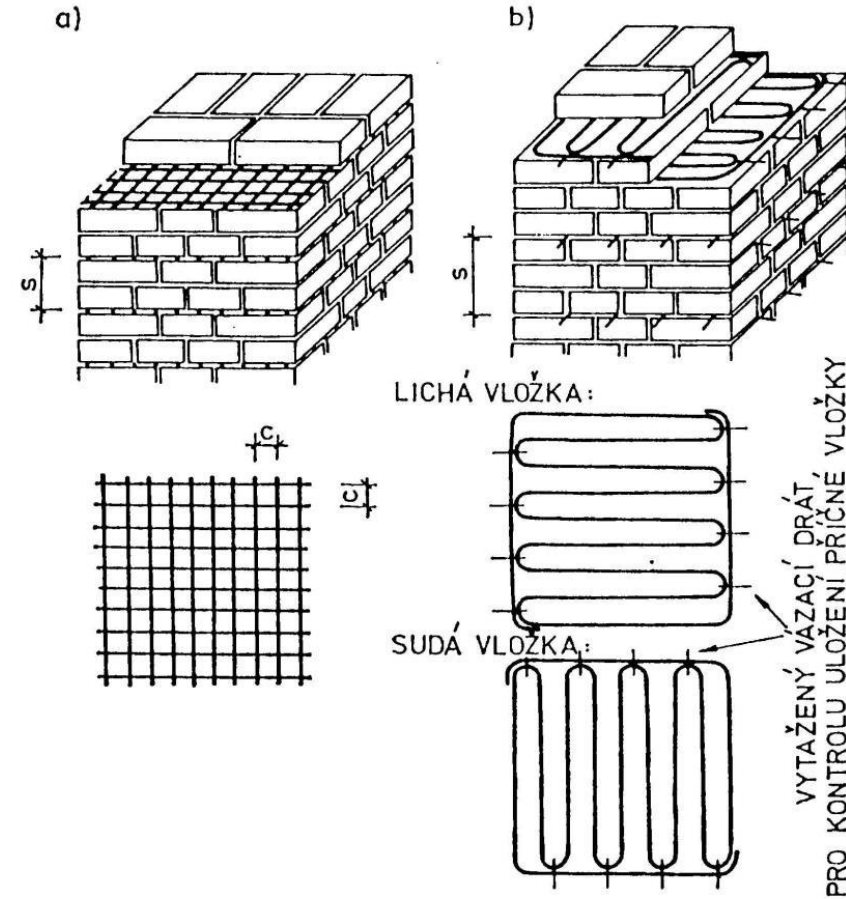
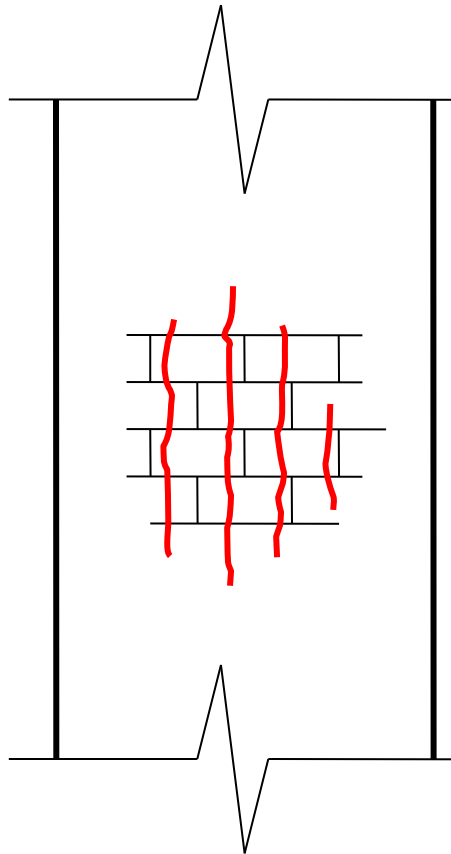
Vyztužování zdiva zesilování opláštěváním

Železobetonové opláštěvání



Vyztužování zdiva příčně vyztužené zděné prvky

Namáhané svislým zatížením



Vyztužování zdiva příčně vyztužené zděné prvky

Mezní únosnost příčně vyztuženého průřezu

$$N_{Rd} = \Phi_{i,m} \cdot b \cdot t \cdot f_{sd}$$

- $\Phi_i = 1 - \frac{2e_i}{t}$
- Φ_m z tabulky pro e_{mk}/t a h_{ef}/t_{ef}
(stejné tabulky jako pro nevyztužený průřez, tabulka se vybere podle α_s , jako by se jednalo o K_E)

- f_{sd} návrhová pevnost příčně vyztuženého zdiva

$$f_{sd} = \frac{f_k}{\gamma_M} + 2 \cdot \rho \cdot \sigma_{sd} \leq 1,8 \cdot f_d$$

Vyztužování zdiva příčně vyztužené zděné prvky

Součinitel přetvárnosti příčně vyztuženého zdiva

$$\alpha_s = K_E \cdot \frac{(\text{prům}f)}{(\text{prům}f_{sk})}$$

- K_E součinitel přetvárnosti nevyztuženého zdiva
- $\text{prům}f$ průměrná pevnost zdiva v tlaku $\rightarrow \text{prům}f = 2 \cdot f_k$
- $\text{prům}f_{sk}$ průměrná pevnost příčně vyztuženého zdiva v tlaku $\rightarrow \text{prům}f_{sk} = 2 \cdot f_k + 2 \cdot f_{yk} \cdot \rho$
- f_{yk} charakteristická mez kluzu použité oceli
- ρ objemový stupeň vyztužení
- f_k charakteristická pevnost nevyztuženého zdiva v tlaku

Vyztužování zdiva příčně vyztužené zděné prvky

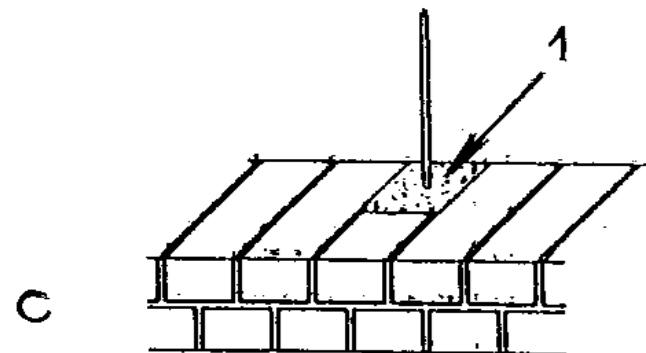
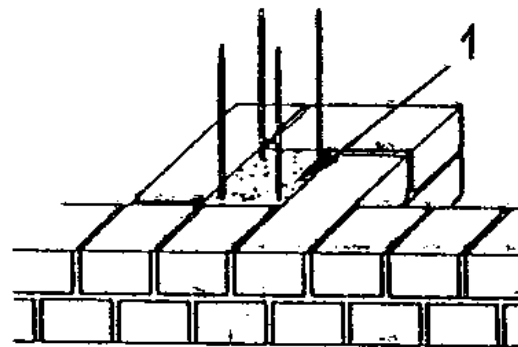
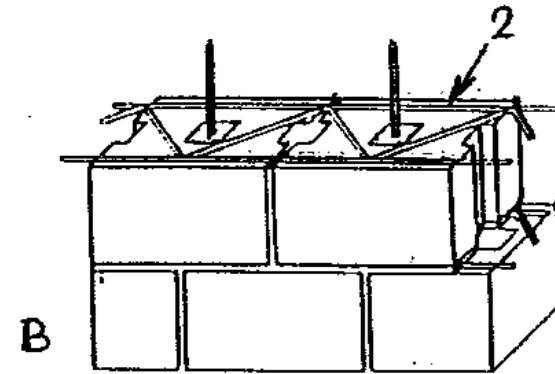
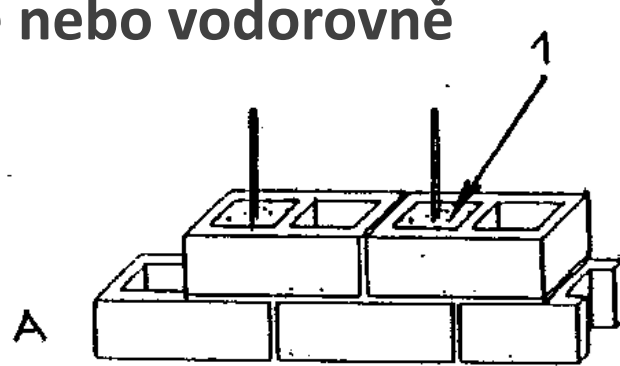
Konstrukční zásady

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

svařované sítě	vázaná výztuž
200 Mpa	150 MPa

Vyztužování zdiva podélně vyztužené zděné prvky

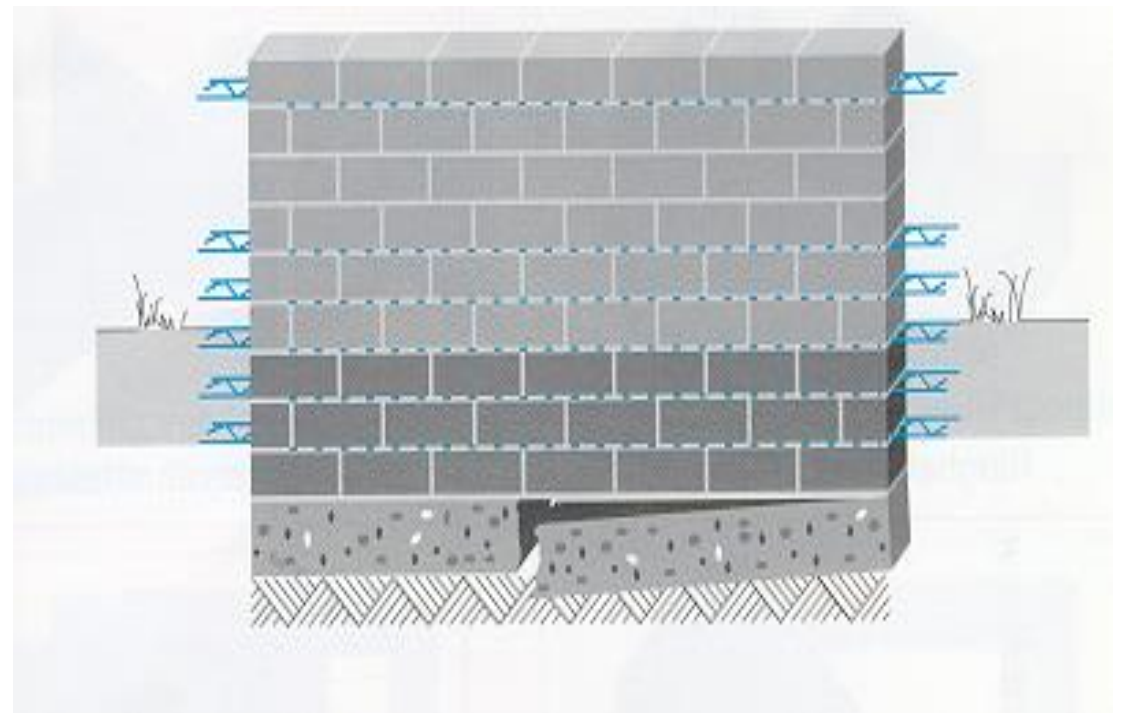
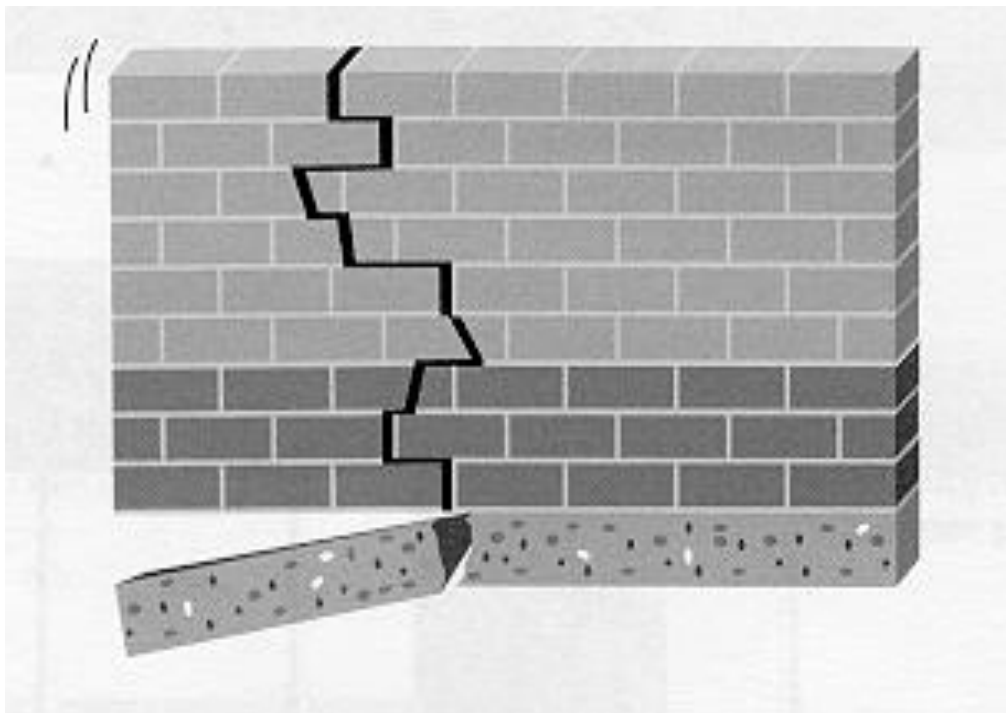
Vyztužení svisle nebo vodorovně



Vyztužování zdiva podélně vyztužené zděné prvky

Výztuž do ložných spár zdiva – MURFOR

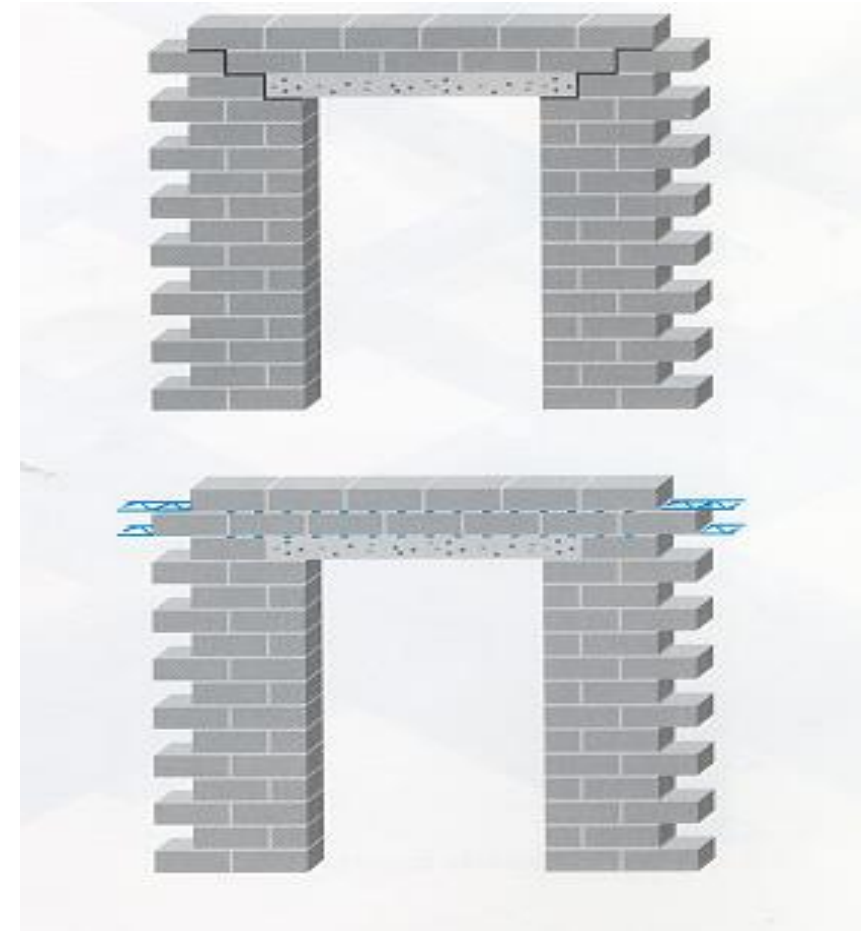
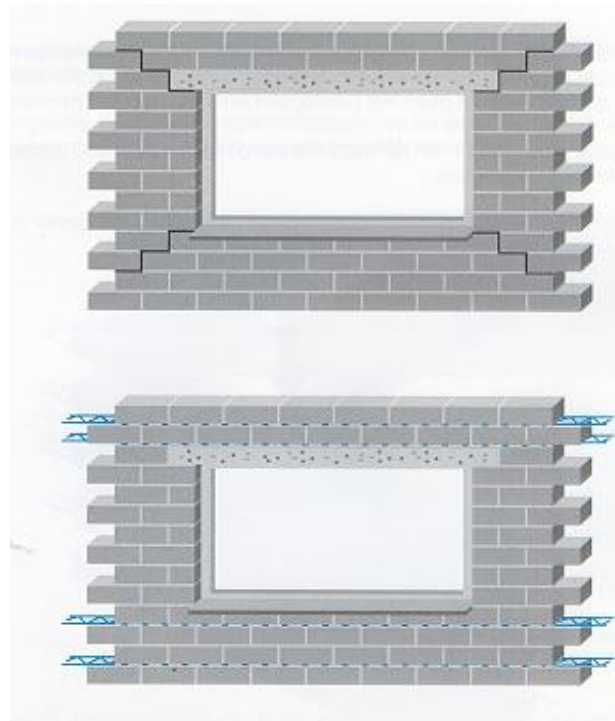
Příklad použití: Rozdílná sedání – omezení trhlin



Vyztužování zdiva podélně vyztužené zděné prvky

Výztuž do ložných spár zdiva – MURFOR

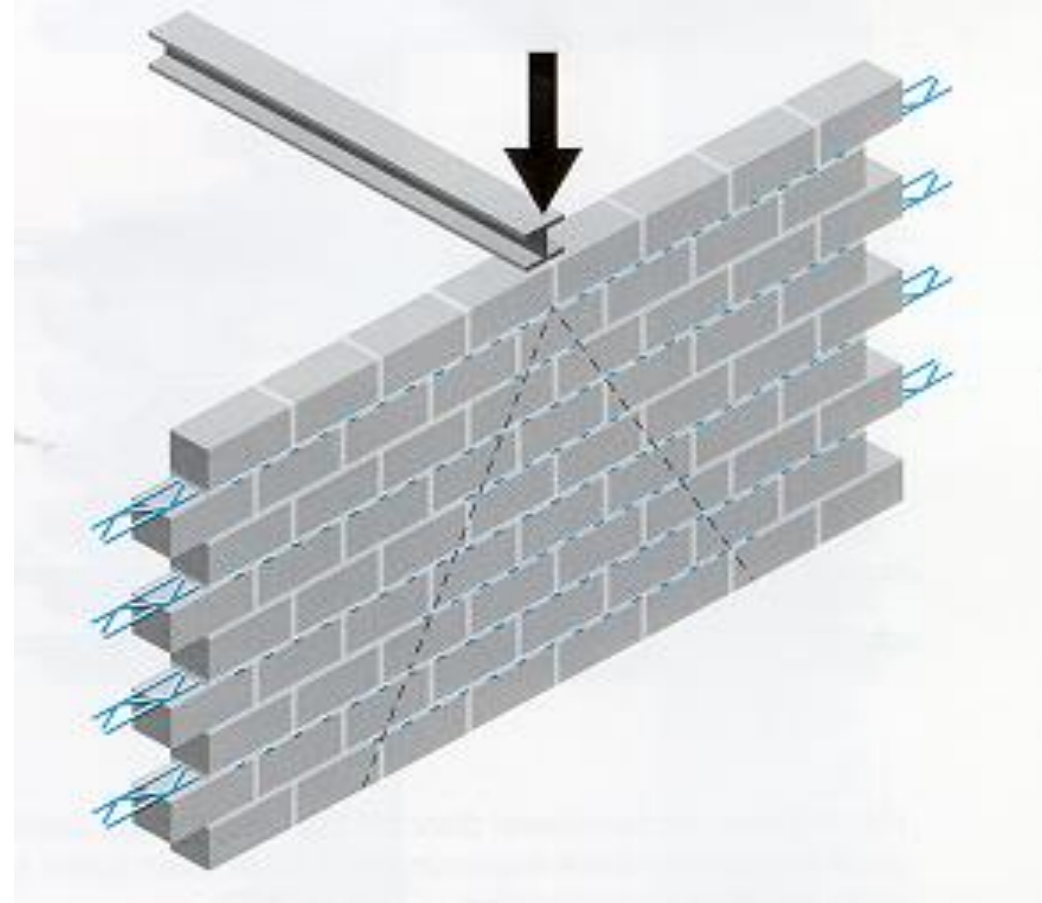
Příklad použití: Omezení trhlin v rozích otvorů



Vyztužování zdiva podélně vyztužené zděné prvky

Výztuž do ložných spár zdiva – MURFOR

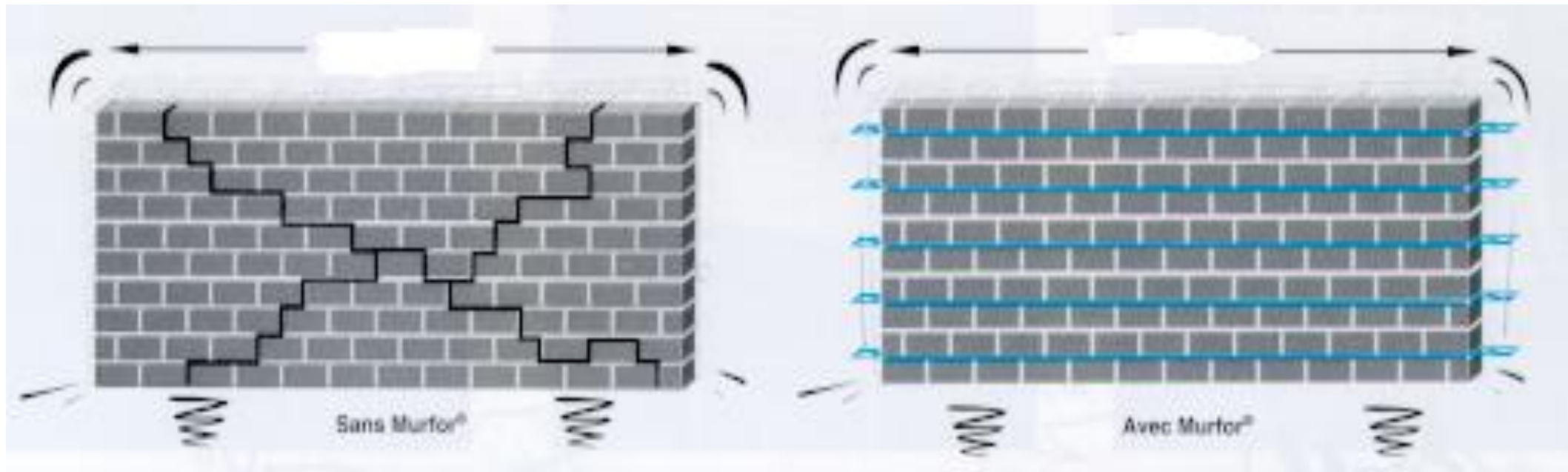
Příklad použití: Roznesení soustředěného zatížení, omezení trhlin



Vyztužování zdiva podélně vyztužené zděné prvky

Výztuž do ložných spár zdiva – MURFOR

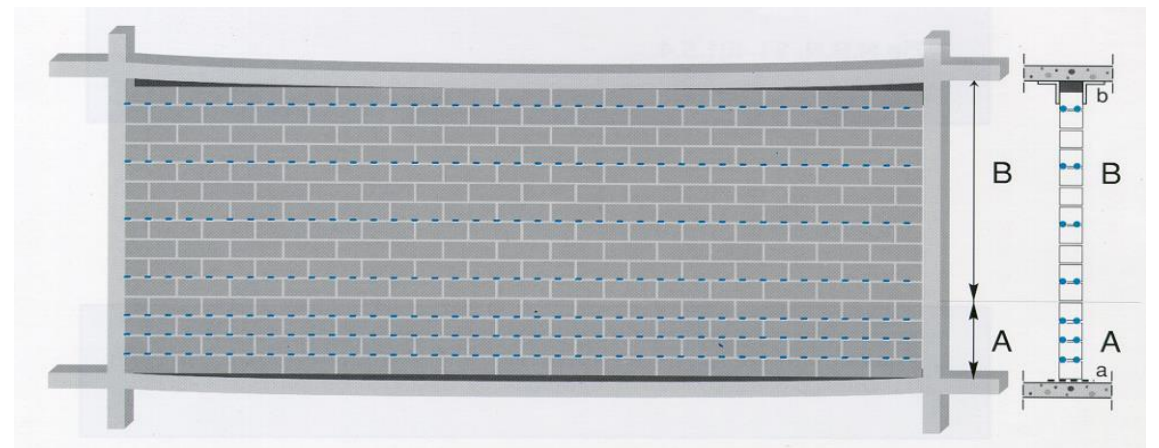
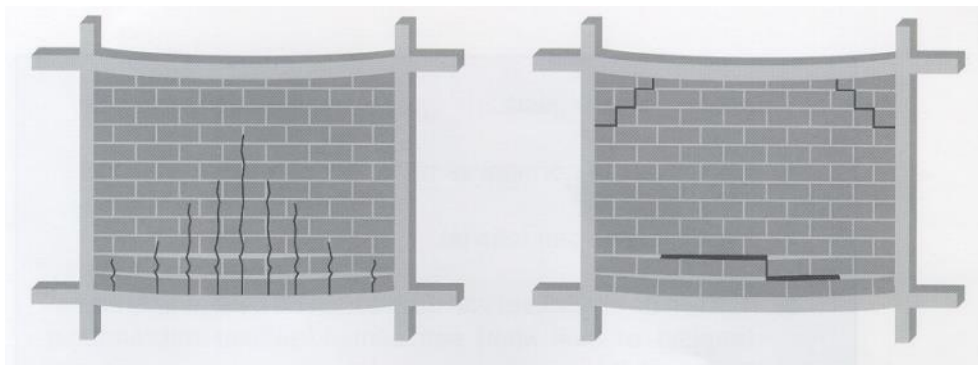
Příklad použití: Omezení trhlin od vibrací, popř. seismických zatížení



Vyztužování zdiva podélně vyztužené zděné prvky

Výztuž do ložných spár zdiva – MURFOR

Příklad použití: Omezení trhlin ve stěnách na poddajných stropech





Hodně úspěchů
při studiu (nejen)
zděných konstrukcí!

