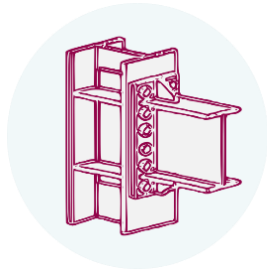




EQUALJOINTS PLUS

Valorisatie van kennis voor Europese gepre kwalificeerde
STAALVERBINDINGEN





Equaljoints Plus

Valorisatie van kennis voor Europese
geprekwalificeerde staalverbindingen

APP HANDLEIDING

Version 1.0.0 (25)

16/01/2019

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE	iii
1. EQUALJOINTS	1
1.1 Betreffende.....	1
1.2 Verspreiding.....	2
1.2.1 Mobiele app	2
1.2.2 YouTube kanaal.....	2
1.2.3 Databank	2
2. OVER ECCS	4
2.1 Doelstellingen	4
2.2 Lidmaatschap	4
2.3 STAAL CONSTRUCTIE: Ontwerp & Onderzoek	4
2.4 Technische richtlijnen voor het gebruik van de Eurocodes	5
3. GEBRUIK VAN DE APPLICATIE.....	6
3.1 Toepassingsgebied	6
3.2 Configuraties.....	7
3.3 Catalogus en leveranciers	8
3.4 Voorbeelden en rapporten – Rekenmachine	10
3.4.1 Inleiding.....	10
3.4.2 Verbindingen	11
4. TECHNISCHE ACHTERGROND	14
4.1 Onverstijfde ligger-kolomverbindingen met een kopplaat	14
4.1.1 Beschrijving van de verbinding.....	14
4.1.2 Lijst met grenswaarden voor geprekwalificeerde gegevens.....	15
4.1.3 Ontwerpprocedure	15
4.1.4 Initiële keuze van de verbindingsgeometrie en -materiaal	16
4.1.5 Samenstellingsprocedure en controle van de weerstanden.....	17
4.1.6 Beschrijving van de componenten (verbinding op buiging)	17
4.1.7 Componentenstijfheden (verbinding op buiging).....	24
4.1.8 Componentenweerstand (verbinding op afschuiving).....	25
4.2 Verstijfde ligger-kolomverbindingen met kopplaat.....	27
4.2.1 Beschrijving van de verbinding.....	27
4.2.2 Lijst van de grenswaarden voor geprekwalificeerde data	28
4.2.3 Ontwerpprocedure	28
4.2.4 Initiële keuze van de verbindingsgeometrie en -materialen	29

4.2.5	Samenstellingsprocedure en weerstandcontroles	30
4.2.6	Beschrijving van de componenten (verbinding op buiging)	30
4.2.7	Componentenstijfheden (verbinding op buiging).....	37
4.2.8	Componentenweerstand (verbinding op afschuiving).....	38
4.3	Verbindingen met een knie	39
4.3.1	Beschrijving van de verbinding.....	39
4.3.2	Lijst met grenswaarden voor geprekwalificeerde data	40
4.3.3	Ontwerpprocedure	41
4.3.4	Initiële keuze van de verbingsgeometrie en -materialen	43
4.3.5	Samenstellingprocedure en weerstandscontroles	43
4.3.6	Beschrijving van het component	46
4.3.7	Stijfheidclassificatie.....	47
4.3.8	Taatheidclassificatie	47
4.4	Dog bone verbindingen.....	48
4.4.1	Beschrijving van de verbinding.....	48
4.4.2	Ontwerpprocedure	48
5.	REFERENTIES	50

1. EQUALJOINTS

1.1 Betreffende

Dit project beoogt de valorisatie en de verspreiding van de resultaten van het onlangs voltooide RFCS-project EQUALJOINTS, waar seismische prekwalificatie van stalen verbindingen is ontwikkeld.

Om het potentieel van de Europese prekwalificatie-kaarten ten volle te benutten, zullen ontwerpgerichte documenten (richtlijnen, handboek, hulpmiddelen en ontwerpvoorbeelden) in 12 verschillende talen worden geproduceerd en verspreid onder de partners van de staalbouwsectoren, waaronder alle academische instellingen, ingenieurs en bouwbedrijven. Er zal een softwareprogramma en een app voor mobiele telefoons worden ontwikkeld om de niet-lineair elastische reactie van verbindingen te voorspellen. Bovendien zullen in heel Europa en in de VS workshops en seminars worden georganiseerd om het materiaal te presenteren en de kennis te delen.

De organisaties die deelnamen aan het EQUALJOINTS Plus project waren:

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)

Zikova 1903/4, 166 36 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 Architektura 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

1.2 Verspreiding

1.2.1 Mobiele app

Een gebruiksvriendelijke mobiele app, met de implementatie van het rekenalgoritme in operationele systemen Android en iOS, die een uitbreiding biedt van de EQUALJOINTS tools voor snelle en betrouwbare berekening en verificatie van de seismische respons van stalen verbindingen.

Deze app zal ook toegang geven tot de experimentele database ontwikkeld in het EQUALJOINTS project.

1.2.2 YouTube kanaal

Er werd een YouTube-kanaal gecreëerd om de video's van de laboratoriumproeven en simulaties ter beschikking te stellen om de evolutie van het schadepatroon te tonen. Vind alle video's [hier](#).

1.2.3 Databank

Om toegang te krijgen tot de databank van EQUALJOINTS klik [hier](#) en voer uw logingegevens in.

2. OVER ECCS

2.1 Doelstellingen

De [European Convention for Constructional Steelwork \(ECCS\)](#) is een internationale federatie van nationale staalverenigingen opgericht in 1955.

Het doel van ECCS is het gebruik van staalconstructie in de bouwsector te bevorderen door de ontwikkeling van normen en promotie-informatie. Het helpt ook om beleidsmakers te beïnvloeden via het beheer van werkcomités, publicaties, conferenties en door actieve vertegenwoordiging in Europese en internationale comités die zich bezighouden met normalisatie, onderzoek en ontwikkeling en onderwijs.

ECCS brengt alle belanghebbenden van de staalbouwsector bij elkaar: Staalproducenten, staalfabrikanten, staalhandelaren, leveranciers van de bouwsector, ontwerpers (architecten en ingenieurs) en de academische en R&D-wereld via een internationaal netwerk van vertegenwoordigers van de bouwsector, staalproducenten en technische centra. Het hoofdkantoor is gevestigd in Brussel, België.

2.2 Lidmaatschap

ECCS heeft de volgende categorieën van lidmaatschap:

- Gewone leden, bestaande uit Europese nationale verenigingen die actief zijn op het gebied van de staalbouw;
- Internationale leden, bestaande uit niet-Europese nationale verenigingen of andere niet-Europese organisaties die actief zijn op het gebied van de staalbouw;
- Ondersteunende leden, bestaande uit internationale verenigingen die grondstoffenleveranciers of andere organisaties vertegenwoordigen die betrokken zijn bij of verband houden met het gebruik van constructiestaal en aanverwante bouwmaterialen;
- Geassocieerde leden, bestaande uit Europese organisaties die optreden als technische instellingen of onafhankelijke promotieorganisaties met belangen in de bouwsector en de toepassing ervan op de bouwmarkt;
- Individuele leden, bestaande uit iedereen die geïnteresseerd is in onderwerpen met betrekking tot staalbouw en in het ondersteunen van de doelstellingen van de vereniging;

Individuele lidmaatschap staat wereldwijd open voor alle architecten, ingenieurs of iedereen die geïnteresseerd is in staalbouwonderwerpen en in het ondersteunen van de doelstellingen van het ECCS. Individuele leden maken deel uit van een groot internationaal netwerk en profiteren van diverse diensten.

Individueel lidmaatschap staat wereldwijd open voor alle architecten, ingenieurs of iedereen die geïnteresseerd is in de doelstellingen van de staalbouw en in het ondersteunen van de ECCS-doelstellingen. Meer informatie vindt u op www.steelconstruct.com.

Opmerking: Als u zich wilt abonneren op de ECCS-nieuwsbrief, klikt u op [hier](#).

2.3 STEEL CONSTRUCTION: Ontwerp & Onderzoek

Het tijdschrift "[Steel Construction, Design and Research](#)" is het officiële tijdschrift van ECCS en verschijnt elk kwartaal in samenwerking met Ernst & Sohn (een Wiley-bedrijf).

Steel Construction brengt alle verschillende aspecten van de staalbouw samen in één tijdschrift. In het belang van "bouwen zonder uitputting", combineert het vakkundig staal met andere vormen van constructie met behulp van beton, glas, kabels en membranen tot geïntegreerde staalconstructiesystemen. Dit tijdschrift richt zich tot alle constructieve ingenieurs, architecten en andere professionals die werkzaam zijn op het gebied van staalbouw, of ze nu actief zijn in onderzoek of praktijk.

2.4 Technische richtlijnen voor het gebruik van de Eurocodes

ECCS publiceert richtlijnen voor het gebruik van de constructieve Eurocodes. De ECCS Eurocode Ontwerphandleidingen bieden gedetailleerde informatie over de toepassing van de verschillende onderdelen van de Eurocodes 3 (Staalconstructies), 4 (Staal-betonconstructies) en 8 (Seismisch ontwerp van staal- en betonconstructies) in een ontwerpgeoriënteerde aanpak met talrijke ontwerpvoorbeelden.

De volgende ECCS Eurocode Ontwerphandleidingen zijn beschikbaar of in voorbereiding:

- Ontwerp van staalconstructies - Eurocode 3, deel 1-1 - 2e editie,
- Ontwerp van staalconstructies - UK Edition;
- Brandontwerp van staalconstructies - Eurocode 1, deel 1.2 en Eurocode 3, deel 1.2 - 2e editie,
- Ontwerp van geplaatste structuren - Eurocode 3, deel 1-5
- Het ontwerp van op vermoeiing belaste staalconstructies - Eurocode 3, deel 1-9 en deel 1-10,
- Ontwerp van koudgeformde staalconstructies - Eurocode 3, deel 1-3,
- Ontwerp van verbindingen in staal- en in staal-betonconstructies - Eurocode 3, deel 1.8 en Eurocode 4, deel 1-1,
- Ontwerp van verbindingen in staalconstructies - UK Edition
- Ontwerp van staal-betonconstructies, Eurocode 4, deel 1-1,
- Brandontwerp van staal-betonconstructies, Eurocode 4, deel 1.2,
- Ontwerp van staalconstructies voor gebouwen in seismische gebieden, Eurocode 8, deel 1.

ECCS publiceert ook uitgebreide achtergrondinformatie over alle aspecten die relevant zijn voor de staalbouw. Dit alles is eenvoudig terug te vinden in de [ECCS Online Bookstore](#).

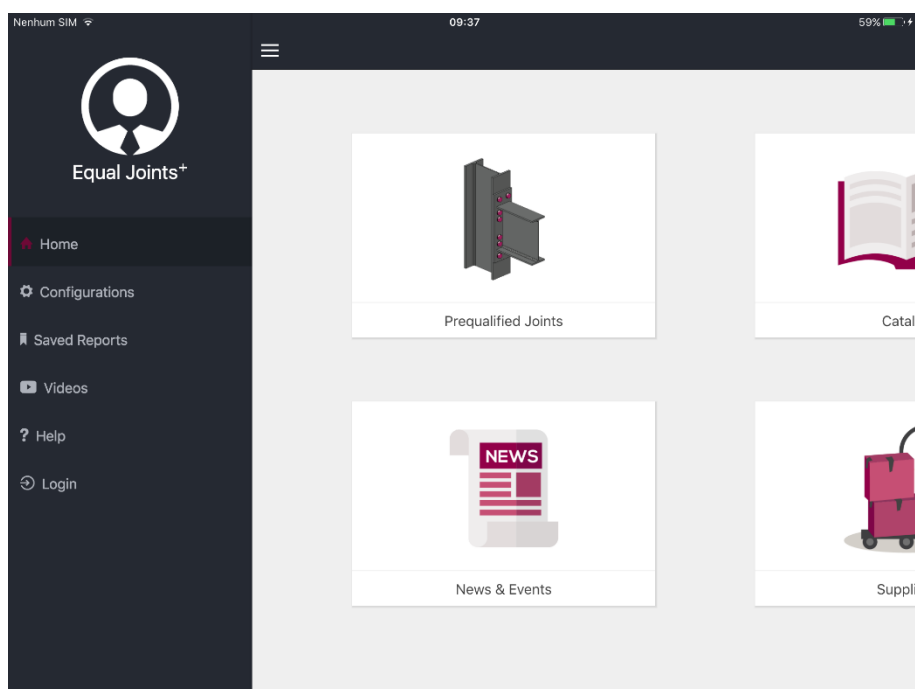
3. GEBRUIK VAN DE APPLICATIE

3.1 Toepassingsgebied

EQUALJOINTS calculator biedt een databank van seismisch gepre kwalificeerde stalen verbindingen en berekent ook de weerstand van balk-kolomverbindingen volgens EC3-1-8 [1].

De volgende verificaties worden in aanmerking genomen:

- Momentweerstand
- Buigstijfheid
- Afschuifweerstand
- Taaiheid



De databank van staalproducten en de respectievelijke leveranciers wordt beschreven in **Paragraaf 3.3**.

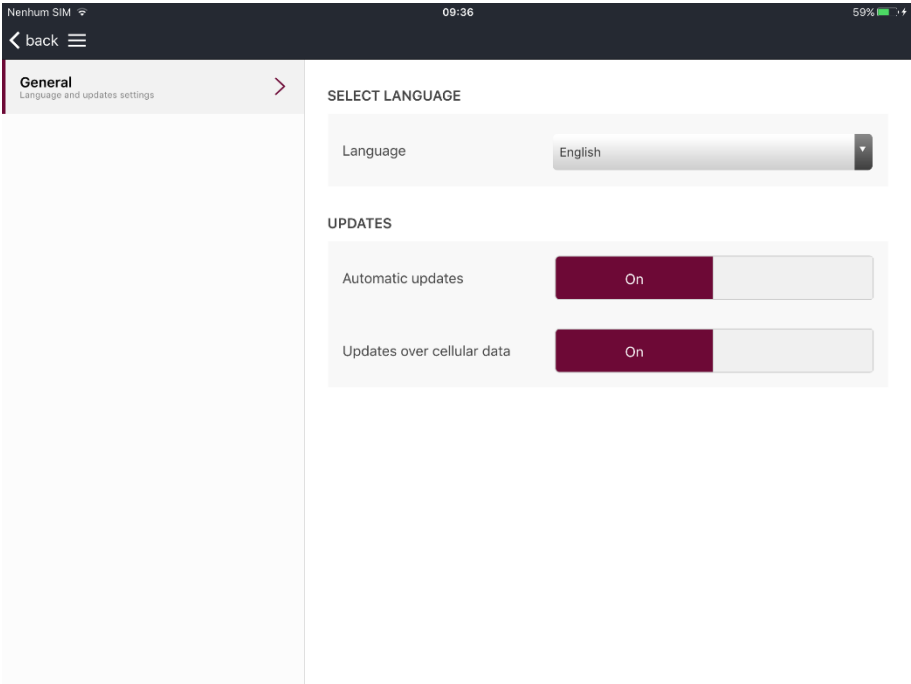
Voorbeelden en instructies voor het gebruik van de applicatie voor het berekenen van de weerstand worden gegeven in **Paragraaf 3.3**. Een beschrijving van de technische achtergrond wordt gegeven in **Paragraaf 4**. De Ontwerphandleiding voor Seismische gepre kwalificeerde stalen verbindingen [2] geeft een gedetailleerde beschrijving van de procedures. De **EQUALJOINTS calculator** dekt geboute, verlengde en verstijfde en onverstijfde kopplaatverbindingen, geboute knieverbindingen (verbindingen met een vouw) en gelaste dog bone-verbindingen. De applicatie is gratis.

In de paragraaf Configuraties, zie **Paragraaf 3.2**, kan de gebruiker de belangrijkste standaardwaarden wijzigen voor meer geschikte waarden.

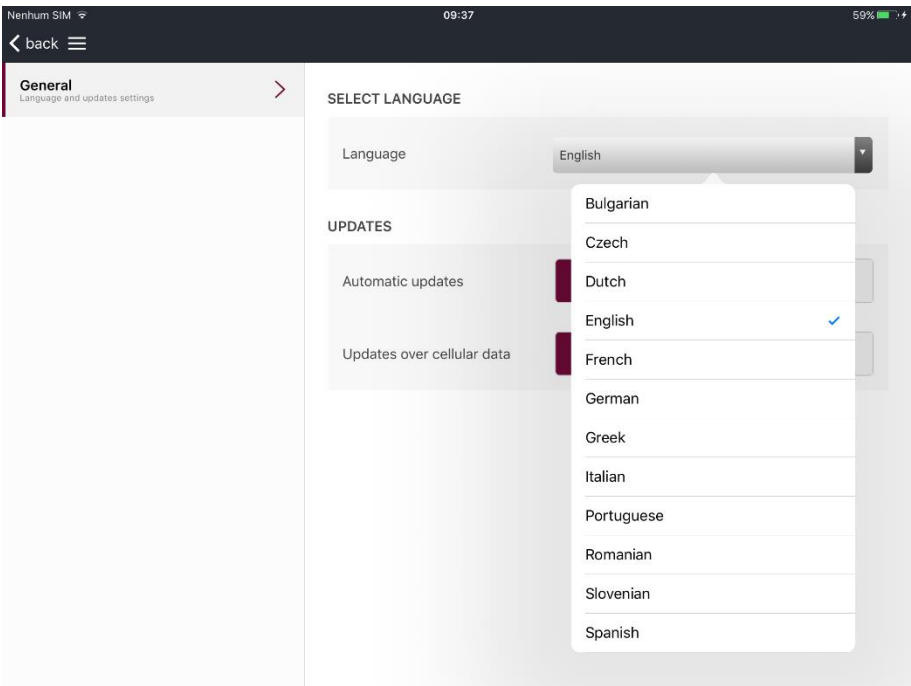
Voor suggesties en/of opmerkingen over de applicatie, klik [hier](#).

3.2 Configuraties

Algemeen



Taal

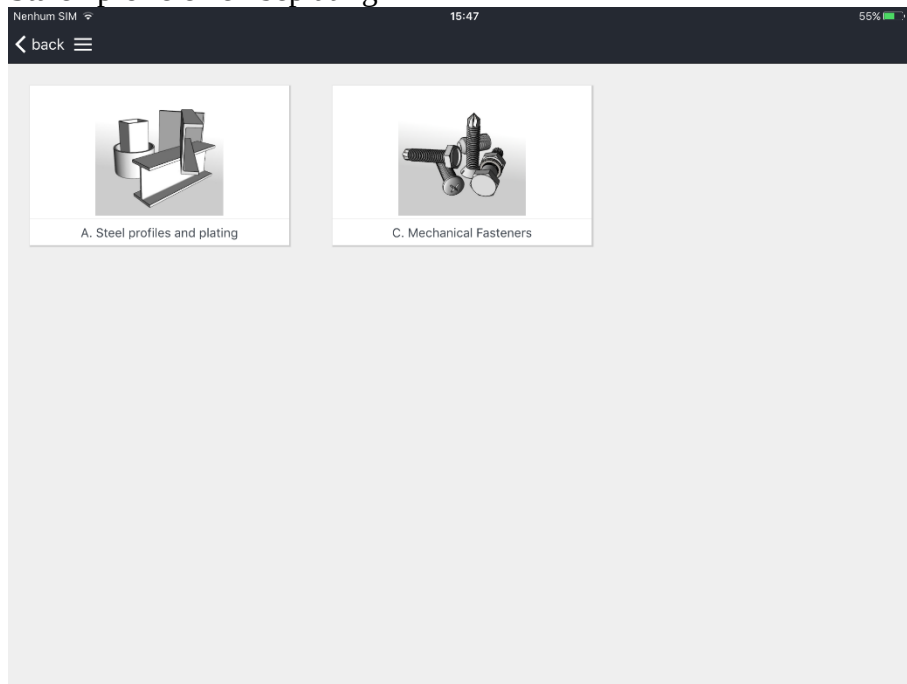


3.3 Catalogus en leveranciers

De catalogus is georganiseerd in verschillende categorieën en subcategorieën, totdat aan het gewenste item is voldaan. In het geval dat het item wordt gepresenteerd in de "Calculator" sectie van de applicatie - bijv. I secties - maakt de betreffende layout automatisch de berekening mogelijk.

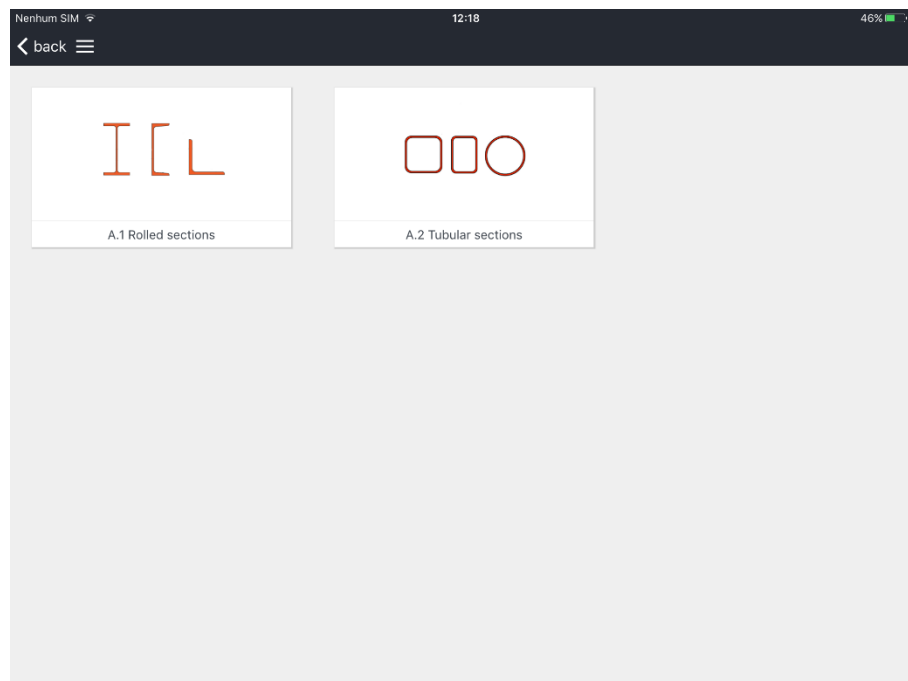
De stappen voor het verkrijgen van informatie over de secties van categorie I worden hieronder geïllustreerd.

A. Stalen profielen en beplating

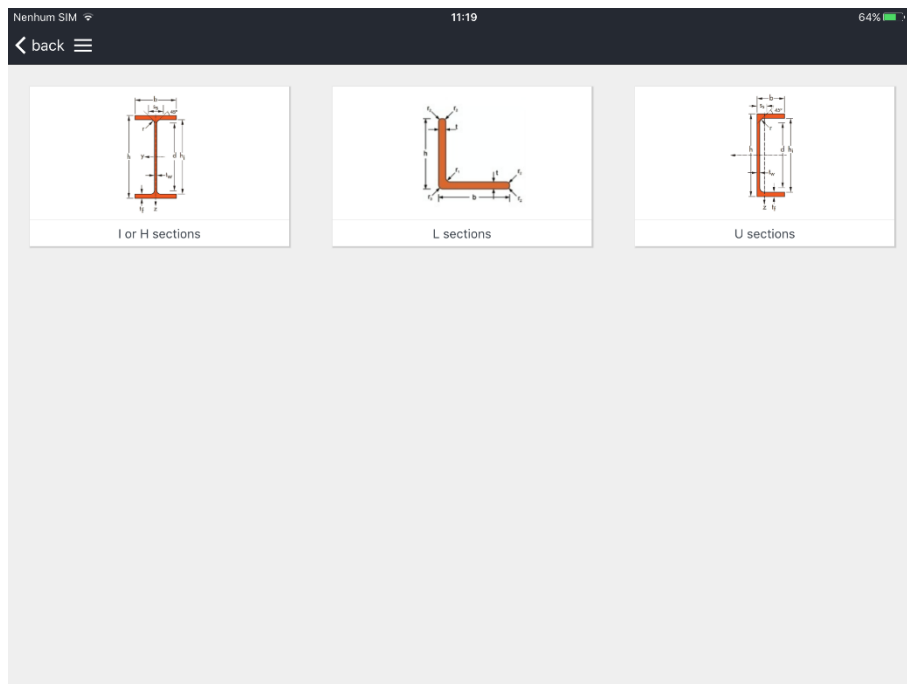


B.

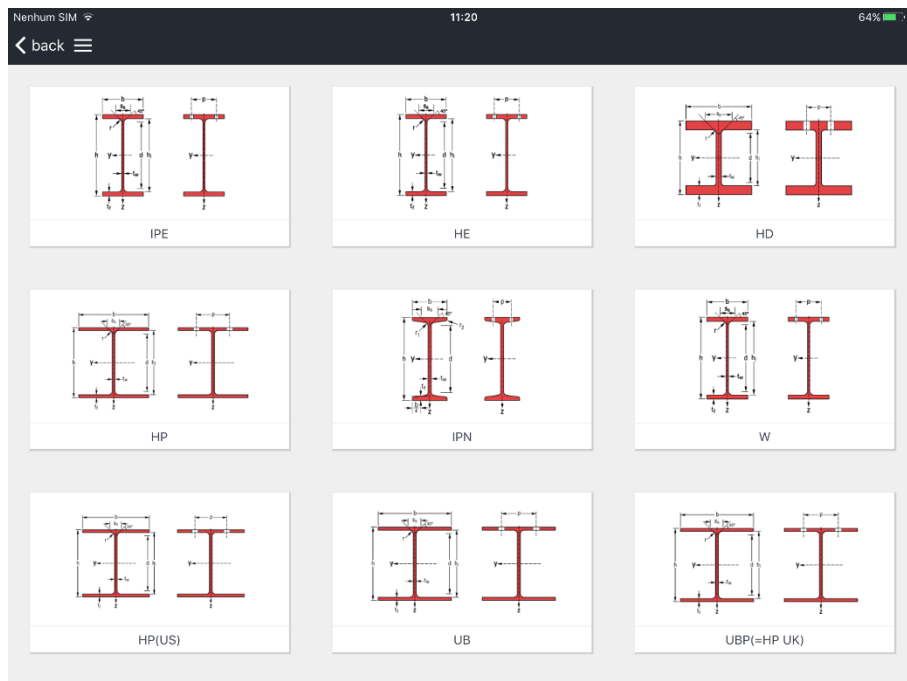
A.1 Gewalste profielen



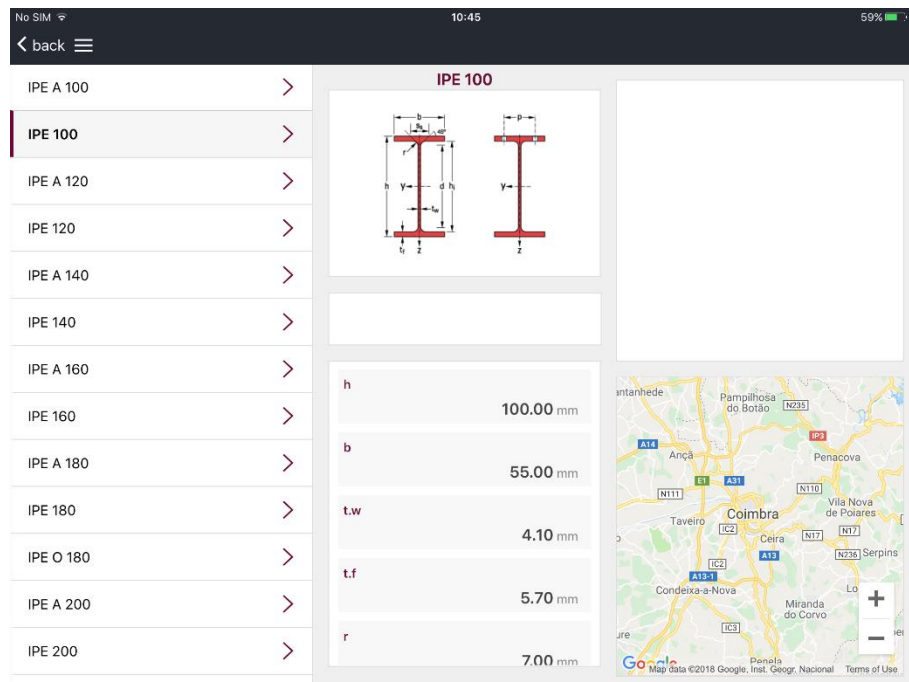
I of H-profielen



IPE-profielen



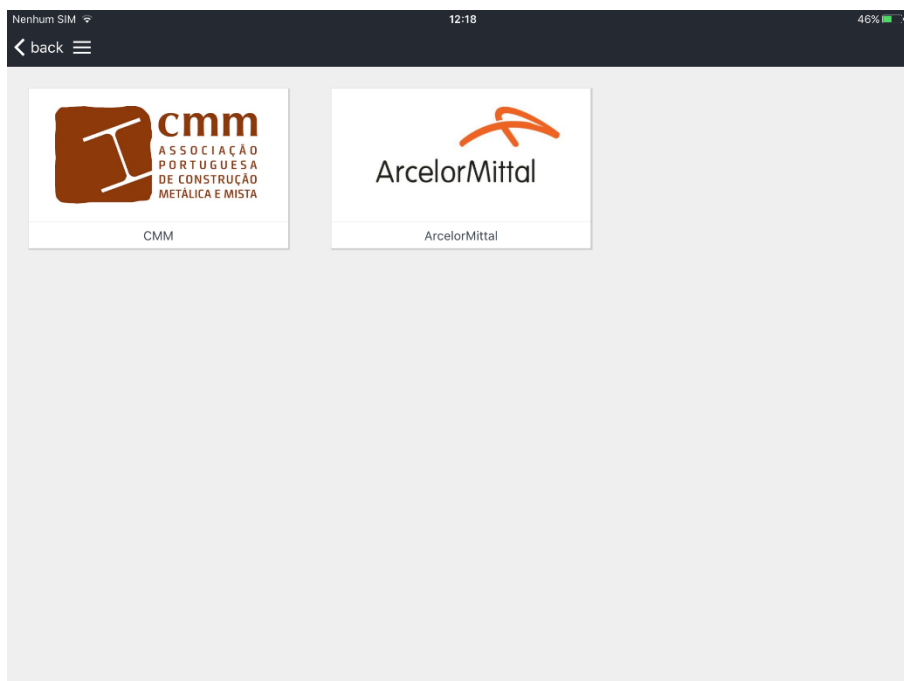
IPE100



(To be updated)

In het itemvenster wordt de informatie van de leveranciers die een dergelijk product leveren automatisch doorgestuurd naar de rubriek "Leveranciers".

De rubriek "Leveranciers" geeft informatie over de leveranciers en de bijbehorende vertegenwoordigers van de producten.



3.4 Voorbeelden en rapporten – Rekenmachine

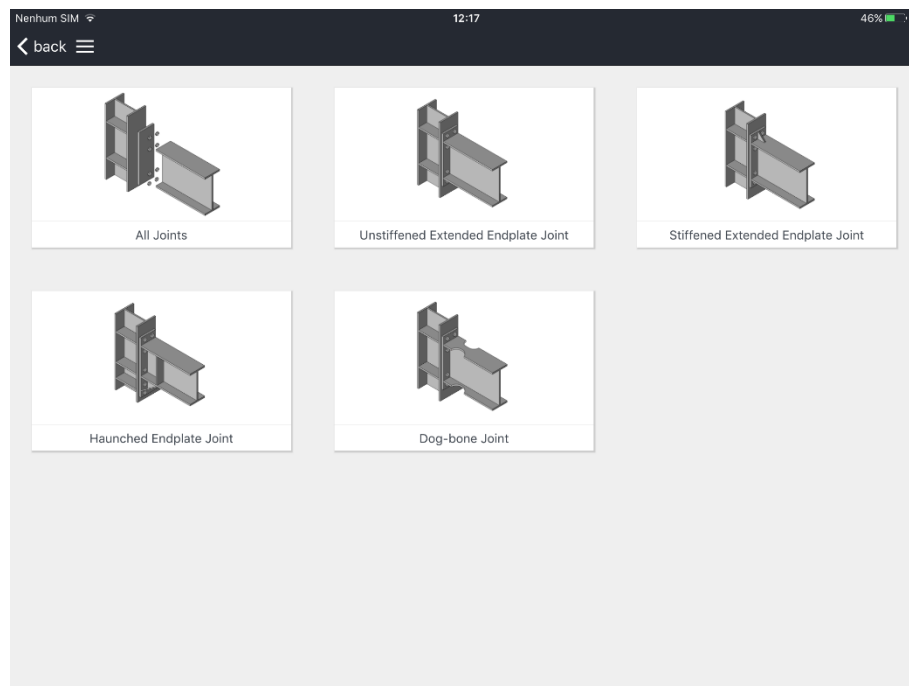
3.4.1 Inleiding

3 belangrijke stappen zijn nodig om weerstandsresultaten te verkrijgen:

- Selecteer de doorsnede;
- Selecteer de configuratie van het knooppunt;
- Selecteer de staalkwaliteit voor elk lid;
- De resultaten worden verkregen in de resultatensectie. Er wordt automatisch een berekeningsrapport gegenereerd dat per e-mail kan worden verzonden of lokaal kan worden opgeslagen.

3.4.2 Verbindingen

Interface



Rekenmachine

Nenhum SIM 12:17 46%

< back

Calculate

SELECT BEAM

SELECT COLUMN

HE

HE 240 M

HE 260 A

HE 260 AA

HE 260 B

HE 260 M

HE 280 A

HE 280 AA

HE 280 B*

HE 280 M

HE 300 A

HE 300 AA

IPE 360 - HE 280 B
with solutions

MAP

BEAM PROPERTIES
IPE 360

Designation

G 56.00 kg/m

Dimensions

h 360.00 mm

b 170.00 mm

tw 8.00 mm

COLUMN PROPERTIES
HE 280 B

BEAM PARAMETERS

Length [m] 1

Steel Grade S235

Quality JR

Fabrication Procedure Hot Rolled

COLUMN PARAMETERS

Length [m] 1

Steel Grade S235

Quality JR

Resultaten

Nenhum SIM11:3363%

< back

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

	Specimen name	Design criteria	$M_{b,Rd}[kNm]$	$M_{con,Rd}[kNm]$	$M_{j,Rd}[kNm]$	$S_{pl,jd}[kNm/rad]$
☐	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

(To be updated)

Vergelijk van de resultaten

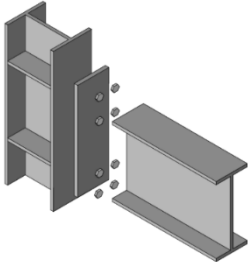
Nenhum SIM11:3063%

< back

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

	Specimen name	Design criteria	$M_{b,Rd}[kNm]$	$M_{con,Rd}[kNm]$	$M_{j,Rd}[kNm]$	$S_{pl,jd}[kNm/rad]$
☒	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

JOINT GEOMETRY



DESIGN PROPERTIES

	E1-TB-E	E1-TB-P	ES1-TS-E	ES1-TS-F
Design criteria	Equal	Partial	Equal	Full
$M_{b,Rd}$	629.84	621.84	565.10	594.65
$M_{d,con,Rd}$	514.63	627.60	448.82	468.53
$M_{j,Rd}$	413.53	449.27	516.61	574.19
$S_{pl,jd}$	94558.43	91732.64	95731.94	93389.26
$M_{con,Rd}/M_{b,Rd}$	0.82	1.01	0.79	0.79
$V_{ap,Rd}$	1289.96	1360.16	1211.72	1346.50
$V_{ap,Rd}/F_{t,Rd}$	0.94	0.75	0.97	0.97
K_{ψ}	5.86	11.85	7.76	10.00
$V_{con,Rd}$	1417.31	1686.80	1777.98	1218.86
$V_{con,Rd}/V_{b,Rd}$	1.33	1.45	2.14	1.73

Full Report

(To be updated)

Selectie van het rapport

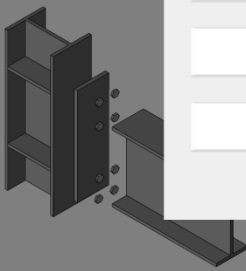
Nenhum SIM 11:30 63%

< back

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

Specimen name	Design criteria	$M_{Ed}[kNm]$	$M_{con,Ed}[kNm]$	$M_{j,Ed}[kNm]$	$S_{j,Ed}[kNm/rad]$
☒ E1-TB-E					94558.43
☒ E1-TB-P					91732.64
☒ ES1-TS-E					95731.94
☒ ES1-TS-F					93389.26
☐ EH1-TS-35-F					92437.87

JOINT GEOMETRY



Select report

Close

E1-TB-E

E1-TB-P

ES1-TS-E

ES1-TS-F

K_E	5.86	11.85	2.76
$V_{con,Rd}$	1417.31	1686.80	1777.98
$V_{con,Rd}/V_{Ed,Rd}$	1.33	1.45	2.14

Full Report

Volledig rapport

Carrier 2:37 PM 100%

Done E1-TB-P

Full report - Unstiffened extended end-plate beam-to-column joint

GENERAL DATA

Design Criteria
Partial strength

Joint Typology
Unstiffened extended end-plate joint: E1-TB-P

Description of joint configuration
Beam: IPE 360
Column: HEB 280
Bolt: M30, 10.9
End-plate [mm]: 280x590x15
Stiffeners thickness [mm]: 15
Flange weld size [mm]: 5
Web weld size [mm]: 7
Steel grade: S355

PREQUALIFICATION CHECK

Beam
Depth
 h_b [mm]: 450 ≤ 600 OK
Span-to-depth ratio
 L_b [mm]: 8000
 L_b/h_b [mm]: 10 ≤ 17.8 ≤ 23 OK
Flange thickness
 t_b [mm]: 14.6 mm ≤ 19 OK
Material
 f_y [MPa]: 235 ≤ 355 ≤ 355 OK

Column
Depth
 h_c [mm]: 340 ≤ 550 OK
Beam/column depth
 h_b/h_c [mm]: 1.3 ≤ 1.32 (limits not available yet)
Flange thickness
 t_b [mm]: 21.5 mm ≤ 29 OK
Material
 f_y [MPa]: 235 ≤ 355 ≤ 355 OK

End-plate
Thickness
 t_e [mm]: 18 ≤ 18 ≤ 25
 t_e [mm]: 1/2 d_b ≤ 18 ≤ 2/3 d_b
 t_e [mm]: 18 ≤ 21.5

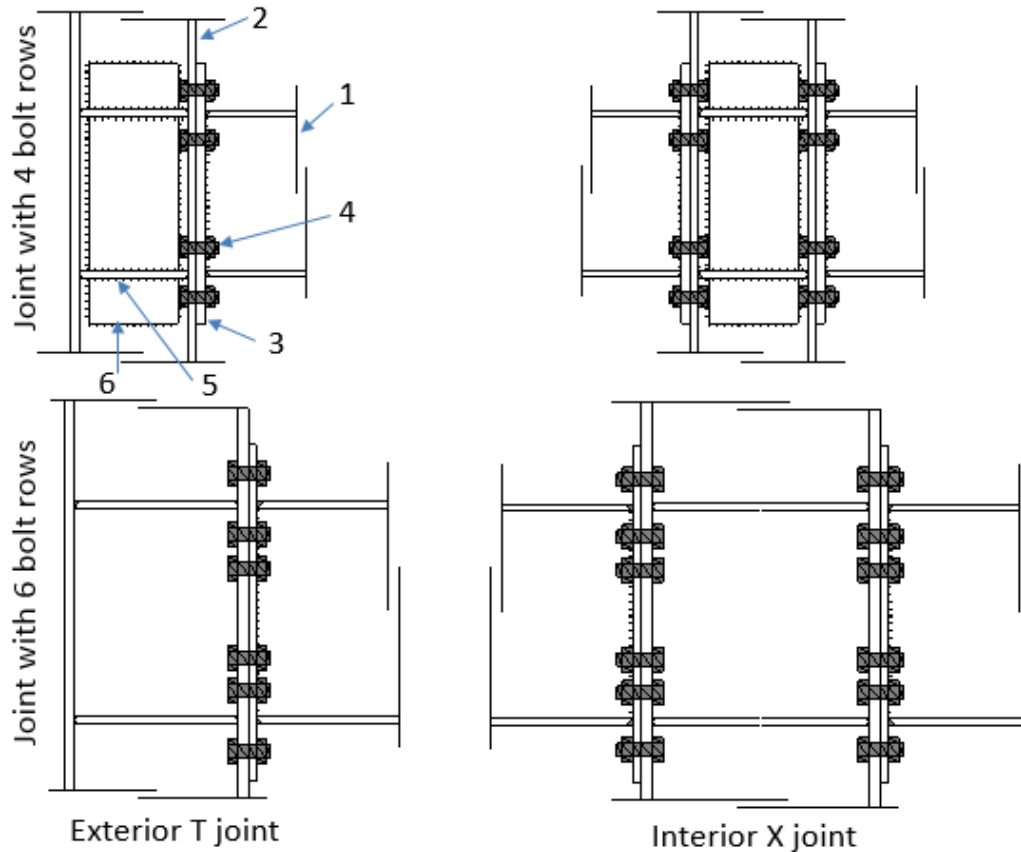
1 / 18

4. TECHNISCHE ACHTERGROND

4.1 Onverstijfde ligger-kolomverbindingen met een kopplaat

4.1.1 Beschrijving van de verbinding

Beschrijving van onverstijfde, uitstekende kopplaatverbindingen



1: ligger

2: kolom

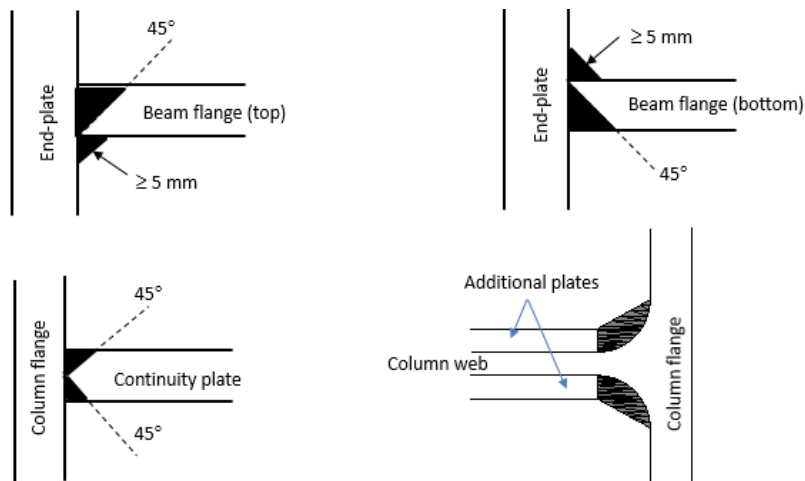
3: kopplaat

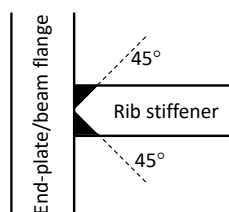
4: bouten

5: verstijvingsplaten

6: lijfplaten (opdikplaten)

Details van een stompe las met volledige doorlassing





4.1.2 Lijst met grenswaarden voor geprekwalificeerde gegevens

Tabel 4.1 – Grenswaarden voor geprekwalificeerde gegevens

Elementen	Parameters	Toepassingsgebied
<i>Ligger</i>	Hoogte	Maximum = 600mm
	Overspanning-hoogteverhouding	Maximum = 23, Minimum = 10
	Flensdikte	Maximum = 19mm
	Materiaal	Van S235 tot S355
<i>Kolom</i>	Hoogte	Maximum = 550mm
	Flensdikte	Maximum = 31mm
	Materiaal	Van S235 t/m S355
<i>Ligger/kolomhoogte</i>		
<i>Kopplaat</i>	Dikte	18-25mm
	Materiaal	Van S235 t/m S355
<i>Verstijvingsplaten</i>	Dikte	Groter of gelijk aan de dikte van de verbonden liggerflens
	Materiaal	Van S235 tot S355
<i>Lijfplaten</i>	Dikte	Tabel 4.2
	Materiaal	Van S235 tot S355
<i>Bouten</i>		HV of HR
	Diameter	Tabel 4.2
	Staalsoort	10.9
	Aantal boutrijen	Tabel 4.2
	Volgring	
<i>Lassen</i>	Gatdiameter	
	Kopplaat aan liggerflenzen	Stompe las met volledige doorlassing en tegenlas
	Verstijvingsplaten tussen de kolomflenzen	Stompe las met volledige doorlassing
	Lijfplaten aan de kolomflenzen	Stompe las met volledige doorlassing
	Overige lassen	Hoeklassen met keeldoorsnede groter dan 0.55 keer de dikte van de aangesloten platen.

4.1.3 Ontwerpprocedure

De drie belangrijkste ontwerpstappen van de componentenmethode zijn achtereenvolgens gericht op:

- Beschrijving van de componenten
- Montageprocedure
- Classificatie verbindingen en ontwerpcontrole

Globale procedure

Stap 1: Initiële keuze van de verbingsgeometrie en -materiaal

- Boutkwaliteit, boutafmeting en aantal bout rijen
- Dikte en afmetingen van de kopplaat
- Dikte en afmetingen van de verstijvingsplaten
- Dikte en afmetingen van de lijfplaten (indien van toepassing)
- De lasspecificatie

Stap 2: Beschrijving van de componenten

- Weerstand van component (verbinding op buiging)
- Stijfheden component (verbinding op buiging)
- Weerstand van component (verbinding op afschuiving)

Stap 3: Samenstellingsprocedures

- Momentweerstand verbinding
- Rotatiestijfheid verbinding
- Weerstand verbinding op afschuiving
- Taaiheid van de verbinding

Stap 4: Classificatie van de verbinding en ontwerpcontrole

- Buigweerstand
- Rotatiestijfheid
- Afschuifweerstand
- Taaiheid controleren

4.1.4 Initiële keuze van de verbingsgeometrie en -materiaal

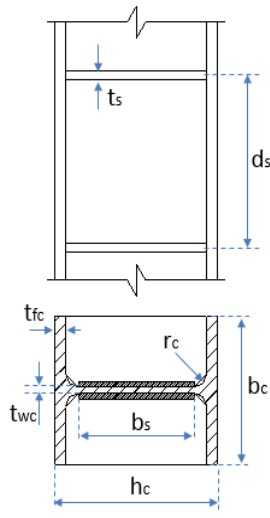
Tabel 4.2 – Initiële keuze van de verbingsgeometrie en -materiaal

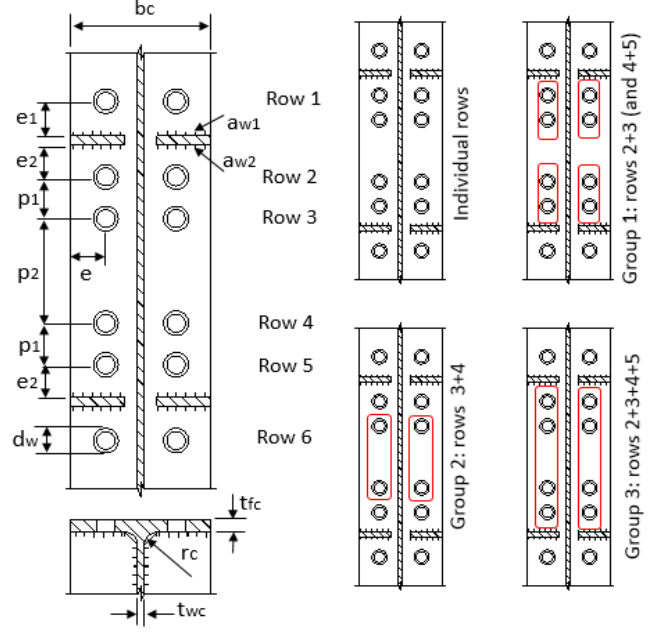
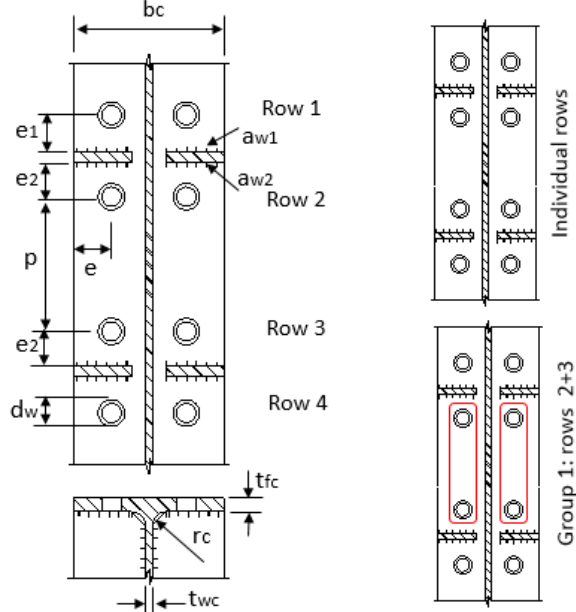
Tabel 4.1 Initiele keuze van de verbindingsgesametrie en materiaal			
Te verbinden elementen	Liggerafmetingen		
	Klein ($\approx$ IPE360)	Middel ($\approx$ IPE450)	Groot ($\approx$ IPE600)
Boutkwaliteit	10.9		
Boutafmeting	M27	M30	M36
Aantal boutrijen	4	4	6
Kopplaat	<i>Dikte:</i> $t_{ep}=(1/2\div 2/3)d_b$ voor onvolledig sterke verbinding; $t_{ep}=(2/3\div 5/6)d_b$ voor verbinding met gelijke sterkte; maar niet minder dan de dikte van de kolomflenzen. <i>Afmetingen:</i> De breedte dient gelijk te zijn aan die van de kolomflens. Het uitstekende deel is zodanig dat een boutrij kan worden geplaatst conform de eis in EC3-1-8 (§3.5).		
Verstijvingsplaten	Bij HEB-kolommen en IPE-liggers zijn de lijfplaten alleen beschouwd als er een sterk lijf is vereist. De dikte en de afmetingen van de lijfplaten zijn conform de geven regels in EC3-1.8 (§ 6.2.6.1).		
Lijfplaten	Tabel 4.1		
Lasdetails			
Opmerking: t_{ep} is de dikte van de kopplaat en d_b is de nominale diameter van de bout.			

4.1.5 Samenstellingsprocedure en controle van de weerstanden

Classificatie type	Criterion	Referenties									
Buigweer-stand	$M_{con,Rd} < M_{con,Ed}$: onvolledig sterke verbinding $M_{con,Rd} \approx M_{con,Ed}$: verbinding met gelijke sterkte $M_{con,Rd} > M_{con,Ed}$: volledig-sterke verbinding $V_{wp,Rd} < \min[F_{con,Rd}, F_{fbc,Rd}]$: zwak afschuif(lijf)paneel $V_{wp,Rd} \approx \min[F_{con,Rd}, F_{fbc,Rd}]$: afschuifpaneel met gelijke sterkte $V_{wp,Rd} > \min[F_{con,Rd}, F_{fbc,Rd}]$: sterk afschuif(lijf)paneel met: $F_{con,Rd} = \sum F_{Rd,ri}$ (I = 1 tot 5 voor verbindingen met 6 boutrijen en i= 1 tot 3 voor verbindingen met 4 boutrijen), is de dwarskracht in de verbinding t.g.v. de boutrijen op trek. $F_{fbc,Rd}$ is de weerstand van de liggerflenzen en het lijf op druk.	Equaljoints									
Rotatieklassificatie	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Classificatie</th> <th>Geschoord raamwerk</th> <th>Ongeschoord raamwerk</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Semi-stijve verbindingen</td> <td>$0.5 \leq k_b < 8$</td> <td>$0.5 \leq k_b < 25$</td> </tr> <tr> <td>Stijve verbindingen</td> <td>$k_b \geq 8$</td> <td>$k_b \geq 25$</td> </tr> </tbody> </table> $k_b = S_j / (EI_b / L_b)$	Classificatie	Geschoord raamwerk	Ongeschoord raamwerk	Semi-stijve verbindingen	$0.5 \leq k_b < 8$	$0.5 \leq k_b < 25$	Stijve verbindingen	$k_b \geq 8$	$k_b \geq 25$	EC3-1-8 5.2.2
Classificatie	Geschoord raamwerk	Ongeschoord raamwerk									
Semi-stijve verbindingen	$0.5 \leq k_b < 8$	$0.5 \leq k_b < 25$									
Stijve verbindingen	$k_b \geq 8$	$k_b \geq 25$									
Afschuifweer-stand	$V_{con,Rd} < V_{b,Rd}$: gedeeltelijke afschuifweerstand $V_{con,Rd} \approx V_{b,Rd}$: gelijke afschuifweerstand $V_{con,Rd} > V_{b,Rd}$: volledige afschuifweerstand										
Taatheidclas-sificatie	$\beta_{max} \leq 1.0$: taaiteitsgraad 1 $\beta_{max} > 1.0$ en $\eta_{max} \leq 0.95$: taaiteitsgraad 2 Met: $\beta_{max} > \max[\beta_{r1}, \beta_{r2}]$; $\eta_{max} > \max[\eta_{r1}, \eta_{r2}]$	Equaljoints									

4.1.6 Beschrijving van de componenten (verbinding op buiging)

Component	Gedetailleerd regels	Referenties
Kolomlijf op afschuiving	$V_{wp,Rd} = \frac{0.9 A_{vc} f_{y,wc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} + \frac{4 (0.25 t_{fc}^2 f_{y,fc}) (b_c - t_{wc} - 2r_c)}{d_s}$  - Afschuifpaneel kolom met verstijvingsplaten, maar zonder lijfplaten: $A_{vc} = A_c - 2b_c t_{fc} + (t_{wc} + 2r_c) t_{fc}$ - Afschuifpaneel kolom met verstijvingsplaten en lijfplaten: $A_{vc} = A_c - 2b_c t_{fc} + (t_{wc} + 2r_c) t_{fc} + t_{wc} b_s$	EC3-1-8 6.2.6.1

Liggerdoorsnede op buiging	$M_{b,Rd} = W_{b,p} f_{y,b}$ $W_{b,p}$ is het plastische weerstandsmoment. $f_{y,b}$ is de vloeisterkte van de ligger.	
Kolomflens op buiging	 Situaties met 6 boutrijen  Situaties met 4 boutrijen Voor elke boutrij of groep van boutrijen wordt de weerstand met de volgende formule bepaald: $F_{cfb,Rd} = \min[F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}] \text{ met}$ $F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w) M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	EC3-1-8 6.2.6.4

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

Waarin:

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

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

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

$n = \min[e, 1.25m]$, bij cirkelvormige patronen kan $n=\infty$ worden gebruikt.

$e_w = 0.25d_w$ (met d_w de diameter van de volgring)

Effectieve lengtes

❖ Verbinding met 6 boutrijen

Boutrij 1:

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

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

Boutrij 2 (of rij 5):

Individuele rij:

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

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

Eerste rij van groep 1 of groep 3

$$l_{eff,1} = \min[\pi m + p_1, 0.5p_1 + \alpha m - (2m + 0.625e)]$$

$$l_{eff,2} = 0.5p_1 + \alpha m - (2m + 0.625e)$$

Boutrij 3 (of rij 4):

Individueel:

$$l_{eff,1} = \min[2\pi m, 4m + 1, 25e]$$

$$l_{eff,2} = 4m + 1, 25e$$

Laatste rij van groep 1:

$$l_{eff,1} = \min[\pi m + p_1, 2m + 0.625e + 0.5p_1]$$

$$l_{eff,2} = 2m + 0.625e + 0.5p_1$$

Een rij van groep 2:

$$l_{eff,1} = \min[\pi m + p_2, 0.5p_2 + 0.5\alpha m]$$

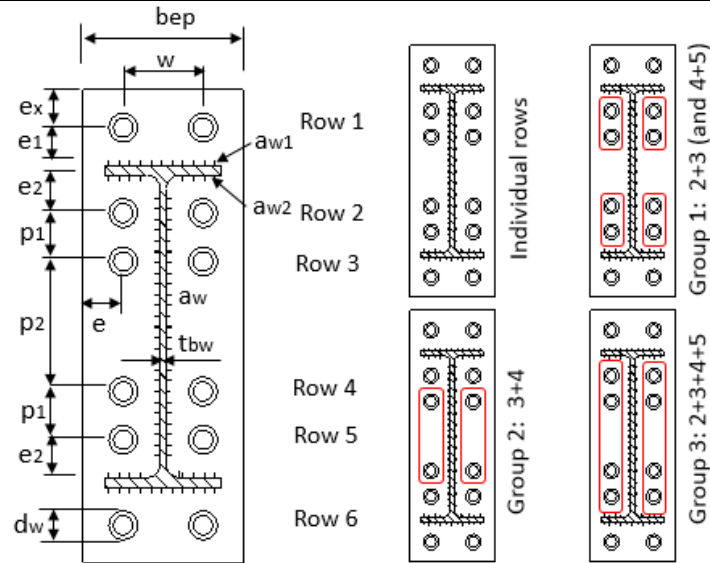
$$l_{eff,2} = 0.5p_2 + 0.5\alpha m$$

Tussenrij van een groep 3:

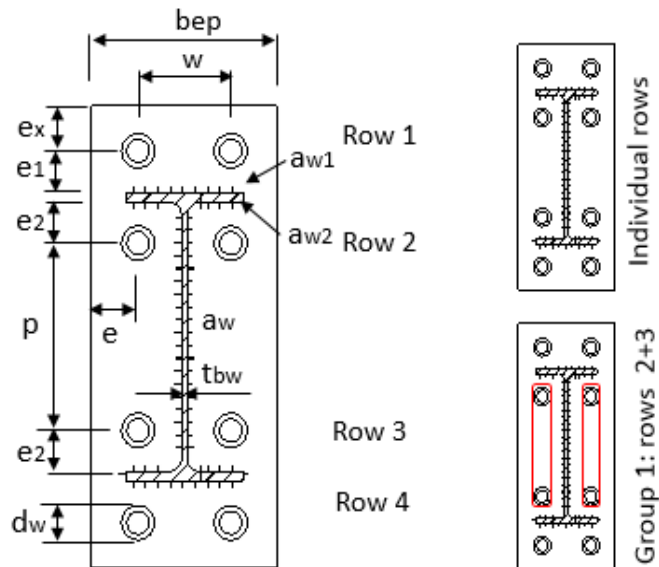
$$l_{eff,1} = p_1 + p_2$$

$$l_{eff,2} = 0.5(p_1 + p_2)$$

	α is gegeven in figuur 6.11 van EC3-1-8, afhankelijk van: $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ Waarin: $m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2} \text{ voor boutrij 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2} \text{ voor boutrij 2 of 5}$ ❖ Verbinding met 4 boutrijen <u>Boutrij 1:</u> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <u>Boutrij 2:</u> <i>Individueel:</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <i>Een rij van de groep 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>Boutrij 3: hetzelfde met boutrij 2</u> α is gegeven in figuur 6.11 van EN-1993-1-8, afhankelijk van: $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ waarin: $m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2} \text{ for bolt row 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2} \text{ voor boutrij 2 of 3}$	
--	---	--



Situaties met 6 boutrijen



Situaties met 4 boutrijen

Voor elke boutrij van een groep boutrijen wordt de weerstand volgens de volgende formule bepaald:

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

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

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

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

$$\begin{cases} m = 0,5(b_{ep} - 2e - t_{bw} - 1,6a_w\sqrt{2}) \\ n = \min[e, 1,25m] \end{cases} \text{ voor boutrijen tussen de liggerflenzen}$$

	$\begin{cases} m = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2} \\ n = \min[e_x, 1.25m] \end{cases} \text{ voor boutrijen buiten de liggerflenzen}$ (met cirkelpatronen kan $n=\infty$ worden gebruikt). $e_w = 0.25d_w$ <i>Effectieve lengtes</i> ❖ <i>Verbinding met 6 boutrijen</i> <u>Boutrij 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>Boutrij 2 (of rij 5):</u> <i>Individuele rij:</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <i>Eerst rij van groep 1 (rijen 2+3 of 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>Boutrij 3 (of rij 4):</u> <i>Individuele rij:</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, 4m + 1.25e]$ $l_{eff,2} = 4m + 1.25e$ <i>Laatste rij van groep 1 (rijen 2+3 of 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>Eerste rij (of laatste rij) van groep 2 (rijen 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>Tussen rijen van een groep 3 (rijen 2+3+4+5):</i> $l_{eff,1} = p_1 + p_2$ $l_{eff,2} = 0.5(p_1 + p_2)$ α is gegeven in figuur 6.11 van EN-1993-1-8, afhankelijk van: $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$	
--	--	--

	waarin: $m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2} \text{ voor boutrij 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2} \text{ voor boutrij 2 of 5}$ ❖ <i>Verbinding met 4 boutrijen</i> <u>Boutrij 1:</u> $l_{eff,1} = \min \left\{ 2\pi m, \pi m + w, \pi m + 2e \right. \\ \left. 4m + 1.25e_x, e + 2m + 0.625e_x, 0.5b_{ep}, 0.5w + 2m + 0.625e_x \right.$ $l_{eff,2} = \min[4m + 1.25e_x, e + 2m + 0.625e_x, 0.5b_{ep}, 0.5w + 2m + 0.625e_x]$ <u>Boutrij 2:</u> <i>Individuele rij:</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <i>Een rij van de groep 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>Boutrij 3: gelijk aan boutrij 2:</u> α is gegeven in figuur 6.11 van EC3-1-8, afhankelijk van: $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ $m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2} \text{ voor boutrij 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2} \text{ voor boutrij 2 of 3}$	
Liggerflenzen en –lijf op druk	$F_{fb,c,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb})$ waarin: • h de hoogte van de aangesloten ligger; • $M_{c,Rd}$ de momentweerstand van de liggerdoorsnede, eventueel gereduceerd i.v.m. dwarskracht, zie EN 1993-1-1. • t_{fb} flensdikte van de aangesloten ligger.	EC3-1-8 6.2.6.7
Kolomlijf en verstijvingsschotten op druk	De weerstand van het kolomlijf en verstijvingsschotten moet berekend zijn met: $F_{wcc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,cf} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} + \frac{A_{cp} f_{y,cp}}{\gamma_{M0}}$ waarin: $b_{eff,c,cf} = t_{fb} + \sqrt{2}(a_{w1} + a_{w2}) + 5(t_{fc} + r_c) + 2t_{ep}$ A_{cp} het oppervlak van de verstijvingsschotten (aan beide zijden); De reductiefactor k_{wc} verdisconteert de normaalspanning in het kolomlijf,	EC3-1-8 6.2.6.2

	gegeven in 6.2.6.2(2) van EC3-1-8; De reductiefactor ω is gegeven in Tabel 6.3 van EC3-1-8; <i>Opmerking:</i> de reductie t.g.v. knikken van het kolomlijf en de verstijvingsschotten onder druk is verwaarloosd. De geometrie (de slankheid) van de verstijvingsschotten om aan deze eis te voldoen wordt getoond in Tabel 4.3.1.	
Liggerlijf op trek	$F_{wbt,Rd} = b_{eff,wb} t_{wb} f_{y,wb} / \gamma_{M0}$ De effectieve breedte $b_{eff,t,wb}$ van het liggerlijf op trek dient gelijk te worden genomen aan de effectieve lengte van het equivalente T-stuk dat de kopplaat representeert op buiging voor een individuele boutrij of boutgroep.	EC3-1-8 6.2.6.8
Kolomlijf op trek	$F_{wct,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}$ De effectieve breedte $b_{eff,t,wc}$ van de kolomflens op trek dient gelijk te worden genomen aan de effectieve lengte van het T-stuk dat de kolomflens representeert op buiging voor een individuele boutrij of boutgroep. De reductiefactor ω is gegeven in Tabel 6.3 van EC3-1-8.	EC3-1-8 6.2.6.3
Bouten op trek	De weerstand van een boutrij (twee bouten) op trek wordt gegeven met: $F_{bt,Rd} = 2 \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$ waarin: • f_{ub} de treksterkte van de bout; • A_s de spanningsdoorsnede van de bout.	EC3-1-8 3.6.1

4.1.7 Componentenstijfheden (verbinding op buiging)

Component	Gedetailleerde regels	Referenties
Kolomlijf op afschuiving	$k_1 = \frac{0,38 A_{vc}}{\beta z}$ De transformatieparameter β is gegeven in Tabel 5.4 van EC3-1-8. De arm z van de verbinding is gegeven in EC-1-8, 6.3.3.1.	EC3-1-8 6.3.2
Kolomflens op buiging	Voor een enkele boutrij op trek: $k_4 = \frac{0,9 b_{eff,cf} t_{fc}^3}{m^3}$ De effectieve breedte b_{eff} is de kleinste effectieve lengte van de boutrij (individueel of als deel van een groep boutrijen).	EC3-1-8 6.3.2
Kopplaat-verbindingen	Voor een enkele boutrij op trek: $k_5 = \frac{0,9 b_{eff,ep} t_{ep}^3}{m^3}$ De effectieve breedte b_{eff} is de kleinste effectieve lengte van de boutrij (individueel of als deel van een groep boutrijen)	EC3-1-8 6.3.2

Kolomlijf op trek	Voor een enkele boutrij op trek: $k_3 = \frac{0.7b_{eff,wc}t_{wc}}{d_c}$ De effectieve breedte b_{eff} is de kleinste effectieve lengte van de boutrij (individueel of als deel van een groep boutrijen) van de component kolomflens op buiging.	EC3-1-8 6.3.2
Bouten op trek	Voor een enkele boutrij op trek: $k_{t0} = 1.6A_s / L_b$	EC3-1-8 6.3.2

4.1.8 Componentenweerstand (verbinding op afschuiving)

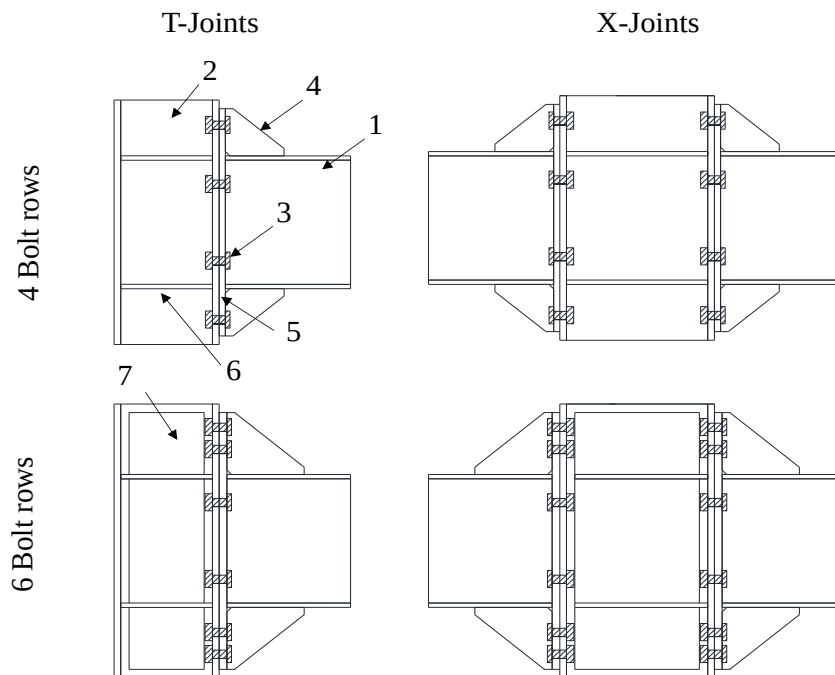
Component	Gedetailleerd regels	Referenties				
Liggerlijf op afschuiving	$V_{b,RD} = \chi_w A_{vb} f_{y,b} / \sqrt{3} \gamma_{M1}$ waarin: $A_{vb} = A_b - 2b_b t_{fb} + (t_{wb} + 2r_b) t_{fb}$ $\chi_w = 0.83 / \bar{\lambda}_w \text{ if } \bar{\lambda}_w \geq 0.83 ;$ $\chi_w = 1.0 \text{ if } \bar{\lambda}_w < 0.83$ met $\bar{\lambda}_w = 0.3467(h_{wb} / t_{wb}) \sqrt{f_{y,b} / E}$	EC3-1-5 5.3				
Kolomflens op stuik	Voor een enkele boutrij (twee bouten) op afschuiving: $F_{b,Rd} = 2 \frac{k_1 \alpha_b f_u d t_{fc}}{\gamma_{M2}}$ waarin: $k_1 = \min[2.8 \frac{e}{d_0} - 1.7, \quad 2.5]$ α_b afhankelijk van de richting van de schuifkracht en de positie van de boutrij: <table> <tr> <th>Neerwaartse schuifkracht</th> <th>Opwaartse schuifkracht</th> </tr> <tr> <td> Boutrij 1, 5 en 6 (of (*) rijen 1, 3 en 4): $\alpha_b = 1.0$ Boutenrijen 2 en 4 (of(*): rij 2): $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 3: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$ </td> <td> Boutrijen 1, 2 en 6 (of(*) rijen 1, 2 en 4) $\alpha_b = 1.0$ Boutrijen 3 en 5 (of(*) rij 3) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 4: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$ </td> </tr> </table> (*): gebruikt voor de verbinding met 4 boutrijen (p₁ dient te worden vervangen door p)	Neerwaartse schuifkracht	Opwaartse schuifkracht	Boutrij 1, 5 en 6 (of (*) rijen 1, 3 en 4): $\alpha_b = 1.0$ Boutenrijen 2 en 4 (of(*): rij 2): $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 3: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	Boutrijen 1, 2 en 6 (of(*) rijen 1, 2 en 4) $\alpha_b = 1.0$ Boutrijen 3 en 5 (of(*) rij 3) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 4: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	EC3-1-8 3.6.1
Neerwaartse schuifkracht	Opwaartse schuifkracht					
Boutrij 1, 5 en 6 (of (*) rijen 1, 3 en 4): $\alpha_b = 1.0$ Boutenrijen 2 en 4 (of(*): rij 2): $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 3: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	Boutrijen 1, 2 en 6 (of(*) rijen 1, 2 en 4) $\alpha_b = 1.0$ Boutrijen 3 en 5 (of(*) rij 3) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 4: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$					

Kopplaat op stuik	Voor een enkele boutrij (twee bouten) op afschuiving: $F_{b,Rd} = 2 \frac{k_1 \alpha_b f_u dt_{fc}}{\gamma_{M2}}$ $k_1 = \min[2.8 \frac{e}{d_0} - 1.7, \quad 2.5]$ <table><tr><td> <i>Neerwaartse schuifkracht:</i> Boutrijen 2 en 6 (of^(*) rijen 2 en 4): $\alpha_b = 1.0$ Boutrij 1 (of^(*) rij 1): $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Boutrijen 3 en 5 (of^(*) rij 3): $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 4: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$</td><td> <i>Opwaartse schuifkracht:</i> Boutrijen 1 en 5 (of^(*) rijen 1 en 3): $\alpha_b = 1.0$ Boutrij 6 (of^(*) rij 4): $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Boutrijen 2 en 4 (of^(*): rij 2) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 3: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$</td></tr></table> (^(*): gebruikt voor verbinding met 4 boutrijen (p₁ dient te worden vervangen door p)	<i>Neerwaartse schuifkracht:</i> Boutrijen 2 en 6 (of^(*) rijen 2 en 4): $\alpha_b = 1.0$ Boutrij 1 (of^(*) rij 1): $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Boutrijen 3 en 5 (of^(*) rij 3): $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 4: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	<i>Opwaartse schuifkracht:</i> Boutrijen 1 en 5 (of^(*) rijen 1 en 3): $\alpha_b = 1.0$ Boutrij 6 (of^(*) rij 4): $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Boutrijen 2 en 4 (of^(*): rij 2) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 3: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	EC3-1-8 3.6.1
<i>Neerwaartse schuifkracht:</i> Boutrijen 2 en 6 (of^(*) rijen 2 en 4): $\alpha_b = 1.0$ Boutrij 1 (of^(*) rij 1): $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Boutrijen 3 en 5 (of^(*) rij 3): $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 4: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	<i>Opwaartse schuifkracht:</i> Boutrijen 1 en 5 (of^(*) rijen 1 en 3): $\alpha_b = 1.0$ Boutrij 6 (of^(*) rij 4): $\alpha_b = \min[1.0, \quad e_x / 3d_0]$ Boutrijen 2 en 4 (of^(*): rij 2) $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 3: $\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$			
Bouten op afschui-ving	Voor een enkele boutrij (twee bouten) op afschuiving: $F_{b,Rd} = 2 \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$ $\alpha_v = 0.6$ voor 8.8 bouten en $\alpha_v = 0.5$ voor 10.9 bouten.	EC3-1-8 3.6.1		

4.2 Verstijfde ligger-kolomverbindingen met kopplaat

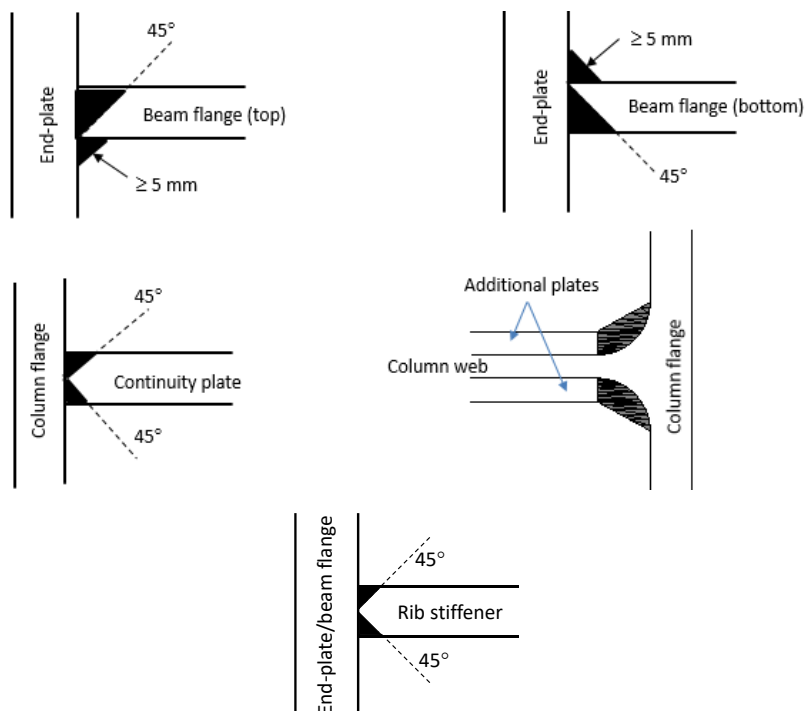
4.2.1 Beschrijving van de verbinding

Beschrijving van de verstijfde uitstekende kopplaatverbindingen



1: Ligger 2: Kolom	3: Bouten 4: Verstijvingen	5: Kopplaat 6: Dwarsverstijvingen	7: Lijfplaten
-----------------------	-------------------------------	--------------------------------------	---------------

Details van een stompe las met volledige doorlassing



4.2.2 Lijst van de grenswaarden voor geprekwalificeerde data

Tabel 4.3 –Grenswaarden voor geprekwalificeerde data

Tabel 10-3 Grenswaarden voor geprojecteerde data		
Elementen	Toepassingsgebied	
<i>Ligger</i>		
	Hoogte	Maximum=600mm
Overspanning-hoogteverhouding	Maximum=23, Minimum=10	
	Flensdikte	Maximum=19mm
	Materiaal	Van S235 tot S355
<i>Kolom</i>		
	Hoogte	Maximum=550mm
	Flensdikte	Maximum=29mm
	Materiaal	Van S235 tot S355
<i>Ligger/kolomhoogte</i>	0.65-2.15	
<i>Kopplaat</i>	18-30mm	
	Dikte	Tabel 4.4
	Materiaal	Van S235 tot S355
<i>Verstijvingsplaten</i>		
	Dikte	Groter of gelijk aan de dikte van de aangesloten liggerflens
	Materiaal	Van S235 tot S355
<i>Lijfplaten</i>		
	Dikte	Tabel 4.4
	Materiaal	Van S235 tot S355
<i>Bouten</i>		
	HV of HR	
	Diameter	Tabel 4.4
	Sterkteklasse	10.9
	Aantal boutrijen	Tabel 4.4
	Volgring	Volgens EN 14399-4
	Gaten	Volgens EN1993:1-8
<i>Lassen</i>		
Kopplaat aan liggerflenzen	Stompe las met volledige doorlassing en tegenlas	
Verstijvingsplaten aan kolomflenzen	Stompe las met volledige doorlassing	
Lijfplaten aan kolomflenzen	Stompe las met volledige doorlassing	
Overige lassen	Hoeklassen: keeldoorsnede groter dan 0.55 keer de dikte van de aan te sluiten platen.	

4.2.3 Ontwerpprocedure

De drie belangrijkste ontwerpstappen van de componentenmethode zijn achtereenvolgens:

- Beschrijving van de componenten
- Montageprocedure
- Classificatie van de verbinding en ontwerpcontrole

Globale procedure

Stap 1: Initiële keuze voor de verbindingsgeometrie en het -materiaal

- Boutkwaliteit, boutdiameter en het aantal boutrijen
- Dikte en afmetingen van de kopplaat
- Dikte en afmetingen van de verstijvingsplaten
- Dikte en afmetingen van de lijfplaten (indien dit spelt)
- De lasspecificaties

Stap 2: Beschrijving van de componenten

- Weerstand van de componenten (verbinding op buiging)
- Stijfheid van de componenten (verbinding op buiging)
- Weerstand van de componenten (verbinding op afschuiving)

Stap 3: Samenstellingsprocedures

- Weerstand van de verbinding op buiging
- Stijfheid van de verbinding op buiging
- Weerstand van de verbinding op afschuiving
- Taaiheid van de verbinding

Stap 4: Classificatie van de verbindingen en ontwerpcontrole

- Weerstand op buiging
- Rotatiestijfheid
- Weerstand op afschuiving
- Taaiheid
- Controle

4.2.4 Initiële keuze van de verbinding geometrie en -materialen

Tabel 4.4 – Initiële keuze van de verbinding geometrie en -materialen

Verbindingselementen	Liggerafmetingen		
	Klein ($\approx$ IPE360)	Middel ($\approx$ IPE450)	Hoog ($\approx$ IPE600)
Boutkwaliteit	10.9		
Boutdiameter	M27	M30	M36
Aantal boutrijen	4/6	4/6	6
Kopplaat	<i>Dikte:</i> $t_{ep}=(2/3 \div 5/6) d_b$ voor volledige aansluitingen kan het iets groter zijn dan de dikte van de kolomflenzen; $t_{ep}=(2/3 \div 5/6) d_b$ voor op sterkte aangesloten verbindingen; maar dient dunner te zijn dan de dikte van de kolomflenzen. <i>Dimensies:</i> De breedte dient dunner of gelijk te zijn aan de dikte van de kolomflenzen. Uit uitstekende deel dient lang genoeg te zijn om een of meer boutrijen te plaatsen, rekening houdend met de regels gegeven in EC3-1-8 (§3.5).		
Lijfplaten	De dikte en afmetingen van de lijfplaten dienen te voldoen aan de regels in EC3-1.8 (§ 6.2.6.1), anders dienen proplassen te worden gebruikt om de stabiliteit van de lijfplaten te garanderen.		
Verstijvingsplaten	Tabel 4.3		
Lasdetails			

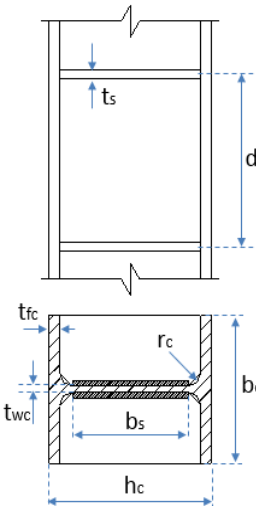
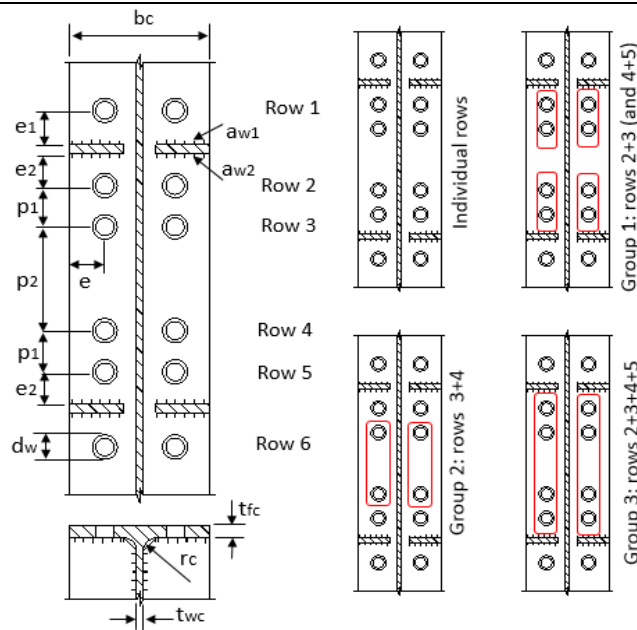
Opmerking: t_{ep} de dikte van de kopplaat en d_b de nominale diameter van de bout.

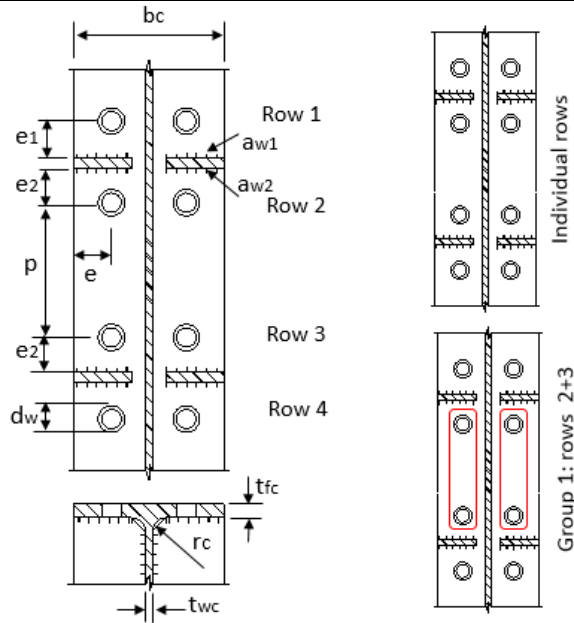
4.2.5 Samenstellingsprocedure en weerstandcontroles

Classificatie-type	Criterium	Referenties									
Weerstand op buiging	$M_{con,Rd} < M_{con,Ed}$: Flexibele verbinding $M_{con,Rd} \approx M_{con,Ed}$: Verbinding op sterkte $M_{con,Rd} > M_{con,Ed}$: Volledige verbinding $V_{wp,Rd} < \min[F_{con,Rd}, F_{fbc,Rd}]$: zwak afschuifpaneel $V_{wp,Rd} \approx \min[F_{con,Rd}, F_{fbc,Rd}]$: afschuifpaneel, op sterkte $V_{wp,Rd} > \min[F_{con,Rd}, F_{fbc,Rd}]$: sterk afschuifpaneel met: $F_{con,Rd} = \sum F_{Rd,ri}$ (i = 1 t/m 5 voor verbindingen met 6 boutrijen en i= 1 t/m 3 voor verbindingen met 4 boutrijen), is de schuifkracht in de verbinding t.g.v. de boutrijen op trek. $F_{fbc,Rd}$ is de weerstand van de liggerflenzen en –lijf op druk.	Equaljoints									
Stijfheid-classificatie	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Classificatie</th><th>Geschoord raamwerk</th><th>Ongeschoord raamwerk</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexibele verbinding</td><td>$0.5 \leq k_b < 8$</td><td>$0.5 \leq k_b < 25$</td></tr> <tr> <td>Stijve verbinding</td><td>$k_b \geq 8$</td><td>$k_b \geq 25$</td></tr> </tbody> </table> $k_b = S_j / (EI_b / L_b)$	Classificatie	Geschoord raamwerk	Ongeschoord raamwerk	Flexibele verbinding	$0.5 \leq k_b < 8$	$0.5 \leq k_b < 25$	Stijve verbinding	$k_b \geq 8$	$k_b \geq 25$	EC3-1-8 5.2.2
Classificatie	Geschoord raamwerk	Ongeschoord raamwerk									
Flexibele verbinding	$0.5 \leq k_b < 8$	$0.5 \leq k_b < 25$									
Stijve verbinding	$k_b \geq 8$	$k_b \geq 25$									
Afschuif-weerstand	$V_{con,Rd} < V_{b,Rd}$: niet-volledige afschuifweerstand $V_{con,Rd} \approx V_{b,Rd}$: gelijke afschuifweerstand $V_{con,Rd} > V_{b,Rd}$: volledige afschuifweerstand										
Taatheid-classificatie	$\beta_{max} \leq 1.0$: taaiteidsgraad 1 $\beta_{max} > 1.0$ and $\eta_{max} \leq 0.95$: taaiteidsgraad 2 With: $\beta_{max} > \max[\beta_{r1}, \beta_{r2}]$; $\eta_{max} > \max[\eta_{r1}, \eta_{r2}]$	Equaljoints									

4.2.6 Beschrijving van de componenten (verbinding op buiging)

Component	Gedetailleerde regels	Referenties
Kolomlijf-paneel op afschuiving	$V_{wp,Rd} = \frac{0.9 A_{vc} f_{y,wc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} + \frac{4 (0.25 t_{fc}^2 f_{y,fc}) (b_c - t_{wc} - 2 r_c)}{d_s}$	EC3-1-8 6.2.6.1

	 - Kolomlijfpaneel op afschuiving met dwarsverstijvingen, zonder lijfplaten: $A_{vc} = A_c - 2b_c t_{fc} + (t_{wc} + 2r_c) t_{fc}$ - Kolomlijfpaneel op afschuiving met dwarsverstijvingen en lijfplaten: $A_{vc} = A_c - 2b_c t_{fc} + (t_{wc} + 2r_c) t_{fc} + t_{wc} b_s$	
Ligger-doorsnede op buiging	$M_{b,Rd} = W_{b,p} f_{y,b}$ $W_{b,p}$ het plastisch weerstandsmoment van de ligger. $f_{y,b}$ de vloeispanning van de ligger.	
Kolomflens op buiging	 Situaties met 6 boutrijen	EC3-1-8 6.2.6.4



Situaties met 4 boutrijen

Voor elke boutrij of een groep boutrijen, wordt de weerstand met de volgende formule verkregen:

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

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

Waarin:

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

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

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

$$n = \min[e, 1.25m] \text{ , met cirkelvormige patronen kan } n=\infty \text{ worden gebruikt.}$$

$$e_w = 0.25d_w \text{ (met } d_w \text{ de diameter van de volgring)}$$

Effectieve lengtes

❖ Verbinding met 6 boutrijen

Boutrij 1:

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

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

Boutrij 2 (of rij 5):

Individuele rij:

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

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

Eerste rij van groep 1 of groep 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>Boutrij 3 (of rij 4):</u> <i>Individueel:</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \quad 4m + 1, 25e]$ $l_{eff,2} = 4m + 1, 25e$ <i>Laatste rij van groep 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>Een rij van groep 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>Tussen gelegen rij van een groep 3:</i> $l_{eff,1} = p_1 + p_2$ $l_{eff,2} = 0.5(p_1 + p_2)$ α is gegeven in figuur 6.11 in EC3-1-8, afhankelijk van: $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \quad \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ waarin: $m_2 = e_1 - 0.8 a_{w1} \sqrt{2} \text{ voor boutrij 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8 a_{w2} \sqrt{2} \text{ voor boutrij 2 of 5}$ ❖ Verbinding met 4 bouttijen <u>Boutrij 1:</u> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \quad \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <u>Boutrij 2:</u> <i>Individueel:</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \quad \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <i>Een rij van groep 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>Boutrij 3: gelijk aan boutrij 2</u> α is gegeven in figuur 6.11 in EN-1993-1-8, afhankelijk van:	
--	---	--

	$\lambda_1 = \frac{m}{m+e} ; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ waarin: $m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2} \text{ voor boutrij 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2} \text{ voor boutrij 2 of 3}$	
Kopplaat op buiging	Situaties met 6 boutrijen Situaties met 4 boutrijen Voor elke boutrij of groep boutrijen wordt de weerstand verkregen met de volgende formule: $F_{pb,Rd} = \min[F_{T,1,Rd} ; F_{T,2,Rd}] \text{ met}$ $F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w) M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m+n)}$ $F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m+n}$	EC3-1-8 6.2.6.5

Waarin: $M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,1} t_{ep}^2 f_{y,ep} / \gamma_{M0}$ $M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,2} t_{ep}^2 f_{y,ep} / \gamma_{M0}$ $\begin{cases} m = 0.5(b_{ep} - 2e - t_{bw} - 1.6a_w \sqrt{2}) \\ n = \min[e, 1.25m] \end{cases}$ voor boutrijen tussen de liggerflenzen $\begin{cases} m = e_1 - 0.8a_{w1} \sqrt{2} \\ n = \min[e_x, 1.25m] \end{cases}$ voor boutrijen aan de buitenzijde van de liggerflenzen (met cirkelvormige patronen $n=\infty$ kan worden gebruikt). $e_w = 0.25d_w$ <i>Effectieve lengtes</i> ❖ <i>Verbinding met 6 boutrijen</i> <u>Boutrij 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>Boutrij 2 (of rij 5):</u> <i>Individuele rij:</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <i>Eerste rij van groep 1 (rijen 2+3 of 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>Boutrij 3 (of rij 4):</u> <i>Individuele rij:</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, 4m + 1, 25e]$ $l_{eff,2} = 4m + 1, 25e$ <i>Laatste rij van groep 1 (rijen 2+3 of 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>Eerste rij (of laatste rij) van groep 2 (rijen 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>Tussen gelegen rij van een groep 3 (rijen 2+3+4+5):</i> $l_{eff,1} = p_1 + p_2$ $l_{eff,2} = 0.5(p_1 + p_2)$	
---	--

	α wordt gegeven in figuur 6.11 in EN-1993-1-8, afhankelijk van: $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ waarin: $m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2} \text{ voor boutrij 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2} \text{ voor boutrij 2 of 5}$ ❖ <i>Verbinding met 4 boutrijen</i> <u>Boutrij 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>Boutrij 2:</u> <i>Individuele rij:</i> $l_{eff,1} = \min[2\pi m, \alpha m]$ $l_{eff,2} = \alpha m$ <i>Een rij van groep 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>Boutrij 3: gelijk aan boutrij 2:</u> α wordt gegeven in figuur 6.11 in EC3-1-8, afhankelijk van: $\lambda_1 = \frac{m}{m+e}; \lambda_2 = \frac{m_2}{m+e}$ $m_2 = e_1 - 0.8a_{w1}\sqrt{2} \text{ voor boutrij 1}$ $m_2 = e_2 - 0.8a_{w2}\sqrt{2} \text{ voor boutrij 2 of 3}$	
Liggerflenzen en –lijf op druk	$F_{fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb})$ waarin: • h de hoogte van de aangesloten ligger; • $M_{c,Rd}$ is rekenwaarde van de momentweerstand van de ligger, gereduceerd indien noodzakelijk t.g.v. dwarskracht, zie EN 1993-1-1. • t_{fb} de flensdikte van de aangesloten ligger.	EC3-1-8 6.2.6.7
Kolomlijf en verstijvingsplaten op druk	De weerstand van het kolomlijf en de verstijvingsplaten worden berekend met: $F_{wcc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,cf} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} + \frac{A_{cp} f_{y,cp}}{\gamma_{M0}}$ waarin: $b_{eff,cf} = t_{fb} + \sqrt{2}(a_{w1} + a_{w2}) + 5(t_{fc} + r_c) + 2t_{cp}$ A_{cp} het oppervlak van de verstijvingspalen (aan beide zijden);	EC3-1-8 6.2.6.2

	De reductiefactor k_{wc} brengen de normaalspanning in het kolomlijf in rekening, gegeven in 6.2.6.2(2) of EC3-1-8; De reductiefactor ω wordt gegeven in Tabel 6.3 in EC3-1-8; <i>Opmerking:</i> de reductiefactor i.v.m. het knikken van het kolomlijf en de verstijvingsplaten onder druk worden verwaarloosd. De geometrie (slankheid) van de verstijvingsplaten om aan deze voorwaarde te voldoen worden in Tabel 4.3.1 gegeven.	
Liggerlijf op trek	$F_{wbt,Rd} = b_{eff,wb} t_{wb} f_{y,wb} / \gamma_{M0}$ De effectieve breedte $b_{eff,t,wb}$ van het liggerlijf op trek moet gelijk te worden genomen als de effectieve lengte van het equivalente T-stuk dat de kopplaat op buiging voor een individuele boutrij of boutgroep representeert.	EC3-1-8 6.2.6.8
Kolomlijf op trek	$F_{wct,Rd} = \frac{\omega b_{eff,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}$ De effectieve breedte $b_{eff,t,wc}$ van de kolomflens op trek moet gelijk worden genomen aan de effectieve lengte van het equivalente T-stuk dat de kolomflens op buiging voor een individuele boutrij of een boutgroep representeert. De reductiefactor ω wordt gegeven in Tabel 6.3 in EC3-1-8.	EC3-1-8 6.2.6.3
Bouten op trek	De boutweerstand van een boutrij (twee bouten) op trek is gegeven met: $F_{bt,Rd} = 2 \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$ waarin: f_{ub} de treksterkte van de bout; A_s de spanningsdoorsnede van de bout.	EC3-1-8 3.6.1

4.2.7 Componentenstijfheden (verbinding op buiging)

Component	Gedetailleerde regels	Referenties
Kolomlijf-paneel op afschuiving	$k_1 = \frac{0,38 A_{wc}}{\beta z}$ De transformatieparameter β is gegeven in Tabel 5.4 van EC3-1-8. De hefboomarm, z, van de verbinding is gegeven in EC-1-8, 6.3.3.1.	EC3-1-8 6.3.2
Kolomflens op buiging	Voor een enkele boutrij op trek: $k_4 = \frac{0,9 b_{eff,cf} t_{fc}^3}{m^3}$ De effectieve breedte b_{eff} is de kleinste waarde van de effectieve lengtes van de boutrij (individueel of als een deel van een groep boutrijen).	EC3-1-8 6.3.2
Kopplaat op buiging	Voor een enkele boutrij op trek: $k_5 = \frac{0,9 b_{eff,ep} t_{ep}^3}{m^3}$ De effectieve breedte b_{eff} is de kleinste waarde van de effectieve lengtes van de boutrij (individueel of als deel van een groep boutrijen).	EC3-1-8 6.3.2

Kolomlijf op trek	Voor een enkele boutrij op trek: $k_3 = \frac{0.7 b_{eff,wc} t_{wc}}{d_c}$ De effectieve breedte b_{eff} is de kleinste waarde van de effectieve lengtes van de boutrij (individueel of als deel van een groep boutrijen) van de component kolomflens op buiging.	EC3-1-8 6.3.2
Bouten op trek	Voor een enkele boutrij op trek: $k_{10} = 1.6 A_s / L_b$	EC3-1-8 6.3.2

4.2.8 Componentenweerstand (verbinding op afschuiving)

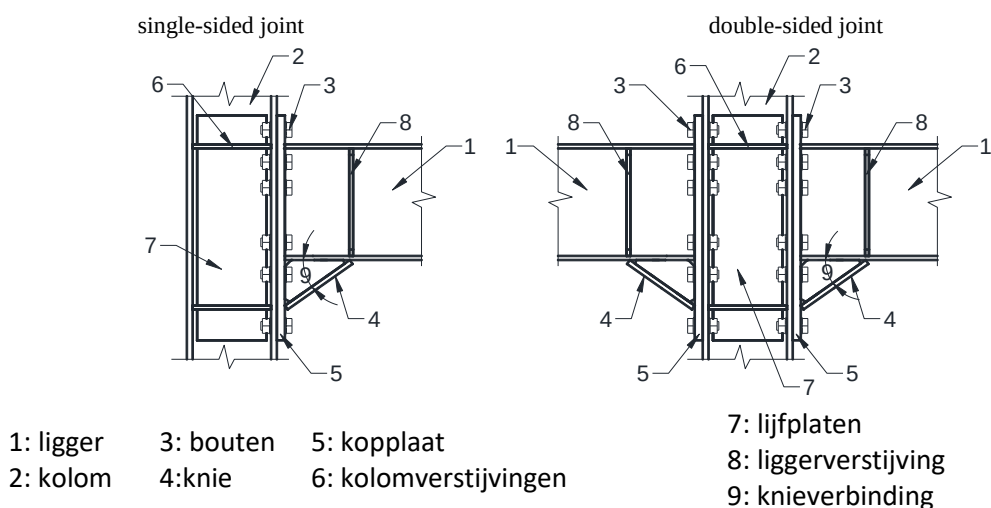
Component	Gedetailleerde regels	Referenties														
Liggerlijf op afschuiving	$V_{b,RD} = \chi_w A_{vb} f_{y,b} / \sqrt{3} \gamma_{M1}$ waarin: $A_{vb} = A_b - 2b_b t_{fb} + (t_{wb} + 2r_b) t_{fb}$ $\chi_w = 0.83 / \bar{\lambda}_w \text{ if } \bar{\lambda}_w \geq 0.83 ;$ $\chi_w = 1.0 \text{ if } \bar{\lambda}_w < 0.83$ Met $\bar{\lambda}_w = 0.3467(h_{wb} / t_{wb}) \sqrt{f_{y,b} / E}$	EC3-1-5 5.3														
Kolomflens op stuik	Voor een enkele boutrij op afschuiving: $F_{b,Rd} = 2 \frac{k_1 \alpha_b f_u dt_{fc}}{\gamma_{M2}}$ waarin: $k_1 = \min[2.8 \frac{e}{d_0} - 1.7, \quad 2.5]$ α_b afhankelijk van de dwarskrachtrichting en boutrijpositie: <table> <tr> <th><i>Omlaag gerichte dwarskracht</i></th> <th><i>Omhoog gerichte dwarskracht</i></th> </tr> <tr> <td>Boutrijen 1, 5 en 6 (of (*) rijen 1, 3 en 4):</td> <td>Boutrijen 1, 2 en 6 (of(*) rijen 1, 2 en 4)</td> </tr> <tr> <td>$\alpha_b = 1.0$</td> <td>$\alpha_b = 1.0$</td> </tr> <tr> <td>Boutrijen 2 en 4 (of(*): rij 2):</td> <td>Boutrijen 3 en 5 (of(*) rij 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>Boutrij 3:</td> <td>Boutrij 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> (*): gebruikt voor een verbinding met 4 boutrijen (p₁ moet worden vervangen door p)	<i>Omlaag gerichte dwarskracht</i>	<i>Omhoog gerichte dwarskracht</i>	Boutrijen 1, 5 en 6 (of (*) rijen 1, 3 en 4):	Boutrijen 1, 2 en 6 (of(*) rijen 1, 2 en 4)	$\alpha_b = 1.0$	$\alpha_b = 1.0$	Boutrijen 2 en 4 (of(*): rij 2):	Boutrijen 3 en 5 (of(*) rij 3)	$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$	$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$	Boutrij 3:	Boutrij 4:	$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	EC3-1-8 3.6.1
<i>Omlaag gerichte dwarskracht</i>	<i>Omhoog gerichte dwarskracht</i>															
Boutrijen 1, 5 en 6 (of (*) rijen 1, 3 en 4):	Boutrijen 1, 2 en 6 (of(*) rijen 1, 2 en 4)															
$\alpha_b = 1.0$	$\alpha_b = 1.0$															
Boutrijen 2 en 4 (of(*): rij 2):	Boutrijen 3 en 5 (of(*) rij 3)															
$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$	$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_1 / 3d_0 - 0.25]$															
Boutrij 3:	Boutrij 4:															
$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$	$\alpha_b = \min[1.0, \quad p_2 / 3d_0 - 0.25]$															
Kopplaat	Voor een enkele boutrij op afschuiving:	EC3-1-8														

op stuiik	$F_{b,Rd} = 2 \frac{k_1 \alpha_b f_u d t_{fc}}{\gamma_{M2}}$ $k_1 = \min[2.8 \frac{e}{d_0} - 1.7, 2.5]$ <i>Omlaag gericht dwarskracht:</i> Boutrijen 2 en 6 (of*) rijen 2 en 4): $\alpha_b = 1.0$ Boutrij 1 (of*) row 1): $\alpha_b = \min[1.0, e_x / 3d_0]$ Boutrijen 3 en 5 (of*) row 3): $\alpha_b = \min[1.0, p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 4: $\alpha_b = \min[1.0, p_2 / 3d_0 - 0.25]$ <i>Omhoog gerichte dwarskracht:</i> Boutrijen 1 en 5 (of*) rijen 1 en 3): $\alpha_b = 1.0$ Boutrij 6 (of*) row 4): $\alpha_b = \min[1.0, e_x / 3d_0]$ Boutrijen 2 en 4 (of*): row 2) $\alpha_b = \min[1.0, p_1 / 3d_0 - 0.25]$ Boutrij 3: $\alpha_b = \min[1.0, p_2 / 3d_0 - 0.25]$ (*): gebruikt voor een verbinding met 4 boutrijen (p₁ moet worden vervangen door p)	3.6.1
Bouten op afschuiving	Voor een enkele boutrij (twee bouten) op afschuiving: $F_{b,Rd} = 2 \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$ $\alpha_v = 0.6$ voor 8.8 bouten en $\alpha_v = 0.5$ voor 10.9 bolts.	EC3-1-8 3.6.1

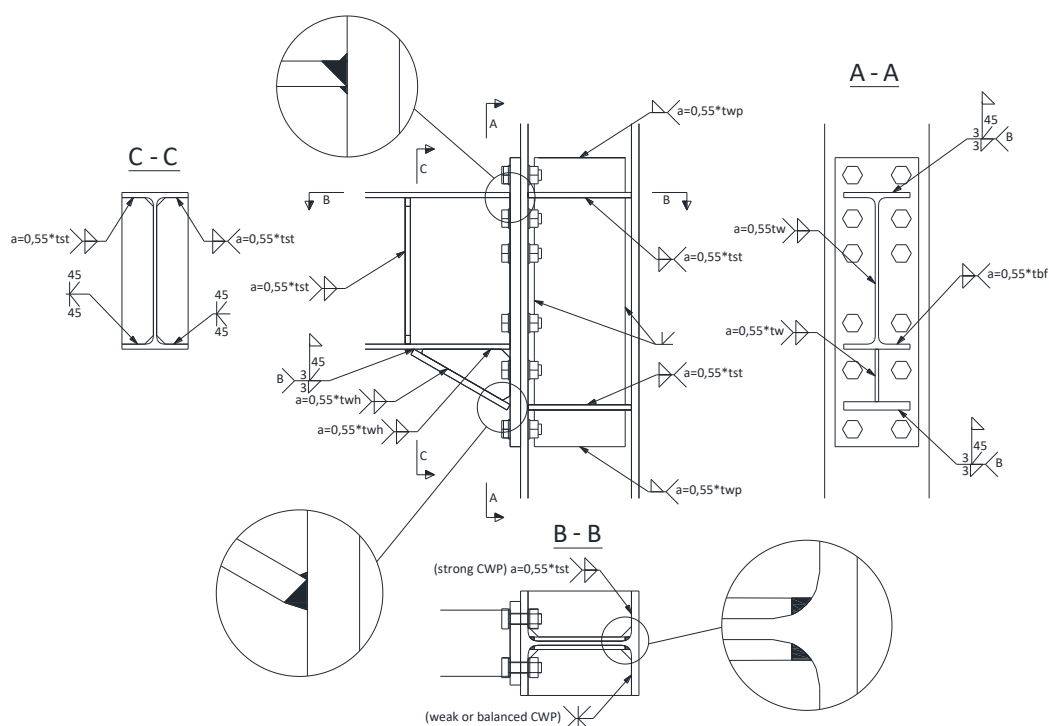
4.3 Verbindingen met een knie

4.3.1 Beschrijving van de verbinding

Beschrijving van verbindingen met een knie met uitstekende kopplaat



Lasdetails voor verbindingen met een knie en uitstekende kopplaat



4.3.2 Lijst met grenswaarden voor geprekwalificeerde data

Tabel 4.5 – Grenswaarden voor geprekwalificeerde data

Elementen	Toepassingsgebied
Ligger	Warmgewalste breedflensliggers variërend van IPE330 t/m IPE600. Doorsnedeklasse is klasse 1 volgens EN 1993-1-1. Samengestelde liggers met gelijke doorsnedeform mogen worden gebruikt, mits stompe lassen, volledig doorbelast tussen lijf en flenzen zijn toegepast, versterkt met hoeklassen.
Hoogte	330 t/m 600 mm
Zuivere lengte/hoogteverhouding (tussen de aangenomen locatie van de plastische scharnieren)	Minimum 7
Flensdikte	Minimum: 11 mm Maximum: 21 mm* (10% extrapolatie gerelateerd aan de het maximum geteste)
Materiaal	S235 t/m S355
Kolom	Warmgewalste breedflenskolommen variërend van HEB260/HEM260 t/m HEB550/HEM550. Doorsnedeklasse is klasse 1 volgens EN 1993-1-1. Samengestelde kolommen met overeenkomstige doorsnedeform kunnen worden gebruikt, mits stompe lassen met volledige doorlassing tussen lijf en flenzen worden gebruikt, versterkt met hoeklassen.
Hoogte	260 t/m 550 mm

Flensdikte	Minimum: 17.5 mm Maximum: 40 mm
Materiaal	Van S235 t/m S355
<i>Ligger/kolom hoogte</i>	0.60-2.00
<i>Kopplaat</i>	20-40
Dikte	Minimum: 20 mm Maximum: 40 mm
Breedte	Minimum: liggerflensbreedte + 30 mm Maximum: kolomflensbreedte
Materiaal	Van S235 t/m S355
<i>Kolom- en liggerverstijvingen</i>	Overeenkomstig de eisen van EN 1993-1-8 en EN 1998-1.
Materiaal	Van S235 t/m S355
<i>Lijfverstijvingen</i>	Overeenkomstig de eisen van EN 1993-1-8 en EN 1998-1. Het is toegestaan om de volledige doorsnede van de lijfverstijvingen in de berekening mee te nemen bij de bepaling van de extra afschuifsterkte van het afschuifpaneel.
Hoogte	.
Materiaal	Van S235 t/m S355
<i>Bouten</i>	Boutverbindingen met hoge sterkte voor voorspanning volgens EN 14399-3 (systeem HR) en EN 14399-4 (systeem HV). Bouten moeten volledig voorgespannen worden volgens EN 1090-2.
Afmeting	M24 t/m M36
Boutkwaliteit	8.8 of 10.9
Gaten	Overeenkomstig EN 1993-1-8
<i>Knie</i>	
Hoek	De hoek van de knie gemeten tussen de onderflens van de ligger en de flens van de knie ligt in de range van 30° t/m 45°.
<i>Lassen</i>	
Kopplaat aan bovenflens van de ligger en de flens van de knie	Stompe las met volledige doorlassing en tegenlas
Verstijvingen aan de kolomflenzen	Stompe las met volledige doorlassing
Lijfplaten aan kolomflenzen	Stompe las met volledige doorlassing
Overige lassen	Hoeklassen aan beide zijden met een keeldoorsnede groter dan 0.55 keer de dikte van de aangesloten platen.

4.3.3 Ontwerpprocedure

Numerieke simulaties uitgevoerd in het EQUALJOINTS project toonden aan dat voor negatieve momenten het aangrijpingspunt van de resulterende drukkracht gelegen is op een afstand Δ_C boven de flens van de knie. Gebaseerd op de tot nog toe beschikbare resultaten, mag worden aangenomen dat dit drukpunt omhoog opschuift met 50% van de kniehoogte ($\Delta_C = 0.5 h_b$, zie Figuur). Voor het positief moment is de gebruikelijke

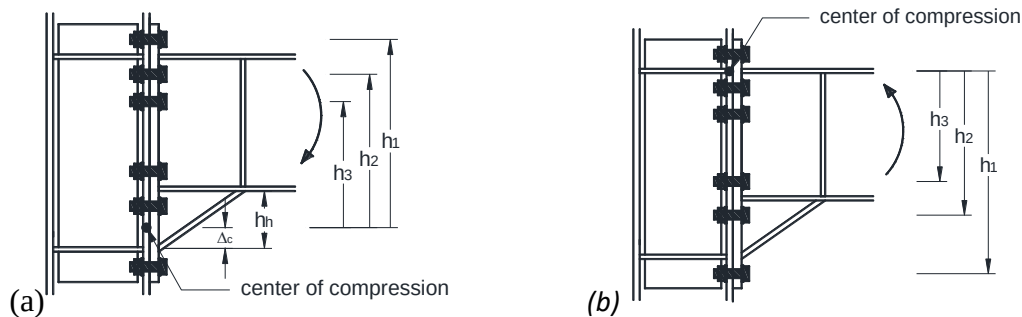
aanname voor het drukpunt in het midden van de flens op druk aangehouden. Anderzijds ontwikkelen dicht bij dit drukpunt gelegen boutrijen verwaarloosbare trekkrachten, veroorzaakt door de flexibiliteit van de kopplaat en de beperkte taaiheid van de boutrijen t.p.v. de getrokken flens.

Bijgevolg was aangenomen dat enkel de boutrijen gelegen boven de neutrale lijn van de liggerdoorsnede (zonder knie) actief zijn bij een negatief moment.

Bij een positief moment was aangenomen dat enkel boutrijen onder de neutrale lijn van de ligger én de knie actief zijn.

Het kolomlijfpaneel kan worden ontworpen op sterkte van de ligger, waarbij voldaan is aan de vereiste vervormingscapaciteit, of ontworpen op een grotere sterkte dan die van de ligger.

Drukpunt en actieve boutrijen voor negatieve (a) en positieve (b) momenten.



Globale procedure

Stap 1: Initiële keuze voor de verbingsgeometrie en materialen

- Boutkwaliteit, boutafmeting en aantal boutrijen
- Dikte en afmetingen van de kopplaat
- Dikte en afmetingen van de knie
- Dikte en afmetingen van de verstijvingen
- Dikte en afmetingen van de lijfplaten (indien nodig)
- De lasspecificatie

Stap 2: Beschrijving van de component

- Weerstand van de component (verbinding op buiging)
- Stijfheid van de component (verbinding op buiging)
- Weerstand van de component (verbinding op afschuiving)

Stap 3: Samenstellingprocedure

- Verbindingsweerstand op buiging
- Verbindingsweerstand op afschuiving
- Weerstand kolomlijfpaneel
- Verbindingsstijfheid op buiging

Stap 4: Classificatie van de verbinding en controle

4.3.4 Initiële keuze van de verbingsgeometrie en -materialen

Tabel 4.6 – Initiële keuze van de verbingsgeometrie en -materialen

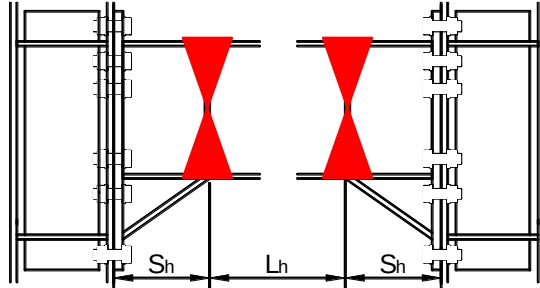
Tabel 4.5: Minimale keuze van de verbindingsgedometrie en materialen			
Verbindingsele- menten	Liggerafmetingen		
	Klein (≈IPE360)	Middel (≈ IPE450)	Hoog (≈ IPE600)
Boutkwaliteit	10.9		
Boutafmeting	M27	M30	M36
Aantal boutrijen	6	6	6
Kopplaat	<i>Dikte:</i> $t_{ep}=d_b$. <i>Afmetingen:</i> De breedte dient groter te zijn dan de flensbreedte van de ligger (minimaal 30 mm i.v.m. ruimte voor de las) en kleiner dan de flensbreedte van de kolom. Het uitstekend deel dient lang genoeg te zijn voor de plaatsing van een boutrij, waarbij de regels gegeven in EN 1993-1-8 (§3.5) gerespecteerd dienen te worden.		
Knie	De breedte van de knieflens is gelijk of groter te zijn dan de flensbreedte van de ligger. De flensdikte van de knie dient groter te zijn dan γ_{ov} keer de flensdikte van de ligger. De lijfdikte van de knie dient gelijk of groter te zijn dan de lijfdikte van de ligger. Kniehoogte: • $h_h = 0.4 \cdot h_b$ voor een kniehoek van $30^\circ \leq \alpha < 40^\circ$; • $h_h = 0.5 \cdot h_b$ voor een kniehoek van $40^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$.		
Lijfplaten	De dikte en afmetingen van de lijfplaten dienen te voldaan aan het gestelde in EN 1993-1-8 (§ 6.2.6.1), anders dienen puntlassen te worden gebruikt om de stabiliteit van de lijfplaten te garanderen		
Tabel 4.5			
Lasdetails			
Opmerking: t_{ep} dikte van de kopplaat en d_b de nominale diameter van de bout.			

4.3.5 Samenstellingprocedure en weerstandscontroles

Classificatietype	Criterium	Referenties						
Verbindings- weerstand onder buiging	Volledige sterkte verbinding: $M_{con,Rd} \geq M_{con,Ed} = \alpha \cdot (M_{b,Rd} + V_{b,Ed} \cdot s_h)$ $\alpha = \gamma_{sh} \cdot \gamma_{ov}$	Equaljoints						
Verbindingsweer- stand onder afschuiving	$V_{con,Rd} \geq V_{b,Ed}$	Equaljoints						
Weerstand lijfplaten onder afschuiving	Sterk afschuifpaneel kolomlijf: $V_{wp,Rd} \geq V_{wp,Ed}$ met $V_{wp,Ed} = \alpha \cdot (M_{b,Rd} + V_{b,Ed} \cdot s_h) / z - V_{c,Ed}$	Equaljoints						
Stijfheidsklassi- ficatie	<table> <tr> <td>Classificatie</td><td>Geschoord raamwerk</td><td>Ongeschoord raamwerk</td></tr> <tr> <td>Flexibele verbindingen</td><td>$0.5 \leq k_b < 8$</td><td>$0.5 \leq k_b < 25$</td></tr> </table>	Classificatie	Geschoord raamwerk	Ongeschoord raamwerk	Flexibele verbindingen	$0.5 \leq k_b < 8$	$0.5 \leq k_b < 25$	EC3-1-8 5.2.2
Classificatie	Geschoord raamwerk	Ongeschoord raamwerk						
Flexibele verbindingen	$0.5 \leq k_b < 8$	$0.5 \leq k_b < 25$						

	Stijve verbinding	$k_b \geq 8$	$k_b \geq 25$
		$k_b = S_{j,ini} / (EI_b / L_b)$	

Bepaal de rekenwaarde van het buigend moment aan de voorzijde van de kolomflens en de bijhorende dwarskracht.



De rekenwaarde van het buigend moment aan de voorzijde van de kolomflens, corresponderend met volledig vloeien en onder vorming van volledig plastisch scharnier aan het einde van de knie is:

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

De rekenwaarde van de dwarskracht in de verbinding $V_{con,Ed}$ is bepaald gebaseerd op de aanname van volledig vloeien en onder vorming van plastische scharnieren aan beide zijden van de ligger:

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

met:

$M_{pl,Rd}^* = \gamma_{sh} \cdot \gamma_{ov} \cdot W_{pl,ligger} \cdot f_{y,ligger}$ is het verwachte plastische moment ter plaatse van het plastisch scharnier;

$W_{pl,ligger}$ plastisch weerstandsmoment van de ligger;

$f_{y,ligger}$ de gespecificeerde minimum vloeispanning van het element dat vloeit;

γ_{sh} de factor voor de rekversteving om de pieksterkte van de verbinding te bepalen;

γ_{ov} de materiaaloversterktefactor;

$V_{Ed,M}$ de afschuifkracht t.g.v. de plastische scharnieren;

$V_{Ed,G}$ de afschuifkracht t.g.v. de eigengewicht bij aardbevingen;

s_h de afstand van de voorkant van de kolom tot het plastische scharnier;

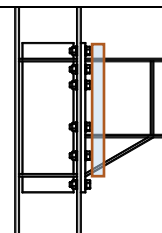
L_h de afstand tussen plastische scharnieren.

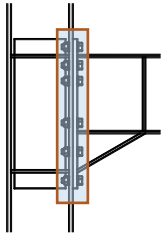
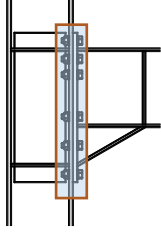
Opmerking: Laboratoriumproeven tonen aan dat plastische scharnieren op een bepaalde afstand van het knie-eind worden gevormd. Echter, als vereenvoudiging, mag worden aangenomen dat het plastische scharnier bij het knie-eind optreedt. Een exacte positie moet indien nodig worden gebruikt.

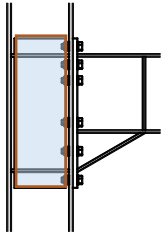
Controleer het liggereind inclusief de knie

Het liggereind inclusief de knie is gecontroleerd overeenkomstig EN 1993-1-1 op de verwachte rekenwaarde van het buigend moment t.p.v. de voorzijde van de kolom:

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



waarin: $M_{bh,Rd}$ de plastische momentweerstand van de dubbele T-sectie bestaande uit de bovenflens van de ligger, de flens en het lijf, de onderflens van de ligger wordt buiten beschouwing gelaten, zie artikel 6.2.6.7 van EN 1993-1-8 ; $M_{con,Ed}$ het verwachte maximum moment t.p.v. de voorzijde van de kolom. Om rekening te houden met mogelijk materiaaloversterkte in de ligger rekening houdend met die in de knie, is de flensdikte van de knie vergroot met γ_{ov}.	
<u>Controleer de momentweerstand van de kopplaatverbinding.</u> Controleer de weerstand van de verbinding onder buiging, zowel op negatieve als positieve momenten. $\frac{M_{con,Ed}}{M_{con,Rd}} \leq 1,0$ met $M_{con,Rd}$ de momentweerstand van de verbinding. De volgende componenten worden gebruikt om de momentweerstand van de verbindingen te verkrijgen: • Kolomflens op buiging; • Kopplaat op buiging; • Liggerlijf op trek; • Kolomlijf op trek; • Kolomlijf op druk. $M_{con,Rd}$ bepaald overeenkomstig EN 1993-1-8, met de volgende aanpassingen: • Onder een negatief moment worden enkel de boutrijen boven de neutrale lijn van de ligger (zonder knie) actief verondersteld. • Onder een positief moment worden enkel de boutrijen onder de neutrale lijn van de liggerdoorsnede inclusief de knie actief verondersteld. • Onder een negatief moment verschuift het drukpunt met een waarde van 50% van de kniehoogte omhoog ($\Delta_c = 0.5 h_h$); • De volgende componenten worden niet in rekening gebracht: kolomlijfpaneel onder afschuiving, liggerflens en –lijf op druk.	
<u>Controleer de schuifweerstand van de verbinding</u> $\frac{V_{b,Ed}}{V_{con,Rd}} \leq 1,0$ Waarin $V_{con,Rd}$ de schuifweerstand van de verbinding. De volgende componenten zijn gebruikt om de schuifweerstand van de verbindingen te verkrijgen: • Liggerlijf op afschuiving; • Stuiken van de kolomflens; • Kopplaat op stuik; • Bouten op afschuiving. Enkel de bouten die niet bijdragen aan de momentweerstand worden meegerekend.	

<u>Controleer kolomlijfpaneel</u> De rekenwaarde van de schuifkracht in het liggerlijfpaneel wordt bepaald, gebaseerd op buigende momenten en dwarskracht werkend op het lijfpaneel. $V_{wp,Ed} = \alpha \cdot (M_{b,Rd} + V_{b,Ed} \cdot s_h) / z - V_{c,Ed}$ waarin $V_{wp,Ed}$ de rekenwaarde van de schuifkracht van het kolomlijfpaneel; $V_{c,Ed}$ de dwarskracht in de kolom; z de interne hefboomarm. Voor een <i>sterk kolomlijfpaneel</i>, moet de rekenwaarde van de schuifkracht worden verkregen, rekening houdend met vloeien en de vorming van plastische scharnieren in de ligger: $\alpha = \gamma_{sh} \cdot \gamma_{ov}$ De weerstand van de kolomlijfpaneel moet worden gecontroleerd met de volgende relatie: $\frac{V_{wp,Ed}}{V_{wp,Rd}} \leq 1,0$ $V_{wp,Rd}$ bepaald volgens EN 1993-1-8. De volgende beperkingen treden op: • Het is toegestaan om de volledige doorsnede van de lijfplaten mee te nemen in de berekening van de schuifweerstand van het kolomlijfpaneel. • De extra schuifweerstand $V_{wp,add,Rd}$ t.g.v. de kolomflenzen en de dwarsverstijvingen mogen worden genegeerd.	
---	---

4.3.6 Beschrijving van het component

Component	Gedetailleerde regels	Referenties
Kolomlijfpaneel op afschuiving	Regels in EN 1993-1-8, 6.2.6.1 zijn van toepassing, met de volgende waarnemingen: • Het is toegestaan om de volledige doorsnede van de lijfplaten mee te nemen in de berekening van de extra schuifweerstand van het kolomlijfpaneel. • De extra schuifweerstand $V_{wp,add,Rd}$ t.g.v. de kolomflenzen en de dwarsverstijvingen mogen worden verwaarloosd.	EN 1993-1-8 6.2.6.1 6.3.2
Kolomflens op buiging	Regels in EN 1993-1-8 zijn van toepassing.	EN 1993-1-8 6.2.6.4 6.3.2
Kopplaat op buiging	Regels in EN 1993-1-8 zijn van toepassing.	EN 1993-1-8 6.2.6.5 6.3.2
Kolomlijf op druk	Regels in EN 1993-1-8 zijn van toepassing.	EN 1993-1-8 6.2.6.2 6.3.2
Liggerlijf op trek	Regels in EN 1993-1-8 zijn van toepassing.	EN 1993-1-8 6.2.6.8 6.3.2

Component	Gedetailleerde regels	Referenties
Kolomlijf op trek	Regels in EN 1993-1-8 zijn van toepassing.	EN 1993-1-8 6.2.6.3 6.3.2
Liggerlijf op afschuiving	Regels in EN 1993-1-1 zijn van toepassing.	EN 1993-1-1 6.2.6
Kolomflens op stuik	Regels in EN 1993-1-8 zijn van toepassing.	EN 1993-1-8 3.6.1
Kopplaat op stuik	Regels in EN 1993-1-8 zijn van toepassing.	EN 1993-1-8 3.6.1
Bouten op afschuiving	Regels in EN 1993-1-8 zijn van toepassing.	EN 1993-1-8 3.6.1

4.3.7 Stijfheidclassificatie

Een ligger-kolomverbinding met een knie en uitstekende kopplaat mogen worden beschouwd als stijf, veronderstellend:

- Dat de weerstand van het kolomlijfpaneel verkregen is door formule (6.7) in EN 1993-1-8 te gebruiken, met verwaarlozing van de extra afschuifweerstand $V_{wp,add,Rd}$ veroorzaakt door de kolomflen en de dwarsverstijvingen;
- Dat voor de globale constructieve analyse een staafmodel is gebruikt;
- Dat de bouten van categorie E (volledig voorgespannen) volgens EN 1993-1-8 zijn gebruikt.

Regels in EN 1993-1-8 mogen worden gebruikt om de verbinding- en de kolomlijfpaneelstijfheid te kwantificeren. Geavanceerde modellen van de verbinding en het lijfpaneel mogen worden gebruikt in de globale constructieve analyse, indien noodzakelijk.

4.3.8 Taaiheidclassificatie

Ligger-kolomverbinding met een knie en een uitstekende kopplaat ontworpen volgens bovenstaande voorzieningen zijn genoodzaakt te worden gekwalificeerd in DCH en DCM constructiesystemen (ongeschoord raamwerk, dubbel concentrische en excentrisch geschoorde raamwerken).

Dit is gebaseerd op het feit dat alle beproefde verbindingen voldoen aan de volgende eisen (ANSI/AISC 341-16):

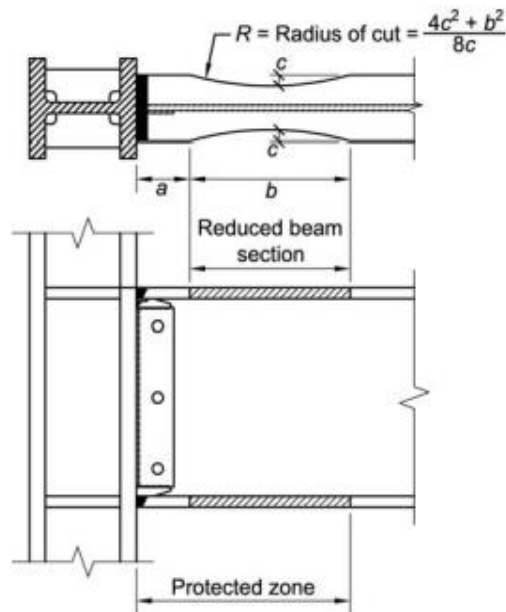
- De verbinding is in staat om een story drift hoek van minstens 0.04 rad te voorzien
- De gemeten buigweerstand van de verbinding, bepaald t.p.v. de voorzijde van de kolom, was minstens gelijk aan 0.80Mp van de aangesloten ligger bij een story drift hoek van 0.04 rad.

De gebruiker wordt echter gewaarschuwd dat de story driften die overeenkomen met 20% daling van het maximale moment minder dan 0.04 rad (maar groter dan 0.03 rad) waren voor de knieën.

4.4 Dog bone verbindingen

4.4.1 Beschrijving van de verbinding

Configuratie en afmetingen van de gereduceerde liggerverbindingen



4.4.2 Ontwerpprocedure

Op basis hiervan moet het ontwerp voldoen aan de vereisten van AISC341 (Seismische voorzieningen voor stalen gebouwconstructies, AISC 358-16 (geprefabriceerde verbindingen voor seismische toepassingen) en AISC 260 (Specificatie voor stalen gebouwconstructies. Op basis van het bovenstaande volgt het ontwerp de volgende procedure:

1. Controleer de ligger op lokale plooi voor seismische compactheid
$$\frac{b_{bf}}{(2t_{fb})} < \lambda_{ps} = 0.3\sqrt{(E/f_y)}$$
2. Controleer de kolom op lokale plooi voor seismische compactheid
$$\frac{b_{cf}}{(2t_{fc})} < \lambda_{ps} = 0.3\sqrt{(E/f_y)}$$
3. Controleer de liggerbeperkingen van AISC 358 artikel 5.3.1
Merk echter op dat gebaseerd op proeven uitgevoerd binnen het EqualJoints project, de liggerafmetingen kunnen worden uitgebreid van hoogte W36 t/m W44 hetwelk adequaat gedrag vertoont onder de geprekwalificeerde eisen.
4. Controleer de kolombeperkingen van AISC 358 artikel 5.3.2
Merk echter op dat gebaseerd op proeven uitgevoerd binnen het EqualJoints project, de kolomafmetingen kunnen worden uitgebreid van hoogte W36 t/m W40 hetwelk adequaat gedrag vertoont onder de geprekwalificeerde eisen.
5. Bepaal het plastisch weerstandsmoment in het midden van de gereduceerde liggerdoorsnede (AISC 358 artikel 5.8, Stap 2)

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

Waarin:

Z_{RBS} het plastische weerstandsmoment in het midden van de gereduceerde doorsnede.

$Z_{pl.x}$ het plastisch weerstandsmoment om de y-as voor de volledige liggerdoorsnede

t_{fb} de liggerflensdikte

h_b de liggerhoogte

c de diepte van de reductie in het midden van de gereduceerde liggerdoorsnede

6. Bepaal het mogelijke maximum moment in de gereduceerde ligger doorsnede (AISC 358 artikel 5.8 Stap 3)

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

Waarin:

C_{pr} een factor die de uiterste weerstand van de verbinding in rekening brengt inclusief de versteviging, extra versterking en andere verbindingsvoorwaarden, als volgt bepaald:

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

R_y Verhouding van de verwachte vloeispanning t.ov. de gespecificeerde minimale vloeispanning, f_y

7. Bereken de dwarskracht in het hart van de RBS (AISC 358 art. 5.8 Stap 4)

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

8. Bereken de corresponderende dwarskracht in de kolom

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

9. Bereken de mogelijk maximale moment t.p.v. de voorzijde van de kolom (AISC 358 art. 5.8 Stap 5)

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

Waarin:

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

10. Bereken het verwachte plastisch moment van de ligger (AISC 358 artikel 5.8 Stap 6)

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

11. Controleer of de buigsterkte niet groter is dan $\Phi_d M_{pe}$ (AISC 358 art. 5.8 Stap 7)

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

12. Bereken en controleer de geconcentreerde kracht in de kolom

$$P_b \leq \Phi f_y w_{tw} (5k + l_b)$$

$$\leq \Phi 0.8 t_w^2 [1 + 3 (l_b / d) (t_w / t_f)^{1.5}] (E f_{yw} t_f / t_w)^{1/2}$$

$$\leq \Phi 6.25 f_{yf} t_f^2$$

Waarin:

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

13. Controleer de verhouding tussen het moment van de kolom en de ligger (AISC 341 artikel 9.6)

$$\Sigma M_{pc}^* / \Sigma M_{pb}^* > 1.0$$

Waarin:

ΣM_{pc}^* de momentensom in de kolom boven en onder de verbindingen t.p.v. het snijpunt van de hartlijnen van de ligger en de kolom

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

ΣM_{pb}^* de momentensom in de liggers t.p.v. het snijpunt van de ligger en de kolom

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

ΣM_v het extra moment veroorzaakt door de dwarskrachtversterking t.p.v. de plaats van het plastische scharnier in de hartlijn van de kolom

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

14. Controleer de afschuifsterkte van het lijfpaneel van de kolom (AISC341 artikel 9.3)

$$0.75 P_c > P_r$$

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

15. Bereken de vereiste dikte van de doubler plate

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

$$t_{dp} \geq (R_u - \phi R_{ncol}) / (0.6 f_y d_c)$$

16. Controleer de vereiste dikte van het kolomlijf en eventueel van de doubler plate

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

17. Controleer of de dwarsverstijvingen vereist zijn (AISC 358 Step 10)

$$t_{fc} \geq 0.4 [1.8 b_b f_t b_f (F_{yb} R_{yb}) / (F_{yc} R_{yc})] 0.5$$

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

18. Bereken de vereiste dikte van de dwarsverstijvingen

Controle 1: $t_s \geq 0.5 t_{bf}$

Controle 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. REFERENTIES

- [1] CEN (2005). “EN 1993-1-8:2005, Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-8: Design of joints”, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- [2] ECCS (2018). “Volume with pre-normative design recommendations for seismically qualified steel joints”, 1st edition.

Disclaimer

Deze software maakt het de gebruiker mogelijk om toegang tot een databank over seismische geprekwalificeerde stalen verbindingen te verkrijgen en tevens om de weerstand van ligger-kolomverbindingen te berekenen overeenkomstig EC3-1-8 en de specificaties van het EQUALJOINTS project.

Er wordt de gebruiker geen garantie gegeven over de software. De gebruiker gaat akkoord om af te zien en te vrijwaren van een claim t.g.v. een direct en/of indirect verlies of schade, inclusief, maar niet beperkt tot die welke resulteren door onjuist gebruik en/of door onjuist gebruik en/of voor gebruik voor een niet afgedekte toepassing.

Copyright

Institute for Sustainability and Innovation in Structural Engineering (ISISE)

Department of Civil Engineering, University of Coimbra

WAARSCHUWING

Dit programma is beschermd door copyright wetgeving. Niet geautoriseerde reproductie of distributie van dit programma of enig deel van dit, resulteert mogelijk in civiele en strafsancities.