

Postup řešení: Koncepční návrh konstrukcí s příhradovými vazníky a sloupy

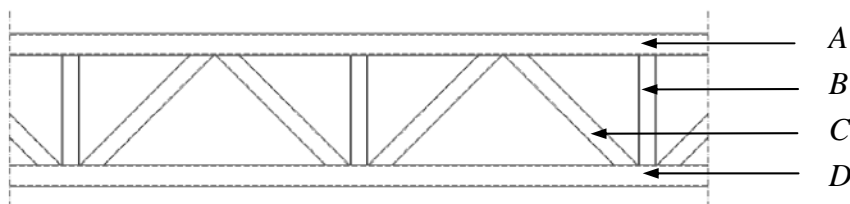
Tento dokument představuje různé aplikace příhradových vazníků a příklady koncepčního návrhu vazníků se sloupy v jednopodlažních budovách.

Obsah

1.	Úvod	2
2.	Příhradové nosníky	2
3.	Sloupy	6
4.	Literatura	8

1. Úvod

Příhradový nosník lze definovat jako nosník s otevřenou stěnou vytvořenou trojúhelníkovým uspořádáním prutových prvků. Typické uspořádání příhradového nosníku je na obrázku 1.1. Toto uspořádání má rovnoběžné „pásky“ (obdoba pásnic) a „stěna“ je vytvořena kombinací „diagonál“ a „svislic“ (v pravém úhlu k pásům). Existuje spousta různých alternativních uspořádání diagonál; někdy jsou vynechány svislice, někdy pásky nejsou rovnoběžné.



Legenda A – Horní pás, B – Svislice, C – Diagonála, D – Dolní pás

Obrázek 1.1 Části příhradového nosníku

2. Příhradové nosníky

Hlavní výhodou příhradových nosníků oproti jiným řešením je, že při správném návrhu je vytvořen tuhý, únosný a lehký prvek. Často o volbě mezi příhradovým a plnostěnným nosníkem pro střešní konstrukci rozhoduje hospodárnost návrhu. Zde vstupují do hry rozpětí a velikost zatížení. Úspora hmotnosti u příhradových nosníků ve srovnání s plnostěnnými se zvyšuje s větším rozpětím a pokud úspory materiálu převáží nad větší pracností, je zvolen příhradový nosník. Pokud volíme mezi příhradovým a plnostěnným válcovaným nosníkem, příhradový nosník je obvykle nejlepším řešením pro rozpětí nad 15 m s malými zatíženími.

Střešní vazník s kloubovými sloupy a se střešním pláštěm použitým k příčnému zajištění příčlí a působícím jako diafragma při přenosu sil od větru do větrových ztužidel je často nejehospodárnějším řešením budovy s otevřenou dispozicí. Pokud je nutno snížit výšku budovy, nebo nastávají obtíže s umístěním svislých větrových ztužidel, může být použita rámová konstrukce, která má menší výšku průřezu díky rozdílnému průběhu ohybových momentů.

Další výhodou, o které je dobré se zmínit, jsou široké možnosti vedení ventilací a potrubí otvory ve stěnách příhradových vazníků.

2.1 Použití

Nejčastějším použitím příhradových prvků jsou střešní nosníky a větrová ztužidla ve tvaru příhradovin, obrázek 2.1. Někdy je také výhodné použít příhradovinu pro sloupy, zejména velké sloupy s výrazným ohybem.

Legenda:

A – Vodorovný větrový nosník při použití kloubových sloupů

B-B – Střešní vazník

C-C a D-D – Svislá větrová ztužidla

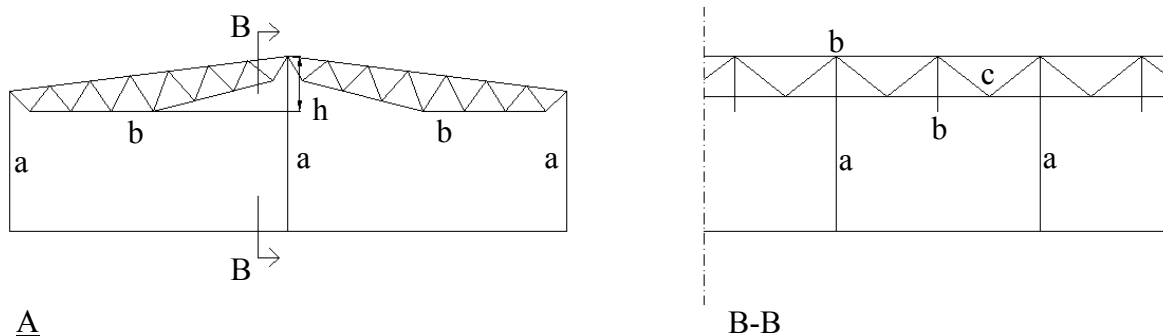
Obrázek 2.1 Příhradové prvky

2.2 Návrh

Příhradové vazníky by se měly pokud možno navrhovat tak, aby síly působily ve styčnicích a minimalizovaly se tak momenty v pásech. To znamená, že vaznice jsou umístěny do míst styčniců horního pásu a nosníky pro závěsy jsou umístěny do míst styčniců dolního pásu. Pokud jsou vzdálenosti styčniců velké, mohou mezi nimi působit méně významná zatížení.

2.2.1 Střešní vazníky

Běžné rozpětí pro průmyslové budovy je 12 – 35 m. Střešní vazníky jsou vyráběny v dílnách a převáženy na stavbu, pokud možno vcelku. Delší prvky mohou být rozděleny na dvě či více částí a spojeny dohromady na stavbě. Pokud je možné umístit do velkých objektů vnitřní sloupy, je vhodné je rozdělovat na dvě části. Použitím jednoho hřebenu a dvojice vazníků se lze vyhnout vytvoření mezistřešního žlabu, který vždy přináší riziko zatékání, obrázek 2.2. Protože požadovaná světlá výška je obvykle v nejnižším místě vazníku, volná výška ve středu je větší. Ta může být využita pro vytvoření průvlaku a každý druhý sloup může být vynechán.



Legenda

A – Střešní vazník

B-B – Průvlak

h – Volná výška pro vytvoření průvlatu

a – sloup

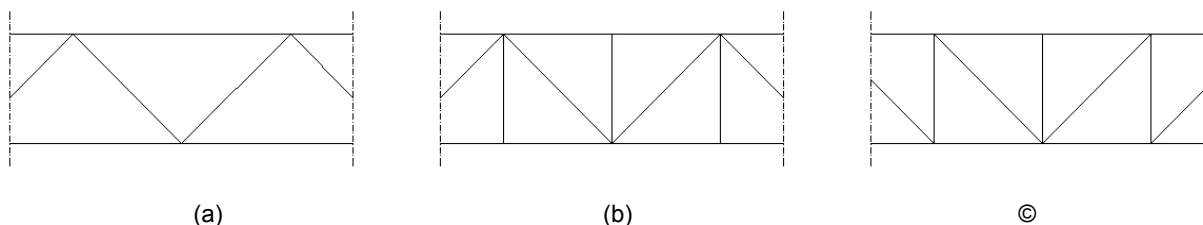
b – střešní vazník

c – průvlak

Obrázek 2.2 Střešní vazník a průvlak

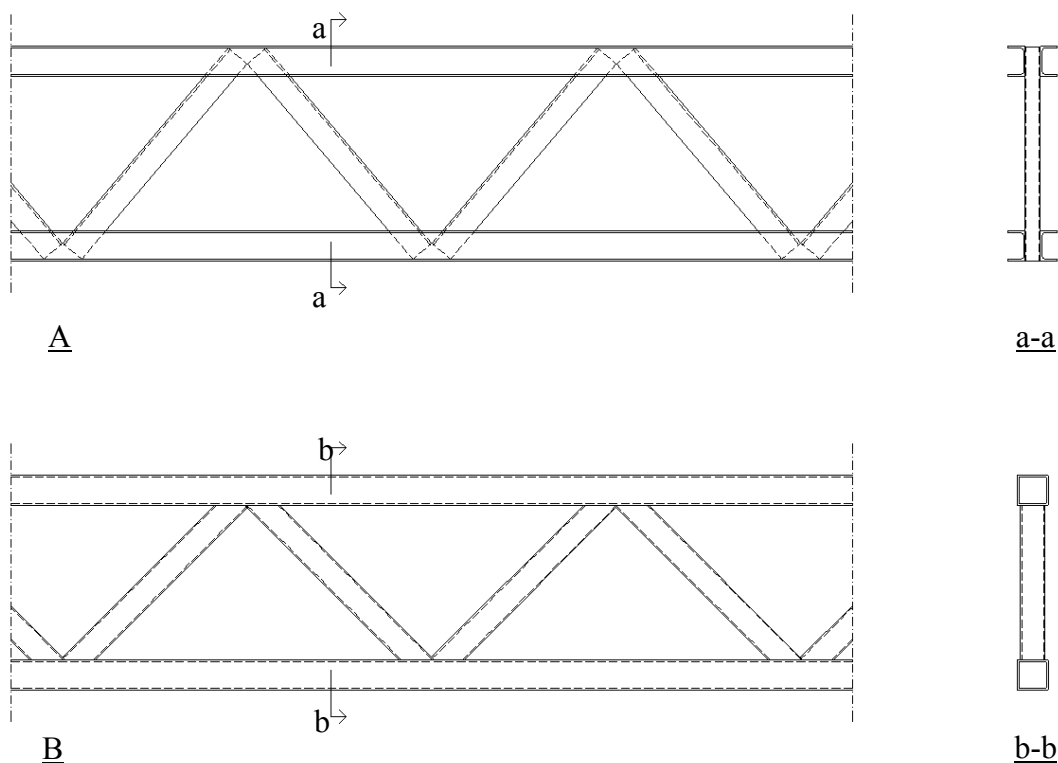
Sklon střechy se běžně volí 1:16 nebo 1:10 v závislosti na typu střešního pláště. Sklony menší než 1:16 je třeba navrhovat velmi obezřetně, protože průhybem dochází k jejich poklesu a pokud je skutečný sklon příliš malý, mohou nastat problémy s odtokem vody a jejím hromaděním. Minimální přípustný sklon je závislý na velikosti zatížení sněhem. Hrubým odhadem lze výšku příhradového vazníku volit pro sklon střechy 1:16 $H = L/25 - L/30$ a pro sklon 1:10 $H = L/35 - L/40$, kde H je výška u podpory. Pro nosníky s konstantní výškou je vztah přibližně $H = L/20$.

Obvyklé typy příhradových nosníků jsou znázorněny na obrázku 2.3, kde (a) je zřejmě nejběžnější nosník díky jednoduchým detailům. Obrázek 2.3(b) je stejný typ pro větší rozpětí, zesílený svislicemi. Na obrázku 2.3(c) je nosník se všemi diagonálami taženými a kratšími svislicemi přenášejícími tlak; to vede k použití diagonál s menšími průřezy a tedy hospodárnému návrhu.



Obrázek 2.3 Obvyklé typy příhradových nosníků

Z hlediska výroby jsou pro příhradové nosníky nejefektivnějšími profily U a L, obrázek 2.4. Na výrobu těchto nosníků se specializuje několik společností. Alternativním typem průřezu jsou obdélníkové trubky (RHS). Pokud jsou pásy namáhány mimostyčnickovým zatížením, které vyvolává momenty v pásech, může být nejvýhodnějším průřezem I-profil.



Legenda: A – Příhradový nosník s U-profilů, B – Příhradový nosník s RHS profily

Obrázek 2.4 Nosníky s různými průřezy

Průhyby bývají u těchto typů budov podružným problémem. Proto je obvykle vhodné použít ocel alespoň třídy S355. Nejčastěji se používají válcované profily, ale také lze použít za studena tvarované prvky.

2.2.2 Montáž

Střešní vazníky se obvykle svařují v dílně a převážejí se vcelku. Pokud je vazník delší a bylo by nevhodné jej přepravovat vcelku, je vyroben z několika částí, které se spojují na stavbě. Vazníky do délky asi 20 m a výšky 3,5 m mohou být snadno převáženy ve většině evropských zemí.

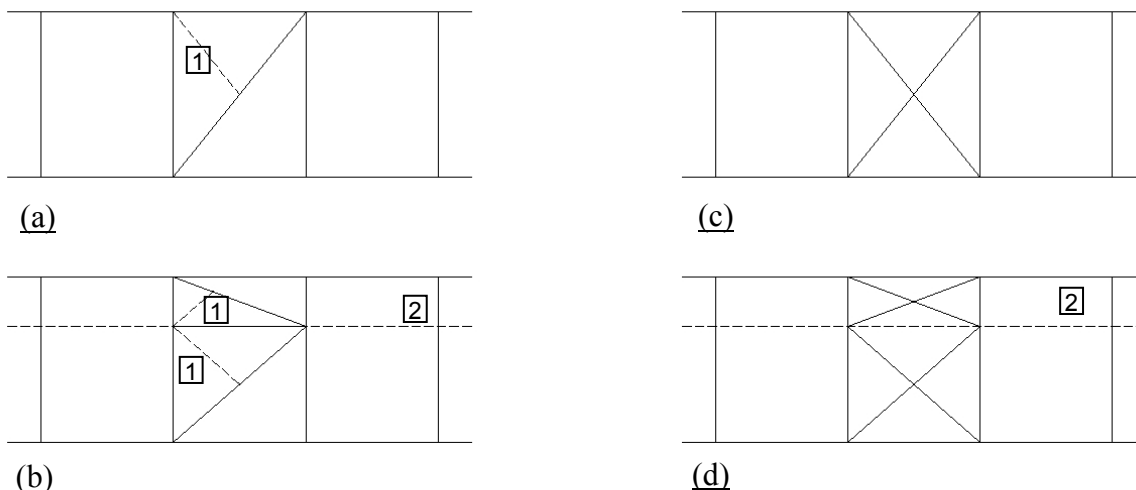
U dlouhých vazníků je důležité provést návrh montážních stadií. Například pokud je vazník zdvihán vcelku, musí přenést svou vlastní tíhu bez stabilizace. Někdy budovy vyžadují dočasné stabilizační prvky – více v [SS048](#).

2.2.3 Větrová ztužidla

Vodorovné větrové ztužidlo ve střeše působí jako nosník se svislými větrovými ztužidly jako podporami. Obvykle jsou pásy tvořeny vaznicemi a nosník je doplněn o diagonály.

Svislá větrová ztužidla se umísťují do řady sloupů a využívají sloupy jako pásy. Aby se minimalizovaly účinky teplotních změn, ztužidla by se měla umísťovat co možná nejbližší středu budovy. Podle návrhového přístupu mohou být diagonály jen tažené, nebo tažené i tlačené, obrázek 2.5. Pokud není problém s deformacemi, hospodárnější je návrh diagonál „jen v tahu“. Volba průřezu se provádí z hlediska hospodárnosti, pro prvky namáhané pouze tahem se používají kruhové tyče, L-průřezy nebo U-průřezy. Prvky namáhané tahem i tlakem

jsou dobrým řešením obdélníkové trubky (RHS). Někdy se ale vyplatí použít H-průřezy, protože se lépe provádějí přípoje a mohou přenášet výrazné ohybové momenty od jeřábů. Ztužidla se obvykle umísťují mimo osu jeřábové dráhy a vodorovná síla od nosníku jeřábové dráhy způsobuje ohybový moment. Takové diagonály se obvykle zajišťují proti vzpěru v rovině menší tuhosti, jak je vidět na obrázku 2.5(b).



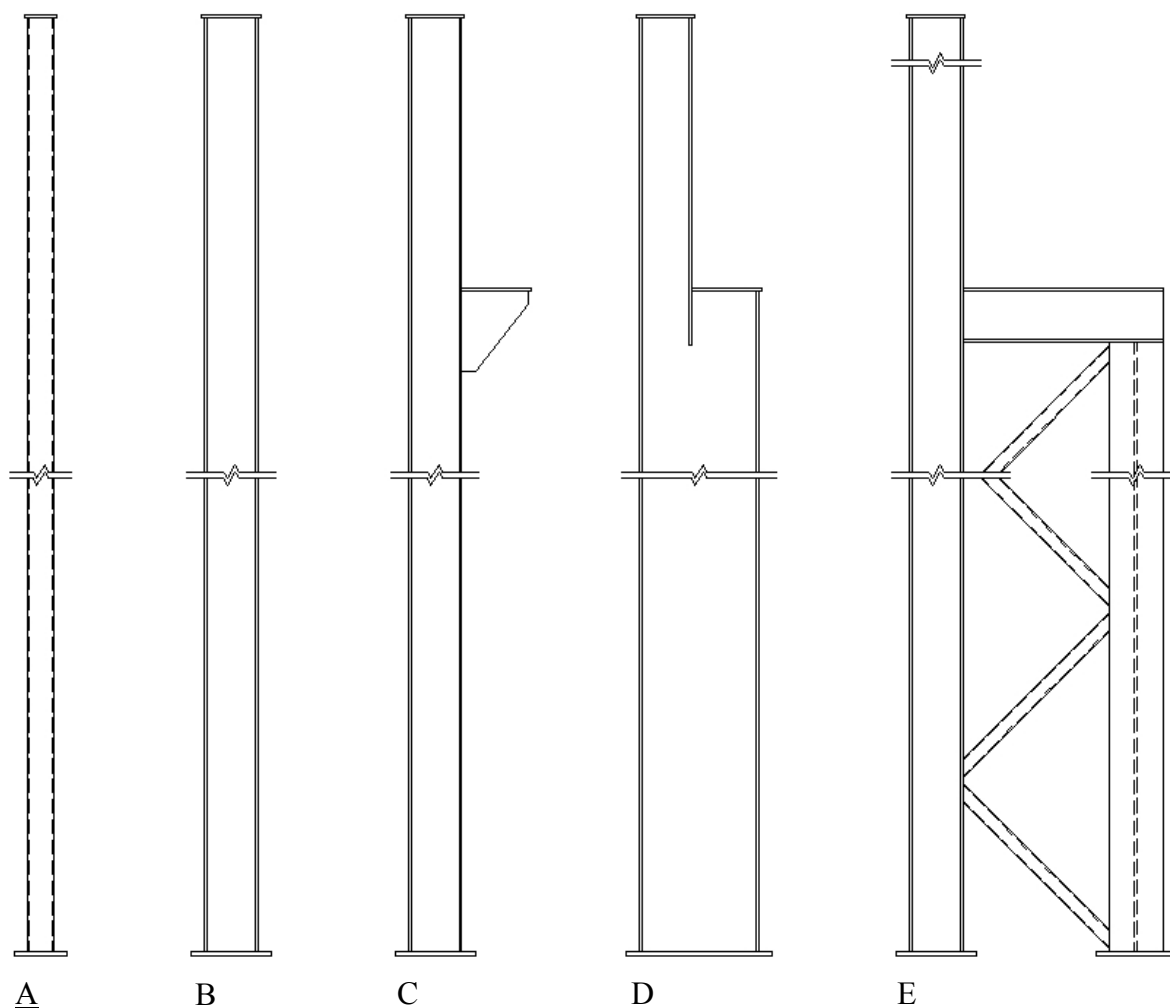
Legenda:

- (a) Větrové ztužidlo namáhané tahem a tlakem bez nosníku jeřábové dráhy
- (b) Větrové ztužidlo namáhané tahem a tlakem s nosníkem jeřábové dráhy
- (c) Větrové ztužidlo namáhané tahem bez nosníku jeřábové dráhy
- (d) Větrové ztužidlo namáhané tahem s nosníkem jeřábové dráhy
- 1 Možnost přidavného ztužidla
- 2 Nosník jeřábové dráhy

Obrázek 2.5 Typická uspořádání větrových ztužitel ve stěnách

3. Sloupy

Kromě přenosu svislých zatížení od sněhu, jeřábů atd. musí být sloupy průmyslových budov navrženy na ohyb způsobený větrem na vnější stěnu a vodorovných zatížení jeřáby. Protože vodorovné síly vnášejí do sloupů ohybové momenty, nejběžnějšími průřezy jsou válcované profily HEA. Používají se také profily HEB, IPE a obdélníkové trubky (RHS), u větších budov svařované H nebo uzavřené průřezy a někdy také příhradové prvky. Různé typy sloupů jsou na obrázku 3.1.



Legenda:

A RHS

B HEA, HEB, IPE

C HEA, HEB s podporou pro nosník jeřábové dráhy

D Svařovaný průřez s podporou pro nosník jeřábové dráhy

E Příhradový sloup s podporou pro nosník jeřábové dráhy

Obrázek 3.1 Různé typy sloupů

3.1 Návrh

Obdélníkové trubky (RHS) mají velkou kapacitu pro přenesení svislých zatížení, ale jsou méně hospodárné pro přenos vodorovných zatížení. Proto se hodí zejména pro vnitřní sloupy budov bez jeřábů. Pro vnější sloupy vysokých budov s velkým zatížením větrem a vnitřní sloupy nesoucí jeřáby je lepší volit H-profilů díky jejich větší ohybové únosnosti v poměru k jejich hmotnosti. V některých případech lze použít IPE-profilů, které jsou ale štíhlé v rovině své menší tuhosti a vyžadují husté příčné zajištění.

U velkých průmyslových budov s těžkými jeřáby se používají svařované H-profilů nebo obdélníkové trubky (RHS). Při excentrickém zatížení může být použit asymetrický průřez. Proměnným průřezem lze také vytvořit přirozenou podporu pro nosník jeřábové dráhy. Příhradové sloupy (obrázek 3.1E) se používají pouze ve velmi rozlehlých budovách s velmi těžkými jeřáby, například v ocelárnách.

4. Literatura

- 1 L. Cederfeldt, Hallbyggnader, SBI Publ. 53, Stålbyggnadsinstitutet, Stockholm 1977

Quality Record

RESOURCE TITLE	Scheme Development: Conceptual design of truss and column solutions		
Reference(s)			
ORIGINAL DOCUMENT			
	Name	Company	Date
Created by	Björn Uppfeldt	SBI	
Technical content checked by	Bernt Johansson	SBI	
Editorial content checked by			
Technical content endorsed by the following STEEL Partners:			
1. UK	G W Owens	SCI	23/5/06
2. France	A Bureau	CTICM	23/5/06
3. Sweden	B Uppfeldt	SBI	23/5/06
4. Germany	C Müller	RWTH	23/5/06
5. Spain	J Chica	Labein	23/5/06
Resource approved by Technical Coordinator	G W Owens	SCI	14/7/06
TRANSLATED DOCUMENT			
This Translation made and checked by:	J. Dolejs	CTU in Prague	2/6/07
Translated resource approved by:	T. Vraný	CTU in Prague	22/7/07
National technical contact	F. Wald	CTU in Prague	