

Postup řešení: Detaily rámových konstrukcí z válcovaných profilů

Tento dokument poskytuje typické detaily a návod pro návrh základních součástí rámových konstrukcí z válcovaných profilů.

Obsah

1.	Úvod	2
2.	Náběh v rámovém rohu	4
3.	Náběh ve vrcholu	8
4.	Vyztužení	9
5.	Podružné konstrukční prvky	11
6.	Literatura	15

1. Úvod

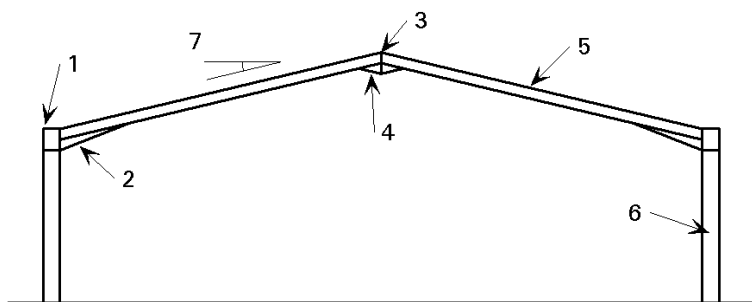
Ocelové rámové konstrukce jsou běžným ekonomickým řešením jednopodlažních budov. Rámové konstrukce se používají v mnoha moderních objektech, např. pro konstrukce maloobchodů, distribučních skladů, výrobních podniků a pro centra volného času.

1.1 Rámové konstrukce s šikmou střechou (s průřezy I)

Jednopodlažní rámová konstrukce s jedním polem, viz obrázek 1.1, obvykle má:

- Rozpětí mezi 15 m a 50 m
- Výšku u okapu mezi 5 m a 10 m
- Sklon střechy 5° a 10° stupňů (běžně se používá 6° běžně)
- Vzdálenost příčných vazeb mezi 5 m a 8 m (větší vzdálenosti jsou vázány na větší rozpětí)
- Náběhy příčně v rámovém rohu a u vrcholu.

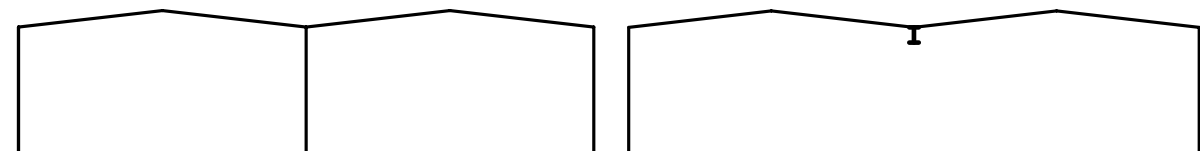
Většina parametrů vychází z ekonomiky návrhu rámové konstrukce vzhledem k dalším konstrukcím. Použití náběhů v rámovém rohu a u vrcholu redukuje výšku příčně a usnadňuje návrh spojů.



Legenda:	3	Vrchol	6	Sloup	
1	Okap	4	Náběh ve vrcholu	7	Sklon střechy
2	Náběh v rámovém rohu	5	Příčle		

Obrázek 1.1 Symetrický jednopodlažní rám s jedním polem

U budov s rámovou konstrukcí na více polích, se běžně používají průvlaky, které umožní eliminovat vnitřní sloupce, viz obrázek 1.2.



(a) S vnitřním sloupem

(b) S průvlakem

Obrázek 1.2 Jednopodlažní rámy o více polích

1.2 Šrouby

Názory na požití typu šroubů se různí.

Pro nepředepnuté šrouby, obvykle průměru 20 mm nebo 24 mm v běžných otvorech, se třída používaných šroubů v jednotlivých zemích liší: ve většině evropských zemích se používá třída šroubů 10.9, ve Velké Británii třída 8.8 a ve Francii třída 6.8.

Předepnuté šrouby lze použít pro těžké dynamické zatížení, jestliže konstrukce podporuje jeřábové dráhy. Tyto šrouby se používají v spojích přímo nesoucích jeřábovou dráhu, aby se zabránilo pohybu ve spoji a případné ztrátě šroubů. Spoje, které jsou ovlivněny vibracemi, mohou být pro zabránění ztráty šroubů vybaveny pojistnými maticemi nebo pérovými podložkami.

Pro ostatní ocelové konstrukce se nejčastěji používají šrouby o průměru 12 mm třídy 4.6.

1.3 Svary

Koutovým svarům se dává se přednost před tupými svary.

Svary na stojině příčle a okolo výztuh lze většinou navrhnout jako koutové. Doporučují se svary o nejmenší účinné tloušťce 4 mm, tj. s délkou ramene 6 mm.

Je-li účinná tloušťka koutového svaru tažené pásnice příčle větší než asi 8 mm, tj. s ramenem 12 mm, dávají výrobci ocelových konstrukcí v některých zemích přednost tupým svarům s částečně nebo plně provařeným kořenem.

Smyk podél náběhu je většinou tak malý, že umožňuje návrh přerušovaných koutových svarů mezi stojinou náběhu a pásnicí příčle. Průběžné svary se zde navrhují z důvodu vzhledu nebo koroze.

Svary mezi pásnicí náběhu a pásnicí příčle se běžně volí koutové o délce ramene rovné tloušťce pásnice.

1.4 Přípoje

Návrh přípojů je citlivý na vzdálenost šroubů, jejich velikost a na tloušťku čelní desky. Tloušťku čelní desky je vhodné volit asi jako průměr šroubů.

Pro předběžný návrh se doporučuje využít zvyklostí v jednotlivých zemích.

Ve Velké Británii lze předběžnou velikost přípojů a jejich konstrukční řešení získat v *Joints in steel construction: Moment connections (P207/95)* [1], kde je prezentována řada normovaných přípojů ve jednoduše použitelných tabulkách. Řešení se v podstatě shoduje s normou EN 1993-1-8.

V Německu je obdobnou publikací *DStV/DASt: Typisierte Verbindungen im Stahlhochbau, Stahlbau-Verlags* [2], známá jako *DASt – Ringbuch*, která je plně v souladu s EN 1993-1-8.

2. Náběh v rámovém rohu

2.1 Obecně

Náběhy se v rámovém rohu doporučují pro:

- Zvýšení momentové únosnosti příčle v místě největšího momentu, což umožňuje použití menší příčle.
- Zajištění dostatečné výšky mezi příčlí a sloupem pro návrh vhodného přípoje. Výška náběhu se volí v závislosti na požadovaném ramenu sil šroubů tak, aby se dosáhlo potřebné momentové únosnosti se spoji.

Náběhy v rámovém rohu lze řezat z válcovaných profilů nebo svařit z plechů. Řezání z válcovaných profilů se dává přednost. Obvykle se volí stejné profily jako má sloup nebo příčle. Velikost je dána požadavky na stabilitu konstrukce a přípoje. V případě, že válcovaný profil nevytvoří dostatečně vysoký náběh, vloží se do stojiny plech.

Při návrhu náběhu z průřezu, který se použije na příčli, se v přípoji nemusí dosáhnout požadované ohybové únosnosti. Kvůli přípoji se navrhuje náběh vyšší. Sníží se tak tahové síly ve šroubech a tlakové síly v dolní pásnici náběhu, což umožňuje použití menších šroubů a výztuh. Redukuje se i smyková síla ve vrcholu sloupu, která vzniká od tahové síly ve šroubech. Zvětšení průřezu, ze kterého je náběh vyroben, zvyšuje jeho i jeho stabilitu.

Náběh ovlivňuje celkovou výšku konstrukce, protože zákazníci potřebují čistou výšku v hale pod náběhem. V tomto případě je naopak výhodné výšku náběhu snižovat. Obvykle se udává, že náběh je z hlediska návrhu celé konstrukce nejvýhodnější, jestliže:

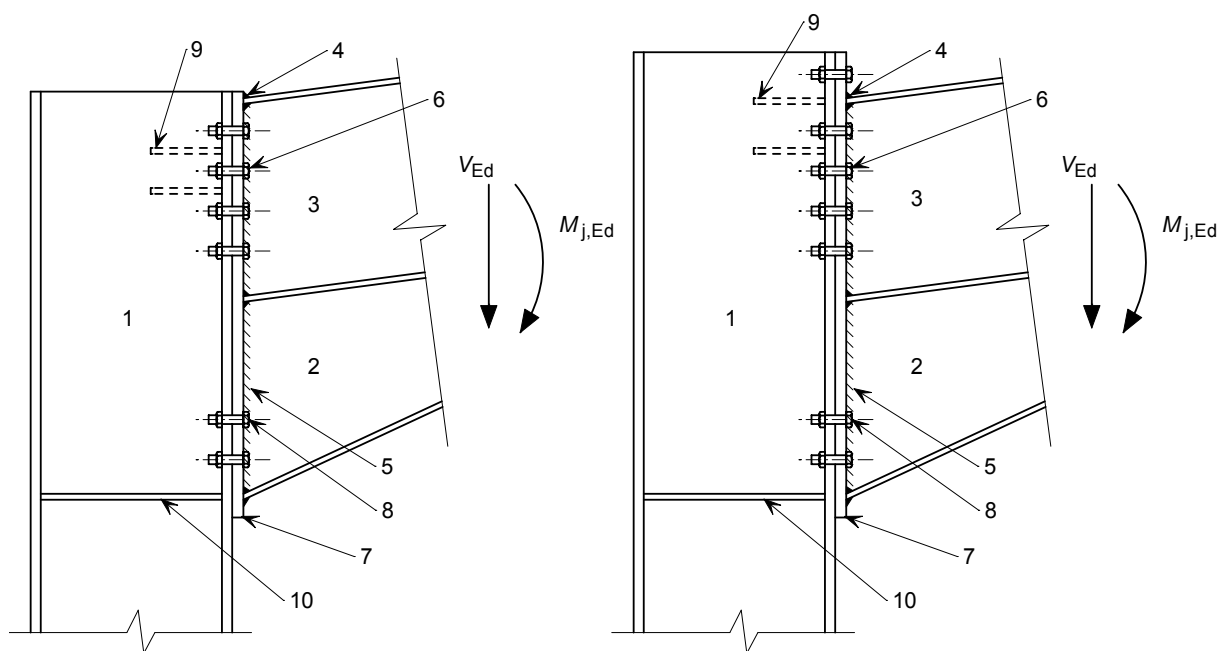
- Výška náběhu pod příčlí je přibližně stejná jako výška příčle.
- Délka náběhu od osy sloupu je asi 10% rozpětí rámové konstrukce.

2.2 Čelní deska, přípoj v rámovém rohu

Obrázek 2.1 zachycuje typický přípoj čelní deskou na výšku nosníku a s přesahem v rámovém rohu rámové konstrukce s náběhem. Obrázek 2.2. ukazuje alternativní návrh rámového rohu.

V rámovém rohu má přípoj mít požadovanou tuhost a ohybovou únosnost. Podrobný návrh je třeba již v předběžné fázi projektu, protože přípoj potřebuje dostatečnou výšku na přenesení působícího momentu. Sloup přenáší též smyk, který vyvozují takové síly ve šroubech. Někdy je proto stěnu třeba vyztužit. Postup návrhu rámového rohu je dán v [SN041](#) a řešený příklad je ukázán v [SX031](#).

V případě náběhu je pro přípoj k dispozici větší výška a lze jej navrhnout úsporněji. Tažené šrouby lze rozmístit ve skupině, viz obr. 2.1, tak aby přímo přenášely síly z horní části příčle do horní části stěny sloupu bez výrazné koncentrace sil. Obvykle není třeba navrhovat výztuhy sloupu a příčle v tahu, protože tahové síly jsou rovnoměrně rozloženy po dostatečně výšce přípoje. Pro zvýšení ohybové tuhosti pásnice sloupu, zvláště u lehkých válcovaných profilů, při působení místního namáhání šrouby, se někdy navrhuje malé výztuhy.



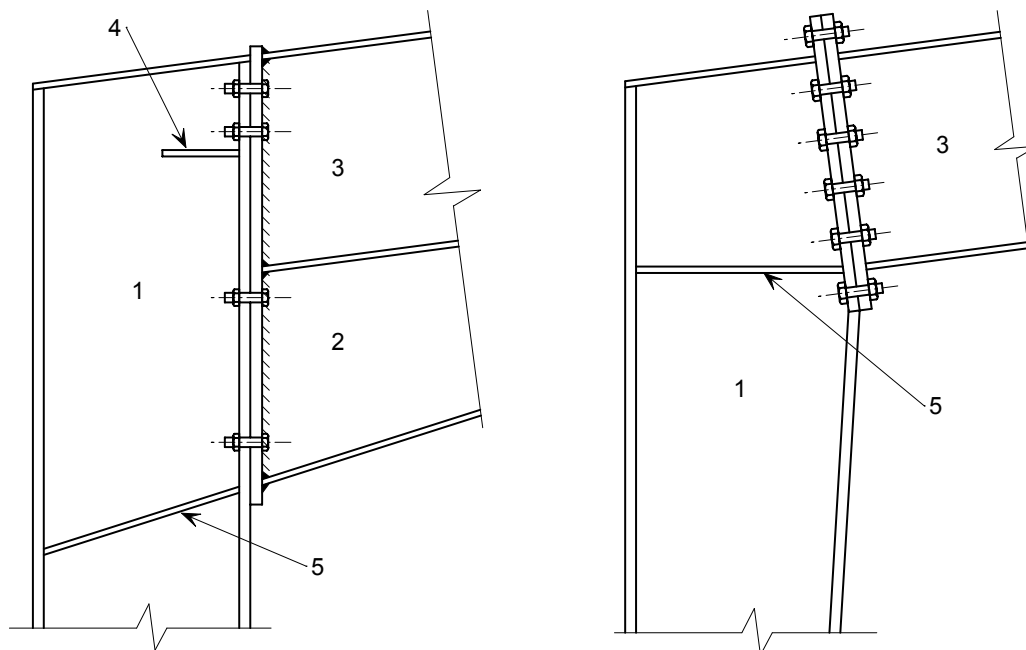
(a) Přípoj čelní deskou na výšce nosníku

(b) Přípoj čelní deskou s přesahem

Legenda:

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1 Sloup | 6 Tažené šrouby |
| 2 Náběh v rámovém rohu | 7 Čelní deska |
| 3 Příčle | 8 Šrouby se smyku |
| 4 Svar na pásnici | 9 Případná výztuha v tahu |
| 5 Svar na stojně | 10 Výztuha v tlaku |

Obrázek 2.1 Typické přípoje čelní deskou v rámovém rohu



Legenda:

- | | |
|------------------------|-------------------|
| 1 Sloup | 4 Výztuha v tahu |
| 2 Náběh v rámovém rohu | 5 Výztuha v tlaku |
| 3 Příčle | |

Obrázek 2.2 Alternativní návrh přípoje v rámovém rohu

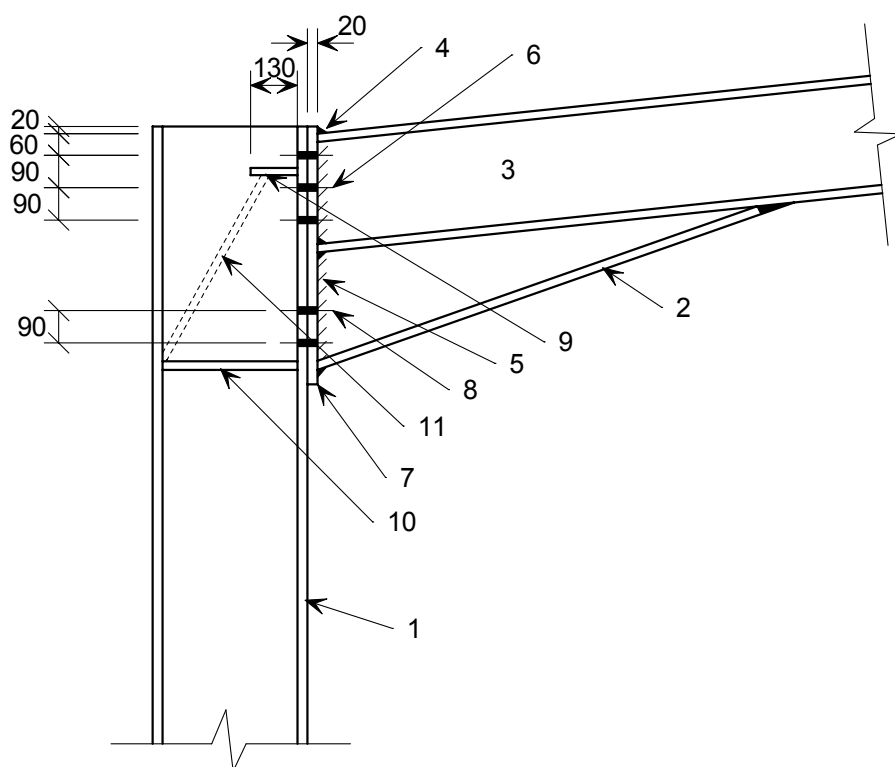
2.3 Detaily

Typické podrobnosti rámového rohu jsou ukázány na obrázku 2.3.

Alternativní řešení konce výztuhy v rámovém rohu je zobrazeno na obrázku 2.4.

Tabulky pro návrh přípojů v rámovém rohu jsou k dispozici v publikaci P207/95 [1]. Tabulky neřeší všechny případy, ale pomohou při předběžném návrhu.

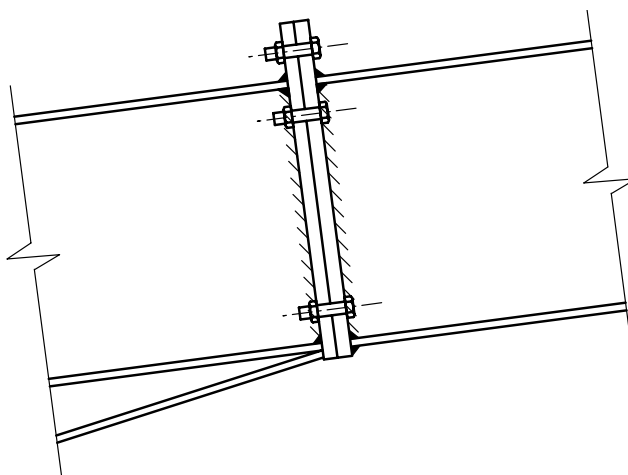
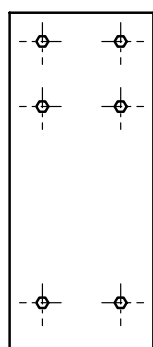
Podrobně lze přípoj navrhnut zjednodušeným, konzervativním, postupem, který je uveden v [SN041](#) nebo pomocí výpočetních programů.



Legenda:

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1 Sloup | 6 Tažené šrouby |
| 2 Náběh v rámovém rohu | 7 Čelní deska |
| 3 Přídle | 8 Šrouby se smyku |
| 4 Svar na pásnici | 9 Výztuha v tahu |
| 5 Svar na stojně | 10 Výztuha v tahu |
| | 11 Případná výztuha ve smyku |

Obrázek 2.3 Přípoj v rámovém rohu



Obrázek 2.4 Alternativní řešení konce náběhu v rámovém rohu

3. Náběh ve vrcholu

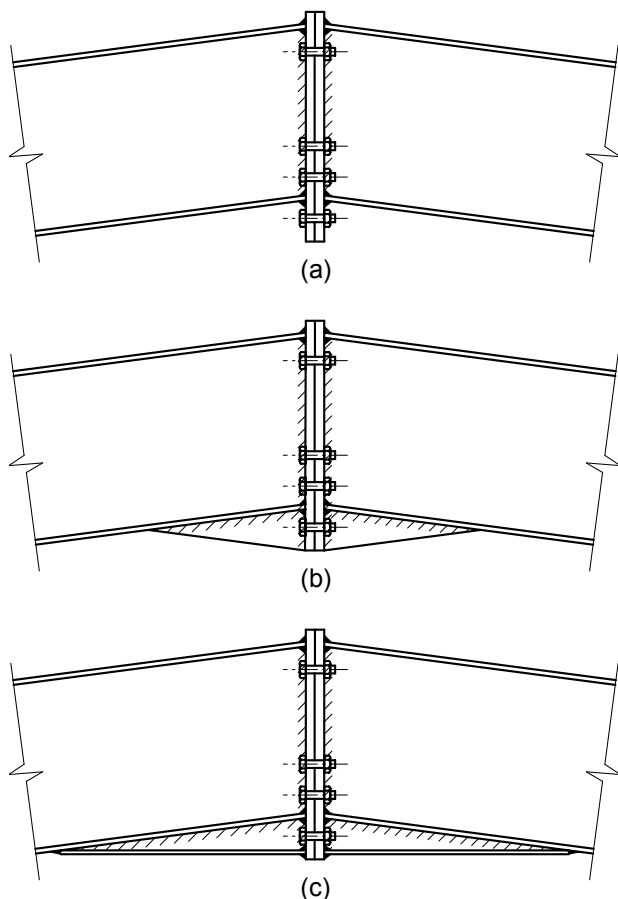
3.1 Obecně

Náběh ve vrcholu umožňuje návrh vhodného spoje příčlí. Obvykle se řeší pomocí čelních desek, které se detailně navrhnou ve výrobní dokumentaci. Velikost a podrobnosti není obvykle třeba řešit při realizační dokumentaci stavby.

3.2 Čelní deska, spoj ve vrcholu

Spoj ve vrcholu se volí tuhý, tak aby zajistil dostatečnou ohybovou tuhost a momentovou únosnost. Třebaže přípoj musí mít dostatečnou výšku, aby přenesl působící moment, není jej třeba navrhovat podrobně v úvodním stádiu projektu.

Obrázek 3.1 ukazuje hlavní typy přípojů čelní deskou s přesahem. Na obrázku 3.1(a) je čelní deska jednoduše rozšířena dolů. Na obrázku 3.1(b) je přesah vyztužen klínem a na obrázku 3.1(c) je vytvořen plný náběh.



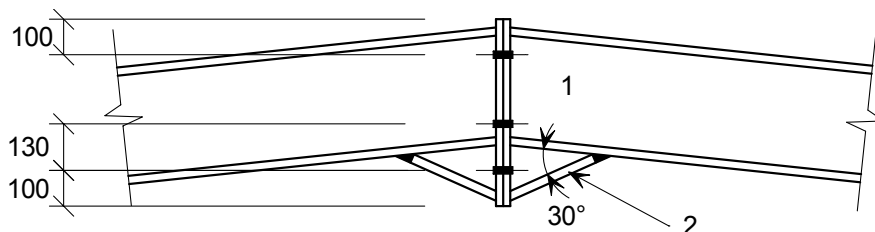
Obrázek 3.1 Spoj čelní deskou ve vrcholu jednopodlažní rámové konstrukce

3.3 Detaily

Typické podrobnosti přípoje ve vrcholu jsou ukázány na obrázku 3.2.

Tabulky pro návrh přípojí ve vrcholu jsou uvedeny v publikaci P207/95 [1]. Tabulky neřeší všechny případy, ale pomohou při předběžném návrhu.

Podrobně lze přípoj navrhnout zjednodušeným, konzervativním, postupem, který je uveden v [SN042](#) nebo výpočetními programy.



Legenda:

- 1 Příčle
- 2 Náběh ve vrcholu

Obrázek 3.2 Detail spoje ve vrcholu jednopodlažního rámové konstrukci

4. Vyztužení

4.1 Obecně

Rámy navrhované plasticky je ve vrcholu sloupu, tj. v dolní části náběhu, třeba zajistit proti zkroucení. Někdy se navrhuje další vyztužení proti zkroucení podél sloupu, protože příčníky jsou připojeny k vnější, tažené, pásnici a ne k tlačené pásnici.

Obdobné ztužení je třeba zajistit i při pružném návrhu rámových konstrukcí. V tomto případě lze vyztužení ve vrcholu posunout výše, až na konec sloupu.

4.2 Vyztužení proti kroucení

V místě plastického kloubu

Vyztužení proti kroucení lze zajistit více způsoby příklad:

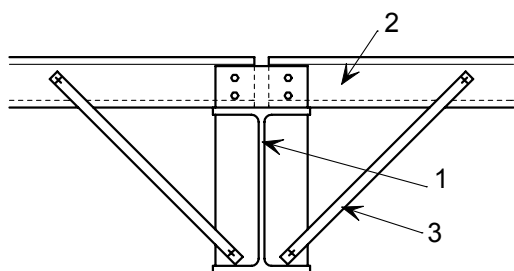
- Pro sloupy o výšce průřezu nižší než 600 mm lze použít vzpěrou, viz obrázek 4.1. Pro zajištění odpovídající tuhosti se doporučuje, aby byly výška výztuhy nejméně 25% výšky sloupu.
- Pro všechna rozpětí lze navrhnout podélný prvek u tlačené pásnice v dolní části náběhu, který se spojí se svislým ztužením, viz obrázek 4.2. Vyztužení proti kroucení v tomto případě zajistí kruhový uzavřený průřez, který působí spolu s paždíčkem na vnější straně sloupu. Důležitý je návrh vodorovného vyztužení, který oba prvky po délce konstrukce spojí v několika bodech.

Pro rámové konstrukce navrhované pružně

Je-li rám navrhován pružně, lze vyztužení proti zkroucení ve vrcholu sloupu navrhnout tak jak je popsáno výše. Alternativně lze jeho polohu posunout výše až na konec sloupu.



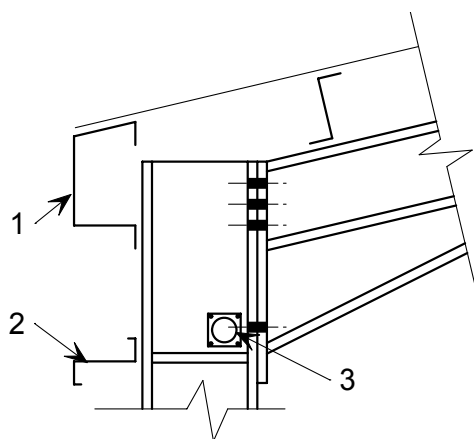
(S laskavým svolením Caunton Engineering Ltd)



Legenda:

1 Sloup 2 Paždík 3 Vyztužení sloupu

Obrázek 4.1 *Typický detail vyztužení proti zkroucení vzpěrou mezi sloupem a paždíkem*



Legenda:

1 Za studena tvarovaný okapový nosník 2 Paždík 3 Uzavřený kruhový průřez

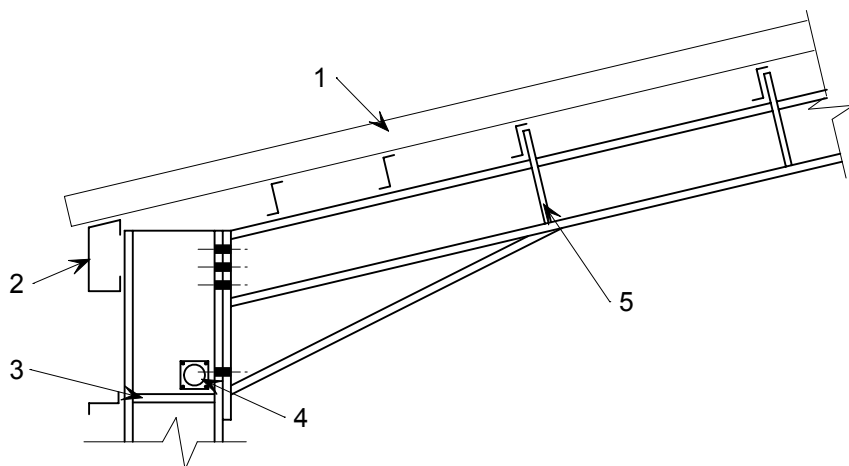
Obrázek 4.2 Detail vyztužení proti zkroucení uzavřeným kruhovým profilem s podélným vyztužením

5. Podružné konstrukční prvky

5.1 Okapový nosník

Okapový nosník spojuje jednotlivé rámy v úrovni okapu, viz obrázek 5.1.

Jeho hlavní funkcí je podpora střešního pláště a tvorba stěny okapových žlabů, lze jej využít i na vodorovné vyztužení vnější pásnice sloupu ve vrcholu.



Legenda:

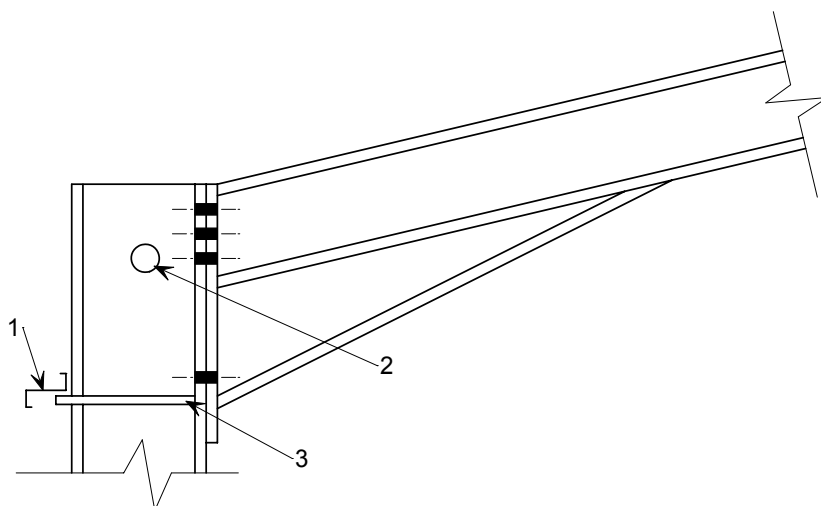
1 Skládaný nebo sendvičový plášť 3 Výztuha
2 Za studena tvarovaný okapový nosník 4 Uzavřený kruhový průřez
5 Vyztužení na konci náběhu

Obrázek 5.1 Podrobnost náběhu s okapovým nosníkem

5.2 Vzpěra/vazba u okapu

V případě, že jsou svislá ztužidla ve stěně haly umístěna na obou koncích konstrukce, se vzpěra uplatní pouze v koncových polích haly. V praxi se osvědčil návrh prvku mezi sloupy, který působí při montáži a přináší konstrukci dostatečnou robustnost.

Jestliže je na vyztužení plastického kloubu v dolní části náběhu u rámového rohu použit kruhový uzavřený průřez, viz obrázek 5.1, může též plnit roli podélné vzpěry/vazby. Jestliže je prvek podélné vzpěry/vazby navržen výše, viz obrázek 5.2, nelze jej pro vyztužení plastického kloubu v dolní části náběhu použít.



Klíč:

- 1 Paždík 2 Vzpěra/vazba u okapu 3 Vzpěra na sloupu

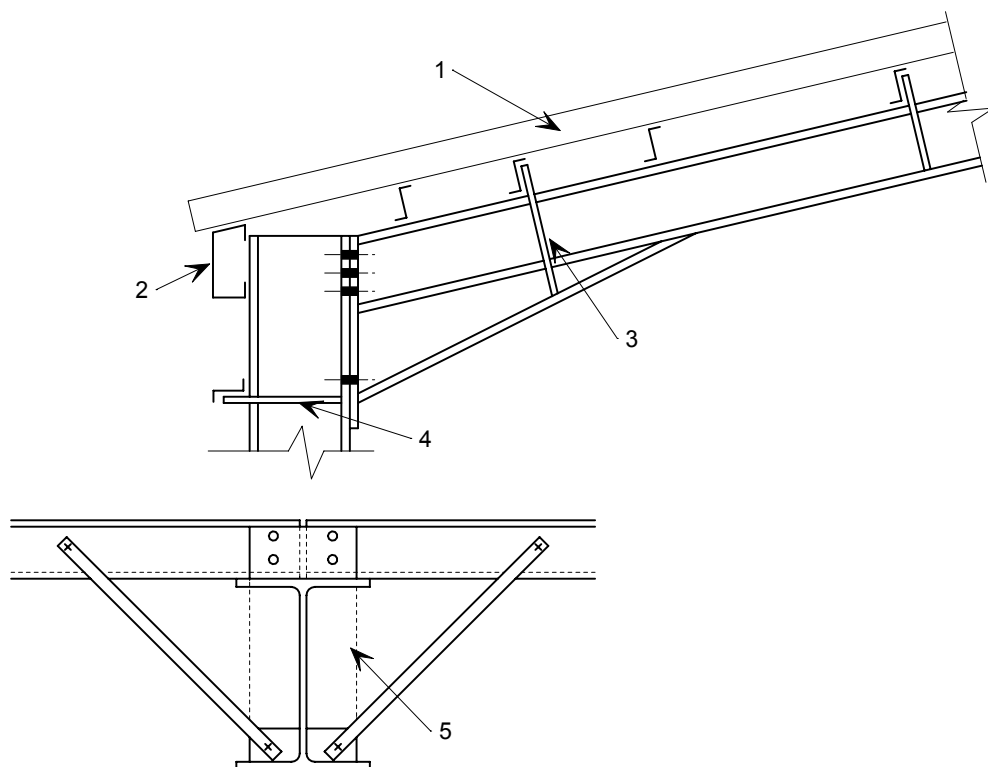
Obrázek 5.2 Detail s podélnou vzpěrou/výztuhou, která nevyztužuje dolní část náběhu

5.3 Ztužení sloupu a příčle

K vyztužení tlačené pásnice, která v rámovém rohu není u vaznice nebo paždíku, se navrhuje prvek mezi sloupy nebo příčlemi. Připojení ke vaznici/paždíku ztužuje konstrukci proti kroucení, viz obrázek 5.3 a obrázek 5.4.

Na ztužení se hodí plochá ocel nebo úhelník. Předpokládá se, že plochá ocel působí pouze v tahu. Proto se navrhuje z obou stran sloupu/nosníku. Při návrhu pouze jednoho prvku se použije úhelník o nejmenším rozměru 40 × 40 mm. Prvek a jeho přípoj se navrhuje na 2,5 % největší síly v tlačené pásnici sloupu nebo příčle mezi přílehlými výztuhami.

Je důležité, aby vaznice nebo paždíčky byly dostatečně velké a zajistily požadované vyztužení příčle/sloupu. Empiricky se předpokládá, že dostatečné vyztužení zajistí vaznice nebo paždík, který má výšku aspoň 25 % výšky prvku, který vyztužuje.



- Legenda:
- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|----------------|
| 1 | Skládaný nebo sendvičový plášť | 3 | Ztužení příčle |
| 2 | Za studena tvarovaný okapový nosník | 4 | Ztužení sloupu |
| | | 5 | Výztuha |

Obrázek 5.3 *Detaily ztužení sloupu a příčle*

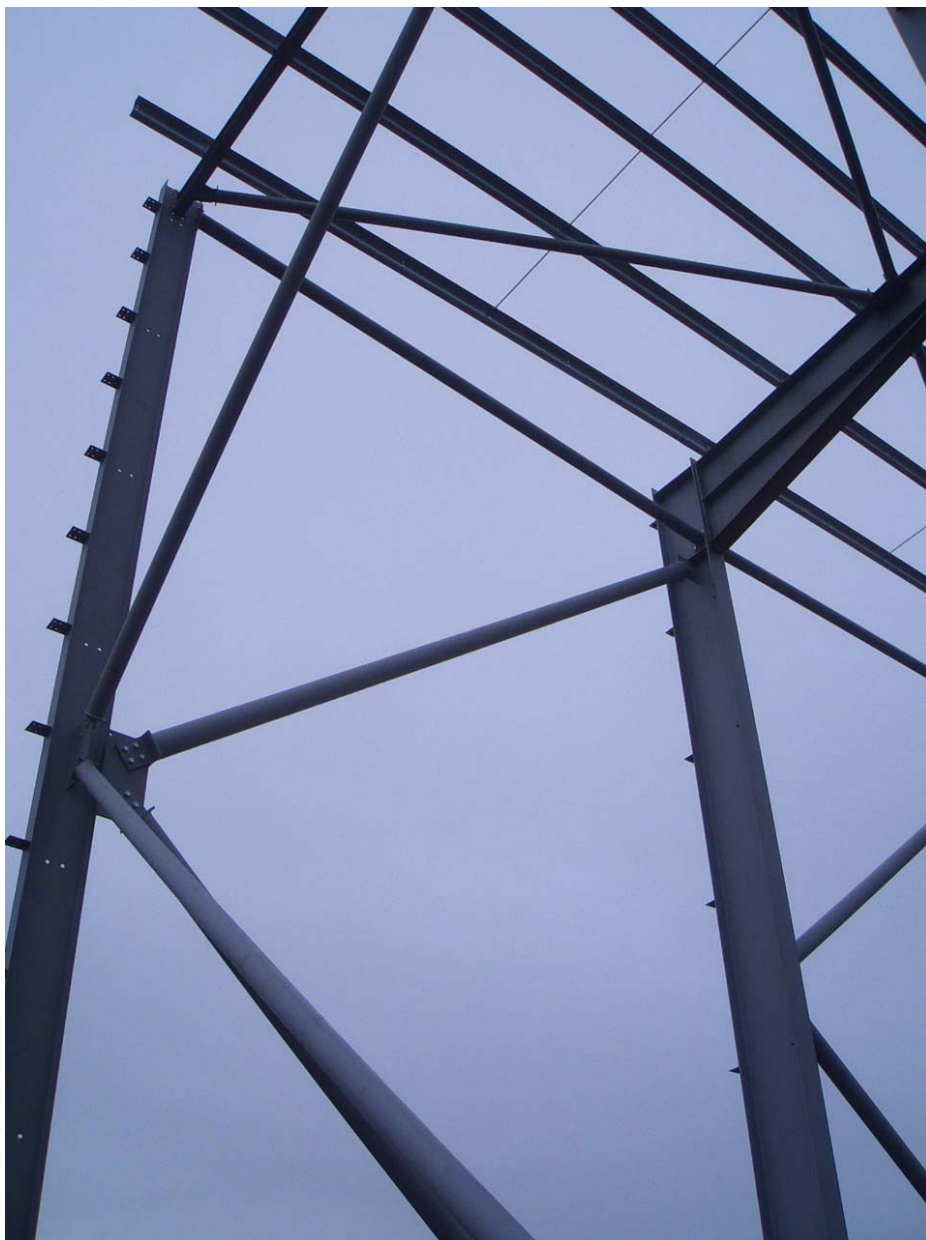


Obrázek 5.4 *Ztužení příčle*
(S laskavým svolením Caunton Engineering Ltd)

5.4 Vyztužení

Vyztužení se požaduje jak v rovině náběhů tak svisle u paždíků, viz obrázek 5.5, na zajištění:

- Stability, během montáže a smontované konstrukce.
- Únosnosti při zatížení větrem v podélném směru.
- Odpovídajícího uložení vaznic a paždíků pro zajištění tuhosti z roviny příčle a sloupu.



Obrázek 5.5 *Detaily vyztužení*
(S laskavým svolením Caunton Engineering Ltd)

6. Literatura

- (1) Joints in Steel Construction – Moment Connections (P207/95). The Steel Construction Institute and The British Constructional Steelwork Association Ltd., 1995.
- (2) DStV/DASt: Typisierte Verbindungen im Stahlhochbau, Stahlbau-Verlags. GmbH, Köln, 1984 (nově přepracované vydání 2001).

Quality Record

RESOURCE TITLE	Scheme development: Details for portal frames using rolled sections		
Reference(s)			
ORIGINAL DOCUMENT			
	Name	Company	Date
Created by	A S Malik	SCI	
Technical content checked by	G W Owens	SCI	
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:	F. Wald	CTU in Prague	2/5/07
Translated resource approved by:	T. Vraný	CTU in Prague	20/7/07
National technical contact	F. Wald	CTU in Prague	