

5. Ocelové skelety budov. Dispozice, stropy.

Patrové budovy: zásady návrhu, dispozice, způsob kreslení.

Stropy: stropní desky, stropnice prosté a spojitě, průvlaky, přípoj na železobetonové jádro, štíhlý strop, konstrukční detaily.

Návrh OK

- a) Dispoziční řešení.
- b) Konstrukční řešení (ocel, beton, dřevo ...)
- c) Volba materiálu (probráno v kap. 1).
- d) Dimenzování (probráno v NNK).
- e) Otázky výroby, dopravy, montáže, koroze, požáru, údržby.

Řešit současně:
napřed princip, potom detail

Cílem je zaručit:

- funkčnost po dobu životnosti → ČR: - dočasné stavby 10 let,
- budovy a běžné stavby 80 let (EU 50 let),
- mosty, monumentální stavby 100 let,
- bezpečnost, rychlost, ekonomii,
- estetické a příjemné řešení.

Ocelové skelety budov

Zatížení: stálé, proměnné, mimořádné

svislé: stálé, užité na stropy a střechy, sníh

vodorovné: vítr, imperfekce soustavy, seizmické 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

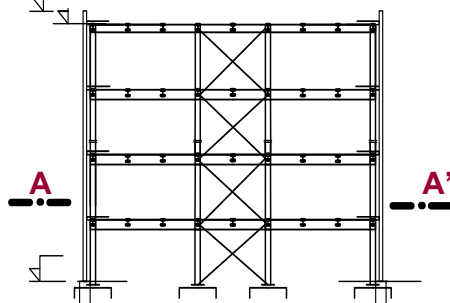
(ztužení uvnitř budovy)

> 60 pater: speciální systémy

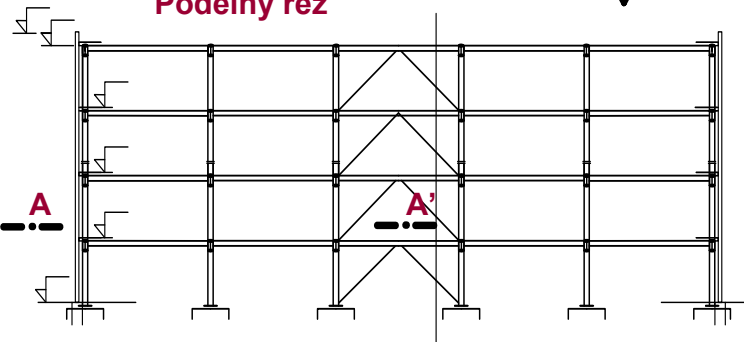
(s patrovými pásy, trubkové konstrukce, megakonstrukce, hybridní konstrukce, uvážit tlumiče kmitání apod.)

Způsob kreslení:

Příčný řez

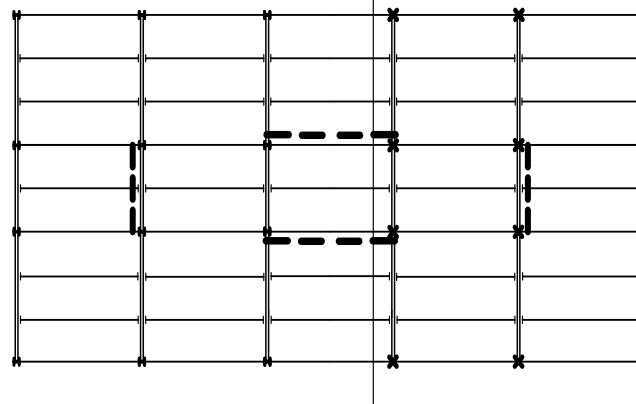


Podélný řez



↓ Pohled V

Řez A-A'



Půdorys střechy (pohled V)

Podpěření
konstrukce
vždy jen
křížkem !

Dispoziční řešení

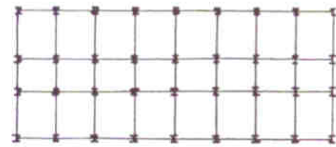
Plyne ze stavební a provozní dispozice → nutná spolupráce projektant vs. statik

Obsahuje:

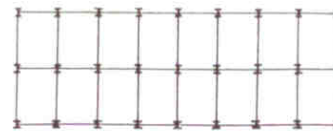
- rozmístění sloupů v půdorysu,
- návrh stropní konstrukce,
- rozmístění a návrh ztužidel.

Rozmístění sloupů v půdorysu

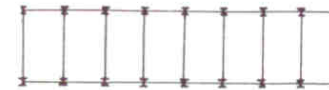
Optimální je pravidelná pravoúhlá síť. Šikmé přípoje jsou však běžné (viz „Doplňující informace“).



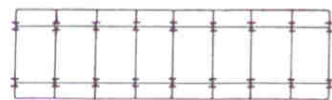
trojtrakt



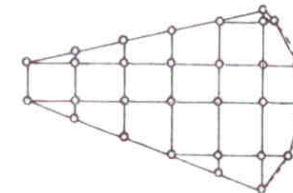
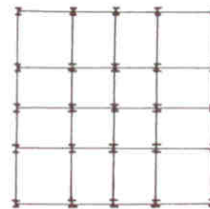
dvojtrakt



jednotrakt



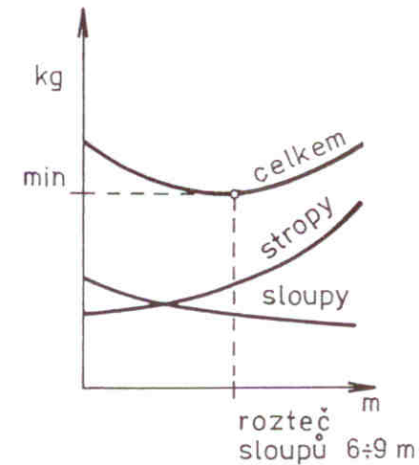
jednotrakt s konzolami



Rozteče sloupů:

Optimální $L = 6 \div 9$ [m], tendence až 18 m:

Menší rozpětí jsou pro ocel neekonomická.



Návrh stropní konstrukce

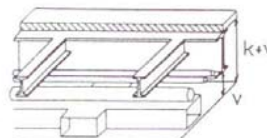
Požadavky:

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

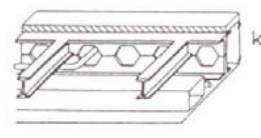
Akustické a ekonomické požadavky jsou protichůdné:

Hmotnost z akustického hlediska co největší ($> 350 \text{ kg/m}^2$), jinak nutné akustické podhledy.

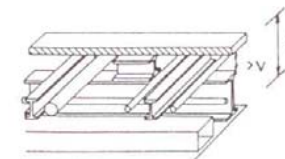
**Výška konstrukce:
- systémy podle
vedení TZB**



**separovaný
(tradiční)**



integrováný

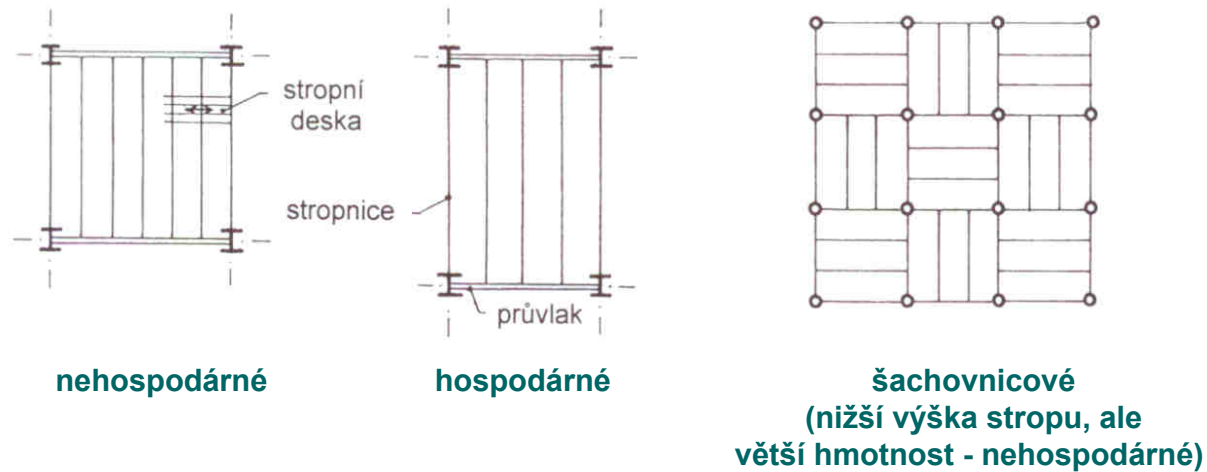


**integrováný
("nastavované nosníky")**

OK01 – Ocelové konstrukce (5)

5

a) Stropnicový systém (nejobvyklejší):

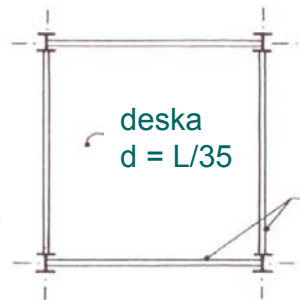


Podle ekonomických studií se doporučuje:

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

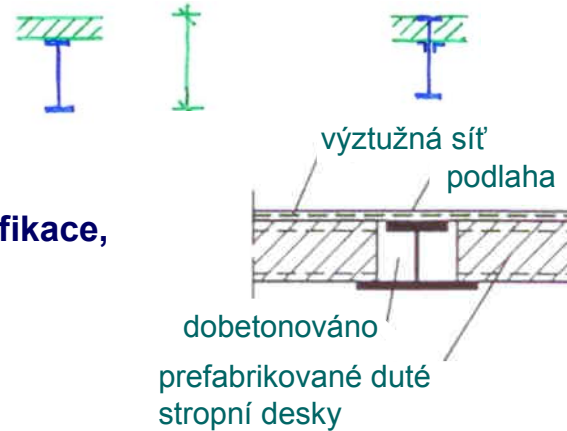
**Správný návrh ovlivňuje hmotnost celé budovy!!!
Nejlépe vyhodnotit více alternativ.**

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):

Ztužidla

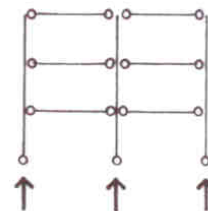
1. Svislá ztužidla (tuhé vazby) - příčná a podélná
(přenášejí vodorovné síly do základů)
2. Vodorovná ztužidla - v rovině stropů, střechy
(přenášejí vodorovné síly do tuhých vazeb)

jsou buď:
• trvalá,
• montážní.

Druhy svislých vazeb skeletu:

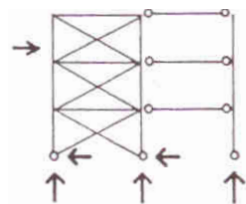
a) Netuhé vazby (kloubové, kyvné):

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

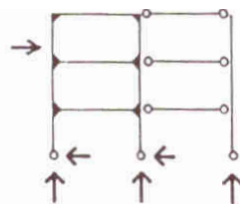


b) Tuhé vazby (svislá ztužidla):

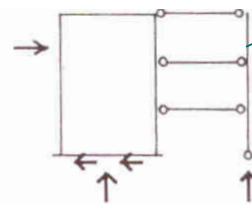
obvykle jen některé vazby, přenášejí též vodorovné zatížení !!



příhradové



rámové



stěnové

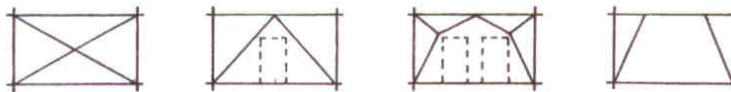
další části vazeb
mohou být „navěšeny“
jako kloubové

Volba druhu ztužidla

Příhradové: má vždy přednost

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

- nevýhody:** - omezuje dispozici

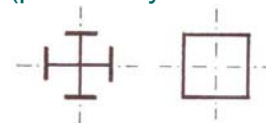


Rámové: jen je-li třeba volná dispozice

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



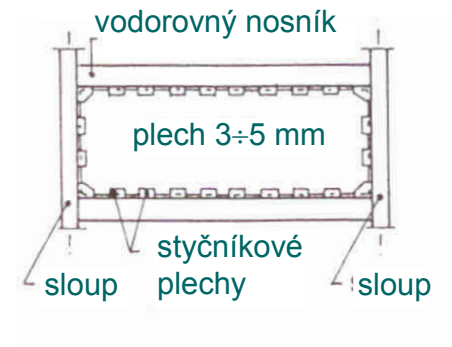
- nevýhody:**
- namáhání sloupů M , N , V (\rightarrow velké průřezy),
 - tuhé spoje (pracné),
 - měkčí konstrukce oproti příhradovině (proto obvykle všechny vazby),
 - pro oba směry složité průřezy:



Stěnové:

a) železobetonové stěny, jádro (běžné),

b) plechové stěny:

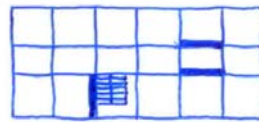


c) zděné (výjimečně, jen u nízkých budov).

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 (více, včetně rozdělení sil do ztužidel, v přednášce č. 6):

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.

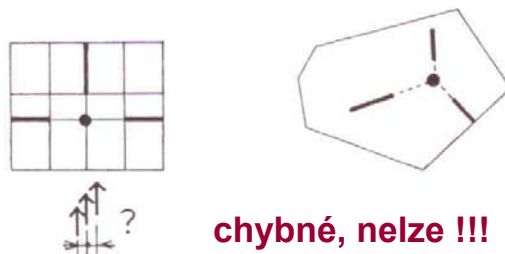
(mají větší tuhost = moment setrvačnosti)

c) Ztužidla umístit symetricky k výslednici zatížení (pokud možno).

(jinak dochází ke kroucení budovy - vadí zejména fasádě)

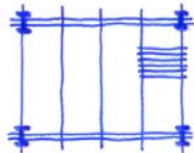
d) Vždy přenést náhodné kroucení budovy (např. vítr není ideální).

(ztužidla se v půdorysu nesmějí protínat v 1 bodě)



Stropní konstrukce

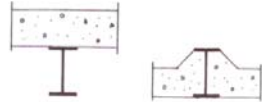
Stropní desky



Požadavky:

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

1. Železobetonové monolitické desky



Nevýhody:

- pracné,
- těžké,
- mokvý proces.

2. Železobetonové prefabrikované desky

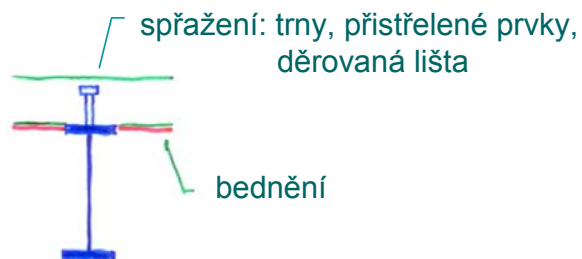


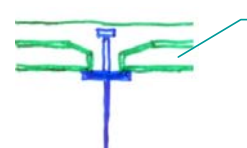
Výhody:

- 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):



- 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.

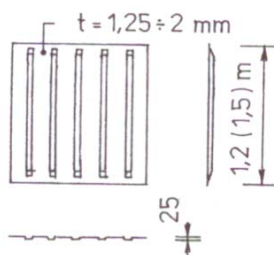
typ Holorib, $h = 51$ mm

Poloha plechů:

N  normální - obvykle s větším W_{eff} ,

R  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 posoudit 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 jako prosté i spojitě nosníky:



→ lze využít válcovací délku (běžně 12 m).

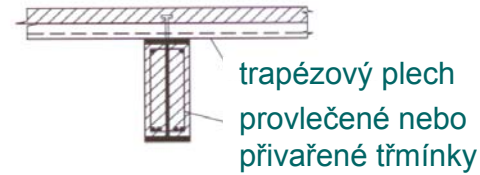
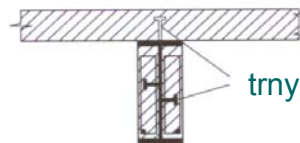
Provedení

a) Plnostěnné

- válcované I (výjimečně U)
- širokopřírubové H. se zabetonovanou stoinou (požární důvod)

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

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



- svařované
- tenkostěnné

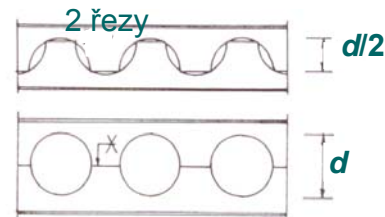
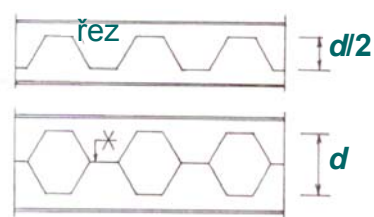
→ velká L

→ 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

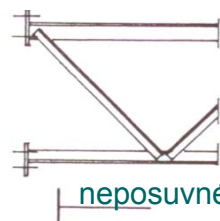
$$h \approx L/15 \div L/10$$

$$L > 9 \text{ m}$$

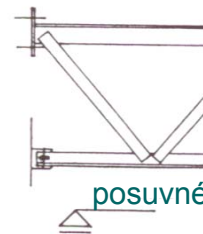
příčné řezy



uložení



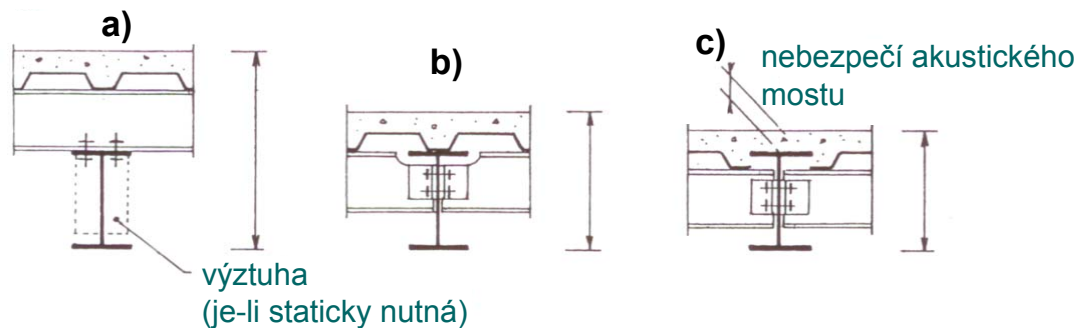
neposuvné



posuvné

Přípoj stropnic na průvlak:

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

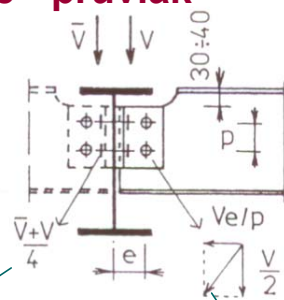


Kloubové přípoje stropnice - průvlak

1. Přípojný L (konzolka)

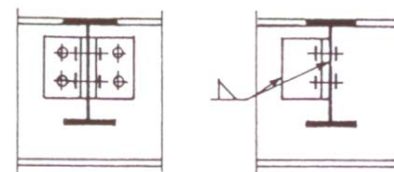
(nejlevnější)

pro šroub na stojině průvlaku



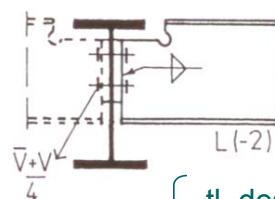
výslednice pro šroub ve stojině stropnice!
(šrouby na stojině průvlaku jen od V)

alternativa



2. Čelní deska

Nutné záporné tolerance stropnic (až - 2 mm) !!



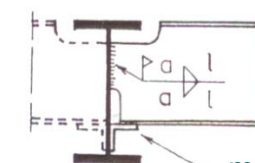
- tl. desky 10 mm
- příčná rozteč 130 mm

preferováno výrobci

přípoj obvykle:
do IPE 180 – 2 M20
do IPE 240 – 4 M20
do IPE 330 – 6 M20

3. Svar

Pomalé, výjimečně.



montážní úhelník

OK01 – Ocelové konstrukce (5)

18

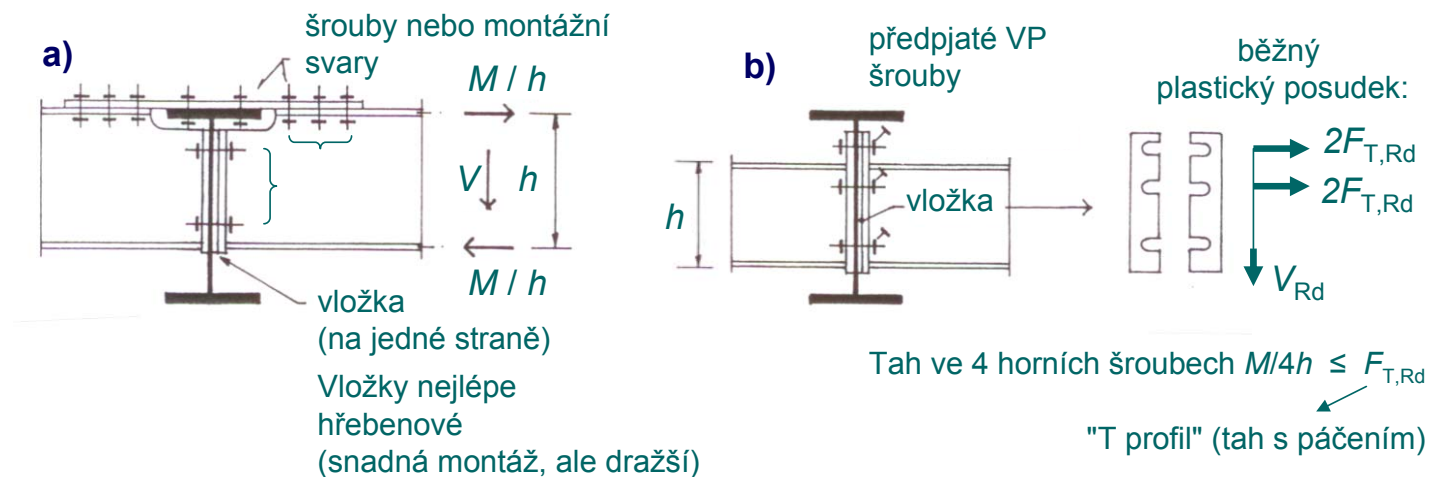
Spojité stropnice (spoj namáhán V, M)

a) příložka na tažené pásnici

- šrouby v příložce namáhány na smyk (střih, otláčení) od M/h ,
- šrouby ve stojně na smyk od V .

b) čelní deska (k omezení deformace styku se doporučují předpjaté šrouby)

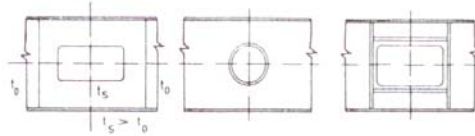
- šrouby namáhány smykem od V a tahem od M
(plastické event. pružné rozdělení namáhání do skupiny šroubů, viz NNK).



Průvlaky (viz dispozici pro vhodnou orientaci ke sloupům)

Sticky posoudit MSÚ, MSP:

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



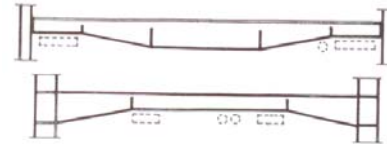
často s výřezy pro rozvody TZB

Dimenzování:

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

Provedení:

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



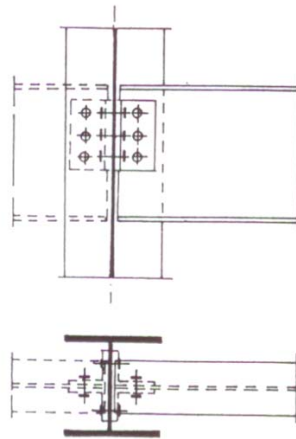
Sticky:

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

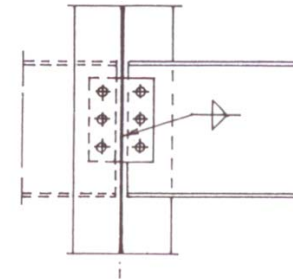
Přípoje průvlak – sloup:

Prostý přípoj

1. Přípojný L (nejlevnější)

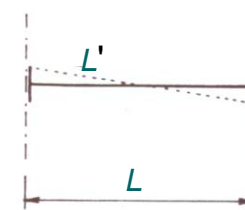
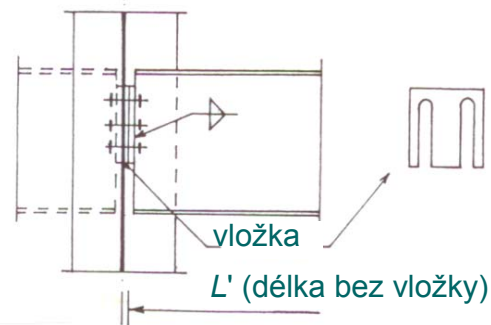


alternativa s přivařeným L



2. Čelní deska

Nutné záporné tolerance průvlaku, vložky !!

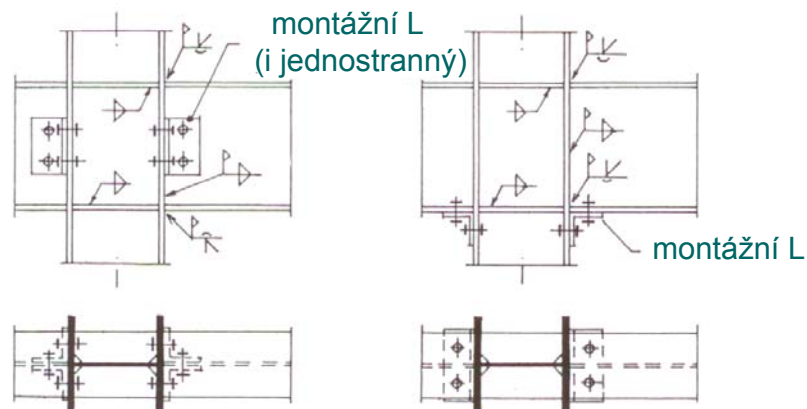


Rámové styky

(vždy složitější, pozor na stabilitu tlačené pásnice !!)

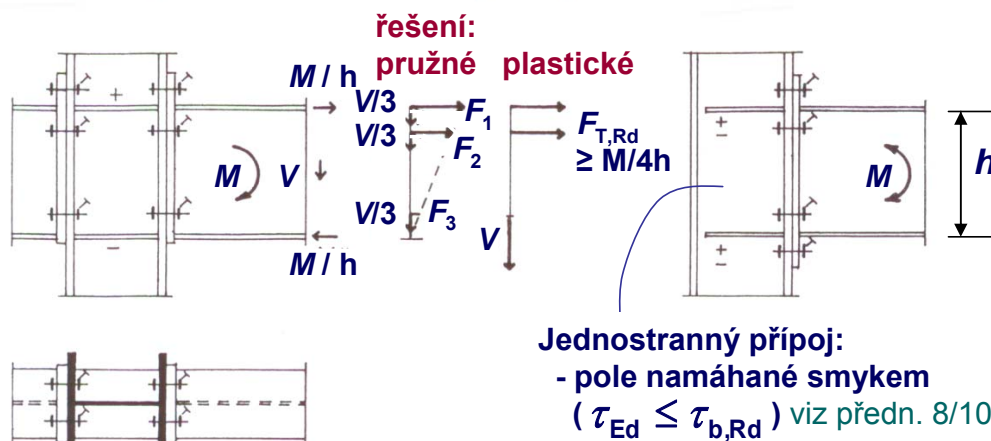
1. Svařované

Pozor na zdvojení
plechu pásnice
sloupu !!
(kontrola ultrazvukem,
kvalita Z25)



2. Čelní deska

Obvykle třecí spoj
(k omezení deformací)

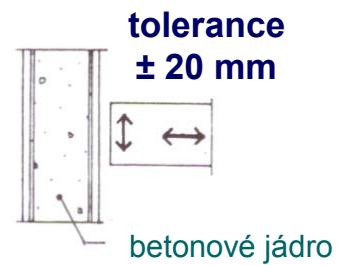


OK01 – Ocelové konstrukce (5)

22

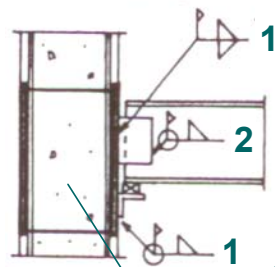
Přípoj na železobetonové jádro

Požadavky

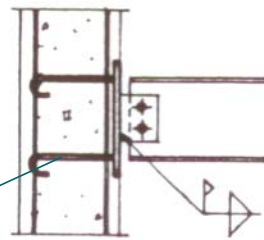


Principiální možnosti:

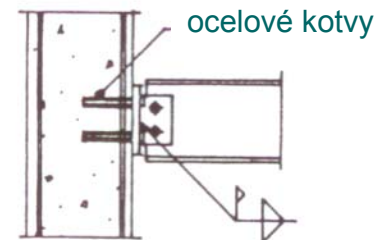
svařovaný přípoj



kombinovaný přípoj (šrouby + mont. svary)



dodatečně kotvený přípoi

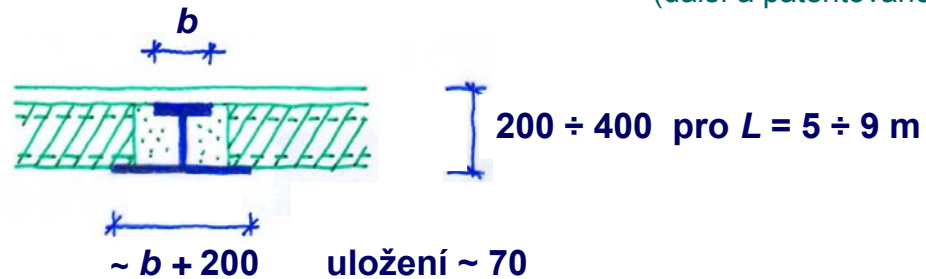


různá kotvení

Štíhlý strop (slim floor)

- bezstropnicový systém

(další a patentované způsoby jsou v příloze)



Stropní deska:

- duté předpjaté ž.b. panely,
- plné ž.b. desky (nebo filigránové),
- vysoké plechové panely.

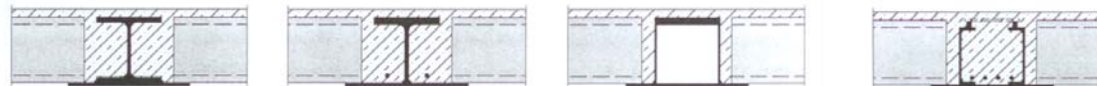
Výhody:

- rychlá montáž bez dalšího bednění,
- nízká konstrukční výška,
- možnost uvažovat spřažení soudržností (beton sevřen pásnicemi),
- požární odolnost nejméně 30 min.

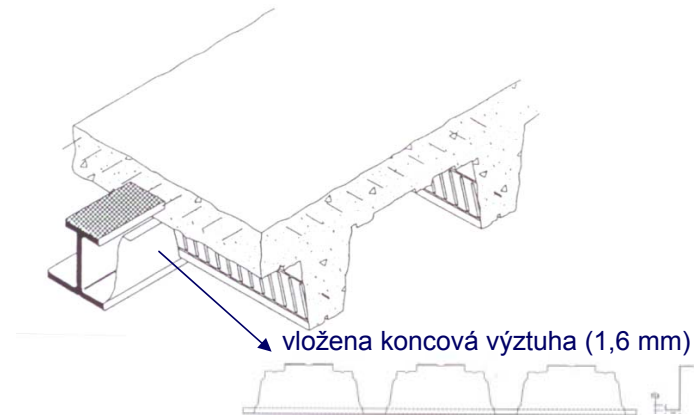
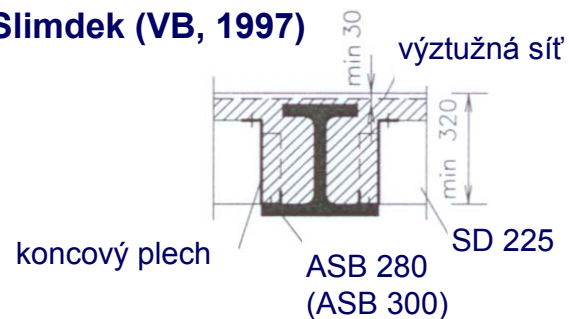
Doplňující informace

Další možnosti konstrukčního uspořádání štíhlého stropu:

Možnosti



Slimdek (VB, 1997)

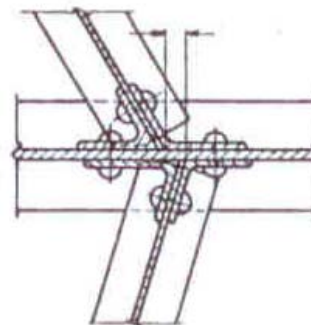
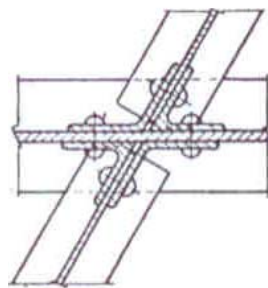
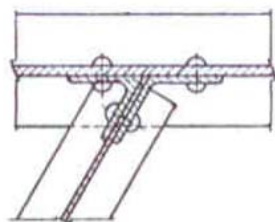


Nosníky ASB (Asymmetric Steel Beam):

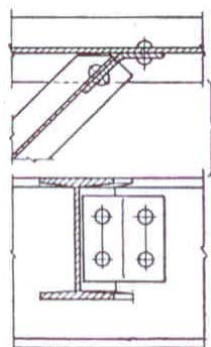
vyvinul British Steel (Corus), vývoj od 1991, užívání od 1995
($h = 280$ a 300 mm, $t_w = 19 \div 27$ mm, $t_f = 16 \div 24$ mm)

Šikmé nýtované (šroubované) přípoje stropních nosníků (příklad):

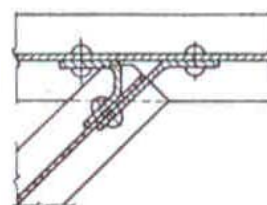
2 větší úhelníky (úhel $> 60^\circ$):



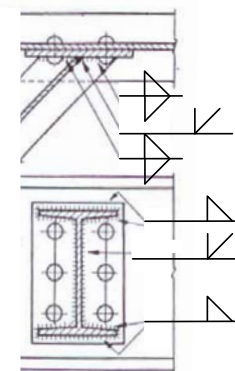
1 úhelník (úhel $< 60^\circ$):



popř.
s úpravou:



s čelní deskou:



OK01 – Ocelové konstrukce (5)

27

Šikmé svařované přípoje zapuštěných stropních nosníků (příklad):

