

7. Haly. Dispozice, střešní konstrukce.

Halové stavby: terminologie, dispoziční řešení (příčný a podélný směr, střešní rovina).

Střešní konstrukce: střešní plášť, vaznice (prosté, spojité, kloubové, příhradové, vzpěrkové, zavěšené, tenkostěnné), vazníky (plnostěnné, příhradové, montážní styky).

Funkce hal < **ochrana před povětrnostními vlivy**
zajistit provoz = dopravní cesty

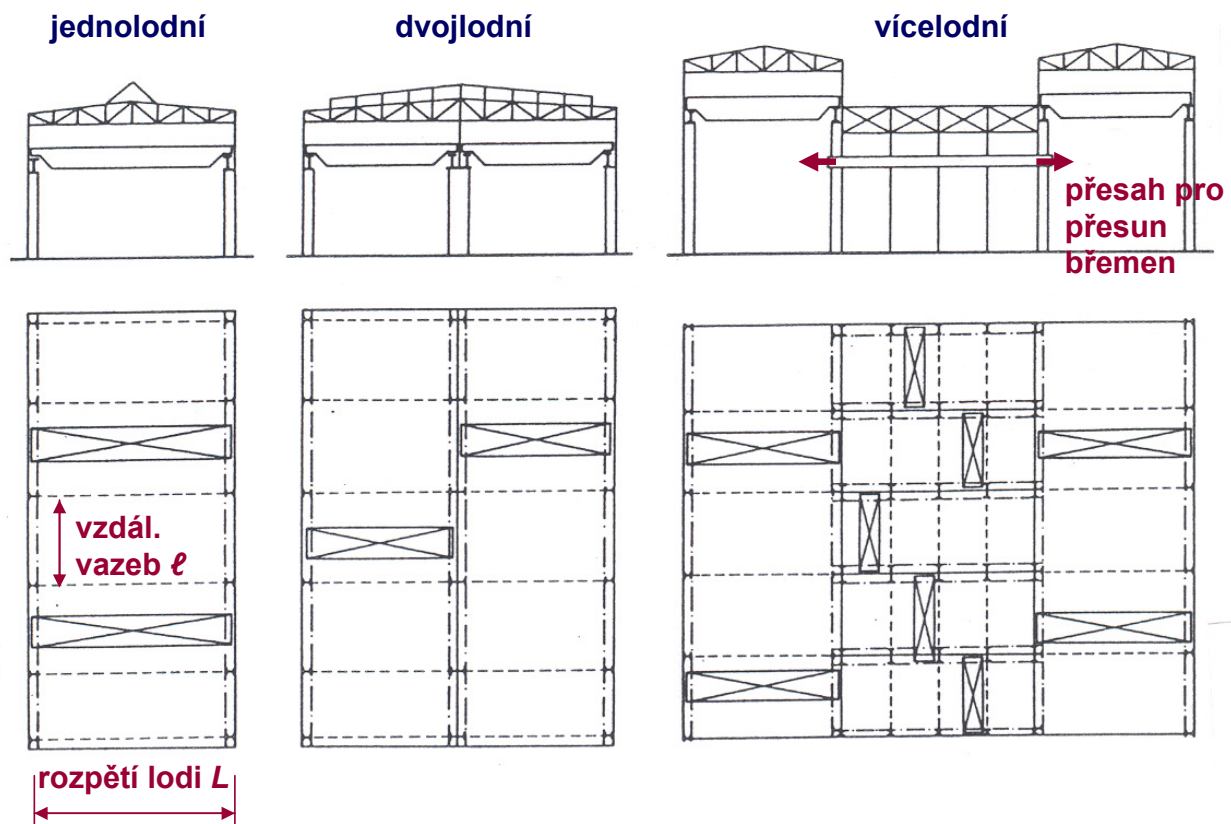
Materiálová báze podle rozpětí (pro běžné konstrukce):

$L < 12 \text{ m}$	stěny zděné, střecha dřevo,
$L \approx 12 \div 18 \text{ m}$	dřevo, beton, ocel,
$L > 18 \text{ m}$	ocel.

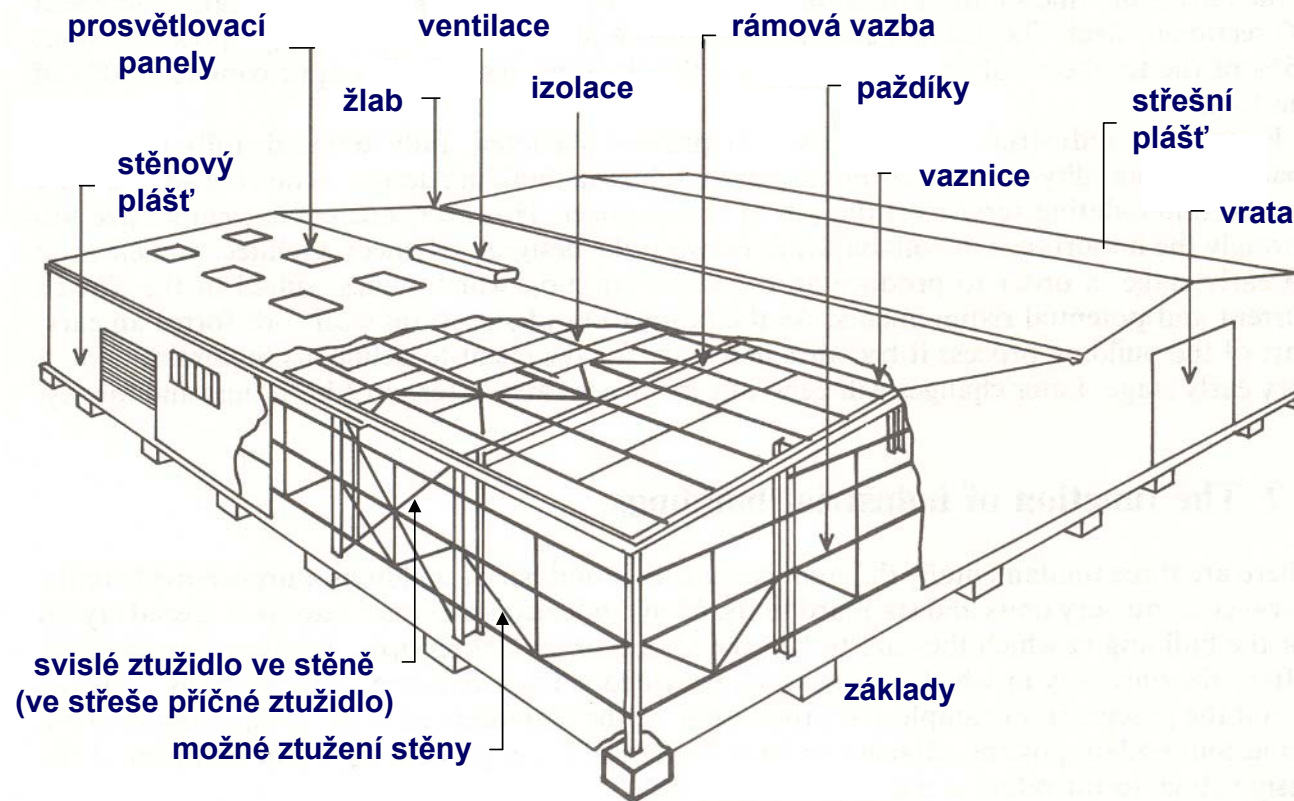
Kategorie hal

- haly standardní (typové)
 - ⊕ nejlevnější,
 - ⊕ rychle dostupné,
 - ⊖ málo flexibilní (obtěžně se přizpůsobují),
 - ⊖ pouze lehké jeřáby.
- haly na objednávku
 - ... vhodné pro danou výrobu, užití
(např. jeřáby velké nosnosti, osvětlení, větrání ...)

Terminologie hal



Příklad rámové dvojpodlažní haly

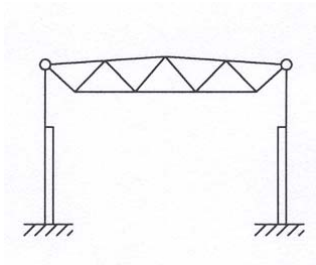


OK01 – Ocelové konstrukce (7)

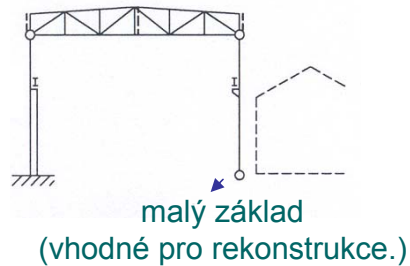
4

Příčný směr hal (tj. běžné příčné vazby a štít haly)

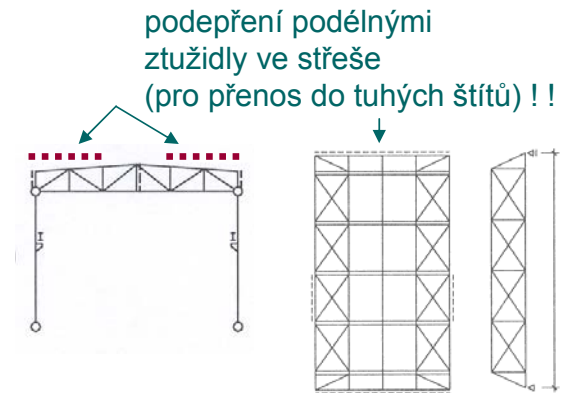
1. Příčné vazby haly s kloubově uloženou příčlí



staticky neurčitá

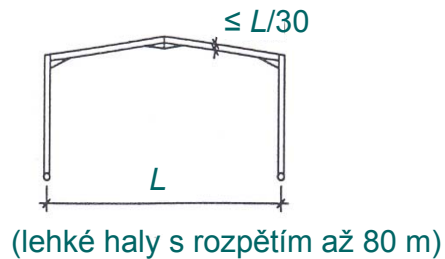


staticky určitá



tvarově neurčitá
"hala s kyvnými sloupy"

2. Rámové vazby



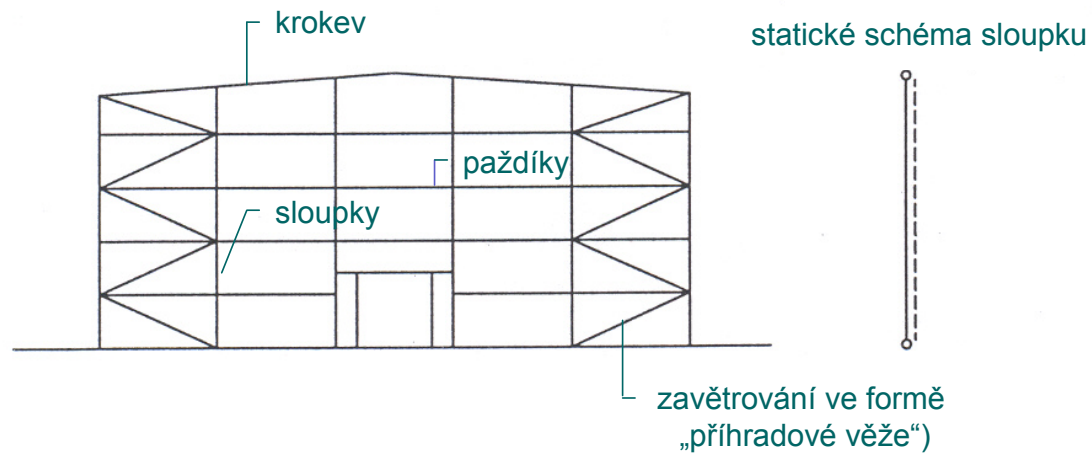
Rámy:

dvojklobové, tříklobové, vetknuté, kombinace

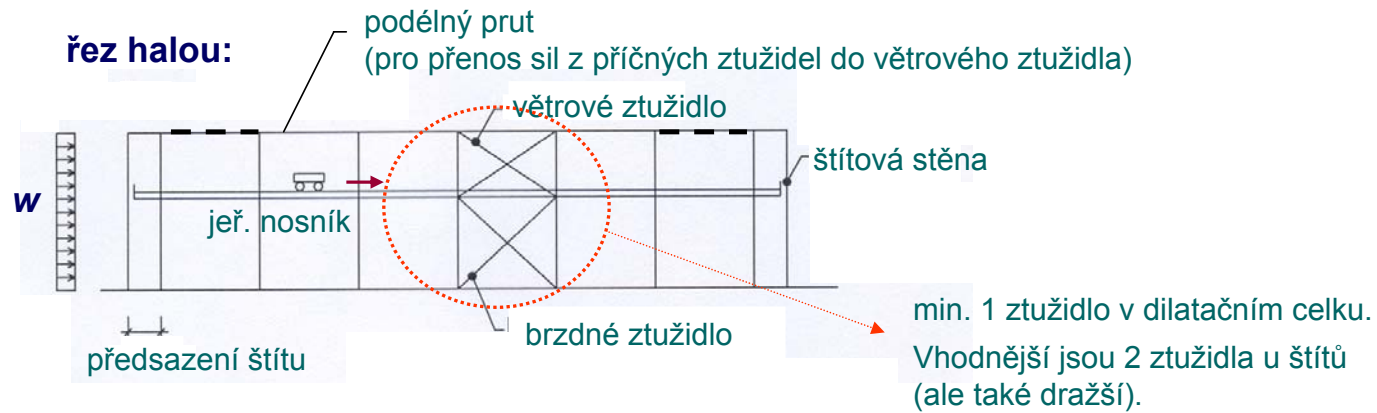
- ⊕ malé patky,
- ⊕ estetická konstrukce,
- ⊖ citlivé na pokles podpor a ΔT ,
- ⊖ u jeřábových hal: ořesy jeřábů až do krytiny.

3. Štítové stěny

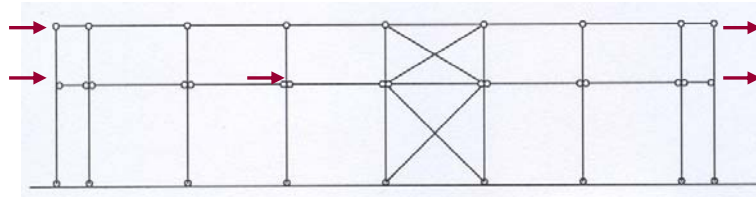
- Možnosti
- běžná vazba s předsazenou štítovou stěnou:
 - ⊕ halu lze později snadno prodloužit,
 - ⊖ vazba je ale drahá, masivní,
 - nosná lehká stěna místo vazby, tvořená:
sloupky + paždíky + zavětrování + krokev.



Podélný směr hal

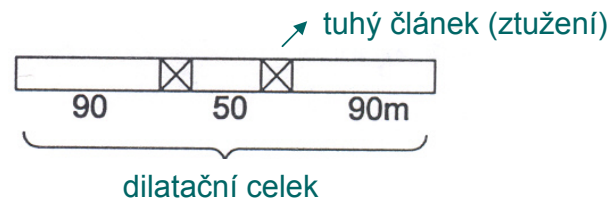


statické schéma:



Dilatační celky:

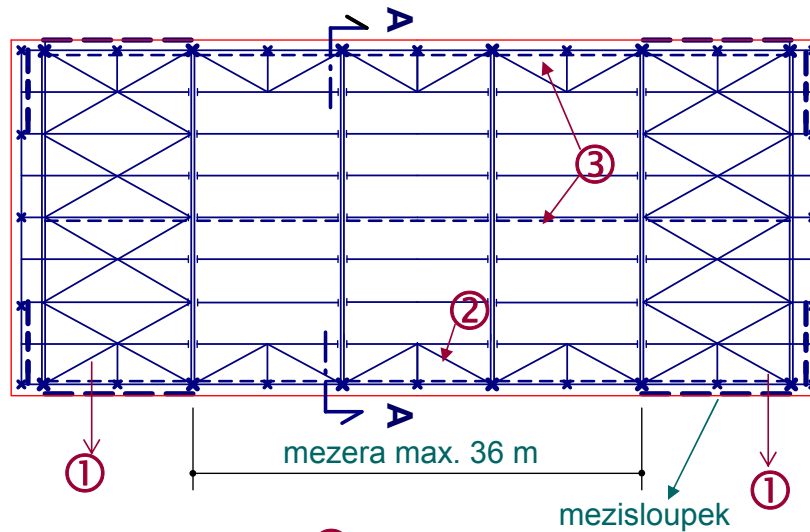
V dilatačním celku ocelové konstrukce lze zanedbat účinky teploty na statické namáhání.



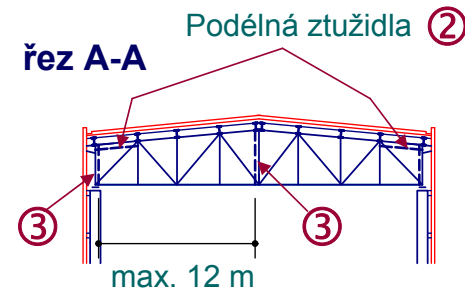
Způsob kreslení půdorysu. Ztužidla ve střeše:

1. **příčná ztužidla** (nutná pro přenos větru ze štítů do ztužidel stěn),
2. **podélná ztužidla** (vždy vhodná pro držení geometrie),
3. **svislá ztužidla** (drží svislost samostatných vazníků; nejsou u rámu).

{ Dále jsou někdy ve střeše: - táhla nebo vzpěry mezi vaznicemi,
- ztužidla v rovině dolních pásů vazníků. }




Příčná ztužidla ① jsou:
- u štítů,
- mezilehlá (s max. mezerami 36 m).



Svislá střešní ztužidla ③ :
- v krajích (při uložení vazníku na dolní pás),
- ve vrcholu (nebo ≤ 12 m).

Střešní konstrukce

Střešní plášť

- **jednoplášťové střechy** 
 - nevětrané
 - větrané

(běžné, vhodné pro relativní vlhkost < 75 % při 20°C),
- **dvouplášťové střechy** (zejména pro vyšší relativní vlhkosti).

Skladba

- **krytina (určuje sklon střechy, někdy může být samonosná)**
 - povlaková (sklon 0-18%): asfaltové pásy, fóliové pásy, bezešvé povlaky,
 - skládaná: dříve vlnitý plech a eternit (18 %),
dnes trapézový plech (min. sklon 10 %, beze spár 5 %).
- **doplňkové vrstvy**
 - tepelně izolační, podkladní, spádová, parotěsná, mikroventilační atd.,
 - dnes obvykle kompletní dílce - sendvičové panely různých výrobců.
- **nosná vrstva**
 - pro OK zejména trapézový plech (též jako část sendviče), silikátové desky,
 - dříve též vlnitý plech, eternit, dřevěné bednění apod.

Nosná vrstva

1) Trapézový plech běžně $L = 1 \div 3$ m (popř. až 6 m)

- běžně pozink 275 g/m²,
- kvalitnější navíc s povlakem polyesteru 15-25 μm,
- dokonalá ochrana PVDF 25 μm,
- nebo pro ochranu proti mechanickému poškození PVC 200 μm.

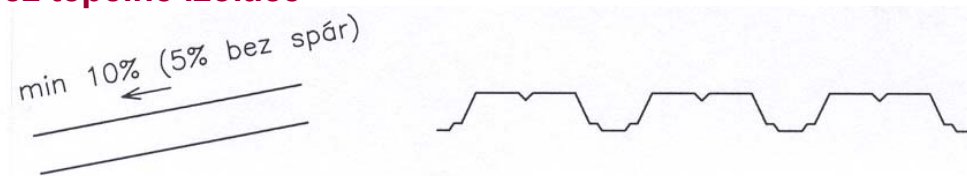
Přípoj k vaznicím: - šrouby samovrtné nebo samořezné,
- přistřelení do vaznic.

Podélný spoj mezi plechy: - jednostranné nýty, } max. po 500 mm
- šrouby do plechu. }

Svary jsou nepřijatelné (možnost koroze); svařovat lze pouze při zabetonování plechů !!

Typické skladby:

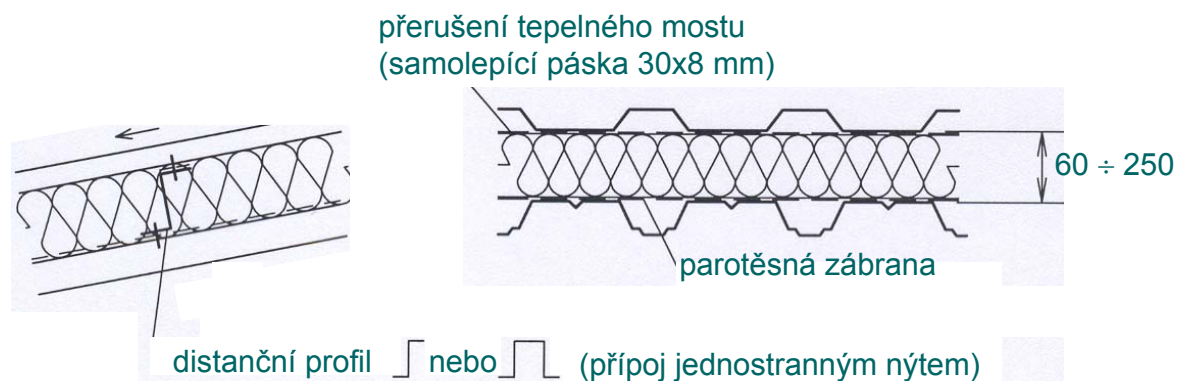
- bez tepelné izolace



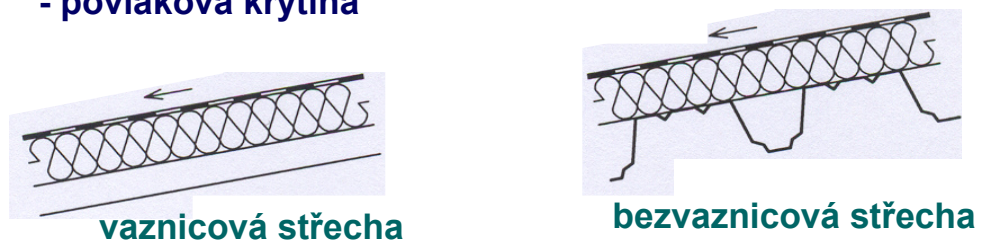
OK01 – Ocelové konstrukce (7)

10

- **s tepelnou izolací**
- krytina z trapézového plechu (ocel, hliník, nerez)

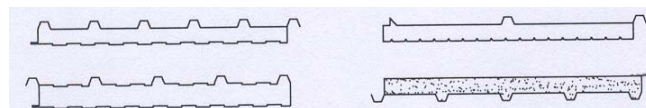


- povlaková krytina



- sendvičové dílce

mnoho typů, např.



2) Silikátové desky

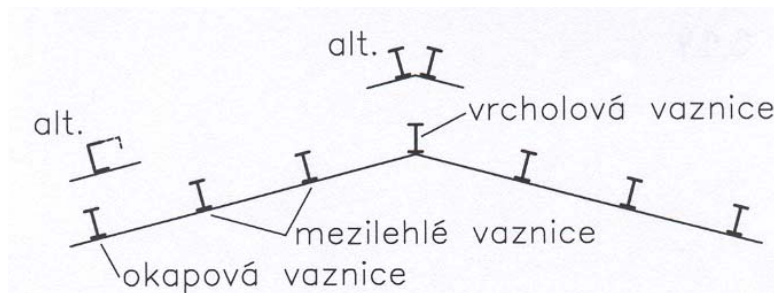
- železobetonové a předpjaté desky ($L \approx 3$ m), nebo panely ($L \approx 6$ m),
- desky z lehkých betonů (pórobeton, liapor - keramzit, atd).

3) Vlnitý plech, eternit, jiné

4) Prosvětlovací panely

- polykarbonátové desky rovné, vlnité, čočky, světlíky,
- sklo v roštové konstrukci.

Vaznice (podpírají plášť)



Poloha vaznic:

plnostěnné \perp
ke střešní rovině

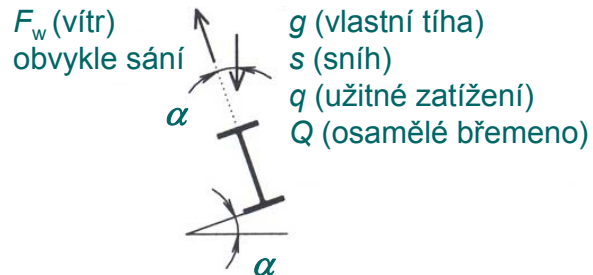


příhradové
svise

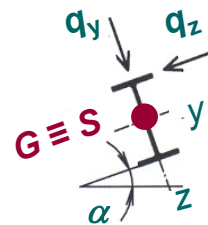


horní pás
do sklonu

Zatížení:



Posouzení:



MSÚ:

obecně ohyb + klopení, kroucení

MSP:

$$\delta_2 \leq \frac{L}{200}$$

Pochozí střechy: též jako u stropů
kmitání $f_1 \geq 3$ Hz, tj. $\approx \delta_{\max} \leq 28$ mm.

Přehled vaznic a jejich obvyklé použití:

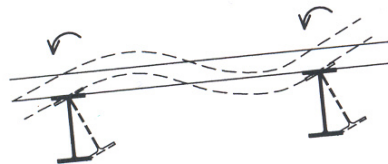
<u>staticky</u>	<u>konstrukce</u>	<u>vhodné rozpětí</u>	<u>obvyklé?</u>
prostý nosník	tenkostěnné Z, C, zeta, sigma	6 m	-
	válcované IPE	6 m	-
	příhradové	≥ 12 m	ano
	prolamované	≥ 9 m	-
spojitý nosník	tenkostěnné Z, C, zeta, sigma	6 ÷ 8 m	ano
	válcované IPE	6 ÷ 7,5 m	ano
kloubový nosník	válcované IPE	6 ÷ 9 m	-
vzpěrkové a zavěšené	válcované IPE, tenkostěnné	9 ÷ 12 m	-

Plnostěnná válcovaná vaznice

Obecně namáhání šikmým ohybem a kroucením (vzniká σ , τ), např. pro σ :

$$\frac{M_{y.Ed}}{\chi_{LT} W_y} + \frac{M_{z.Ed}}{W_z} + \frac{B_{Ed}}{W_w} \leq f_y / \gamma_{M1}$$

Střešní plášť však má obvykle velkou **ohybovou tuhost**:



natočení je malé (viz ČSN EN 1993-3):
- dáno ohybovou tuhostí pláště $EI_{\text{pláště}}/L$,
- tuhostí přípoje.

Obvykle lze proto předpokládat:

$$\chi_{LT} = 1$$
$$B = 0$$

nedochází ke ztrátě stability za ohybu,
nedochází ke kroucení (u velkých sklonů neplatí).

Střešní plášť však mívá i velkou **stěnovou tuhost**, proto rozlišujeme:



a) netuhé střešní pláště (průhyb podle obrázku),


b) tuhé střešní pláště (průhyb ve směru sklonu střechy je zanedbatelný).

a) Netuhé střešní pláště:

- montážní stádia tuhých plášťů, velké sklony střech,
- trapézové plechy nedostatečně podélně spojené a připojené,
- netuhé pláště (jako prosvětlovací měkké panely, křehký eternit atd.).

Podle možného průhybu vzniká ohyb k oběma osám, tj. šikmý ohyb (M_y , M_z).

Např. pro mezilehlou vaznici, malý smyk, 2. třídu průřezu (tzn. plastické posouzení) platí:


$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}}\right)^2 + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \left(\frac{M_{y,Ed}}{W_{pl,y} f_y / \gamma_{M0}}\right)^2 + \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1$$

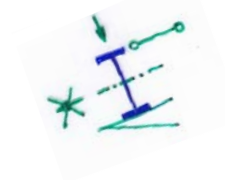
Ize zmenšit táhly

b) Tuhé střešní pláště:

- silikátové pláště po zmonolitnění,
- trapézové plechy: - podélně spojené max. po 500 mm,
- připojené k vaznicím min. po 300 mm.

Podle možného průhybu vzniká ohyb pouze k ose y (M_y).

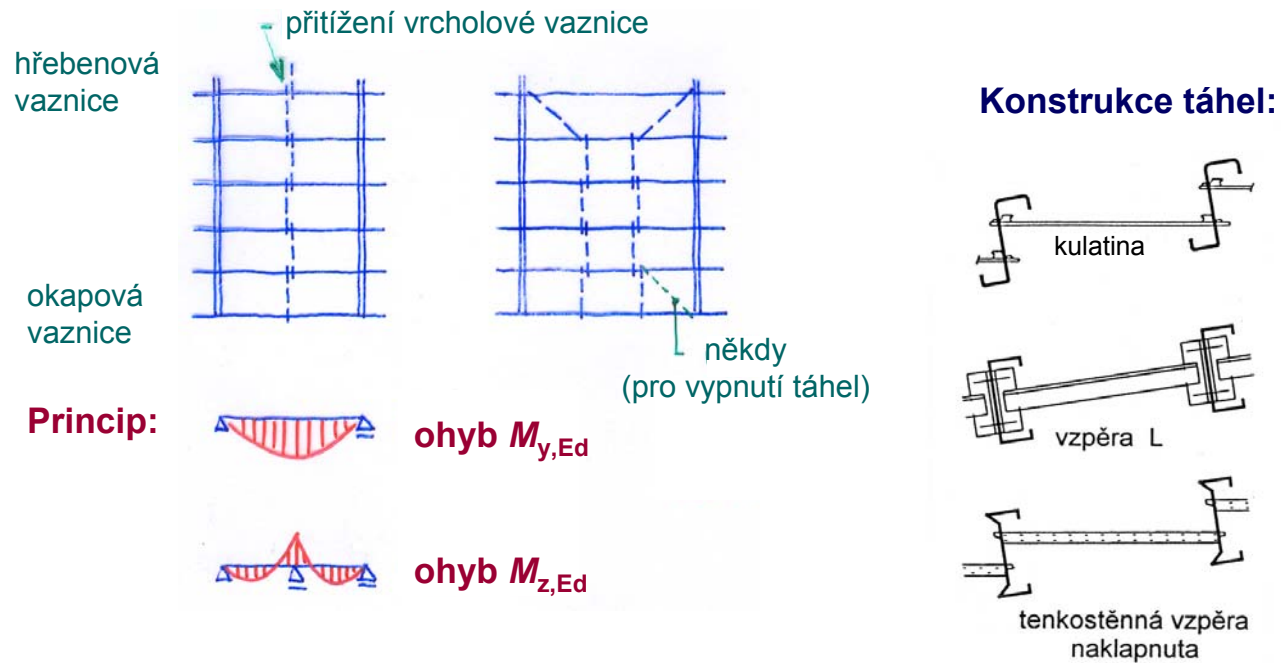
Obdobně jako výše platí např.:



průřez 2. třídy: $M_{y,Ed} \leq M_{c,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$

průřez 4. třídy: $M_{y,Ed} \leq M_{c,Rd} = W_{eff} f_y / \gamma_{M0}$

Táhla pro zmenšení momentu $M_{z,Ed}$ netuhých plášťů:



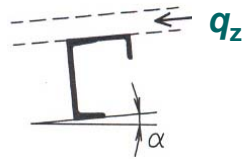
Pozn.:

U netuhých plášťů je **okapová vaznice** namáhána obdobně jako mezilehlá, ale s menším zatížením (menší zatěžovací šířka).

U tuhých plášt'ů přebírá zatížení ve směru pláště (q_z) plášt' a přenáší je:

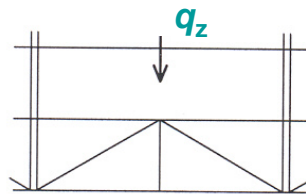
- a) okapová vaznice,
- b) okapové ztužidlo,
- c) spojení ve vrcholu (u tenkostěnných vaznic - viz vrcholové vaznice),
- d) přípoj pláště přímo na vazníky (u bezvaznicových střech).

a) Okapová vaznice (menší šířky střechy)

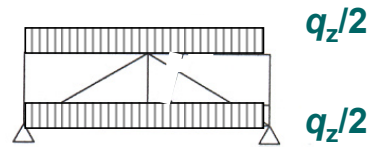


přenáší zatížení q_z od hřebene po okap
(\Rightarrow je namáhána šikmým ohybem)

b) Okapové ztužidlo (větší šířky střechy)

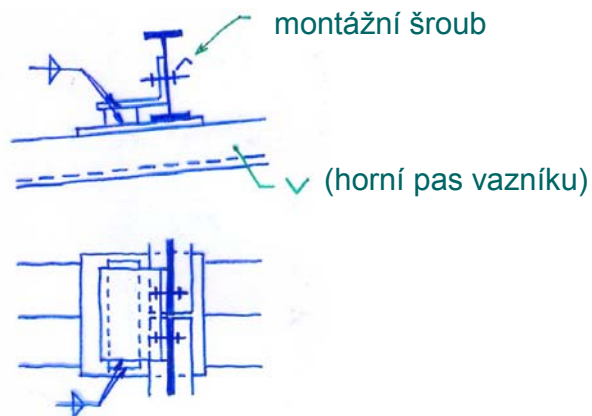


=

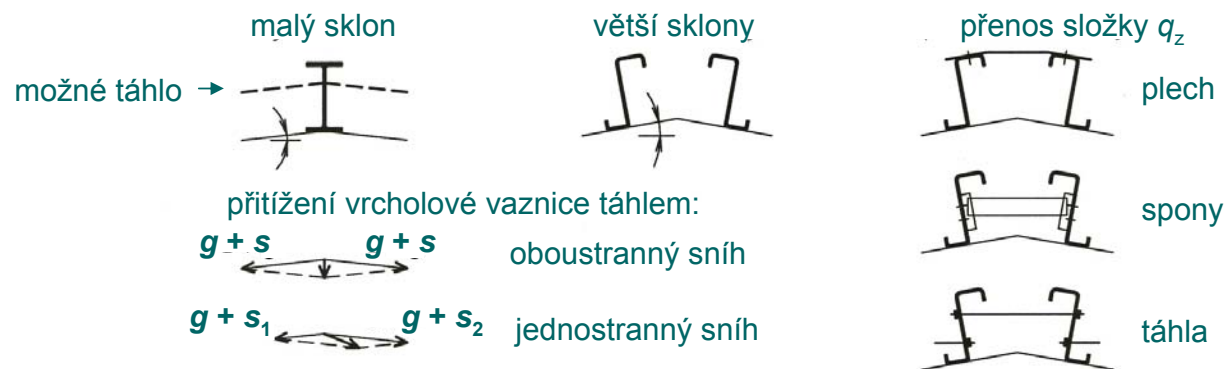


\Rightarrow obvykle stačí profily
jako u mezilehlých vaznic

Přípoj válcované vaznice na vazník (standardizované rozměry v tabulkách):

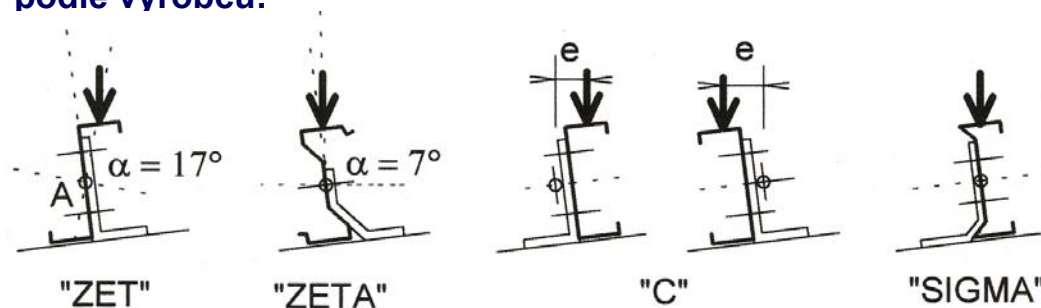


Vrcholová vaznice:



Tenkostěnná vaznice

Profily podle výrobců:

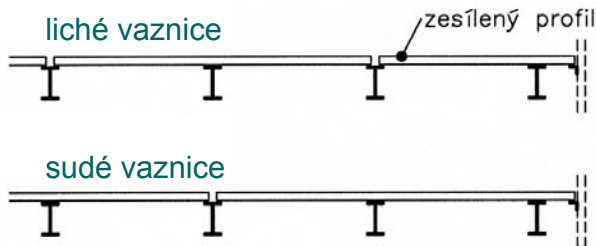


Dimenzování:

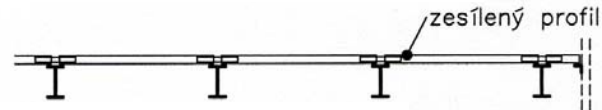
- průřez tř. 4 (ČSN EN 1993-1-3),
 - výrobci též podle výsledků zkoušek, včetně plasticity.
- Běžně jsou únosnosti nebo přípustná zatížení v tabulkách.

Systémy:

a) Vystřídané spojitě vaznice o 2 polích



b) Systém s příločkami



c) Systém s překryvem

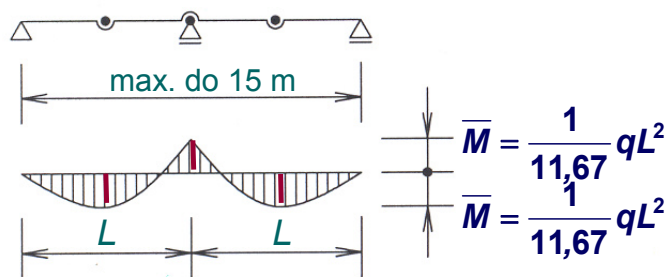


OK01 – Ocelové konstrukce (7)

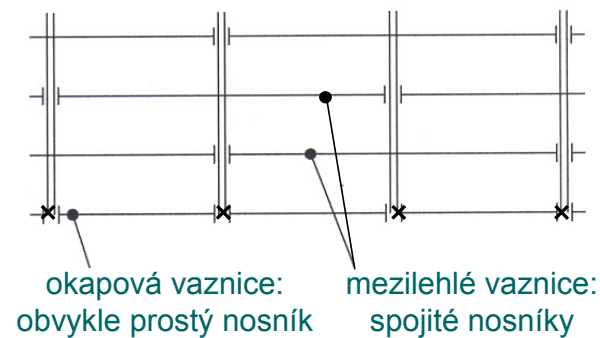
19

Spojité válcovaná vaznice o 2 polích

Vždy průřez třídy 1, lze proto využít plasticitní výpočet (redistribuci momentů na kloubovém mechanismu, tj. vyrovnání momentů):



dispozice - vystřídát spojité vaznice !



Posouzení pro tuhý plášť: $\bar{M} \leq M_{b,Rd}$

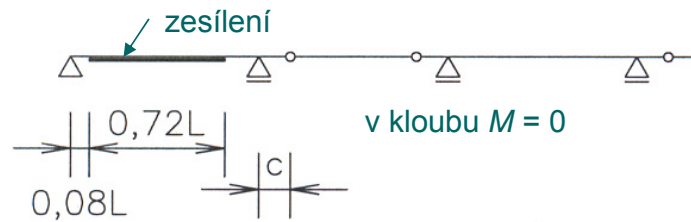
Spojité vaznice je nutné vystřídát, aby se dosáhlo stejného zatížení vazníků.
Reakce jsou totiž: $0,375 qL + 1,25 qL + 0,375 qL$

Výhody:

- redistribuovaný moment je nižší o 31%,
- průhyb oproti prostému nosníku je nižší cca o 40 %.

Kloubová vaznice (Gerberův nosník)

Klouby zpravidla ob 1 pole (je výhodné z důvodů montáže):

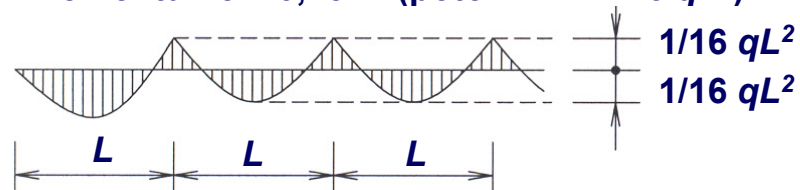


příklady zesílení:



Volba polohy kloubu (c) závisí na tom, zda rozhoduje MSÚ nebo MSP:

- pro vyrovnání momentů: $c \approx 0,15 L$ (potom $M = 1/16 qL^2$)

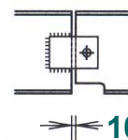


- pro vyrovnání průhybů: $c \approx 0,21 L$

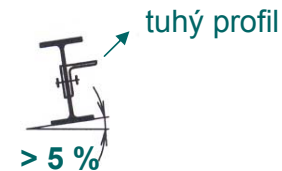
Detail konstrukčního „kloubu“:
(podle sklonu střechy)



< 5 %



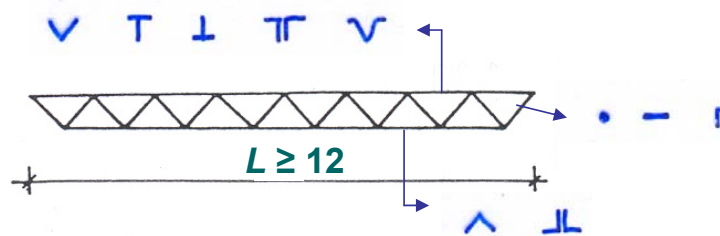
10



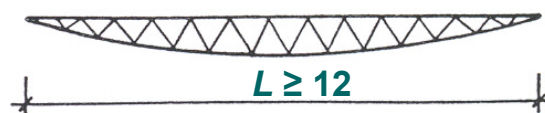
> 5 %

Příhradová vaznice

- přímopásová



- s parabolickým dolním pásem (girlandová)



Jsou to lehké nosníky bez styčnickových plechů, výroba na lince.

Výška se volí $h \approx L/15$ až $L/20$.

Vzpěrná délka ℓ_{cr} pro diagonály $\approx \ell$ (světlost) mezi pásy.

Dispozice

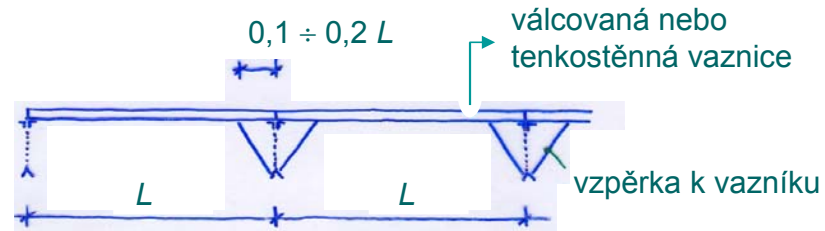


OK01 – Ocelové konstrukce (7)

22

Vzpěrkové a zavěšené vaznice

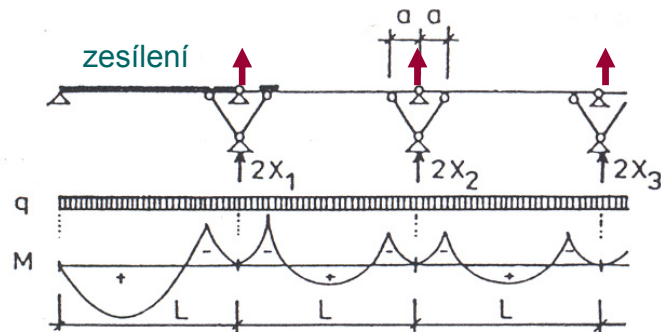
- **vzpěrkové**



- **zavěšené (střechy Zeppelin)**



Soustava je staticky neurčitá (tabulky, počítač):



Lehké, nahrazují svislá ztužidla.

Pracné, málo estetické.

Vazníky

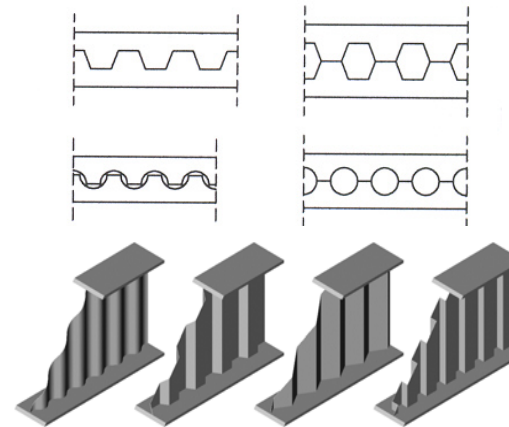
Vazníky podporují vaznice nebo přímo plášť (bezvaznicové střechy).

Plnostěnné vazníky

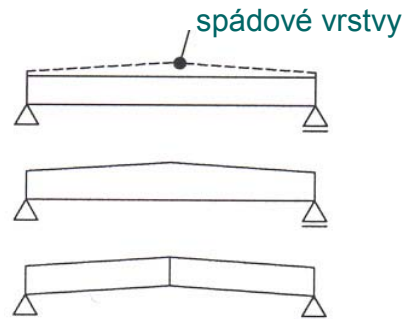
- a) prosté nosníky,
- b) rámové příčle (obvykleji).

Konstrukce:

- válcovaná I,
- prolamované nosníky:
- svařované nosníky,
- nosníky s různě tvarovanými stojinami:



Tvary prostých nosníků:

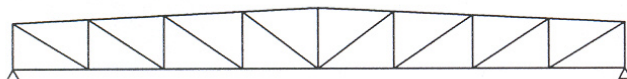


Plnostěnné vazníky jsou méně pracné než příhradové, nižší, elegantnější, ale těžší.

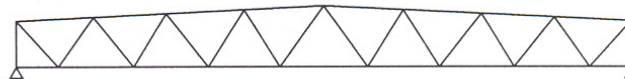
Příhradové vazníky

Tvary vazníků:

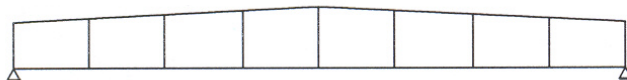
Prattův vazník



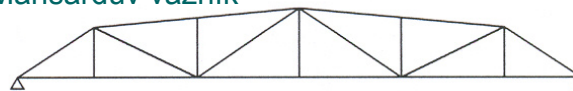
Warrenův vazník



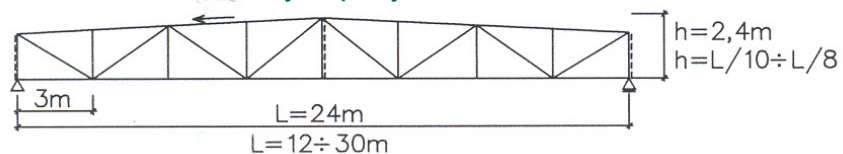
Vierendeelův vazník



Mansardův vazník



Vazník s různoběžnými pásy



... též s rovnoběžnými pásy,
a svislicemi nebo kolmicemi
(pro příčné světlíky
podél nebo uvnitř vazníků)

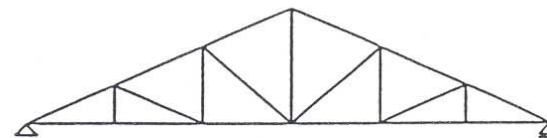
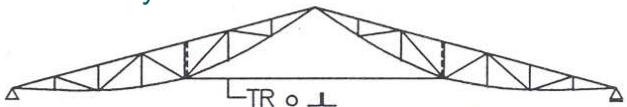
Vzpínadlový (vzpěradlový) vazník



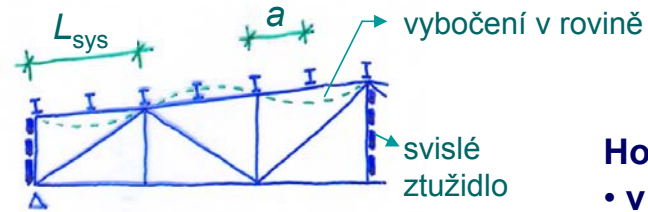
Vazník s parabolickým dolním pásem



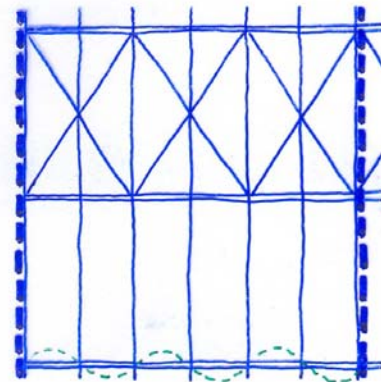
Girlandový vazník



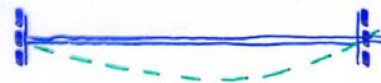
Vzpěrné délky prutů (opakování):



půdorys
horní pás



půdorys
dolní pás



Horní pás:

- v rovině nosníku L_{sys}
- z roviny nosníku a

Diagonály:

- v rovině vzdál. těžišť přípoju (měkké styč. plechy) $\approx 0,9 L_{sys}$
- z roviny L_{sys}

[Pozn.:
U trubek přivařených k pásům (= vetknutí)
 lze brát $0,75 L_{sys}$]

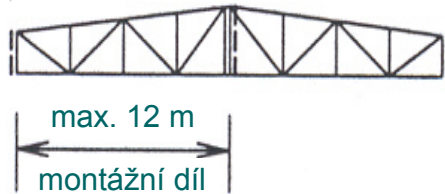
Dolní pás (je-li tlačěn při sání):

- v rovině L_{sys}
- z roviny: vzdál. svislých ztužidel

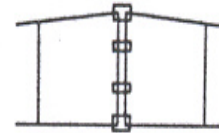
Konstrukční detaily

- dílenské styky výlučně svařované,
- montážní styky šroubované (i svařované).

Umístění montážních styků:



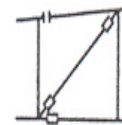
1. styk podél svislice



každý díl má svou svislici a styčnickový plech, které se sešroubují



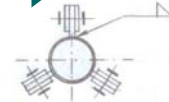
2. styk podél diagonály



horní pás:  kontaktní styk na čelní desku

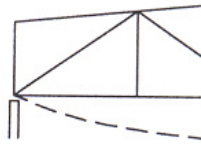
diagonály: přípoj na styčnickový plech

dolní pás: přeplátovaný styk tzv. křidélek, popř. styk s čelní deskou jako výše

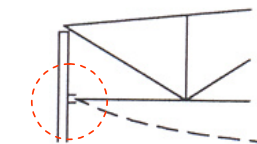


Princip uložení příhradového vazníku na sloup:

pevný kloub

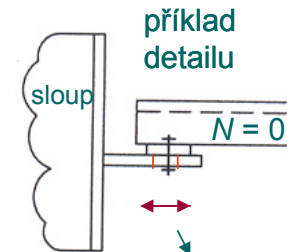


při uložení na dolní pás:



umožnit posun

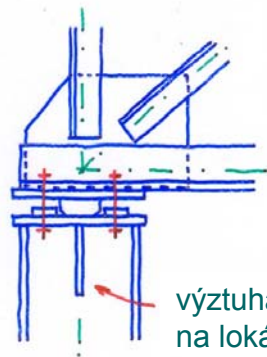
[jinak je vazník do
sloupu vetknutý,
tj. tvoří příčli rámu !!!]



příklad detailu

$N = 0$

oválné otvory pro posun
(popř. navrhnout
nějaký pérový přípoj)



výztuha stěny
na lokální sílu

**Obvykle se vazník ukládá na centrovací desku, do lůžka.
Výjimečně (úzké sloupy) přímo, bez centrovací desky.**