

# Equaljoints Plus



Evropské předem ověřené styčníky nosníku na sloup  
pro seizmicky namáhané konstrukce

## NÁVRH PŘEDEM KVALIFIKOVANÝCH STYČNÍKŮ SEIZMICKY NAMÁHANÝCH KONSTRUKCÍ

František Wald, Marta Kuříková, Matyáš Kožich

České vysoké učení technické v Praze



1/44



Imperial College  
London



UNIVERSITY  
OF ARCHITECTURE  
CIVIL ENGINEERING  
AND GEODESY

ArcelorMittal



ctim  
Construire en métal, un art, notre métier



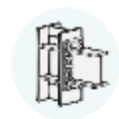
RWTH

THEINISCH-  
WESTFÄLISCHE  
TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
AACHEN



ECCS  
CECM  
E K S





ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

# Obsah přednášky

## 1. Úvod

## 2. Technická doporučení

## 3. Předem ověřené styčníky

### 3.1 Požadavky na chování

### 3.2 Další návrhové požadavky pro styčníky s

#### 3.3 Náběhem

#### 3.4 Vyztuženou čelní deskou s přesahem

#### 3.5 Neztuženou čelní deskou s přesahem

#### 3.6 Nosníkem s oslabenými pásnicemi (dog-bone)

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

# Úvod

- Práce shrnuje návrh čtyř konstrukčních řešení styčnicku nosníku se sloupem:
  - Čelní deskou s náběhem
  - Vyztuženou čelní deskou s přesahem
  - Nevyztuženou čelní deskou s přesahem
  - Svařovaného s nosníkem s oslabenými pásnicemi (dog-bone)

# Obsah projektu

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

- Konstrukční doporučení

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

- Popis chování

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

- Obecné požadavky

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

- Předpoklady návrhu

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

- Pro každé konstrukční řešení je připraveno

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

- Popis řešení

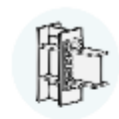
- Seznam konstrukčních systémů, pro který je styčník ověřen

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

- Omezení použití

STYČNÍKY  
DOG-BONE

- Postup návrhu



## Technické požadavky

- Styčníky konstrukcí vystavených namáhání při zemětřesení musí být vždy navrženy, vyrobeny a smontovány tak, aby se zabránilo křehkému porušení

### → Tvar porušení musí být duktilní

- Při návrhu je třeba respektovat požadavky  
EN1998-1:2004 a EN1993-1-8:2006
  - Nejmenší a největší rozteče, koncové a hranové vzdálenosti Tab 3.3 v EN1993-1-8:2006
  - Svary je třeba navrhovat na plnou únosnost (Je třeba zabránit jejich křehkému porušení)

# Technické požadavky

ÚVOD

**TECHNICKÉ  
POŽADAVKY**

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

- Materiál se navrhuje podle EN1993-1-10:2005
  - Houževnatost
  - Vlastnosti napříč plechem
  - Výběr třídy oceli
- Lamelární trhliny při svařování se zamezí kontrolou podle EN1011-2
- Normové požadavky na průřezy plechů a tyčí
- Výroba podle EN1090-2 (v USA podle AISC 303-10)

# Požadavky na chování

## Únosnost

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

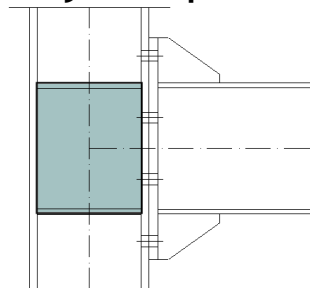
VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

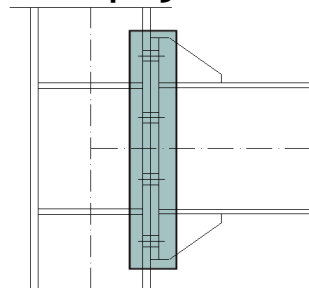
STYČNÍKY  
DOG-BONE

- Návrh konstrukce do seismických oblastí → koncepce návrhu konstrukcí v oblastech, ve kterých se disipuje energie a vzniká plastická deformace
- Oblasti bez disipace, pružné chování, zabráněno křehkému porušení → navrženy na plnou únosnost
- Styčníky lze rozdělit na tři makro-komponenty

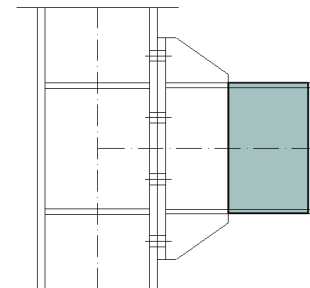
Panel stěny sloupu

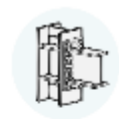


Přípoj



Konec nosníku





ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

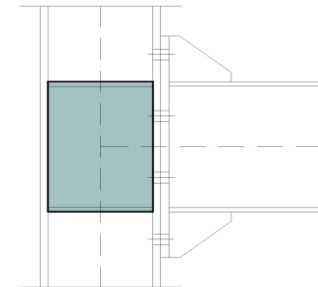
VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

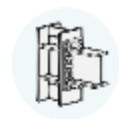
STYČNÍKY  
DOG-BONE

# Požadavky na chování Únosnost

- Makro-komponenty navrženy samostatně
- **Stěna sloupu**
  - NA PLNOU ÚNOSNOST – navržena s větší únosností než ostatní makro-komponenty
  - NA STEJNOU ÚNOSNOST – navržena s únosností podobnou jako přípoj nebo nosník (nebo oba)
  - NA ČÁSTEČNOU ÚNOSNOST – plastifikace v panelu stěny sloupu







ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

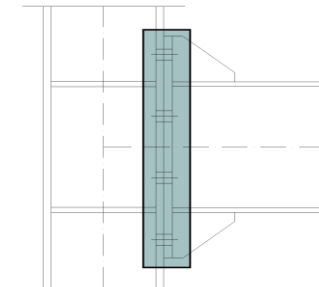
NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

# Požadavky na chování

## Únosnost

- Makro-komponenty navrženy samostatně
- **Přípoj**
  - NA PLNOU ÚNOSNOST – navržen s větší únosností než ostatní makro-komponenty
  - NA STEJNOU ÚNOSNOST – navržen s únosností podobnou jako stěna sloupu nebo nosník (nebo oba)
  - NA ČÁSTEČNOU ÚNOSNOST – plastické deformace vznikají v jeho vlastních komponentách



# Požadavky na chování

## Únosnost

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

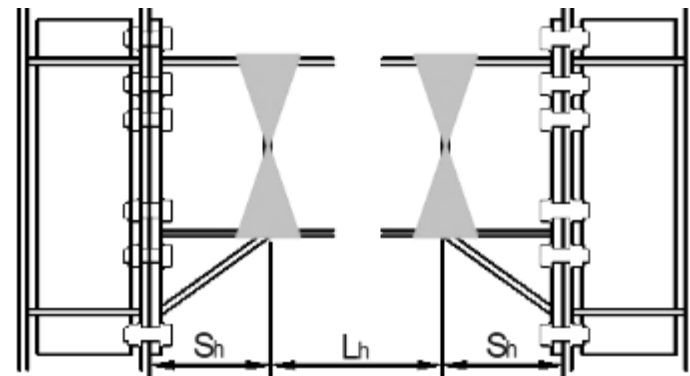
NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

- V EN1993-1-8:2006 a EN1998-1:2004 není stejná únosnost zohledněna  
→ uvažuje se jako částečná
- Hlavní zdroj disipace a vzniku plastických deformací je připojovaný nosník  
→ návrhový moment únosnosti nosníku v líci sloupu

$$M_{con,Ed} = \alpha \cdot (M_{B,Rd} + V_{B,Ed} \cdot s_h)$$

Závisí na globální analýze



# Požadavky na chování

## Únosnost

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

- Doporučené hodnoty

$\alpha = \gamma_{sh} \cdot \gamma_{ov}$  pro styčníky na plnou únosnost

$\gamma_{sh}$  je součinitel zpevnění materiálů

$\gamma_{ov}$  součinitel zvýšené pevnosti

$\alpha = 1$  for pro styčníky na stejnou únosnost

$\alpha < 1$  for pro styčníky s částečnou únosností

Doporučuje se  $\alpha = 0,6$  nebo  $0,8$

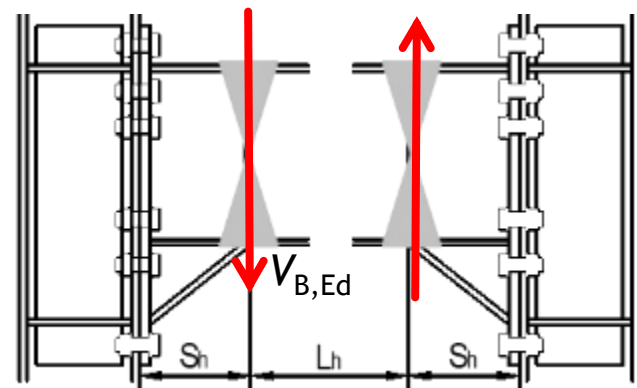
- V EN1998:2004 se doporučuje

$$\gamma_{sh} = 1,1$$

$$\gamma_{ov} = 1,25$$

- V EN1993-1-8:2006 se doporučuje  $\gamma_{sh} = 1,2$

# Požadavky na chování Únosnost



Působící ohybový moment v přípoji

$$M_{con,Ed} = \alpha \cdot (M_{B,Rd} + V_{B,Ed} \cdot S_h)$$

kde  $V_{B,Ed}$  je smyková síla v místě vzniku plastického kloubu

$$V_{B,Ed} = V_{B,Ed,M} + V_{B,Ed,G}$$

$V_{B,Ed,G}$  je příspěvek od gravitačních zatížení

$V_{B,Ed,M}$  je posouvající síla, která je způsobena vznikem plastických kloubů na obou koncích nosníku o vzdálenosti  $L_h$

$$V_{B,Ed,M} = \frac{2 \cdot M_{B,Rd}}{L_h}$$

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

ÚVOD

 TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

 PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

 POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

 DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

 STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

 VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

 NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

 STYČNÍKY  
DOG-BONE

# Požadavky na chování

## Únosnost

- Působící síla v panelu stěny sloupu ve smyku

$$V_{wp,Ed} = \alpha \cdot (M_{B,Rd} + V_{B,Ed} \cdot s_h) / z - V_{c,Ed}$$

kde

$V_{wp,Ed}$  je působící síla v panelu sloupu

$V_{c,Ed}$  smyková síla ve sloupu

$z$  rameno vnitřních sil

ÚVOD

 TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

 PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

 POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

 DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

 STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

 VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

 NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

 STYČNÍKY  
DOG-BONE

# Požadavky na chování

## Únosnost

- V návrhu se ověří

$$M_{con,Rd} \geq M_{con,Ed}$$

$$V_{wp,Rd} \geq V_{wp,Ed}$$

že únosnosti jsou větší než působící síly

# Požadavky na chování

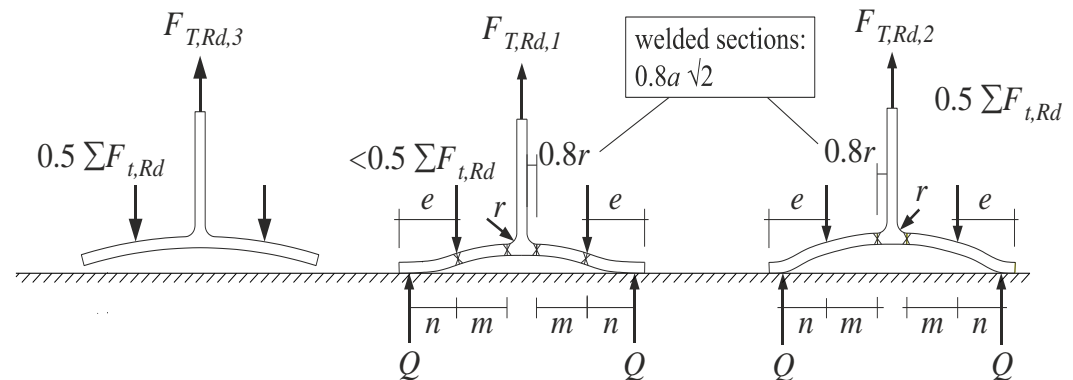
## Duktilita

- Duktilita styčnicků závisí na tvaru porušení
- Čelní deska/pásnice sloupu v ohybu disipuje energii podle tvaru porušení

Tvar 1 → Duktilní

Tvar 2 → Může být duktilní

Tvar 3 → Neduktilní



Tvar porušení 3

1

2

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

# Požadavky na chování

## Duktilita

ÚVOD

TECHNICKÉ POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ STYČNÍKY

POŽADAVKY NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ POŽADAVKY

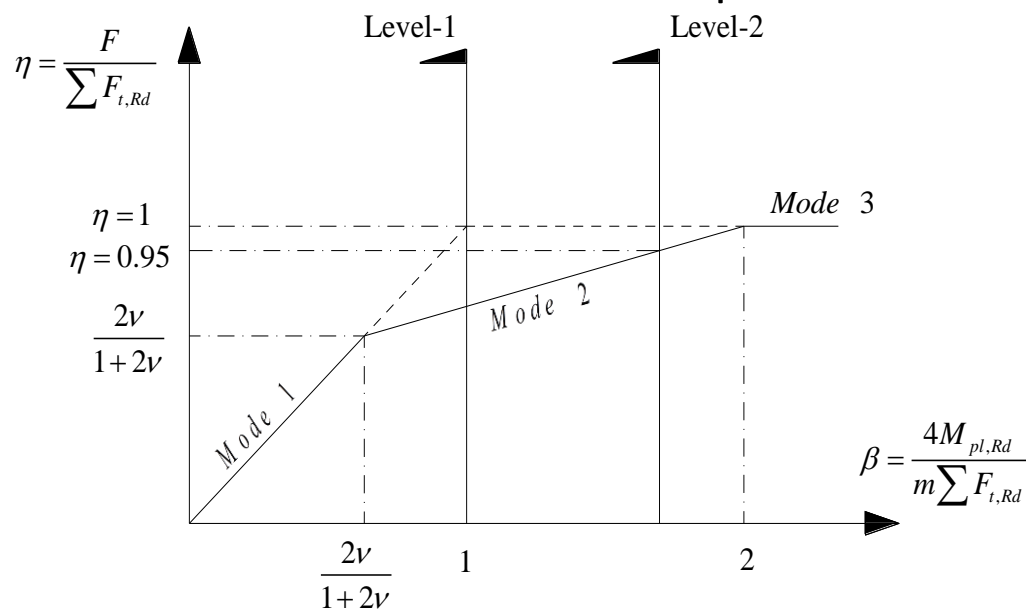
STYČNÍKY S NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY DOG-BONE

- Čelní deska/pásnice sloupu v ohybu → dvě podmínky duktility
- První
  - $\beta \leq 1$  → Tvar porušení 1 a 2
  - Vysoká duktilita
- Druhá
  - $\beta < 2$  a  $\eta \leq 0,95$  → Tvar porušení 2
  - Malá duktilita ale ne křehké porušení

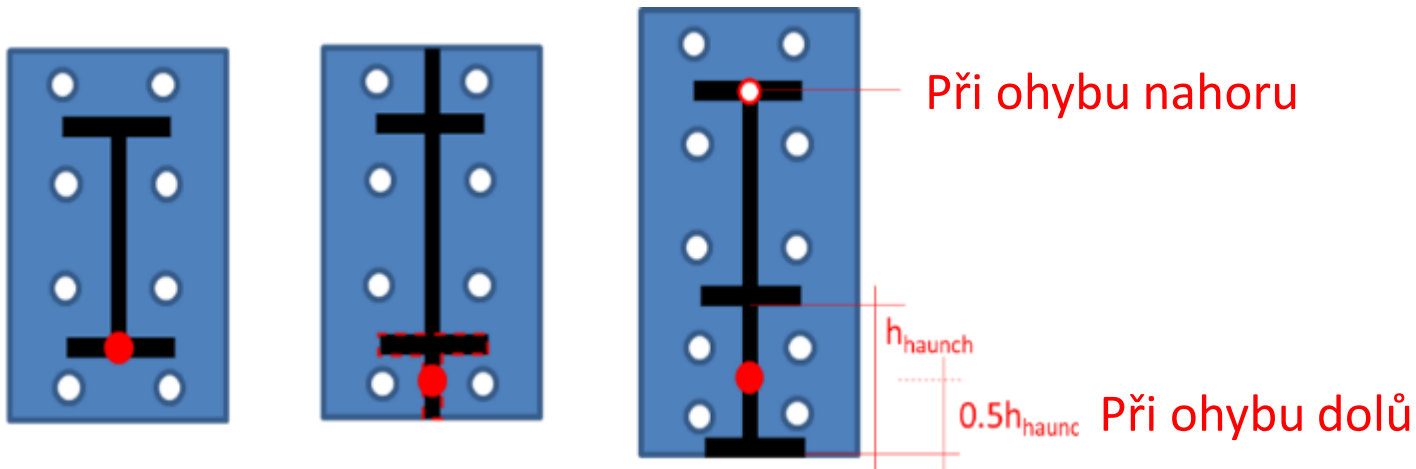




# Požadavky na chování

## Duktilita

- Aktivní šrouby v tahu → uvažují se jen ty, které jsou nad neutrální osou připojovaného průřezu, příspěvek řad šroubů pod osou v případě čistého ohybu je velmi malý
- Střed tlaku a rameno vnitřních sil

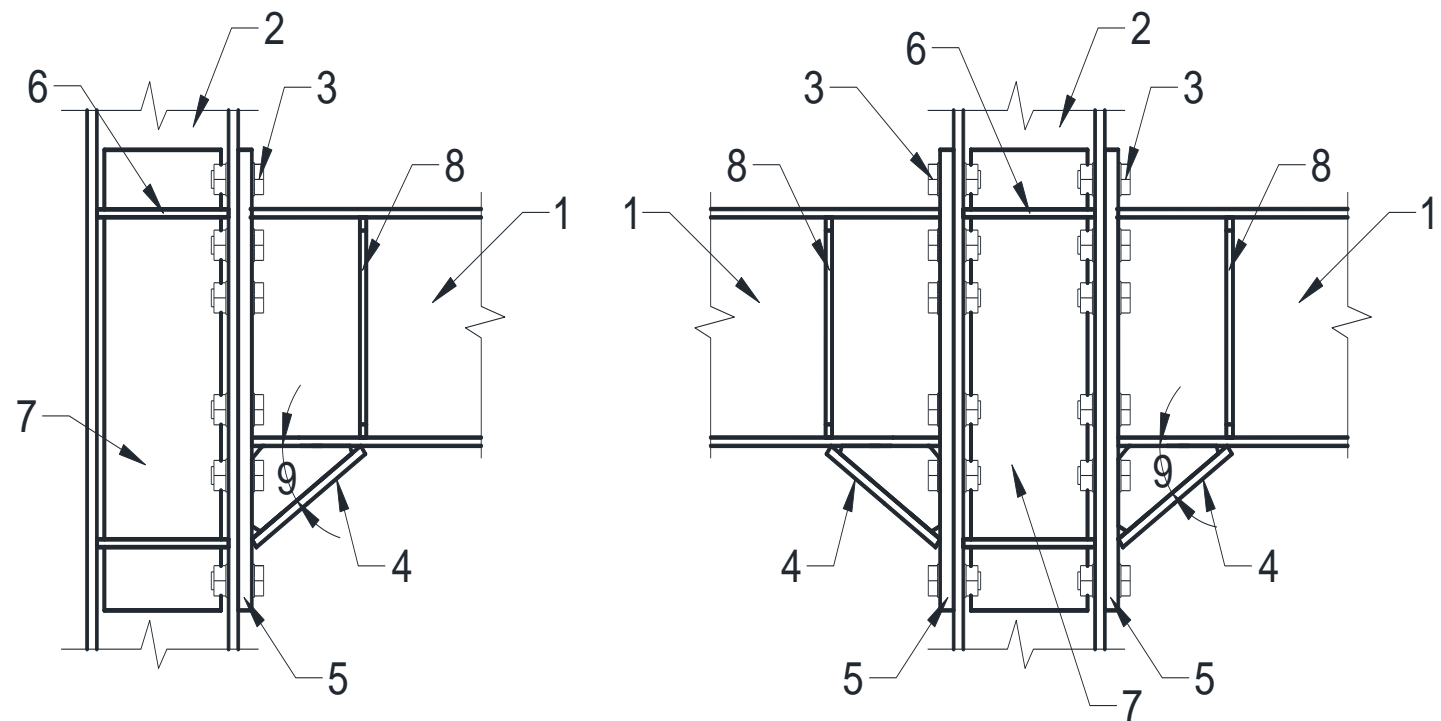


# Přípoj čelní deskou s náběhem

## Ohybově tuhý styčník na plnou únosnost

s panelem stěny sloupu na plnou nebo stejnou únosnost

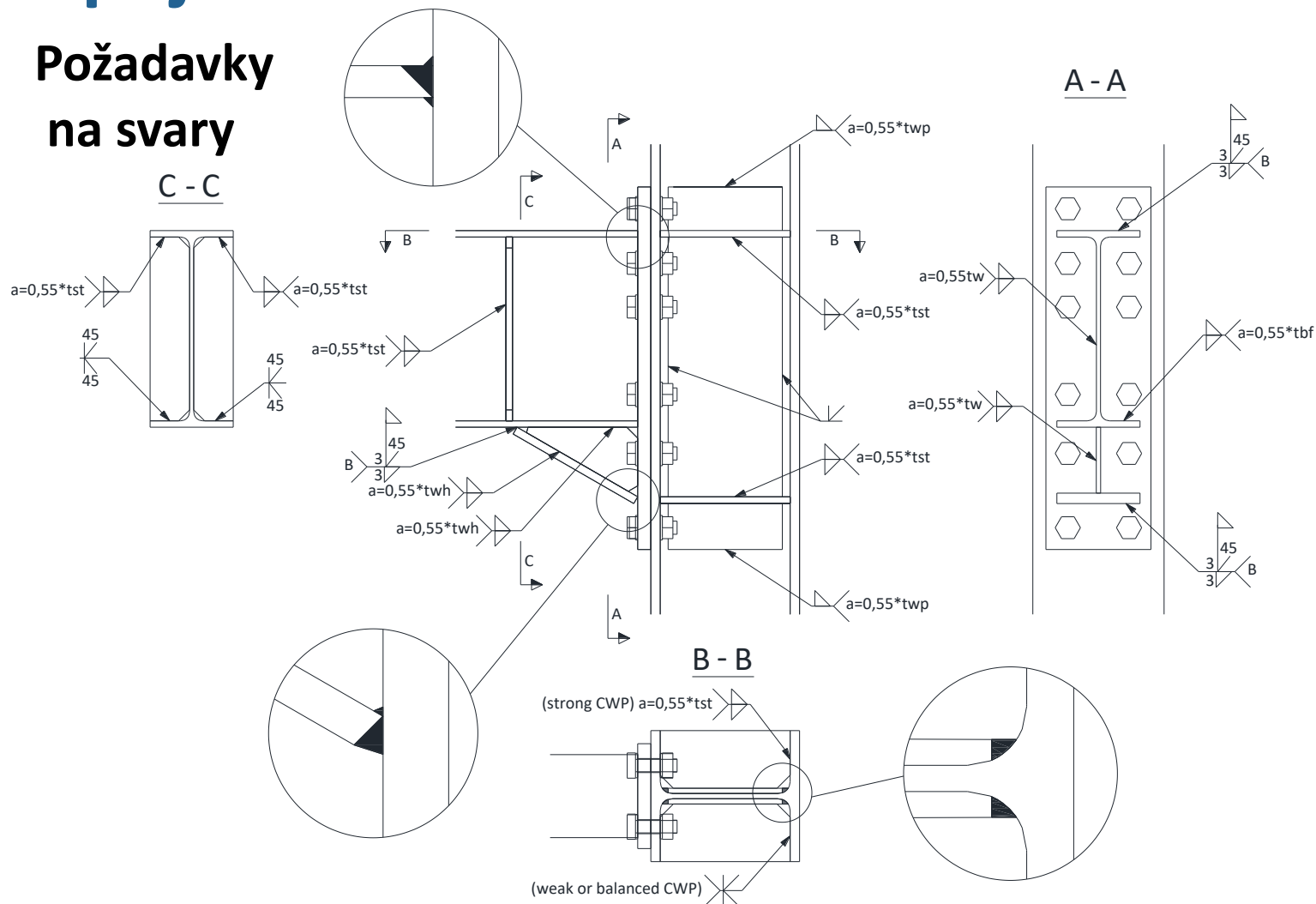
- ÚVOD
- TECHNICKÉ POŽADAVKY
- PŘEDEM OVĚŘENÉ STYČNÍKY**
- POŽADAVKY NA CHOVÁNÍ
- DALŠÍ NÁVRHOVÉ POŽADAVKY
- STYČNÍKY S NÁBĚHEM**
- VYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY
- NEVYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY
- STYČNÍKY DOG-BONE



- |            |            |                              |                                    |
|------------|------------|------------------------------|------------------------------------|
| 1 - Nosník | 3 - Šrouby | 5 – Čelní deska              | 7 - Přídavný plech na stěně sloupu |
| 2 - Sloup  | 4 - Náběh  | 6 – Příčná výztuha ve sloupu | 8 – Výztuha nosníku                |
|            |            |                              | 9 – Sklon náběhu nosníku           |

# Přípoj čelní deskou s náběhem

## ○ Požadavky na svary



**NOTE:**

1. All full-penetration welds shall be quality level B acc. EN ISO 5817 and EN 1090-2:2008.
2. All welds shall be quality level C unless otherwise specified on drawings.

ÚVOD

TECHNICKÉ POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ STYČNÍKY

POŽADAVKY NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ POŽADAVKY

STYČNÍKY S NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY DOG-BONE

# Přípoj čelní deskou s náběhem

ÚVOD

TECHNICKÉ POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ STYČNÍKY

POŽADAVKY NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ POŽADAVKY

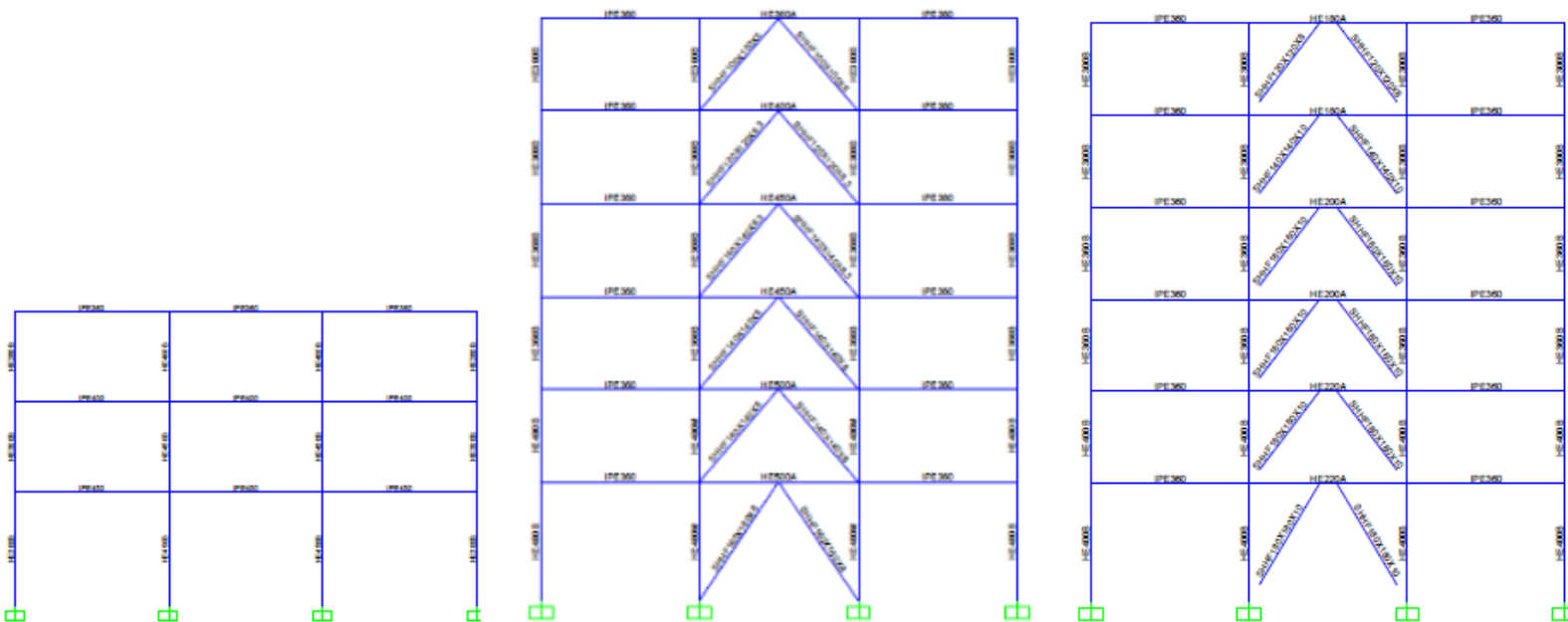
STYČNÍKY S NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY DOG-BONE

- Styčníky jsou předem kvalifikovány pro prutové soustavy s
  - Ohybově tuhými styčníky MRF (Moment Resisting Frames)
  - Ohybově tuhými styčníky a centrickými ztužidly  
MRF + CBF (Dual Concentrically Braced Frames)
  - Ohybově tuhými styčníky a excentr. ztužidly  
MRF + EBF (Dual Eccentrically Braced Frames)



# Přípoj čelní deskou s náběhem

ÚVOD

## ○ Rozsah platnosti (#1/2)

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

**Nosník** Od IPE330 do IPE600. Třídy 1.  
Svařované obdobných tvarů se plně provařenými svary  
vyztuženými svary koutovými

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

**Výška** Od 330 do 600 mm

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

**Čisté rozpětí ku výšce** Minimum 7  
(Vzdál. plastických kloubů)

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

**Tloušťka pásnice** Minimum 11 mm  
Maximum 21 mm\* (10 % extrapolace experimentů)

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

**Materiál** S235 až S355

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

**Sloup** Od HEB260/HEM260 po HEB550/HEM550. Třídy 1.  
Svařované obdobných tvarů s plně provařenými svary  
vyztuženými koutovými svary

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

**Výška** Od 260 po 550 mm

**Tloušťka pásnice** Minimum 17,5 mm, maximum 40 mm

STYČNÍKY  
DOG-BONE

**Materiál** Od S235 po S355

**Poměr výšky průřezu** Od 0,60 po 2,00

**nosníku/sloupu**

## ○ Rozsah platnosti (#2/2)

### Čelní deska

ÚVOD	<b>Tloušťka</b>	Minimum 20 mm, maximum 40 mm
	<b>Šířka</b>	Minimum čelní deska + 30 mm, maximum pásnice sloupu
TECHNICKÉ POŽADAVKY	<b>Materiál</b>	Od S235 do S355
	<b>Příčné výtuhy sloupu a nosníku</b>	Podle EN 1993-1-8:2006 a EN 1998-1:2004.
PŘEDEM OVĚŘENÉ STYČNÍKY	<b>Materiál</b>	Od S235 do S355
	<b>Přídavný plech na stojině</b>	Podle EN 1993-1-8:2006 a EN 1998-1:2004. Plech lze plně využít k přenosu smykové síly.
POŽADAVKY NA CHOVÁNÍ	<b>Výška</b>	Alespoň jako čelní deska
	<b>Materiál</b>	Od S235 do S355
DALŠÍ NÁVRHOVÉ POŽADAVKY	<b>Šrouby</b>	Vysokopevnostní sestava podle EN 14399-3 (HR) a EN 14399-4 (HV) Plně předepnuté podle EN 1090-2
	<b>Velikost</b>	Od M24 do M36
STYČNÍKY S NÁBĚHEM	<b>Třída</b>	8.8 nebo 10.9
	<b>Díry</b>	Podle EN 1993-1-8:2006
VYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY	<b>Náběhy</b>	
	<b>Sklon</b>	Úhel pásnice nosníku a náběhu od 30° do 45°
NEVYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY	<b>Svary</b>	
	<b>Čelní desky a horní pásnice a výtuhy náběhu</b>	Plně provařeny a vyztuženy koutovými svary
STYČNÍKY DOG-BONE	<b>Plech výtuh v úrovni pásnic</b>	Plně provařeny
	<b>Další plechy v úrovni pásnic</b>	Plně provařeny
	<b>Ostatní svary</b>	Oboustranné koutové s účinnou výškou větší než 0,55 násobek tloušťky připojovaného plechu

# Přípoj čelní deskou s náběhem

## ○ Postup pro metodu komponent

1. Výběr geometrie a materiálu
2. Popis komponent
3. Sestavení únosnosti komponent
4. Klasifikace tuhosti a únosnosti
5. Ověření všech tří makro-komponent

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

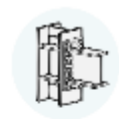
DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE



# Přípoj čelní deskou s náběhem

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

## ○ Postup pro metodu komponent

1. Výběr geometrie a materiálu
2. Popis komponent
3. Sestavení únosnosti komponent
4. Klasifikace tuhosti a únosnosti
5. Ověření všech tří makro-komponent

## ○ Postup pro metodu konečných prvků s komponentami

1. Výběr geometrie a materiálu
2. Klasifikace tuhosti a únosnosti
3. Ověření všech tří makro-komponent



# Přípoj čelní deskou s náběhem

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

- **Pro každý krok**
  - Je postup návrhu uveden v tabulkách v příručce
  - Je připraven odkaz na normu
  - Pokud řešení není v normě je připraveno v materiálech projektu
- Podle postupu uživatel navrhne styčnick, který splňuje požadavky evropských norem

# Přípoj vyztuženou čelní deskou

**Ohybově tuhý styčník na plnou únosnost s panelem stěny sloupu na plnou/ stejnou únosnost**

ÚVOD

TECHNICKÉ POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ STYČNÍKY

POŽADAVKY NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ POŽADAVKY

STYČNÍKY S NÁBĚHEM

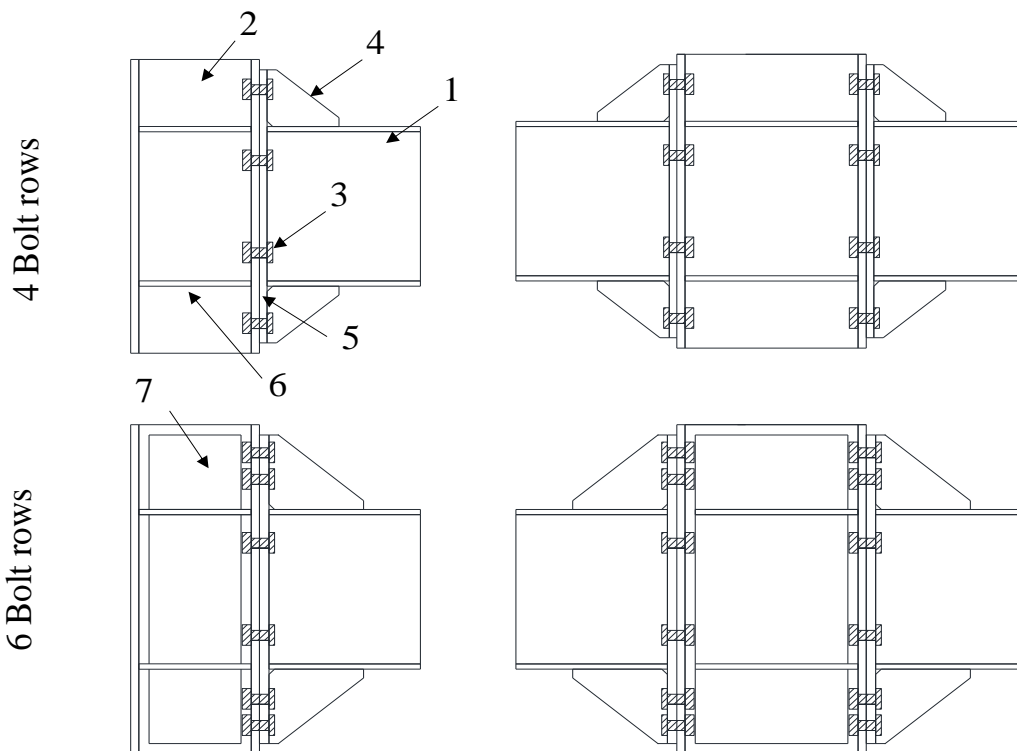
VYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY DOG-BONE

T-Joints

X-Joints



1 - Nosník  
2 - Sloup

3 - Šrouby  
4 - Výztuha

5 - Čelní deska  
6 - Příčná výztuha ve sloupu

7 - Příkladný plech na stěně sloupu

# Přípoj vyztuženou čelní deskou

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

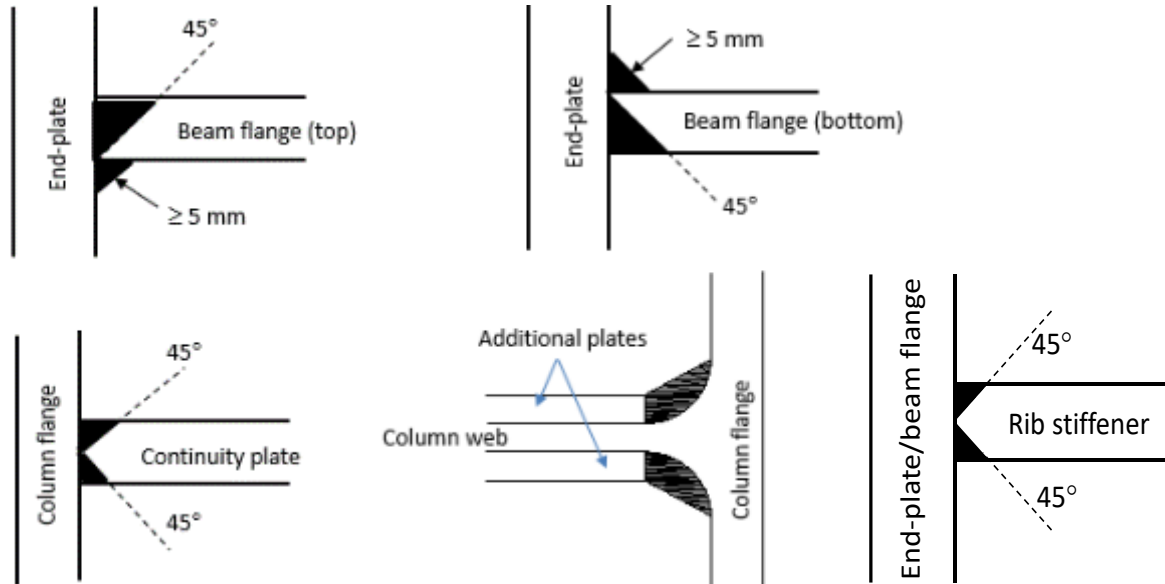
STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

## Podrobnosti svarů



Svařované prvky

Únosnost přípoje/svary

	Plná	Stejná	Částečná
Pásnice nosníku k čelní desce (bf-ep)	FPW	FPW	FPW
Stěny nosníku k čelní desce (bw-ep)	FPW	FPW	FW
Výztuh ke sloupu (cp-c)	FW	FW	FPW
Výztuh k čelní desce (r-ep)	FPW	FPW	FPW
Výztuh k pásnici nosníku (r-bf)	FPW	FPW	FPW
Příložek stěny sloupu k pásnici (Swp-c)	FPW+PW	FPW+PW	FPW+PW

FW koutové svary (fillet welds), FPW plně provařené svary (full penetration welds) a PW děrové svary (plug welds)

# Přípoj vyztuženou čelní deskou

ÚVOD

TECHNICKÉ POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ STYČNÍKY

POŽADAVKY NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ POŽADAVKY

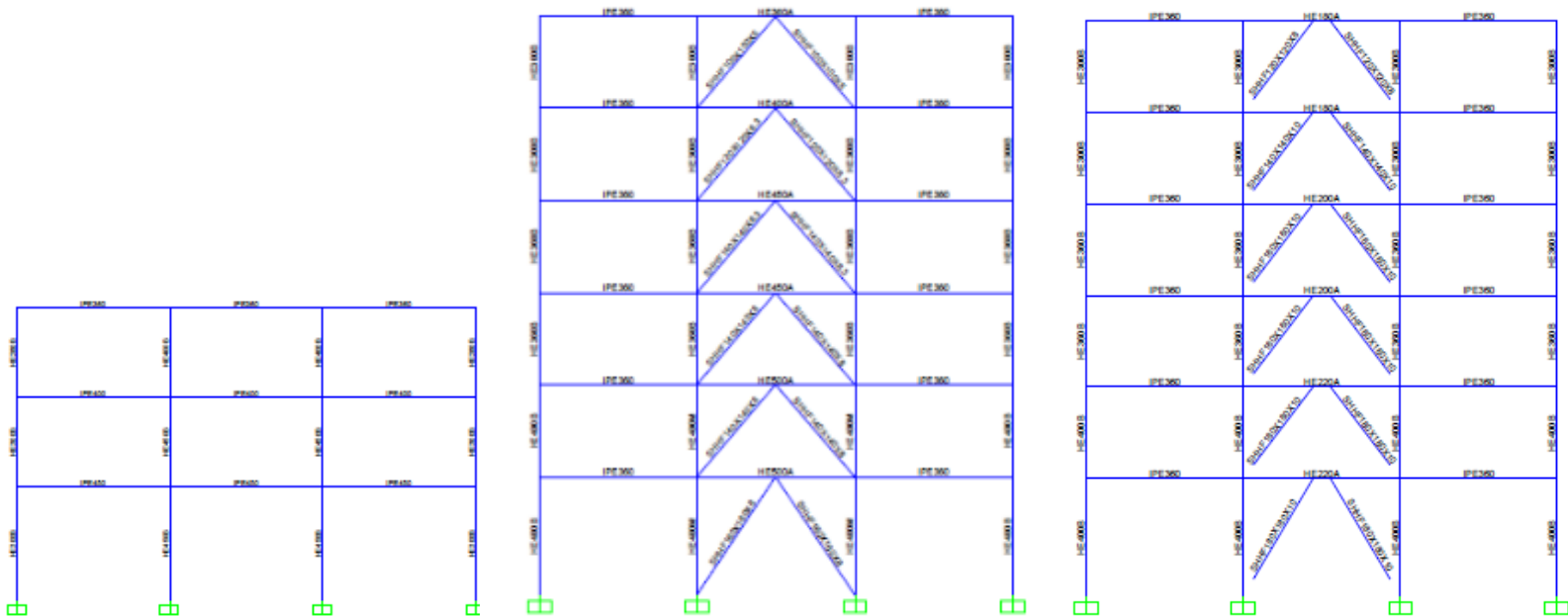
STYČNÍKY S NÁBĚHEM

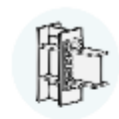
VYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY DOG-BONE

- Styčníky jsou předem kvalifikovány pro prutové soustavy s
  - Ohybově tuhými styčníky MRF (Moment Resisting Frames)
  - Ohybově tuhými styčníky a centrickými ztužidly MRF + CBF (Dual Concentrically Braced Frames)
  - Ohybově tuhými styčníky a excentr. ztužidly MRF + EBF (Dual Eccentrically Braced Frames)





# Přípoj vyztuženou čelní deskou

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

**PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY**

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

**VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY**

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

## ○ Rozsah platnosti (#1/2)

### Nosník

**Výška** Do 600 mm

**Čisté rozpětí ku výšce** Od 10 do 23

**Tloušťka pásnice** Do 19 mm

**Materiál** S235 až S355

### Sloup

**Výška** Do 550 mm

**Tloušťka pásnice** Do 29 mm

**Materiál** Od S235 po S355

**Poměr výšky průřezu nosníku/sloupu** Od 0,65 po 2,15

**Čelní deska** 18 až 30 mm

**Tloušťka** Tab. 3.4

**Materiál** S235 až S355

## ○ Rozsah platnosti (#2/2)

ÚVOD

**Příčné výztuhy sloupu** Stejně nebo tlustší než pásnice připojovaného nosníku

**Materiál** Od S235 do S355

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

**Přídavný plech na stojině**

**Tloušťka** Tab. 3.4

**Výška** Alespoň jako čelní deska

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

**Materiál** Od S235 do S355

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

**Šrouby**

Vysokopevnostní sestava podle EN 14399-3 (HR) a EN 14399-4 (HV)

**Velikost** Tab. 3.4

**Třída** 10.9

**Počet** Tab. 3.4

**Díry** Podle EN 1993-1-8:2006

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

**Svary**

**Čelní desky pásnic** Plně provařeny, vydrážkovány a vyztuženy koutovými svary

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

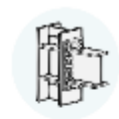
**Plechý výztuh v úrovni pásnic** Plně provařeny a vydrážkovány

**Další plechy v úrovni pásnic** Plně provařeny a vydrážkovány

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

**Ostatní** Oboustranné koutové s účinnou výškou větší než 0,55 násobek tloušťky připojovaného plechu

STYČNÍKY  
DOG-BONE



# Přípoj vyztuženou čelní deskou

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

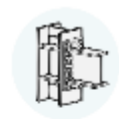
VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

## ○ Návrh

- Podle EN1993-1-8 a některými omezeními
- Styčnick navržen na síly v líci sloupu
- Uvažuje se se zpevněním a zvýšením meze pevnosti



# Přípoj vyztuženou čelní deskou

- **Postup pro metodu komponent**
  1. Výběr geometrie a materiálu
  2. Popis komponent
  3. Sestavení únosnosti komponent
  4. Klasifikace tuhosti a únosnosti
  5. Ověření všech tří makro-komponent

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

**PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY**

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

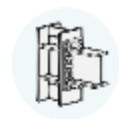
STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

**VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY**

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE





# Přípoj vyztuženou čelní deskou

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

## ○ Postup pro metodu komponent

1. Výběr geometrie a materiálu
2. Popis komponent
3. Sestavení únosnosti komponent
4. Klasifikace tuhosti a únosnosti
5. Ověření všech tří makro-komponent

## ○ Postup pro metodu konečných prvků s komponentami

1. Výběr geometrie a materiálu
2. Klasifikace tuhosti a únosnosti
3. Ověření všech tří makro-komponent

# Přípoj vyztuženou čelní deskou

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

- **Pro každý krok**
  - Je postup návrhu tabelován
  - Je připraven odkaz na normu
  - Pokud řešení není v normě je připraveno v materiálech projektu
- Podle postupu uživatel navrhne styčnick, který odpovídá požadavkům evropských norem

# Přípoj nevyztuženou čelní deskou

Ohybově tuhý/polotuhý styčnick na **plnou/stejnou únosnost** s panelem stěny sloupu na stejnou/částečnou únosnost

ÚVOD

TECHNICKÉ POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ STYČNÍKY

POŽADAVKY NA CHOVÁNÍ

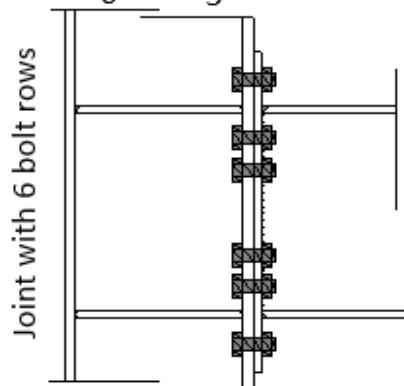
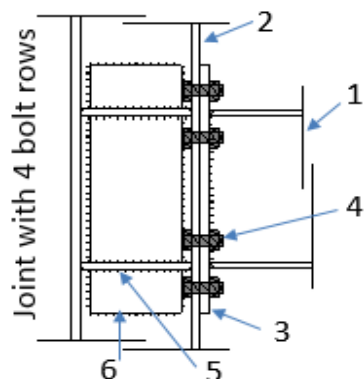
DALŠÍ NÁVRHOVÉ POŽADAVKY

STYČNÍKY S NÁBĚHEM

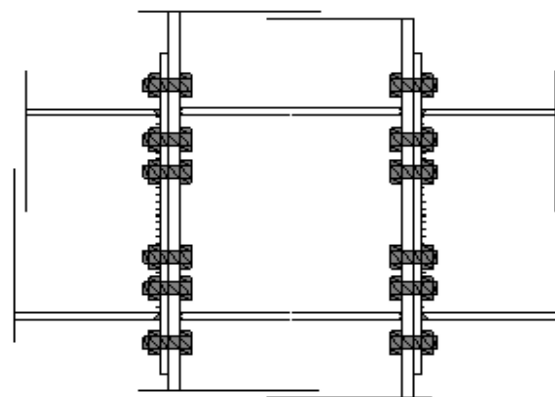
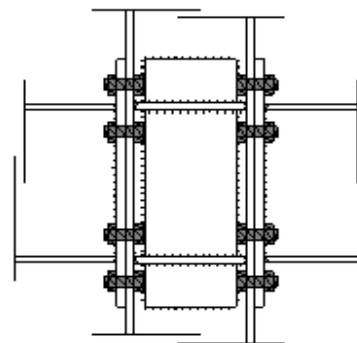
VYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY DOG-BONE



Exterior T joint



Interior X joint

1 - Nosník  
2 - Sloup

3 - Čelní deska  
4 - Šrouby

5 – Příčná výztuha ve sloupu  
6 – Přídavný plech na stěně sloupu

# Přípoj nevyztuženou čelní deskou

ÚVOD

TECHNICKÉ POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ STYČNÍKY

POŽADAVKY NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ POŽADAVKY

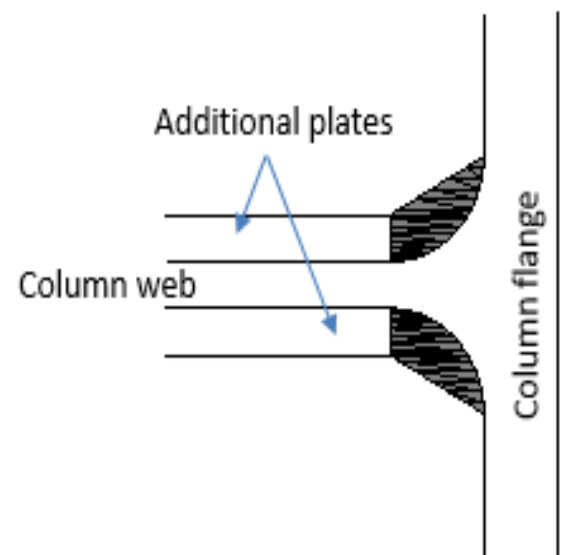
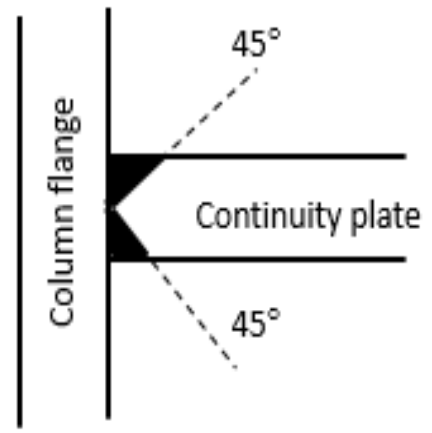
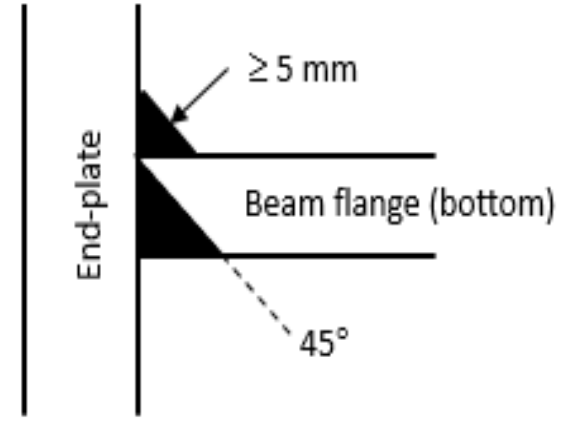
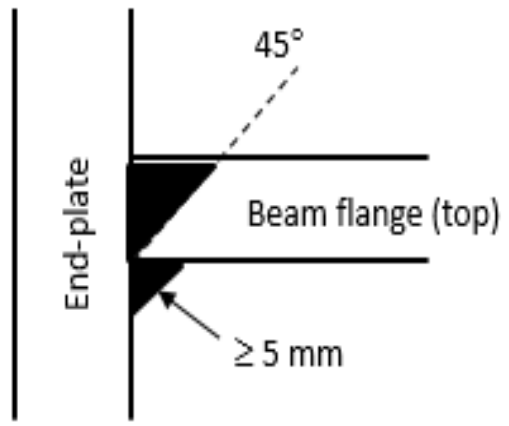
STYČNÍKY S NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY DOG-BONE

- **Podrobnosti svarů**



# Přípoj nevyztuženou čelní deskou

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

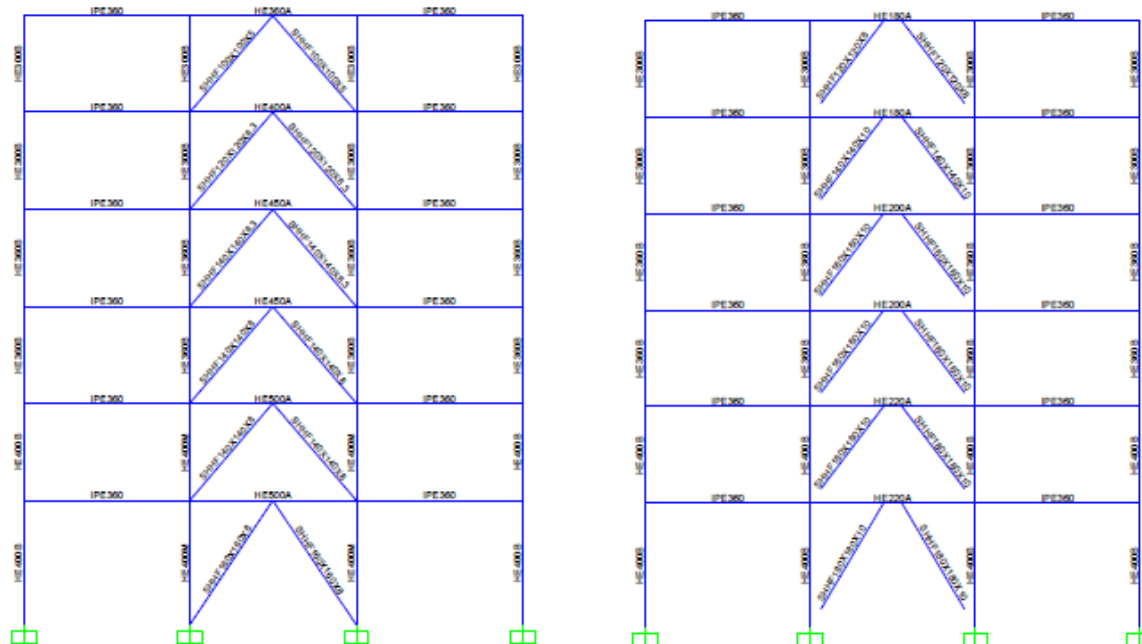
STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

- Styčníky jsou předem kvalifikovány pro prutové soustavy s
  - Ohybově tuhými styčníky a centrickými ztužidly  
MRF + CBF (Dual Centrally Braced Frames)
  - Ohybově tuhými styčníky a excentr. ztužidly  
MRF + EBF (Dual Eccentrically Braced Frames)



# Přípoj nevyztuženou čelní deskou

## ○ Rozsah platnosti (#1/2)

### Nosník

Výška	Do 600 mm
Čisté rozpětí ku výšce	Od 10 do 23
Tloušťka pásnice	Do 19 mm
Materiál	S235 až S355

### Sloup

Výška	Do 550 mm
Tloušťka pásnice	Do 31 mm
Materiál	Od S235 po S355
Poměr výšky průřezu nosníku/sloupu	Od 0,65 po 2,15

### Čelní deska

Tloušťka	18 až 25 mm
Materiál	S235 až S355

### Výztuhy nosníku

Tloušťka	Stejná nebo větší než pásnic nosníku
Materiál	S235 až S355

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

## ○ Rozsah platnosti (#2/2)

### Přídavný plech na stojně

	Tloušťka	Tab. 3.4
	Materiál	Od S235 do S355
<b>Šrouby</b>		Vysokopevnostní sestava podle EN 14399-3 (HR) a EN 14399-4 (HV)
	Velikost	Tab. 3.4
	Třída	10.9
	Počet	Tab. 3.4
	Díry	Podle EN 1993-1-8:2006
<b>Svary</b>		
	Čelní desky pásnic	Plně provařeny, vydrážkovány a na plnou únosnost
	Plech výtuh v úrovni pásnic	Plně provařeny a vydrážkovány
	Další plechy v úrovni pásnic	Plně provařeny a vydrážkovány
	Ostatní	Oboustranné koutové s účinnou výškou větší než 0,55 násobek tloušťky připojovaného plechu

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

**PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY**

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

**NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY**

STYČNÍKY  
DOG-BONE

# Přípoj nevyztuženou čelní deskou

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

**PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY**

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

**NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY**

STYČNÍKY  
DOG-BONE

## ○ Návrh

- Podle EN1993-1-8 a některými omezeními
- Styčnick navržen na síly v líci sloupu
- Uvažuje se se zpevněním a zvýšením meze pevnosti



# Přípoj nevyztuženou čelní deskou

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

**PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY**

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

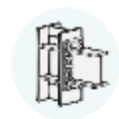
STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

**NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY**

STYČNÍKY  
DOG-BONE

- **Postup pro metodu komponent**
  1. Výběr geometrie a materiálu
  2. Popis komponent
  3. Sestavení únosnosti komponent
  4. Klasifikace tuhosti a únosnosti
  5. Ověření všech tří makro-komponent



# Přípoj nevyztuženou čelní deskou

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

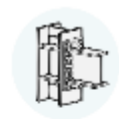
STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

- **Postup pro metodu komponent**
  1. Výběr geometrie a materiálu
  2. Popis komponent
  3. Sestavení únosnosti komponent
  4. Klasifikace tuhosti a únosnosti
  5. Ověření všech tří makro-komponent
  
- **Postup pro metodu konečných prvků s komponentami**
  1. Výběr geometrie a materiálu
  2. Klasifikace tuhosti a únosnosti
  3. Ověření všech tří makro-komponent



# Přípoj nevyztuženou čelní deskou

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

- **Pro každý krok**
  - Je postup návrhu tabelován
  - Je připraven odkaz na normu
  - Pokud řešení není v normě je připraveno v materiálech projektu
- Podle postupu uživatel navrhne styčnick, který odpovídá požadavkům evropských norem

# Svařovaný přípoj s oslabeným nosníkem

ÚVOD

➔ Typické řešení v USA

TECHNICKÉ POŽADAVKY

- Řešení podle AISC kromě panelu stěny, který je navržen na plnou únosnost

PŘEDEM OVĚŘENÉ STYČNÍKY

- Návrh podle

- AISC 341 - Seismic Provisions for Structural Steel Buildings
- AISC 358-16 - Prequalified Connections for Seismic Applications
- AISC 360 – Specification for Structural Steel Buildings

POŽADAVKY NA CHOVÁNÍ

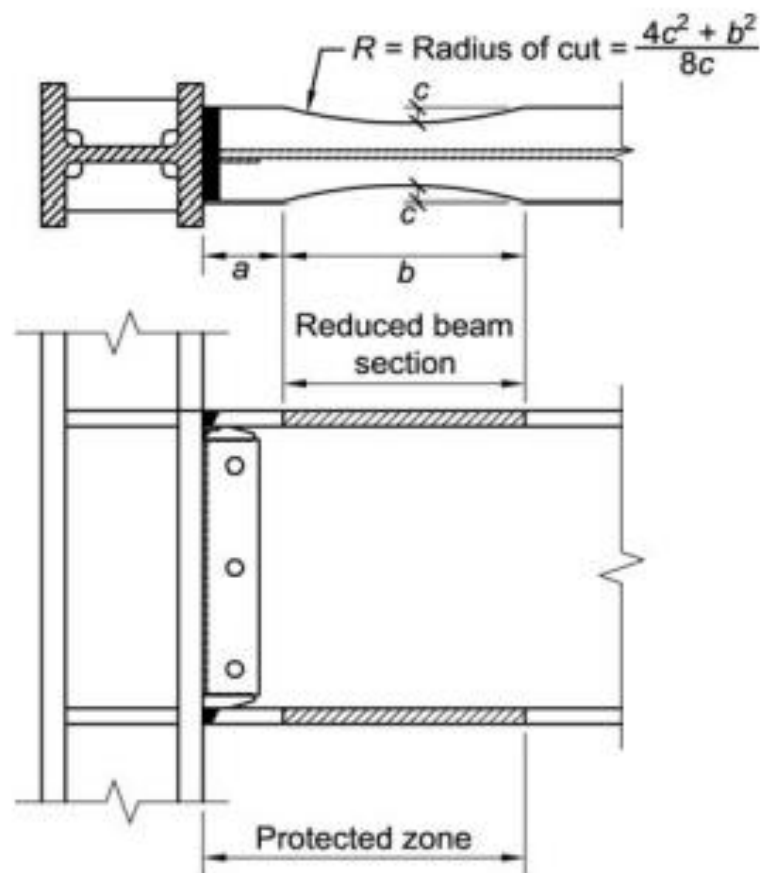
DALŠÍ NÁVRHOVÉ POŽADAVKY

STYČNÍKY S NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY DOG-BONE



# Svařovaný přípoj s oslabeným nosníkem

ÚVOD

## ○ Postup návrhu v 18ti krocích

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

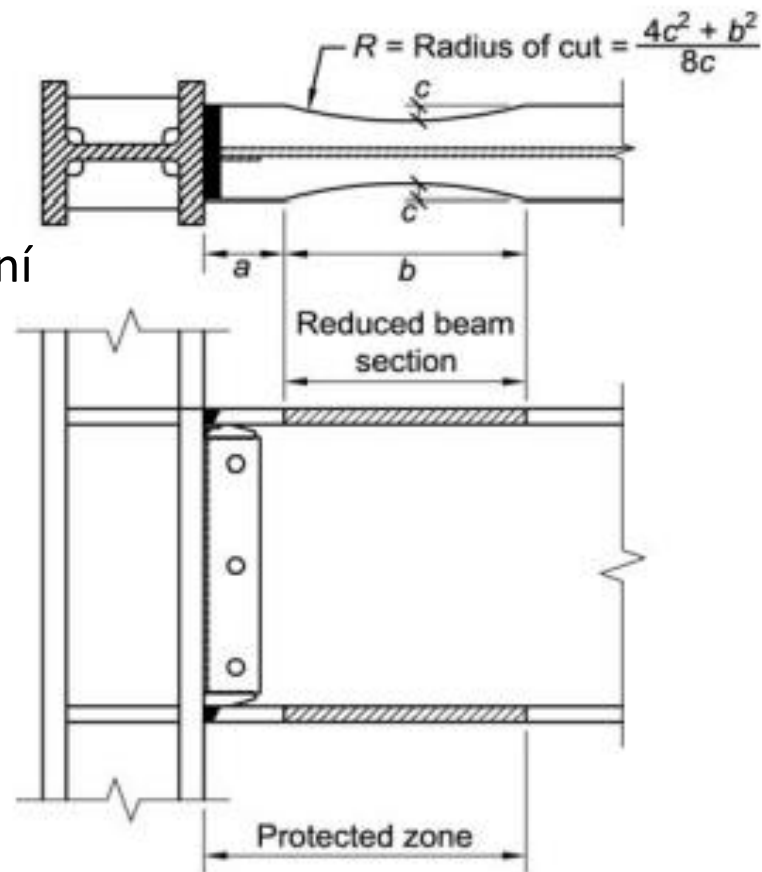
STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

1. Boulení nosníku při seismickém zatížení
2. Boulení sloupu při seismickém zatížení
3. Ověření nosníku podle AISC 358 čl. 5.3.1
4. Ověření sloupu podle AISC 358 čl. 5.3.2
5. Plastický modul průřezu oslabené části
6. Momentová únosnost oslabené části
7. Smyková síla v oslabené část
8. Smyková síla ve sloupu
9. Moment v líci sloupu



# Svařovaný přípoj s oslabeným nosníkem

ÚVOD

TECHNICKÉ  
POŽADAVKY

PŘEDEM OVĚŘENÉ  
STYČNÍKY

POŽADAVKY  
NA CHOVÁNÍ

DALŠÍ NÁVRHOVÉ  
POŽADAVKY

STYČNÍKY S  
NÁBĚHEM

VYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

NEVYZTUŽENÉ  
ČELNÍ DESKY

STYČNÍKY  
DOG-BONE

## Postup návrhu

10. Plastický moment  $M_{pe}$  v plném průřezu nosníku

11. Ověření, že ohybová tuhost nepřekročí  $\Phi_d M_{pe}$

12. Výpočet a ověření síly ve sloupu

13. Ověření poměru momentu ve sloupu/nosníku

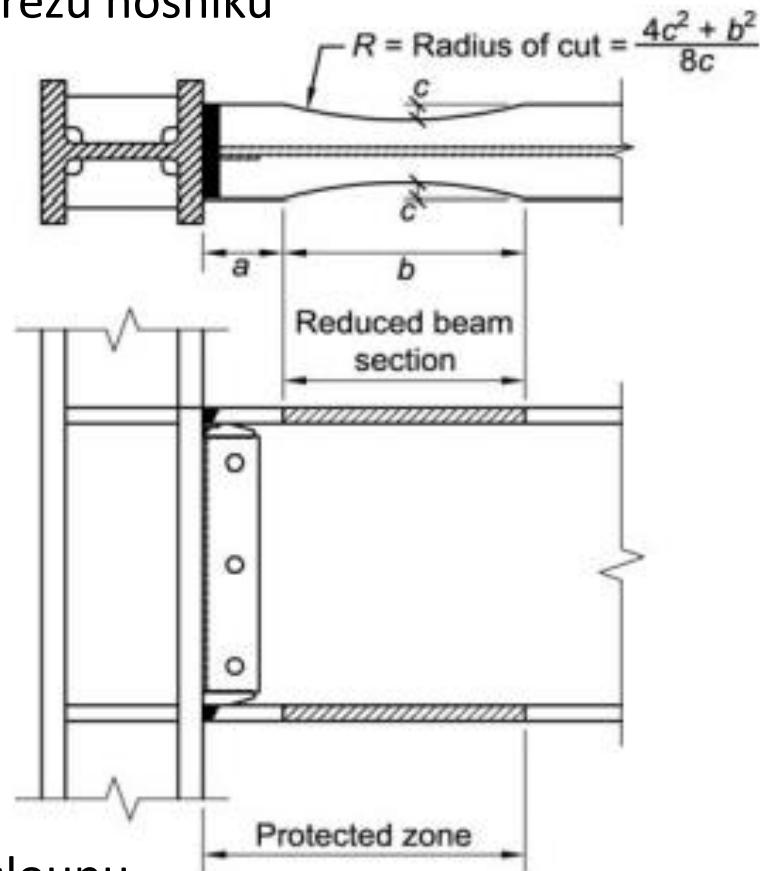
14. Ověření únosnosti panelu sloupu ve smyku

15. Návrh desky na stojině nosníku

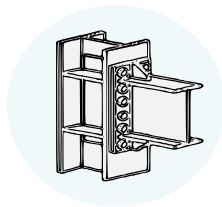
16. Ověření tloušťky stěny sloupu a případné příložky

17. Ověření nutnosti výztuh sloupu

18. Návrh tloušťky případných výztuh sloupu



Podrobnosti v Podkladech pro návrh



# Equaljoints Plus



# Děkuji za pozornost



TU Delft



Imperial College London



UNIVERSITY OF ARCHITECTURE CIVIL ENGINEERING AND GEODESY

ArcelorMittal



ctim

Construire en métal, un art, notre métier



RWTH

RHEINISCH-WESTFÄLISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE AACHEN



EGCS  
CECM  
E K S

