

BZA2 - vícepodlažní budovy

▪ RÁMOVÉ KONSTRUKCE

- statické působení, ztužené a neztužené konstrukce
- výpočet účinku zatížení – výpočetní modely, výpočetní metody
- zjednodušené metody pro pravidelné rámy
- dimenzování příčlů - ohyb, smyk, **kroucení**, konstrukční zásady
- dimenzování sloupů - N+M, **štíhlé tlačené prvky**
- vyztužování sloupů, interakční diagram, výkresy výztuže

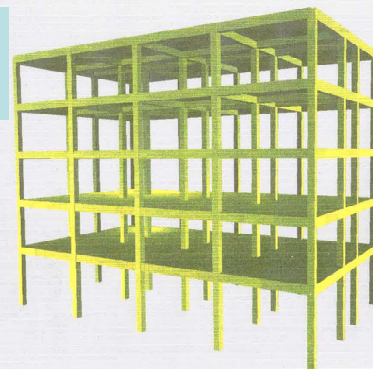
KONSTRUKČNÍ PRVKY VÍCEPDLAŽNÍCH BUDOV

→ **SVISLÉ**
nosné prvky → - SLOUPY
- STĚNY

- primárně nosné = „nesoucí“
- přenášejí zatížení do základů
 - svislé (stálé, užité, sníh) -vodorovné (vítr)

→ **VODOROVNÉ** prvky (šikmé) → - STROPNÍ, STŘEŠNÍ
- SCHODIŠTĚ, RAMPY

- nosné i „nesené“ (podporované)
- přenášejí zat. do sloupů a stěn (zat.plochy)
- podílejí se na celkové tuhosti





KONSTRUKČNÍ NÁVRH

– návrh nosného systému konstrukce

→ volba konstrukčního systému = soustava nosných, vzájemně se ovlivňujících, prvků konstrukce

→ požadavky - statické (spolehlivost)

- funkční, estetické

- ekonomické

bezpečné přenesení zatížení ze všech prvků a částí konstrukce do základového podloží

- trvanlivost

- „udržitelná výstavba“

KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY

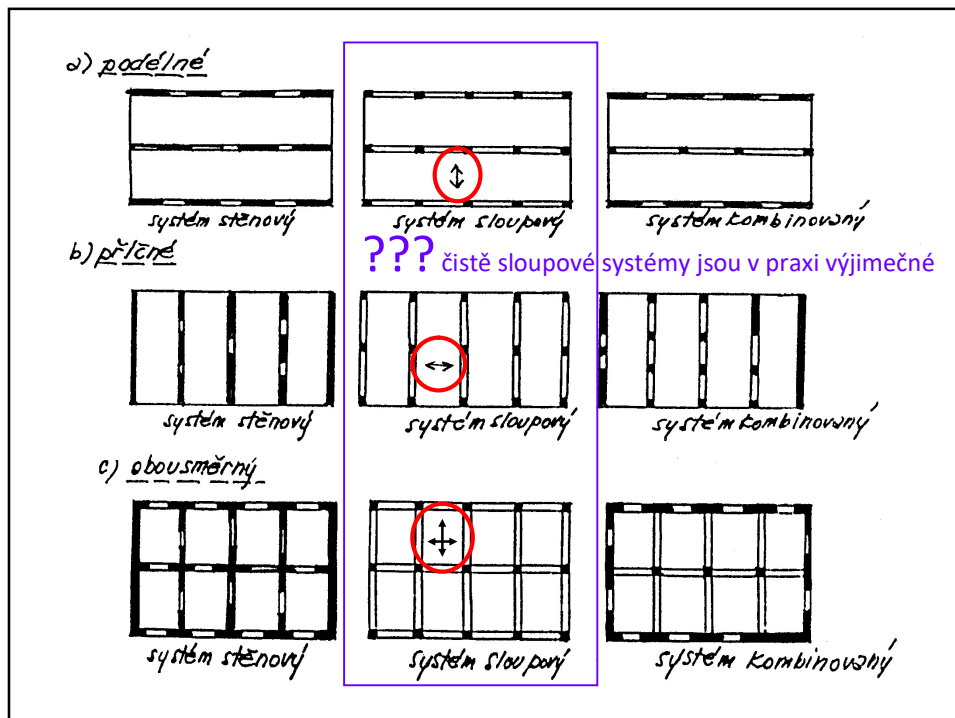
→ podle TYPU a USPOŘÁDÁNÍ NOSNÝCH PRVKŮ

- sloupové
- stěnové
- **kombinované**
- příčné
- podélné
- obousměrné
- nepravidelné

→ podle TECHNOLOGIE

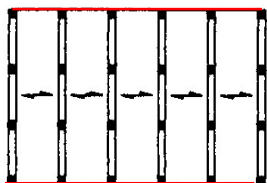
- monolitické
- montované z prefabrikovaných dílců
- prefa-monolitické - spřažené beton-beton

5

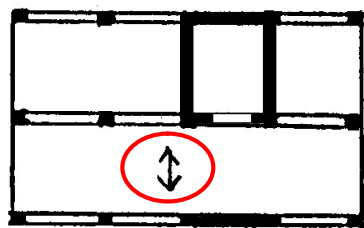
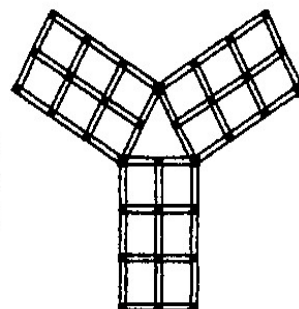
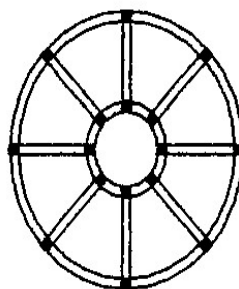
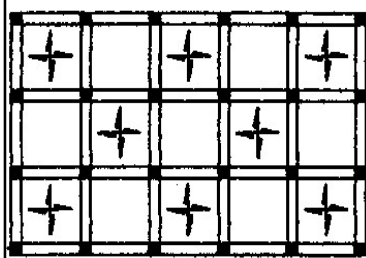
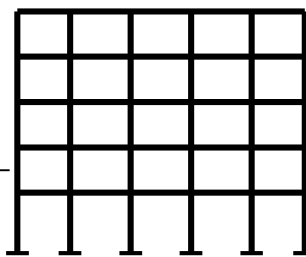
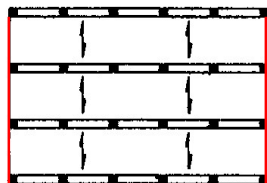


tuhost systému - **RÁMY**

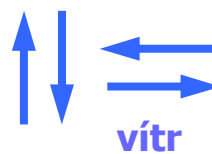
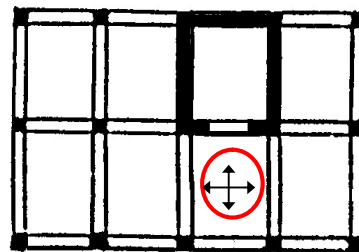
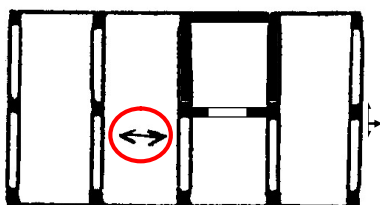
příčné



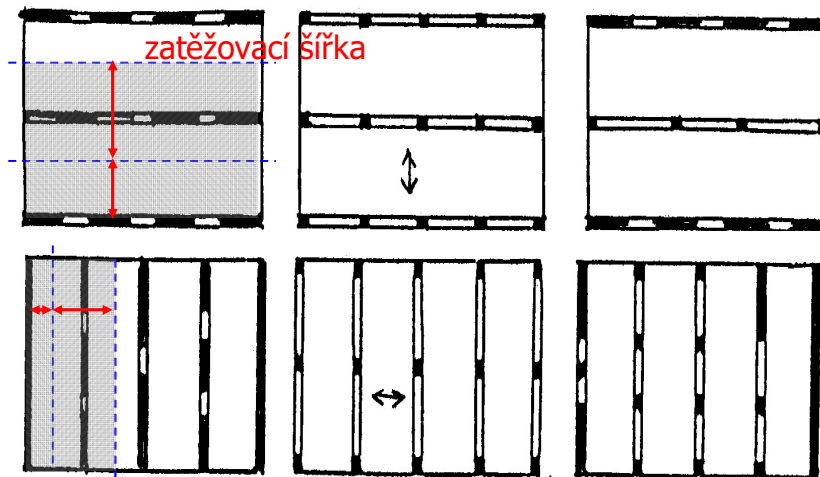
podélné



čistě sloupové systémy jsou v praxi výjimečné
Obvykle je systém převážně sloupový v kombinaci s
nějakým ztužujícím systémem.

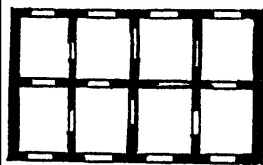


přenesení zatížení – rozdělení na prvky
 svislé zatížení – roznášení do podpor
 desky jednosměrně pnuté

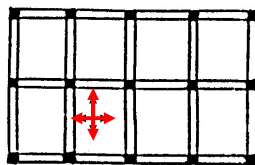


přenesení zatížení – rozdělení na prvky
 svislé zatížení – roznášení do podpor
 desky křížem pnuté (po obvodě podepřené)

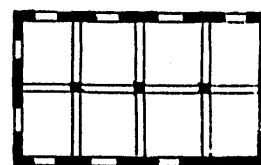
obousměrný



systém stěnový

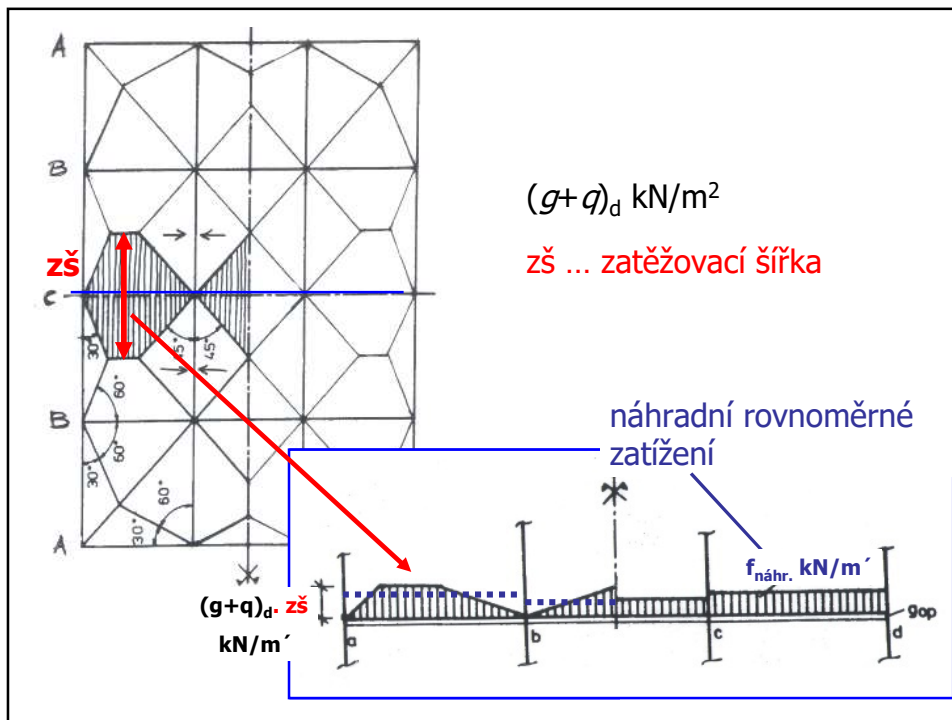
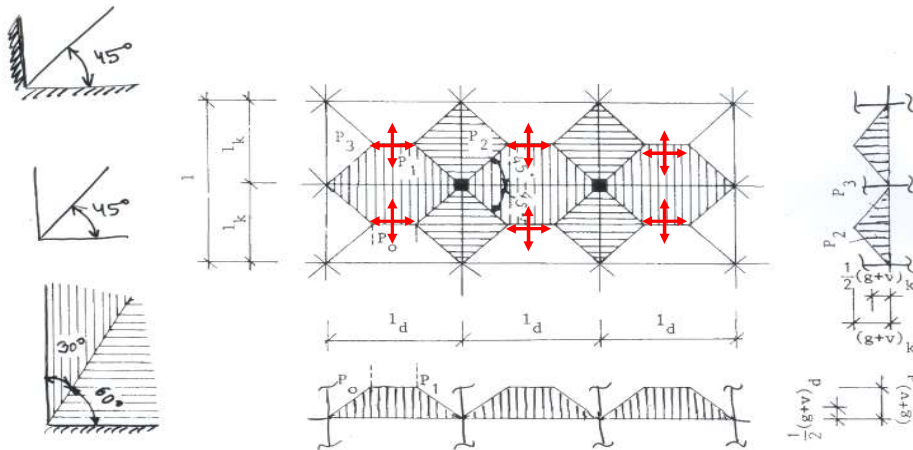


systém sloupový

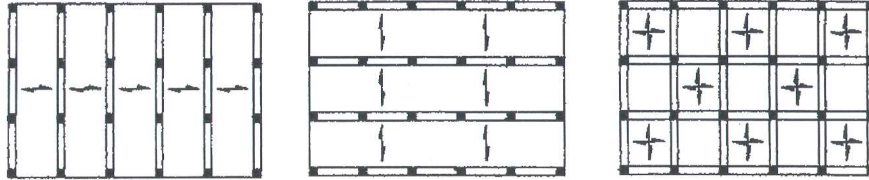


systém kombinovaný

přenesení zatížení – rozdělení na prvky
 svislé zatížení – roznášení do podpor
 desky křížem pnuté (po obvodě podepřené)



Na obrázcích jsou neztužené systémy – konstrukční systém bez ztužujících prvků.
Ztužení proti účinkům větru zajišťují pouze jednotlivé rámy v kombinaci s tuhou stropní deskou.



příčný

podélný

obousměrný

rozdíl 4,5 ÷ 6 m

rozdíl 6 ÷ 7,5 (9) m
(kasetové)

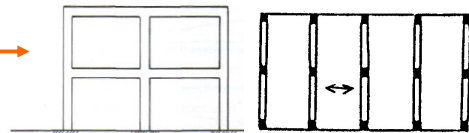
? + ztužení pro přenášení vodorovného zatížení (vítr)

13

ztužené a neztužené rámy, resp. konstrukce

- neztužený rám

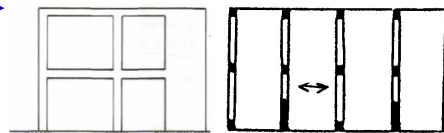
– svislé i vodorovné zatížení



- ztužený rám

resp. rám, nacházející se ve ztužené konstrukci

– rámy přenášejí pouze svislá zatížení, vodorovná přenesou ztužující prvky



ztužující stěny, jádra

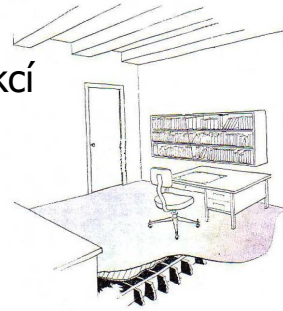


⇒ štíhlost tlačných prvků – SLOUPŮ, jejich **vzpěrná** (efektivní) **délka**. 14

ZATÍŽENÍ KONSTRUKCÍ

svislá zatížení

- stálá (G [kN], g [kN/m, kN/m²])
 - vlastní tíha konstrukcí a pevného vybavení
- proměnná (Q , q)
 - užitná zatížení stropních konstrukcí
 - sních



vodorovná zatížení

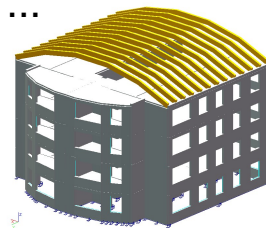
- proměnná (Q , q)
 - vítr

mimořádná zatížení (náraz, výbuch, požár, ...)

15

zatížení konstrukce

- stálé zatížení
 - vlastní tíha železobetonové konstrukce
 - obvodový plášť
 - konstrukce podlahy, mostovka, ...
 - technologie, ostatní
- nahodilé zatížení
 - užitné
 - vnitřní příčky -> náhradní plošné zatížení
(pro MSÚ zařadit do proměnného zatížení – součinitel spolehlivosti 1,5
a pro MSP – průhyby – do dlouhodobě působícího zatížení ... dotvarování)

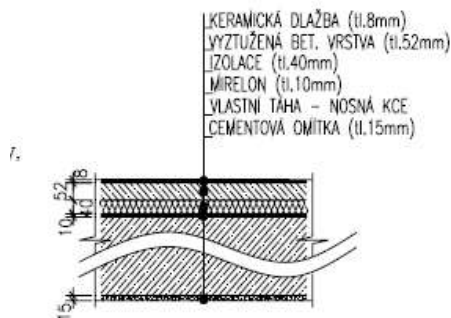


16

STÁLÉ ZATÍŽENÍ

tíha podlahy

(střešního pláště)

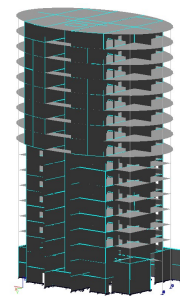


OSTATNÍ STÁLÉ	Tloušťka	Objemová tíha	Charakterist. zat.	g_f	Návrhové zat.
	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[-]	[kN/m ²]
Keramická dlažba	8	22	0,18	1,35	0,24
Vyztužená betonová vrstva	52	25	1,30		1,76
Izolace	40	2,5	0,10		0,14
Mirelon	10	3	0,03		0,04
Omítka cementová	15	22	0,33		0,45
CELKEM:			1,94	1,35	2,61

17

svislá a vodorovná zatížení

- proměnná (Q, q)
 - užitná zatížení stropních konstrukcí
 - sníh
 - vítr
 - jedno je považováno za hlavní
 - kombinací součinitelé ψ_i – vyjadřují pravděpodobnost současného výskytu několika nezávislých proměnných zatížení
 - redukce užitného zatížení vzhledem k počtu podlaží a zatěžovací ploše



**POUZE PRO SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE
A ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE**

18

redukční součinitel α

**pouze pro SVISLÉ NOSNÉ konstr.
a pro ZÁKLADOVÉ konstrukce !!**

Vedle kombinačních součinitelů ψ_i lze uplatnit i redukční součinitele užitého zatížení α . Tyto součinitele v podstatě vystihují okolnost, že je menší pravděpodobnost současného výskytu užitého zatížení v plné výši. V ČSN EN 1991-1-1 jsou v čl. 6.3.1.2. uvedeny dva redukční součinitele.

Redukční součinitel užitého zatížení podle počtu podlaží α_n vyjadřuje sníženou pravděpodobnost výskytu užitého zatížení v plné výši současně ve všech podlažích vícepodlažní budovy. Používá se pro redukci zatížení na sloupy a stěny. Platí:

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n}$$

kde je n počet podlaží nad zatíženým nosným prvkem, při čemž musí platit $n > 2$.

Redukční součinitel proměnného zatížení podle zatížené plochy α_A vyjadřuje sníženou pravděpodobnost výskytu užitého zatížení v plné výši na celé zatížené ploše. Používá se pro redukci zatížení na vodorovné nosné konstrukce. Platí:

$$\alpha_A = \frac{5}{7}\psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0$$

kde k je A zatížená plocha [m^2], při čemž minimální uvažovaná plocha je $A_0 = 10 m^2$ ¹⁹

zatížení	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Kategorie užiténých zatížení pro pozemní stavby			
Kategorie A: obytné plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie B: kancelářské plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie C: shromažďovací plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie D: obchodní plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie E: skladovací plochy	1,0	0,9	0,8
Kategorie F: dopravní plochy, tíha vozidla ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Kategorie G: dopravní plochy, 30 kN < tíha vozidla ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
Kategorie H : střechy	0,7	0,2	0
Zatížení sněhem (viz EN 1991-1-3 [4])			
Finsko, Island, Norsko, Švédsko	0,7	0,5	0,2
Ostatní členové CEN, pro stavby umístěné ve výšce $H > 1000$ m n. m.	0,7	0,5	0,2
Ostatní členové CEN, pro stavby umístěné ve výšce $H \leq 1000$ m n. m.	0,5	0,2	0
Zatížení větrem (viz EN 1991-1-4 [5])	0,6	0,2	0
Teplota (ne od požáru) pro pozemní stavby (viz EN 1991-1-5 [6])	0,6	0,5	0

Pozn.: Hodnoty ψ mohou být stanoveny v národní příloze.
¹⁾ Pro země, které zde nejsou uvedené, se součinitele ψ stanoví podle místních podmínek.

Doporučené hodnoty součinitelů ψ_i – ČSN EN 1990

Zatížení konstrukce – výpočet vnitřních sil

- \square Kombinace účinků zatížení, kombinujeme-li více proměnných zatížení
 $1,35 \cdot \text{stálé zatížení} + 1,5 \cdot \text{užitné} + 1,5 \cdot (0,6 \cdot \text{sníh} + 0,5 \cdot \text{vítr čelní})$
 $1,35 \cdot \text{stálé zatížení} + 1,5 \cdot \text{užitné} + 1,5 \cdot (0,6 \cdot \text{sníh} + 0,5 \cdot \text{vítr boční})$

dominantní nahodilé zatížení
součinitel spolehlivosti γ_f

nedominantní nahodilé zatížení
součinitel kombinace ψ_0
charakteristická kombinace zatížení sníh -
 $\psi_0 = 0,6$, vítr - $\psi_0 = 0,5$

Zatížení sněhem (viz EN 1991-1-3 [4])			
Finsko, Island, Norsko, Švédsko	0,7	0,5	0,2
Ostatní členové CEN, pro stavby umístěné ve výšce $H > 1000$ m n. m.	0,7	0,5	0,2
Ostatní členové CEN, pro stavby umístěné ve výšce $H \leq 1000$ m n. m.	0,5	0,2	0
Zatížení větrem (viz EN 1991-1-4 [5])	0,6	0,2	0

Doporučené hodnoty součinitelů ψ_1 – ČSN EN 1990

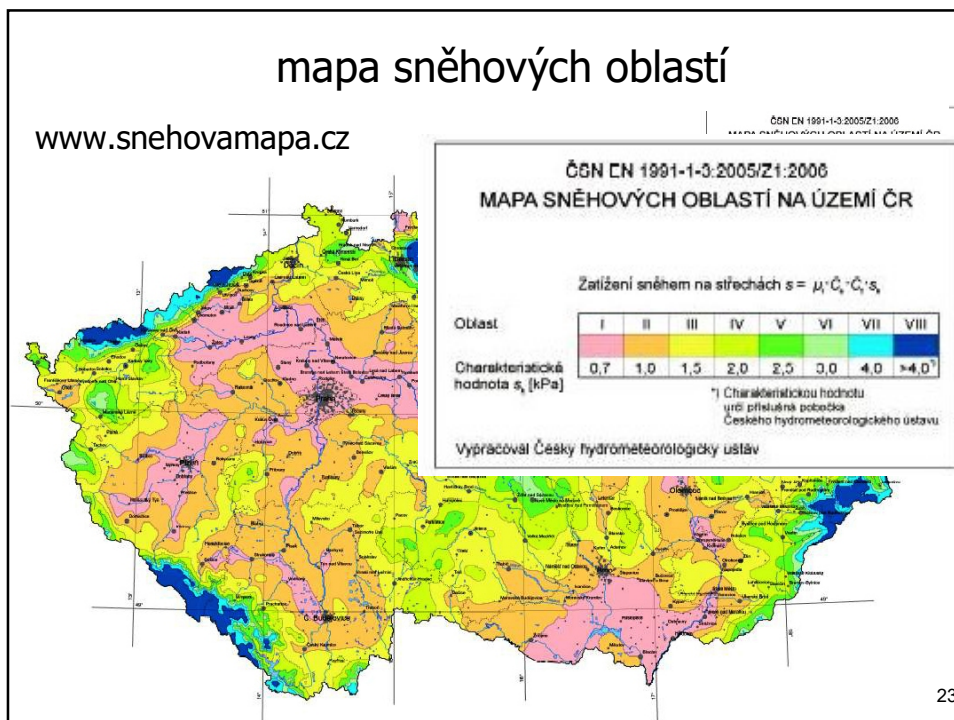
21



22

mapa sněhových oblastí

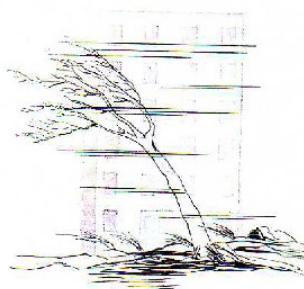
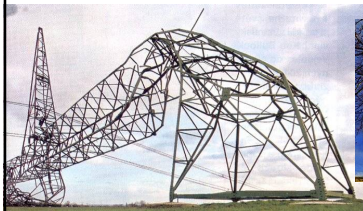
www.snehovamapa.cz



23

zatížení větrem – ČSN EN 1991-1-4

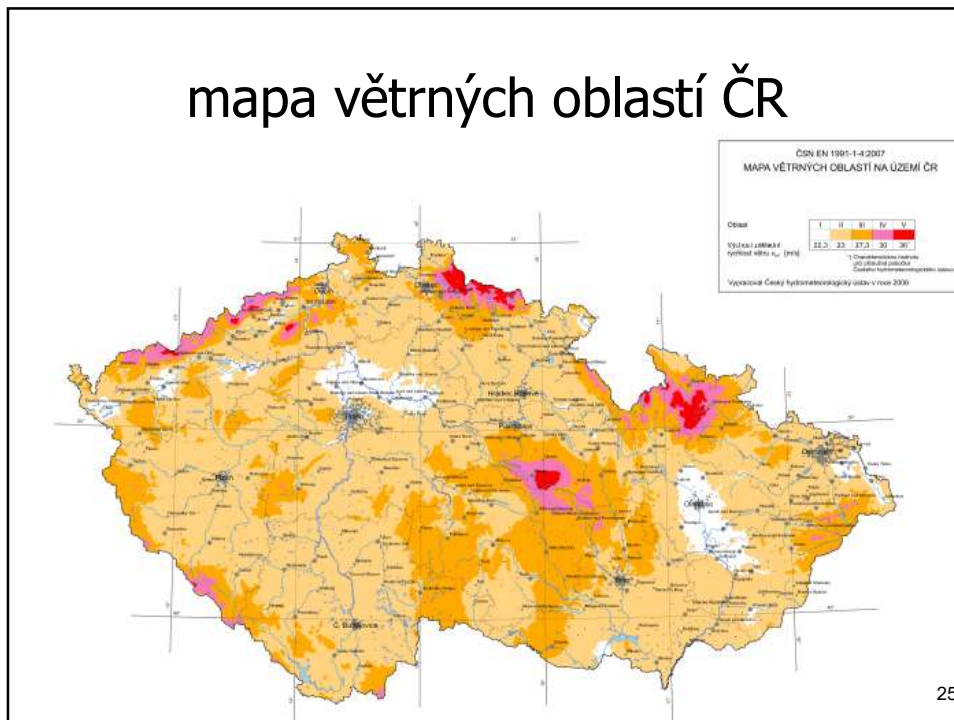
- $w_d = q_{ref} \cdot c_e(z) \cdot C_{pe,i} \cdot \gamma_f$ $\gamma_f = 1,5$
 - w_k ... charakteristická hodnota tlaku větru na $1m^2$ obvodové pláště
- viz mapa větrových oblastí ČR



- $C_e(z)$... součinitel expozice – podle charakteru terénu a výšky nad terénem
- $C_{pe} C_{pi}$... tvarový součinitel pro tlak a sání pro betonové "tuhé" rámy uvažujeme obv. součet na návětrné straně budovy

24

mapa větrných oblastí ČR



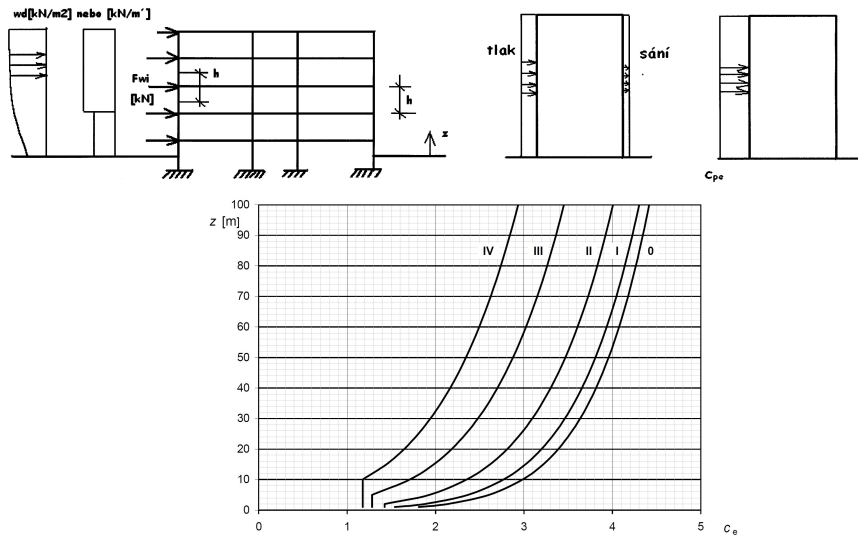
25

kategorie terénu a její parametry

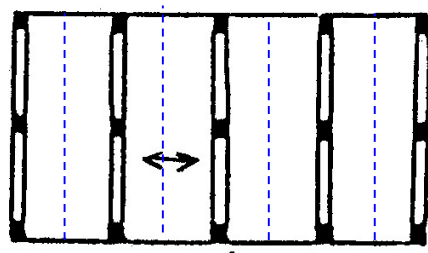
Kategorie terénu		v ČR
0	moře a přímořské oblasti	není
I	jezera nebo plochá krajina bez překážek	většina území ČR
II	oblasti s nízkou vegetací, jako je tráva nebo izolované překážky (stromy, budovy)	
III	oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, budovami nebo překážkami (vesnice, lesy)	
IV	Městské oblasti, ve kterých je nejméně 15% povrchu pokryto pozemními stavbami, jejichž průměrná výška je větší než 15m	některé části Prahy, Brna, ...

26

$C_e(z)$... součinitel expozice



součinitel $C_e(z)$...dle kategorie terénu a referenční výšky z



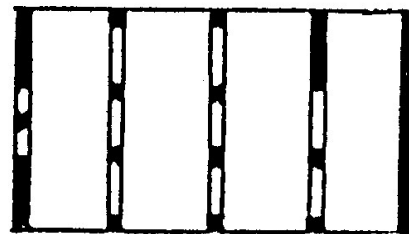
zatěžovací šířka od větru NENÍ stejná jako zatěžovací šířka pro účinky od svislého zatížení

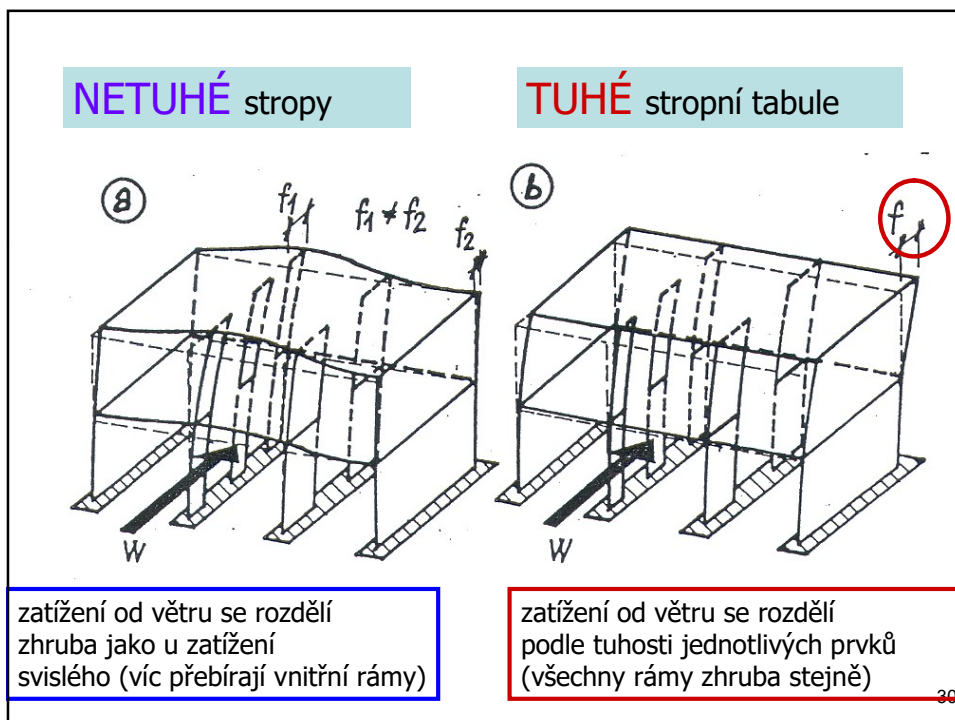
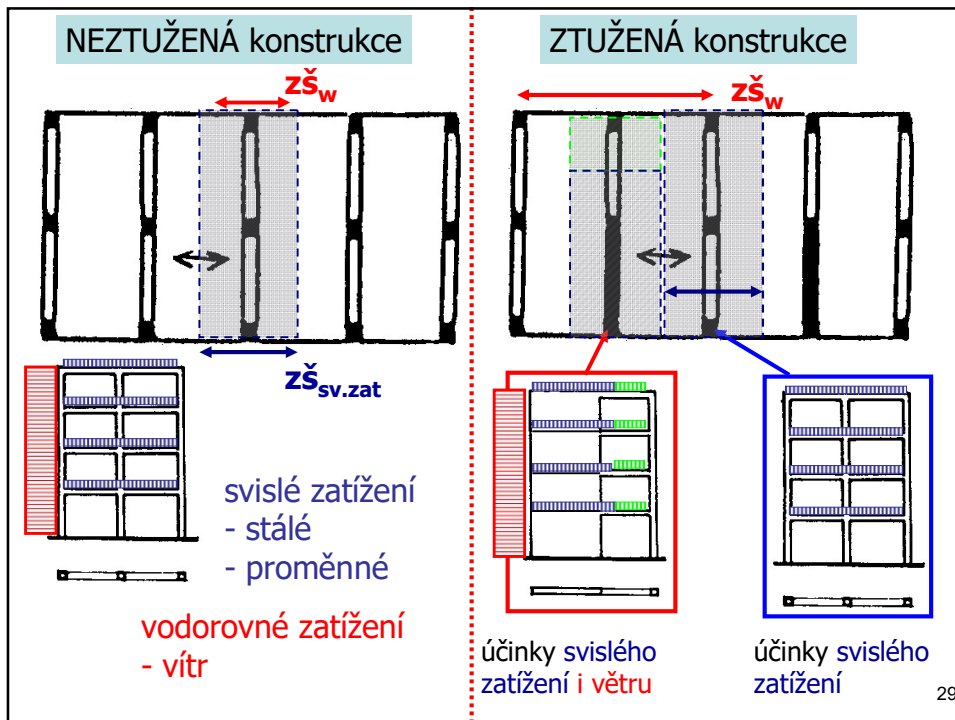
zatěžovací šířky pro svislé zat.



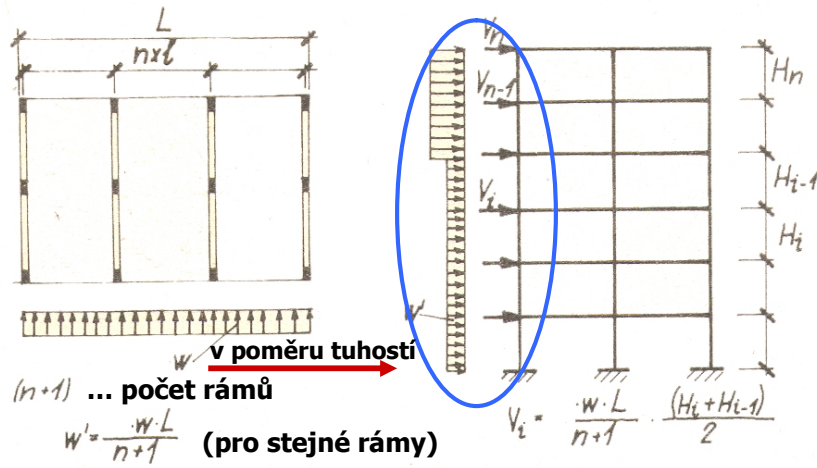
zatížení větrem
zatěžovací šířka

zatížení od větru se rozdělí podle tuhosti jednotlivých prvků





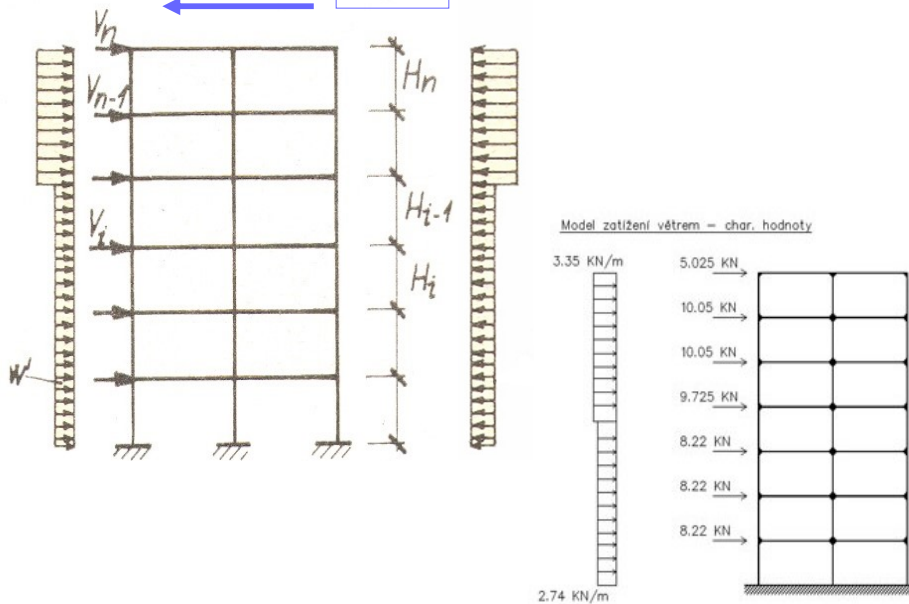
zatížení větrem



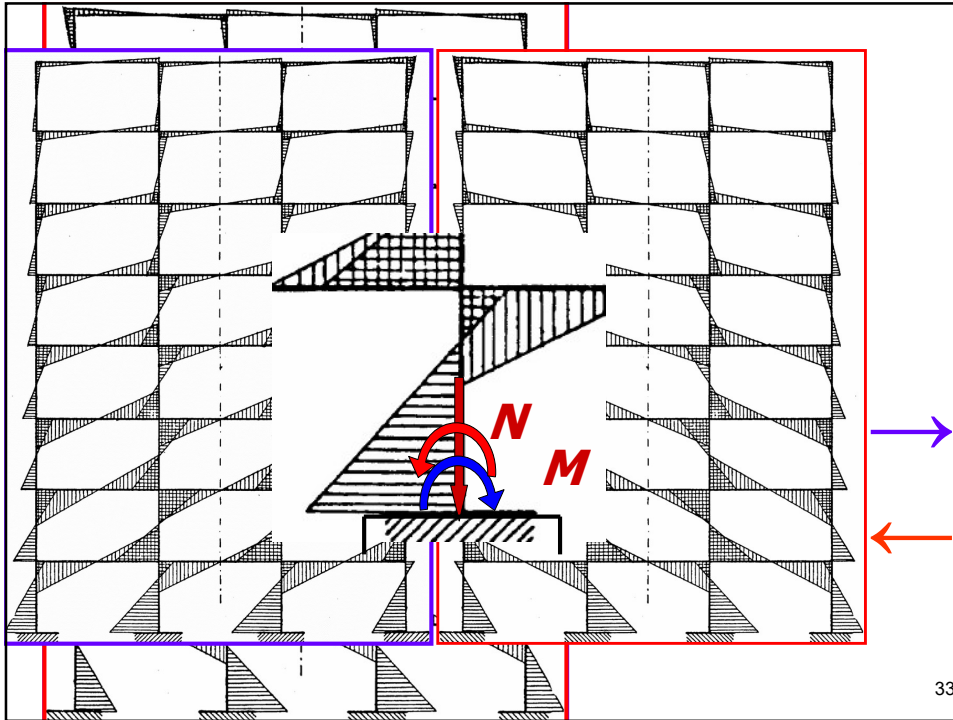
pro rozdělení zatížení jednotlivým rámcům se předpokládá **tuhá stropní (betonová) tabule**

31

vítr



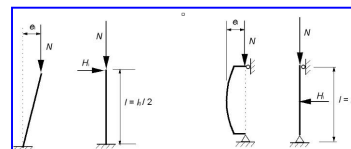
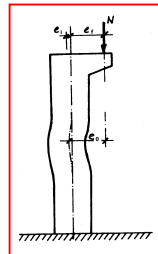
32



33

imperfekce

- nepříznivé účinky možných odchylek v geometrii konstrukce a v poloze zatížení (nutno uvážit v MSÚ)
- vychýlení od svislé osy θ_i
- do výpočtu zavést jako
 - výstřednost e_i
 - příčnou sílu H_i



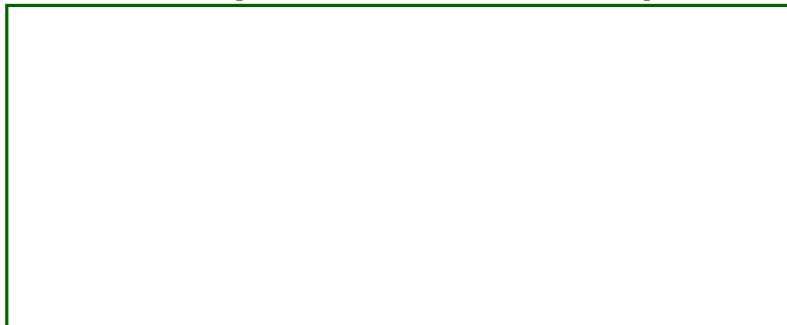
neztužený systém ztužený systém

34

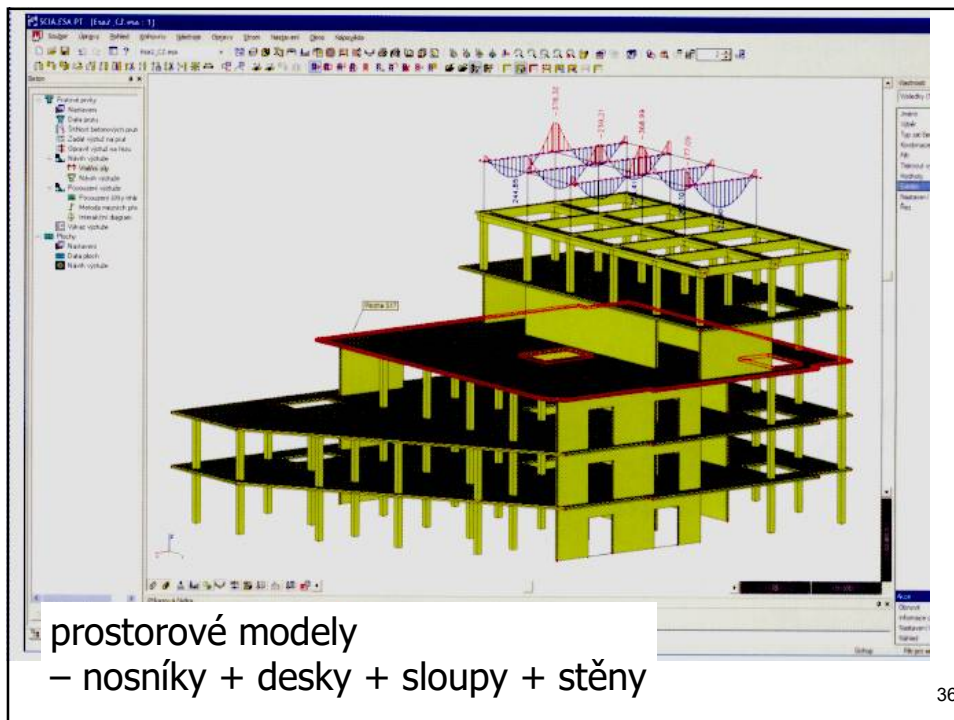
- H_i = síla, která vyvolá vychýlení θ_i
- H_i pro neztužené prvky $H_i = \theta_i \cdot N$
pro ztužené prvky: $H_i = 2 \theta_i \cdot N$

neztužený

ztužený



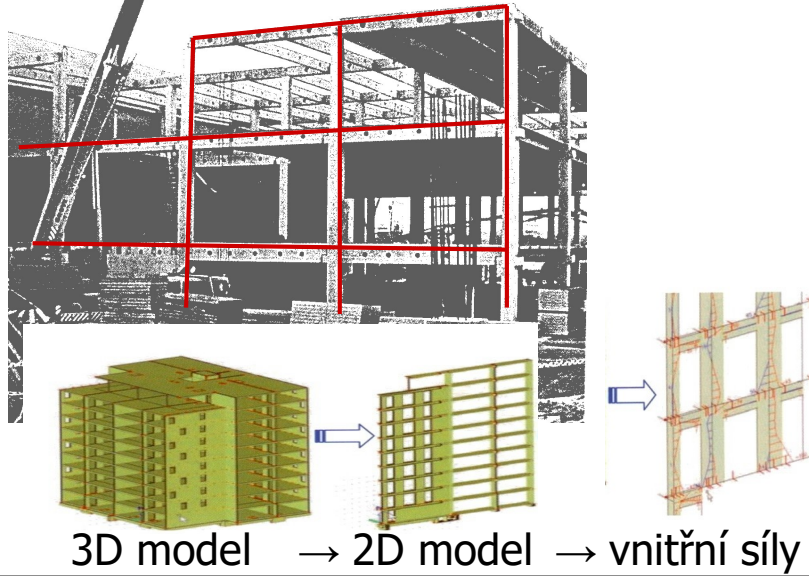
35



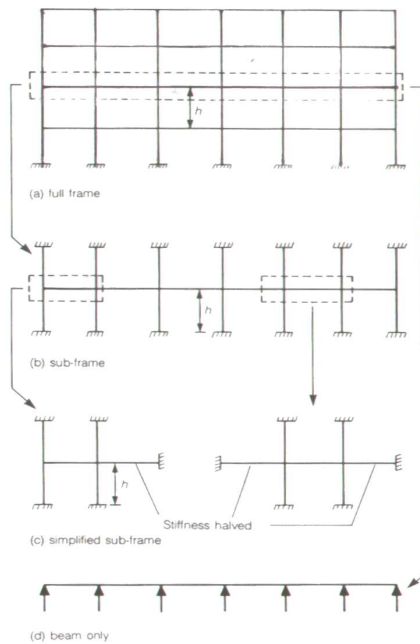
prostorové modely
– nosníky + desky + sloupy + stěny

36

zjednodušené modely - rovinné



37



3D → 2D

2D - prutové prvky - RÁMY

pokud jen svislé zat.:

→ RÁMOVÉ VÝSEKY

- podlaží

- část (symetrie, vetknutí)

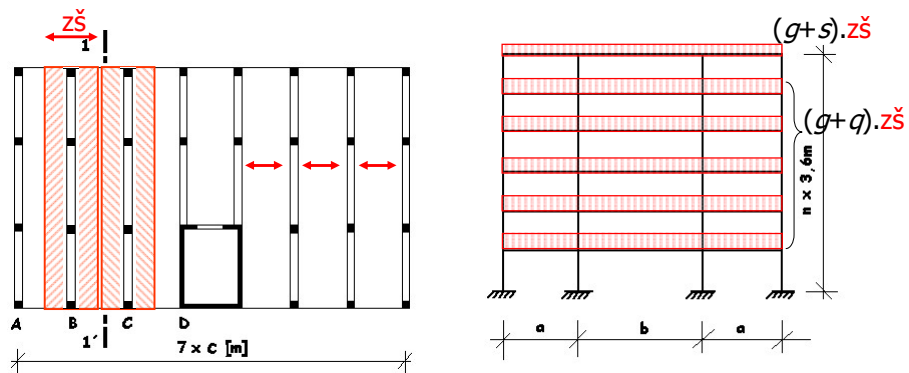
další "zjednodušení"

→ spojitý nosník

(→ $\approx 1/12 f/l^2$)

38

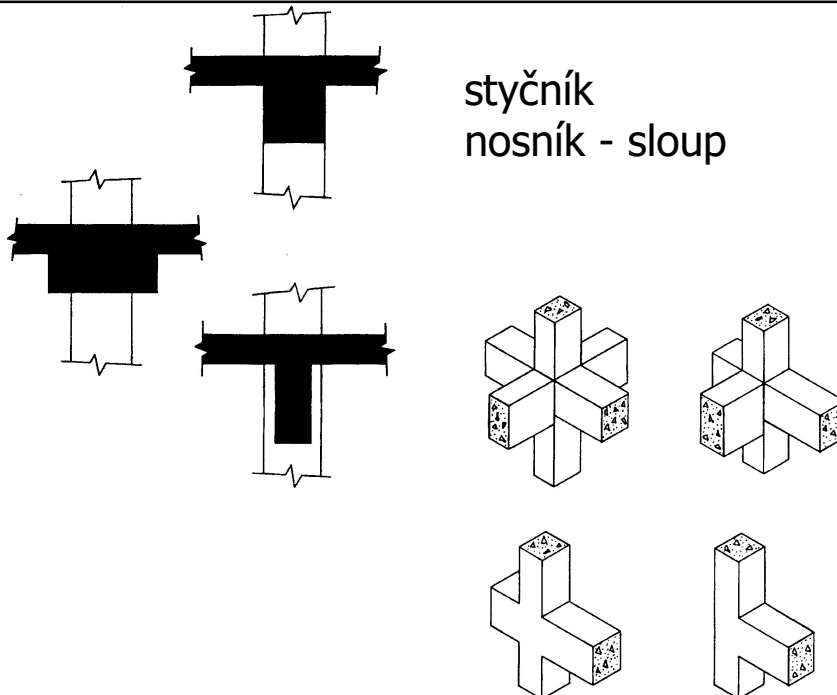
rámová konstrukce



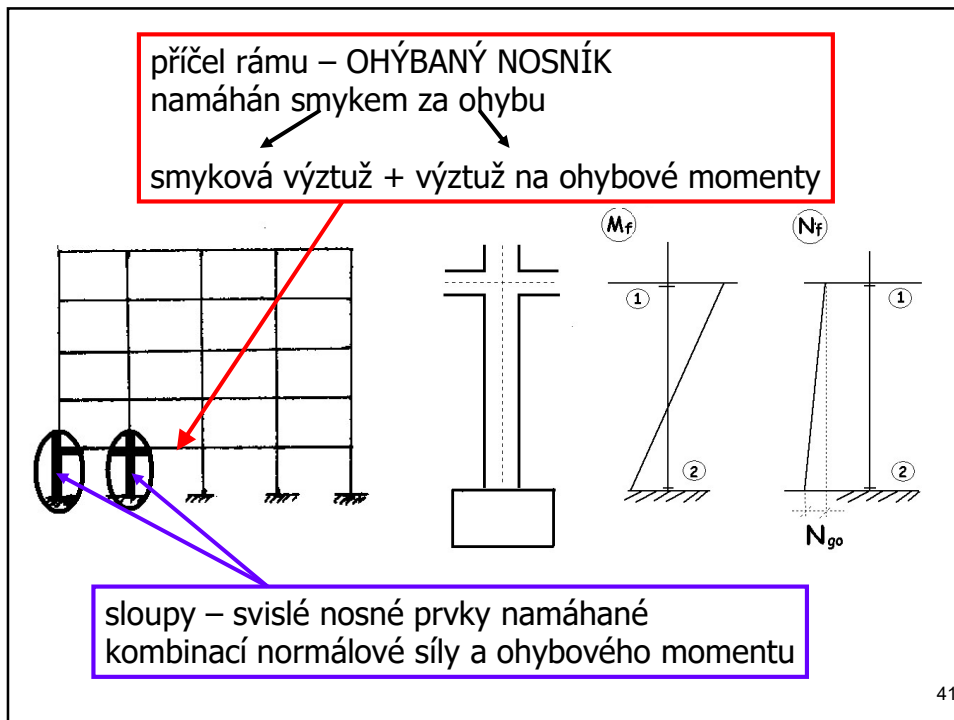
příčné rámy, konstrukce ZTUŽENÁ –
vítr přenesou stěny ztužujícího jádra
rám dimenzovat jen na účinky svislého zatížení

39

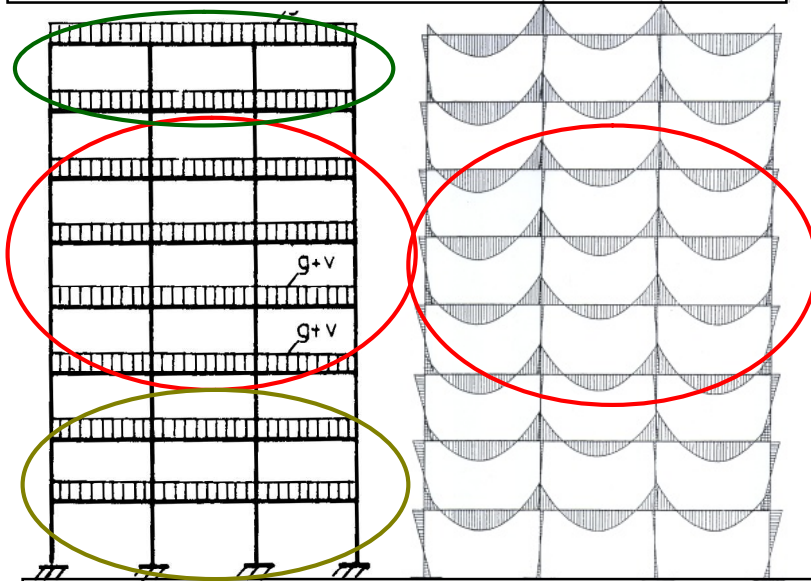
styčník
nosník - sloup



40

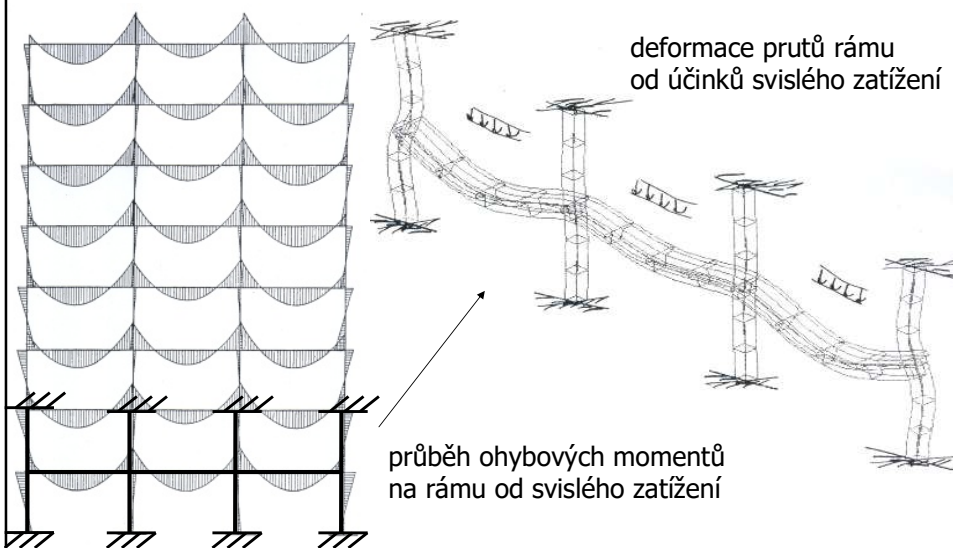


pravidelný rám - svislé zatížení



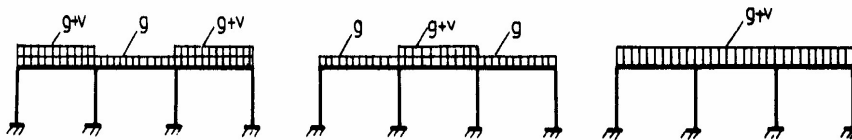
→ rámové výseky – střední, horní, dolní

průběh ohybových momentů a deformací prutů na dolním (event. středním) rámovém výseku od svislého zatížení

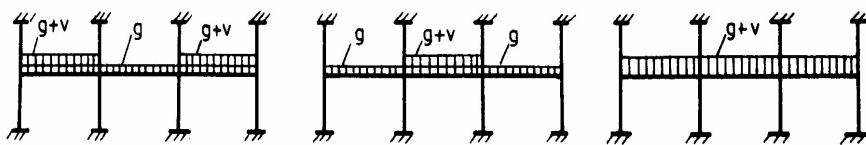


rámové výseky – zatěžovací stavy

horní rámový výsek



spodní nebo střední rámový výsek



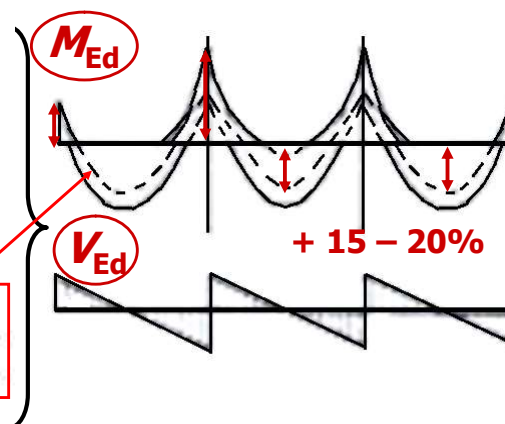
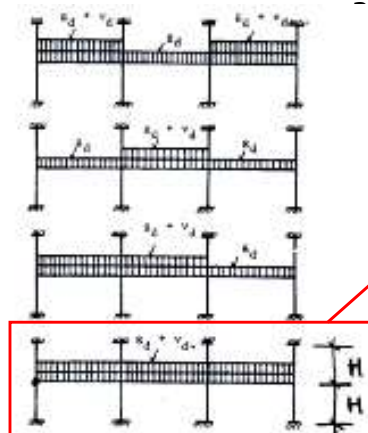
45



OBÁLKA OHYBOVÝCH MOMENTŮ

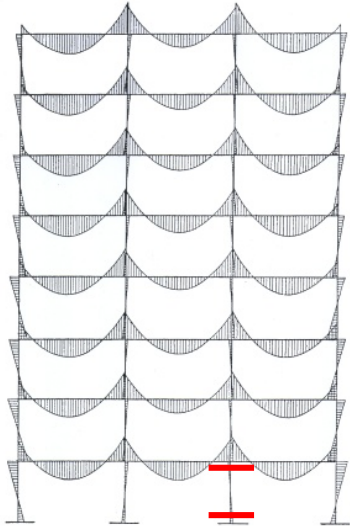
- podporových
- mezipodporových

- průběh posouvajících sil

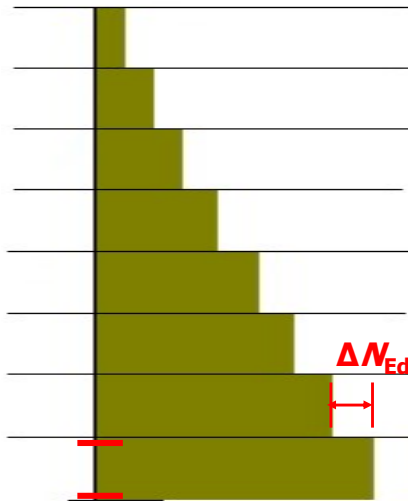


46

průběh ohybových momentů
na rámu od svislého zatížení

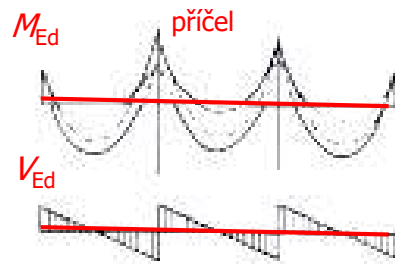
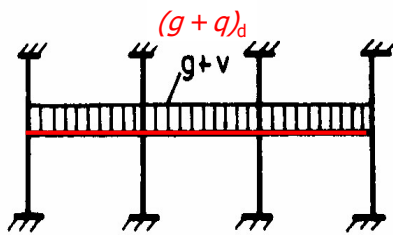


průběh normálových sil
na rámu od svislého zatížení



svislé zatížení z jednoho patra

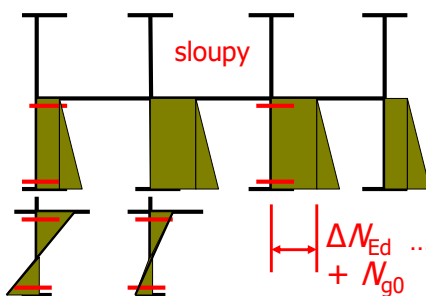
47



vnitřní síly **pro sloupy**
z rámového výseku :

ohybové momenty možno "převzít"

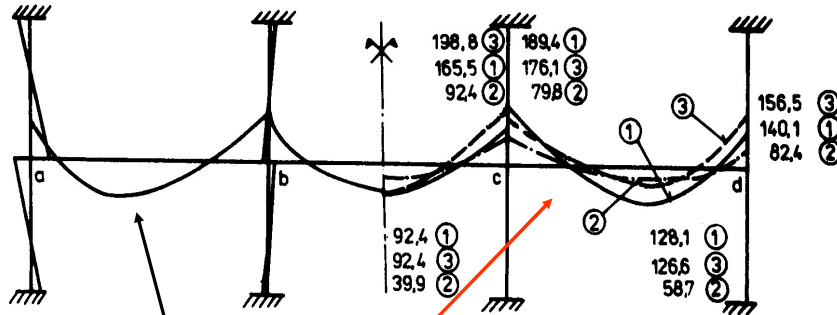
normálové síly do sloupů nutno
UPRAVIT !!! podle počtu pater



ΔN_{Ed} ... zatížení od jednoho patra
+ N_{g0} ... vlastní tíha sloupu

48

průběh ohybových momentů na rámové příčli od svislého zatížení



průběh z jednoho zatěžovacího stavu (plné svislé)

OBÁLKA OHYBOVÝCH MOMENTŮ

49

PŘÍČEL – smyk za ohybu

průběhy ohybových momentů pro jednotlivé zatěžovací stavy

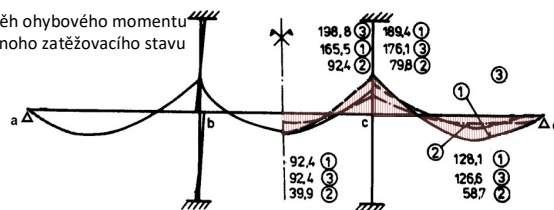
⇒ **obálka ohybového momentu**

⇒ ohybová výztuž

průběhy ohybového momentu ze všech zatěžovacích stavů

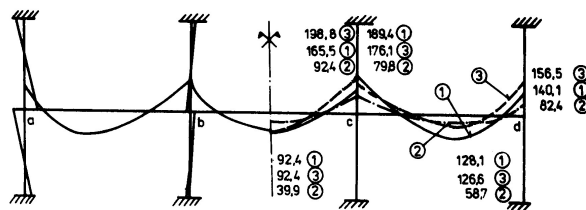
⇒ obálka ohybových momentů

průběh ohybového momentu z jednoho zatěžovacího stavu



kloubové uložení např. na zdivo

nebo monolitické spojení s krajním betonovým sloupem ⇒ rámový sl



+ posouvající síly ⇒ smyková výztuž

50

průvlaky ... rámová příčel - navrhování

MSÚ - ohyb (mezipodporové a podporové průřezy)

- smyk - VŽDY příčná výztuž = třmínky
(viz pomůcka pro cvičení)
- kroucení - viz samostatná prezentace

MSP

konstrukční zásady

- krytí, kotvení, stykování
- podélná výztuž: vzdálenosti výztuže, min.plochy
- třmínky: vzdálenosti, min.stupeň vyztužení

51

sloupy - navrhování

• **MSÚ**

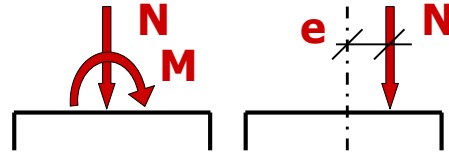
- **M + N** - návrh výztuže – nomogramy
(skripta příklady)
- posouzení – interakční diagramy
- **štíhlé sloupy** - viz samostatná prezentace

• **konstrukční zásady**

52

prvky namáhané kombinací [M+N]

tlak (tah) s ohybem
= mimostředný tlak (tah)
= tlak (tah) s ohybem
= tlak (tah) s výstředností



- vliv štíhlosti na chování tlačného prvku
- vliv ovinutí
- nejčastěji svislé nosné konstrukce
 - sloupy
 - stěny
- nutno splnit KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

53

ŘEZ 1 - 1

pracovní spára

délka přesahu

viz výkres výztuže 2.n.p.

kotevní délka

Třmínky ve vzdálenostech:

$\leq 0,6 s$

$s \leq s_{max}$

$\leq 0,6 s$

50mm

viz výkres výztuže základové patky

400-600mm

pomocné třmínky

54

uspořádání výztuže sloupů

viz výkres výztuže sloupu 2.NP

**SVISLÁ NOSNÁ
+
TŘMÍNKY**

stykování výztuže s ohledem
na pracovní spáry
PŘESAHEM

viz výkres výztuže patky

55

únosnost – podmínky spolehlivosti

dostředný tlak: $N_{Ed} \leq N_{Rd}$

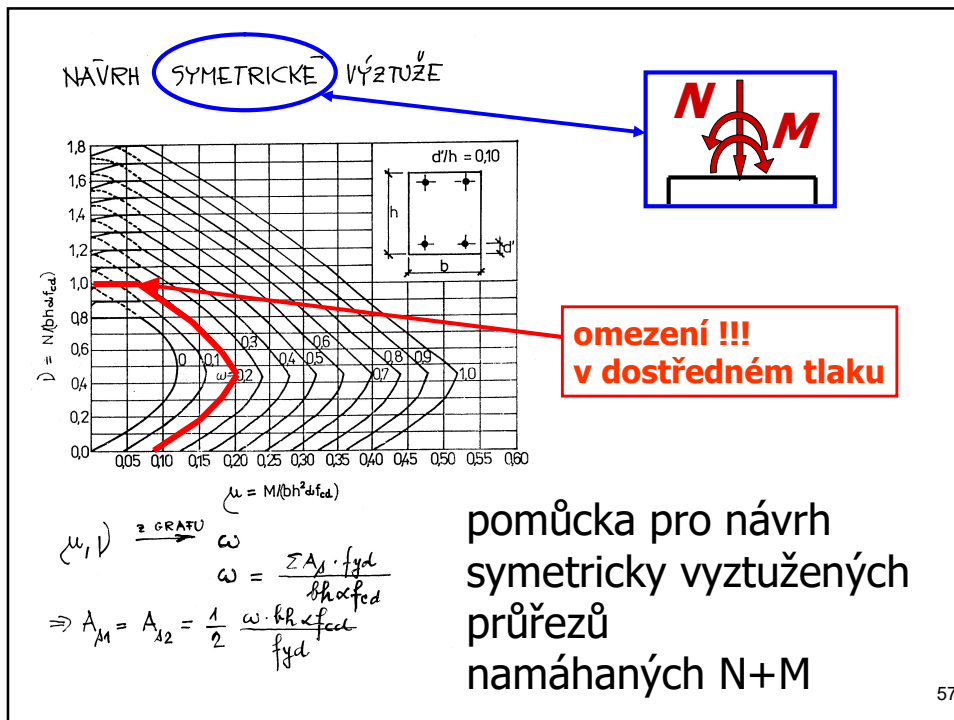
N_{Rd} = vliv tlač.betonu + vliv výztuže

prostý ohyb: $M_{Ed} \leq M_{Rd}$

M_{Rd} moment únosnosti

kombinace N a M ??? \Rightarrow

INTERAKČNÍ DIAGRAM



konstrukční zásady pro sloupy	
EN	NP ČR (pokud mění)
PODÉLNÁ VÝZTUŽ	
Počet prutů	min 4 pruty (u kruhových sloupů doporučeno 6)
Průměr prutu ϕ	$\geq 8\text{mm}$ $\geq 12\text{mm}$ (10mm)
Světlá vzdálenost	$\geq \phi$ $\geq 1,2\phi$ $\geq D_{\max} + 5\text{mm}$ (D_{\max} je max. průměr zrna kameniva)
Osová vzdálenost prutů – doporučeno:	$\leq 400\text{ mm}$
Min. plocha výztuže (na každé straně průřezu min. polovina)	$0,1 N_{Ed} / f_{yd} \geq 0,002 A_c$
Max. plocha výztuže	$0,04 A_c$ (mimo oblast stykování přesahem) $0,08 A_c$ (v oblasti stykování přesahem)

58

konstrukční zásady pro sloupy

EN

NP ČR (pokud mění)

PŘÍČNÁ VÝZTUŽ

Profil třmínků

≥ 6mm

(pro třmínky ze svařovaných sítí ≥ 5mm)

Osová vzdálenost třmínků $s \leq 20\phi$

≤ 15 ϕ

≤ min (b,h)

≤ min (b,h)

≤ 400mm

≤ 300mm

Třmínky v oblasti nad a pod stropem na délce rovné většímu z rozměrů sloupu ve vzdálenosti ≤ 0,6s.

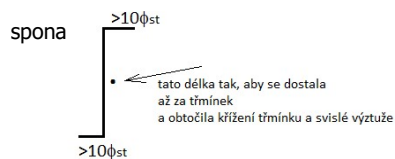
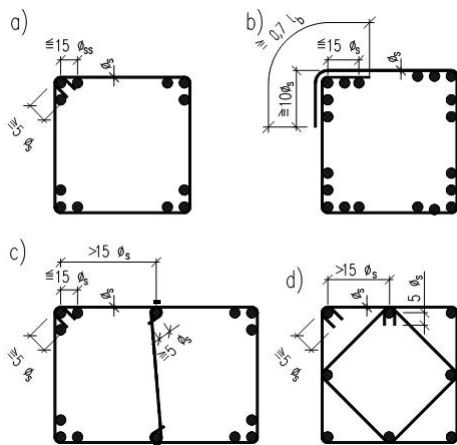
Třmínky v oblasti přesahu podélných prutů (pokud $\phi \geq 14\text{mm}$) ve vzdálenosti ≤ 0,6s, min. 3 třmínky.

59

tvary třmínků

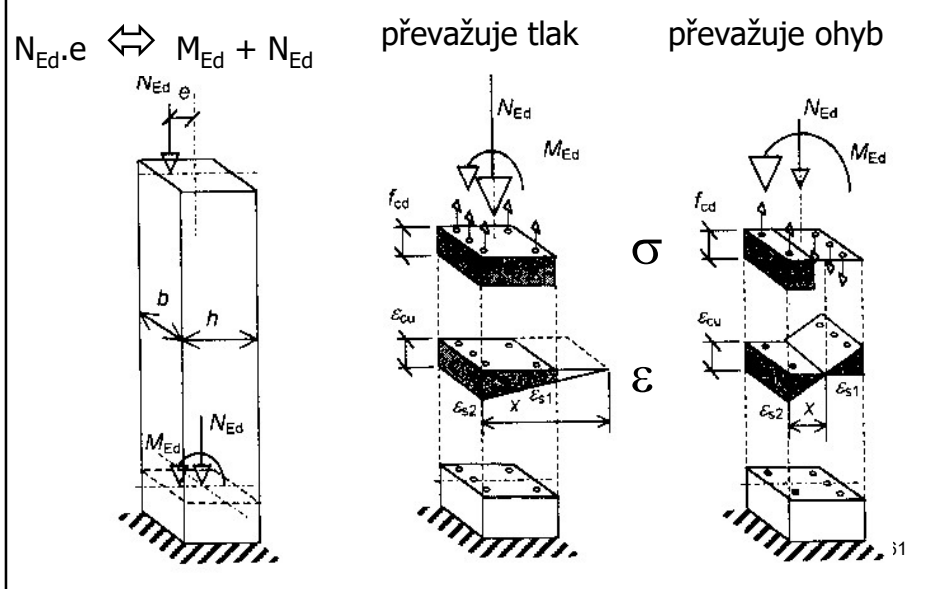
soustředit nosnou svislou výztuž v rozích (vzpěr tlačené výztuže)

přidat spony, resp. další třmínky (vzpěr tlačené výztuže)

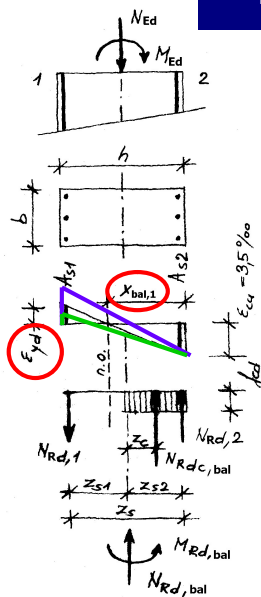


60

poměrná přetvoření a normálová napětí v průřezu namáhaném ohybovým momentem a normálovou silou



rozhraní mezi malou a velkou výstředností



$$\epsilon_{s1} = \epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s \Rightarrow x_{bal,1}$$

pro

$$x \leq x_{bal,1} \Rightarrow \epsilon_{s1} \geq \epsilon_{yd}$$

$$\Rightarrow \sigma_{s1} = f_{yd}$$

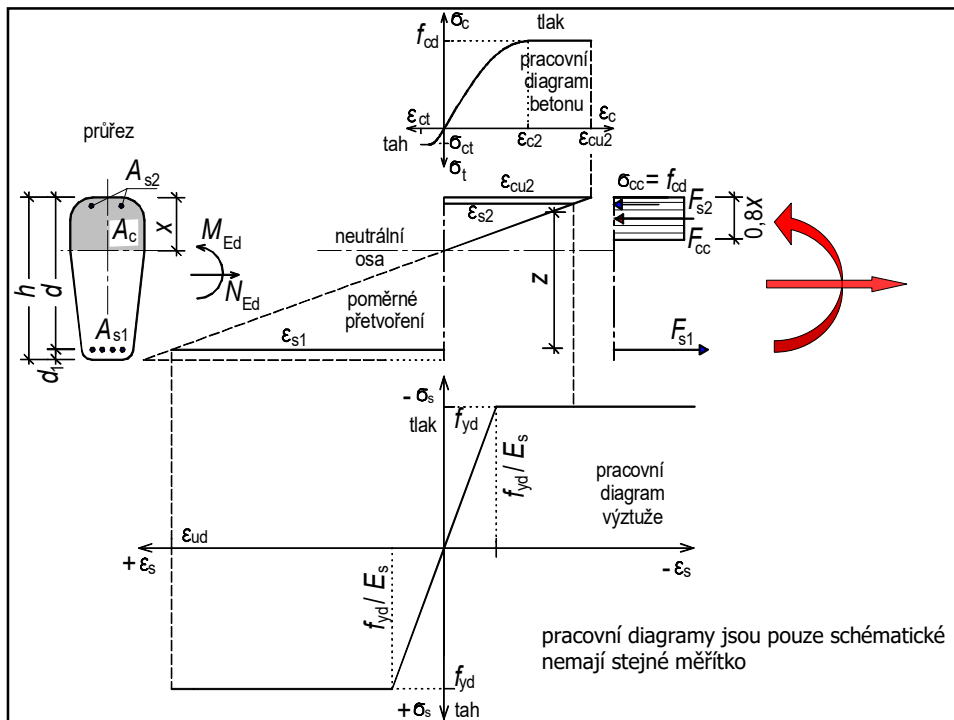
VELKÁ VÝSTŘEDNOST

$$x > x_{bal,1} \Rightarrow \epsilon_{s1} < \epsilon_{yd}$$

$$\Rightarrow \sigma_{s1} < f_{yd}$$

$$\sigma_{s1} = ??$$

MALÁ VÝSTŘEDNOST



předpoklady výpočtu MEZNÍ ÚNOSNOSTI

- zachování rovinnosti průřezu po přetvoření (poměrné přetvoření je lineárně závislé na vzdálenosti od neutrální osy)
- beton a výztuž spolupůsobí (zajištěno soudržností)

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{cs}$$
 poměrné přetvoření výztuže je rovno poměr. přetvoření přilehlých vláken betonu
- působení betonu v tahu se zanedbává
- napětí v tlačeném betonu se určí z idealiz. návrhového pracovního diagramu
volba - rovnoměrné rozdělení napětí
- napětí ve výztuži se určí z idealiz. návrhového pracovního diagramu
volba – s vodorovnou větví bez omezení ε_s

pro betony třídy do C50/60

$\epsilon_{cu} = 0,0035$

0,8x

- při MSÚ je dosaženo mezního poměrného přetvoření alespoň v jednom z materiálů
 - v krajních tlačných vláknech betonu ϵ_{cu}
 - v max. namáhané tažené výztuži ϵ_{su}

65

výpočet bodů interakčního diagramu

0 ... dostředný tlak ČSN EN 1992-1-1 $e_0 = h / 30$
 $\geq 20 \text{ mm}$

1 ... $\epsilon_{s1} = 0$
(pomocný bod, zpřesňující tvar int. diagr.)

2 ... rozhraní mezi malou a velkou výstředností

3 ... prostý ohyb

4 ... $\epsilon_{s2} = 0$

5 ... dostředný tah

66

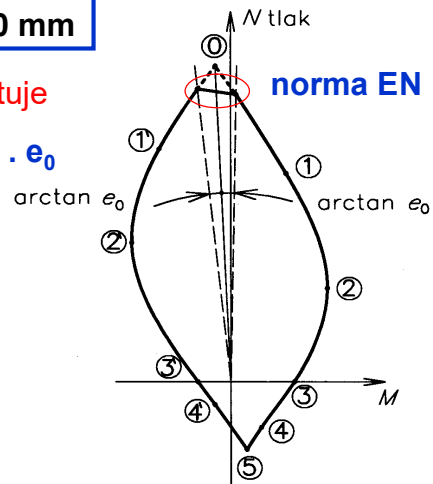
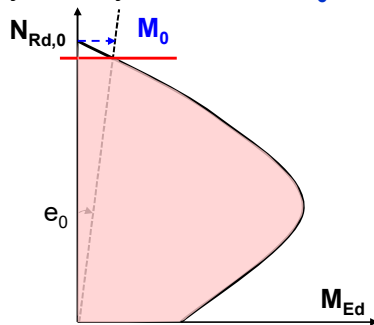
Výpočet bodů interakčního diagramu

oříznutí ID - náhodná excentricita

- minimální výstřednost: $e_0 = h / 30$
 $\geq 20 \text{ mm}$

⇒ dokonalejší dostředný tlak neexistuje

- výstředný moment: $M_0 = N_{Rd,0} \cdot e_0$



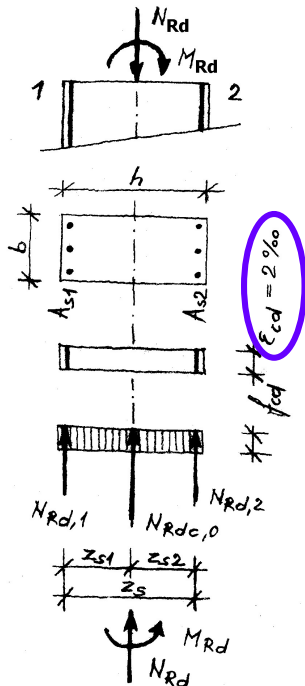
DOSTŘEDNÝ TLAK

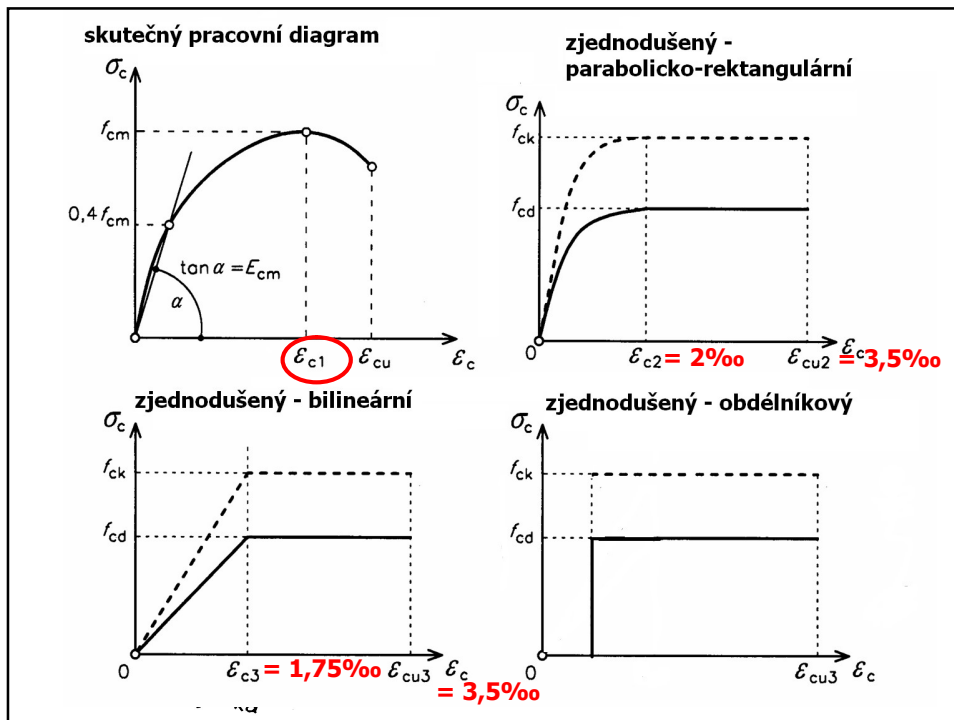
rovnoměrné stlačení
a napětí v průřezu

v tlaku je beton
i obě výztuže

přihlížíme k možné
nehomogenitě průřezu

⇒ minimální výstřednost
tlakové normálové síly ... e_0





interakční diagram

průřezu namáhaného kombinací normálové síly a ohybového momentu

Tlak $N < 0$; tah $N > 0$.

$\epsilon_0 = h / 30 > 20 \text{ mm}$

$F_{s1} = A_{s1} f_{sd}$

$F_{s2} = A_{s2} f_{sd}$

$\Delta F_s = (A_{s2} - A_{s1}) f_{sd}$

0

$N_{Rd0} = -(b h \eta f_{cd} + \sum A_s \sigma_s)$

$M_{Rd0} = (A_{s2} z_2 - A_{s1} z_1) \sigma_s$

$\sigma_s = \epsilon_{s2} E_s \leq f_{yd}$

1

$N_{Rd1} = -(b d \eta f_{cd} + F_{s2})$

$M_{Rd1} = \lambda b d \eta f_{cd} 0,5(h - \lambda d) + F_{s2} z_2$

$d \geq \xi_{bal,2} d_2 \Rightarrow \sigma_{s2} = f_{yd}$

2

$N_{Rd,bal} = -(\lambda \xi_{bal,1} b d \eta f_{cd} + \Delta F_s)$

$M_{Rd,bal} = \lambda \xi_{bal,1} b d \eta f_{cd} 0,5(h - \lambda \xi_{bal,1} d) + F_{s1} z_1 + F_{s2} z_2$

$\xi_{bal,1} d \geq \xi_{bal,2} d_2 \Rightarrow \sigma_{s1} = \sigma_{s2} = f_{yd}$

3

$N_{Rd} = 0$

$M_{Rd} = \text{mez únosnosti při namáhání ohybem, výztuž tažená } A_{s1}, \text{ tlačená } A_{s2} - \text{ viz kap. 4}$

4

$N_{Rd,bal} = F_{s1}$

$M_{Rd,bal} = F_{s1} z_1$

5

$N_{Rd0} = F_{s1} + F_{s2}$

$M_{Rd0} = F_{s1} z_1 - F_{s2} z_2$

1'

$N_{Rd1} = -(b d \eta f_{cd} + F_{s1})$

$M_{Rd1} = -\lambda b d \eta f_{cd} 0,5(h - \lambda d) - F_{s1} z_1$

$d \geq \xi_{bal,2} d_1 \Rightarrow \sigma_{s1} = f_{yd}$

2'

$N_{Rd,bal} = -(\lambda \xi_{bal,1} b d \eta f_{cd} - \Delta F_s)$

$M_{Rd,bal} = -\lambda \xi_{bal,1} b d \eta f_{cd} 0,5(h - \lambda \xi_{bal,1} d) - F_{s1} z_1 - F_{s2} z_2$

$\xi_{bal,1} d \geq \xi_{bal,2} d_2 \Rightarrow \sigma_{s1} = \sigma_{s2} = f_{yd}$

3'

$N_{Rd} = 0$

$M_{Rd} = \text{mez únosnosti při namáhání ohybem - výztuž tlačená } A_{s1}, \text{ tažená } A_{s2}$

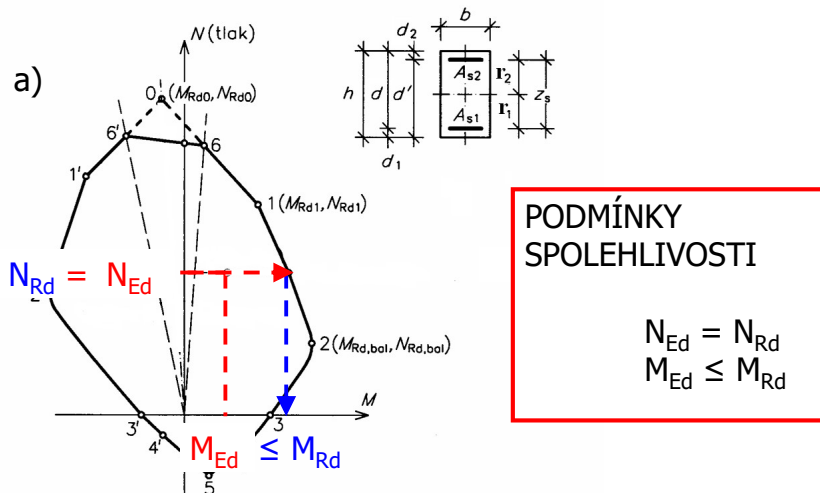
4'

$N_{Rd,bal} = F_{s2}$

$M_{Rd,bal} = -F_{s2} z_2$

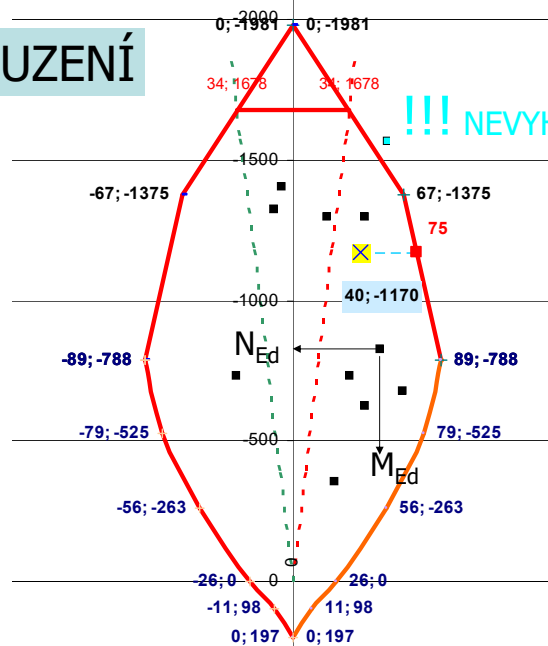
POSOUZENÍ

- a) výpočtem - bez sestavení interakčního diagramu
 b) graficky - výpočet bodů interakčního diagramu a jeho vykreslením



71

POSOUZENÍ



72

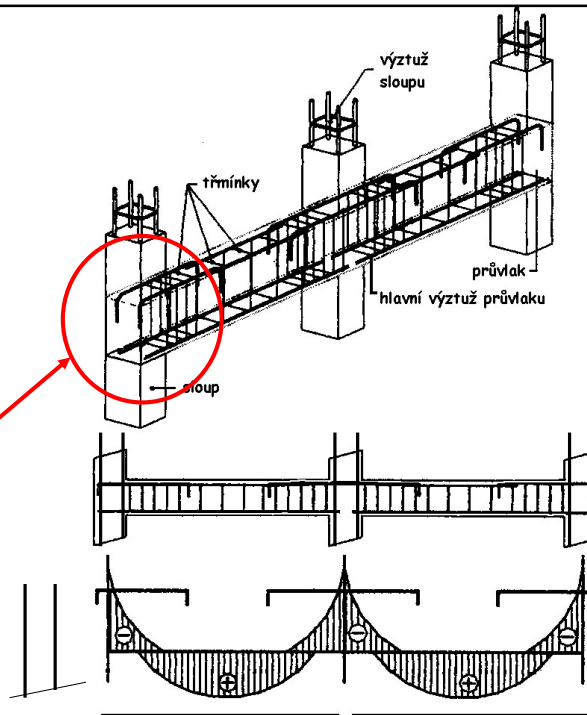
VYZTUŽOVÁNÍ RÁMŮ

- sloupy
- příčle (průvlaky) } zakreslování
(výkresy výztuže)
 - odděleně
 - společně
- styčníky – stykování výztuže
pracovní spáry

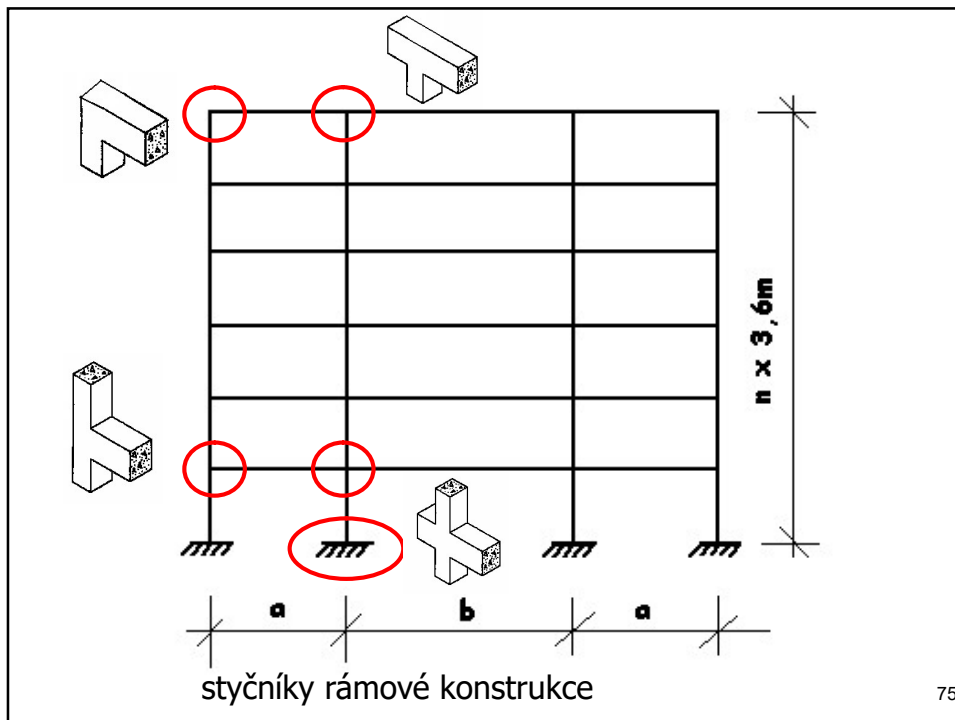
73

výztuž příčle
a sloupů
rámu

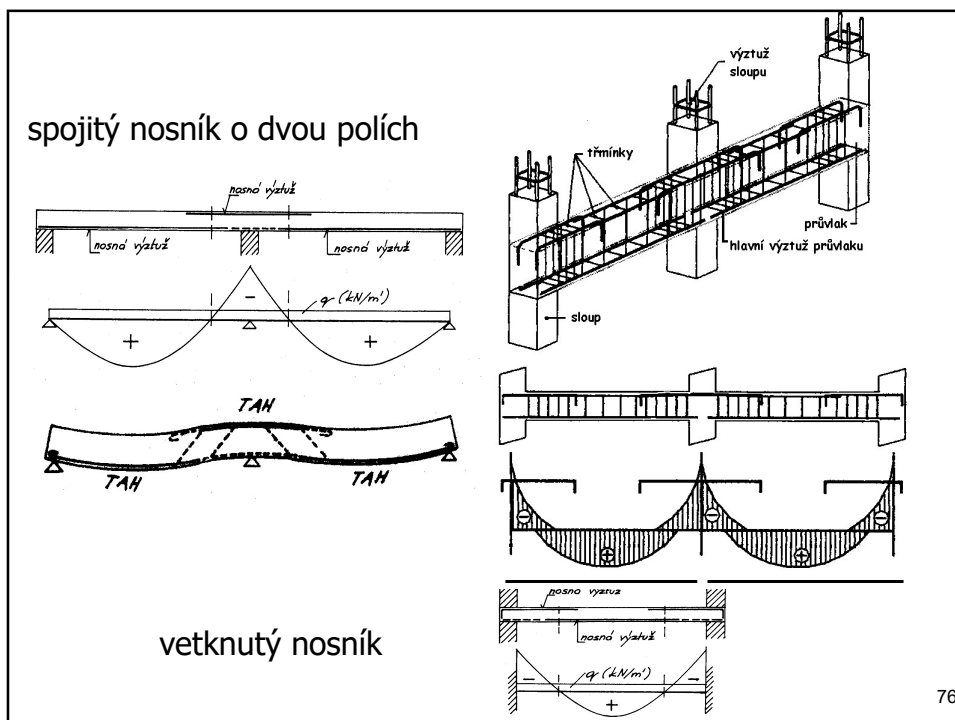
styčníky



74



75



76

Průvlaky - navrhování

MSÚ - ohyb - **VÝZTUŽ NA OHYBOVÉ MOMENTY**

- smyk - VŽDY musí mít příčnou výztuž

=> **TŘMÍNKY**

(viz pomůcka pro cvičení BZ1A)

- kroucení - viz samostatná prezentace

MSP

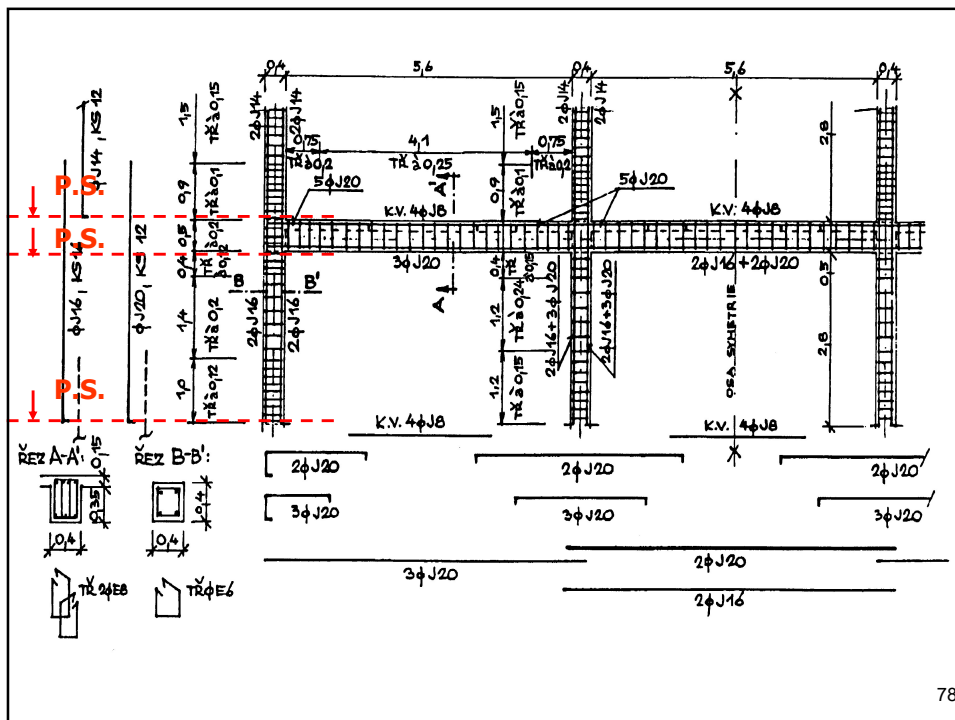
Konstrukční zásady (nutno dodržet VŽDY !)

- krytí, kotvení, stykování

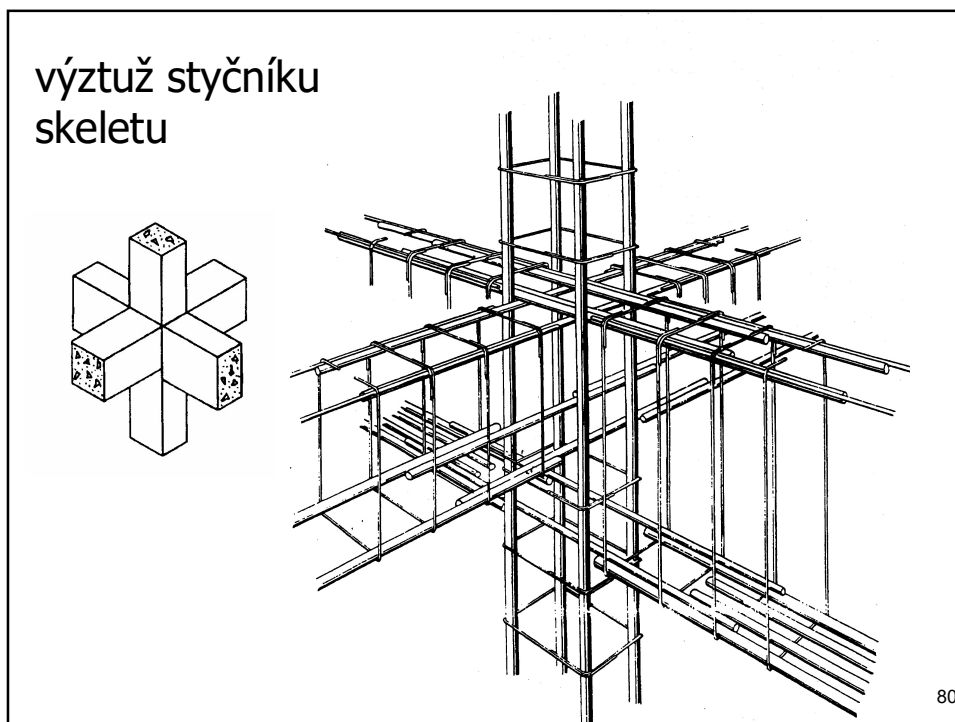
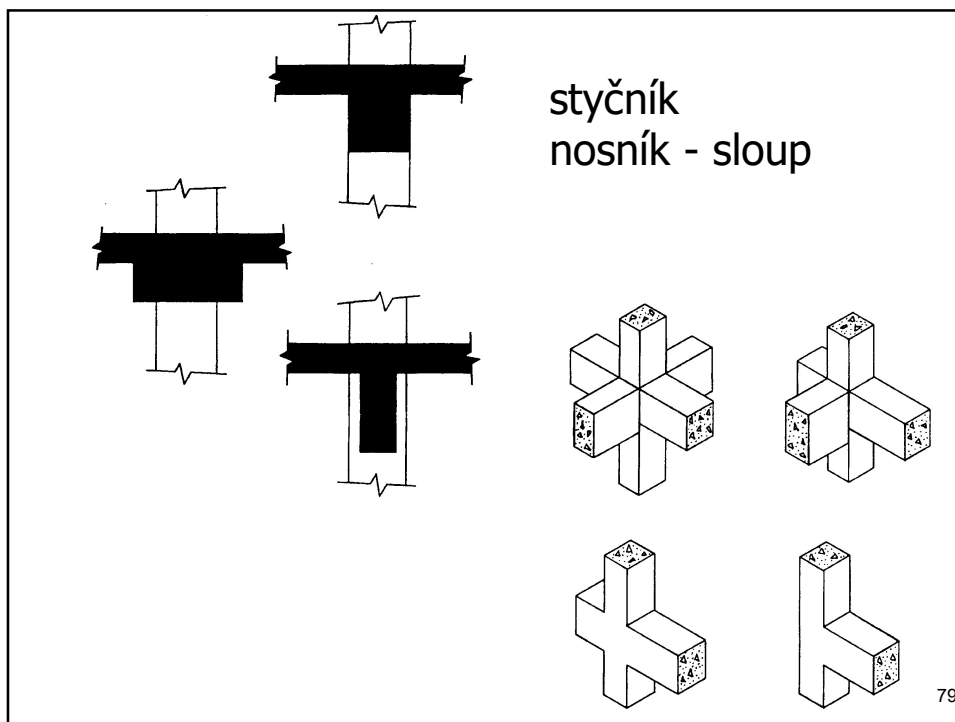
- podélná výztuž: vzdálenosti výztuže, min.plochy

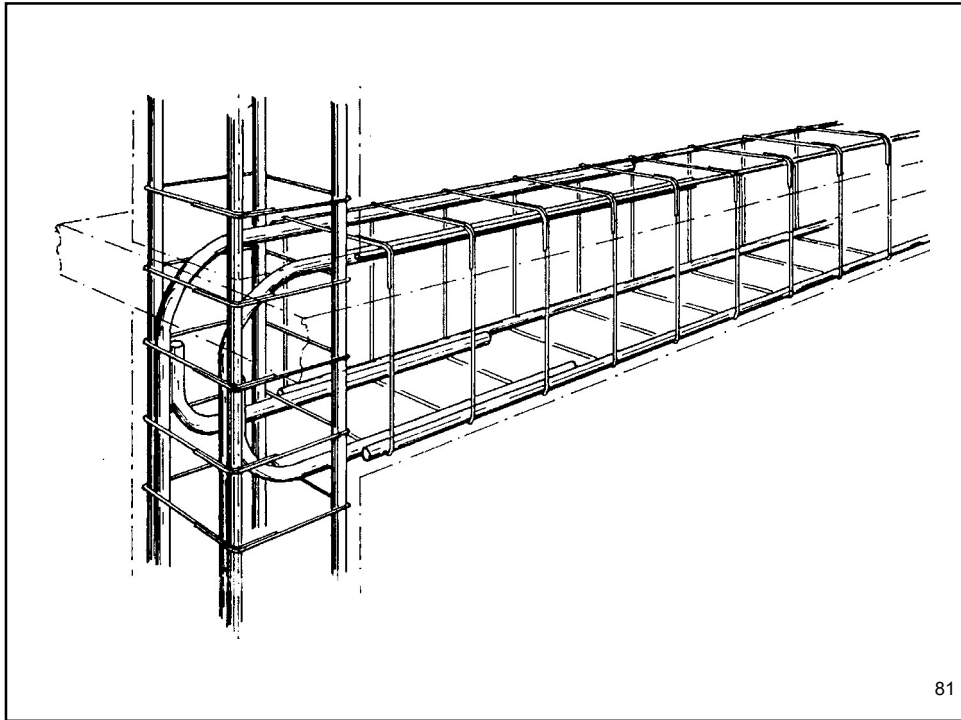
- třmínky: vzdálenosti, min.stupeň vyztužení

77

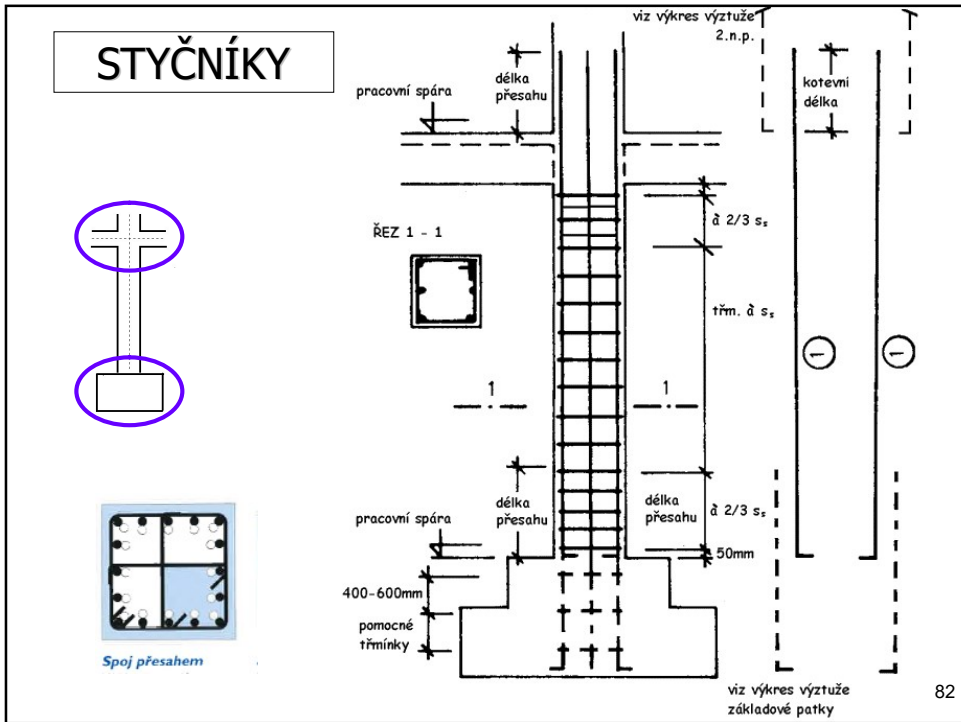


78



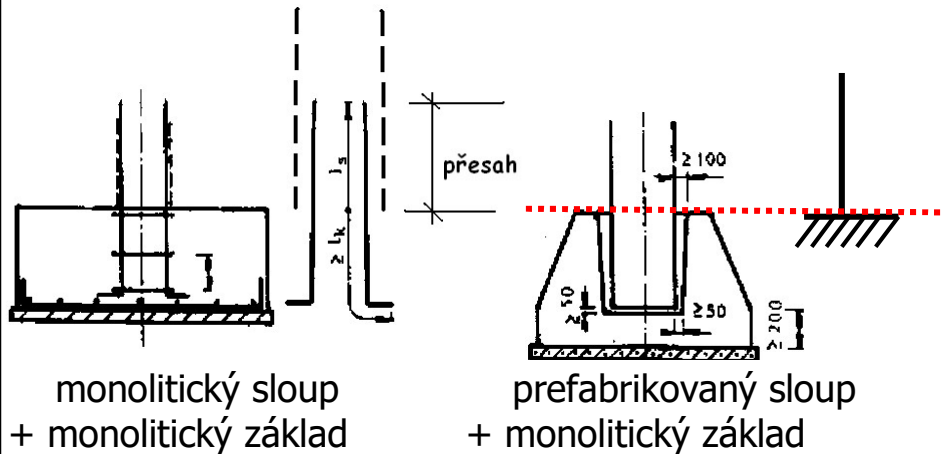


81



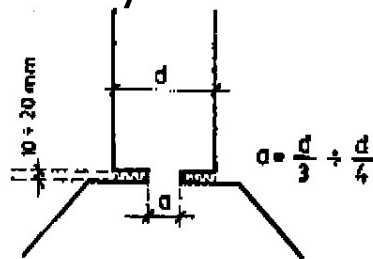
82

vetknutí sloupu do základu

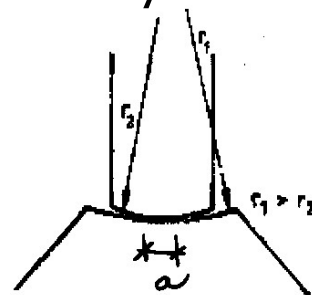


83

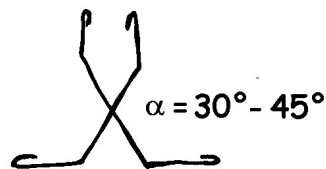
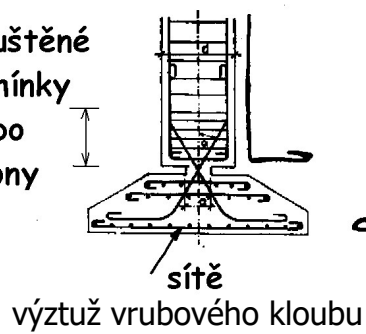
vrubový kloub



válcový kloub

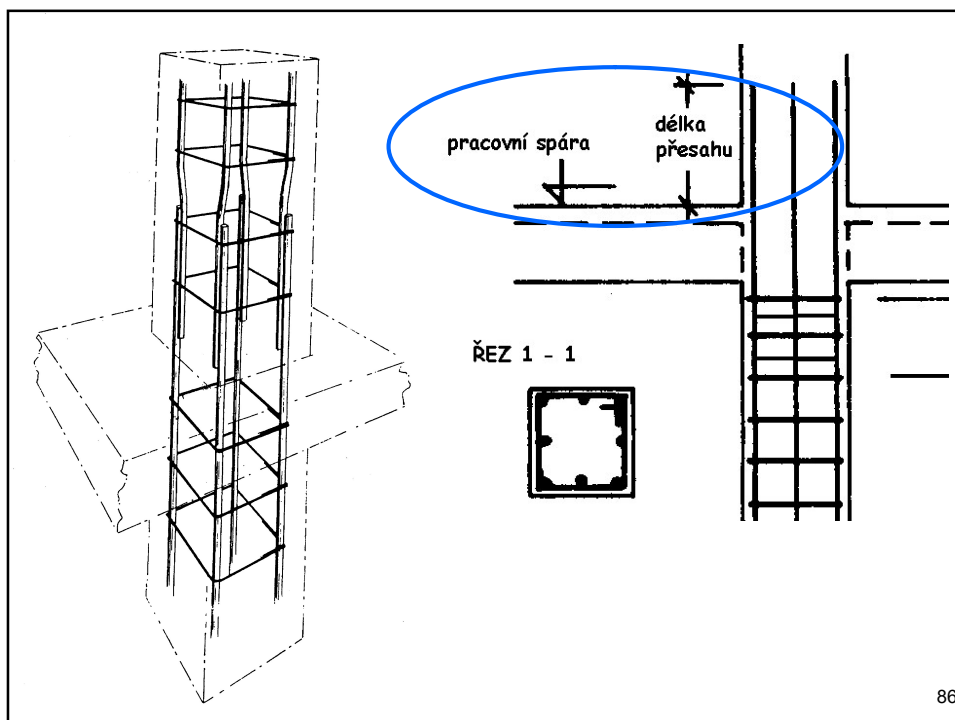
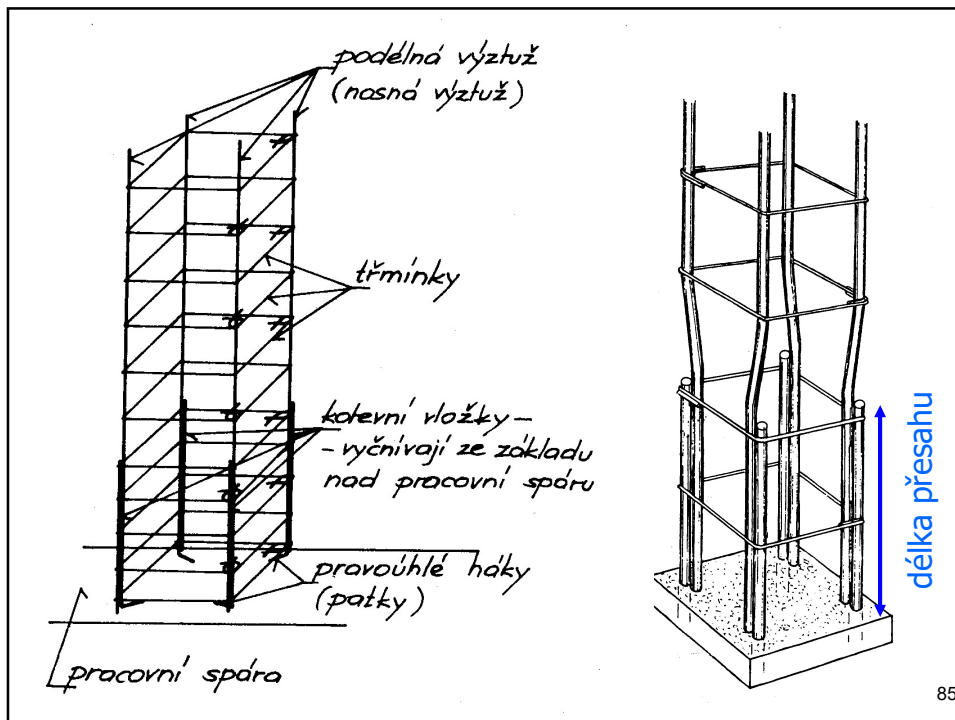


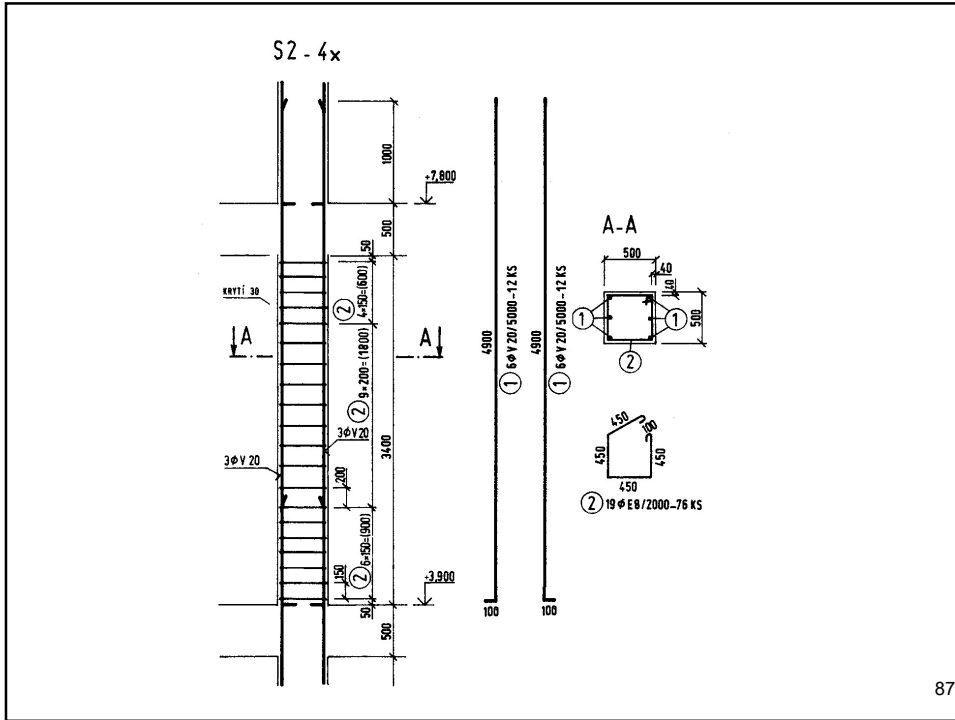
zhuštěné
třmínky
nebo
spony



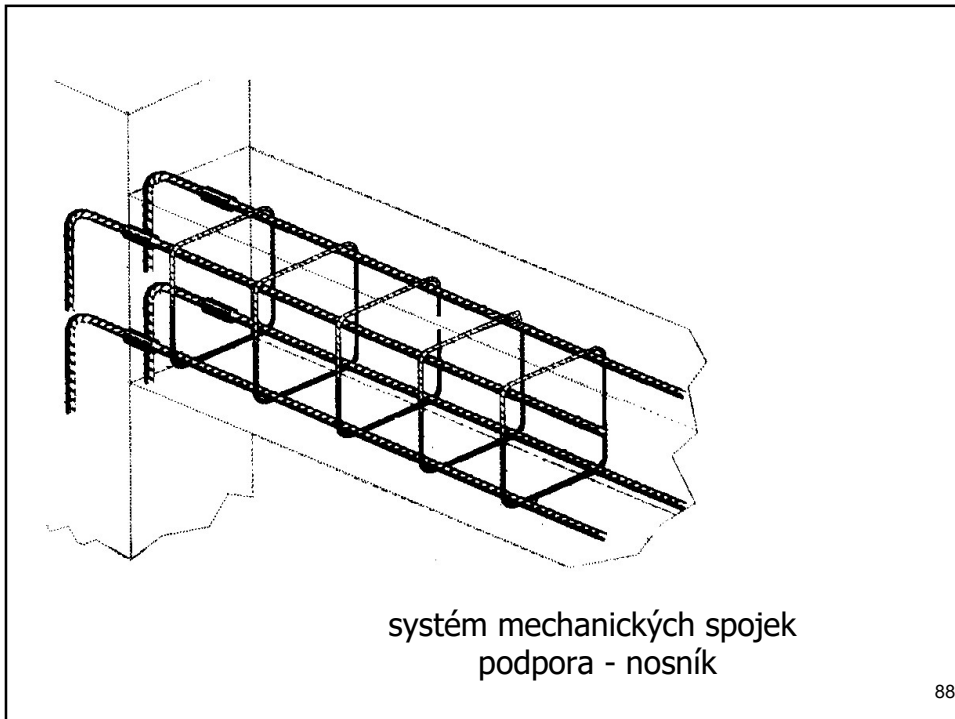
é uložení
sloupu na základ

84

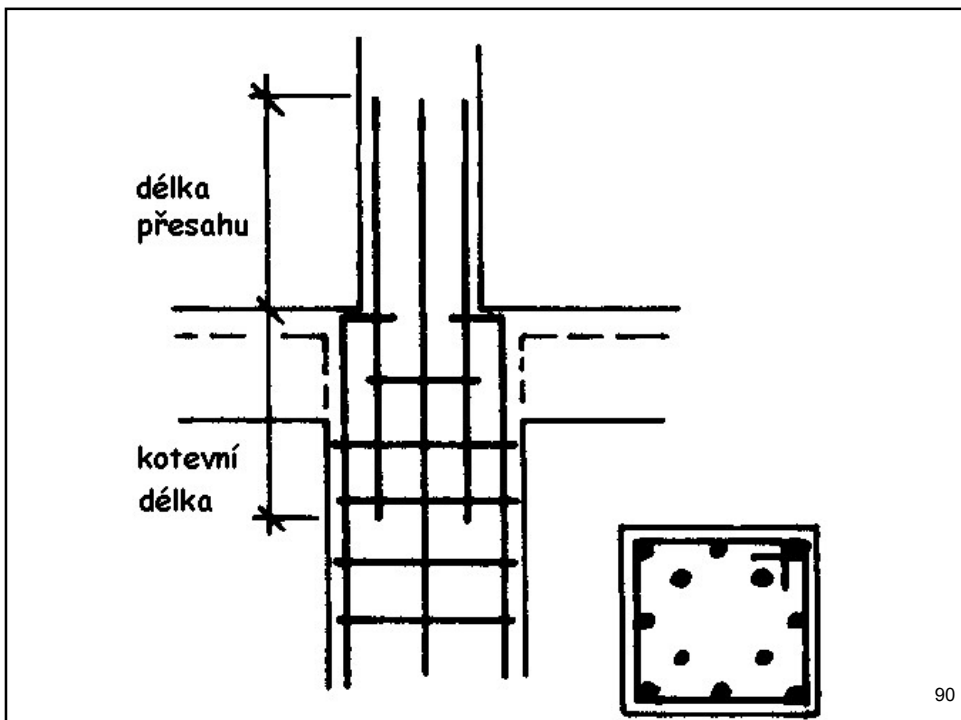
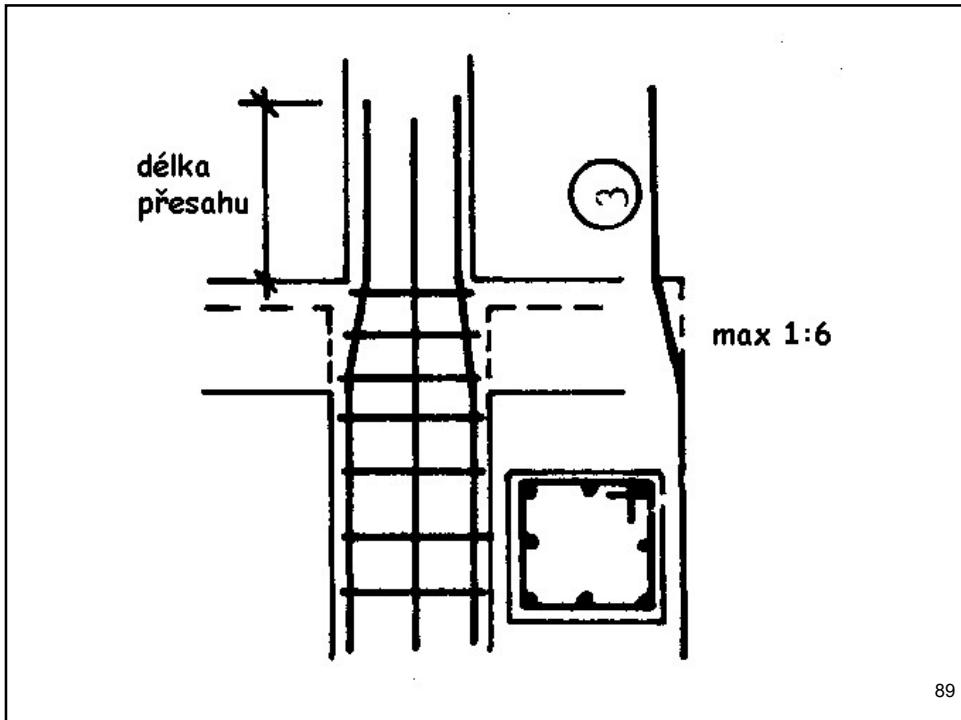


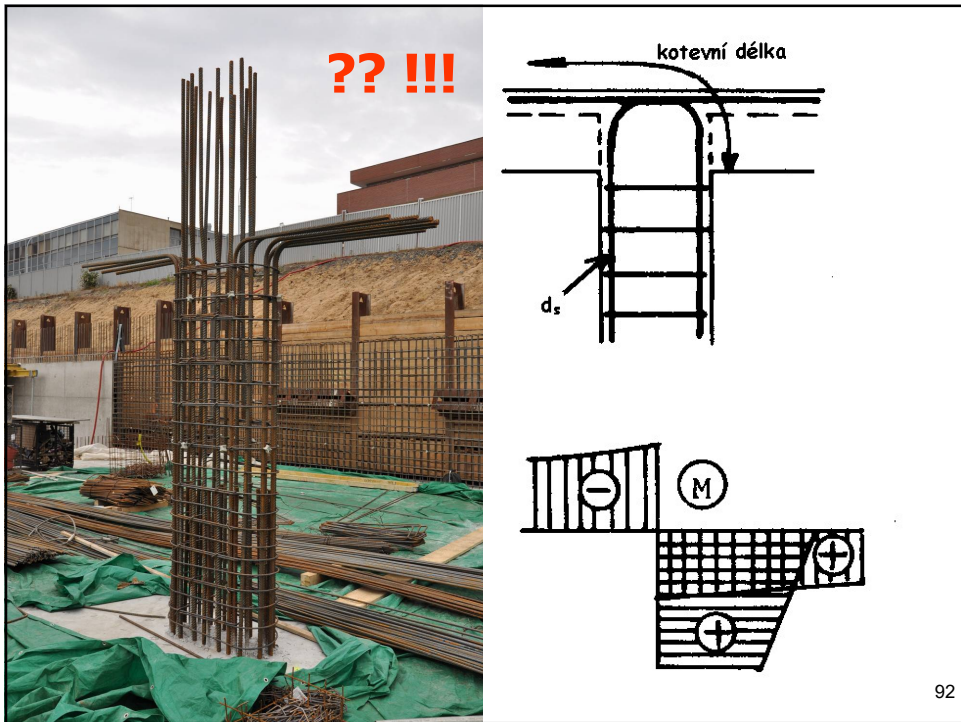
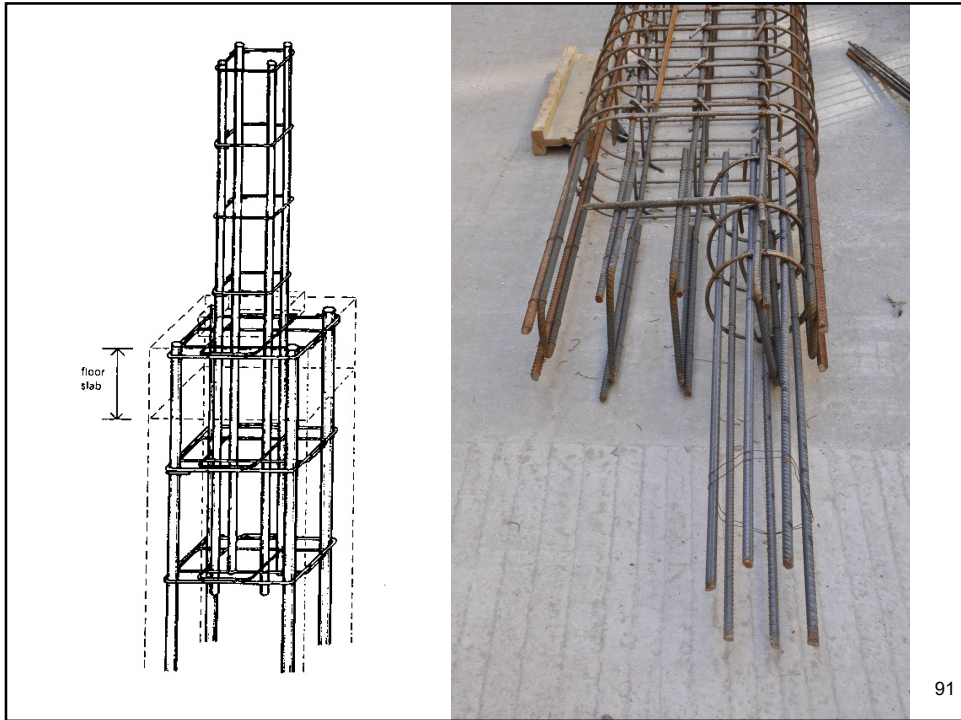


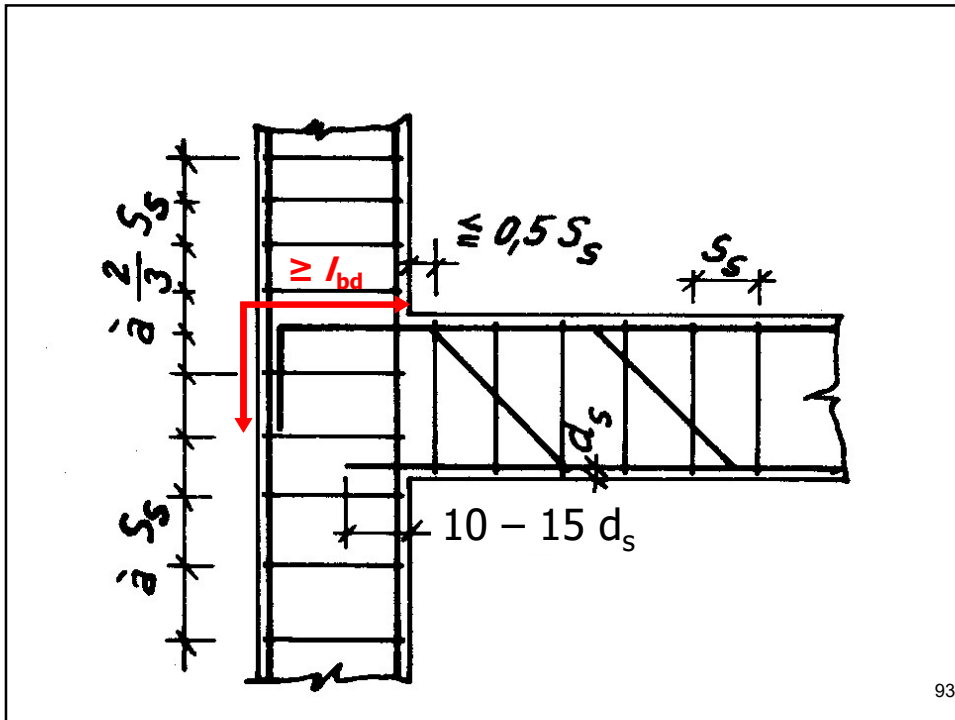
87



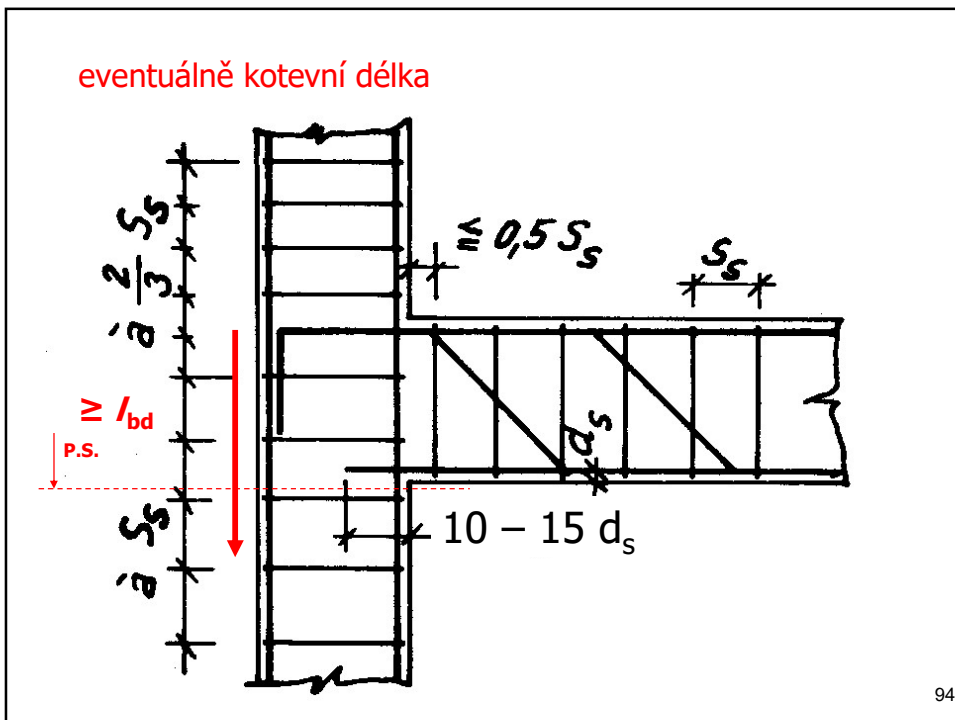
88







93



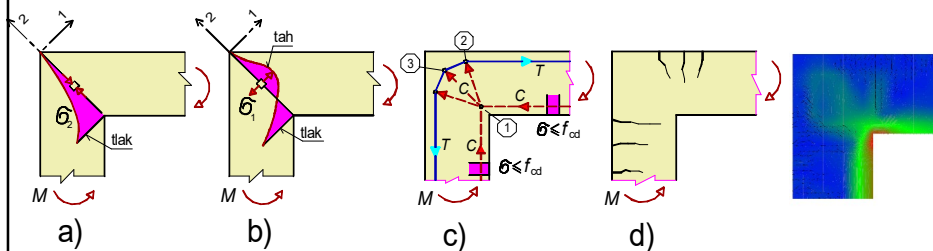
94

RÁMOVÉ ROHY - D-oblasti

dělíme na - rámové rohy s kladným momentem

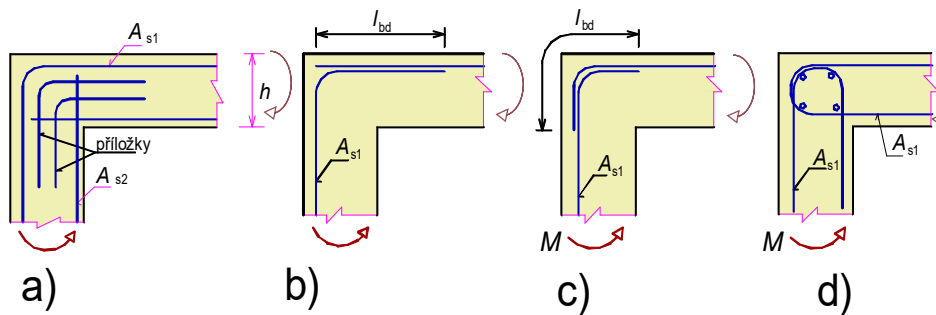
- rámové rohy se záporným momentem

Rámové rohy se záporným ohybovým momentem

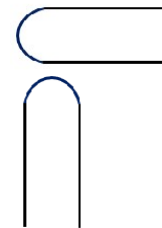


95

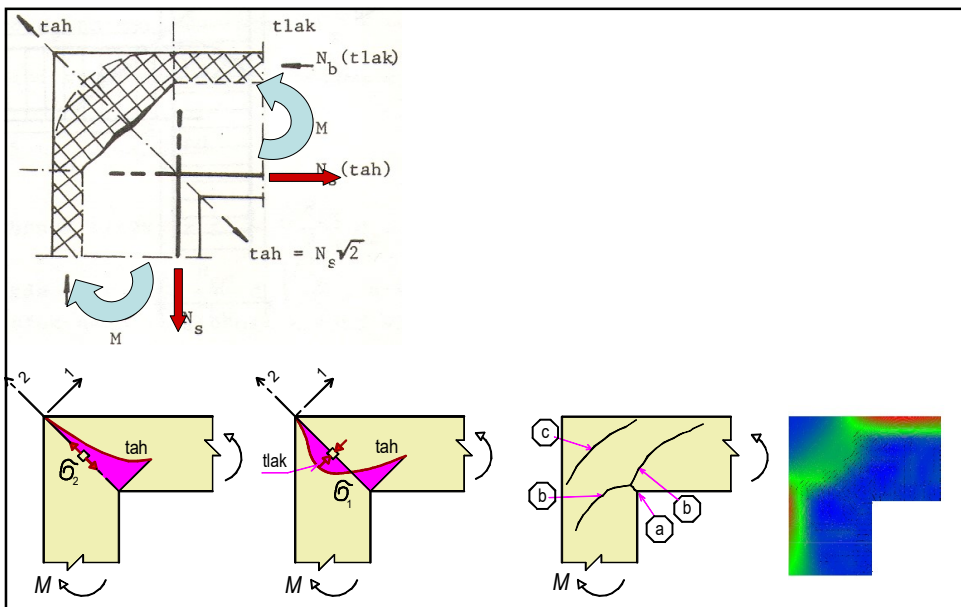
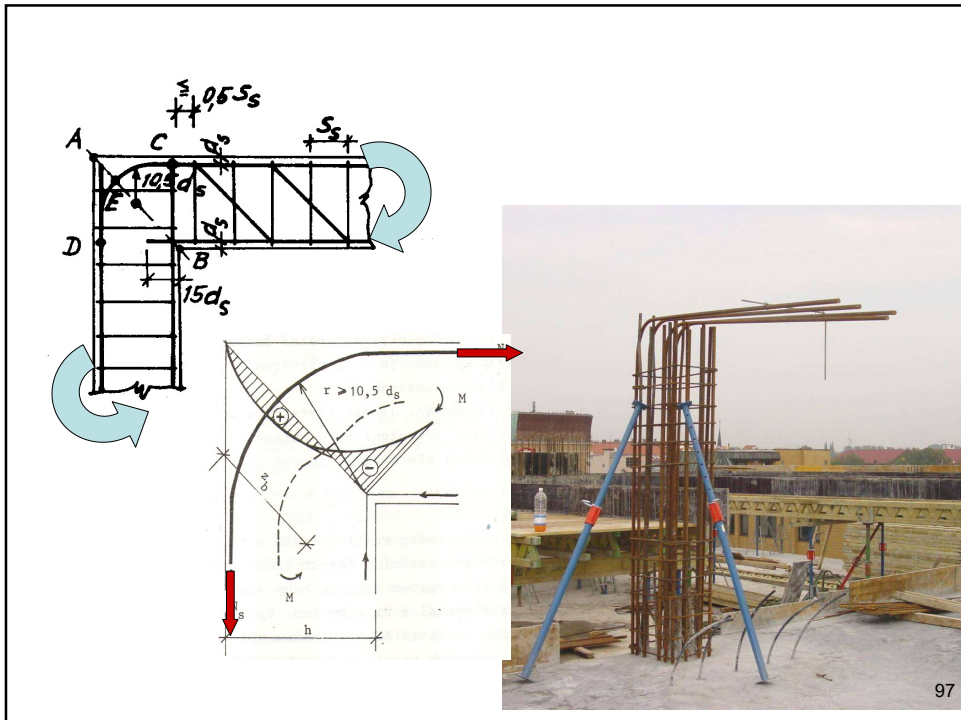
Rámové rohy se záporným ohybovým momentem



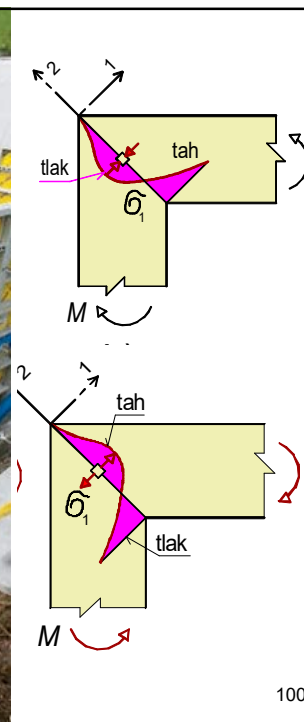
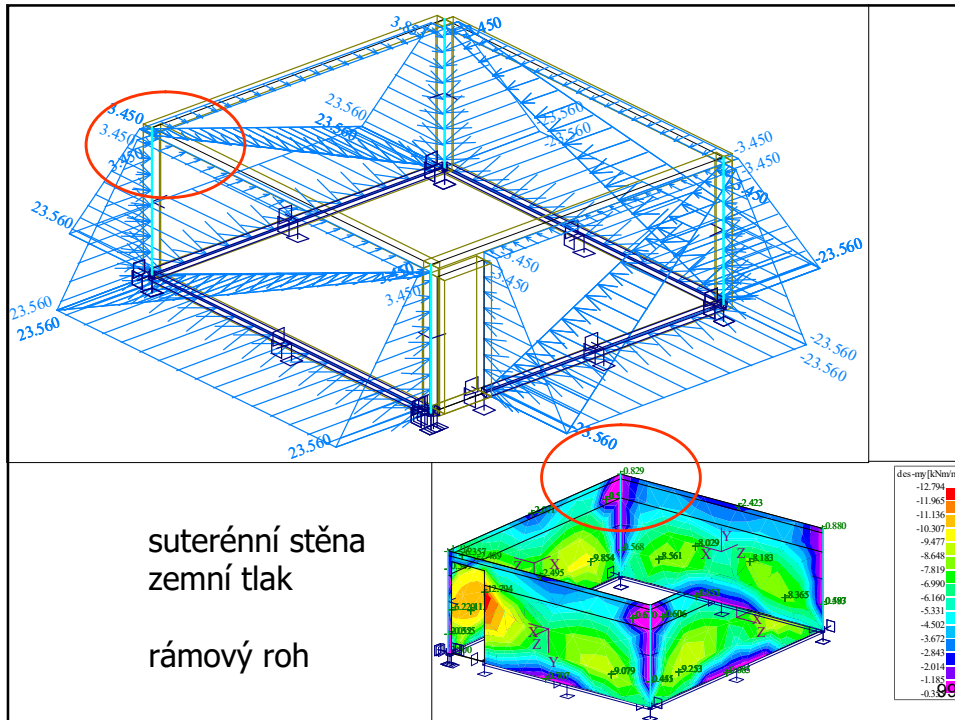
Principy vyztužení rohu



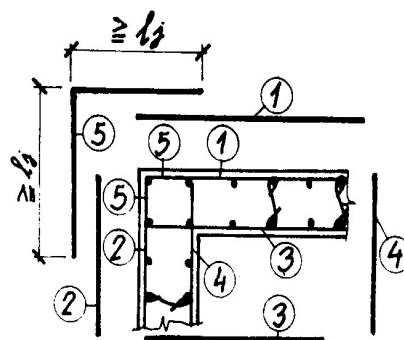
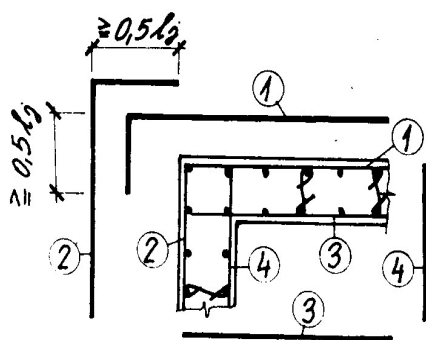
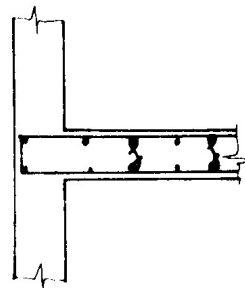
96



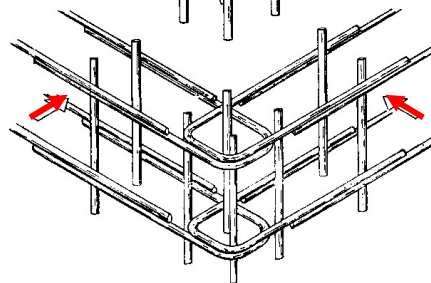
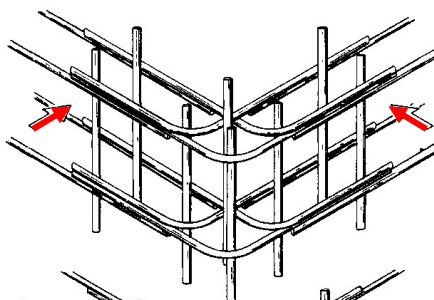
Průběh vnitřních sil a trhlin rámového rohu s kladným ohybovým momentem (rozevívá roh)



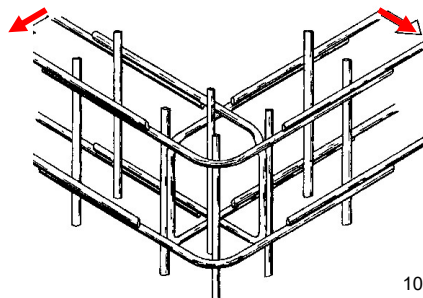
detaily vyztužení



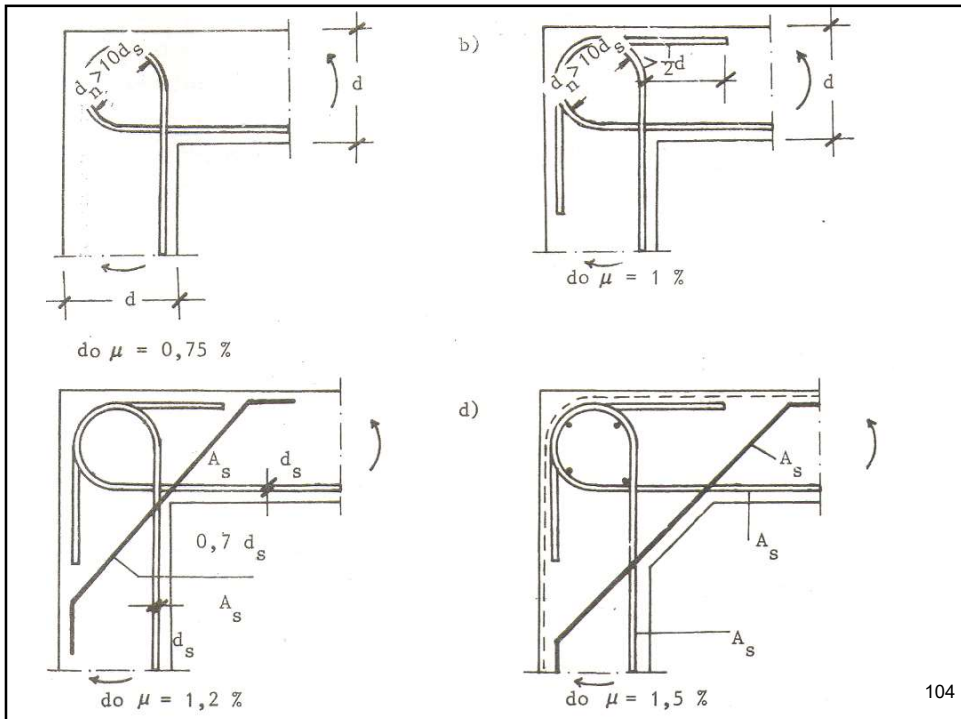
101

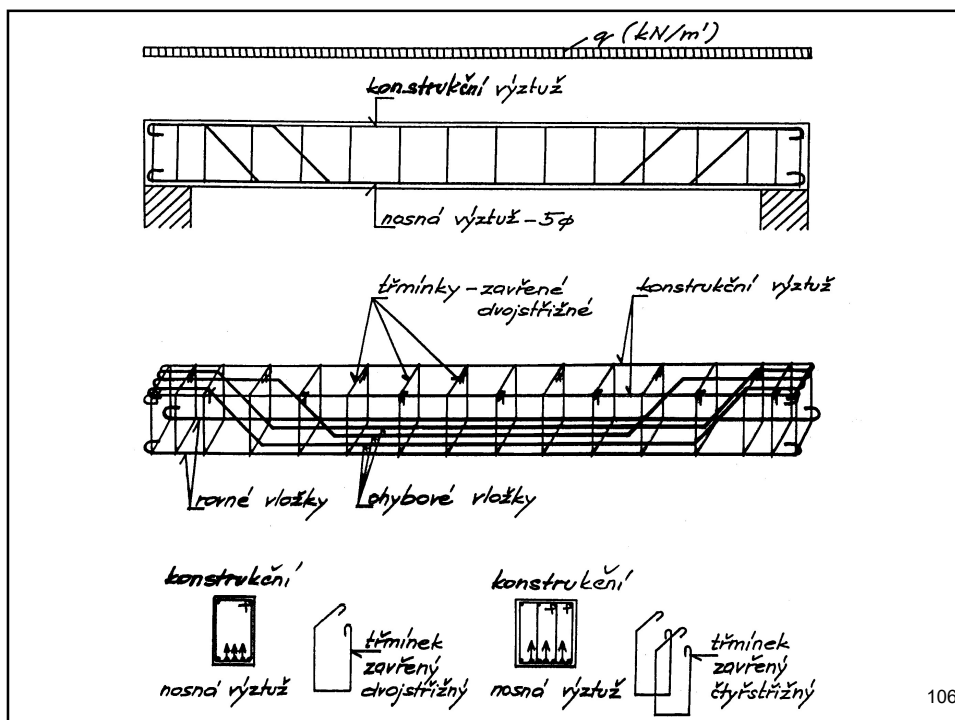
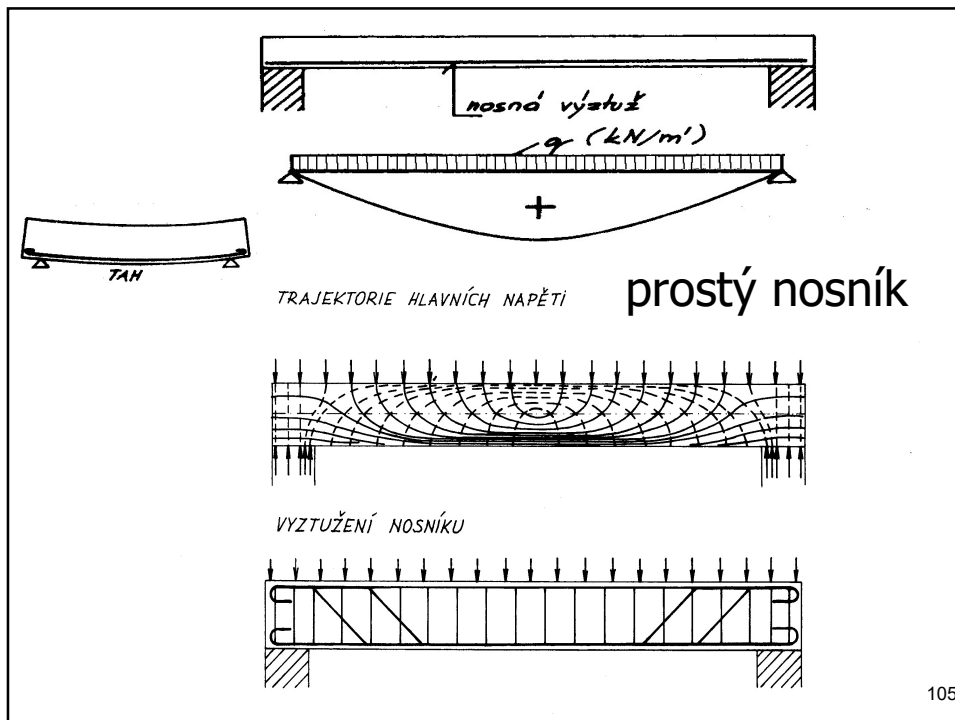


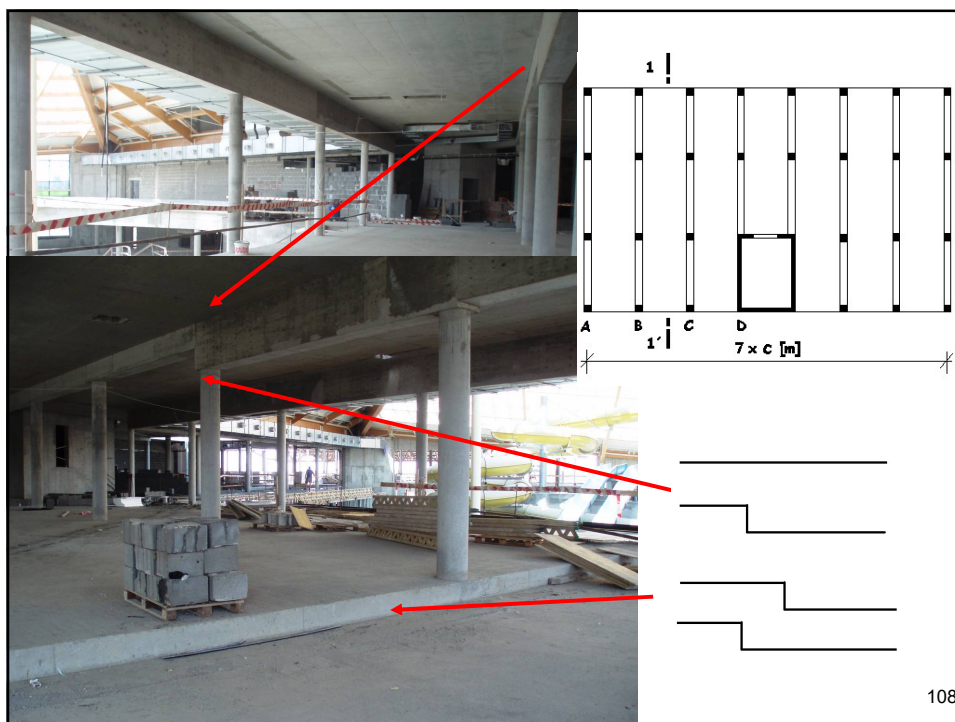
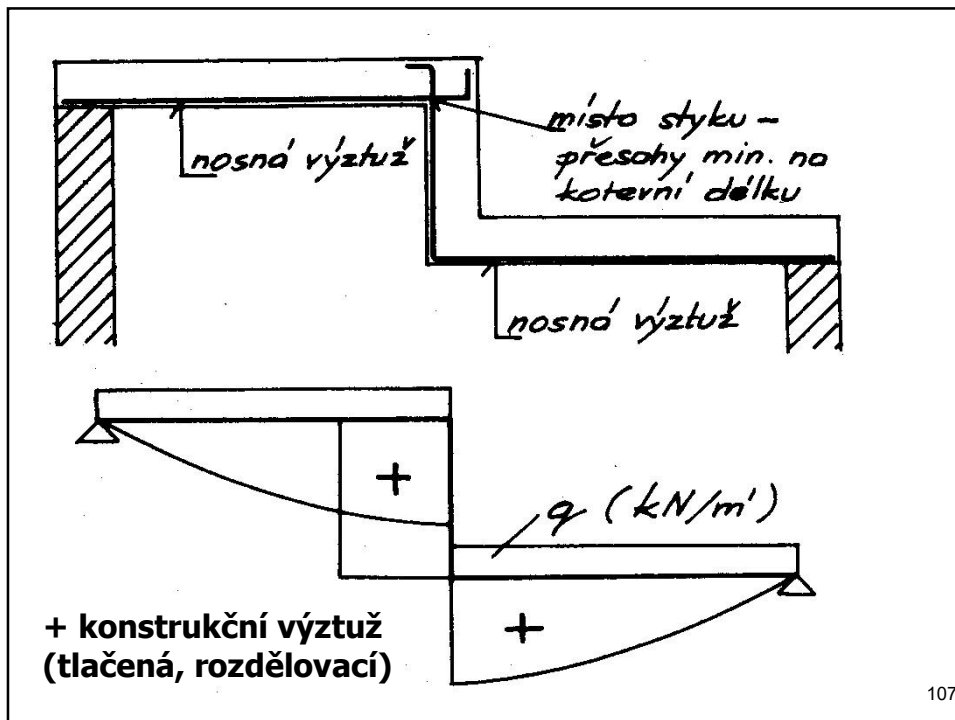
výztuž stěn v rozích



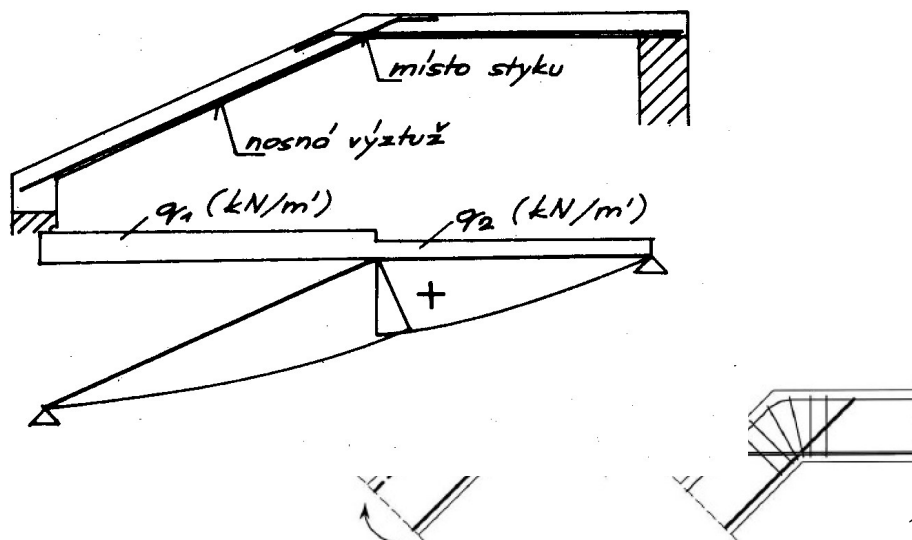
102





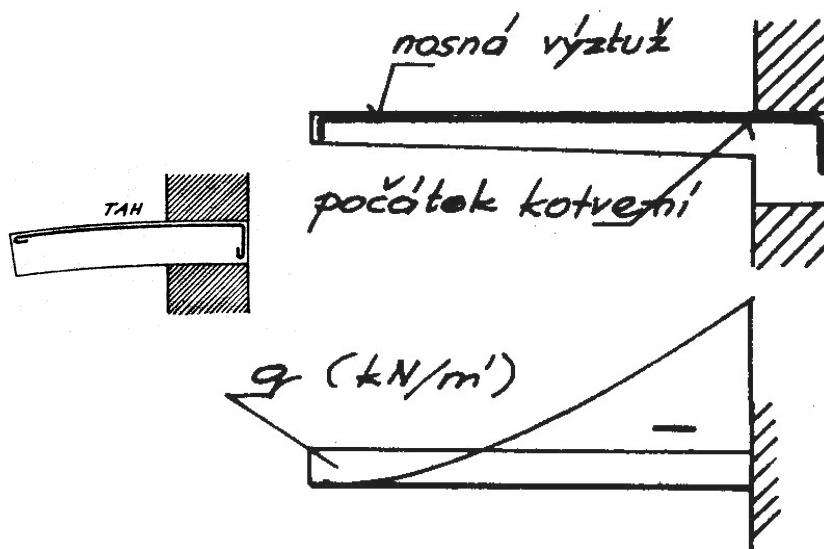


zalomená prostá deska - schodiště



109

konzola



110

