

KOVOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE 2

Přednášky:

1. Ocelové konstrukce - halové stavby
2. Ocelové konstrukce - haly velkých rozpětí
3. Ocelové konstrukce - patrové budovy
4. Ocelové konstrukce - vysoké budovy
5. Ocelové konstrukce - ocelové a ocelobetonové mosty, lávky
6. Ocelové konstrukce - předběžný návrh prvků ocelových nosných konstrukcí
7. Dřevěné konstrukce - úvod, historie DK, vlastnosti dřeva, dřevo a výrobky na bázi dřeva
8. Dřevěné konstrukce - navrhování - tah, tlak, ohyb, smyk, průhyb; zatížení
9. Dřevěné konstrukce - spoje, ochrana proti znehodnocení a požáru
10. Dřevěné konstrukce - rovinné a prostorové dřevěné konstrukce, patrové budovy, haly
11. Dřevěné konstrukce - historie, krovy, stropy, zesilování
12. Dřevěné konstrukce - předběžný návrh prvků dřevěných nosných konstrukcí

3. Ocelové konstrukce – patrové budovy

Obsah přednášky:

1. Zásady návrhu, dispoziční řešení patrových budov
2. Stropní konstrukce
3. Sloupy
4. Patky sloupů
5. Kotvení do základů
6. Ztužidla patrových budov
7. Shrnutí

1. Zásady návrhu, dispoziční řešení patrových budov













1. Zásady návrhu, dispoziční řešení patrových budov

Ocelové skelety budov

Zatížení : stálé, proměnné, mimořádné

- svislé: stálé, užité na stropy a střechy, sních
- vodorovné: vítr, imperfekce soustavy, seismické účinky

a) Patrové budovy

- cca do 30 pater – dominuje svislé zatížení

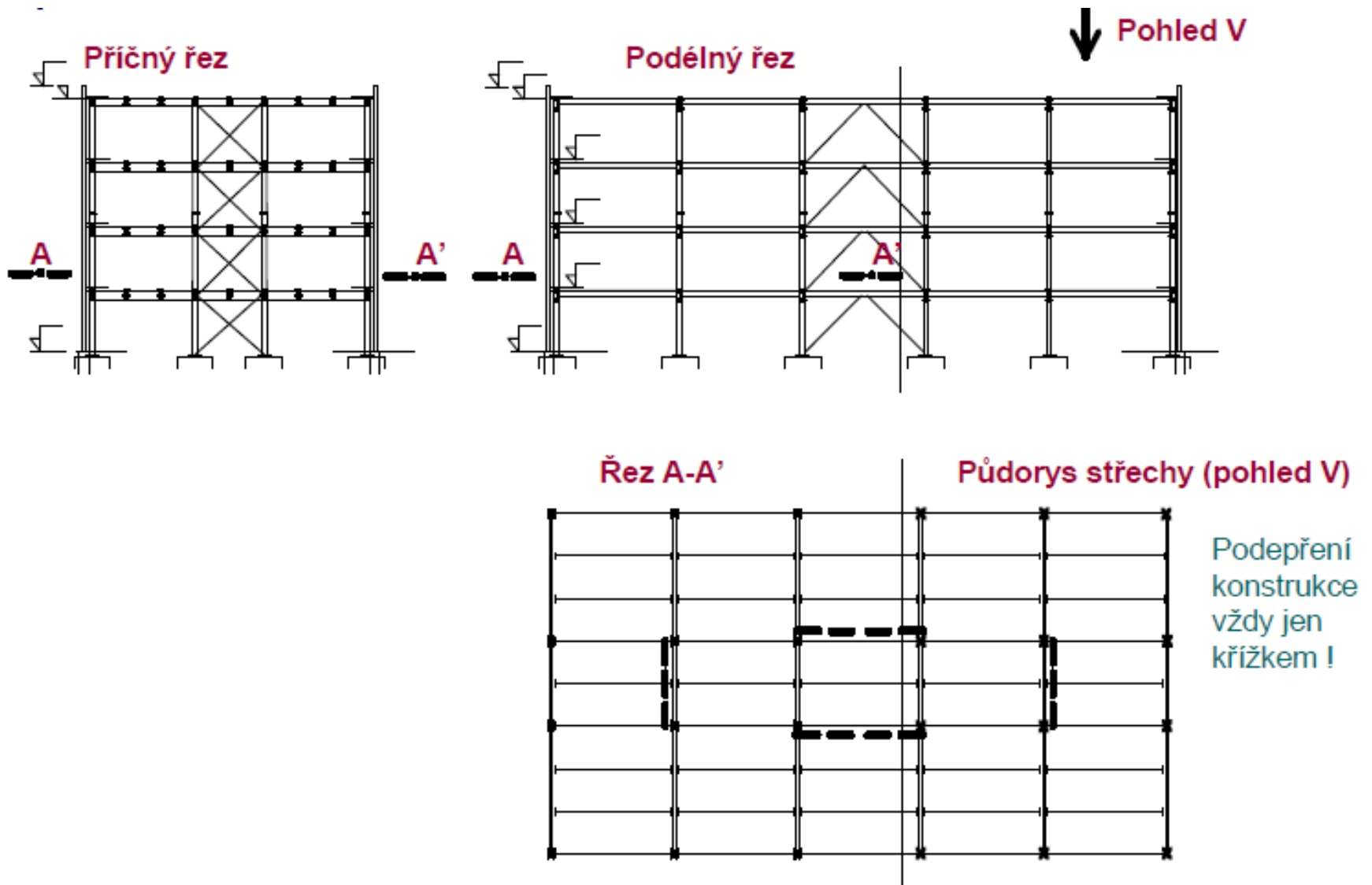
b) Vysoké budovy

- dominují vodorovné síly a průhyby, uvážit dynamické účinky větru apod.

40 – 60 pater: postačují obvyklé systémy
(ztužení uvnitř budov)

> 60 pater: speciální systémy
(s patrovými pásy, trubkové konstrukce,
megakonstrukce, hybridní konstrukce, uvážit tlumiče
kmitání apod.)

Způsob kreslení



Dispoziční řešení



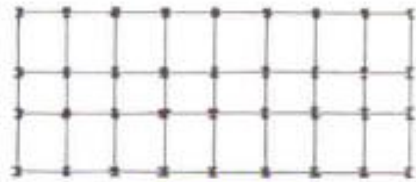
- plyne ze stavební a provozní dispozice → nutná spolupráce projektant vs. statik

Obsahuje:

- rozmístění sloupů v půdorysu
- návrh stropní konstrukce
- rozmístění a návrh ztužidel.

Rozmístění sloupů v půdorysu

- optimální je pravidelná pravoúhlá síť; šikmé přípoje jsou však běžné



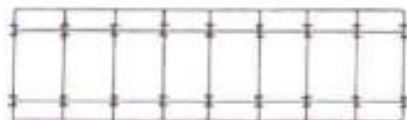
trojtrakt



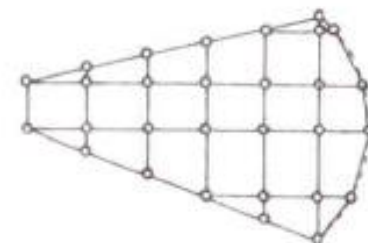
dvojtrakt



jednotrakt

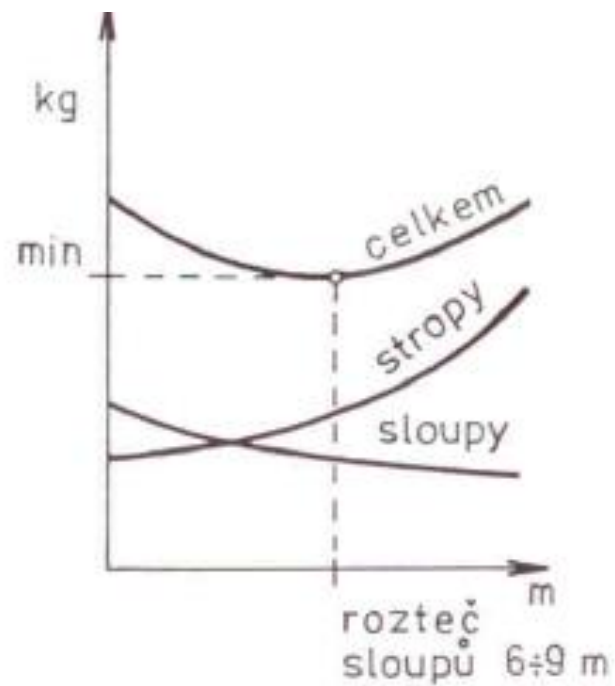


jednotrakt s konzolami



Rozteče sloupů:

- optimální $L = 6 \div 9$ m, tendence až 18 m
- menší rozpětí jsou pro ocel neekonomická



3. Ocelové konstrukce – patrové budovy

Obsah přednášky:

1. Zásady návrhu, dispoziční řešení patrových budov
2. **Stropní konstrukce**
3. Sloupy
4. Patky sloupů
5. Kotvení do základů
6. Ztužidla patrových budov
7. Shrnutí

2. Stropní konstrukce

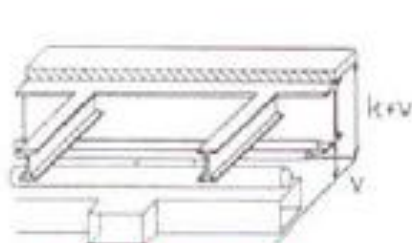
Požadavky na konstrukci stropu:

- statické,
- konstrukční (výška, prostupy TZB ...),
- izolační (akustické, tepelné),
- ekonomické.

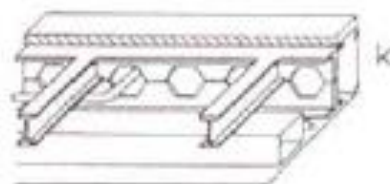
- akustické a ekonomické požadavky jsou protichůdné: hmotnost z akustického hlediska co největší ($> 350 \text{ kg/m}^2$), jinak nutné akustické podhledy

Výška konstrukce:

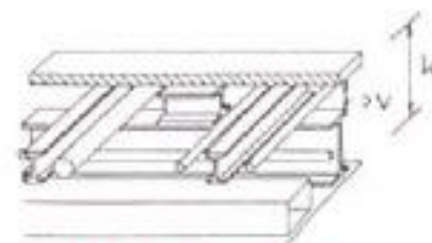
- systémy podle vedení TZB:



**separovaný
(tradiční)**

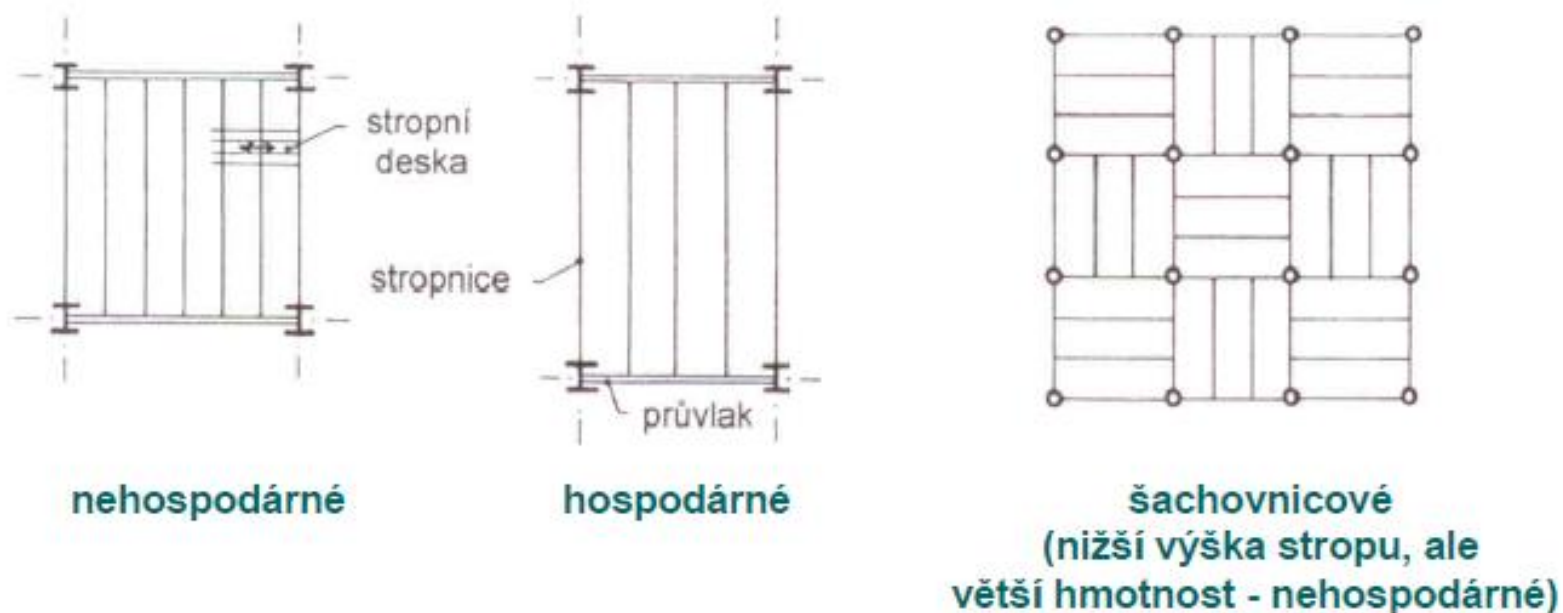


integrováný



**integrováný
("nastavované nosníky")**

a) stropnicový systém (nejobvyklejší)

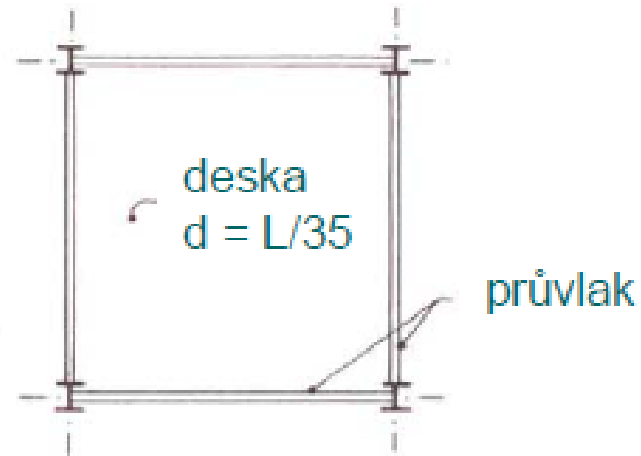


Podle ekonomických studií se doporučuje:

- průvlaky orientovat na měkkou osu sloupu
- volit $L_1 \neq L_2$ a stropnice volit ve směru většího rozpětí
- vzdálenost spřažených stropnic volit cca 2 - 3,5 m (nikoliv < 2 m)

Správný návrh ovlivňuje hmotnost celé budovy! Nejlépe vyhodnotit více alternativ.

b) bezstropnicový systém



Jednoduchý systém ale má řadu nevýhod:

- těžká konstrukce → jen pro malá rozpětí (do 4,5 m)
- vyšší konstrukční výška (zapuštěné jsou pracné)

Výhodná je ale moderní modifikace, tzv. štíhlý strop (slim floor):



Části stropní konstrukce



- Stropní deska

- železobetonové monolitické desky
- železobetonové prefabrikované desky
- ocelové stropní desky

- Stropnice

- prosté nosníky
 - spojité nosníky
- } dle statického působení

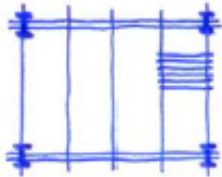
- plnostěnné
 - prolamované
 - příhradové
- } dle provedení nosníku

- Průvlaky

- prosté nosníky
 - spojité nosníky
- } dle statického působení

- plnostěnné
 - prolamované
 - příhradové
- } dle provedení nosníku

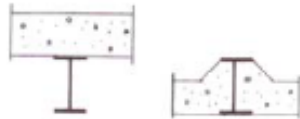
Stropní desky



Požadavky:

- tuhé,
- snadná montáž,
- malá hmotnost (naopak požadavek akustiky).

1. Železobetonové monolitické desky



Nevýhody:

- pracné,
- těžké,
- mokvý proces.

2. Železobetonové prefabrikované desky

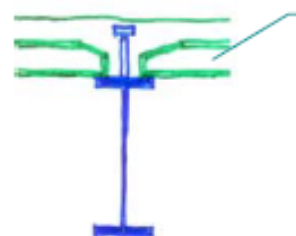
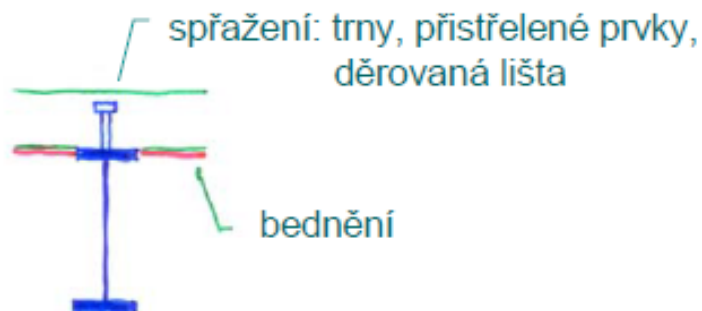


Výhody:

- rychlé,
- mokvý proces jen spáry.

Železobetonové desky jsou obvykle spřaženy s nosníkem:

- úspora oceli (při návrhu cca 25% na modulu ocelového průřezu W),
- zmenšení konstrukční výšky.



- prefabrikované desky,
- filigránové desky
(pro spřažení beton-beton),
- trapézové plechy.

3. Ocelové stropní desky

Různé tenkostěnné plechy za studena tvarované, $t \approx 0,7 \div 2$ mm. Podle výšky:

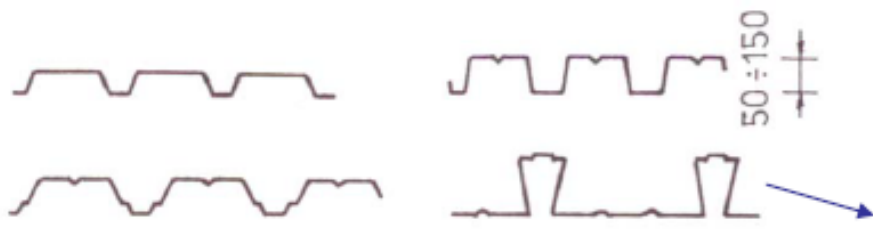
a) Vysoké plechové panely ($h \approx 150 \div 300$ mm):

SD 225
CF 210
TPR 200



- pro bezstropnicové stropy,
- rozpětí až 6 m.

b) Nízké plechové panely ($h \approx 50 \div 150$ mm): tzv. trapézové plechy



- pro běžné stropnicové stropy,
- pro rozpětí až 3 m.

typ Holorib, $h = 51$ mm

Poloha plechů:

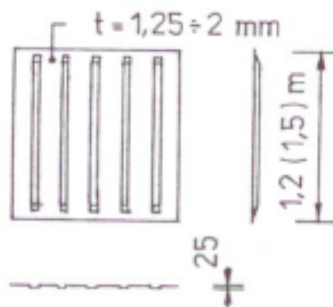


normální - obvykle s větším W_{eff} .



reverzní - betonová deska hmotnější, ale trny získají vyšší únosnost.

c) Rovné plechy s velmi nízkými prolisy (např. typ "Vítkovice")



Působí jako membrána !!



$t \approx 1,25 \div 2$ mm
(přenášejí sílu S , musejí být přivařeny).

Stropnice



Statically evaluate MSÚ, MSP:

δ_{\max} se neomezuje (lze nadvýšit),
 $\delta_2 = L/250$; $f_1 \geq 3$ Hz (popř. $\delta_{\max} \leq 28$ mm),
pro konzoly brát $L = 2 \ell$.

Dimenzování:

- ocelové
- spřažené (obvykle, úspora $\approx 25\%$ oceli):



Statically as simple or continuous beams:



→ lze využít válcovací délku (běžně 12 m).

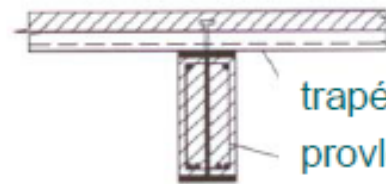
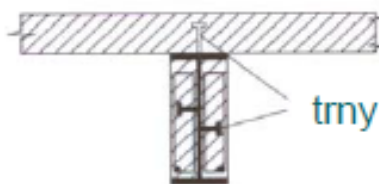
Provedení

a) Plnostěnné

- válcované I (výjimečně U)
- širokopřírubové H, se zabetonovanou stojinou (požární důvod)

$$h \approx L/20 \div L/30$$

$$\rightarrow L < 9 \text{ m}$$



- svařované
- tenkostěnné

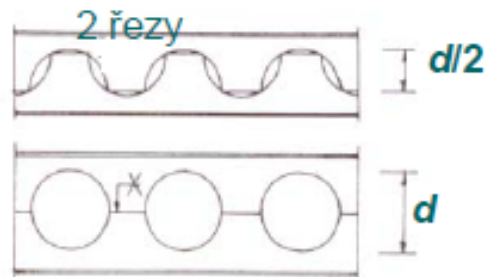
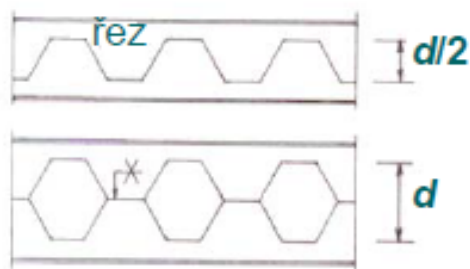
→ velká L

→ lehké stropy, podle výrobce



b) Prolamované (popř. pouze s odlehčujícími výřezy)

L až 15 m



- otvory lze použít pro rozvody TZB,
- estetické důvody.

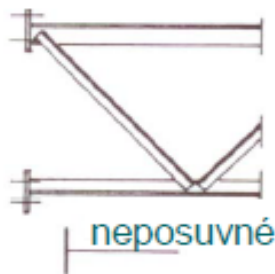
c) Příhradové

$$h \approx L/15 \div L/10 \quad L > 9 \text{ m}$$

příčné řezy

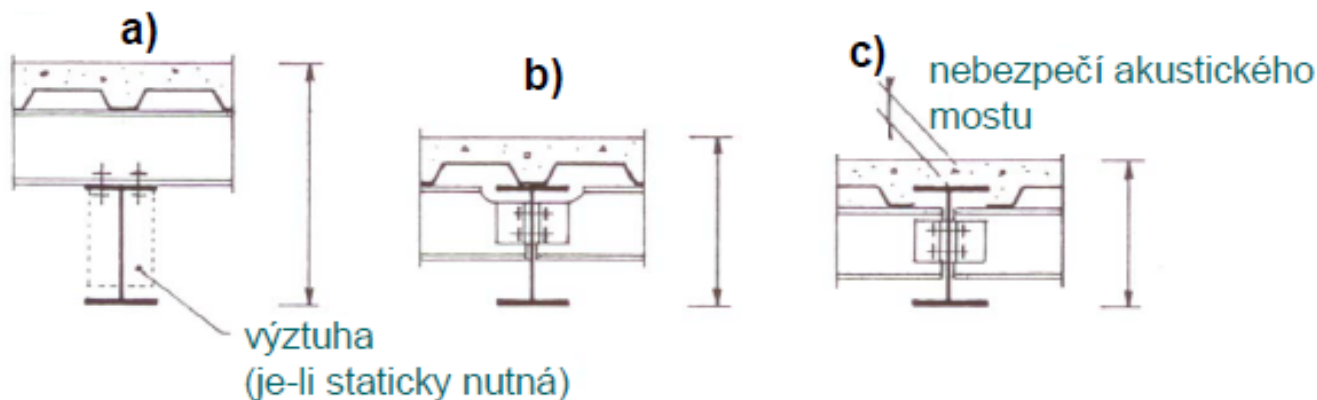


uložení



Přípoj stropnic na průvlak:

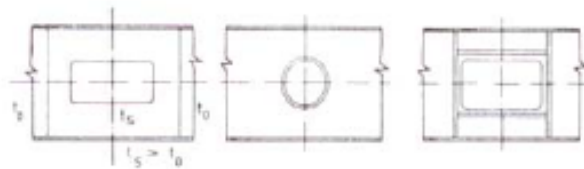
- Uložení shora (jednoduché, snadná spojitost, velká konstrukční výška stropu),
- Zapuštěný přípoj se stejnou úrovní pásnic (obvyklé, detaily dále),
- Zapuštěný přípoj s minimální konstrukční výškou.



Průvlaky (viz dispozici pro vhodnou orientaci ke sloupům)

Statically posoudit MSÚ, MSP:

δ_{\max} se neomezuje (Ize nadvýšit),
 $\delta_2 = L/400$; $f_1 \geq 3$ Hz (popř. $\delta_{\max} \leq 28$ mm),
 pro velké zatížené plochy ($A > 20$ m²) Ize
 užité zatížení redukovat součinitelem α_A .



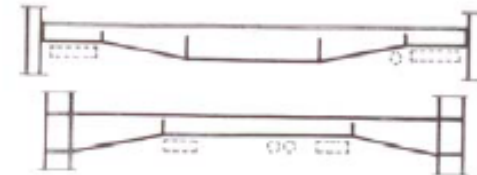
často s výřezy pro rozvody TZB

Dimenzování:

- ocelové,
- spřažené (obvykle, úspora $\approx 25\%$ oceli).

Provedení:

- plnostěnné (často svařované),
- prolamované,
- příhradové.



Statically:

- prosté přípoje ... přípoj na měkkou osu sloupů,
- rámové styky ... přípoj na tuhou osu sloupů.

3. Ocelové konstrukce – patrové budovy

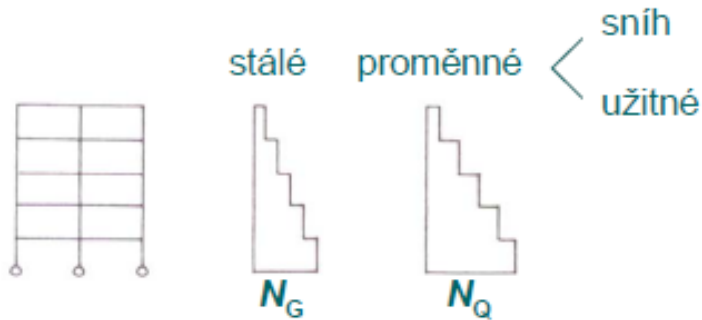
Obsah přednášky:

1. Zásady návrhu, dispoziční řešení patrových budov
2. Stropní konstrukce
3. Sloupy
4. Patky sloupů
5. Kotvení do základů
6. Ztužidla patrových budov
7. Shrnutí

3. Sloupy patrových budov

Namáhání sloupů odpovídá typu vazeb:

a) Sloup netuhé vazby (zejména namáhání N , ohyb jen od excentricit reakcí nosníků)

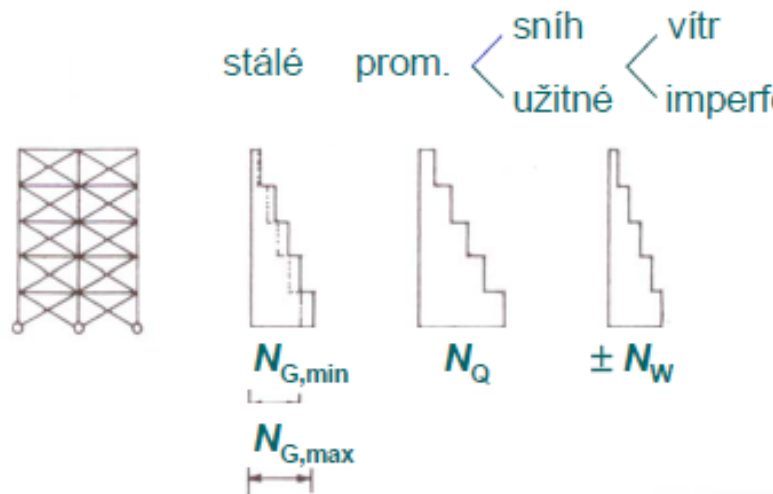


$$N = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \mathbf{G}_{k,j} + \gamma_{Q,1} \mathbf{Q}_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} \mathbf{Q}_{k,i}$$

Pozn.:

Pro více pater ($n > 2$) lze redukovat užité zatížení součinitelem α_n .

b) Sloup příhradového ztužidla (opět zejména namáhání N , ohyb jen od excentricit)



$$N_{\max} = \gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Minimální (pozor na tah, pokud možno vyloučit):

$$N_{\min} = \gamma_{G,\inf} G_k - \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

c) Sloup rámu (namáhání od N , M , V)

Průřezy sloupů



1. Namáhání N

(snaha aby $i_y \approx i_z$)



2. Namáhání N, M_y

N, M_y, M_z



Montážní styky sloupů - umístění:

Umístění určuje:

- a) Výrobní délka : po 2 ÷ 3 patrech (válcovní délka 12, max. 15 m).
- b) Snadná montáž: asi 80 cm nad stropem.
- c) Statické důvody: ve vnější čtvrtině délky (kde $\chi \approx 1$).
- d) Změna průřezu (může však být řešeno jinde, dílenským stykem).

3. Ocelové konstrukce – patrové budovy

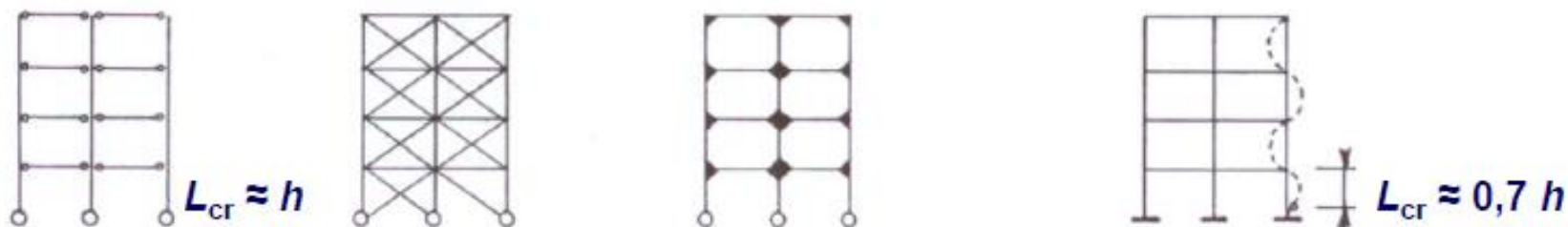
Obsah přednášky:

1. Zásady návrhu, dispoziční řešení patrových budov
2. Stropní konstrukce
3. Sloupy
4. Patky sloupů
5. Kotvení do základů
6. Ztužidla patrových budov
7. Shrnutí

4. Patky sloupů

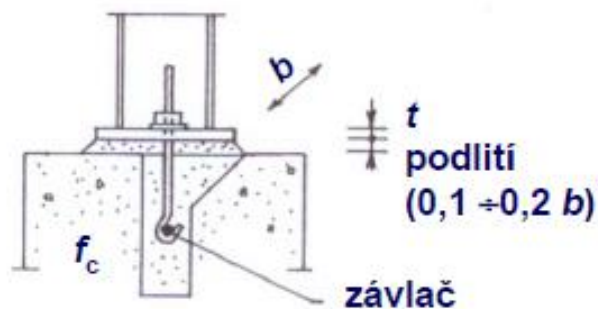
Patka vytváří přechod sloupu na betonový základ.

Statically jsou patky $\left\{ \begin{array}{l} \text{kloubové,} \\ \text{vetknuté (u skeletů výjimečně, jsou uvedeny u hal).} \end{array} \right.$



Kloubové patky

Konstrukčně obvykle netvoří skutečný kloub (natočení jsou malá, $\phi \leq H/500$).

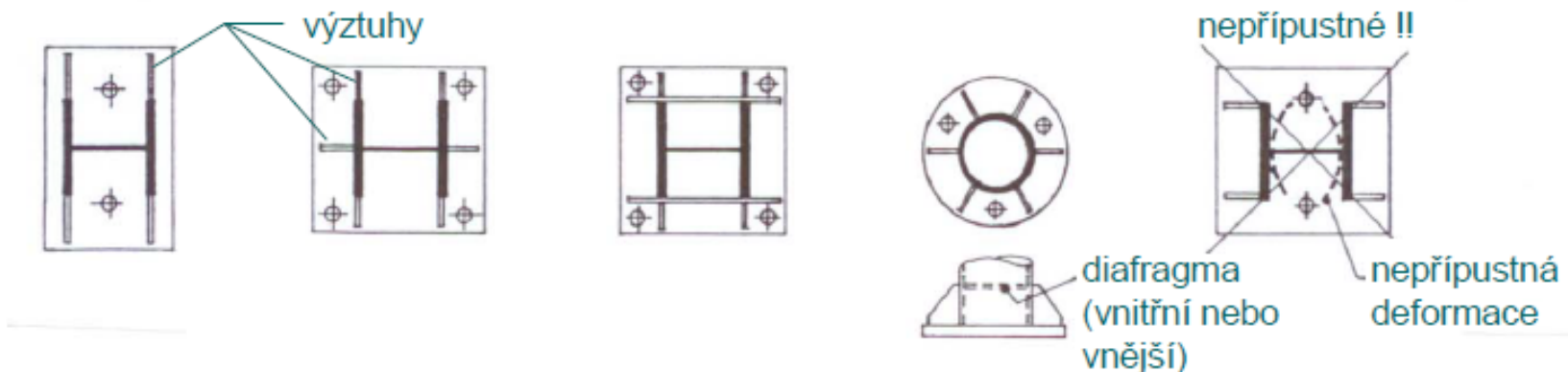


„montážně tuhá“ patka



Vyztužené patky sloupů

Obvykle se volí tloušťka patního plechu $t \leq 50$ mm. Pokud nevyhovuje, navrhuje se vyztužená patka:



3. Ocelové konstrukce – patrové budovy

Obsah přednášky:

1. Zásady návrhu, dispoziční řešení patrových budov
2. Stropní konstrukce
3. Sloupy
4. Patky sloupů
5. Kotvení do základů
6. Ztužidla patrových budov
7. Shrnutí

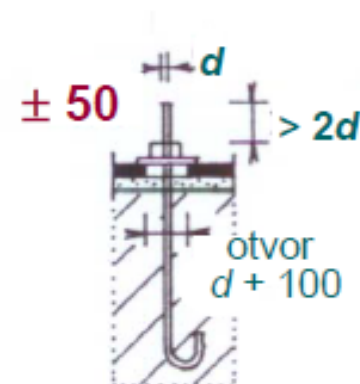
5. Kotvení do základů

- a) **Lehké (nenosné, konstrukční):** Běžné patky skeletů, nepřenáší tah.
- b) **Nosné:** Přenáší tah, pro sloupy tažené, nebo namáhané též momentem.

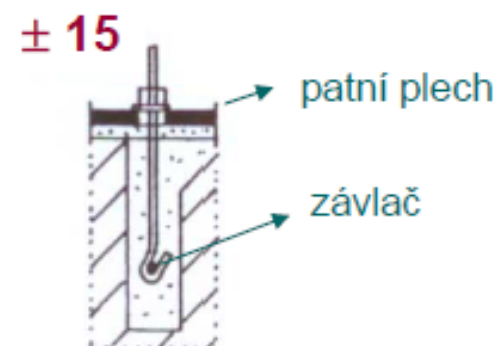
Lehké (nenosné) kotvení: kotevní šrouby volit M16 ÷ M30

Nejdůležitější druhy:

- a) Předem zabetonované šrouby s hákem
- tolerance ± 50 mm (použijí-li se šablony ± 15 mm)



- b) Dodatečně osazené šrouby do závlače
- tolerance ± 15 mm



Nosné kotvení:

kotevní šrouby výpočtem, M30 ÷ M100

Nejdůležitější analogicky:

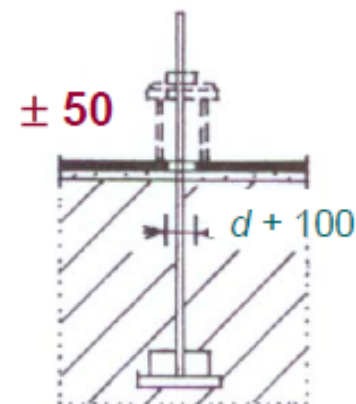
a) Předem zabetonované šrouby s kotevní hlavou

- tolerance ± 50 mm

(použijí-li se šablony ± 15 mm)

Pozn.:

- kotevní hlavu může tvořit deska, držená v pozici maticemi na závitu kotevní tyče,
- skelet osazovaný na železobetonový suterén se obdobně kotví na vyčnívající výztuž (s přiměřenou tolerancí).

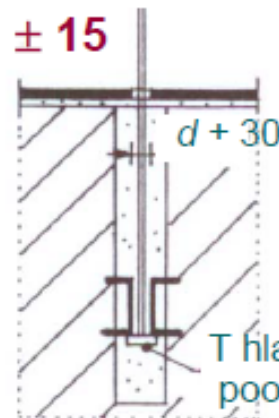


navařená „hlava“

b) Dodatečně osazené šrouby s T hlavou do roštu

- tolerance ± 15 mm

± 15



rošt tvoří zabetonovaná dvojice profilů U

T hlava (zaklesnout pootočením o 90°)

Pozn.: Pro malé síly lze nadimenzovat i výše uvedené druhy lehkého kotvení.

3. Ocelové konstrukce – patrové budovy

Obsah přednášky:

1. Zásady návrhu, dispoziční řešení patrových budov
2. Stropní konstrukce
3. Sloupy
4. Patky sloupů
5. Kotvení do základů
6. Ztužidla patrových budov
7. Shrnutí

6. Ztužidla patrových budov

Ztužidla

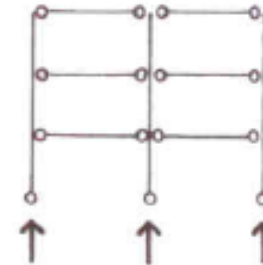
1. **Svislá ztužidla (tuhé vazby) - příčná a podélná**
(přenášejí vodorovné síly do základů)
2. **Vodorovná ztužidla - v rovině stropů, střechy**
(přenášejí vodorovné síly do tuhých vazeb)

} jsou buď:
• trvalá,
• montážní.

Druhy svislých vazeb skeletu:

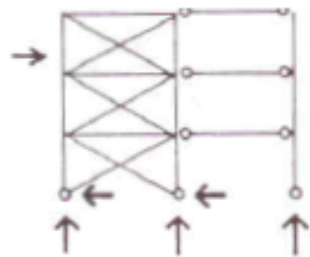
a) Netuhé vazby (kloubové, kyvné):

- přenášejí jen svislé zatížení,
- spoje kloubové (nebo polotuhé).

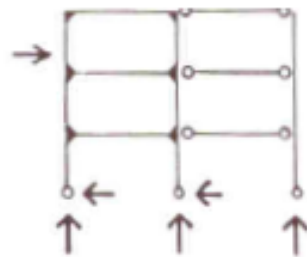


b) Tuhé vazby (svislá ztužidla):

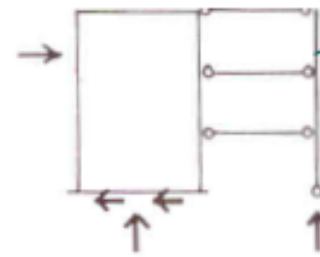
obvykle jen některé vazby, přenášejí též vodorovné zatížení !!



příhradové



rámové



stěnové

další části vazeb
mohou být „navěšeny“
jako kloubové

Volba druhu ztužidla



Příhradové: má vždy přednost

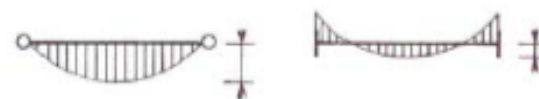
- výhody:**
- namáhání jen N (\rightarrow menší průřezy),
 - jednoduché (levné) kloubové spoje,
 - velká tuhost

- nevýhody:** - omezuje dispozici

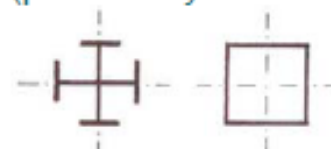


Rámové: jen je-li třeba volná dispozice

- výhody:**
- volnost,
 - menší momenty vodor. nosníků:



- nevýhody:**
- namáhání sloupů M , N , V (\rightarrow velké průřezy),
 - tuhé spoje (pracné),
 - měkčí konstrukce oproti příhradovině (proto obvykle všechny vazby),
 - pro oba směry složité průřezy:



Stěnové:

a) železobetonové stěny, jádro (běžné),

b) plechové stěny:

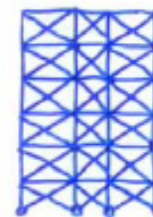
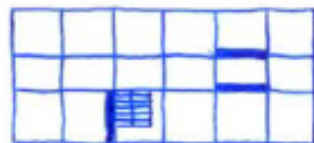


c) zděné (výjimečně, jen u nízkých budov).

Výhoda: působí v ohybu a ve smyku → odtud velká tuhost, stačí malý počet stěnových ztužidel.

Rozmístění ztužidel (hledisko dispoziční a statické):

Dispoziční hledisko:



- kde lze - dát příhradová (nebo stěny),
- vadí-li dispozici - dát rámy.

Statické hledisko

- a) **Počet ztužidel jen nutný (jsou vždy dražší než kyvná vazba).**
(tzn. přenést vodorovné zatížení, zajistit tuhost (vodorovná deformace $\delta \leq h/500$), zamezit pokud možno tahu ve sloupech)
- b) **Výhodnější jsou široká ztužidla nežli více samostatných.**
(mají větší tuhost = moment setrvačnosti)
- c) **Ztužidla umístit symetricky k výslednici zatížení (pokud možno).**
(jinak dochází ke kroucení budovy - vadí zejména fasádě)
- d) **Vždy přenést náhodné kroucení budovy (např. vítr není ideální).**
(ztužidla se v půdorysu **nesmějí protínat v 1 bodě**)



3. Ocelové konstrukce – patrové budovy

Obsah přednášky:

1. Zásady návrhu, dispoziční řešení patrových budov
2. Stropní konstrukce
3. Sloupy
4. Patky sloupů
5. Kotvení do základů
6. Ztužidla patrových budov
7. Shrnutí

7. Shrnutí

- Možnosti rozmístění sloupů v půdorysu budovy – jednotrakt, dvojtrakt, trojtrakt,...
- Stropní konstrukce
 - části stropní konstrukce
 - stropní desky – typy
 - stropnice – typy provedení, tvary průřezů
 - průvlaky – typy provedení, tvary průřezů
- Sloupy
 - průřezy sloupů dle typu namáhání sloupů
- Patky sloupů
 - kloubové, vetknuté
- Ztužení
 - svislá (příčná a podélná), vodorovná (v rovině stropů, střechy)
 - druhy ztužidel: příhradové, rámové, stěnové – výhody/nevýhody jednotlivých druhů?

Zdroje:

- Macháček, J.: Přednášky NNK, ČVUT 2018.
- <http://www.detailyok.webnode.cz/>
- <http://www.caok.cz/>

KOVOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE 2

Příští přednáška:

1. Ocelové konstrukce - halové stavby
2. Ocelové konstrukce - haly velkých rozpětí
3. Ocelové konstrukce - patrové budovy
4. **Ocelové konstrukce - vysoké budovy**
5. Ocelové konstrukce - ocelové a ocelobetonové mosty, lávky
6. Ocelové konstrukce - předběžný návrh prvků ocelových nosných konstrukcí
7. Dřevěné konstrukce - úvod, historie DK, vlastnosti dřeva, dřevo a výrobky na bázi dřeva
8. Dřevěné konstrukce - navrhování - tah, tlak, ohyb, smyk, průhyb; zatížení
9. Dřevěné konstrukce - spoje, ochrana proti znehodnocení a požáru
10. Dřevěné konstrukce - rovinné a prostorové dřevěné konstrukce, patrové budovy, haly
11. Dřevěné konstrukce - historie, krovy, stropy, zesilování
12. Dřevěné konstrukce - předběžný návrh prvků dřevěných nosných konstrukcí

DĚKUJI ZA POZORNOST