



Equaljoints PLUS

Předem kvalifikované styčníky
pro ocelové konstrukce vystavené zemětřesení

Návod pro EQUALJOINTS kalkulátor



**Equaljoints PLUS - Předem kvalifikované styčníky pro ocelové konstrukce vystavené zemětřesení,
Návod pro EQUALJOINTS kalkulátor**

Landolfo R., D'Aniello M., Costanzo S., Tartaglia R., Demonceau J-F., Jaspert J-P., Stratan A., Jakab D., Dubina D.,
Elghazouli A., Bompá D., Kuříková M., Kožich, M., Wald, F.

Předem kvalifikované styčníky
pro ocelové konstrukce vystavené zemětřesení

Návod

pro EQUALJOINTS kalkulátor

OBSAH

1.	Projekt EQUALJOINTS.....	1
1.1	O projektu	2
2.	Evropská asociace výrobců ocelových konstrukcí	4
2.1	Cíle	4
2.2	Členství	4
2.3	Časopis STEEL CONSTRUCTION: Design & Research.....	4
2.4	Technická podpora pro návrhové normy Eurokódy	4
3.	O APLIKACI.....	6
3.1	Rozsah použití.....	6
3.2	Konfigurace.....	6
3.3	Katalog a dodavatelé.....	7
3.4	Překlady a zápis výpočtu	10
3.4.1	Úvod	10
3.4.2	Styčníky	11
4.	TECHNICKÉ PODKLADY	14
4.1	Nevyztužený přípoj nosníku na sloup čelní deskou.....	14
4.1.1	Popis styčníku	14
4.1.2	Meze použití	15
4.1.3	Postup návrhu	15
4.1.4	Volba geometrie a materiálu.....	16
4.1.5	Sestavení komponent a ověření únosnosti.....	16
4.1.6	Popis komponent	17
4.1.7	Tuhost komponent	24
4.1.8	Únosnost komponent	25
4.2	Vyztužený přípoj nosníku na sloup čelní deskou	27
4.2.1	Geometrie	27
4.2.2	Meze použití	28
4.2.3	Postup návrhu	28
4.2.4	Výběr geometrie a materiálu	29
4.2.5	Sestavení komponent a ověření únosnosti.....	29
4.2.6	Popis komponent v ohybu	30
4.2.7	Tuhost komponent	37
4.2.8	Únosnost komponent	38
4.3	Přípoj nosníku na sloup čelní deskou s náběhem.....	40
4.3.1	Popis styčníku	40
4.3.2	Meze použití	41

4.3.3	Postup návrhu	41
4.3.4	Volba geometrie a materiálu.....	42
4.3.5	Sestavení komponent a ověření únosnosti.....	43
4.3.6	Popis komponent	46
4.3.7	Klasifikace tuhosti	46
4.3.8	Klasifikace duktility	47
4.4	Svařovaný styčnick s oslabeným nosníkem	47
4.4.1	Geometrie	47
4.4.2	Postup návrhu	47
5.	LITERATURA	49

V projektu RFCS EQUALJOINTS (RFSR-CT-2013-00021) byly připraveny předem kvalifikované styčníky pro seismický odolné prutové konstrukce. V projektu EQUALJOINTS PLUS jsou materiály připraveny pro použití ve výuce a výrobě.

Cílem projektu bylo:

Připravit materiály ve dvanácti jazycích (anglicky, španělsky, francouzsky, německy, italsky, holandsky, portugalsky, češtiny, bulharsky, rumunsky, řecky a slovincky).

Vyvinout normativní návrhové doporučení pro seismicky odolné styčníky na základě výsledků projektu Equaljoints.

Vypracovat příručky pro navrhování stavebních konstrukcí pro tyto spoje.

Vyvinout software a aplikaci pro mobilní zařízení, která předpovídají analytickou odezvu kloubů.

Organizovat dva semináře a čtrnáct workshopů pro šíření získaných znalostí.

Vytvořit web s volným přístupem uživatelů pro podporu šíření výsledků.

Vytvořit kanál You-Tube, aby byly k dispozici videa z experimentálních testů a simulací, které by zobrazovaly vývoj poškození.

V rámci projektu byly připraveny monografie:

Equaljoints PLUS - Předem kvalifikované styčníky pro ocelové konstrukce vystavené zemětřesení, Návrh

Monografie pro čtyři předem kvalifikované styčníky shrnuje přehled nejnovějších poznatků, popisuje zásady konstrukčního řešení zvolených detailů, zobecňuje návrh prutové soustavy se zvolenými spoji, kvantifikuje nelineární závislost natočení na momentu podle EN1998-1:2005, uvádí experimentální vzorky a jejich zatěžování a zobecňuje výsledky zkoušek.

Equaljoints PLUS - Předem kvalifikované styčníky pro ocelové konstrukce vystavené zemětřesení, Podklady

Monografie shrnuje návrh předem kvalifikovaných styčníků se šroubovanými přípoji nosníku na sloup s čelní deskou s náběhem a vyztuženou a nevyztuženou čelní deskou a návrh styčníku se svařovaným přípojem nosníku s oslabenými pásnicemi na sloup. Jsou rozebrány konstrukční požadavky, doporučené geometrie detailů, prutové konstrukce, pro které jsou styčníky předem připraveny, předběžné návrhové hodnoty a postup návrhu.

Equaljoints PLUS - Předem kvalifikované styčníky pro ocelové konstrukce vystavené zemětřesení, Návod pro EQUALJOINTS kalkulátor

Equaljoints PLUS - Předem kvalifikované styčníky pro ocelové konstrukce vystavené zemětřesení, Prezence

Autoři se omlouvají za anglické texty v obrázcích a značení desetinnou tečkou v některých rovnicích, které jsou v projektu připraveny společně.

1. Projekt EQUALJOINTS

1.1 O projektu

Projekt **EQUALJOINTS+** přibližuje výsledky RFCS projekt **EQUALJOINTS**, ve kterém byly studovány předem navržené styčníky stavebních ocelových konstrukcí odolných při zemětřesení. Materiály jsou přeloženy do 12 jazyků.

Na projektu pracovali experti z:

Università degli Studi di Napoli Federico II (UNINA)

Corso Umberto I 40 – 80138 Napoli, Italia

www.unina.it

Imperial College (IC)

London SW7 2AZ, UK

www.imperial.ac.uk

Universidade de Coimbra (UC)

Paço das Escolas, Coimbra, 3001 451, Portugal

www.uc.pt

Université de Liège (ULg)

Place du 20-Août, 7, B-4000 Liège, Belgique

www.uliege.be

Universitatea Politehnica Timișoara (UPT)

Piața Victoriei Nr. 2, 300006 Timișoara, jud. Timiș, România

www.upt.ro

European Convention for Constructional Steelwork (ECCS)

Avenue des Ombrages 32, bte 20, 1200 Brussels, Belgique

www.steelconstruct.com

ArcelorMittal Belval & Differdange S.A. (AMBD)

24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg

www.arcelormittal.com

Università degli Studi di Salerno (UNISA)

Via Giovanni Paolo II, 132 – 84084, Italia

www.unisa.it

České vysoké učení technické v Praze (CVUT)

Thákurova 7, 166 29 Praha 6, Česká republika

www.cvut.cz

National Technical University of Athens (NTUA)

Zografou Campus 9, Iroon Polytechniou str, 15780 Zografou, Greece

www.ntua.gr

Reinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTHA)

Templergraben 55, 52062 Aachen, Germany

www.rwth-aachen.de

Centre Technique Industriel de la Construction Métallique (CTICM)

Espace technologique L'orme des merisiers, Immeuble Apollo, 91193 Saint-Aubin,
France

www.cticm.com

Technische Universiteit Delft (TUD)

Postbus 5, 2600 AA Delft, Nederland

www.tudelft.nl

Univerza V Ljubljani (UL)

Kongresni trg 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

www.uni-lj.si

Universitet Po Arhitektura Stroitelstvo I Geodezija (UASG)

Blvd. Hristo Smirnenski 1, 1164 Sofia, Bulgaria

www.uacg.bg

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

Calle Jordi Girona 31, Barcelona 08034, España

www.upc.edu

OneSource Consultoria Informática

Urbanização Ferreira Jorge – 1º dto Lote 14, Coimbra 3040 016, Portugal

www.onesource.pt

2. Evropská asociace výrobců ocelových konstrukcí

2.1 Cíle

European Convention for Constructional Steelwork (ECCS) je evropská asociace výrobců ocelových konstrukcí založená 1955.

Cílem **ECCS** je podpora využívání oceli ve stavebnictví přípravou norem a dalších technických podkladů. Pomáhá rozvoji oboru přípravou publikací, konferencí a aktivního zastoupení v evropských a mezinárodních výborech zabývajících se normalizací, výzkumem a vývojem a vzděláváním.

ECCS sdružuje výrobce oceli a mostárny, projektanty (architekty a inženýry), akademiky a výzkumníky do mezinárodní sítě. Ústředí pracuje v Bruselu.

2.2 Členství

ECCS členství lze rozdělit na:

- **Plné členy**, kterými jsou národní evropské asociace výrobců ocelových konstrukcí;
- **Mezinárodní členy**, kterými jsou zámořské asociace výrobců ocelových konstrukcí;
- **Podporující členové**, kterými jsou mezinárodní asociace stavebních firem;
- **Asociovaní členové**, kterými jsou mezinárodní technické a propagační organizace
- **Individuální členové**, kterými jsou zájemci o stavební ocelové konstrukce.

Individuální členství je připraveno pro zájemce z celého světa z řad architektů, inženýrů a všech zájemců o problematiku stavebních ocelových konstrukcí, kteří mají zájem na spolupráci a možnosti nabídky materiálů ECCS. Další informace lze nalézt na www.steelconstruct.com.

Poznámka: ECCS novinky lze odebírat na [adrese zde](#).

2.3 Časopis STEEL CONSTRUCTION: Design & Research

Časopis "[Steel Construction, Design and Research](#)" je oficiální materiál ECCS, který je vydáván čtvrtletně (Wiley & Sohn).

Steel Construction přináší řešení problematiky ocelových konstrukcí a jejich kombinací s ostatními nosnými materiály jako beton, sklo, lana a membrány. Je určen pro inženýry, konstruktéry, architekty, výrobce, stavitele, architekty a studenty stavebních oborů.

2.4 Technická podpora pro návrhové normy Eurokódy

ECCS vydává pomůcky pro návrh ocelových a ocelobetonových stavebních konstrukcí.

V současné době je k dispozici

- Design of Steel Structures – Eurocode 3, part 1-1 – 2nd Edition,
- Design of Steel Structures – UK Edition;
- Fire Design of Steel Structures – Eurocode 1, part 1.2 a Eurocode 3, part 1.2 – 2nd Edition,
- Design of Plated Structures – Eurocode 3, part 1-5,
- Fatigue Design of Steel Structures – Eurocode 3, part 1-9 a part 1-10,

- Design of Cold-Formed Steel Structures – Eurocode 3, part 1-3,
- Design of Connections v Steel a Composite Structures – Eurocode 3, part 1.8 a Eurocode 4, part 1-1,
- Design of Joints v Steel Structures – UK Edition
- Design of Composite Structures, Eurocode 4, part 1-1,
- Fire Design of Composite Structures, Eurocode 4, part 1.2,
- Design of Steel Structures for Buildings v Seismic Areas, Eurocode 8, part 1.

ECCS také vydává podrobné podklady pro navrhování, které lze získat na [**ECCS Online Bookstore**](#).

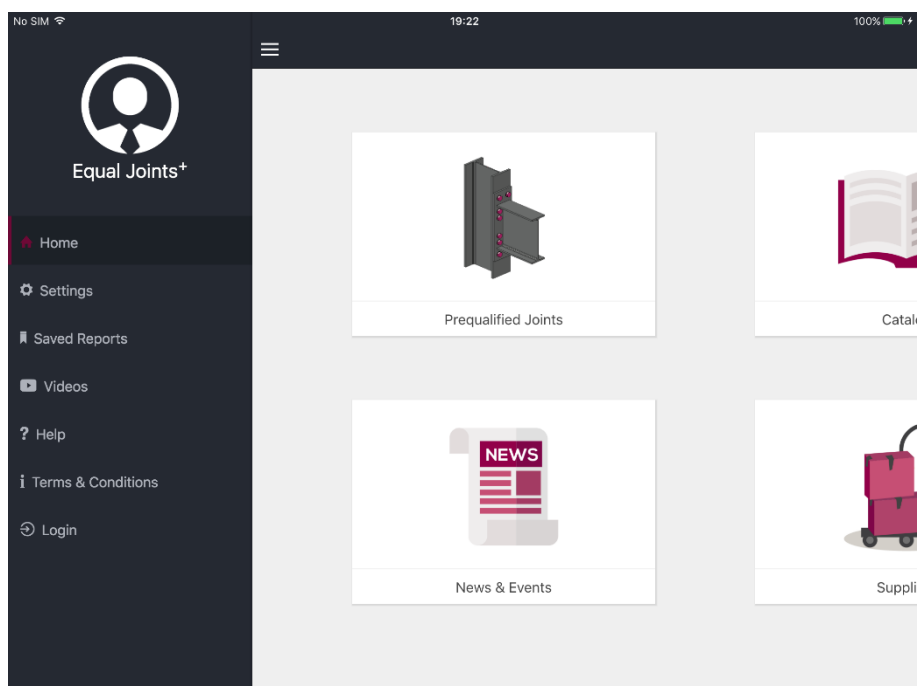
3. O APLIKACI

3.1 Rozsah použití

EQUALJOINTS kalkulátor obsahuje databázi předem navržených styčníků a počítá jejich únosnost podle EN 1993-1-8:2006.

Ověřuje se:

- Únosnost v ohybu
- Tuhost v ohybu
- Únosnost ve smyku
- Duktilita



Databáze výrobků a dodavatelů je popsána v [části 3.3](#).

Příklady použití aplikace jsou shrnuty v [části 3.4](#).

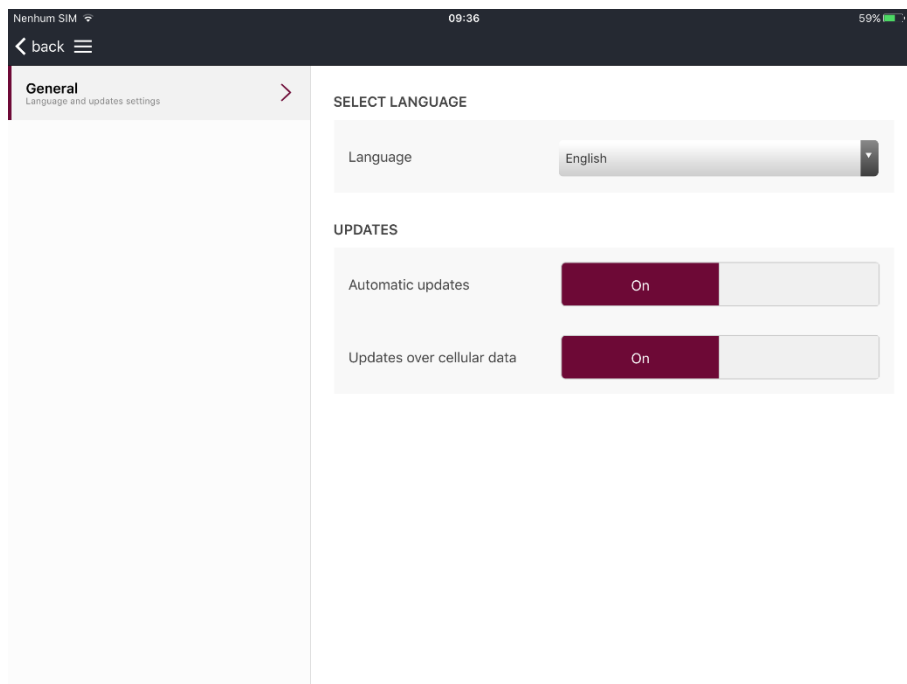
Podklady lze nalézt v [části 4](#).

Materiály zahrnují monografii Předem navržené styčnický pro ocelové konstrukce vystavené zemětřesení [2], která popisuje poznatky projektu a výstupy. Aplikace EQUALJOINTS calculator umožňuje návrh čtyř typů předem navržených styčnicků. Aplikace je volně ke stažení.

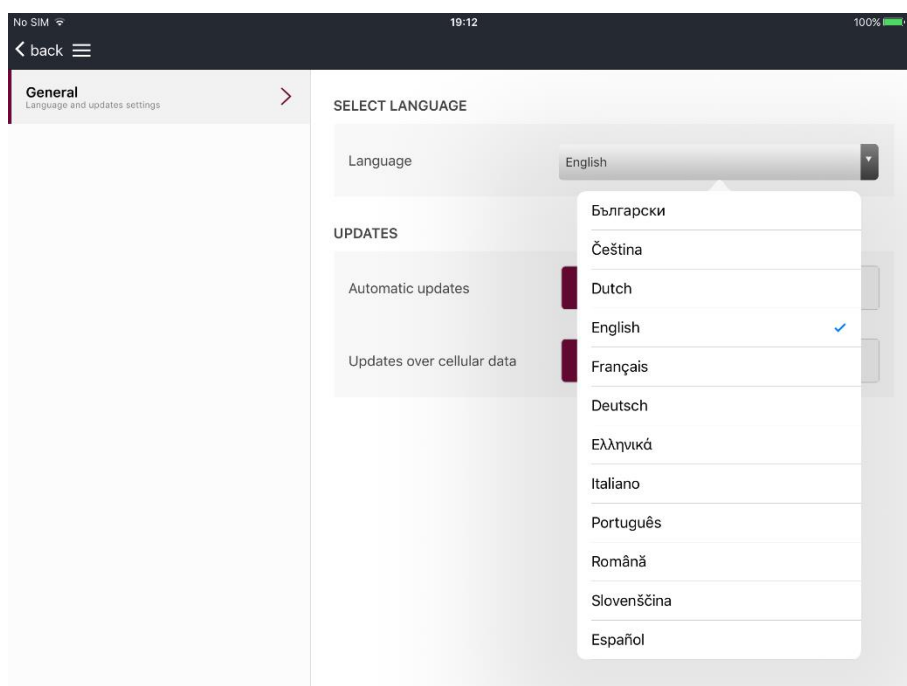
V konfiguraci, kapitola [3.2](#), lze změnit většinu defoltně zadaných hodnot.

Pro vaše rady a doporučení k aplikaci prosím pokračujte [zde](#).

3.2 Konfigurace Obecně



Jazyk

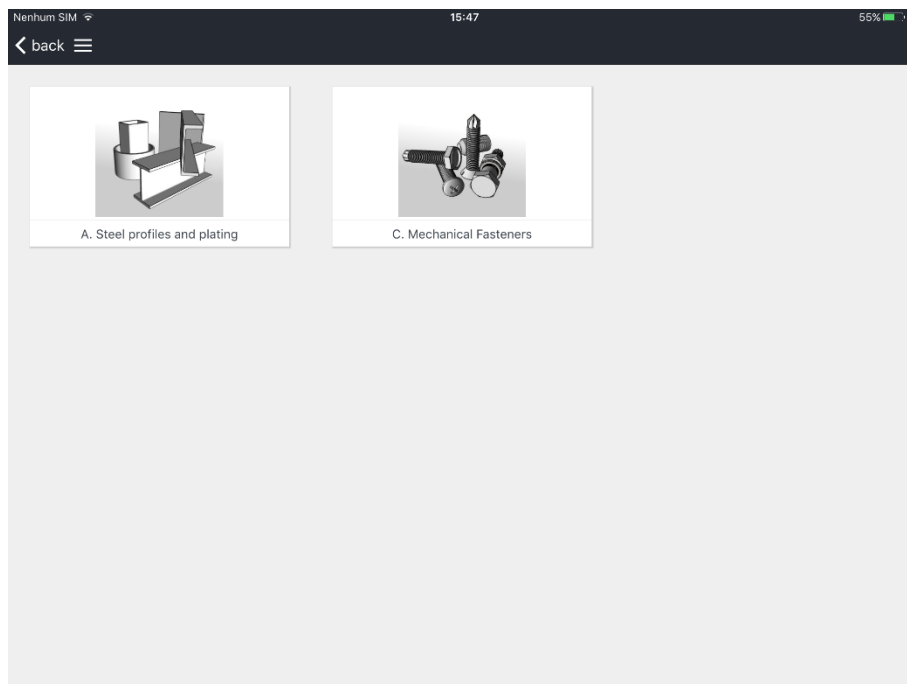


3.3 Katalog a dodavatelé

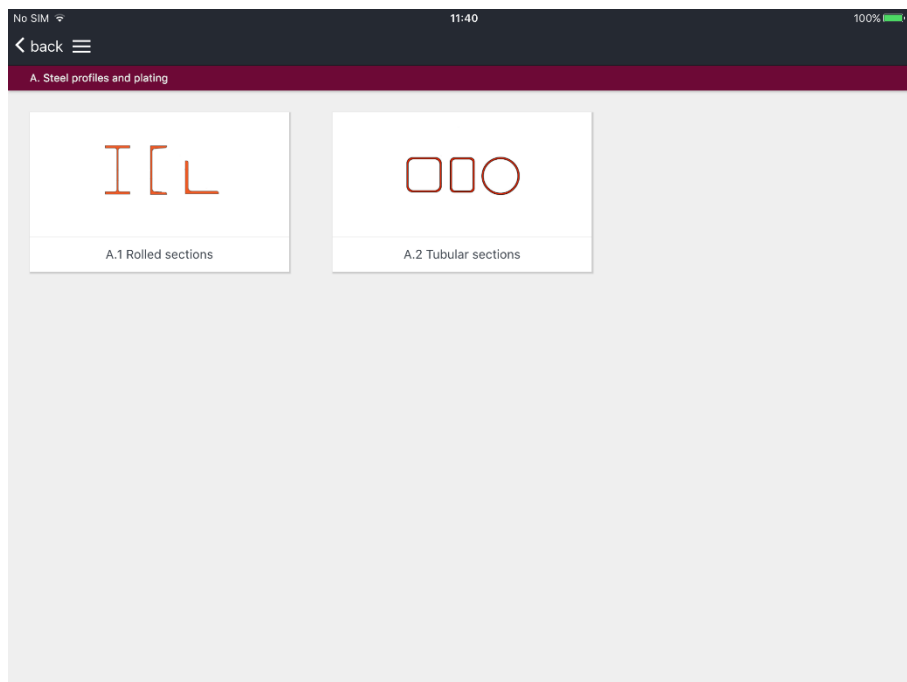
Katalog je členěn na kategorie a podkategorie tak, aby bylo možno nalézt požadovanou hodnotu. Pokud je hodnota v části “Kalkulátor”, např. průřez tvaru I, hodnoty se načtou do kalkulátoru samy.

Kroky pro získání dat o I průřezu jsou ukázány dále.

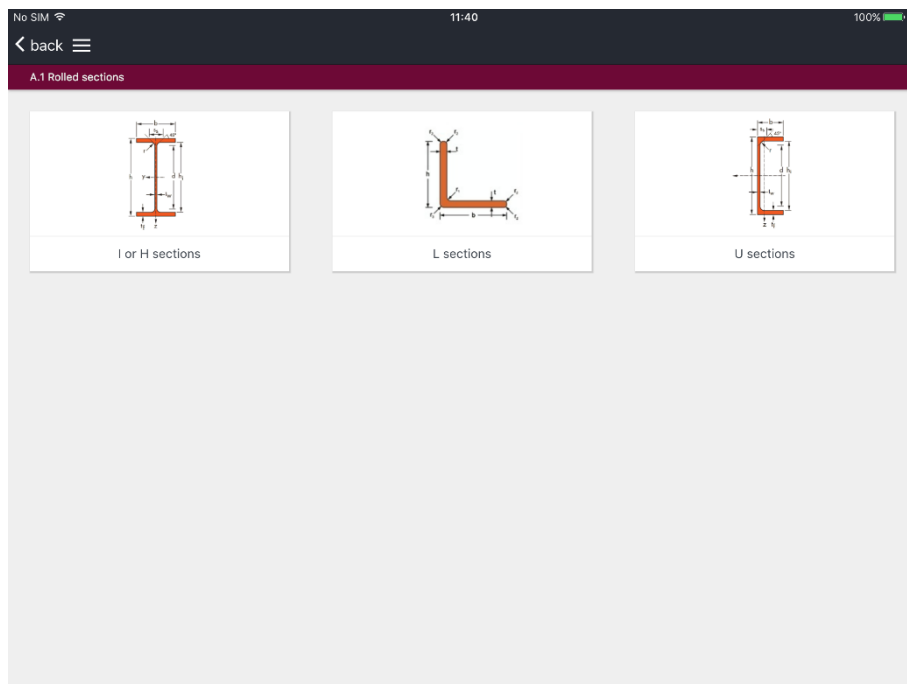
A. Průřazy a plechy



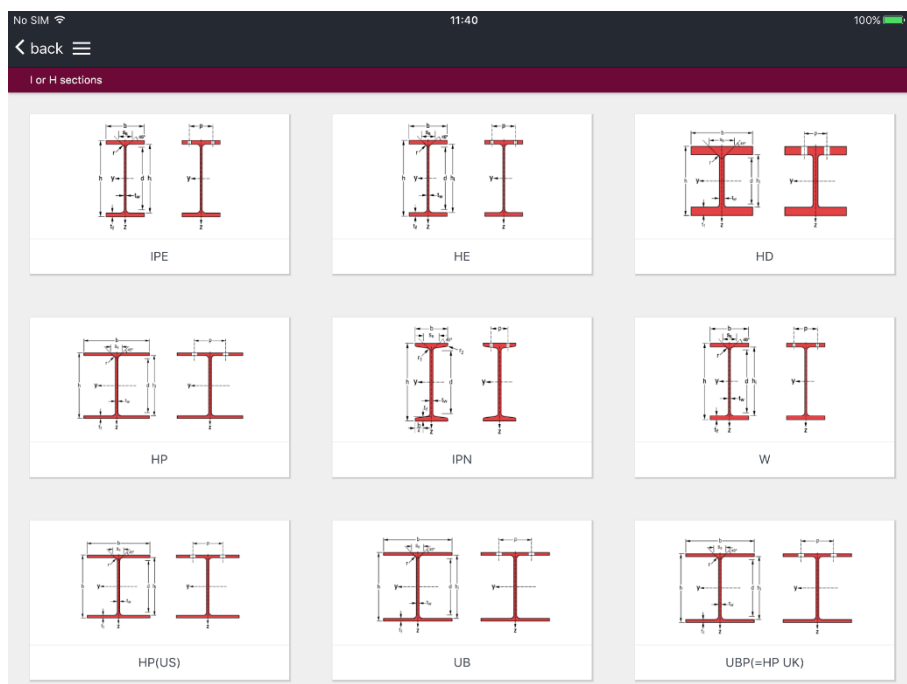
A.1 Za tepla válcované



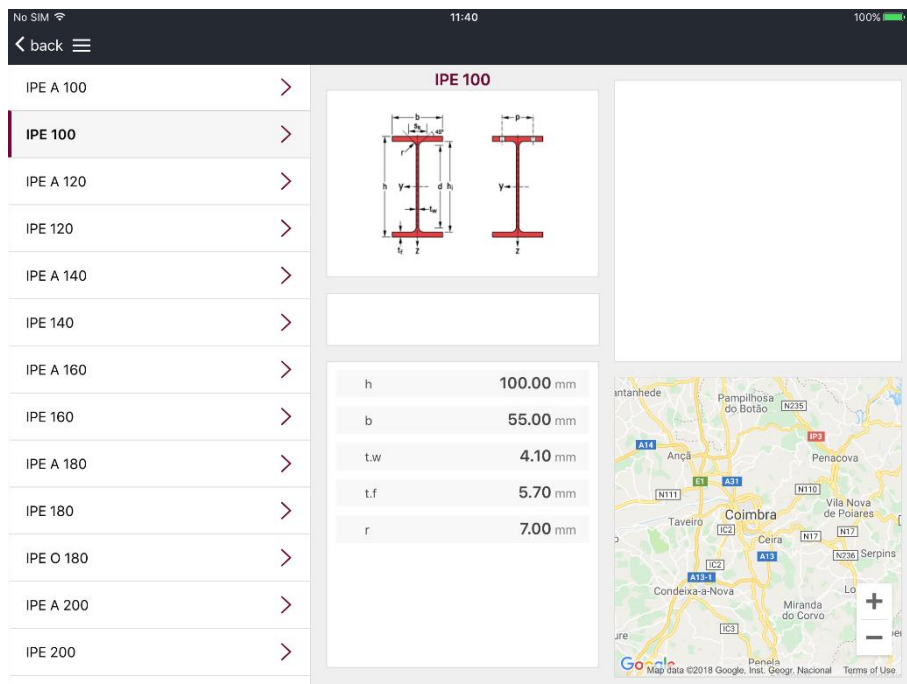
Průřezy I nebo H



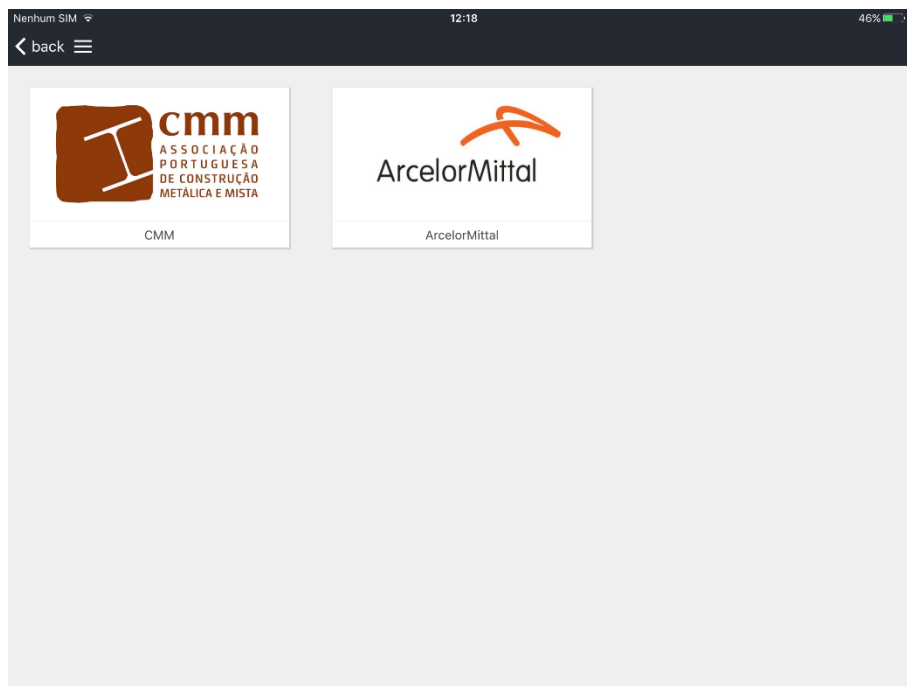
IPE



IPE 100



Na obrazovce lze získat informace o dodavateli. Podrobnosti a kontakt jsou v části “Suppliers”.



3.4 Překlady a zápis výpočtu

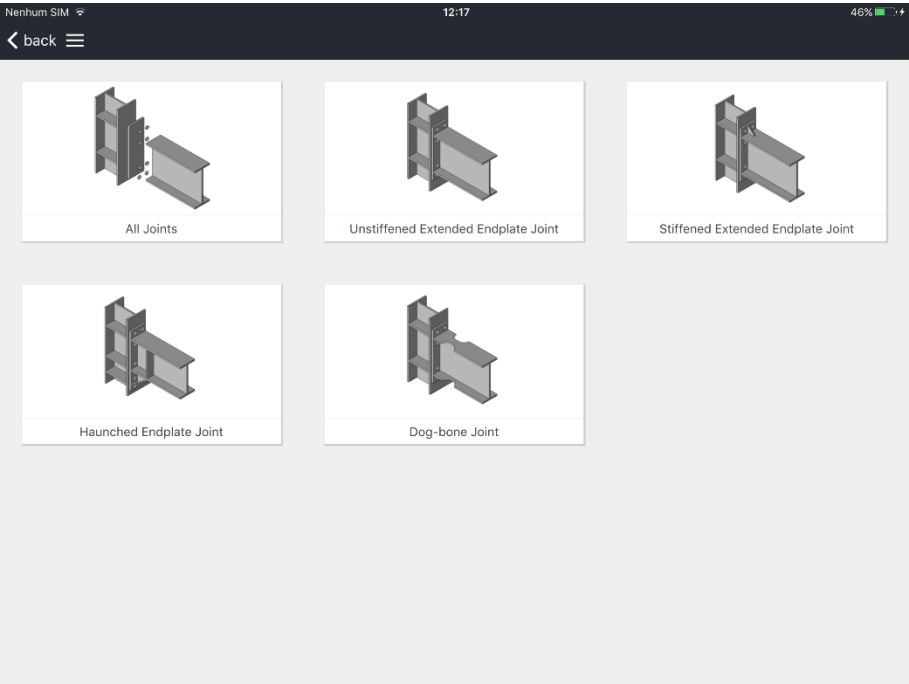
3.4.1 Úvod

K získání informace o únosnosti je třeba kroků:

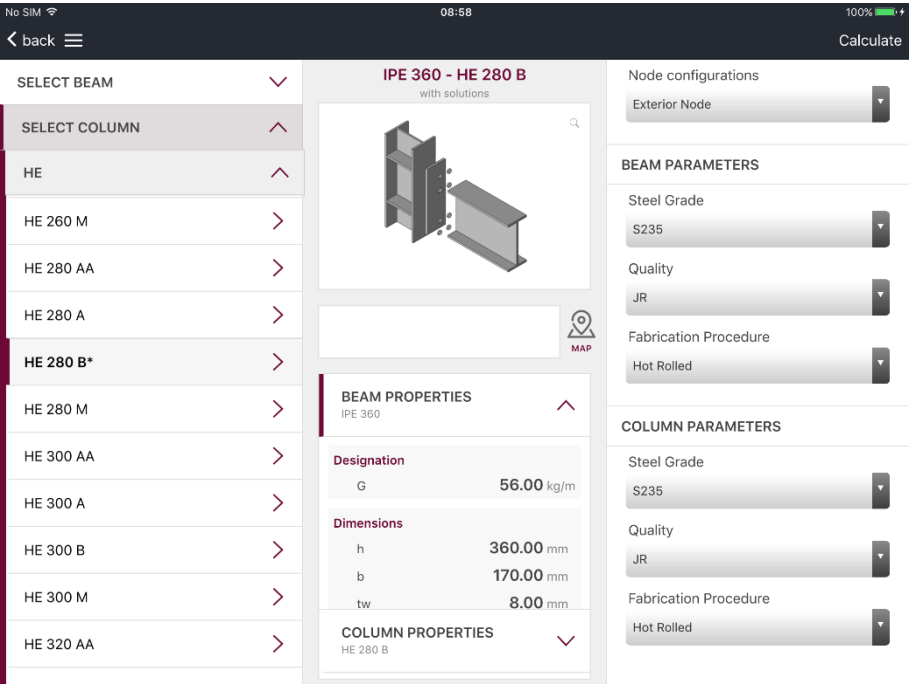
- výběr průřezu,
- vložení parametrů (jako délky prvku a třídy oceli),
- výsledky lze nalézt v části výstupů, která se tvoří automaticky. Výsledky lze uložit nebo poslat emailem.

3.4.2 Styčníky

Interface



Kalkulátor



Výsledky

Henham SIM

11:33

63%

< back

All available solutions for the selected beam and column [IPE 360 - HE 280 B]

	Specimen name	Design criteria	$M_{b,Rd}$ [kNm]	$M_{con,Rd}$ [kNm]	$M_{j,Rd}$ [kNm]	$S_{j,ini}$ [kNm/rad]
☐	E1-TB-E	Equal	629.84	514.63	413.53	94558.43
☐	E1-TB-P	Partial	621.84	627.60	449.27	91732.64
☐	ES1-TS-E	Equal	565.10	448.82	516.61	95731.94
☐	ES1-TS-F	Full	594.65	468.53	574.19	93389.26
☐	EH1-TS-35-F	Full	542.65	527.35	651.62	92437.87

Please select one or more solutions to analyse

Porovnání výsledků

No SIM

19:12

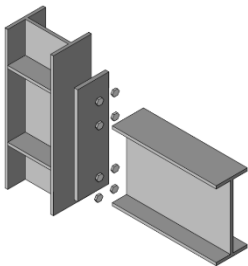
100%

< back

All available solutions for the selected beam and column [IPE 360 - HE 280 B]

	Specimen name	Design criteria	$M_{b,Rd}$ [kNm]	$M_{con,Rd}$ [kNm]	$M_{j,Rd}$ [kNm]	$S_{j,ini}$ [kNm/rad]
☒	E1-TB-E	Partial	361.75	283.90	283.90	58422.90
☒	E1-TB-P	Partial	621.84	627.60	449.27	91732.64
☒	ES1-TS-E	Partial	361.75	277.90	277.90	48110.80
☐	ES1-TS-F	Full	594.65	468.53	574.19	93389.26
☐	EH1-TS-35-F	Full	542.65	527.35	651.62	92437.87

JOINT GEOMETRY

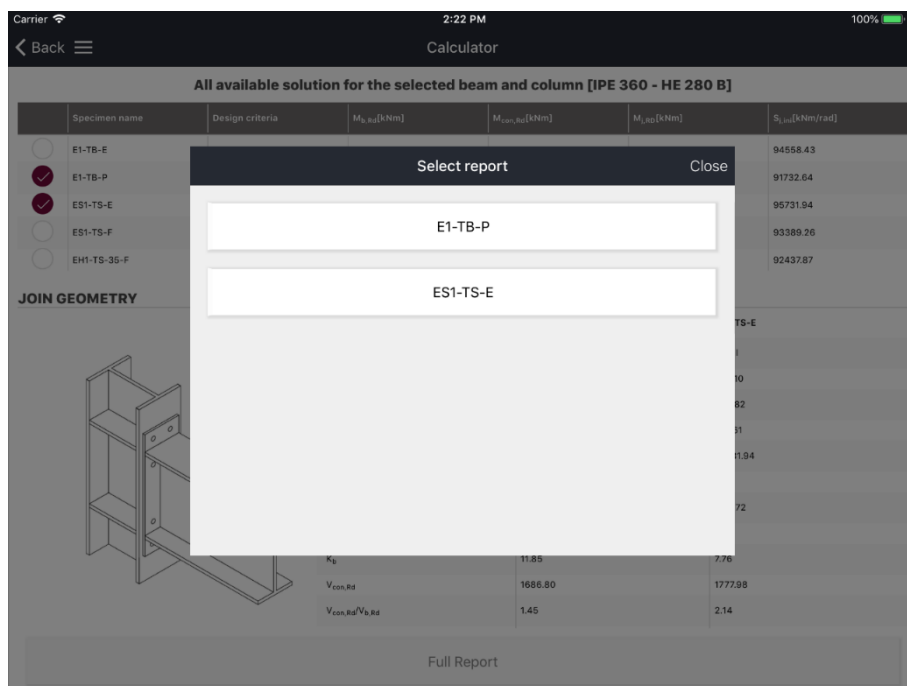


DESIGN PROPERTIES

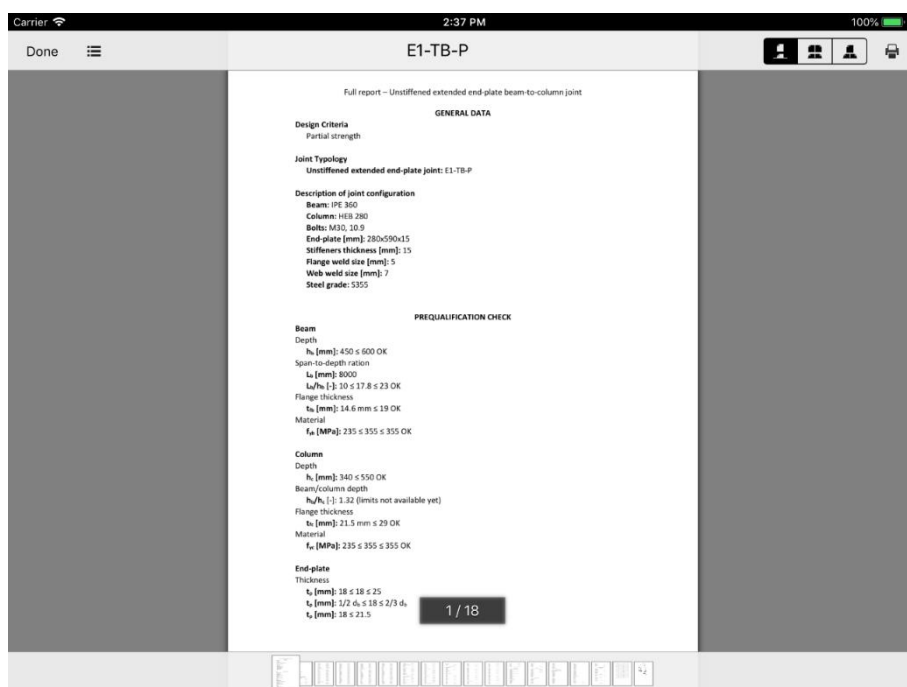
	E1-TB-E	E1-TB-P	ES1-TS-E
Design criteria	Partial	Partial	Partial
$M_{b,Rd}$ [kNm]	361.75	621.84	361.75
$M_{j,Rd}$ [kNm]	283.90	627.60	277.90
$S_{j,ini}$ [kNm/rad]	58422.90	91732.64	48110.80
$M_{con,Rd}/M_{b,Rd}$	0.79	1.01	0.77
$V_{ed,Rd}$ [kN]	832.06	1360.16	817.56
$V_{ed,Rd}/F_{Rd}$	1.00	0.75	0.90
K_b	13.68	11.85	7.77
$V_{con,Rd}$ [kNm]	1795.20	1686.80	1468.80
$V_{con,Rd}/V_{b,Rd}$	2.50	1.45	2.04

Full report (in English)

Výběr zprávy



Plná zpráva

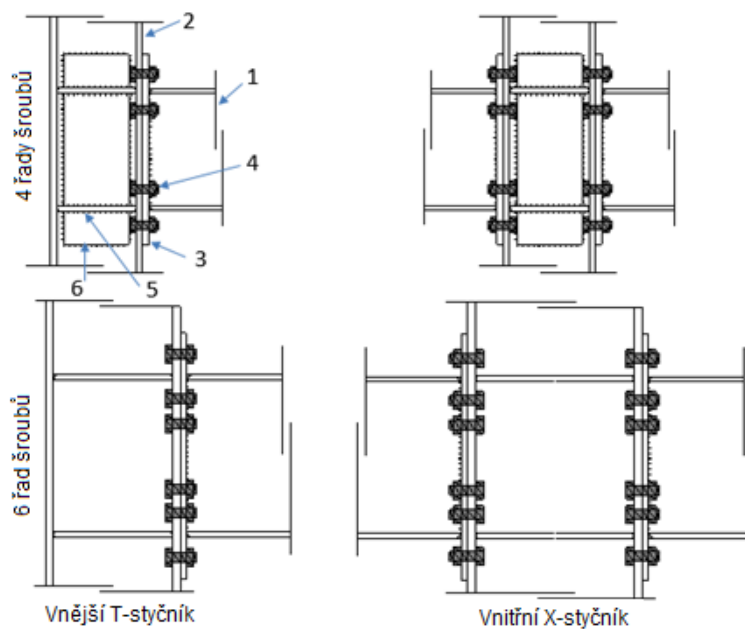


4. TECHNICKÉ PODKLADY

4.1 Nevyztužený přípoj nosníku na sloup čelní deskou

4.1.1 Popis styčnicku

Popis nevyztuženého přípoje nosníku na sloup čelní deskou



1: nosník

3: čelní deska

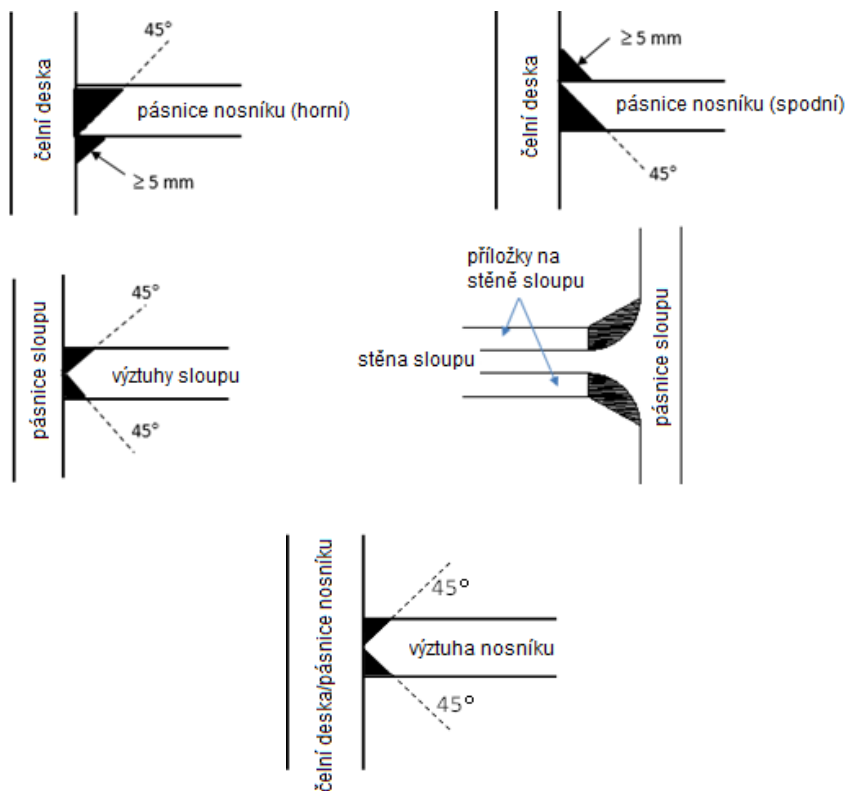
5: výztuhy

2: sloup

4: šrouby

6: příložky

Detaily svarů



4.1.2 Meze použití

Tabulka 4.1 – Mezní hodnoty

Prvek	Hodnota	Rozsah
Nosník	Výška	Max = 600 mm
	Poměr rozpětí a výšky	Max = 23, Min = 10
	Tloušťka pásnice	Max = 19 mm
	Materiál	S235 až S355
Sloup	Výška	Max = 550 mm
	Tloušťka pásnice	Max = 31 mm
	Materiál	S235 až S355
Poměr výšky nosníku/sloupu		
Čelní deska	Tloušťka	18-25 mm
	Materiál	S235 až S355
Výztuhy	Tloušťka	Stejná nebo větší než tloušťka pásnice připojovaného nosníku
	Materiál	S235 až S355
Příložky	Tloušťka	Erreur ! Source du renvoi introuvable.
	Materiál	S235 až S355
Šrouby	Typ	HV nebo HR
	Velikost	Erreur ! Source du renvoi introuvable.
	Třída	10.9
	Počet řad šroubů	Erreur ! Source du renvoi introuvable.
	Podložka	
Svary	Otvor	
	Čelní desky na pásnici nosníku	Zesílené s plně provařeným kořenem
	Výztuha k pásnici sloupu	Plně provařené do otvoru
	Příložek na pásnici sloupu	Plně provařené do otvoru
	Další svary	Koutové: tloušťky větší než 0,55 násobek tloušťky připojovaného plechu

4.1.3 Postup návrhu

Postupuje se v krocích metody komponent:

- Popis komponent
- Složení ve styčník
- Klasifikace styčníku a návrh

Postup návrhu

Krok 1: Počáteční výběr geometrie a materiálů styčnicku

- Materiál šroubů, velikost šroubů, počet šroubů
- Tloušťka a velikost čelní desky
- Tloušťka a velikost výztuh sloupu
- Případná tloušťka a velikost příložek na stěnu sloupu
- Návrh svarů

Krok 2: Popis komponent

- Únosnost při namáhání ohybem
- Tuhost při namáhání
- Únosnost při namáhání smykem

Krok 3: Skládání

- Únosnost při namáhání ohybem
- Tuhost při namáhání
- Únosnost při namáhání smykem
- Duktilita

Krok 4: Klasifikace

- Únosnost při namáhání ohybem
- Tuhost při namáhání
- Únosnost při namáhání smykem
- Duktilita
- Ověření

4.1.4 Volba geometrie a materiálu

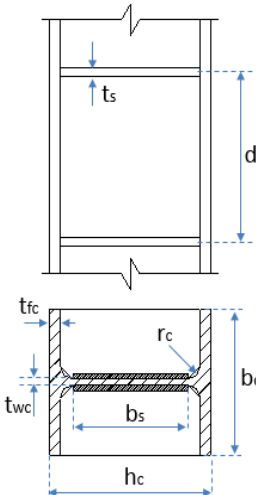
Tabulka 4.2 - Volba geometrie a materiálu

Části	Nosník		
	Malý (≈ IPE360)	Střední (≈ IPE450)	Velký (≈ IPE600)
Šroub třídy	10.9		
Velikost šroubu	M27	M30	M36
Počet řad šroubů	4	4	6
Čelní deska	Tloušťka $t_{ep} = (1/2 \div 2/3) d_b$ pro styčnick na částečnou únosnost; $t_{ep} = (2/3 \div 5/6) d_b$ stejnou únosnost; ale méně než sloupu. Velikost: Šířka jako šířka pásnice sloupu. Přesah podle šroubů v čl. 3.5 EN1993-1-8:2006.		
Příložky	Pro sloupy průřezů HEB a nosníky IPE jsou třeba jen pro styčnick na plnou únosnost. Tloušťka a rozměry podle čl. 6.2.6.1. EN1993-1-8:2006.		
Výztuhy sloupu	Tabulka 4.1		
Svary			
Poznámka: t_{ep} je tloušťka čelní desky a d_b průměr šroubu.			

4.1.5 Sestavení komponent a ověření únosnosti

Klasifikace	Kritérium	Literatura												
Únosnost ohybu	$M_{con,Rd} < M_{con,Ed}$ pro přípoj s částečnou únosností $M_{con,Rd} \approx M_{con,Ed}$ pro přípoj se stejnou únosností $M_{con,Rd} > M_{con,Ed}$ pro přípoj na plnou únosnost $V_{wp,Rd} < \min[F_{con,Rd}, F_{fbc,Rd}]$ pro panel stěny sloupu s částečnou únosností $V_{wp,Rd} \approx \min[F_{con,Rd}, F_{fbc,Rd}]$ pro panel stěny sloupu se stejnou únosností $V_{wp,Rd} > \min[F_{con,Rd}, F_{fbc,Rd}]$ pro panel stěny sloupu s plnou únosností S $F_{con,Rd} = \sum F_{Rd,ri}$ (i = 1 až 5 pro styčník s šesti řadami šroubů a i = 1 až 3 pro styčník se čtyřmi řadami šroubů), je příčná smyková síla v přípoji od řad šroubů v tahu. $F_{fbc,Rd}$ je únosnost pásnic nosníku a stojiny v tlaku.	Equaljoints												
Klasifikace tuhosti	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Klasifikace</th><th>Vyztužené prutové konstrukce</th><th>Nevyztužené prutové konstrukce</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Polotuhé styčníky</td><td>$0.5 \leq k_b < 8$</td><td>$0.5 \leq k_b < 25$</td></tr> <tr> <td>Tuhé styčníky</td><td>$k_b \geq 8$</td><td>$k_b \geq 25$</td></tr> <tr> <td colspan="3">$k_b = S_j / (EI_b / L_b)$</td></tr> </tbody> </table>	Klasifikace	Vyztužené prutové konstrukce	Nevyztužené prutové konstrukce	Polotuhé styčníky	$0.5 \leq k_b < 8$	$0.5 \leq k_b < 25$	Tuhé styčníky	$k_b \geq 8$	$k_b \geq 25$	$k_b = S_j / (EI_b / L_b)$			EN1993-1-8:2006 5.2.2
Klasifikace	Vyztužené prutové konstrukce	Nevyztužené prutové konstrukce												
Polotuhé styčníky	$0.5 \leq k_b < 8$	$0.5 \leq k_b < 25$												
Tuhé styčníky	$k_b \geq 8$	$k_b \geq 25$												
$k_b = S_j / (EI_b / L_b)$														
Únosnost ve smyku	$V_{con,Rd} < V_{b,Rd}$ pro částečnou únosnost ve smyku $V_{con,Rd} \approx V_{b,Rd}$ pro stejnou únosnost ve smyku $V_{con,Rd} > V_{b,Rd}$ pro plnou únosnost ve smyku													
Klasifikace duktility	$\beta_{max} \leq 1.0$ pro stupeň duktility 1 $\beta_{max} > 1.0$ and $\eta_{max} \leq 0.95$ pro stupeň duktility 2 S $\beta_{max} > \max[\beta_{r1}, \beta_{r2}]$; $\eta_{max} > \max[\eta_{r1}, \eta_{r2}]$	Equaljoints												

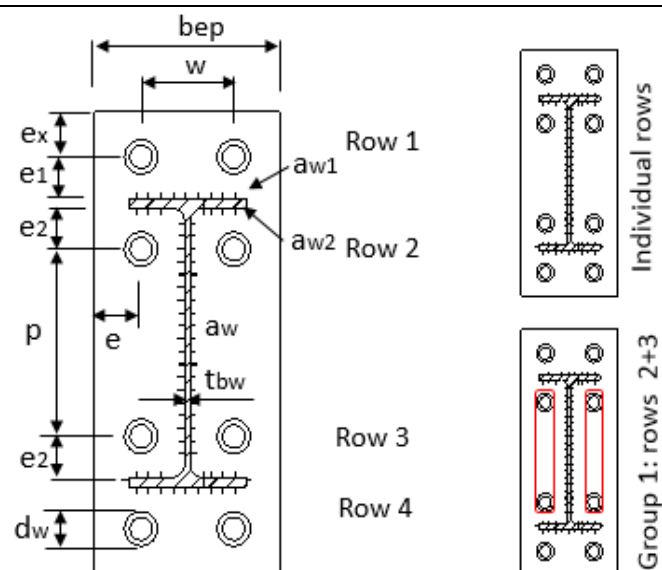
4.1.6 Popis komponent

Komponenta	Podrobná pravidla	Literatura
Panel stěny sloupu ve smyku	$V_{wp,Rd} = \frac{0.9 A_{vc} f_{y,wc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} + \frac{4 (0.25 t_{fc}^2 f_{y,fc}) (b_c - t_{wc} - 2r_c)}{d_s}$  Pro panel stěny sloupu ve smyku s příčnou výztuhou stěny a bez příložek $A_{vc} = A_c - 2b_c t_{fc} + (t_{wc} + 2r_c) t_{fc}$ d_s Pro panel stěny sloupu ve smyku s příčnou výztuhou stěny a s příložkami $A_{vc} = A_c - 2b_c t_{fc} + (t_{wc} + 2r_c) t_{fc} + t_{wc} b_s$	EN1993-1-8:2006 čl. 6.2.6.1

Průřez nosníku v ohybu	$M_{b,Rd} = W_{b,p} f_{y,b}$ kde $W_{b,p}$ je plastický modul nosníku $f_{y,b}$ mez kluzu	
Pásnice sloupu v ohybu	Případ se šesti řadami šroubů Případ se čtyřmi řadami šroubů Únosnost se stanoví pro každou řadu nebo skupinu řad šroubů jako $F_{cfb,Rd} = \min[F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}] \cdot S$ $F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w) M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$ $F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m + n}$	EN1993-1-8:2006 čl. 6.2.6.4

	kde: $M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,1} t_{fc}^2 f_{y,fc} / \gamma_{M0}$ $M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,2} t_{fc}^2 f_{y,fc} / \gamma_{M0}$ $m = 0.5(b_c - 2e - t_{wc} - 1.6r_c)$ $n = \min[e, 1.25m] \text{ , s kruhovými porušeními } n = \infty$ $e_w = 0.25d_w \text{ kde } d_w \text{ je průměr podložky}$ Účinné délky Přípoj se šesti řadami šroubů <u>Řada šroubů 1:</u> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <u>Řada šroubů 2 (nebo řada 5):</u> <i>Jedna řada</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <i>První řada skupiny 1 nebo 3</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p_1, 0.5p_1 + \alpha m - (2m + 0.625e)]$ $l_{eff,2} = 0.5p_1 + \alpha m - (2m + 0.625e)$ <u>Řada šroubů 3 (nebo řada 4):</u> <i>Pro samostatnou</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, 4m + 1, 25e]$ $l_{eff,2} = 4m + 1, 25e$ <i>Poslední řada skupiny 1</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p_1, 2m + 0.625e + 0.5p_1]$ $l_{eff,2} = 2m + 0.625e + 0.5p_1$ <i>Jedna řada skupiny 2</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p_2, 0.5p_2 + 0.5\alpha m]$ $l_{eff,2} = 0.5p_2 + 0.5\alpha m$ <i>Vnitřní řada skupiny 3</i> $l_{eff,1} = p_1 + p_2$ $l_{eff,2} = 0.5(p_1 + p_2)$ α je na obrázku 6.11 v EN1993-1-8:2006 podle $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ kde	
--	---	--

	$m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2}$ pro řadu šroubů 1 $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2}$ pro řadu šroubů 2 nebo 5 Přípoj se čtyřmi řadami šroubů <u>Řada šroubů 1:</u> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <u>Řada šroubů 2:</u> Pro samostatnou $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ Jedna řada ze skupin 2+3 $l_{eff,1} = \min[\pi m + p, 0.5p + 0.5\alpha m]$ $l_{eff,2} = 0.5p + 0.5\alpha m$ <u>Řada šroubů 3 je obdobná řadě šroubů 2</u> α je na obrázku 6.11 v EN-1993-1-8:2006 podle $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ kde $m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2}$ pro řadu šroubů 1 $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2}$ pro řadu šroubů 2 nebo 3	
Čelní deska v ohybu	Případ se šesti řadami šroubů	EN1993-1-8:2006 čl. 6.2.6.5



Případ se čtyřmi řadami šroubů

Únosnost se stanoví pro každou řadu nebo skupinu řad šroubů jako

$$F_{pb,Rd} = \min[F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}] \cdot s$$

$$\bullet F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w) M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$$

$$\bullet F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \Sigma F_{t,Rd}}{m + n}$$

kde $M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,1} t_{ep}^2 f_{y,ep} / \gamma_{M0}$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,2} t_{ep}^2 f_{y,ep} / \gamma_{M0}$$

$$\begin{cases} m = 0.5(b_{ep} - 2e - t_{bw} - 1.6a_w \sqrt{2}) \\ n = \min[e, 1.25m] \end{cases} \text{ pro řadu šroubů mezi pásnicemi}$$

nosníku

$$\begin{cases} m = e_1 - 0.8a_{w1} \sqrt{2} \\ n = \min[e_x, 1.25m] \end{cases} \text{ pro řadu šroubů vně pásnic nosníku}$$

(s kruhovým porušením $n = \infty$).

$$e_w = 0.25d_w$$

Účinné délky

Přípoj se šesti řadami šroubů

Řada šroubů 1:

$$l_{eff,1} = \min \begin{cases} 2\pi m, \pi m + w, \pi m + 2e \\ 4m + 1.25e_x, e + 2m + 0.625e_x, 0.5b_{ep}, 0.5w + 2m + 0.625e_x \end{cases}$$

$$l_{eff,2} = \min[4m + 1.25e_x, e + 2m + 0.625e_x, 0.5b_{ep}, 0.5w + 2m + 0.625e_x]$$

Řada šroubů 2 (nebo řada 5):

	<i>Jedna řada</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <i>První řady ze skupiny 1 (řady 2+3 nebo 4+5)</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p_1, 0.5 p_1 + \alpha m - (2m + 0.625e)]$ $l_{eff,2} = 0.5 p_1 + \alpha m - (2m + 0.625e)$ <u>Řada šroubů 3 (nebo řada 4):</u> <i>Jedna řada</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, 4m + 1, 25e]$ $l_{eff,2} = 4m + 1, 25e$ <i>Poslední řada ze skupiny 1 (řady 2+3 nebo 4+5):</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p_1, 2m + 0.625e + 0.5 p_1]$ $l_{eff,2} = 2m + 0.625e + 0.5 p_1$ <i>První nebo poslední řada ze skupiny 2 (řady 3+4):</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p_2, 2m + 0.625e + 0.5 p_2]$ $l_{eff,2} = 2m + 0.625e + 0.5 p_2$ <i>Vnitřní řada ze skupiny 3 (řady 2+3+4+5):</i> $l_{eff,1} = p_1 + p_2$ $l_{eff,2} = 0.5(p_1 + p_2)$ α je na obrázku 6.11 v EN-1993-1-8:2006 podle $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ kde $m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2} \text{ pro řadu šroubů 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2} \text{ pro řadu šroubů 2 nebo 5}$ <i>Přípoj se čtyřmi řadami šroubů</i> <u>Řada šroubů 1:</u> $l_{eff,1} = \min \begin{cases} 2\pi m, & \pi m + w, & \pi m + 2e \\ 4m + 1.25e_x, & e + 2m + 0.625e_x, & 0.5b_{ep}, & 0.5w + 2m + 0.625e_x \end{cases}$ $l_{eff,2} = \min[4m + 1.25e_x, e + 2m + 0.625e_x, 0.5b_{ep}, 0.5w + 2m + 0.625e_x]$ <u>Řada šroubů 2:</u> <i>Jedna řada</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$	
--	--	--

	<i>Jedna řada ze skupin 2+3</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p, \quad 0.5p + 0.5\alpha m]$ $l_{eff,2} = 0.5p + 0.5\alpha m$ <u>Řada šroubů 3 jako řada 2</u> α je na obrázku 6.11 v EN1993-1-8:2006 podle $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \quad \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ $m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2} \text{ pro řadu šroubů 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2} \text{ pro řadu šroubů 2 nebo 3}$	
Pásnice nosníku a stojina v tlaku	$F_{fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb})$ kde h je výška připojovaného nosníku; $M_{c,Rd}$ je návrhová momentová únosnost průřezu nosníku, která se v případě potřeby redukuje vlivem smyku, viz EN 1993-1-1:2005. t_{fb} je tloušťka pásnice připojovaného nosníku	EN1993-1-8:2006 čl. 6.2.6.7
Stěna sloupu výztuhy v tlaku	Únosnost stěny sloupu a výztuh v tlaku $F_{wcc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,cf} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} + \frac{A_{cp} f_{y,cp}}{\gamma_{M0}}$ kde $b_{eff,c,cf} = t_{fb} + \sqrt{2}(a_{w1} + a_{w2}) + 5(t_{fc} + r_c) + 2t_{ep}$ A_{cp} je plocha výztuh z obou stran sloupu Redukční součinitel k_{wc} normálové síly ve stěně sloupu podle 6.2.6.2(2) of EN1993-1-8:2006; Redukční součinitel ω je dán v tabulce 6.3 v EN1993-1-8:2006; <u>Poznámka:</u> vliv boulení stěny a výztuhy sloupu od příčného tlaku se zanedbává. Největší štíhlost výztuh je v tabulce 4.3.1.	EN1993-1-8:2006 6.2.6.2
Stěna nosníku v tahu	$F_{wbt,Rd} = b_{eff,wb} t_{wb} f_{y,wb} / \gamma_{M0}$ Účinná šířka $b_{eff,t,wb}$ stěny nosníku v tahu se uvažuje jako účinná délka náhradního T průřezu pásnice nosníku pro jednotlivé řady šroubů nebo pro skupiny.	EN1993-1-8:2006 6.2.6.8
Stěna sloupu v tahu	$F_{wct,Rd} = \frac{\omega b_{eff,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}$ Účinná šířka $b_{eff,t,wc}$ stěny sloupu v tahu se uvažuje jako účinná délka náhradního T průřezu pásnice nosníku pro jednotlivé řady šroubů nebo pro skupiny. Redukční součinitel ω je dán v tabulce 6.3 v EN1993-1-8:2006.	EN1993-1-8:2006 6.2.6.3
Šrouby v tahu	Únosnost řady šroubů v tahu je	EN1993-1-8:2006

	$F_{bt,Rd} = 2 \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$ kde f_{ub} je pevnost šroubu A_s plocha šroubu v tahu	3.6.1
--	---	-------

4.1.7 Tuhost komponent

Komponenta	Podrobná pravidla	Literatura
Panel stěny sloupu ve smyku	$k_1 = \frac{0.38 A_{vc}}{\beta z}$ Převodní součinitel β je v tabulce 5.4 of EN1993-1-8:2006. Rameno sil je dáno v EN1993-1-8:2006, 6.3.3.1.	EN1993-1-8:2006 6.3.2
Pásnice sloupu v ohybu	Pro jednu řadu šroubů v tahu $k_4 = \frac{0.9 b_{eff,cf} t_{fc}^3}{m^3}$ Účinná šířka b_{eff} je nejmenší z účinné délky jednotlivé řady nebo skupiny řad šroubů.	EN1993-1-8:2006 6.3.2
Čelní deska v ohybu	Pro jednu řadu šroubů v tahu $k_5 = \frac{0.9 b_{eff,ep} t_{ep}^3}{m^3}$ Účinná šířka b_{eff} je nejmenší účinná délka řady šroubů, v pásnici sloupu, jedné nebo skupiny.	EN1993-1-8:2006 6.3.2
Stěna sloupu v tahu	Pro jednu řadu šroubů v tahu $k_3 = \frac{0.7 b_{eff,wc} t_{wc}}{d_c}$ Účinná šířka b_{eff} je nejmenší účinná délka řady šroubů, v pásnici sloupu, jedné nebo skupiny.	EN1993-1-8:2006 6.3.2
Šrouby v tahu	Pro jednu řadu šroubů v tahu $k_{10} = 1.6 A_s / L_b$	EN1993-1-8:2006 6.3.2

4.1.8 Únosnost komponent

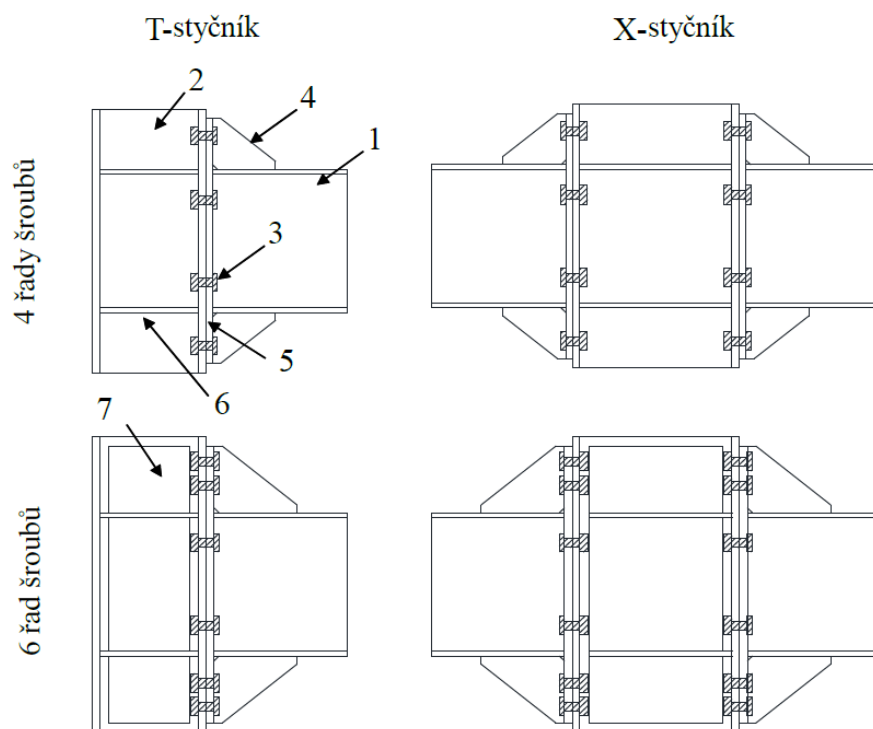
Komponenta	Podrobná pravidla	Literatura														
Stěna nosníku ve smyku	$V_{b,RD} = \chi_w A_{vb} f_{y,b} / \sqrt{3} \gamma_{M1}$ kde $A_{vb} = A_b - 2b_b t_{fb} + (t_{wb} + 2r_b) t_{fb}$ $\chi_w = 0.83 / \bar{\lambda}_w \text{ kde } \bar{\lambda}_w \geq 0.83;$ $\chi_w = 1.0 \text{ kde } \bar{\lambda}_w < 0.83$ s $\bar{\lambda}_w = 0.3467(h_{wb} / t_{wb}) \sqrt{f_{y,b} / E}$	EN1993-1-5:2005 5.3														
Otlačení šroubů v pásnici sloupu	Pro jednu řadu šroubů (dva šrouby) ve smyku $F_{b,Rd} = 2 \frac{k_1 \alpha_b f_u d t_{fc}}{\gamma_{M2}}$ kde $k_1 = \min[2.8 \frac{e}{d_0} - 1.7, \quad 2.5]$ α_b podle směru namáhání smykem a poloze řad šroubů: <table><tr><td><i>Smyk dolů</i></td><td><i>Smyk nahoru</i></td></tr><tr><td>Řady šroubů 1, 5 a 6 (nebo* řady 1, 3 a 4):</td><td>Řady šroubů 1, 2 a 6 (nebo* řady 1, 2 a 4)</td></tr><tr><td>$\alpha_b = 1.0$</td><td>$\alpha_b = 1.0$</td></tr><tr><td>Řady šroubů 2 a 4 (nebo řada* 2):</td><td>Řady šroubů 3 a 5 (nebo řada* 3)</td></tr><tr><td>$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$</td><td>$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$</td></tr><tr><td>Řada šroubů 3:</td><td>Řada šroubů 4:</td></tr><tr><td>$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$</td><td>$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$</td></tr></table> * pro styčnick se čtyřmi řadami šroubů se p_1 nahradí p.	<i>Smyk dolů</i>	<i>Smyk nahoru</i>	Řady šroubů 1, 5 a 6 (nebo* řady 1, 3 a 4):	Řady šroubů 1, 2 a 6 (nebo* řady 1, 2 a 4)	$\alpha_b = 1.0$	$\alpha_b = 1.0$	Řady šroubů 2 a 4 (nebo řada* 2):	Řady šroubů 3 a 5 (nebo řada* 3)	$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$	$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$	Řada šroubů 3:	Řada šroubů 4:	$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	EN1993-1-8:2006 3.6.1
<i>Smyk dolů</i>	<i>Smyk nahoru</i>															
Řady šroubů 1, 5 a 6 (nebo* řady 1, 3 a 4):	Řady šroubů 1, 2 a 6 (nebo* řady 1, 2 a 4)															
$\alpha_b = 1.0$	$\alpha_b = 1.0$															
Řady šroubů 2 a 4 (nebo řada* 2):	Řady šroubů 3 a 5 (nebo řada* 3)															
$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$	$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$															
Řada šroubů 3:	Řada šroubů 4:															
$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$															
Otlačení šroubů v čelní desce	Pro jednu řadu šroubů (dva šrouby) ve smyku $F_{b,Rd} = 2 \frac{k_1 \alpha_b f_u d t_{fc}}{\gamma_{M2}}$ $k_1 = \min[2.8 \frac{e}{d_0} - 1.7, \quad 2.5]$ <table><tr><td><i>Smyk dolů:</i></td><td><i>Smyk nahoru:</i></td></tr><tr><td>Řady šroubů 2 a 6 (nebo *) řady 2 a 4):</td><td>Řady šroubů 1 a 5 (nebo *) řady 1 a 3):</td></tr><tr><td>$\alpha_b = 1.0$</td><td>$\alpha_b = 1.0$</td></tr></table>	<i>Smyk dolů:</i>	<i>Smyk nahoru:</i>	Řady šroubů 2 a 6 (nebo *) řady 2 a 4):	Řady šroubů 1 a 5 (nebo *) řady 1 a 3):	$\alpha_b = 1.0$	$\alpha_b = 1.0$	EN1993-1-8:2006 3.6.1								
<i>Smyk dolů:</i>	<i>Smyk nahoru:</i>															
Řady šroubů 2 a 6 (nebo *) řady 2 a 4):	Řady šroubů 1 a 5 (nebo *) řady 1 a 3):															
$\alpha_b = 1.0$	$\alpha_b = 1.0$															

	Řada šroubů 1 (nebo řada* 1): $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Řady šroubů 3 a 5 (nebo řada* 3): $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Řada šroubů 4: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$ Řada šroubů 6 (nebo řada* 4): $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Řady šroubů 2 a 4 (nebo řada* 2): $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Řada šroubů 3: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$ * pro styčník se čtyřmi řadami šroubů se p_1 nahradí p.	
Šrouby ve smyku	Pro jednu řadu šroubů (dva šrouby) ve smyku $F_{b,Rd} = 2 \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$ $\alpha_v = 0,6$ pro šrouby 8.8 a $\alpha_v=0,5$ pro šrouby 10.9.	EN1993-1-8:2006 3.6.1

4.2 Vyztužený přípoj nosníku na sloup čelní deskou

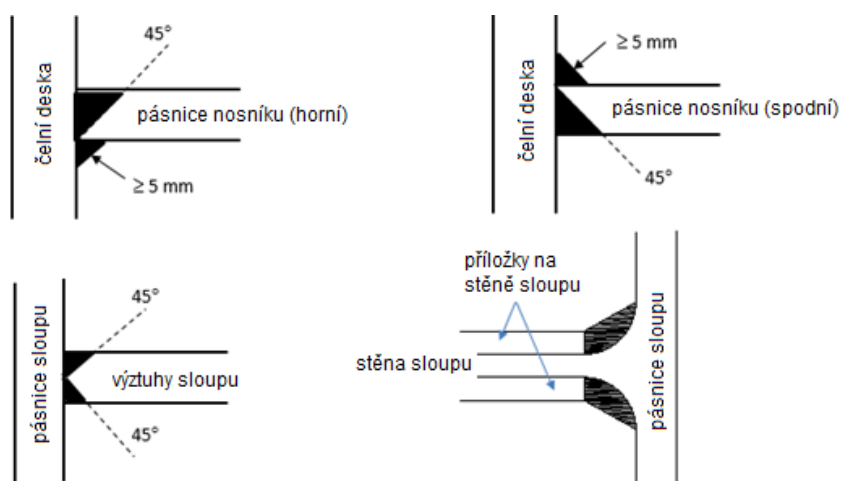
4.2.1 Geometrie

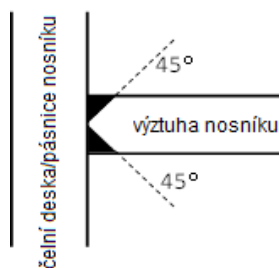
Popis vyztuženého přípoje nosníku na sloup čelní deskou



- 1: nosník 3: šrouby 5: čelní deska 7: příložky na stěně sloupu
 2: sloup 4: výztuha čelní desky 6: výztuha sloupu

Detaily svarů





4.2.2 Meze použití

Tabulka 4.3 – Meze použití

Část	Rozsah použití	
Nosník		
	Výška	Maximum = 600 mm
	Rozpětí ku výšce	Maximum = 23, Minimum = 10
	Tloušťka pásnice	Maximum =19 mm
	Materiál	S235 až S355
Sloup		
	Výška	Maximum = 550 mm
	Tloušťka pásnice	Maximum = 29 mm
	Materiál	Od S235 po S355
Nosník/Sloup	Výška	0.65-2.15
Čelní deska		18-30mm
	Tloušťka	Erreur ! Source du renvoi introuvable.
	Materiál	S235 až S355
Výztuhy sloupu		
	Tloušťka	Stejná nebo větší než tloušťka pásnice připojovaného nosníku
	Materiál	S235 až S355
Příložky na stěně sloupu		
	Tloušťka	Erreur ! Source du renvoi introuvable.
	Materiál	S235 až S355
Šrouby		
		HV nebo HR
	Velikost	Tabulka 4.2
	Třída	10.9
	Počet řad šroubů	Tabulka 4.2
	Podložka	Podle EN 14399-4
	Otvory	Podle EN1993:1-8
Svary		
	Čelní desky na pásnici nosníku	Zesílené s plně provařeným kořenem
	Výztuha k pásnici sloupu	Plně provařené do otvoru
	Příložek na pásnici sloupu	Plně provařené do otvoru
	Další svary	Koutové: tloušťky větší než 0,55 násobek tloušťky připojovaného plechu

4.2.3 Postup návrhu

Postupuje se v krocích metody komponent:

- Popis komponent
- Složení ve styčník
- Klasifikace styčníku a návrh

Postup návrhu

Krok 1: Geometrie

- Materiál šroubů, velikost šroubů, počet šroubů
- Tloušťka a velikost čelní desky
- Tloušťka a velikost výztuh sloupu
- Případná tloušťka a velikost příložek na stěnu sloupu
- Návrh svarů

Krok 2: Popis komponent

- Únosnost při namáhání ohybem
- Tuhost při namáhání
- Únosnost při namáhání smykem

Krok 3: Skládání

- Únosnost při namáhání ohybem
- Tuhost při namáhání
- Únosnost při namáhání smykem
- Duktilita

Krok 4: Klasifikace

- Únosnost při namáhání ohybem
- Tuhost při namáhání
- Únosnost při namáhání smykem
- Duktilita
- Ověření

4.2.4 Výběr geometrie a materiálu

Tabulka 4.2 Volba geometrie a materiálu

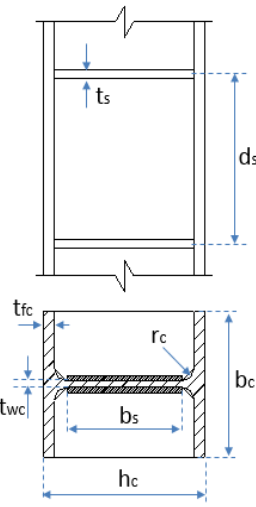
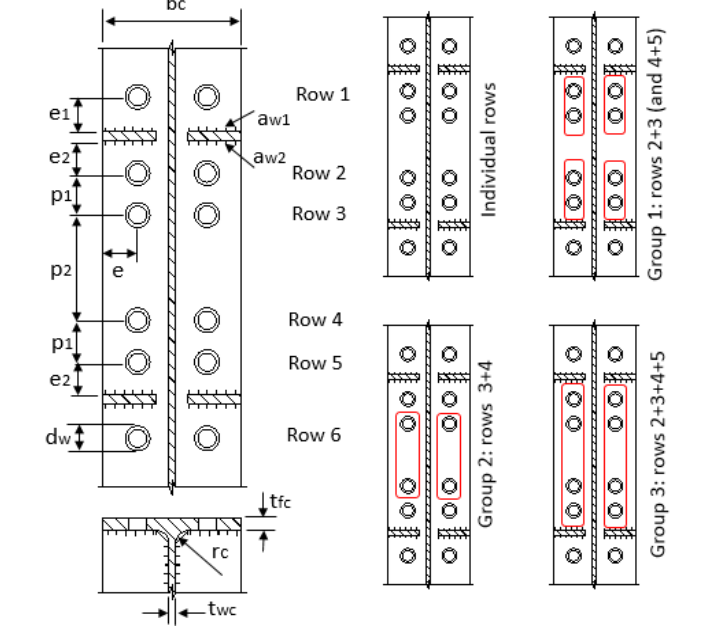
Části	Nosník		
	Malý (≈IPE360)	Střední (≈ IPE450)	Velký (≈ IPE600)
Šroub třídy	10.9		
Velikost šroubu	M27	M30	M36
Počet řad šroubů	4/6	4/6	6
Čelní deska	<u>Tloušťka</u> $t_{ep} = (2/3 \div 5/6) d_b$ větší než pásnice sloupu; $t_{ep} = (2/3 \div 5/6) d_b$ stejnou únosnost; ale méně než tloušťka pásnice sloupu. <u>Velikost</u> Šířka je stejná nebo menší než šířka pásnice sloupu. Přesah podle šroubů v čl. 3.5 EN1993-1-8:2006.		
Příložky na stěně sloupu	Podle čl. 6.2.6.1EN1993-1-8:2006 (§). Jinak je třeba přivařit svary do otvorů.		
Výztuhy sloupu	Tabulka 4.3 – Meze použití		
Svary			
Poznámka: t_{ep} je tloušťka čelní desky a d_b průměr šroubu.			

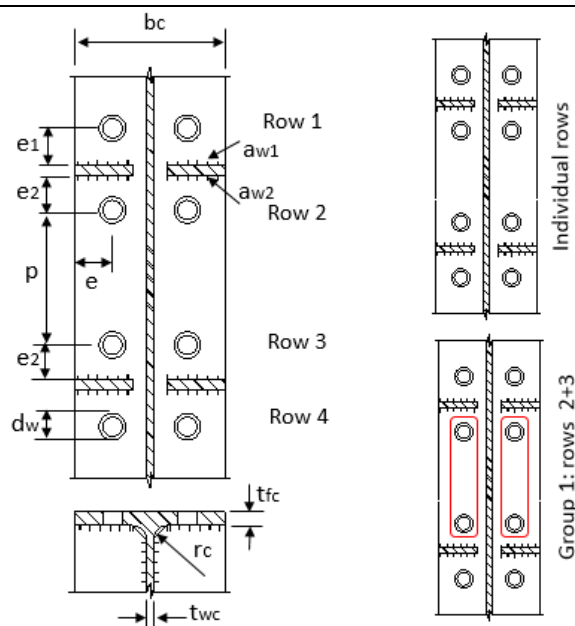
4.2.5 Sestavení komponent a ověření únosnosti

Klasifikace	Kritérium	Literatura												
Únosnost v ohybu	$M_{con,Rd} < M_{con,Ed}$ pro přípoj s částečnou únosností $M_{con,Rd} \approx M_{con,Ed}$ pro přípoj se stejnou únosností $M_{con,Rd} > M_{con,Ed}$ pro přípoj na plnou únosnost $V_{wp,Rd} < \min[F_{con,Rd}, F_{fbc,Rd}]$: panel stěny sloupu s částečnou únosností $V_{wp,Rd} \approx \min[F_{con,Rd}, F_{fbc,Rd}]$: panel stěny sloupu se stejnou únosností $V_{wp,Rd} > \min[F_{con,Rd}, F_{fbc,Rd}]$: panel stěny sloupu s plnou únosností S $F_{con,Rd} = \sum F_{Rd,ri}$ je příčná smyková síla v přípoji od řad šroubů v tahu, $i = 1$ do 5 pro styčník s šesti řadami šroubů a $i = 1$ do 3 pro styčník se čtyřmi řadami šroubů, $F_{fbc,Rd}$ je únosnost pásnic nosníku a stojiny v tlaku.	Equaljoints												
Klasifikace tuhosti	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Klasifikace</th><th>Vyztužené prutové konstrukce</th><th>Nevyztužené prutové konstrukce</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Polotuhé styčníky</td><td>$0.5 \leq k_b < 8$</td><td>$0.5 \leq k_b < 25$</td></tr> <tr> <td>Tuhé styčníky</td><td>$k_b \geq 8$</td><td>$k_b \geq 25$</td></tr> <tr> <td></td><td colspan="2">$k_b = S_j / (EI_b / L_b)$</td></tr> </tbody> </table>	Klasifikace	Vyztužené prutové konstrukce	Nevyztužené prutové konstrukce	Polotuhé styčníky	$0.5 \leq k_b < 8$	$0.5 \leq k_b < 25$	Tuhé styčníky	$k_b \geq 8$	$k_b \geq 25$		$k_b = S_j / (EI_b / L_b)$		EN1993-1-8:2006 čl. 5.2.2
Klasifikace	Vyztužené prutové konstrukce	Nevyztužené prutové konstrukce												
Polotuhé styčníky	$0.5 \leq k_b < 8$	$0.5 \leq k_b < 25$												
Tuhé styčníky	$k_b \geq 8$	$k_b \geq 25$												
	$k_b = S_j / (EI_b / L_b)$													
Únosnost ve smyku	$V_{con,Rd} < V_{b,Rd}$ pro částečnou únosnost ve smyku $V_{con,Rd} \approx V_{b,Rd}$ pro stejnou únosnost ve smyku $V_{con,Rd} > V_{b,Rd}$ pro plnou únosnost ve smyku													
Klasifikace ductility	$\beta_{max} \leq 1.0$ pro stupeň ductility 1 $\beta_{max} > 1.0$ and $\eta_{max} \leq 0.95$ pro stupeň ductility 2 S $\beta_{max} > \max[\beta_{r1}, \beta_{r2}]$ a $\eta_{max} > \max[\eta_{r1}, \eta_{r2}]$	Equaljoints												

4.2.6 Popis komponent v ohybu

Komponenta	Podrobná pravidla	Literatura
------------	-------------------	------------

Panel stěny sloupu ve smyku	$V_{wp,Rd} = \frac{0.9 A_{vc} f_{y,wc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} + \frac{4 (0.25 t_{fc}^2 f_{y,fc}) (b_c - t_{wc} - 2 r_c)}{d_s}$  Panel stěny sloupu ve smyku s příčnou výztuhou stěny a bez příložek $A_{vc} = A_c - 2 b_c t_{fc} + (t_{wc} + 2 r_c) t_{fc}$ Panel stěny sloupu ve smyku s příčnou výztuhou stěny a s příložkami $A_{vc} = A_c - 2 b_c t_{fc} + (t_{wc} + 2 r_c) t_{fc} + t_{wc} b_s$	EN1993-1-8:2006 čl. 6.2.6.1
Průřez nosníku v ohybu	$M_{b,Rd} = W_{b,p} f_{y,b}$ $W_{b,p}$ je plastický modul nosníku $f_{y,b}$ mez kluzu	
Pásnice sloupu v ohybu	 Případ se šesti řadami šroubů	EN1993-1-8:2006 čl. 6.2.6.4



Případ se čtyřmi řadami šroubů

Únosnost se stanoví pro každou řadu nebo skupinu řad šroubů jako

$$F_{cfb,Rd} = \min[F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}] \text{ s}$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w) M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \Sigma F_{t,Rd}}{m + n}$$

kde

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,1} t_{fc}^2 f_{y,fc} / \gamma_{M0}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,2} t_{fc}^2 f_{y,fc} / \gamma_{M0}$$

$$m = 0.5(b_c - 2e - t_{wc} - 1.6r_c)$$

$$n = \min[e, 1.25m] \text{ , s kruhovými porušeními } n = \infty$$

$$e_w = 0.25d_w \text{ kde } d_w \text{ je průměr podložky}$$

Účinné délky

Připoj se šesti řadami šroubů

Řada šroubů 1:

$$l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$$

$$l_{eff,2} = \alpha m$$

Řada šroubů 2 (nebo řada 5):

Jedna řada

$$l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$$

$$l_{eff,2} = \alpha m$$

První řada skupiny 1 nebo 3

	$l_{eff,1} = \min[\pi m + p_1, \quad 0.5 p_1 + \alpha m - (2m + 0.625e)]$ $l_{eff,2} = 0.5 p_1 + \alpha m - (2m + 0.625e)$ <u>Řada šroubů 3 (nebo řada 4):</u> <i>Pro samostatnou</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \quad 4m + 1, 25e]$ $l_{eff,2} = 4m + 1, 25e$ <i>Poslední řada skupiny 1</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p_1, \quad 2m + 0.625e + 0.5 p_1]$ $l_{eff,2} = 2m + 0.625e + 0.5 p_1$ <i>Jedna řada skupiny 2</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p_2, \quad 0.5 p_2 + 0.5 \alpha m]$ $l_{eff,2} = 0.5 p_2 + 0.5 \alpha m$ <i>Vnitřní řada skupiny 3</i> $l_{eff,1} = p_1 + p_2$ $l_{eff,2} = 0.5(p_1 + p_2)$ α je na obrázku 6.11 v EN1993-1-8:2006 podle $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \quad \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ kde $m_2 = e_1 - 0.8 a_{w1} \sqrt{2} \text{ pro řadu šroubů 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8 a_{w2} \sqrt{2} \text{ pro řadu šroubů 2 nebo 5}$ Přípoj se čtyřmi řadami šroubů <u>Řada šroubů 1:</u> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \quad \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <u>Řada šroubů 2:</u> <i>Pro samostatnou</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \quad \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <i>Jedna řada ze skupin 2+3</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p, \quad 0.5 p + 0.5 \alpha m]$ $l_{eff,2} = 0.5 p + 0.5 \alpha m$ <u>Řada šroubů 3 je obdobná řadě šroubů 2</u> α je na obrázku 6.11 v EN-1993-1-8:2006 podle	
--	---	--

	$\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ kde $m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2} \text{ pro řadu šroubů 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2} \text{ pro řadu šroubů 2 nebo 3}$	
Čelní deska v ohybu	Případ se šesti řadami šroubů Případ se čtyřmi řadami šroubů Únosnost se stanoví pro každou řadu nebo skupinu řad šroubů jako $F_{pb,Rd} = \min[F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}] \cdot S$ $F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w) M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m+n)}$ $F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m+n}$	EN1993-1-8:2006 čl. 6.2.6.5

	kde $M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,1} t_{ep}^2 f_{y,ep} / \gamma_{M0}$ $M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,2} t_{ep}^2 f_{y,ep} / \gamma_{M0}$ $\begin{cases} m = 0.5(b_{ep} - 2e - t_{bw} - 1.6a_w \sqrt{2}) \\ n = \min[e, 1.25m] \end{cases}$ pro řadu šroubů mezi pásnicemi nosníku $\begin{cases} m = e_1 - 0.8a_{w1} \sqrt{2} \\ n = \min[e_x, 1.25m] \end{cases}$ pro řadu šroubů vně pásnic nosníku s kruhovým porušením, $n = \infty$ $e_w = 0.25d_w$ Účinné délky <i>Přípoj se šesti řadami šroubů</i> <u>Řada šroubů 1:</u> $l_{eff,1} = \min \begin{cases} 2\pi m, \pi m + w, \pi m + 2e \\ 4m + 1.25e_x, e + 2m + 0.625e_x, 0.5b_{ep}, 0.5w + 2m + 0.625e_x \end{cases}$ $l_{eff,2} = \min[4m + 1.25e_x, e + 2m + 0.625e_x, 0.5b_{ep}, 0.5w + 2m + 0.625e_x]$ <u>Řada šroubů 2 (nebo řada 5):</u> <i>Jedna řada</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <i>První řady ze skupiny 1 (řady 2+3 nebo 4+5)</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p_1, 0.5p_1 + \alpha m - (2m + 0.625e)]$ $l_{eff,2} = 0.5p_1 + \alpha m - (2m + 0.625e)$ <u>Řada šroubů 3 (nebo řada 4):</u> <i>Jedna řada</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, 4m + 1, 25e]$ $l_{eff,2} = 4m + 1, 25e$ <i>Poslední řada ze skupiny 1 (řady 2+3 nebo 4+5):</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p_1, 2m + 0.625e + 0.5p_1]$ $l_{eff,2} = 2m + 0.625e + 0.5p_1$ <i>První nebo poslední řada ze skupiny 2 (řady 3+4):</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p_2, 2m + 0.625e + 0.5p_2]$ $l_{eff,2} = 2m + 0.625e + 0.5p_2$ <i>Vnitřní řada ze skupiny 3 (řady 2+3+4+5):</i> $l_{eff,1} = p_1 + p_2$	
--	--	--

	$l_{eff,2} = 0.5(p_1 + p_2)$ α je na obrázku 6.11 v EN-1993-1-8:2006 podle $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ kde $m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2} \text{ pro řadu šroubů 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2} \text{ pro řadu šroubů 2 nebo 5}$ <i>Přípoj se čtyřmi řadami šroubů</i> <u>Řada šroubů 1:</u> $l_{eff,1} = \min \left\{ \begin{matrix} 2\pi m, & \pi m + w, & \pi m + 2e \\ 4m + 1.25e_x, & e + 2m + 0.625e_x, & 0.5b_{ep}, & 0.5w + 2m + 0.625e_x \end{matrix} \right.$ $l_{eff,2} = \min[4m + 1.25e_x, e + 2m + 0.625e_x, 0.5b_{ep}, 0.5w + 2m + 0.625e_x]$ <u>Řada šroubů 2:</u> <i>Jedna řada</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <i>Jedna řada ze skupin 2+3</i> $l_{eff,1} = \min[\pi m + p, 0.5p + 0.5\alpha m]$ $l_{eff,2} = 0.5p + 0.5\alpha m$ <u>Řada šroubů 3 jako řada 2</u> α je na obrázku 6.11 v EN1993-1-8:2006 podle $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ $m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2} \text{ pro řadu šroubů 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2} \text{ pro řadu šroubů 2 nebo 3}$	
Pásnice nosníku a stojina v tlaku	$F_{fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb})$ kde h je výška nosníku $M_{c,Rd}$ momentová únosnost průřezu se zahrnutím redukce vlivem smyku podle EN 1993-1-1:2005. t_{fb} je tloušťka pásnice nosníku.	EN1993-1-8:2006 6.2.6.7
Stěna sloupu výztuhy v tlaku	Únosnost stěny sloupu a výztuh v tlaku $F_{wcc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,cf} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} + \frac{A_{cp} f_{y,cp}}{\gamma_{M0}}$ kde	EN1993-1-8:2006 čl. 6.2.6.2

	$b_{eff,c,cf} = t_{fb} + \sqrt{2}(a_{w1} + a_{w2}) + 5(t_{fc} + r_c) + 2t_{ep}$ A_{cp} je plocha výztuh z obou stran sloupu Redukční součinitel k_{wc} normálové síly ve stěně sloupu podle čl. 6.2.6.2(2) EN1993-1-8:2006; Redukční součinitel ω je v tabulce 6.3 v EN1993-1-8:2006; Poznámka: vliv boulení stěny a výztuhy sloupu od příčného tlaku se zanedbává. Největší štíhlost výztuh je v tabulce 4.3.1.	
Stěna nosníku v tahu	$F_{wbt,Rd} = b_{eff,wb} t_{wb} f_{y,wb} / \gamma_{M0}$ Účinná šířka $b_{eff,t,wb}$ stěny nosníku v tahu se uvažuje jako účinná délka náhradního T průřezu pásnice nosníku pro jednotlivé řady šroubů nebo pro skupiny.	EN1993-1-8:2006 6.2.6.8
Stěna sloupu v tahu	$F_{wct,Rd} = \frac{\omega b_{eff,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}$ Účinná šířka $b_{eff,t,wc}$ stěny sloupu v tahu se uvažuje jako účinná délka náhradního T průřezu pásnice nosníku pro jednotlivé řady šroubů nebo pro skupiny. Redukční součinitel ω je dán v tabulce 6.3 v EN1993-1-8:2006.	EN1993-1-8:2006 6.2.6.3
Šrouby v tahu	Únosnost řady šroubů v tahu je $F_{bt,Rd} = 2 \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$ kde f_{ub} je pevnost šroubu A_s plocha šroubu v tahu	EN1993-1-8:2006 čl. 3.6.1

4.2.7 Tuhost komponent

Komponenta	Podrobná pravidla	Literatura
Panel stěny sloupu ve smyku	$k_1 = \frac{0.38 A_{vc}}{\beta z}$ Převodní součinitel β je v tabulce 5.4 EN1993-1-8:2006. Rameno sil je dáno v čl. 6.3.3.1 EN1993-1-8:2006.	EN1993-1-8:2006 čl. 6.3.2
Pásnice sloupu v ohybu	Pro jednu řadu šroubů v tahu $k_4 = \frac{0.9 b_{eff,cf} t_{fc}^3}{m^3}$ Účinná šířka b_{eff} je nejmenší z účinné délky jednotlivé řady nebo skupiny řad šroubů.	EN1993-1-8:2006 čl. 6.3.2
Čelní deska v ohybu	Pro jednu řadu šroubů v tahu $k_5 = \frac{0.9 b_{eff,ep} t_{ep}^3}{m^3}$	EN1993-1-8:2006 čl. 6.3.2

	Účinná šířka b_{eff} je nejmenší účinná délka řady šroubů, v pásnici sloupu, jedné nebo skupiny.	
Stěna sloupu v tahu	Pro jednu řadu šroubů v tahu $k_3 = \frac{0.7b_{\text{eff},wc}t_{wc}}{d_c}$ Účinná šířka b_{eff} je nejmenší účinná délka řady šroubů, v pásnici sloupu, jedné nebo skupiny.	EN1993-1-8:2006 čl. 6.3.2
Šrouby v tahu	Pro jednu řadu šroubů v tahu $k_{10} = 1.6A_s / L_b$	EN1993-1-8:2006 čl. 6.3.2

4.2.8 Únosnost komponent

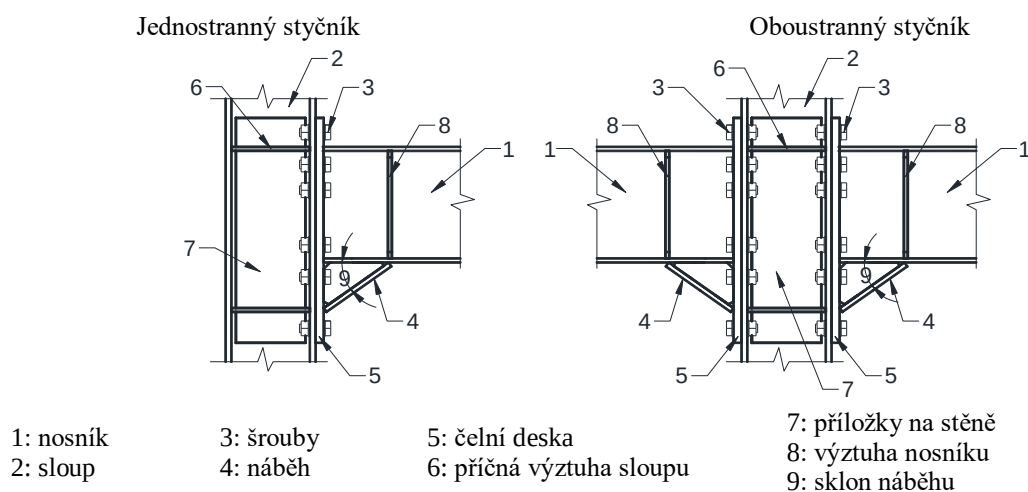
Komponenta	Podrobná pravidla	Literatura								
Stěna nosníku ve smyku	$V_{b, RD} = \chi_w A_{vb} f_{y, b} / \sqrt{3} \gamma_{M1}$ kde $A_{vb} = A_b - 2b_b t_{fb} + (t_{wb} + 2r_b) t_{fb}$ $\chi_w = 0.83 / \bar{\lambda}_w \text{ kde } \bar{\lambda}_w \geq 0.83;$ $\chi_w = 1.0 \text{ kde } \bar{\lambda}_w < 0.83$ $\bar{\lambda}_w = 0.3467(h_{wb} / t_{wb}) \sqrt{f_{y, b} / E}$	EN1993-1-5:2005 čl. 5.3								
Otlačení šroubů v pásnici sloupu	Pro jednu řadu šroubů (dva šrouby) ve smyku $F_{b, Rd} = 2 \frac{k_1 \alpha_b f_u d t_{fc}}{\gamma_{M2}}$ kde $k_1 = \min[2.8 \frac{e}{d_0} - 1.7, \quad 2.5]$ α_b podle směru namáhání smykem a poloze řad šroubů: <table><thead><tr><th><i>Smyk dolů</i></th><th><i>Smyk nahoru</i></th></tr></thead><tbody><tr><td>Řady šroubů 1, 5 a 6 (nebo * řady 1, 3 a 4): $\alpha_b = 1.0$</td><td>Řady šroubů 1, 2 a 6 (nebo* řady 1, 2 a 4) $\alpha_b = 1.0$</td></tr><tr><td>Řady šroubů 2 a 4 (nebo řada* 2): $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$</td><td>Řady šroubů 3 a 5 (nebo řada* 3) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$</td></tr><tr><td>Řada šroubů 3: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$</td><td>Řada šroubů 4: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$</td></tr></tbody></table> * Pro čtvrtou řadu šroubů p_1 se nahradí p.	<i>Smyk dolů</i>	<i>Smyk nahoru</i>	Řady šroubů 1, 5 a 6 (nebo * řady 1, 3 a 4): $\alpha_b = 1.0$	Řady šroubů 1, 2 a 6 (nebo* řady 1, 2 a 4) $\alpha_b = 1.0$	Řady šroubů 2 a 4 (nebo řada* 2): $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$	Řady šroubů 3 a 5 (nebo řada* 3) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$	Řada šroubů 3: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	Řada šroubů 4: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	EN1993-1-8:2006 čl. 3.6.1
<i>Smyk dolů</i>	<i>Smyk nahoru</i>									
Řady šroubů 1, 5 a 6 (nebo * řady 1, 3 a 4): $\alpha_b = 1.0$	Řady šroubů 1, 2 a 6 (nebo* řady 1, 2 a 4) $\alpha_b = 1.0$									
Řady šroubů 2 a 4 (nebo řada* 2): $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$	Řady šroubů 3 a 5 (nebo řada* 3) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$									
Řada šroubů 3: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	Řada šroubů 4: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$									

Otlačení šroubů v čelní desce	Pro jednu řadu šroubů (dva šrouby) ve smyku $F_{b,Rd} = 2 \frac{k_1 \alpha_b f_u d t_{fc}}{\gamma_{M2}}$ $k_1 = \min[2.8 \frac{e}{d_0} - 1.7, \quad 2.5]$ <table><tr><td> <i>Smyk dolů:</i> Řady šroubů 2 a 6 (nebo* řady 2 a 4): $\alpha_b = 1.0$ Řada šroubů 1 (nebo řada* 1) $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Pro řady šroubů 3 a 5 (nebo řada* 3) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Řada šroubů 4 $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$</td><td> <i>Smyk nahoru:</i> Řady šroubů 1 a 5 (nebo* řady 1 a 3): $\alpha_b = 1.0$ Řada šroubů 6 (nebo řada* 4) $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Řady šroubů 2 a 4 (nebo řada* 2) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Řada šroubů 3 $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$</td></tr></table> (* Pro čtyři řady šroubů se p_1 se nahradí p.	<i>Smyk dolů:</i> Řady šroubů 2 a 6 (nebo* řady 2 a 4): $\alpha_b = 1.0$ Řada šroubů 1 (nebo řada* 1) $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Pro řady šroubů 3 a 5 (nebo řada* 3) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Řada šroubů 4 $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	<i>Smyk nahoru:</i> Řady šroubů 1 a 5 (nebo* řady 1 a 3): $\alpha_b = 1.0$ Řada šroubů 6 (nebo řada* 4) $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Řady šroubů 2 a 4 (nebo řada* 2) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Řada šroubů 3 $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	EN1993-1-8:2006 čl. 3.6.1
<i>Smyk dolů:</i> Řady šroubů 2 a 6 (nebo* řady 2 a 4): $\alpha_b = 1.0$ Řada šroubů 1 (nebo řada* 1) $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Pro řady šroubů 3 a 5 (nebo řada* 3) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Řada šroubů 4 $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	<i>Smyk nahoru:</i> Řady šroubů 1 a 5 (nebo* řady 1 a 3): $\alpha_b = 1.0$ Řada šroubů 6 (nebo řada* 4) $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Řady šroubů 2 a 4 (nebo řada* 2) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Řada šroubů 3 $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$			
Šrouby ve smyku	Pro jednu řadu šroubů (dva šrouby) ve smyku $F_{b,Rd} = 2 \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$ $\alpha_v = 0,6$ pro šrouby 8.8 a $\alpha_v = 0,5$ pro šrouby 10.9.	EN1993-1-8:2006 čl. 3.6.1		

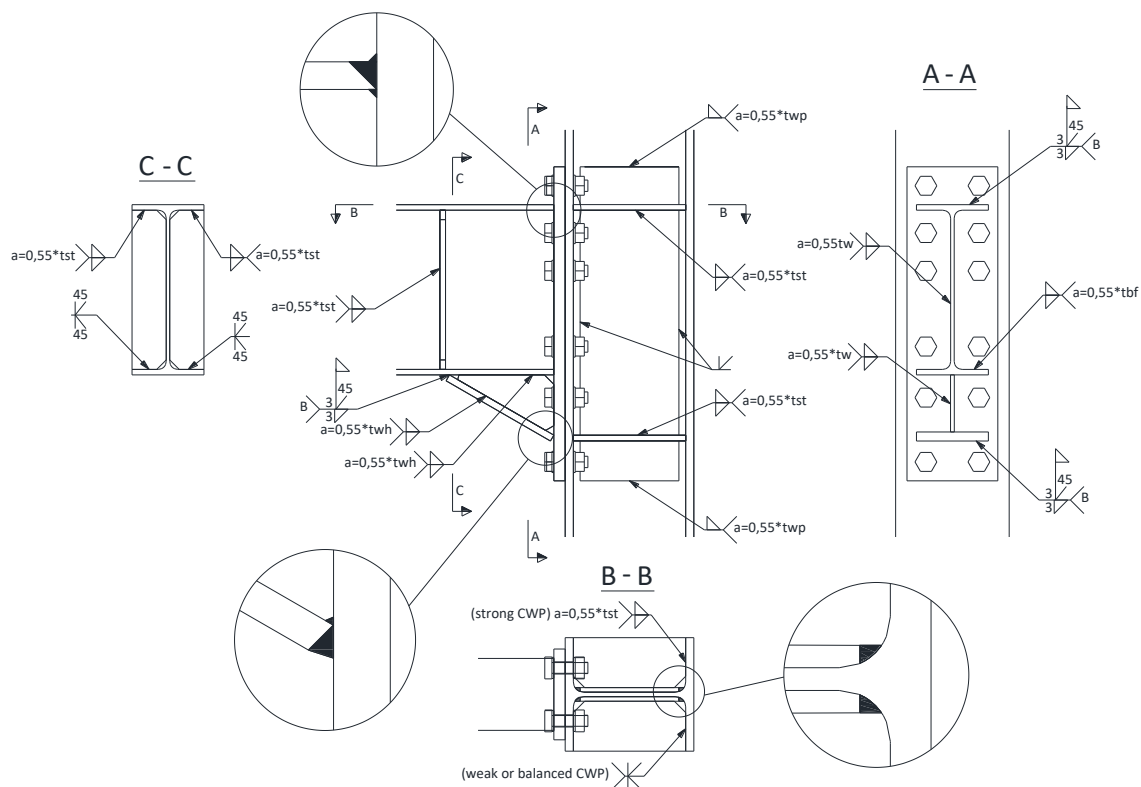
4.3 Přípoj nosníku na sloup čelní deskou s náběhem

4.3.1 Popis styčnicku

Popis přípoje nosníku na sloup s náběhem



Detaily svarů



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.

4.3.2 Meze použití

Tabulka 4.3 Volba geometrie a materiálu

Prvky	Rozsah platnosti
Nosník	Válcované nosníky od IPE330 po IPE600. Průřez první třídy podle EN 1993-1-1:2005. Svařovaný průřez lze použít, pokud je podobný válcovaným nosníkům a navržen s tupými plně provařenými krčnými svary vyztuženými svary koutovými.
Výška	330 do 600 mm.
Poměr rozpětí nosníku mezi platickými klouby ku jeho výšce	Minimum 7.
Tloušťka pásnice	Minimum 11 mm. Maximum 21 mm* (10 % extrapolace výsledků zkoušek).
Materiál	S235 až S355
Sloup	Válcovaný průřez sloupu od HEB260/HEM260 až do HEB550/HEM550. Průřez první třídy podle EN 1993-1-1:2005. Svařovaný průřez lze použít, pokud je podobný válcovaným nosníkům a navržen s tupými plně provařenými krčnými svary vyztuženými koutovými svary.
Výška	260 až 550 mm
Tloušťka pásnice	Minimum 17,5 mm Maximum 40 mm
Materiál	S235 až S355
Výška nosníku/sloupu	0,60 až 2,00 m
Čelní deska	20 až 40 mm
Tloušťka	Minimum 20 mm Maximum 40 mm
Šířka	Minimum šířka pásnice nosníku + 30 mm Maximum šířka pásnice sloupu.
Materiál	S235 až S355.
Příčná výztuha sloupu a nosníku	Podle EN 1993-1-8:2006 a EN 1998-1:2005.
Materiál	S235 až S355.
Příložky	Podle EN 1993-1-8:2006 a EN 1998-1:2005. Lze využít plné plochy příložky na stěně pro zvýšení smykové únosnosti panelu sloupu.
Výška	Nejméně jako výška čelní desky.
Materiál	S235 až S355.
Šrouby	Sestava vysokopevnostního šroubu podle EN 14399-3 (systém HR) a EN 14399-4 (systém HV). Šrouby plně předepnuty podle EN 1090-2.
Velikost	M24 až M36
Třída	8.8 nebo 10.9
Otvory	Podle EN 1993-1-8:2006.
Náběh	Úhel
	Náběh ve sklonu od spodní pásnice nosníku 30° až 45°.
Svary	
Čelní deska	Vyztužené plně provařené svary s vydázkováním.
Výztuhy sloupu	Plně provařené svary s vydázkováním.
Příložky	Plně provařené svary s vydázkováním.
Svary	Koutvé oboustranné svary s tloušťkou větší než 0,55 tloušťky přivařovaných plechů.

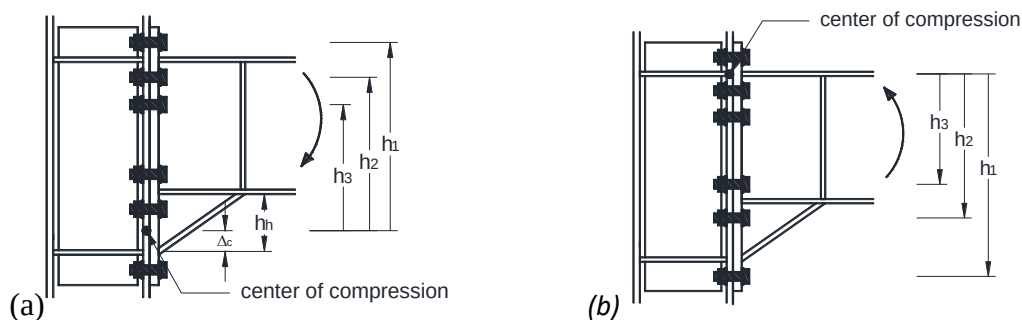
4.3.3 Postup návrhu

Numerické simulace ukázaly, že při namáhání kladným ohybovým momentem je střed tlaku nad pásnicí náběhu ve vzdálenosti Δ_c . Lze předpokládat asi v 50 % výšky náběhu $\Delta_c = 0$, h_h , viz obrázek. Pro záporný moment je asi ve středu horní pásnice. Řady šroubů poblíž středu tlaku přenáší díky poddajnosti čelní desky a vyztužení pásnicí nosníku nezanedbatelné tahové síly.

Při namáhání v obou směrech lze předpokládat, že působí pouze šrouby nad polovinou průřezu nosníku a náběhu.

Panel stěny sloupu ve smyku lze navrhnout na stejnou anebo větší únosnost připojovaného nosníku.

Střed tlaku pro kladné (a) a záporné (b) momenty.



Postup návrhu

Krok 1: Geometrie

- Materiál šroubů, velikost šroubů, počet šroubů
- Tloušťka a velikost čelní desky
- Tloušťka náběhu
- Tloušťka a velikost výztuh sloupu
- Případná tloušťka a velikost příložek na stěnu sloupu
- Návrh svarů

Krok 2: Popis komponent

- Únosnost při namáhání ohybem
- Tuhost při namáhání
- Únosnost při namáhání smykem

Krok 3: Skládání

- Únosnost při namáhání ohybem
- Únosnost při namáhání smykem
- Únosnost panelu sloupu
- Tuhost při namáhání ohybem

Krok 4: Klasifikace

- Únosnost při namáhání ohybem
- Ověření

4.3.4 Volba geometrie a materiálu

Tabulka 4.4 – Výběr geometrie a materiálu

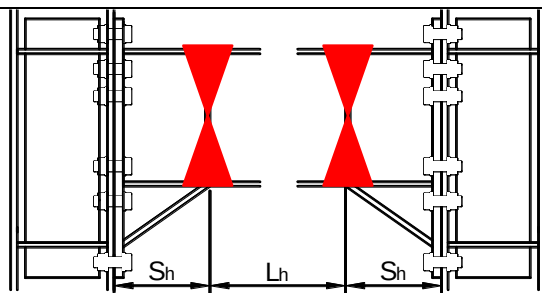
Prvky	Nosník
-------	--------

	Malý ($\approx$ IPE360)	Střední ($\approx$ IPE450)	Velký ($\approx$ IPE600)
Šroub třídy	10.9		
Velikost šroubu	M27	M30	M36
Počet řad šroubů	6	6	6
Čelní deska	<i>Tloušťka:</i> $t_{ep}=d_b$. <i>Rozměry:</i> Šířka by měla být větší než šířka pásnice nosníku (nejméně 30 mm pro umístění svaru) a menší než šířka pásnice sloupu. Přesah by měl být dostatečný pro umístění jedné řady šroubů, při dodržení pravidel uvedených čl. 3.5 v EN 1993-1-8.		
Náběh	Šířka pásnice náběhu stejná jako šířka pásnice nosníku. Tloušťka pásnice náběhu má být větší než γ_{ov} násobek tloušťky pásnice nosníku. Tloušťka stojiny náběhu má být stejná nebo větší než tloušťka stojiny nosníku. Výška náběhu $h_h = 0,4 h_b$ pro náběh ve sklonu $30^\circ \leq \alpha < 40^\circ$; $h_h = 0,5 h_b$ pro náběh ve sklonu $40^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$.		
Příložky	Podle čl. 6.2.6.1 EN1993-1-8:2006 (§). Jinak je třeba přivařit svary do otvorů.		
Výztuhy sloupu	Tabulka 4.3		
Svary			
Poznámka: t_{ep} je tloušťka čelní desky a d_b průměr šroubu.			

4.3.5 Sestavení komponent a ověření únosnosti

Klasifikace	Kritérium			Literatura
Únosnost v ohybu	Přípoj na plnou únosnost: $M_{con,Rd} \geq M_{con,Ed} = \alpha \cdot (M_{b,Rd} + V_{b,Ed} \cdot s_h)$ $\alpha = \gamma_{sh} \cdot \gamma_{ov}$			Equaljoints
Únosnost ve smyku	$V_{con,Rd} \geq V_{b,Ed}$			Equaljoints
Panel stěny sloupu ve smyku	Panel stěny sloupu s plnou únosností: $V_{wp,Rd} \geq V_{wp,Ed}$ $V_{wp,Ed} = \alpha \cdot (M_{b,Rd} + V_{b,Ed} \cdot s_h) / z - V_{c,Ed}$			Equaljoints
Klasifikace tuhosti	Klasifikace	Vyztužené prutové konstrukce	Nevyztužené prutové konstrukce	EN1993-1-8:2006 čl. 5.2.2
	Polotuhé styčníky	$0,5 \leq k_b < 8$	$0,5 \leq k_b < 25$	
	Tuhé styčníky	$k_b \geq 8$	$k_b \geq 25$	
$k_b = S_{j,ini} / (EI_b / L_b)$				

Stanovení ohybové únosnosti v líci sloupu a odpovídající smykové síly.	
--	--



Návrhová ohybová únosnost v lici sloupu, odpovídající místu vzniku plastického kloubu na konci náběhu se stanoví jako:

$$M_{con,Ed} = M_{b,Rd} + V_{b,Ed} \cdot s_h$$

Návrhová smyková únosnost styčnicku $V_{con,Ed}$ se určí na základě předpokladu, že plastické klouby vznikají na obou koncích nosníku:

$$V_{con,Ed} \cong V_{b,Ed} = V_{Ed,M} + V_{Ed,G}$$

kde

$M_{pl,Rd}^* = \gamma_{sh} \cdot \gamma_{ov} \cdot W_{pl,beam} \cdot f_{y,beam}$ je plastický moment v místě plastického kloubu;

$W_{pl,beam}$ je plastický průřezový modul nosníku;

$f_{y,beam}$ je mez kluzu prvku, který plastizuje;

γ_{sh} je součinitel zpevnění materiálu;

γ_{ov} je součinitel zvýšené pevnosti;

$V_{Ed,M}$ je smyková síla od vzniku plastických kloubů;

$V_{Ed,G}$ je smyková síla od gravitačního zatížení v seismické návrhové situaci;

s_h je vzdálenost od líce sloupu po plastický kloub;

L_h je vzdálenost mezi plastickými klouby.

Poznámka: Experimenty ukázaly, že plastický kloub vzniká v určité vzdálenosti od konce náběhu. Nicméně pro zjednodušení se uvažuje, že plastický kloub je na konci náběhu. Přesnější poloha může být použita, je-li třeba.

Ověření průřezu nosníku včetně náběhu

Průřez nosníku včetně náběhu se posuzuje v ohybu podle EN 1993-1-1:2005 v lici sloupu:

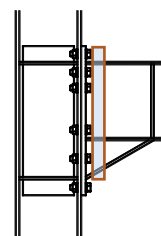
$$\frac{M_{con,Ed}}{M_{bh,Rd}} \leq 1,0$$

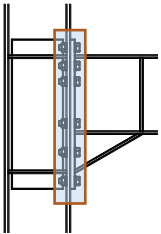
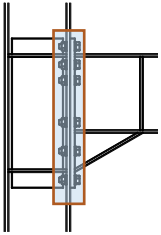
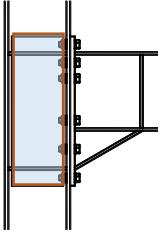
kde

$M_{bh,Rd}$ je plastická ohybová únosnost průřezu složeného z horní pásnice nosníku, pásnice náběhu a stojin nosníku a náběhu se zanedbáním spodní pásnice nosníku, viz čl. 6.2.6.7 EN 1993-1-8:2006;

$M_{con,Ed}$ je maximální ohybový moment v lici sloupu.

Možné navýšení pevnosti materiálu nosníku vzhledem k náběhu se tloušťka pásnice náběhu navýší součinitelem γ_{ov} .



<u>Ověření přípoje čelní deskou v ohybu.</u> Ověření únosnosti přípoje v ohybu pro kladný i záporný moment: $\frac{M_{con,Ed}}{M_{con,Rd}} \leq 1,0$ kde $M_{con,Rd}$ je ohybová únosnost přípoje. Následující komponenty jsou zahrnuty ve výpočtu ohybové únosnosti přípoje: - Pásnice sloupu v ohybu; - Čelní deska v ohybu; - Stěna nosníku v tahu; - Stěna sloupu v tahu; - Stěna sloupu v tlaku. $M_{con,Rd}$ je stanoven podle EN 1993-1-8:2006, s následujícími úpravami: - pro záporný moment se uvažují pouze řady šroubů nad polovinou výšky průřezu nosníku (bez náběhu). - pro kladný moment se uvažují pouze řady šroubů pod polovinou výšky průřezu nosníku a v oblasti náběhu. - pro záporný moment je střed tlaku posunutý směrem nahoru o 50% výšky náběhu ($\Delta_C = 0.5 h_h$, viz obrázek 3.7a); - následující komponenty nejsou uvažovány: panel stěny sloupu ve smyku, pásnice a stojina nosníku (a náběhu) v tlaku.	
<u>Ověření smykové únosnosti přípoje</u> $\frac{V_{b,Ed}}{V_{con,Rd}} \leq 1,0$ kde $V_{con,Rd}$ je smyková únosnost přípoje. Následující komponenty jsou zahrnuty ve výpočtu únosnosti přípoje ve smyku: - Stěna nosníku ve smyku; - Šrouby v otláčení v pásnici sloupu; - Šrouby v otláčení v čelní desce; - Šrouby ve smyku. Mají být uvažovány pouze šrouby, které nejsou využity ve výpočtu únosnosti v ohybu.	
<u>Ověření panelu stěny sloupu</u> Návrhová smyková síla v panelu stěny sloupu se stanoví na základě ohybových momentů a smykových sil působících na panel sloupu. $V_{wp,Ed} = \alpha \cdot (M_{b,Rd} + V_{b,Ed} \cdot s_h) / z - V_{c,Ed}$ kde $V_{wp,Ed}$ je návrhová smyková síla v panelu stěny sloupu; $V_{c,Ed}$ je smyková síla ve sloupu; z je rameno vnitřních sil. Pro silný panel stěny sloupu má být návrhová smyková síla stanovena s ohledem na vznikající plastický kloub v nosníku: $\alpha = \gamma_{sh} \cdot \gamma_{ov}$ Únosnost panelu stěny sloupu se poté ověří podle: $\frac{V_{wp,Ed}}{V_{wp,Rd}} \leq 1,0$ $V_{wp,Rd}$ se stanoví podle EN 1993-1-8:2006. Platí následující omezení:	

- Lze využít plné plochy příločky na stěně pro zvýšení smykové únosnosti panelu sloupu. - Zvýšenou smykovou únosnost $V_{wp,add,Rd}$ od pásnic sloupu a výztuh sloupu lze zanedbat.	
---	--

4.3.6 Popis komponent

Komponenta	Podrobná pravidla	Literatura
Panel stěny sloupu ve smyku	Podle čl. 6.2.6.1 v EN 1993-1-8:2006 - Lze využít plné plochy příločky na stěně pro zvýšení smykové únosnosti panelu sloupu.. - The additional shear resistance $V_{wp,add,Rd}$ due do Sloup flanges a transverse stiffeners may be disregarded.	EN 1993-1-8:2006 6.2.6.1 6.3.2
Pásnice sloupu v ohybu	Podle EN 1993-1-8:2006	EN 1993-1-8:2006 6.2.6.4 6.3.2
Čelní deska v ohybu	Podle EN 1993-1-8:2006	EN 1993-1-8:2006 6.2.6.5 6.3.2
Stěna sloupu v tlaku	Podle EN 1993-1-8:2006	EN 1993-1-8:2006 6.2.6.2 6.3.2
Stěna nosníku v tahu	Podle EN 1993-1-8:2006	EN 1993-1-8:2006 6.2.6.8 6.3.2
Stěna sloupu v tahu	Podle EN 1993-1-8:2006	EN 1993-1-8:2006 čl. 6.2.6.3 čl. 6.3.2
Stěna nosníku ve smyku	Podle EN 1993-1-1:2005	EN 1993-1-1:2005 čl. 6.2.6
Šrouby v otláčení v pásnici sloupu	Podle EN 1993-1-8:2006	EN 1993-1-8:2006 čl. 3.6.1
Šrouby v otláčení v čelní desce	Podle EN 1993-1-8:2006	EN 1993-1-8:2006 čl. 3.6.1
Šrouby ve smyku	Podle EN 1993-1-8:2006	EN 1993-1-8:2006 čl. 3.6.1

4.3.7 Klasifikace tuhosti

Styčníky nosníku na sloupu čelní deskou s náběhem jsou uvažovány jako tuhé, pokud:

- Únosnost panelu stěny sloupu se získá ze vztahu (6.7) v EN 1993-1-8:2006, se zanedbáním přídavné smykové únosnosti pásnic sloupu a výztuh sloupu $V_{wp,add,Rd}$;
- v globální analýze se používá střednicový model;
- Šrouby jsou kategorie E (plně předpjaté) podle EN 1993-1-8:2006.

Podle EN 1993-1-8:2006 lze určit tuhost styčníku a panelu stěny sloupu. Pokročilý model styčníku a panelu stěny sloupu lze použít v globální analýze.

4.3.8 Klasifikace duktility

Přípoj nosníku na sloup čelní deskou s náběhem navržené podle výše uvedených pravidel se považují za vhodné pro použití v konstrukčních soustavách DCH a DCM (ohybově tuhé prutové konstrukce, centricky vytužené ohybově tuhé prutové konstrukce, excentricky vytužené ohybově tuhé prutové konstrukce).

Toto je umožněno za předpokladu, že všechny zkoušené přípoje splňují následující požadavky (ANSI/AISC 341-16):

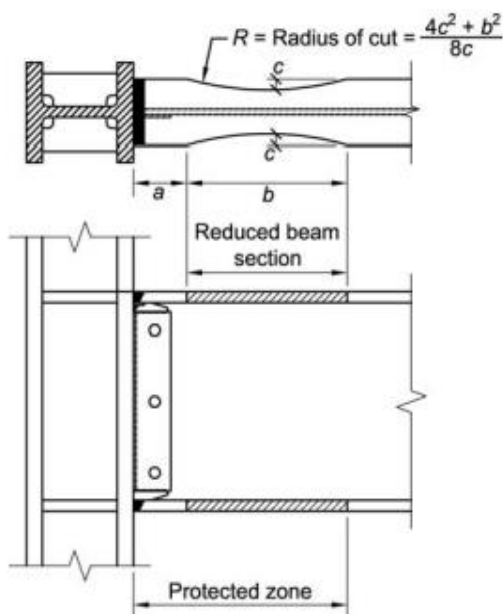
- Minimální natočení přípoje je 0.04 rad.
- Únosnost přípoje získaná na pásnici sloupu se rovná alespoň 0.80Mp přípojovaného nosníku při natočení 0.04 rad.

Uživatel je upozorněn na to, že natočení odpovídající poklesu maximálního momentu o 20% bylo menší 0.04 rad (ale větší než 0.03 rad) pro styčníky s náběhy.

4.4 Svařovaný styčník s oslabeným nosníkem

4.4.1 Geometrie

Popis svařovaného přípoje nosníku s oslabením pásnic na sloup



4.4.2 Postup návrhu

Návrh má splňovat požadavky AISC 341 (Seismic Provisions for Structural Steel Buildings), AISC 358-16 (Prequalified Connections for Seismic Applications) a AISC 360 (Specification for Structural Steel Buildings).

Pro konstrukci má platit:

1. Ověření klopení nosníku

$$b_{bf}/(2t_{fb}) < \lambda_{ps} = 0.3\sqrt{(E/f_y)}$$

2. Ověření klopení sloupu

$$b_{cf}/(2t_{fc}) < \lambda_{ps} = 0.3\sqrt{(E/f_y)}$$

3. Nosník podle AISC 358 čl. 5.3.1

Podle projektu EqualJoints lze výšku nosníků od W36 do W44.

4. Sloup podle AISC 358 čl. 5.3.2

Podle projektu EqualJoints project lze výšku sloupu od W36 do W40.

5. Plastický průřezový modul redukovaného průřezu, AISC 358 čl. 5.8, krok 2,

$$Z_{RBS} = Z_x - 2 c t_{fb} (h_b - t_{fb})$$

kde

Z_{RBS} je plastický průřezový modul redukovaného průřezu

$Z_{pl,x}$ plastický průřezový modul neredukovaného plného průřezu

t_{fb} tloušťka pásnice

h_b výška nosníku

c šířka oslabeného průřezu

6. Působící moment v redukovaném průřezu, AISC 358 čl. 5.8 krok,

$$M_{pr} = M_{RBS} = C_{pr} R_y f_y Z_e$$

kde

C_{pr} je součinitel meze pevnosti ve styčnicku

$$C_{pr} = \frac{f_y + f_u}{2 f_y} \leq 1.2$$

R_y je poměr skutečné a charakteristické meze kluzu f_y

7. Působící smyková síla ve středu oslabení, AISC 358 čl. 5.8 krok 4,

$$V_p = V_{RBS} = 2 M_{pr} / L_h + V_g$$

8. Působící smyková síla ve sloupu

$$V_c = N_b V_e L_b / (N_c h_c)$$

9. Působícího moment v lici sloupu, AISC 358 čl. 5.8 krok 5,

$$M_f = M_{pr} + V_{RBS} S_h + M_g$$

kde

$$M_g = \frac{1}{2} W_{ub} S_h^2$$

10. Momentová únosnost sloupu, AISC 358 čl. 5.8 krok 6,

$$M_{pe} = R_y f_y Z_{bx}$$

11. Ověření ohybové únosnosti $\Phi_d M_{pe}$, AISC 358 čl. 5.8 krok 7

$$M_f < \Phi_d M_{pe}$$

12. Ověření osových sil ve sloupu

$$\begin{aligned} P_b &\leq \Phi f_y w_{tw} (5k + l_b) \\ &\leq \Phi 0,8 t_w^2 [1 + 3 (l_b / d) (t_w / t_f)^{1,5}] (E f_{yw} t_f / t_w)^{1/2} \\ &\leq \Phi 6,25 f_{yf} t_f^2 \end{aligned}$$

kde

$$P_b = M_f b_{fb} t_{fb} / Z_x$$

13. Ověření interakce (AISC 341 čl. 9.6)

$$\Sigma M_{pc}^* / \Sigma M_{pb}^* > 1,0$$

kde

ΣM_{pc}^* je součet ohybových momentů nad a pod styčnickem

$$= \Sigma [Z_c (f_{yc} - P_{uc} / A_g) + V_c d_b / 2]$$

ΣM_{pb}^* součet ohybových momentů v průřezu os sloupů a nosníků

$$= N_b M_{RBS} + \Sigma M_v$$

ΣM_v je momentový přírůstek od zvýšení smyku vlivem tvorby plastického kloubu ve vzdálenosti od osy sloupu

$$= (V_{RBS} + V'_{RBS}) (a + b / 2 + d_c / 2)$$

14. Ověření panelu stěny sloupu ve smyku (AISC341 kap. 9.3)

$$0,75 P_c > P_r$$

$$\phi_v R_n > \Sigma M_f / (d_b - t_{fb}) - V_c$$

15. Požadovaná tloušťka příložek

$$R_u \leq \phi R_{ncol} + \phi R_{ndp}$$

$$t_{dp} \geq (R_u - \phi R_{ncol}) / (0,6 f_y d_c)$$

16. Ověření tloušťky stěny sloupu a příložek

$$t \geq (d_z + w_z) / 90$$

17. Ověření nutnosti příložek (AISC 358, krok 10)

$$t_{fc} \geq 0,4 [1,8 b_b f_t b_f (F_{yb} R_{yb}) / (F_{yc} R_{yc})] 0,5$$

$$t_{fc} \geq b_{fb} / 6 \text{ nebo } 12$$

18. Návrh tloušťky příložek

Ověření 1: $t_s \geq 0,5 t_{bf}$

Ověření 2: $P_b \leq \phi R_{ncol} + \phi R_{ncp}$

$$t_s \geq (P_b - \phi R_{ncol}) / (0,9 f_y b_{bf})$$

5. LITERATURA

- [1] EN 1993-1-8:2006, Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků, Český normalizační institut, Praha, 2006.
- [2] Předem kvalifikované styčníky pro ocelové konstrukce vystavené zemětřesení, 1. vydání, 2019.

Upozornění

Tento software umožňuje uživateli přístup k databázi předem kvalifikovaných styčníků pro ocelové konstrukce a vypočítá jejich únosnost podle specifikací uvedených v EN 1993-1-8:2006 a v projektu EQUALJOINTS.

Uživateli softwaru není poskytována žádná záruka. Uživatel souhlasí s tím, že poskytne náhradu škody a vypořádá veškeré nároky a jakékoli přímé a/nebo nepřímé ztráty nebo škody, které vyplývají z nesprávného použití a/nebo použití učiněného pro nedostatečný nebo nevhodný účel.

Copyright

Institute for Sustainability and Innovation in Structural Engineering (ISISE)

Department of Civil Engineering, University of Coimbra

VAROVÁNÍ

Tento program je chráněn autorským zákonem. Neoprávněné rozmnožování nebo šíření tohoto programu nebo jeho částí může mít za následek občanskoprávní a trestněprávní sankce.