

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

1. Ocelové konstrukce – halové stavby

Obsah přednášky:

1. Dispoziční uspořádání hal
2. Střešní konstrukce
3. Střešní ztužení
4. Obvodové stěny
5. Jeřábové konstrukce
6. Shrnutí

1. Dispoziční uspořádání hal - příklady



Ocelová jednolodní hala s příhradovými vazníky



Ocelová jednolodní hala s příhradovými vazníky



Ocelová jednolodní hala s příhradovými vazníky



Ocelová jednolodní hala s příhradovými vazníky



Ocelová jednodílná rámová hala (trojkloubový rám)



Ocelová jednolodní rámová hala (trojkloubový rám)



Ocelová jednolodní rámová hala (trojkloubový rám)



Ocelová dvoulodní rámová hala

Funkce hal:

- ochrana před povětrnostními vlivy
- zajištění provozu
- ...

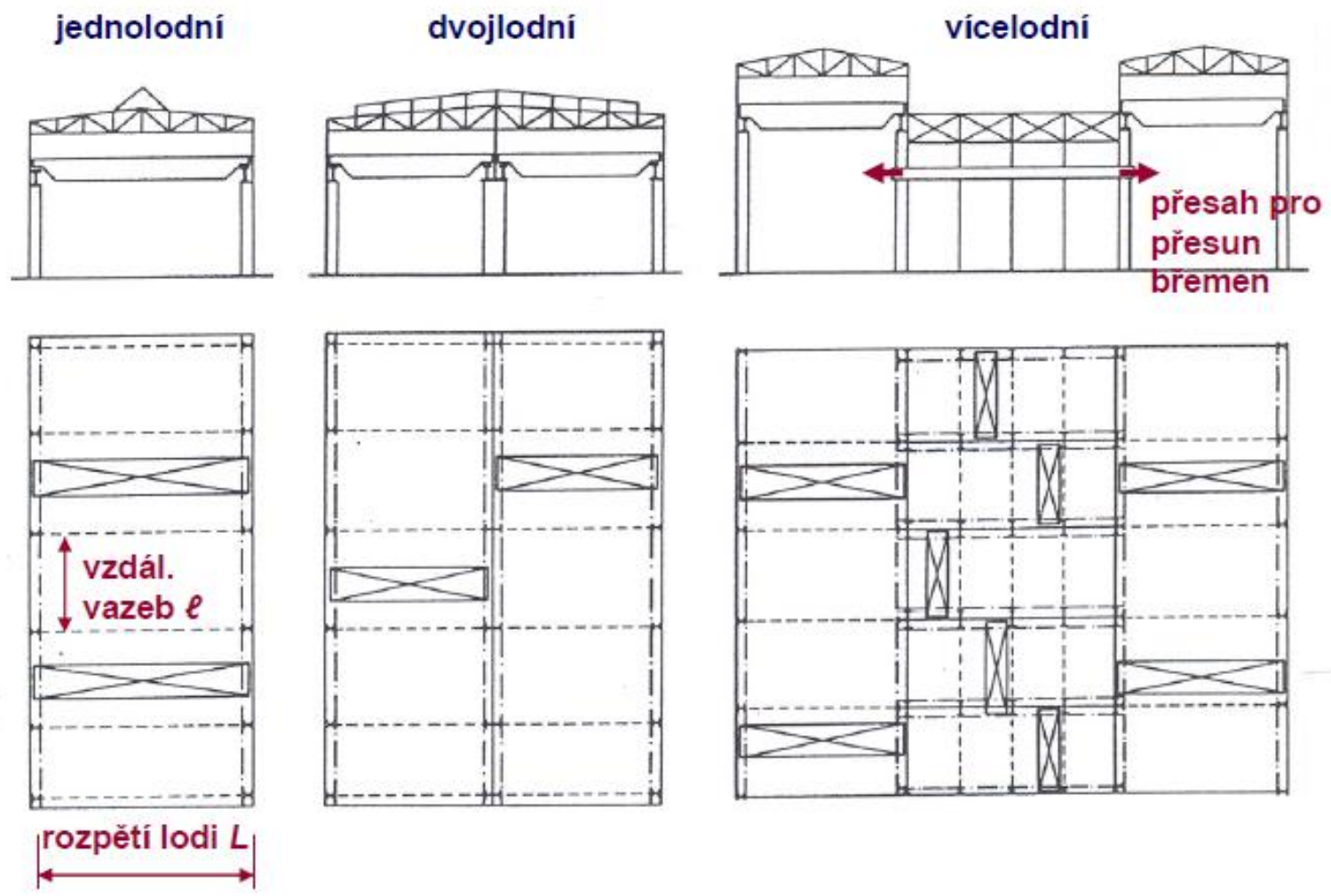
Materiálová báze podle rozpětí (pro běžné konstrukce):

- $L < 12$ m zděné stěny, dřevěná střecha
- $L \approx 12 \div 18$ m dřevo, beton, ocel
- $L > 18$ m ocel.

Kategorie hal:

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

Terminologie hal

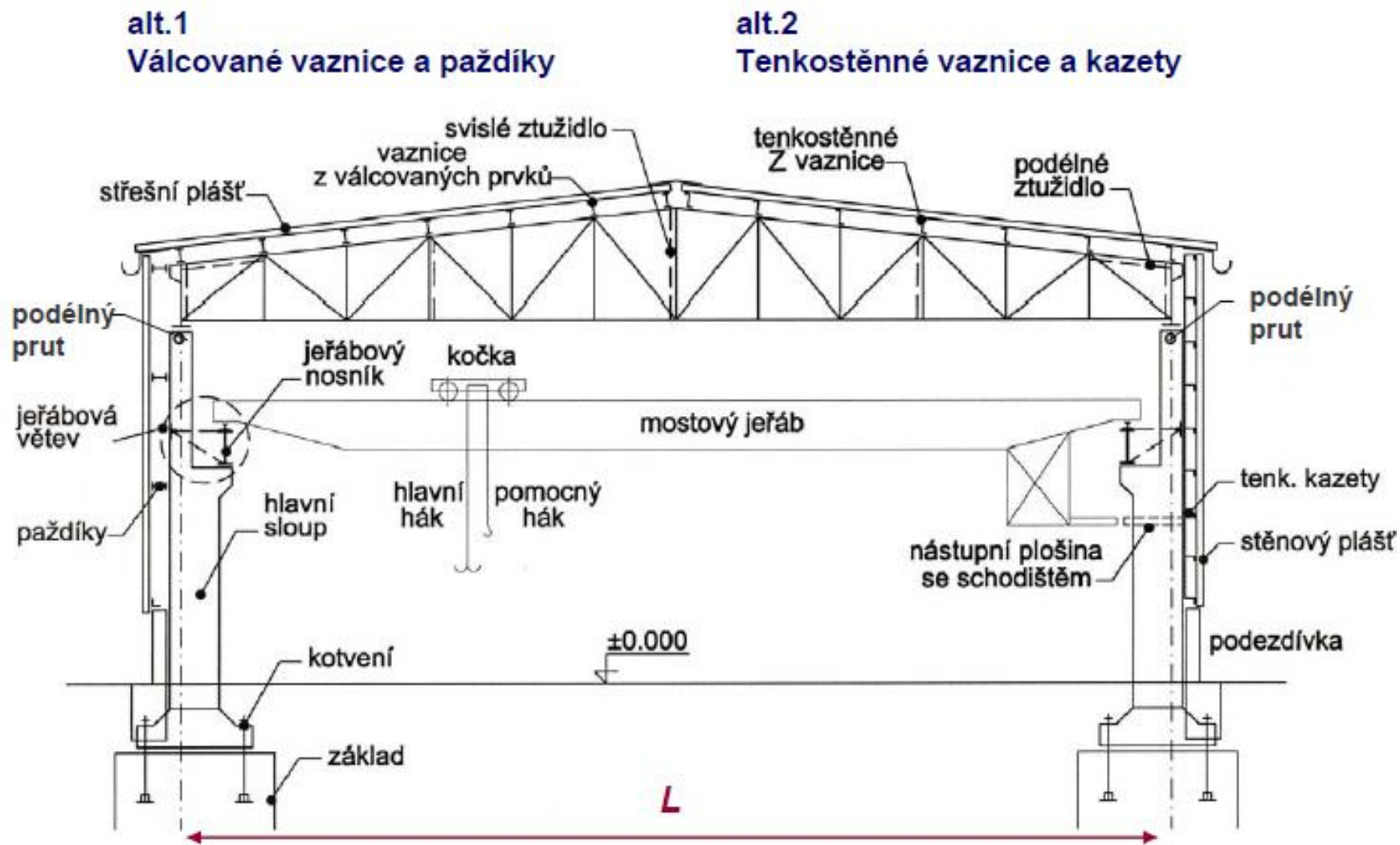


Terminologie hal

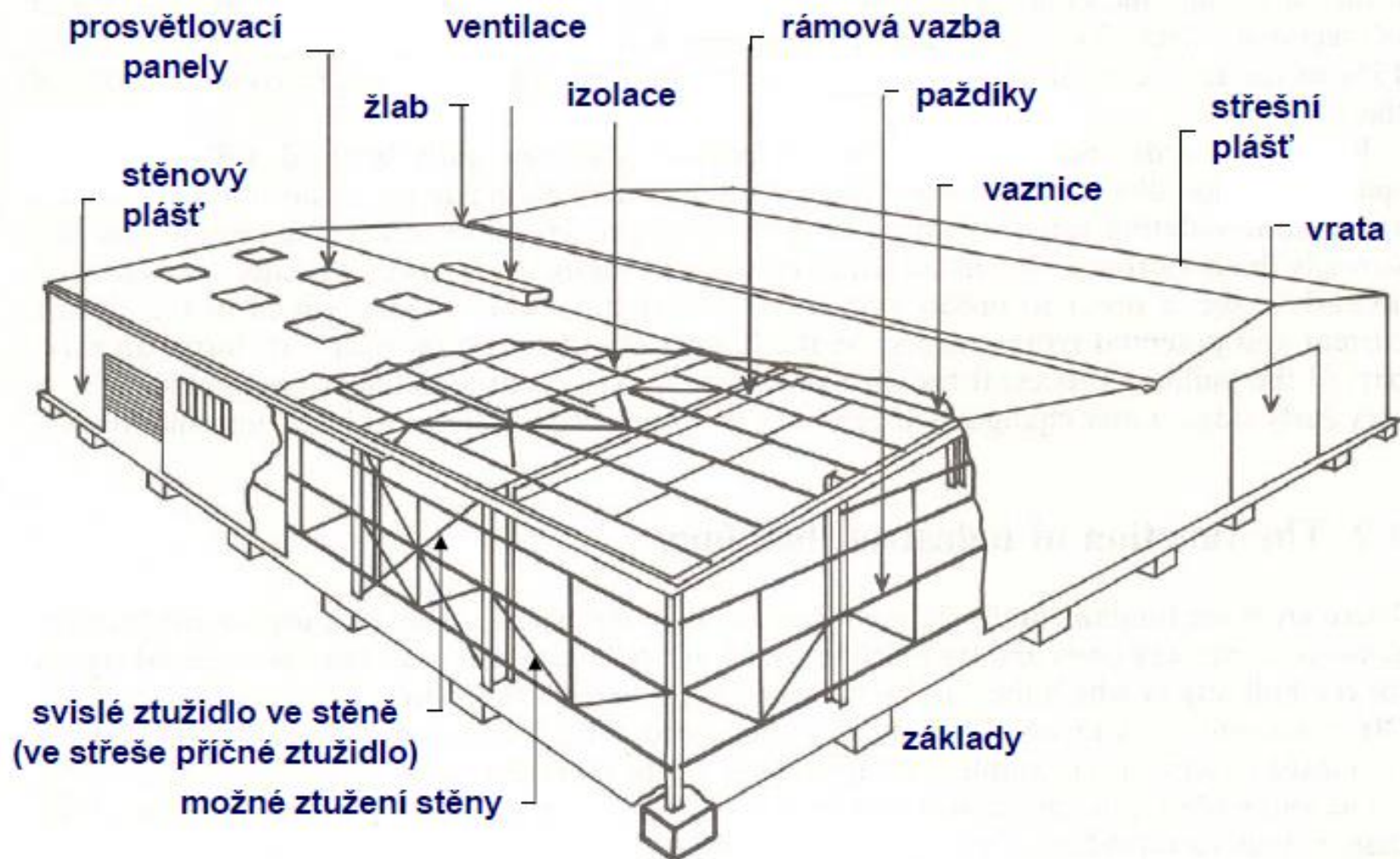


- **rozpětí lodi** je příčný rozměr určující teoretické rozpětí vazníku (nejčastěji v násobku 3 m, tedy 12, (15), 18, (21), 24, (27) 30 m
- **vzdálenosti příčných vazeb** (vzdálenosti vazníků) jsou buď stejné jako vzdálenosti sloupů nebo poloviční či třetinové - potom se pro mezilehlé vazníky použijí podélně průvlaky

Příčná vazba: terminologie a způsob kreslení příčného řezu („klasická“ průmyslová hala s jeřáby)



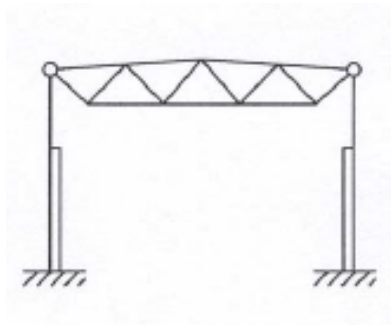
Příklad rámové dvojlodní haly



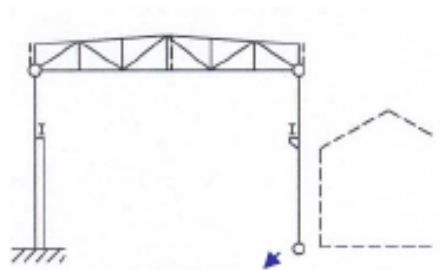
Příčný směr hal (tj. běžné příčné vazby a štít haly)



1. Příčné vazby haly s kloubově uloženou příčí



staticky neurčitá



malý základ
(vhodné pro rekonstrukce.)

staticky určitá



podepření podélnými
ztužidly ve střeše
(pro přenos do štítů) !

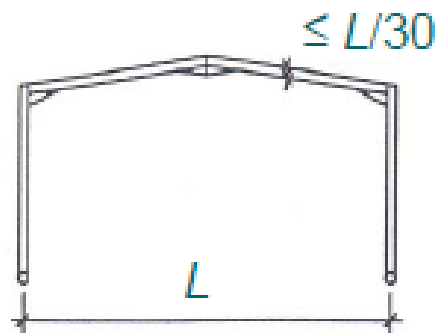
"hala s kyvnými sloupy"

tvarově neurčitá

2. Rámové vazby

Rámy: dvojkloubové
tříkloubové
vetknuté
kombinace

- výhody: malé patky, estetická konstrukce
- nevýhody: citlivé na pokles podpor a na zatížení teplotou
u jeřábových hal: otřesy jeřábů až do krytiny

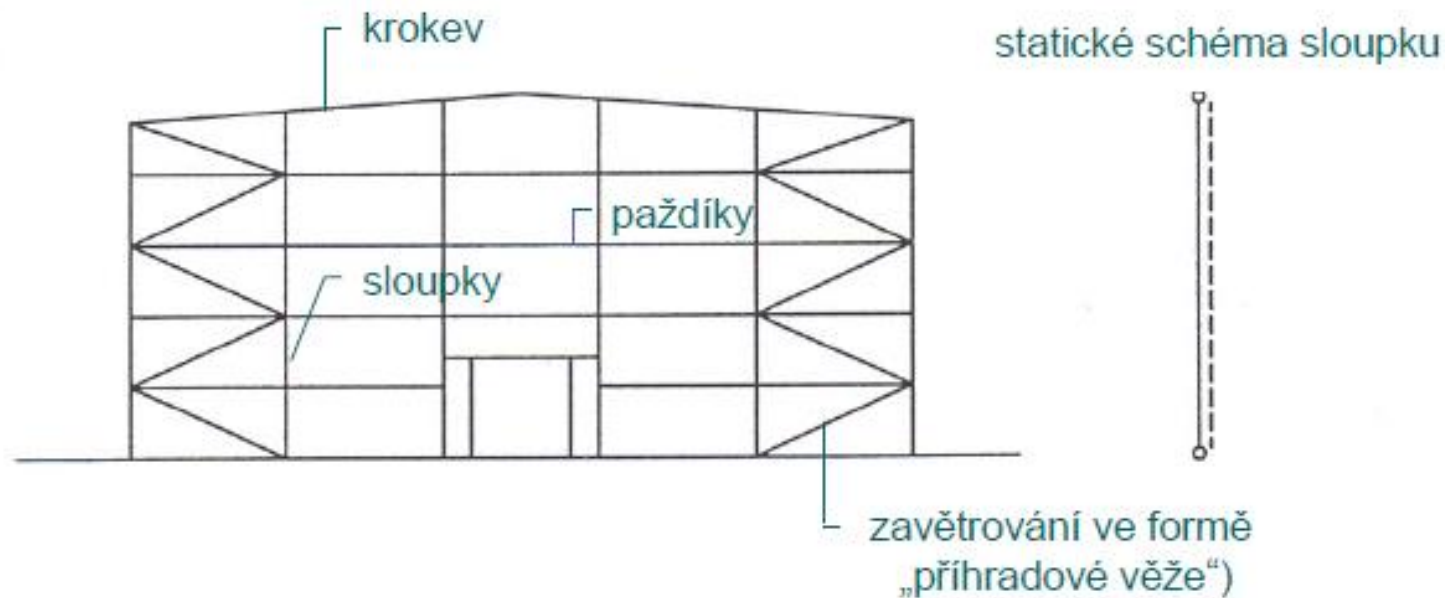


(lehké haly s rozpětím až 80 m)

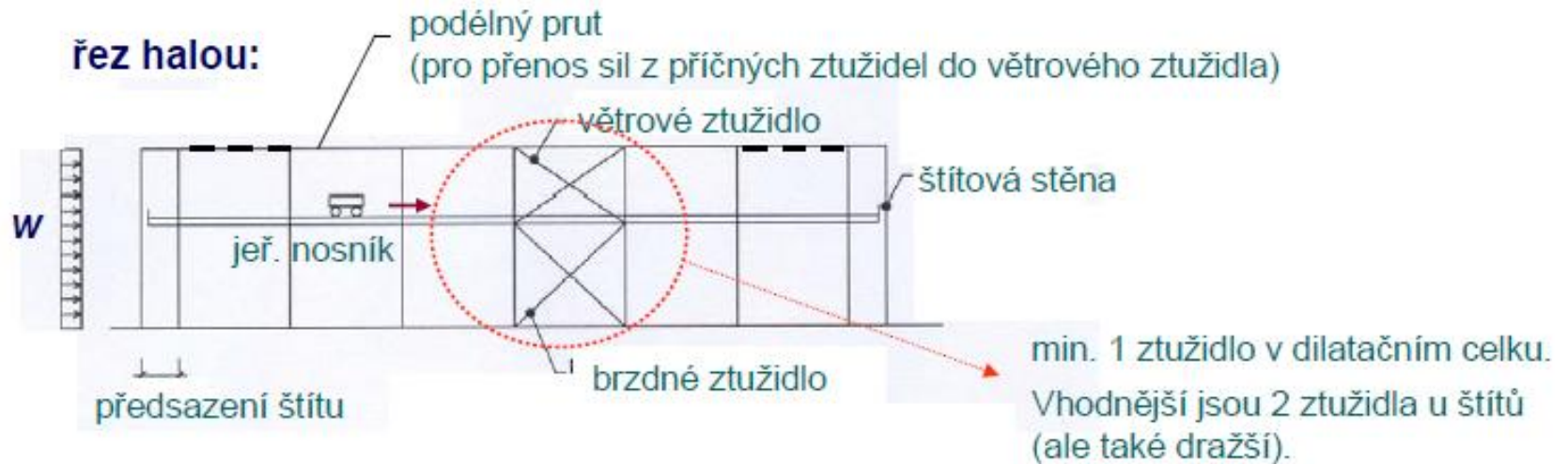
3. Štítové stěny

Možnosti:

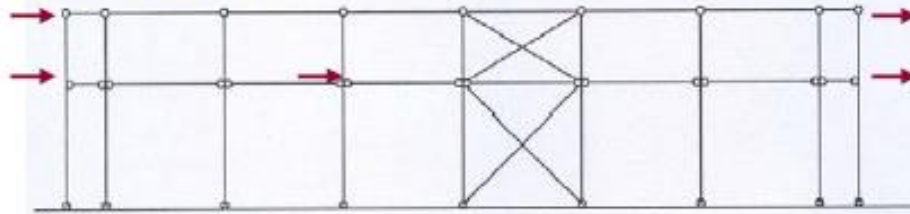
- běžná vazba s předsazenou štítovou stěnou:
 - + halu lze později snadno prodloužit
 - vazba je ale drahá, masivní
- nosná lehká stěna místo vazby, tvořená: sloupky + paždíky + zavětrování + krokev



Podélný směr hal



statické schéma:



Dilatační celky

- v dilatačním celku ocelové konstrukce lze zanedbat účinky teploty na statické namáhání

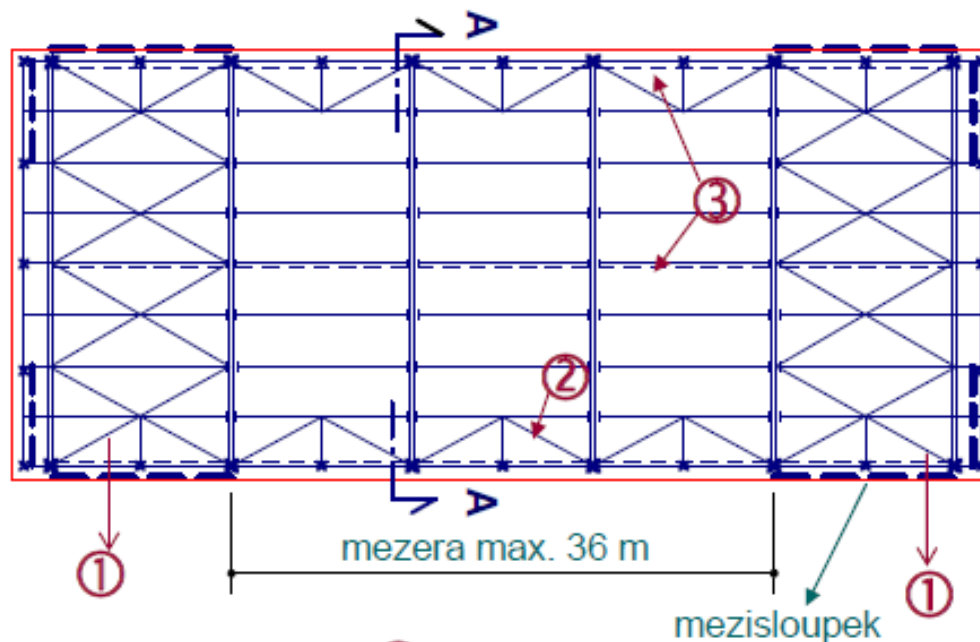


Způsob kreslení půdorysu. Ztužidla ve střeše

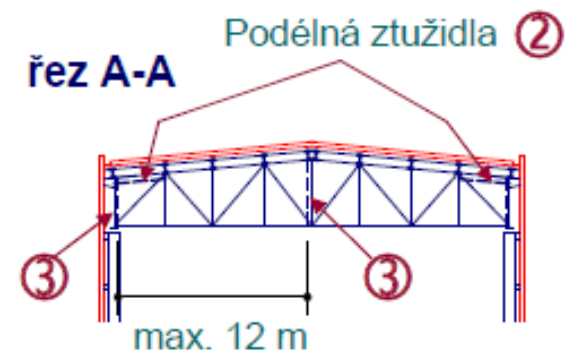


1. **příčná ztužidla** (nutná pro přenos větrů ze štítů do ztužidel stěn)
2. **podélná ztužidla** (vždy vhodná pro držení geometrie)
3. **svislá ztužidla** (drží svislost samostatných vazníků; nejsou u rámu)

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).

1. Ocelové konstrukce – halové stavby

Obsah přednášky:

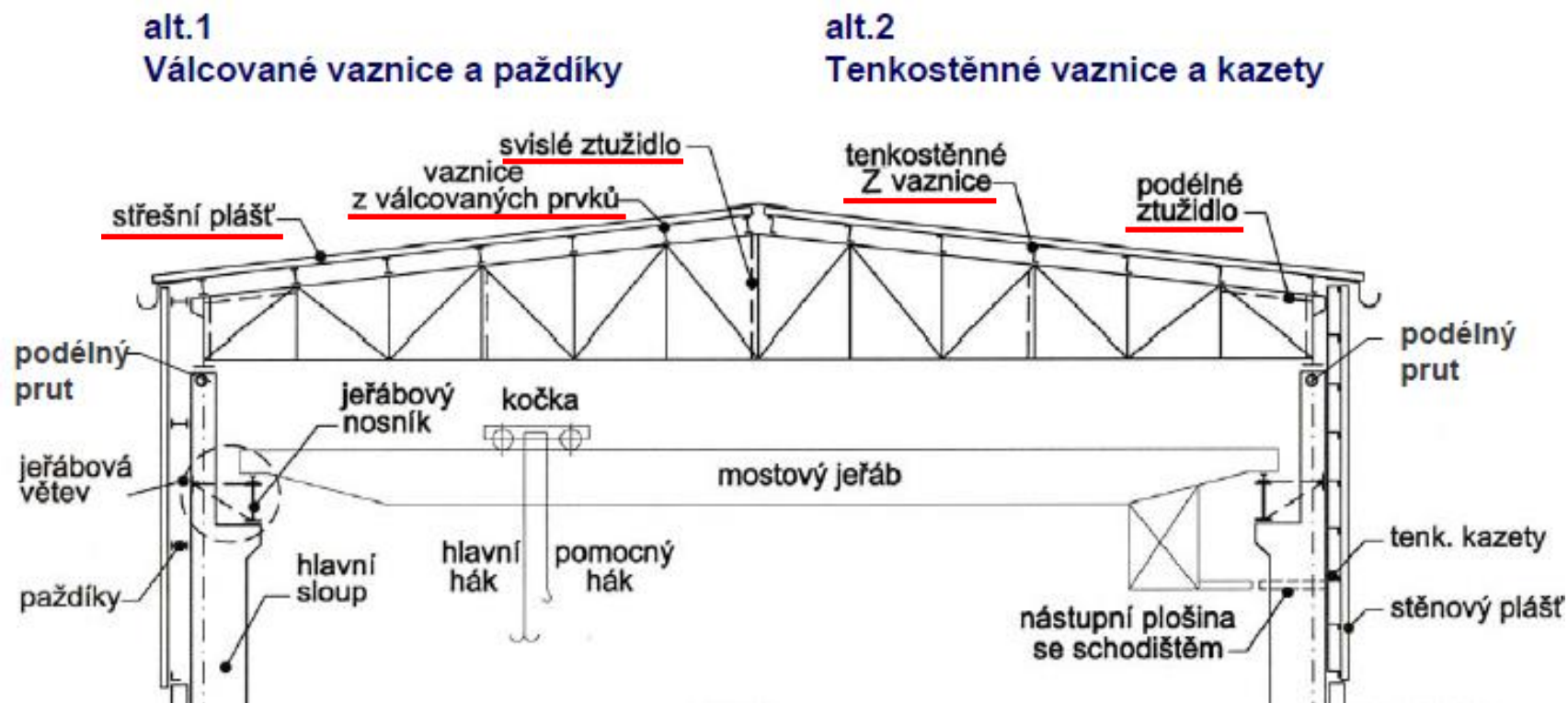
1. Dispoziční uspořádání hal
2. **Střešní konstrukce**
3. Střešní ztužení
4. Obvodové stěny
5. Jeřábové konstrukce
6. Shrnutí

2. Střešní konstrukce



Střešní konstrukce hal se skládají nejčastěji z těchto konstrukčních prvků:

- střešní plášť
- vaznice
- vazník
- střešní ztužení



Střešní plášť



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

Skladba střešního pláště

- **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 střešního pláště



1) Trapézový plech

běžně rozpětí: $L = 1 \div 3$ m (popřípadě 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

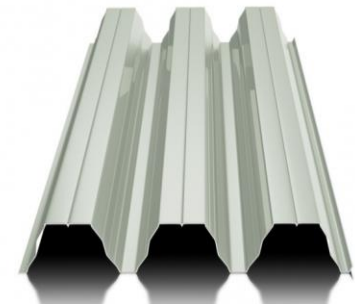


Přípoj k vaznicím:

- šrouby samovrtné nebo samořezné
- přistřelení do vaznic

Podélný spoj mezi plechy:

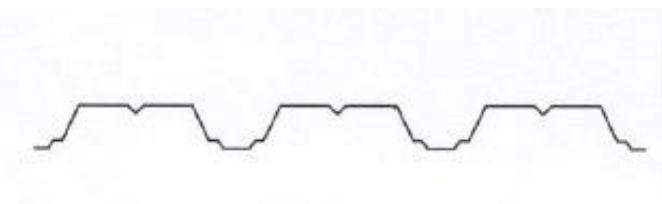
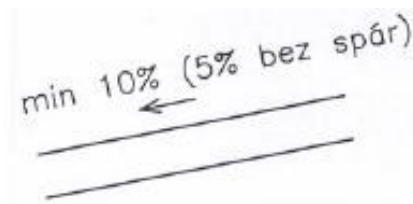
- jednostranné nýty
- šrouby do plechu



svary jsou nepřipustné (možnost koroze), svařovat lze pouze při zabetonování plechů

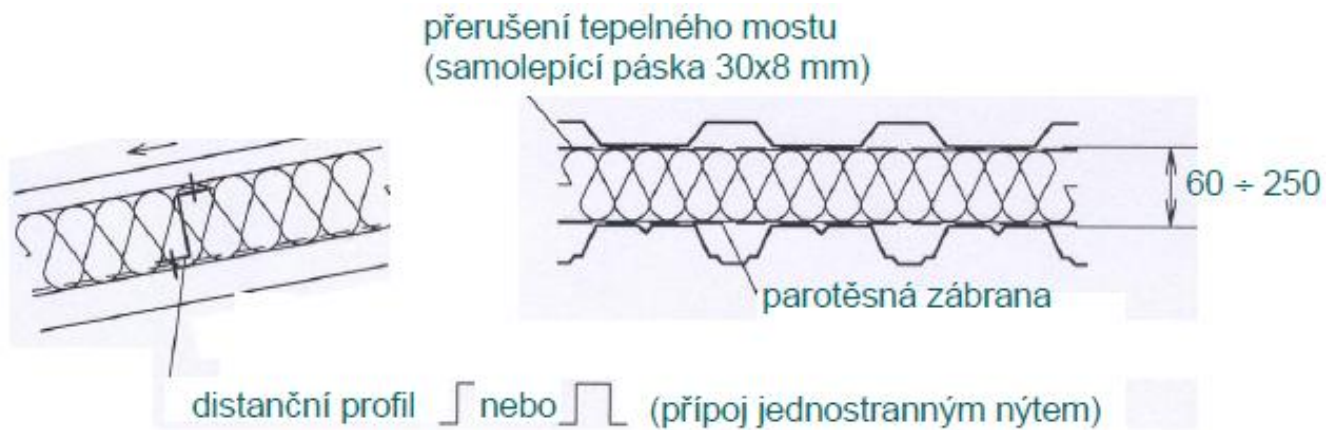
Typické skladby:

- bez tepelné izolace



- s tepelnou izolací

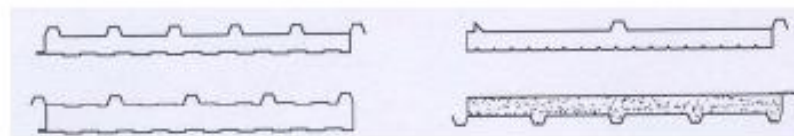
- krytina z trapézového plechu (ocel, hliník, nerez)



- povlaková krytina



- sendvičové dílce (mnoho typů)



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



- funkce vaznic: podpírají střešní plášť
- vaznice jsou uloženy na vaznicích
- systémy vaznic:

		ROZPĚTÍ		
		6 m	9 m	12 m
PROVEDENÍ	VÁLCOVANÝ PROFIL I	PROSTÝ NOSNÍK 	SPOLITÝ NOSNÍK 	KLOUBOVÝ NOSNÍK
	PROLAMOVANÝ NOSNÍK	PROSTÝ NOSNÍK 		VZPĚRKOVÝ NOSNÍK ZAVĚŠENÝ NOSNÍK
	PŘÍHRADOVÝ NOSNÍK			PROSTÝ NOSNÍK

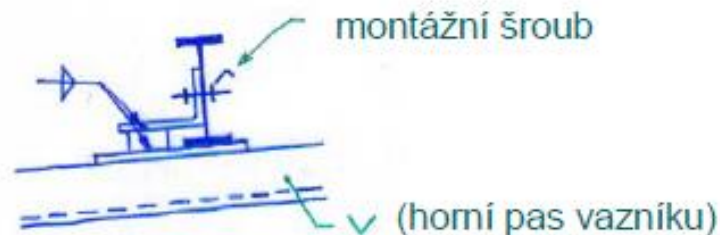
Rozlišujeme vaznice:

- plnostěnné
- tenkostěnné
- příhradové
- vzpěrkové a zavěšené

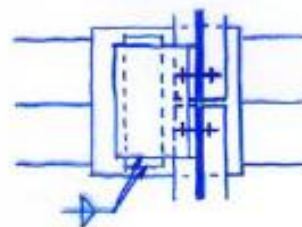
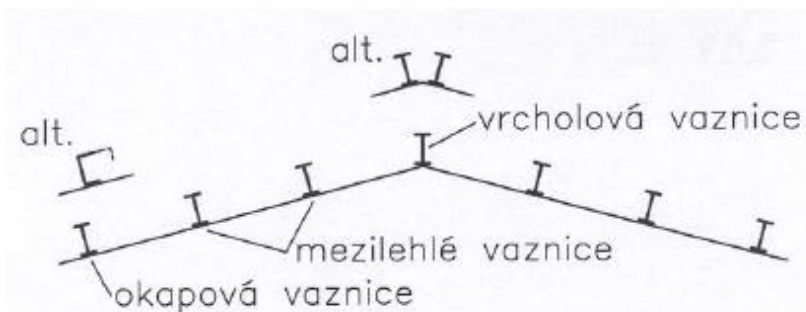
1) Plnostěnné vaznice

- nejčastěji profily I, C (válcované profily v tabulkách)
- ze statického hlediska mohou být řešeny jako **prostý** nebo jako **spojitý** nosník
- rozpětí: prostý nosník cca 6 m
 spojitý nosník cca 6 ÷ 9 m

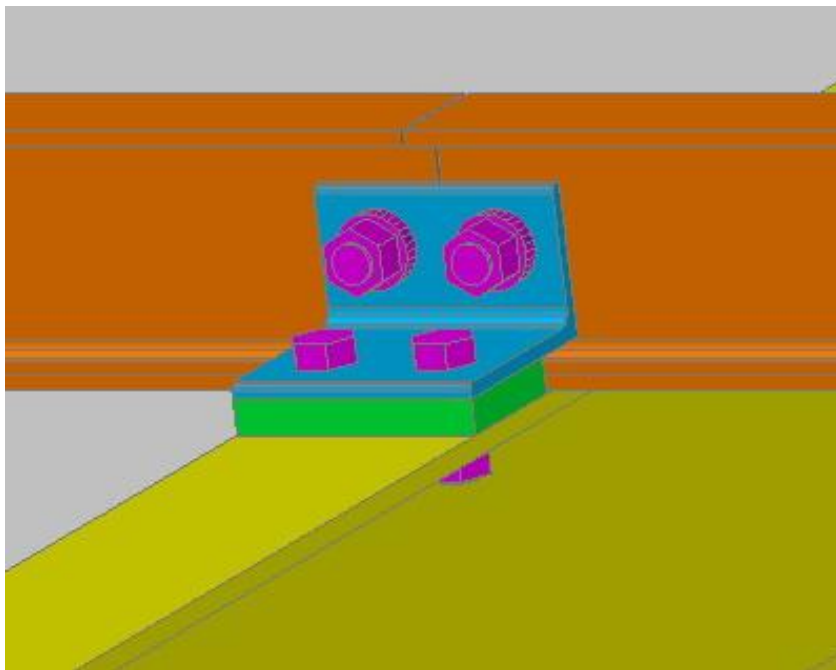
- přípoj válcované vaznice na vazník:



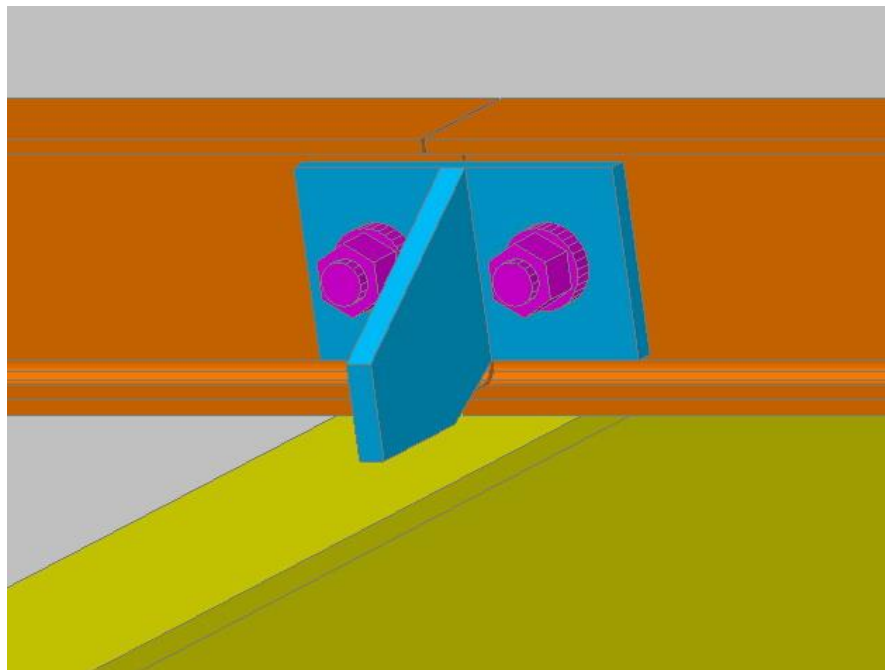
- vrcholová vaznice



- přípoj válcované vaznice na vazník:



přípoj proveden pomocí úhelníku

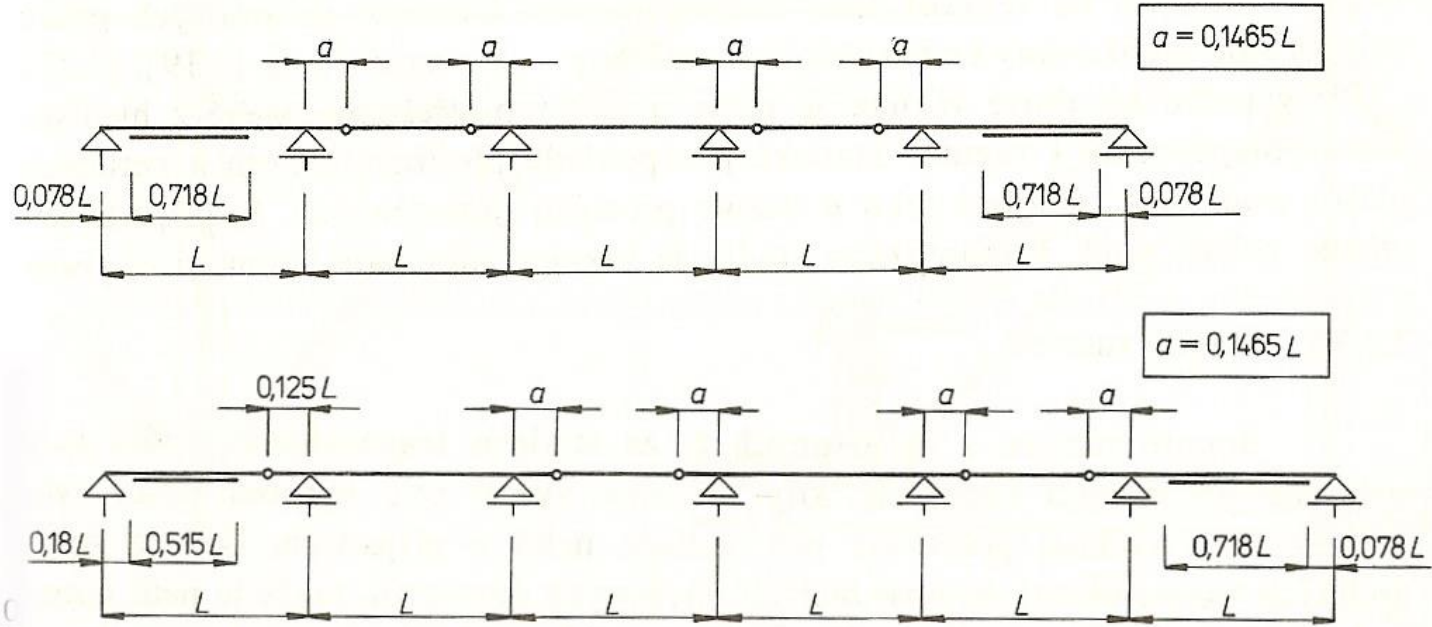


přípoj proveden pomocí kolmého a rovnoběžného plechu

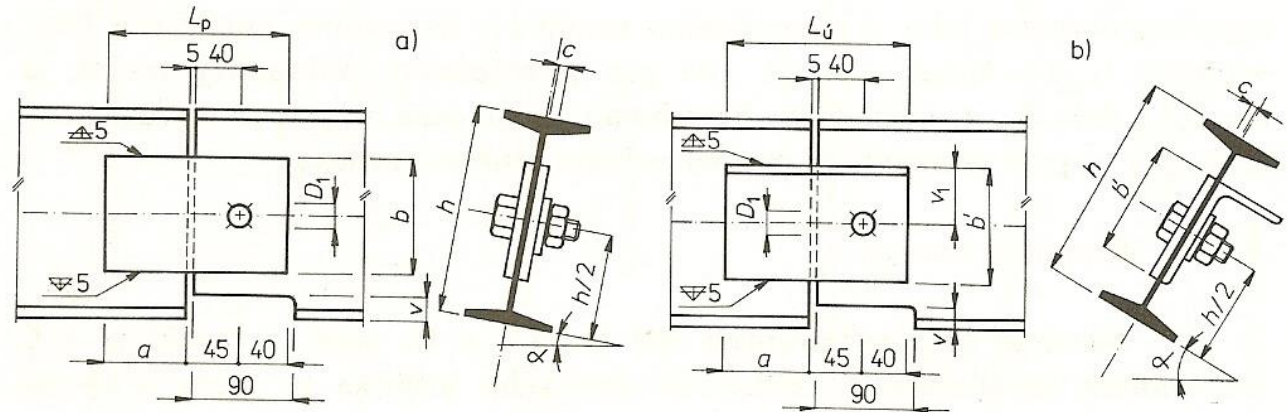
zdroj: www.detailyok.webnode.cz

- **kloubové vaznice** - ze statického hlediska se jedná o spojitě nosníky s vloženými klouby (Gerberovy nosníky)

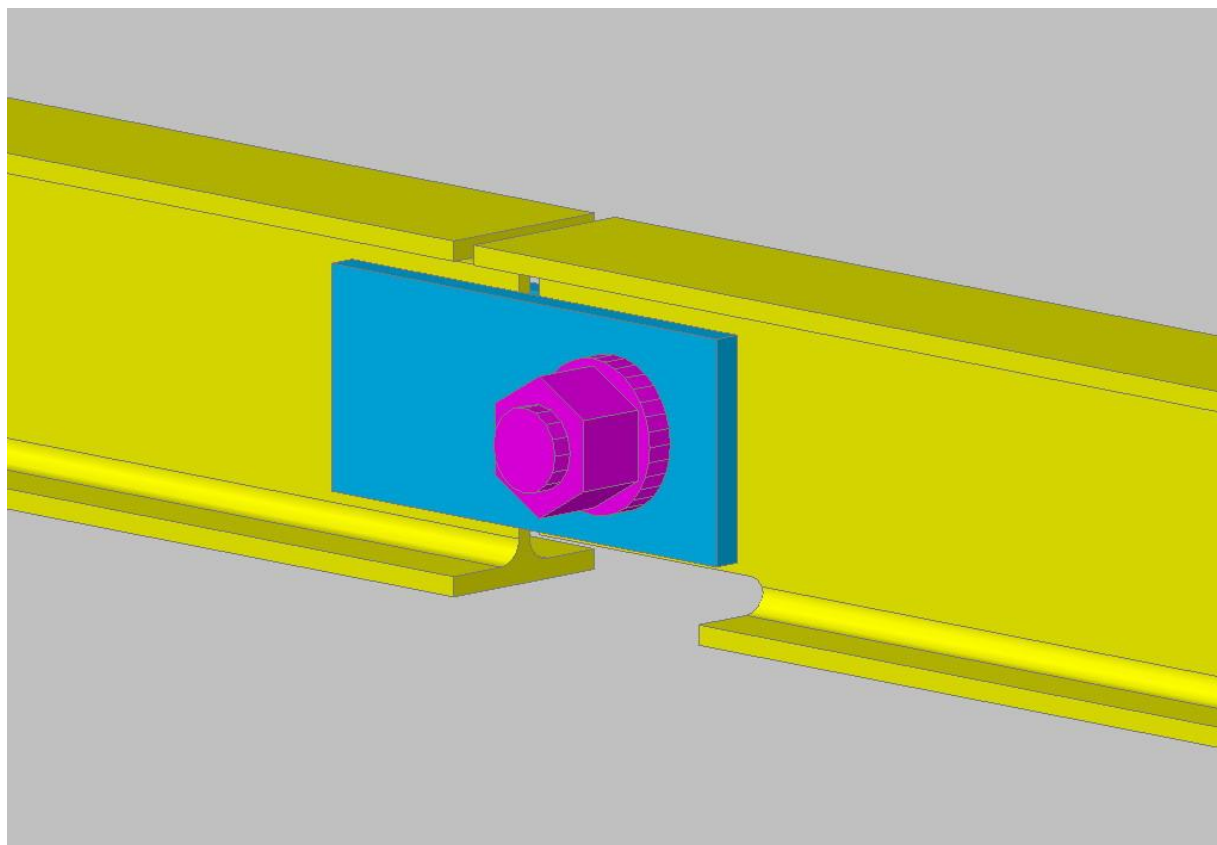
- schéma:



- detail kloubu:



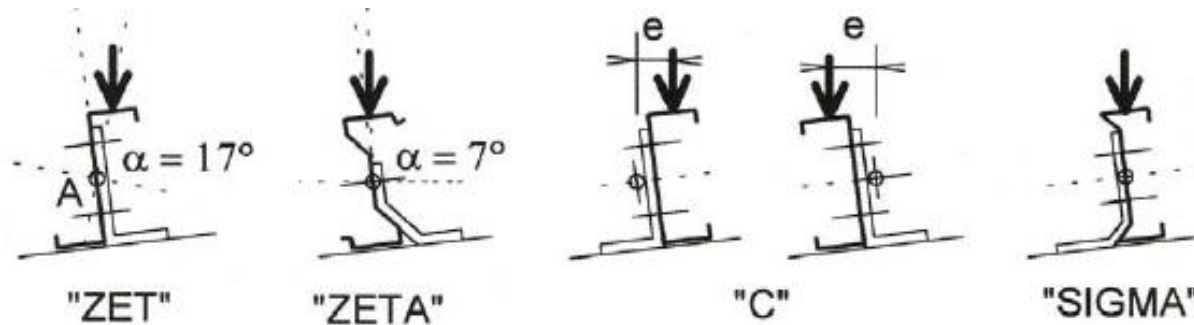
- detail kloubu kloubové vaznice:



zdroj: www.detailyok.webnode.cz

2) Tenkostěnné vaznice

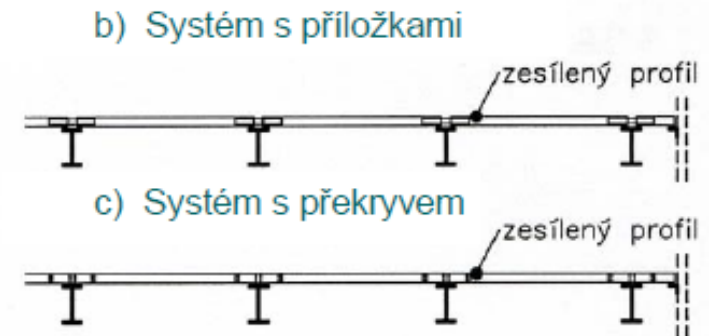
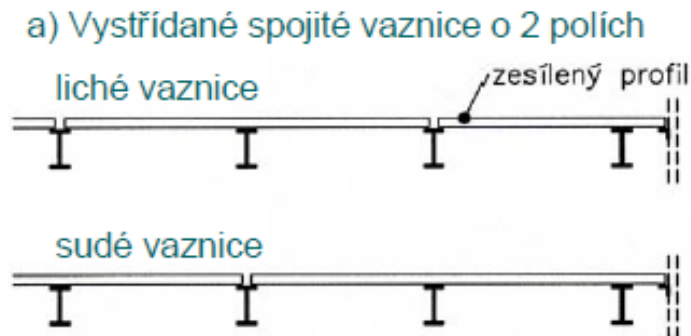
- profily podle výrobců:



- ze statického hlediska můžou být řešeny jako **prostý** nebo jako **spojitý** nosník

- rozpětí: prostý nosník cca do 6 m
 spojitý nosník cca 6 ÷ 12 m

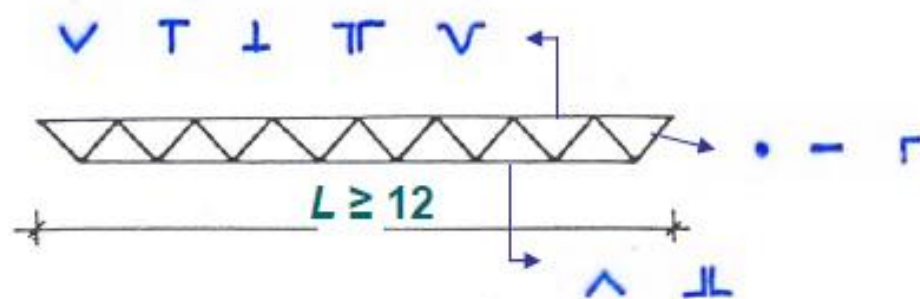
- systémy:



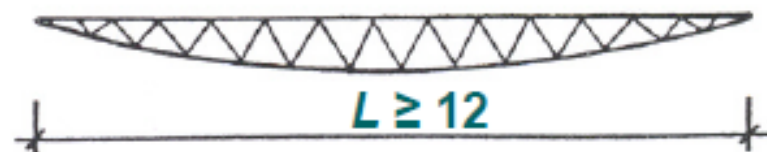
3) Příhradové vaznice

- možnosti provedení:

- přímopásová příhradová vaznice:

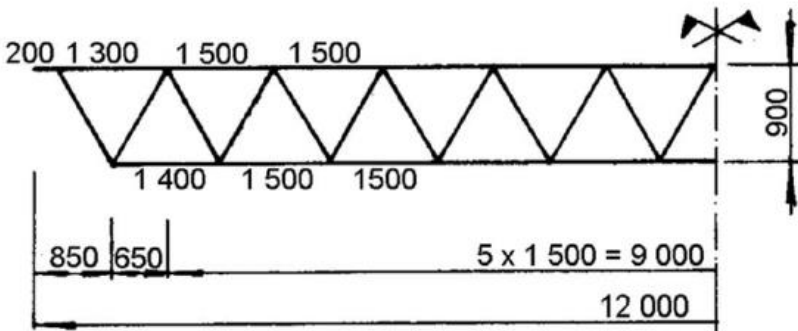


- s parabolickým dolním pásem (girlandová)

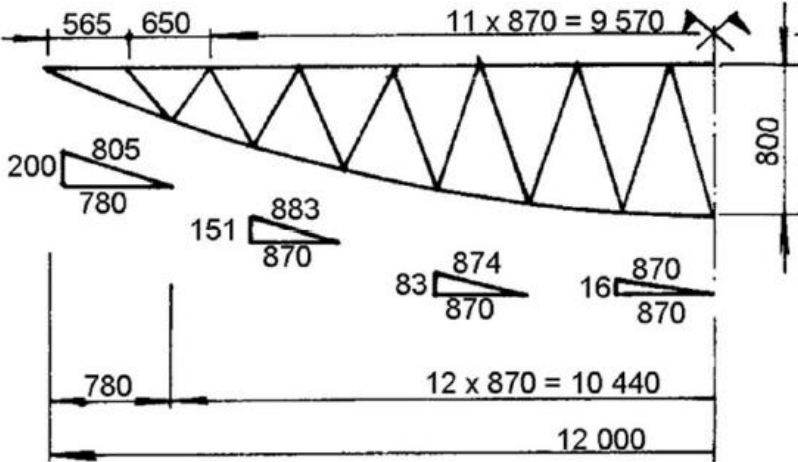


- rozpětí: prostý nosník ≥ 12 m
- jsou to lehké nosníky bez styčnickových plechů, výroba na lince
- výška se volí $h \approx L/15$ až $L/20$

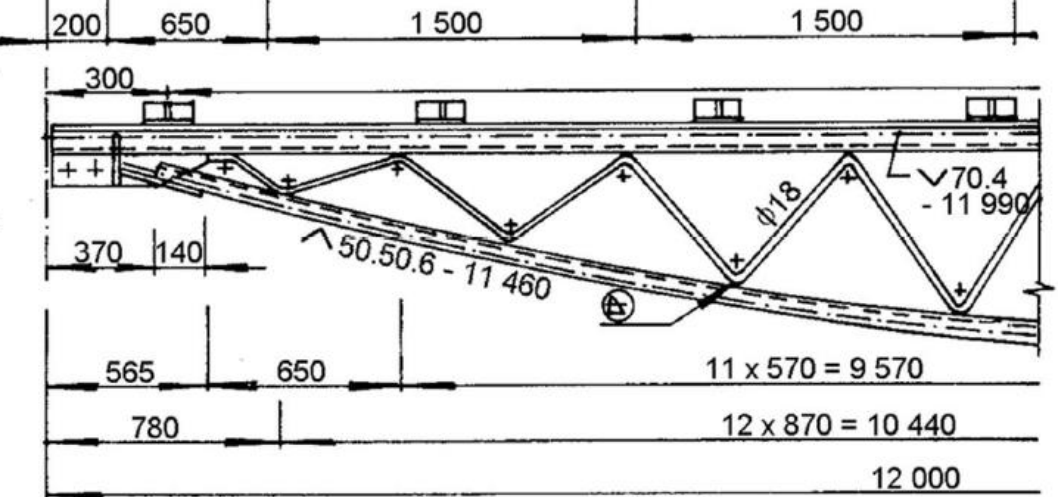
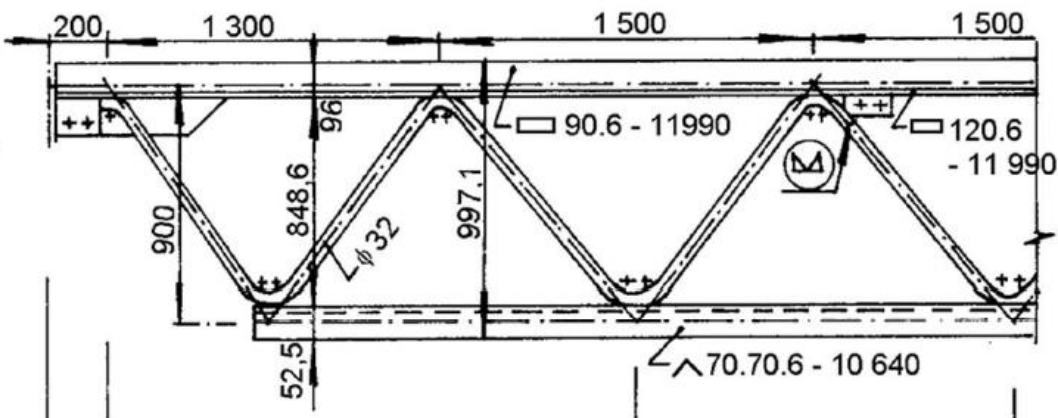
1. Ocelové konstrukce – halové stavby



a)

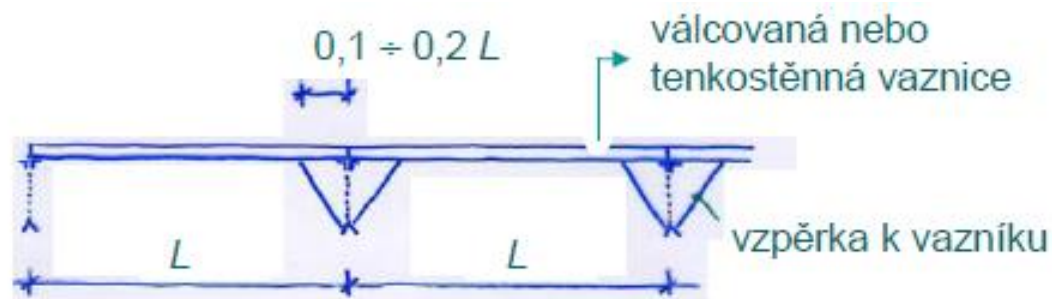


b)



4) Vzpěrkové a zavěšené vaznice

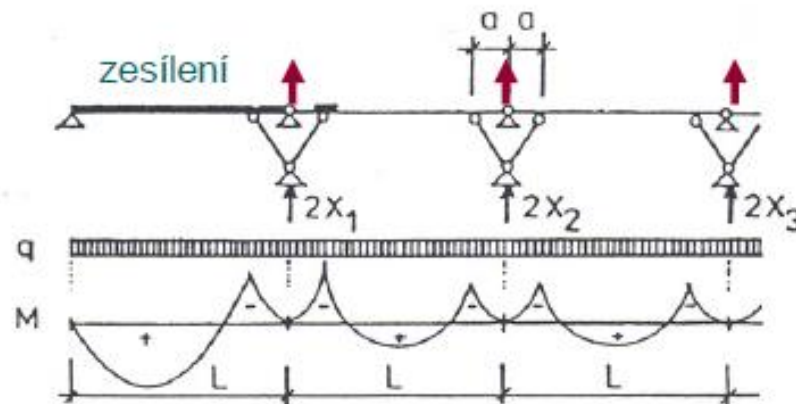
- vzpěrkové



- zavěšené



- lehké nahrazují svislá ztužidla
- pracné, málo estetické
- soustava je staticky neurčitá (tabulky nebo počítač)



Vazníky



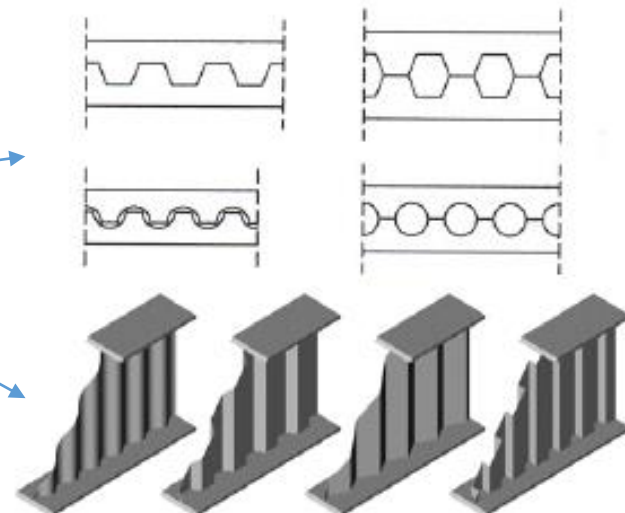
- funkce vazníků: vazníky podporují vaznice nebo přímo střešní plášť (bezvaznicové střechy)
- typy vazníků: 1) plnostěnné vazníky
2) příhradové vazníky

1) Plnostěnné vazníky

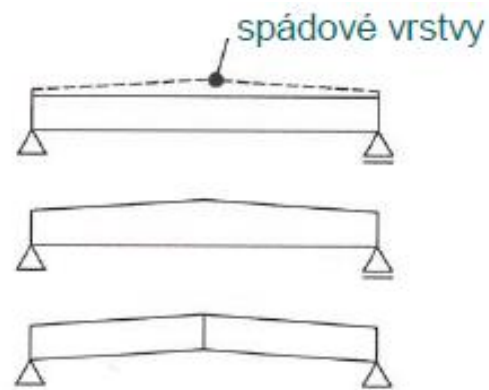
- a) prosté nosníky
- b) rámové příčle (obvykleji)

Konstrukce plnostěnného vazníku:

- válcovaný profil (nejčastěji I)
- svařovaný nosník
- prolamovaný nosník
- nosník s různě tvarovanou stojinou



Tvary prostých nosníků



- konstrukční výška plnostěnných vazníků se volí v rozsahu $1/12$ až $1/20$ rozpětí
- plnostěnné vazníky jsou méně pracné než příhradové, nižší a elegantnější
- ale jsou těžší než příhradové a tedy nepříznivější z hlediska spotřeby oceli

1. Ocelové konstrukce – halové stavby





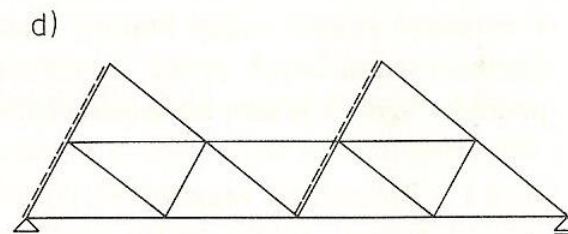
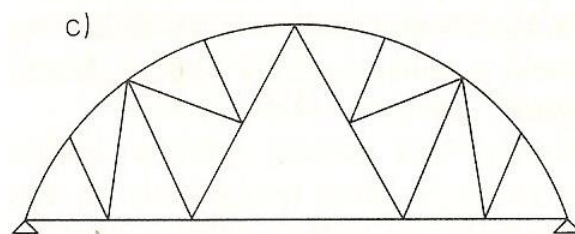
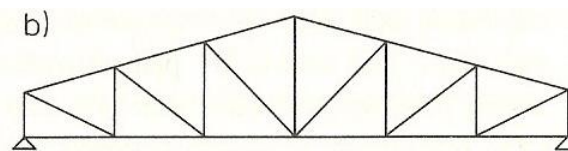
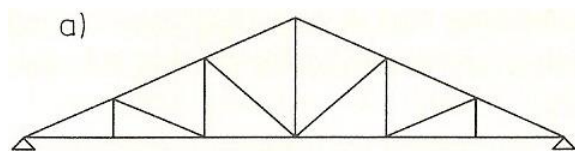
detail rámového rohu

zdroj: www.detailyok.webnode.cz

2) Příhradové vazníky

Základní tvary příhradových vazníků:

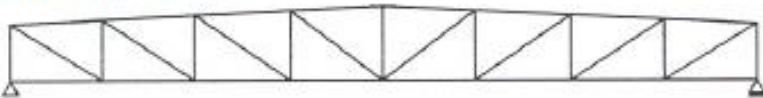
- a) trojúhelníkové vazníky - jsou vhodné pro střechy větších sklonů
- b) lichoběžníkové vazníky - jsou vhodné pro ploché střechy nebo střechy s menším sklonem
- c) válcové vazníky
- d) vazníky pilových střech - výhodou je možnost prosvětlení haly šikmou zasklenou plochou



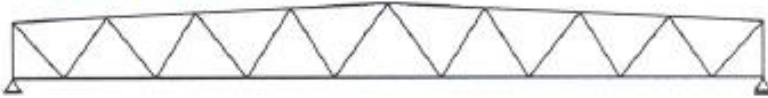
- výška příhradových vazníků se volí větší než u vazníků plnostěnných, a to v rozmezí 1/6 až 1/12 rozpětí

Další tvary příhradových vazníků:

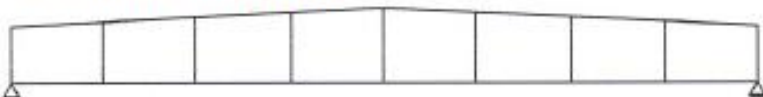
Prattův vazník



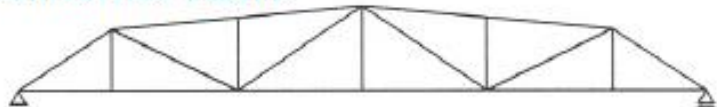
Warrenův vazník



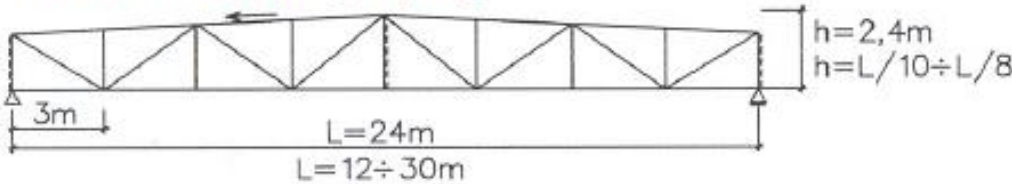
Vierendeelův vazník



Mansardův vazník



Vazník s různoběžnými pásy



... též s rovnoběžnými pásy, a svislicemi nebo kolmicemi

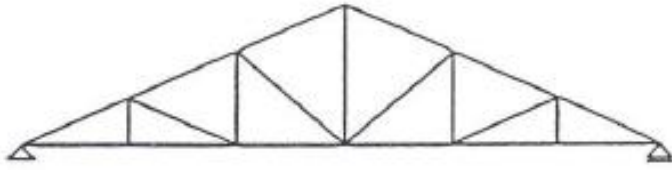
Vzpínadlový (vzpěradlový) vazník



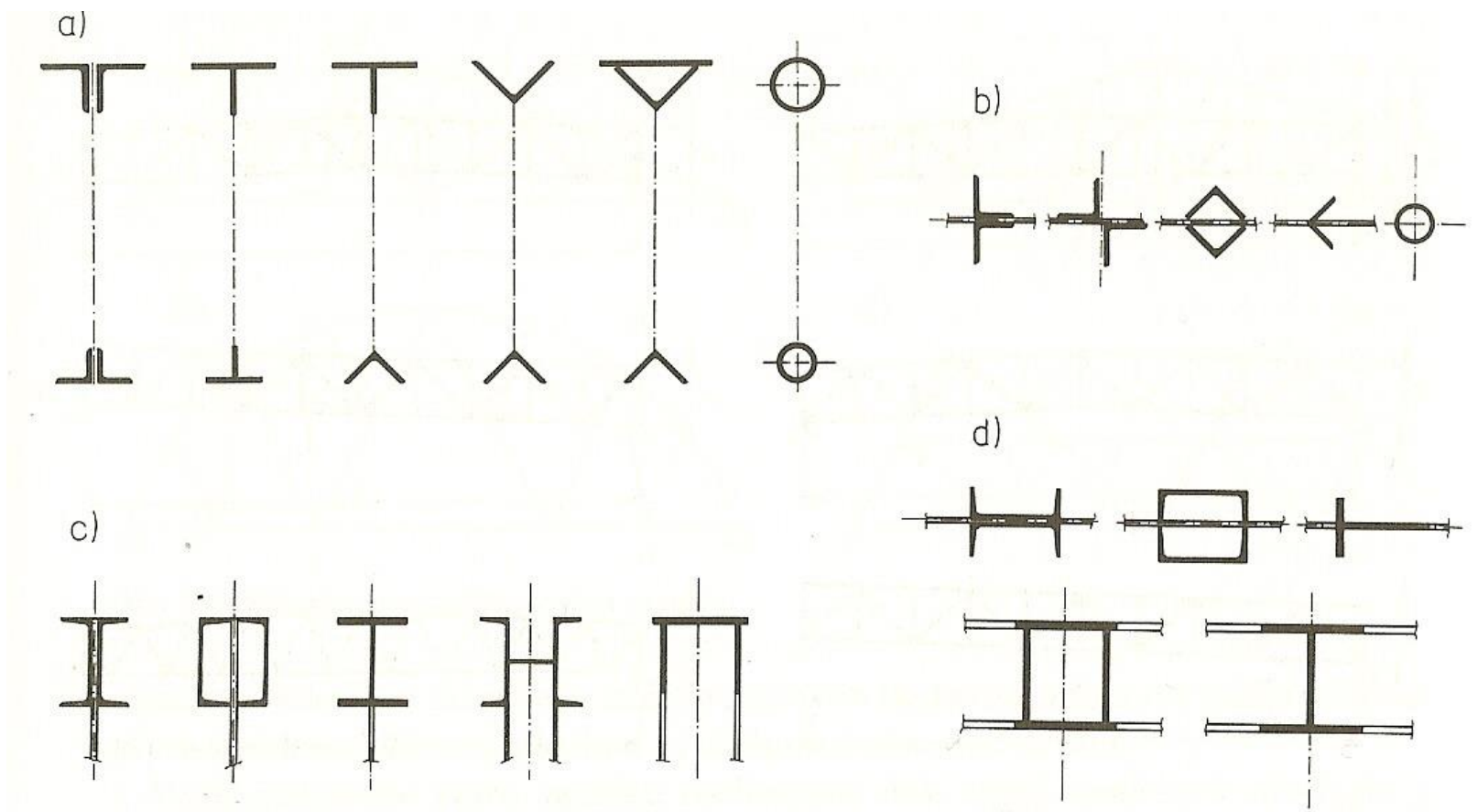
Vazník s parabolickým dolním pásem



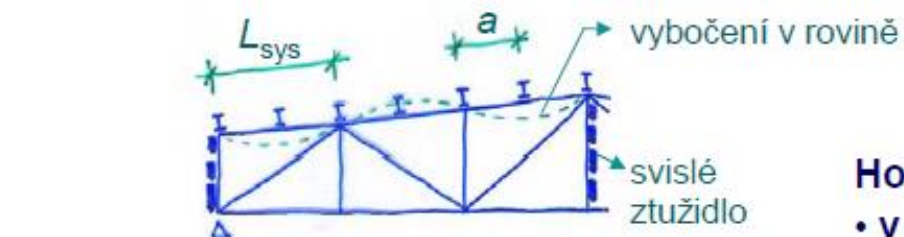
Girlandový vazník



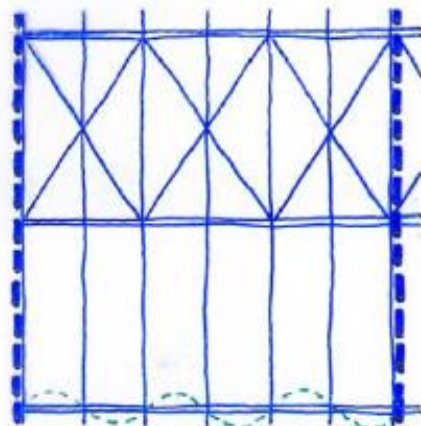
Profily prutů vazníků:



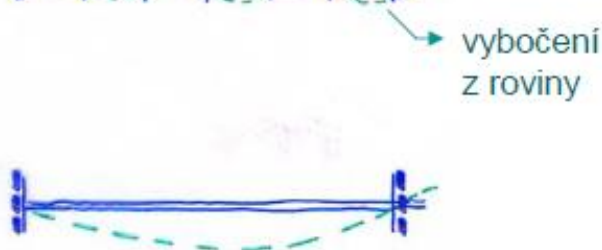
Vzpěrné délky prutů příhradových vazníků:



půdorys
horní pás



půdorys
dolní pás



Horní pás:

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

Diagonály:

- v rovině vzdál. těžišť přípojů $\approx 0,9 L_{sys}$
- z roviny L_{sys}

Dolní pás (je-li tlačěn při sání):

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

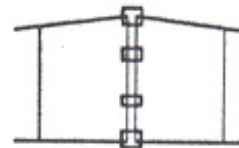
Konstrukční detaily příhradových vazníků

- 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

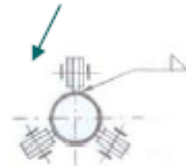


2. styk podél diagonály

horní pás: 
kontaktní styk na čelní desku

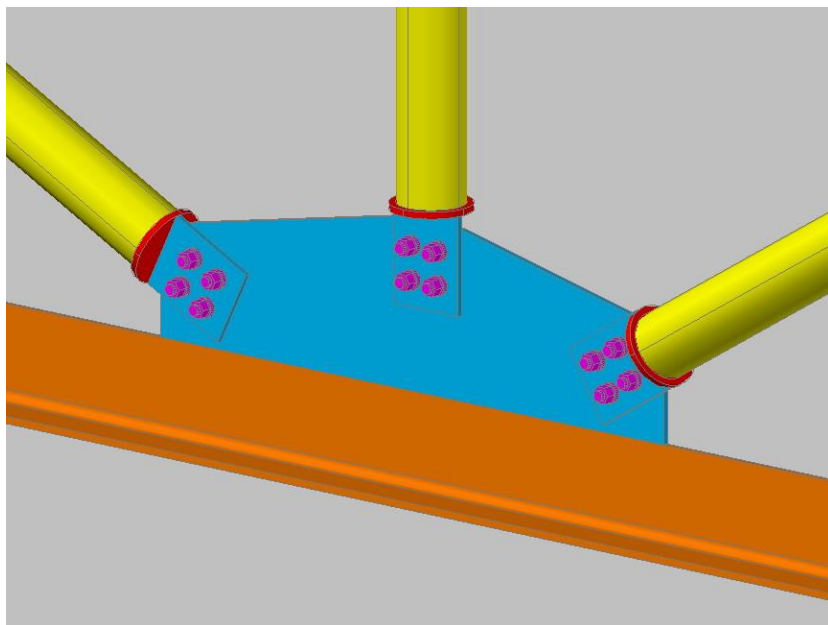
diagonály:
přípoj na styčnickový plech

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

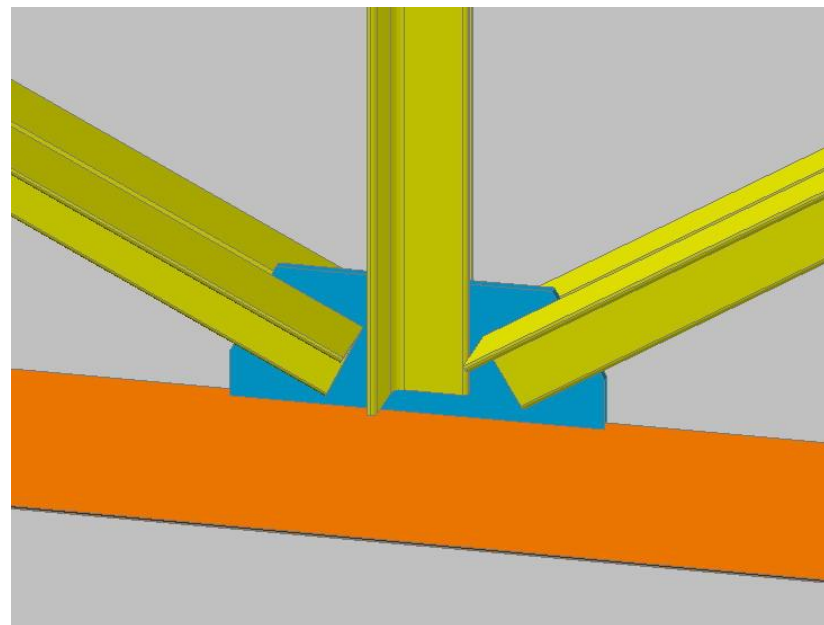


Konstrukční detaily příhradových vazníků

- připojení mezipásových prutů k dolnímu pásu:



a) šroubovaný přípoj



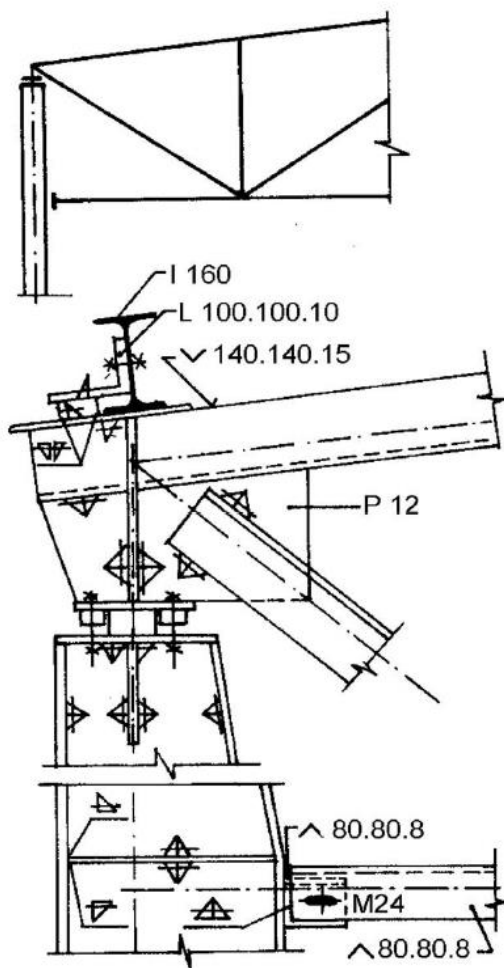
b) svařovaný přípoj

zdroj: www.detailyok.webnode.cz

Princip uložení příhradového vazníku na sloup (jen pro informaci)

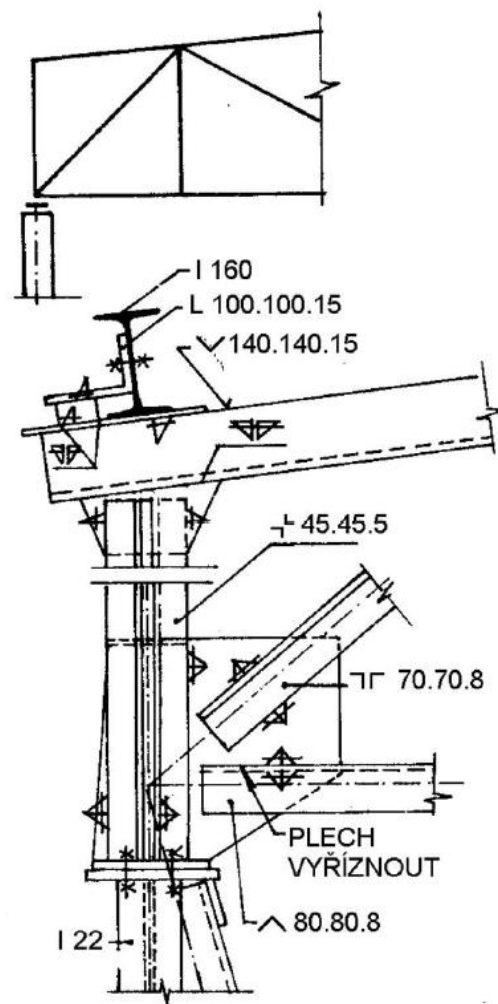
a) Vazník uložen na horní pás

- *krajní diagonála vazníku je sestupná*
- *krajní svislice není – je nahrazena sloupem*

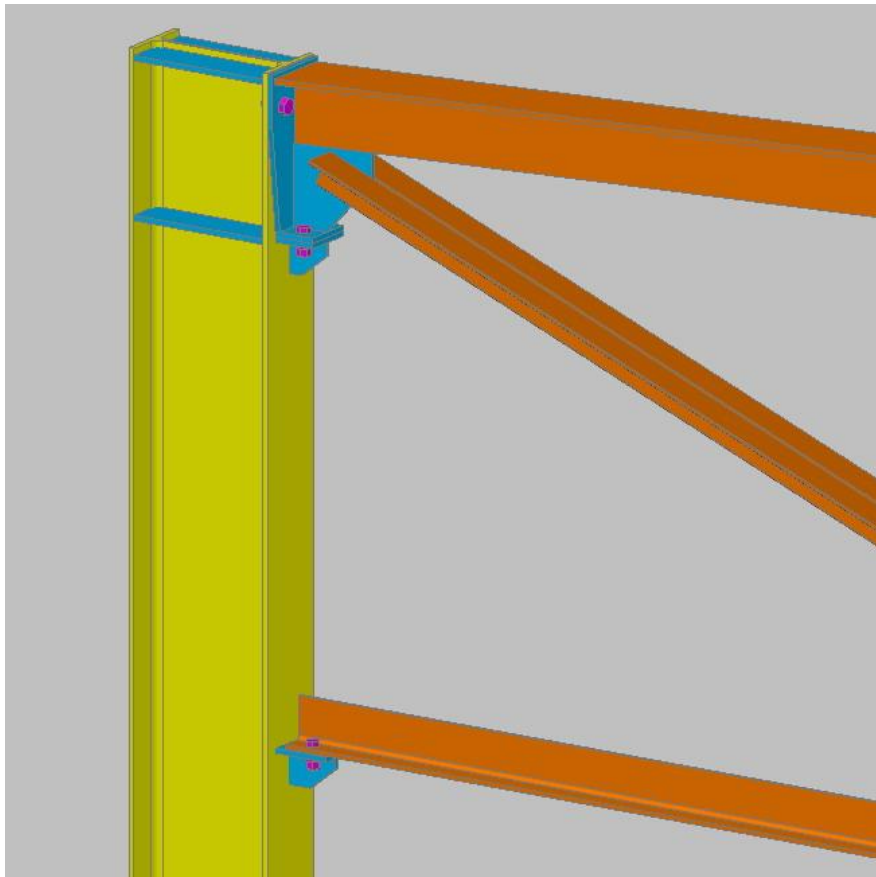


b) Vazník uložen na dolní pás

- *krajní diagonála vazníku je vzestupná*



Princip uložení příhradového vazníku na sloup (jen pro informaci)



uložení vazníku na horní pás



uložení vazníku na horní pás

zdroj: www.detailyok.webnode.cz

1. Ocelové konstrukce – halové stavby

Obsah přednášky:

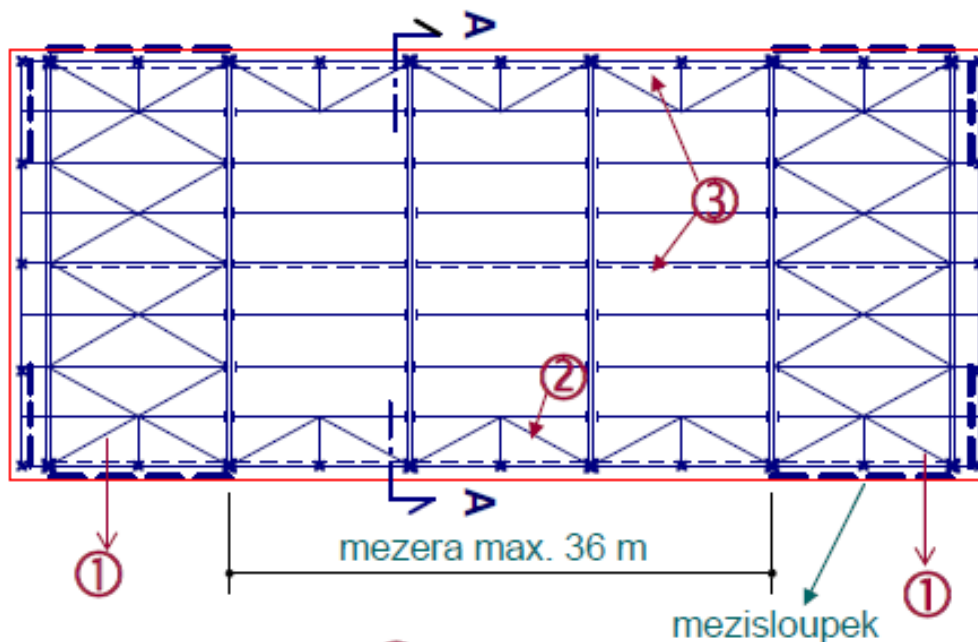
1. Dispoziční uspořádání hal
2. Střešní konstrukce
3. Střešní ztužení
4. Obvodové stěny
5. Jeřábové konstrukce
6. Shrnutí

3. Střešní ztužení

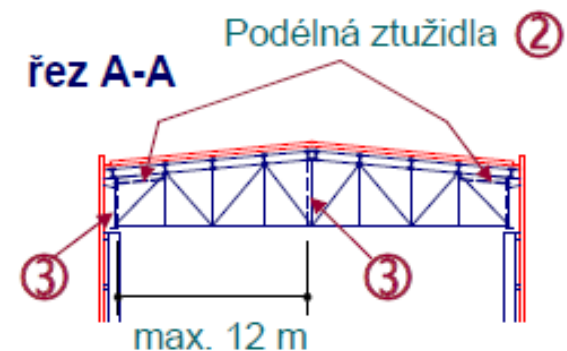


1. **příčná ztužidla** (nutná pro přenos větrů ze štítů do ztužidel stěn)
2. **podélná ztužidla** (vždy vhodná pro držení geometrie)
3. **svislá ztužidla** (drží svislost samostatných vazníků; nejsou u rámu)

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).

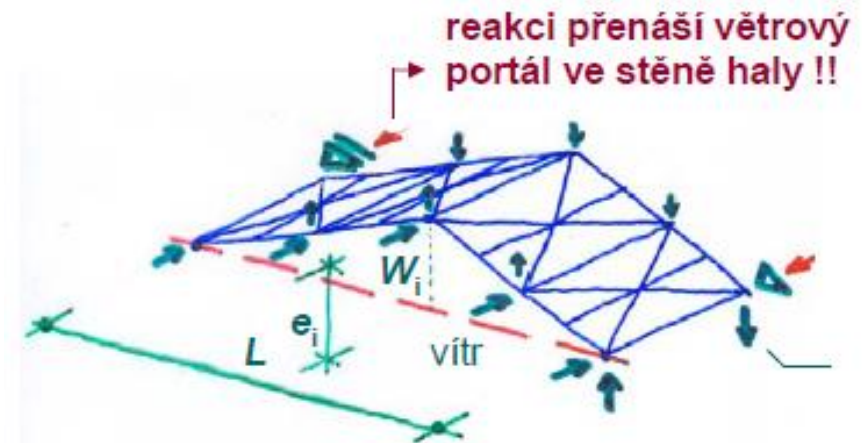


Svislá střešní ztužidla ③ :
- v krajích (při uložení vazníku na dolní pás),
- ve vrcholu (nebo ≤ 12 m).

Příčné ztužidlo

Funkce příčného ztužidla:

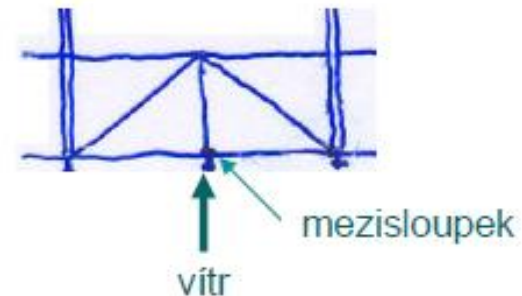
- krajní příčná ztužidla přebírají vítr ze štítů
- střední příčná ztužidla zajišťují stabilitu horních pásů vazníků



Podélné ztužidlo

Funkce podélného ztužidla:

- zajišťují geometrický tvar konstrukce!
- přenášejí vítr z mezisloupků do vazeb
- u tuhých plášťů jsou okapovým ztužidlem (přebírají složku q_z)



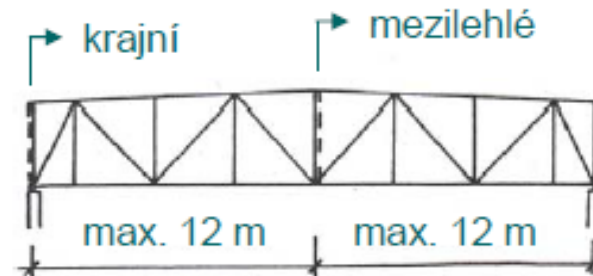
Svislá střešní ztužidla



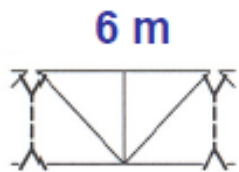
(nejsou obvykle u rámových příčlích)

Funkce svislých ztužidel:

- zajišťují svislou polohu vazníků
- vyztužují střechu apod.

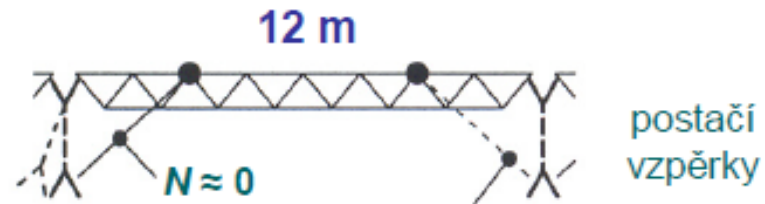


Tvary svislých ztužidel



6 m

příhradový
nosník
vhodného tvaru



jen montážní (jinak by tvořila
vzpěrkovou příhradovou vaznici)

Předpoklad:

vzpěrky drží tvar, nejsou namáhány

1. Ocelové konstrukce – halové stavby

Obsah přednášky:

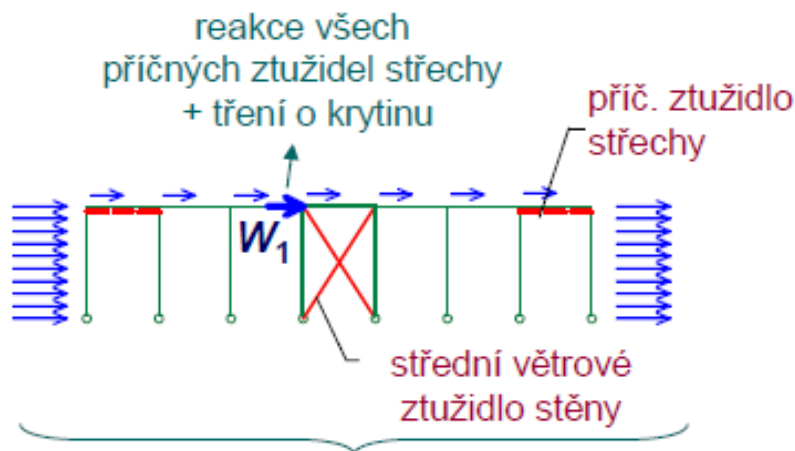
1. Dispoziční uspořádání hal
2. Střešní konstrukce
3. Střešní ztužení
4. Obvodové stěny
5. Jeřábové konstrukce
6. Shrnutí

4. Obvodové stěny

Větrová ztužidla ve stěnách haly



Funkce: přenášejí zatížení od větru na štíty haly a tření o plášť

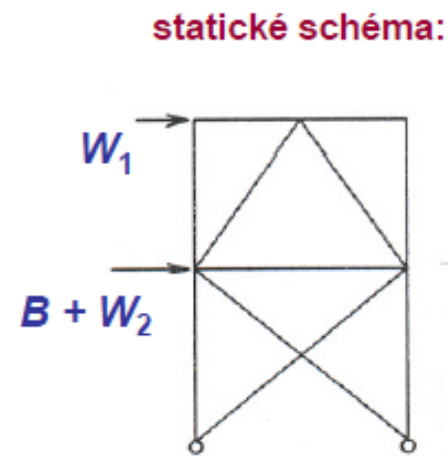
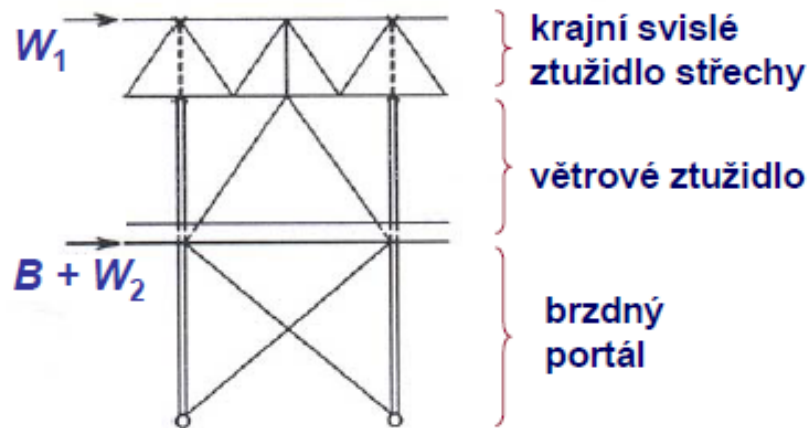


U této varianty se reakce příčných ztužidel střechy dostávají do ztužidla stěny podélným prutem

Větrová a brzdná ztužidla („portály“) u hal s jeřáby



- u vysokých hal se mezisloupky opírají o vodorovný nosník a působí jako nosníky o dvou polích; reakce vodorovného nosníku je označena W_2
- Podélné brzdné a rozjezdové síly jeřábů v uložení jeřábového nosníku jsou označeny B

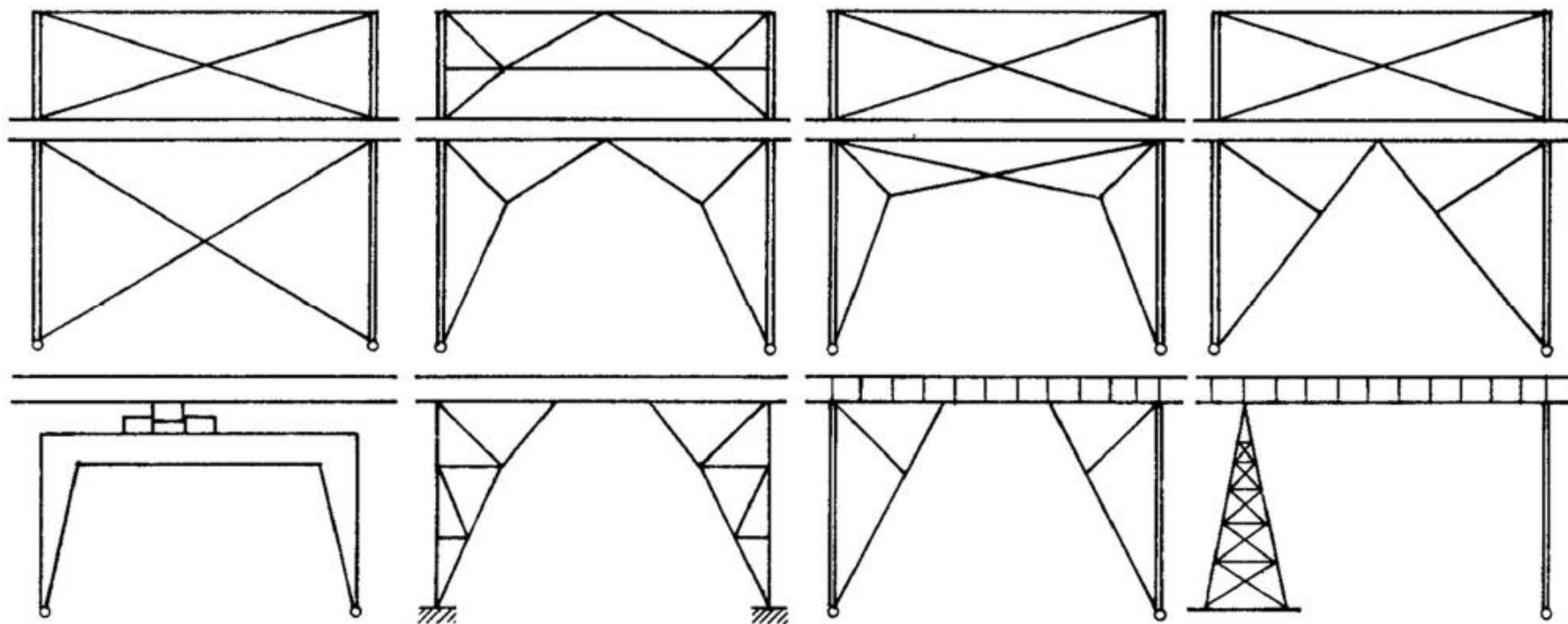


W_1 - reakce příčných ztužidel střechy + tření o krytinu,

B - brzdná síla,

W_2 - reakce vodorovného nosníku podepírajícího štítovou stěnu.

Geometrické tvary větrových a brzdných ztužidel



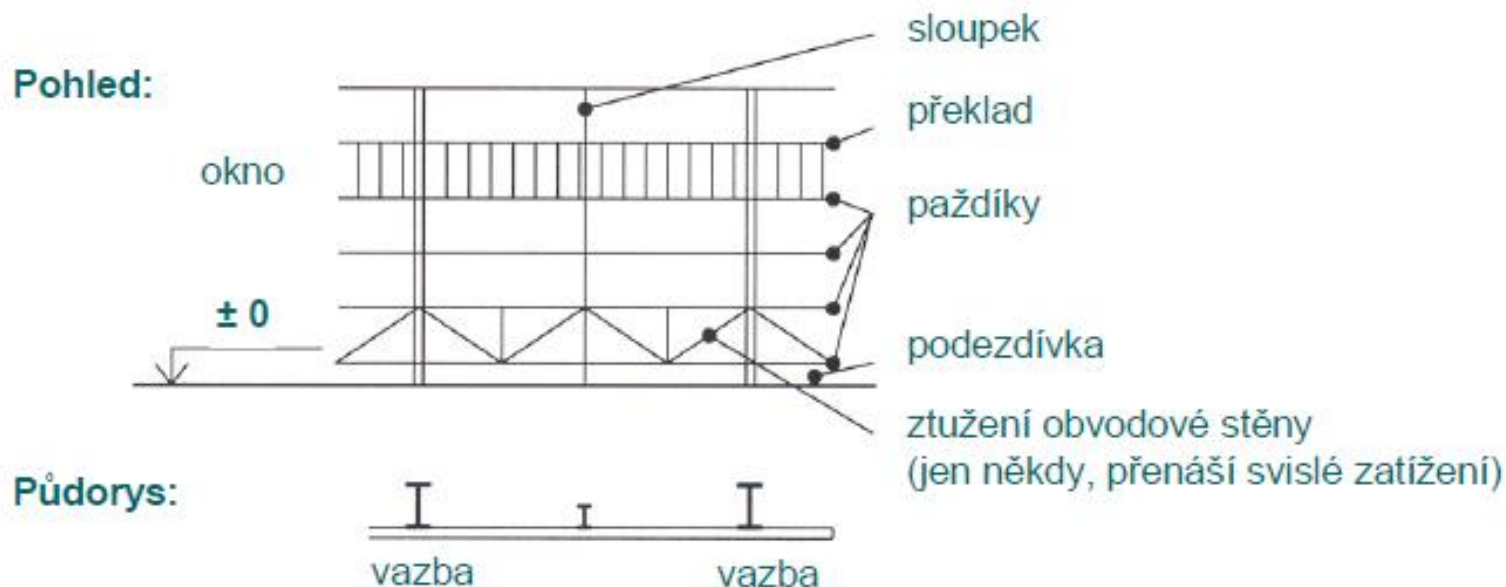
Obvodové stěny



- oproti skeletům jsou estetické nároky na stěny hal nižší

Obvyklá skladba

Rošt +
 ↳ výplň (zdivo, desky, sklo,...)
 ↳ obklad (panely, trapézové plechy, skládaný plášť, sklo, ...)
 ↓
 sloupky, paždíky ztužení



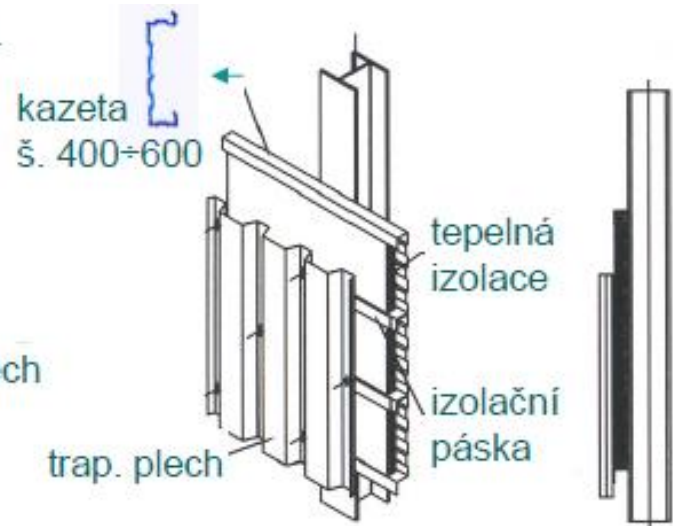
Stěnový plášť

- skládaný kovoplastický plášť (obdoba střešních plášťů)

a) s paždíky



b) s kazetami (paždíky odpadají)



- panely: sendvičové, silikátové (nejrůznější výrobci) (přípoj k paždíkům nebo sloupkům, obdoba střešních sendvičů)
- prosklení: skleněné tabule, dilatačně připojené k roštu

1. Ocelové konstrukce – halové stavby

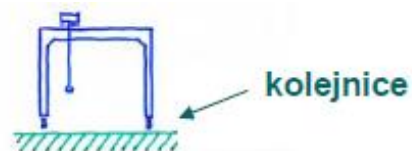
Obsah přednášky:

1. Dispoziční uspořádání hal
2. Střešní konstrukce
3. Střešní ztužení
4. Obvodové stěny
5. Jeřábové konstrukce
6. Shrnutí

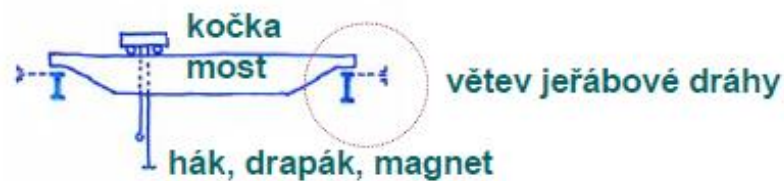
5. Jeřábové konstrukce

Jeřáby a jeřábové dráhy

portálové



mostové



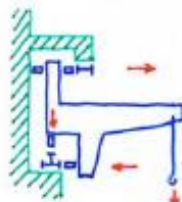
podvěsné



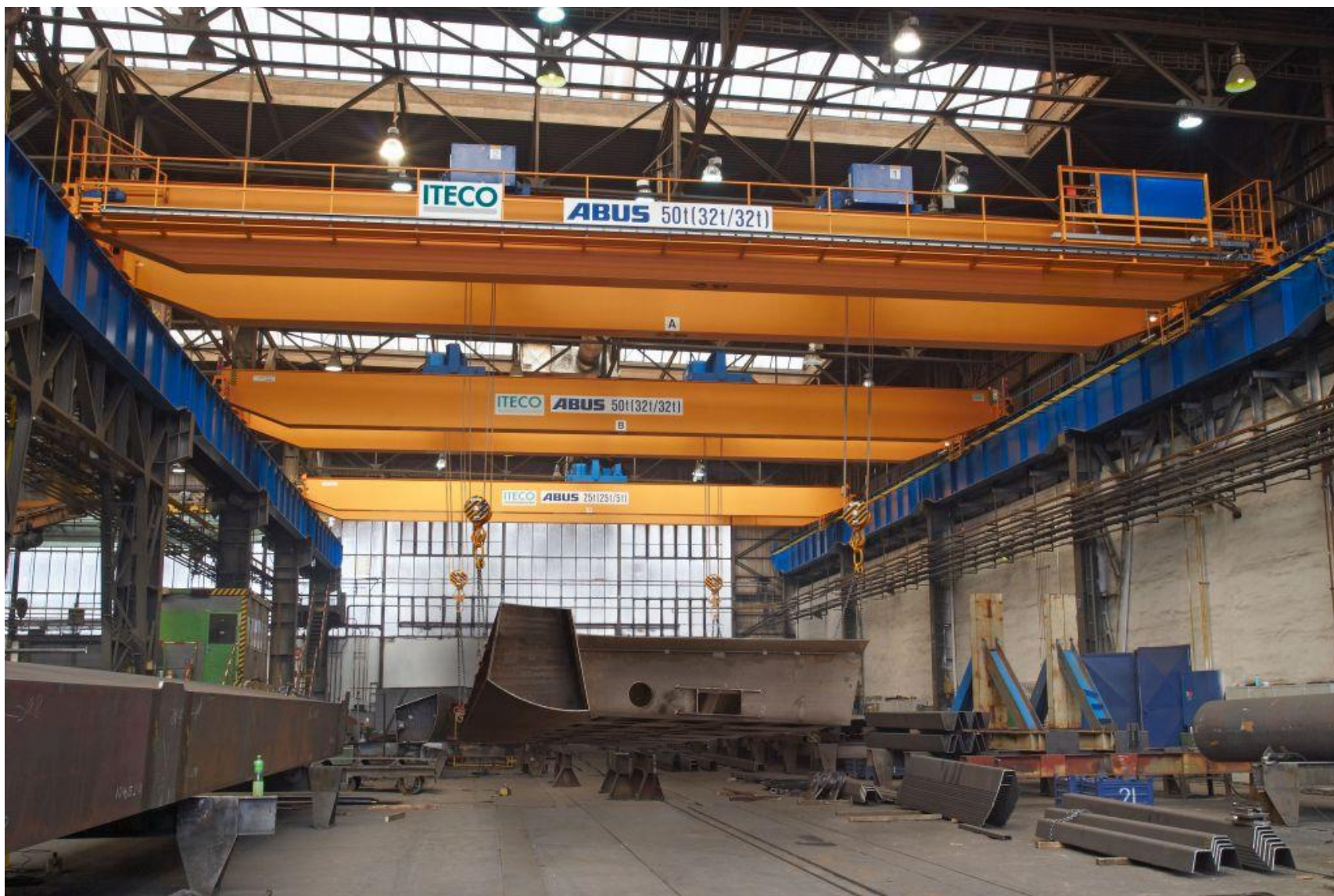
kladkostroje



konzolové



podpory jen na jedné straně haly



dvounosníkový jeřáb (zdroj: www.iteco.cz)



dvounosníkový jeřáb (zdroj: www.iteco.cz)



dvounosníkový jeřáb (zdroj: www.iteco.cz)



poloportálový jednonosníkový jeřáb (zdroj: www.iteco.cz)

1. Ocelové konstrukce – halové stavby

Obsah přednášky:

1. Dispoziční uspořádání hal
2. Střešní konstrukce
3. Střešní ztužení
4. Obvodové stěny
5. Jeřábové konstrukce
6. Shrnutí

6. Shrnutí

- Dispoziční uspořádání hal (jednolodní, dvojlodní, vícelodní)
- Konstrukční prvky haly
- Příčná vazba – vazba s kloubově uloženou příčlím x rámové vazby
- Střešní konstrukce
 - střešní plášť – skladba (krytina, doplňkové vrstvy, nosná vrstva)
 - nosná vrstva (trapézový plech, silikátové desky, vlnitý plech, prosvětlovací panely)
 - skládaný plášť, sendvičové panely
 - vaznice – funkce, typy vaznic (plnostěnná, tenkostěnná, příhradová, vzpěrková)
 - vazník – funkce, tvary vazníku (plnostěnný x příhradový)
- Obvodové stěny, stěnový plášť
- Ztužidla ve střeše – typy ztužidel (příčná, podélná, svislá), umístění a jejich funkce
- Ztužidla v obvodové stěně – umístění a jejich funkce (větrová a brzdná)

Zdroje:

- Macháček, J.: Přednášky - Ocelové konstrukce 1, ČVUT 2018.
- <http://www.caok.cz/>
- <http://www.detailyok.webnode.cz/>
- <http://www.iteco.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