

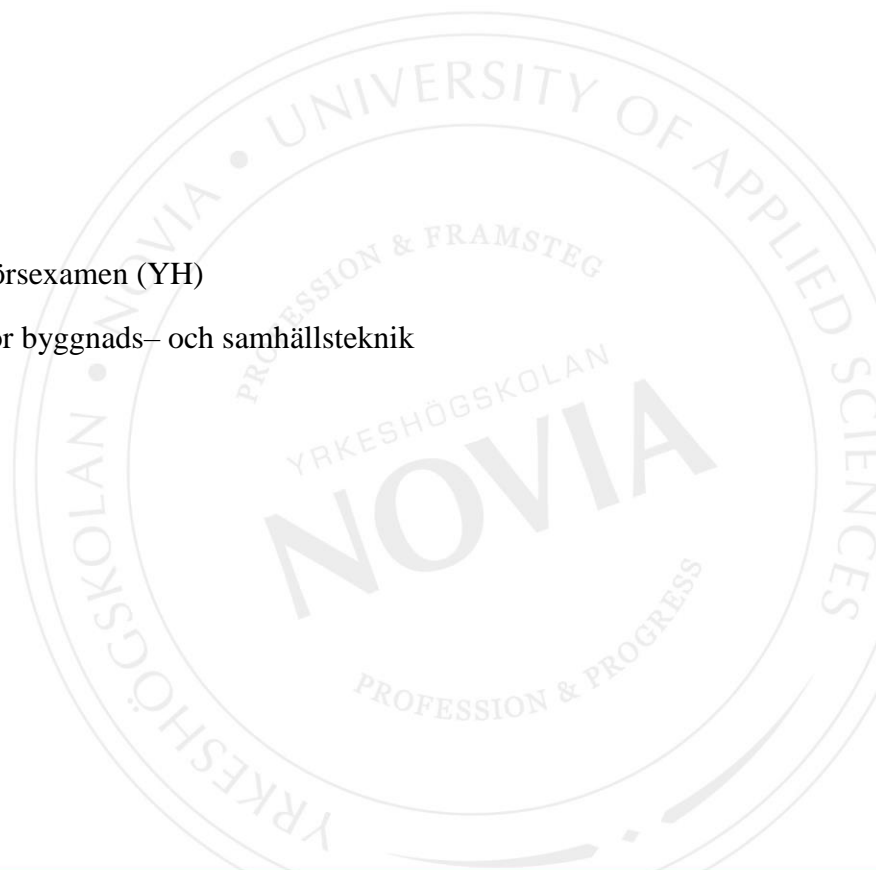
Utveckling av vridstyv anslutning för mellanbjälklagsbalk

Mathias Kecklund

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för byggnads- och samhällsteknik

Vasa 2019



EXAMENSARBETE

Författare: Mathias Kecklund
Utbildning och ort: Byggteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Konstruktionsteknik
Handledare: Anders Borg (Novia)
Dan Pada (Ruukki)

Titel: Utveckling av vridstyv anslutning för mellanbjälklagsbalk

Datum: 26.4.2019

Sidantal: 39

Bilagor: 2

Abstrakt

Detta examensarbete gjordes på beställning av Ruukki Construction Oy. Arbetet behandlar utveckling av vridstyv anslutning för mellanbjälklag. Syftet med detta examensarbete var att utveckla en anslutning mellan en mellanbjälklagsbalk och pelare. Anslutningen ska vara lätt att tillverka och montera. Den nuvarande standardlösningen som Ruukki använder kräver svetsning på arbetsplatsen, samt montagesöd under montageskedet.

Examensarbetet är uppbyggt enligt hänvisningsmetoden för eurokodens grunder. Det hänvisas också var man behöver beakta de nationella bilagorna, beroende på i vilket land projektet är. Dimensionering av anslutningen är gjord i Idea Statica, som sedan är jämförd med handberäkningar som är gjorda i ptc Mathcad Prime 4.0.

Resultatet av examensarbetet är en anslutning som inte kräver svetsning på arbetsplatsen, ej heller montagesöd under montagetiden. I resultatet presenteras tre fall där anslutningen är uppbyggd för de vanligaste kombinationerna av håldäck, spännvidder och laster.

Språk: svenska

Nyckelord: Eurokod EN 1993–1–8, vridstyv anslutning,
Idea Statica, mellanbjälklagsbalk

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Mathias Kecklund
Koulutus ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Rakennussuunnittelu
Ohjaajat: Anders Borg (Novia)
Dan Pada (Ruukki)

Nimike: Vääntöjäykän liitoksen kehittäminen välipohjapalkille

Päivämäärä: 26.4.2019

Sivumäärä: 39

Liitteet: 2

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty tilaustyönä Ruukki Construction Oy:lle. Opinnäytetyö käsittää vääntöjäykän liitoksen kehittämisen välipohjapalkille. Työn tarkoitus oli kehittää pilarin ja välipohjapalkin välinen liitos, jonka pitää olla vääntöjäykkä sekä helppo valmistaa ja asentaa. Ruukin nykyinen standardiliitos vaatii hitsausta työmaalla ja asennustukea asennusaikana.

Opinnäytetyö on rakennettu vertailumenetelmän mukaisesti eurokoodin perusteella. Kerrotaan myös missä pitää ottaa huomioon kansalliset liitteet, riippuen missä maassa projekti sijaitsee. Liitoksen suunnittelu on tehty Idea Staticassa. Idea Statican laskelmia vertaillaan käsin tehtyihin laskelmiin, jotka ovat tehty ptc Mathcad Prime 4.0:ssa.

Opinnäytetyön tulos koostuu vääntöjäykästä liitoksesta, joka ei tarvitse hitsausta työmaalla, eikä tarvitse asennustukea asennusaikana. Tuloksessa esitellään kolme vakioitua vaihtoehtoa tavallisimmille ontelolaatta-, jänneväli- ja kuormayhdistelmille.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: Eurokoodi EN 1993-1-8, vääntöjäykkä liitos,
Idea Statica, välipohjapalkki

BACHELOR'S THESIS

Author: Mathias Kecklund
Degree Programme: Construction Engineering
Specialization: Structural Design
Supervisors: Anders Borg (Novia)
Dan Pada (Ruukki)

Title: Development of a Torsional Rigid Connection for an Intermediate Floor Beam

Date: 26.4.2019

Number of pages: 39

Appendices: 2

Abstract

This Bachelor's thesis was done on behalf of Ruukki Construction Oy. The goal of the work was to develop a connection between a column and an intermediate floor beam. The connection should be easy to manufacture and assemble. Ruukki's current standard connection requires welding on construction site and mounting support during installation time.

The thesis is structured according to the reference method for the basis of the eurocode. Reference is also made where to consider the national annexes, depending on the country in which the project is located. The connection is dimensioned in Idea Statica and compared to hand calculations made in ptc Mathcad Prime 4.0.

The result of the thesis is a connection that does not require welding at the construction site nor mounting support during the installation time. The result presents three cases where the connection is built up according to the most common combination of hollow-core slab, span widths and loads.

Language: swedish

Key words: Eurocode EN 1993-1-8, Idea Statica,
torsional rigid connection, intermediate floor beam

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	Beställare	1
1.2	Syfte och mål	1
1.3	Metodval och avgränsning.....	2
2	NUVARANDE ANSLUTNING OCH PROBLEMATIKEN KRING DEN.....	3
2.1	Säkerhetsaspekter	3
2.2	Stämpstöd.....	4
2.3	Montageplåt.....	4
3	LASTER.....	5
3.1	Bruksgränstillstånd (EN 1990).....	5
3.2	Brottgränstillstånd	6
3.3	Last under montageskedet	6
3.4	Last i slutskedet	6
3.5	Olycksfallslast	7
3.5.1	Konsekvensklasser.....	7
3.5.2	Horisontella dragband.....	8
4	PROGRAM.....	10
4.1	Idea Statica.....	10
4.2	ptc Mathcad Prime 4.0.....	11
5	UTVECKLING AV NY ANSLUTNING.....	12
5.1	Förslag på anslutning.....	12
5.2	Slutgiltig anslutning.....	13
6	SKRUVFÖRBAND	17
6.1	Hålstorlekar och placeringar	17
6.2	Skruvförbandstyper	19
6.2.1	Skjuvbelastade förband.....	19
6.2.2	Dragkraftsbelastade förband	19
6.3	Dimensionering av skruvförband enligt (EN 1993-1-8, tab.3.4)	20
7	SVETSFÖRBAND	23
7.1	Svetsklass enligt EN ISO 5817	23
7.2	Kälsvets	23
7.2.1	Effektivt a-mått.....	24
7.2.2	Svetslängd.....	24
7.3	Dimensionering av svetsar enligt EN 1993-1-8	25
7.3.1	Förenklad metod.....	25
7.3.2	Komposantmetoden	25

8	DIMENSIONERING AV ANSLUTNINGSPLÅTAR.....	27
8.1	Dimensionering mot blockbrott.....	27
8.2	Dimensionering mot skjuvkraft.....	28
8.3	Dimensionering mot moment	29
8.4	Dimensionering mot normalkraft.....	29
8.5	Dimensionering mot vridning	30
8.6	Dimensionering mot samtidigt verkande moment och tvärkraft	31
8.7	Dimensionering mot samtidigt verkande moment, tvärkraft och normalkraft.	32
8.8	Kontroll av brott i pelarvägg.....	32
9	RESULTAT.....	34
10	DISKUSSION.....	37
11	KÄLLFÖRTECKNING.....	38
12	FIGURFÖRTECKNING.....	39
13	TABELLFÖRTECKNING	40
	BILAGA A.....	1
	BILAGA B.....	28

1 INLEDNING

Det inledande kapitlet kommer att ta upp beställare för examensarbetet, syfte och målet, metodval och avgränsning, samt forskningsfrågor.

1.1 Beställare

Detta examensarbete gjordes på beställning av Ruukki Construction Oy. Ruukki Construction Oy är ett företag som planerar, tillverkar och monterar stålstommar, sandwich- och takelement i stål. Ruukki Construction Oy har ca 1800 anställda och är verksamma i 10 länder, varav produktion i Finland, Sverige, Polen, Estland, Litauen och Ukraina (SSAB, u.å).

Företaget började med ståltillverkning 1960 under namnet Rautaruukki. Det nuvarande namnet Ruukki Construction Oy antogs 2004, och 2014 blev företaget en del av det svenska företaget SSAB (Svenskt stål AB). Ruukki Construction Oy hade 2018 en omsättning på ca 610 miljoner euro (SSAB, u.å).

Jag utförde min företagsförlagda utbildning på Ruukki Construction hösten 2018, och fick därför möjligheten att göra mitt examensarbete åt dem. I fortsättningen av detta examensarbete kommer Ruukki Construction Oy endast benämnas med Ruukki.

1.2 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete var att utveckla en vridstyv anslutning mellan en mellanbjälklagsbalk och pelare, som ska vara lätt att tillverka och montera. Den vanligaste anslutningen som för tillfället används på Ruukki kräver montagestöd och svetsning på arbetsplatsen, vilket tar upp väldigt mycket tid.

Målet med detta examensarbete var att skapa en anslutning som inte kräver extra arbete på arbetsplatsen. Genom att få bort onödiga arbetsfaser på arbetsplatsen sparar man tid, minimerar risken för olyckor, och påskyndar montaget. Det är även en fråga om kvalitet, med mindre arbete på arbetsplatsen går det enklare att säkerställa kvaliteten.

Varför lönar det sig att använda plåtar som går genom pelaren i stället för plåtar som slutar vid pelarens yta? Hur dimensionerar man den mest optimala anslutningen?

1.3 Metodval och avgränsning

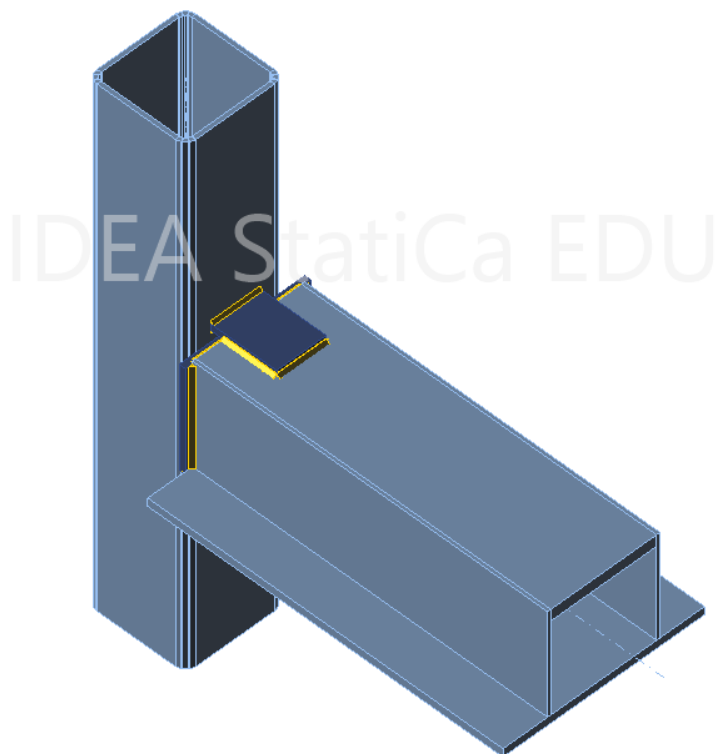
Detta examensarbete är uppbyggt på teori, formler, tabeller och figurer som krävs för att dimensionera anslutningen. Ruukki har de flesta projekt i Sverige, Norge och Finland. Därför kommer arbetet endast vara uppbyggt enligt grund Eurokoden, men har hänvisning var man behöver beakta de nationella bilagorna. Formler och ekvationer är numrerade enligt numreringen i Eurokoden.

Det kommer att presenteras förslag och idéer som uppkommit under diskussionerna med Ruukkis egna planerare och projektchefer. Det kommer att finnas jämförelser mellan beräkningar av anslutningen i FEM-beräkningsprogram (Finite element method) och handberäkningar. Program som kommer användas är Idea Statica och ptc Mathcad Prime 4.0. I fortsättningen kommer ptc Mathcad Prime 4.0 benämnas med Mathcad.

Resultatet kommer bestå av tre olika standardfall som är uppbyggda på olika håldäck, balk och pelarstorlekar samt olika stora laster. De tre fallen kommer alla att beräknas i Idea Statica, men bara ett fall kommer beräknas för hand, med hjälp av Mathcad. Examensarbetet kommer endast ta upp anslutningen mellan en stålpelare och stålbalk, det blev diskuterat med Dan Pada på Ruukki i fall det även skulle göras en anslutning mellan en pelare och balk av betong, men arbetet skulle då bli för omfattande då.

2 NUVARANDE ANSLUTNING OCH PROBLEMATIKEN KRING DEN

Den nuvarande standardlösningen är uppbyggd så att balken vilar på en konsol som är fastsvetsad i en pelare. I ändan på konsolen finns en plåt som förhindrar balken att glida av konsolen. Då balken har lyfts på stället så läggs det en plåt på balkens övre fläns som svetsas fast i både balken och pelaren, se figur 1. Plåten kan även gå igenom pelaren till nästa balk.



Figur 1. Nuvarande anslutning med montageplåt.

2.1 Säkerhetsaspekter

Säkerheten på ett projekt är väldigt viktigt, alla som vistas på en arbetsplats ska kunna gå säkert. Det finns ett stort problem som man har haft under monteringen med dessa balkar. När lyftkättingarna har blivit löstagna från balkarna så har lyftkrokarna kunnat fastna i balkarna. Detta är ett stort problem, för med nuvarande metod så blir inte balken fastlåst i pelaren före man har hunnit svetsa fast låsplåten på övre sidan. Det vill säga i värsta fall har balken till och med kommit bort från konsolen som den vilat på.

2.2 Stämpstöd

Stämpstöd monteras efter att WQ-balken har blivit monterad. Stämpstöden placeras under WQ-balkens nedre fläns där håldäcken kommer, se figur 2. Stämpstöd har som uppgift att förhindra att balken vrider sig under tiden man monterar håldäcken. Stämpstöden tas bort när det blivit pågjutet.

Den nya anslutningen bygger på att man ska klara sig utan stämpstöd. Det tar lång tid att montera stämpstöden och att senare ta bort dem. Det skulle påskynda byggnadsprocessen om man klarade sig utan stämpstöd vid WQ-balkarna. Stämpstöden kan även utgöra en säkerhetsrisk, om de inte blivit planerade eller installerade korrekt, samt om ytan under stämpstödet ger efter.



Figur 2. Stämpstöd som stöder upp mellanbjälklagsbalkar. (Ruukki Oy)

2.3 Montageplåt

Montageplåtens huvuduppgift är att låsa fast balken och att ta emot dragkraft. Plåten är dimensionerad så att den ska klara av att ta emot olyckslast. Montageplåten har använts effektivt, eftersom det är en enkel lösning för en anslutning som kräver montagetoleranser och som det kommer stor påfrestning på.

Problemet med plåten är att balken inte blir fastlåst förrän plåten blivit fastsvetsad. Under tiden då balken ligger löst på konsolen så är det stor risk för att en olycka ska hända. Ett annat problem är att det tar lång tid att svetsa på arbetsplatsen. Det är även en kvalitetsrisk, dessutom bör svetsarbetet utföras av kvalificerad personal.

3 LASTER

Detta kapitel tar upp vilka laster som behöver beaktas för att kunna dimensionera denna anslutning. Den första typen av last är permanent last. De vanligaste permanenta lasterna är konstruktionens egenvikt och fast utrustning (t.ex. rörinstallationer). Den variabla lasten kan bestå av nyttig last på bjälklag, vind- och snölast. I detta arbete kommer det att räknas med en nyttig last på 5kN/m^2 på mellanbjälklaget. Anslutningen blir dimensionerad mot en hög nyttig last för att den ska kunna användas i så många projekt som möjligt. En nyttolast på 5kN/m^2 motsvarar offentliga byggnader, utrymmen där fysiska aktiviteter kan förekomma och där människor kan röra sig utan hinder enligt EN 1991-1-1 (tab. 6.1 och 6.2).

3.1 Bruksgränstillstånd (EN 1990)

Gränstillståndet som berör bärverksdelarnas funktion vid normal användning, människors välbefinnande och byggnadens utseende. Dimensionering i bruksgränstillstånd syftar på att förhindra deformationer, sprickbildningar och vibrationer. (EN 1990 kap. 3.4) Relevanta lastkombinationer i bruksgränstillstånd:

- Karakteristisk kombination = $g_k; q_k; \Psi_0 * q_k$ (6.14a)

- Frekvent kombination = $g_k; \Psi_1 * q_k; \Psi_2 * q_k$ (6.15a)

- Kvasipermanent kombination = $g_k; \Psi_2 * q_k$ (6.16a)

g_k = karakteristiskt värde för permanent last

q_k = karakteristiskt värde för variabel last

Ψ_0 = Faktor för kombinationsvärde för variabel last

Ψ_1 = Faktor för frekvent värde för variabel last

Ψ_2 = Faktor för kvasipermanent värde för variabel last

Värden för Ψ -faktorerna och partialkoefficienter bör man kontrollera i den nationella bilagan.

3.2 Brottgränstillstånd

Gränstillståndet som berör människors och bärverkets säkerhet klassificeras som brottgränstillstånd. Brottgränstillstånd är vid den gräns då det sker ett brott i ett bärverk. Vid dimensionering i brottgränstillstånd tillämpar man partialkoefficientmetoden. Metoden går ut på att man med hjälp av partialkoefficienter och Ψ -faktorer säkerställer att brottrisken blir minimal. Dessa partialkoefficienter behövs bl.a. vid beräkning av lasterna. De karakteristiska värden ska multipliceras i detta fall med partialkoefficienterna γ_g och γ_q för att få de dimensionerande värden. (EN 1990 kap. 3.3) Relevanta lastkombinationer i brottgränstillstånd:

$$\bullet \gamma_g^* g_k; \gamma_q^* q_k; \gamma_q^* \Psi_0 q_k \quad (6.9a)$$

γ_g = partialkoefficient för permanenta laster

γ_q = partialkoefficient för variabel last

g_d = dimensionerande värde för permanent last

q_d = dimensionerande värde för variabel last

Vid dimensionering ska kravet $E_d \leq R_d$ uppfyllas.

Där:

E_d = dimensionerande last

R_d = dimensionerande bärförmåga

3.3 Last under montageskedet

För montageskede är det ett lastfall som bör kontrolleras. Lastfallet består av att håldäcken har endast blivit monterade på ena sidan av WQ-balken, detta ger upphov till ett vridmoment. Permanent lasten i detta fall består av egenvikten från WQ-balken + håldäckets egenvikt. Det finns ingen nyttolast.

3.4 Last i slutskedet

Last i slutskedet består av den permanenta och den nyttiga lasten. Den permanenta lasten består av vikten från mellanbjälklagsbalk, håldäck, pågjutningen på håldäck och mellanväggar samt installationer. Nyttolasten består av 5 kN/m² som t.ex. kan vara människor, möbler, vind- och snölast. Nyttolasten kan verka på enbart en sida eller båda.

3.5 Olycksfallslast

Olycksfallslast innebär extra last som uppstår vid en olycka. Olycksfallslast kan uppstå från t.ex. bortfall av pelare eller vägg. Pelarens eller väggens bortfall kan t.ex. bero på en explosion eller ett fordon som har kolliderat med byggnaden.

För att skydda en byggnad mot olycksfallslast eller fortskridande ras så ska det finnas vertikala och horisontella kopplingar i byggnaden. Kopplingarna består av dragband som ska finnas i bjälklag, mellan bjälklag och pelare eller vägg. Det finns rekommendationer på olika strategier beroende på vilken konsekvensklass byggnaden hört till.

3.5.1 Konsekvensklasser

Byggnader indelas i olika typer av konsekvensklasser, beroende på storlek, våningsantal och konsekvenserna ifall byggnaden skulle kollapsa, se tabell 1. Det vill säga ekonomiska förluster och människoliv som står på spel.

För byggnader i **konsekvensklass CC1** krävs det inga ytterligare åtgärder utöver dimensioneringen för normalt bruk enligt EN 1990–1999.

Byggnader i **konsekvensklass CC2a** förses med horisontella dragband.

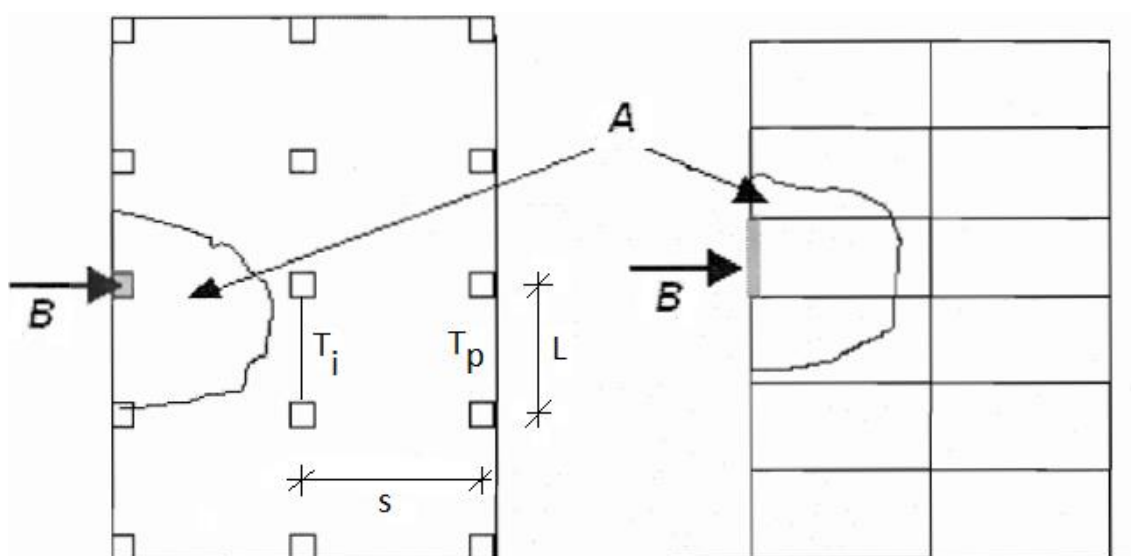
Byggnader i **konsekvensklass CC2b** bör alla bärande pelare och väggar förses med både vertikala och horisontella dragförband, eller alternativt:

- Byggnaden kontrolleras så att den klarar av bortfall av en bärande pelare eller en nominell del av en bärande vägg, med bibehållen stabilitet och utan att skadans omfattning överskrider gränsen, se figur 3. Området för lokal skada får högst vara 15 % av bjälklagsytan. Om det visar sig att skadans omfattning överskrider gränsen vid ett bortfall av en pelare eller en väggdel bör ifrågavarande bärverksdel dimensioneras som en viktig bärverksdel (key element). Det finns anvisningar i EN 1991–1–7, A.8 hur man ska dimensionera viktiga bärverksdelar.

Vid byggnader i **konsekvensklass CC3** bör det utföras en noggrann riskanalys med beaktande på förutsägbara och icke förutsägbara laster. (Westberg, 2009)

Tabell 1. Konsekvensklasser enligt EN 1991-1-7 (tab.A.1)

Klass	Exempel
CC1	Enfamiljshus på högst 4 våningar Lantbruksbyggnader Byggnader där personer sällan vistas
CC2a, lägre riskgrupp	Enfamiljshus med 5 våningar Hotell, flerfamiljshus och kontorshus med högst 4 våningar Industribyggnader med högst 3 våningar Varuhus med högst 3 våningar å högst 1000 m ² bjälklagsyta Envånings skolbyggnader Alla offentliga byggnader med högst 2 våningar å högst 2000 m ²
CC2b, högre riskgrupp	Hotel och bostadshus med fler än 4 och högst 15 våningar Skolbyggnader med fler än 1 men högst 15 våningar Varuhus med fler än 3 men högst 15 våningar Sjukhus med högst 3 våningar Kontorshus med fler än 4 men högst 15 våningar Alla offentliga byggnader med 2000-5000 m ² bjälklagsyta Parkeringshus med högst 6 våningar
CC3	Fall där gränsvärdena för våningsantal och bjälklagsyta i klass CC2a och CC2b överskrids Alla byggnader där allmänheten har tillträde i betydande antal Arenor med plats för mer än 5000 personer Byggnader som innehåller farliga ämnen eller processer



Figur 3. Plan och en skärning på en byggnad med ett illustrerat skadeområde (EN 1991-1-7, fig. A1) A = Område för lokal skada som högst får vara 15 % av bjälklagsytan, båda våningarna kan samtidigt ha denna skadeomfattning. B = Bortfallen pelare eller vägg.

3.5.2 Horisontella dragband

Byggnader bör förses med dragband för att klara av olycksfallslast. Dragband kan t.ex. vara armering, eller som i detta fall en vanlig stålanslutning. Vilken typ av dragband som bör användas avgörs av konstruktionens konsekvensklass.

Horisontella dragband bör finnas längs alla fasader samt i två riktningar i inre pelare- och balklinjer, detta för att binda ihop pelare och väggar med stommen. Dragband och deras anslutningar mot pelare eller angränsade balk bör i varje bjälklag kunna ta följande krafter:

Inre dragband: $T_i = 0,8 \cdot (g_k + \Psi \cdot q_k) \cdot s \cdot L$ dock minst 75kN

Dragband längs kant: $T_p = 0,4 \cdot (g_k + \Psi \cdot q_k) \cdot s \cdot L$ dock minst 75kN

Där s = avstånd mellan dragband

L = dragbandets längd

Ψ = relevant faktor

(EN1991-1-7, kap. A.5.1)

Enligt **EN 1990 (6.11b)** bör något av dessa två variabler användas Ψ_1 (frekvent last) eller Ψ_2 (långtidslast). Villkendera som bör användas är oklart. **EN 1990** hänvisar till **EN 1991-1999**, **EN 1991** hänvisar tillbaka till **EN 1990** och i **EN 1992** sägs det inget. Ψ_1 är på säkra sidan då den frekventa lastfaktorn resulterar i större olyckslast vid dimensionering. Detta bör dock kontrolleras i den nationella bilagan. Vid beräkning av tvärkraften vid olycksfall får man använda det karakteristiska värdet för permanent last och en reduceringsfaktor på 0,7 för den nyttiga lasten.

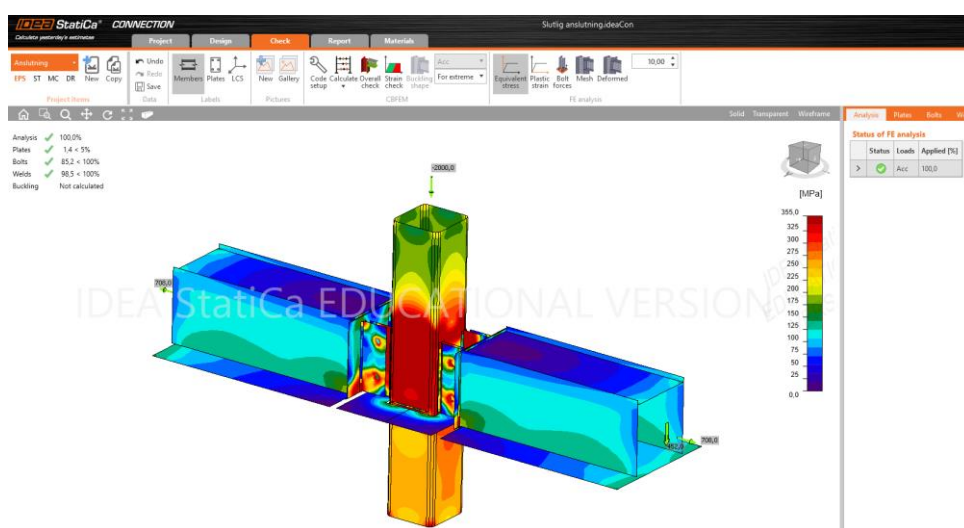
4 PROGRAM

Program som använts i detta arbete är Idea Statica, Mathcad och Excel. I Excel har WQ-balken kontrollerats, med hjälp av Ruukkis färdiga beräkningsbotten. Idea Statica har använts för att modellera och dimensionera anslutningen. Mathcad har använts som hjälpmedel vid handberäkningarna.

4.1 Idea Statica

Idea statica är ett CBFEM-program, component-based finite element metod som är uppbyggt för att kunna dimensionera olika typer av stålanslutningar. Programmet är uppbyggd på tester och olika dimensioneringsnormer, t.ex. eurokoden och amerikanska normen AISC, American Institute of Steel Construction. När man börjar modellera i Idea Statica får man först välja enligt vilken norm man ska dimensionera. Programmet klarar av att dimensionera anslutningar med skruvar, grundskruvar och svetsar. Det finns ingen begränsning hur anslutningen kan se ut. Programmet följer eurokodens regler och beräkningsmetoder.

Från Tekla structures är det möjligt att direkt importera en 3D anslutning till Idea Statica. När man fått in modellen behöver man bara lägga in storleken på de olika krafter som man har vid anslutningen. Programmet gör olika statiska analyser och får resultat där man ser hur krafterna fördelar sig anslutningen. I resultatet ingår även styvhet, buckling och deformationsanalys. (IdeaStatica.com u.å.)



Figur 3. Spänningsanalys ur Idea Static.

4.2 ptc Mathcad Prime 4.0

Mathcad är ett matematiskt program. Programmet är uppbyggt som ett ordbehandlingsprogram, det går att skriva, lägga till bilder och infoga grafer etcetera. Det som skiljer från ett vanligt dokument är att det går att göra olika matematiska beräkningar i det. Programmet klarar av att räkna med enhet, det vill säga man kan lägga in olika bokstäver och förkortningar som man ger ett värde och en enhet åt. Sen är det bara att skriva ut formeln och programmet ger ut ett svar med den enhet som önskas. Det finns färdiga konstanter och beräkningsfunktioner inprogrammerade. (ptc.com)

The screenshot displays the PTC Mathcad Express software interface. The top menu bar includes options like Math, Input/Output, Functions, Matrices/Tables, Plots, Math Formatting, Text Formatting, Calculation, Document, and Resources. The main workspace shows a grid with the following calculations:

Kontroll av bultar:

Bärförmåga för skjuvning

$$F_{v,Rd} = \frac{F_{v,Rd}}{A} = 271.434 \text{ kN} \quad \text{Skjuvkapacitet per bult}$$

$$\frac{F_{ed}}{F_{v,Rd}} \cdot 100 = 41.57 \text{ \%} \quad \text{OK}$$

Bärförmåga för hållkantryck

$$F_{b,Rd,1} = 403.879 \text{ kN} \quad \text{Bärförmåga per bult}$$

$$\frac{F_{ed}}{F_{b,Rd,1}} \cdot 100 = 27.938 \text{ \%} \quad \text{OK}$$

Bärförmåga för dragkraft

$$F_{t,Rd} = 61.7 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_1 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{7M_2} = 323.136 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Rd}}{F_{v,Rd}} \cdot 100 = 19.094 \text{ \%} \quad \text{OK}$$

Bärförmåga för genomstansning

$$d_m = 48.4 \text{ mm}$$

$$B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot \frac{f_u}{7M_2} = 715.258 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t,Rd}}{B_{p,Rd}} \cdot 100 = 8.626 \text{ \%} \quad \text{OK}$$

Kombinerad skjuvning och dragning

$$F_{ed} = \frac{F_{ed}}{A} = 112.836 \text{ kN}$$

$$\left(\frac{F_{ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Rd}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \right) \cdot 100 = 55.209 \text{ \%}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Figur 4. Beräkningar ur Mathcad.

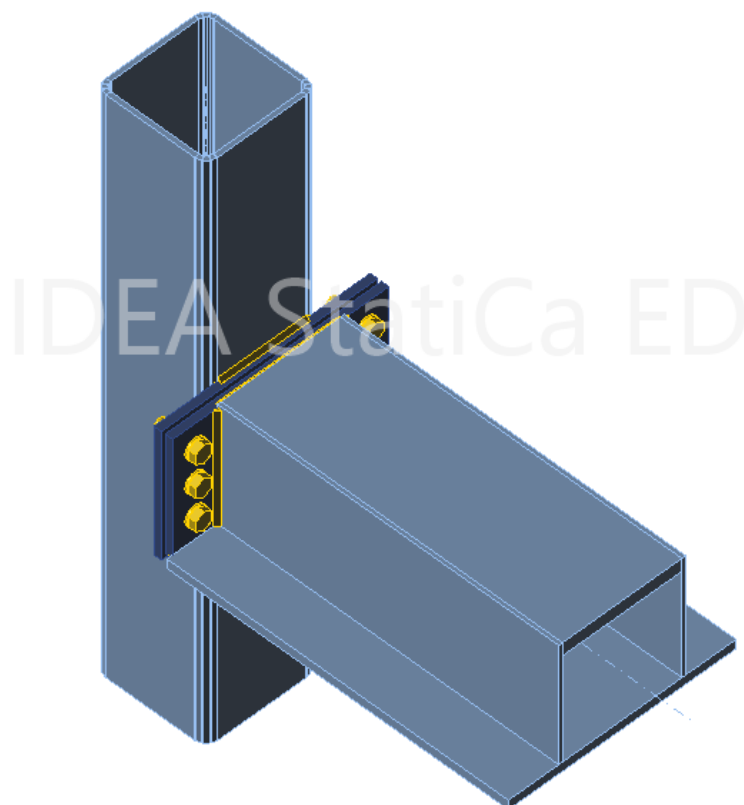
5 UTVECKLING AV NY ANSLUTNING

Några av de största problemen har varit att hitta en anslutning som klarar av olyckslasten och som klarar kraven på montageoleranserna. För tillfället använder man på Ruukki en montageolerans på 20 mm per balk, 10 mm per sida. Ett annat problem var att det inte går att använda avlånga hål i denna anslutning. Detta framkom i en diskussion med Rickard Nybacka som är konstruktör på Ruukki. Problemet med avlånga hål för skruvar vid denna anslutning är att då anslutningen blir ingjuten i mellanbjälklaget så uppstår det sprickbildningar, och det uppstår även problem med skivverkan i mellanbjälklaget.

Vanligtvis stabiliserar man konstruktionen mot horisontella vindlaster genom skivverkan i bjälklag, tak och väggar. Med skivverkan menas då ett konstruktionsskikt upptar krafter i sitt eget plan, det vill säga att konstruktionsskiktet kan fördela vidare krafterna. (Träguiden.se, u.å.)

5.1 Förslag på anslutning

Denna anslutning består av två plåtar, en konsol, skruvar och montageplåtar i olika tjocklekar. Anslutningsplåtarnas tjocklek är 20 mm, bredden 290 mm och höjden 320 mm. Klacken är en plåt med tjockleken 50 mm, bredden 150 mm och höjden 50 mm. Den ena plåten är fastsvetsad i pelaren och den andra plåten blir fastsvetsad som WQ-balkens ändplåt. Klackens nedre kant kommer på samma höjd som WQ-balkens nedre kant. För klacken bör det kapas ut bitar från plåtarna och WQ-balkens nedre fläns. Klacken är endast där för att underlätta montaget. Man ska kunna lätt sänka ner balken på klacken, efter det ska bultarna läggas på stället, men före man drar åt bör man lägga de montageplåtar som behövs mellan anslutningsplåtarna, se figur 5.

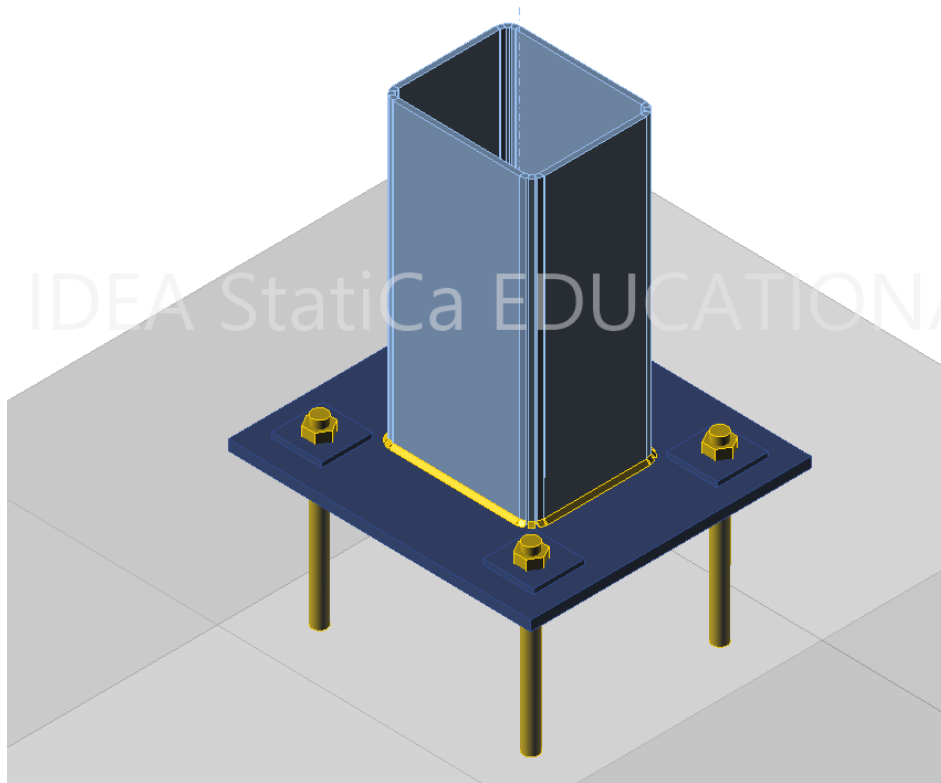


Figur 5. Ett förslag på hur anslutningen kunde se ut. (Bild ur Idea Statica)

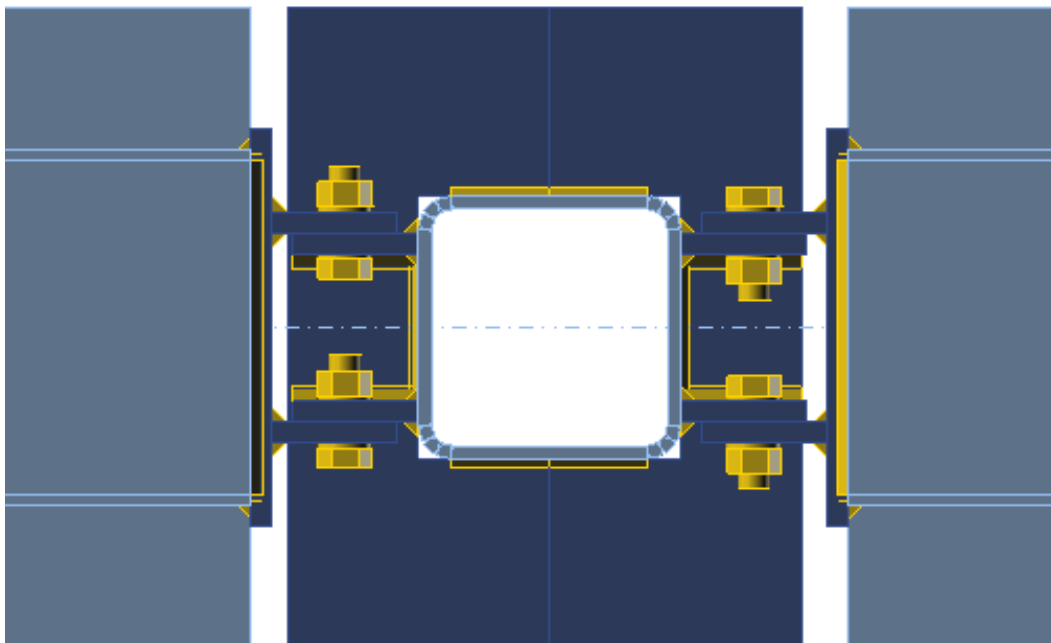
Anslutningen klarade av de olika lastfallen och montageoleranserna. Montageoleranserna löstes på samma vis som de gör i dagens läge, balken görs 20 mm kortare. Det skulle bara kräva att man har med montageplåtar i olika tjocklekar som man trär i mellan anslutningsplåtarna. Problemet här blev då i stället att anslutningsplåtarna kommer i vägen för håldäcken, det skulle skapa så mycket extra arbete att detta inte längre var ett alternativ.

5.2 Slutgiltig anslutning

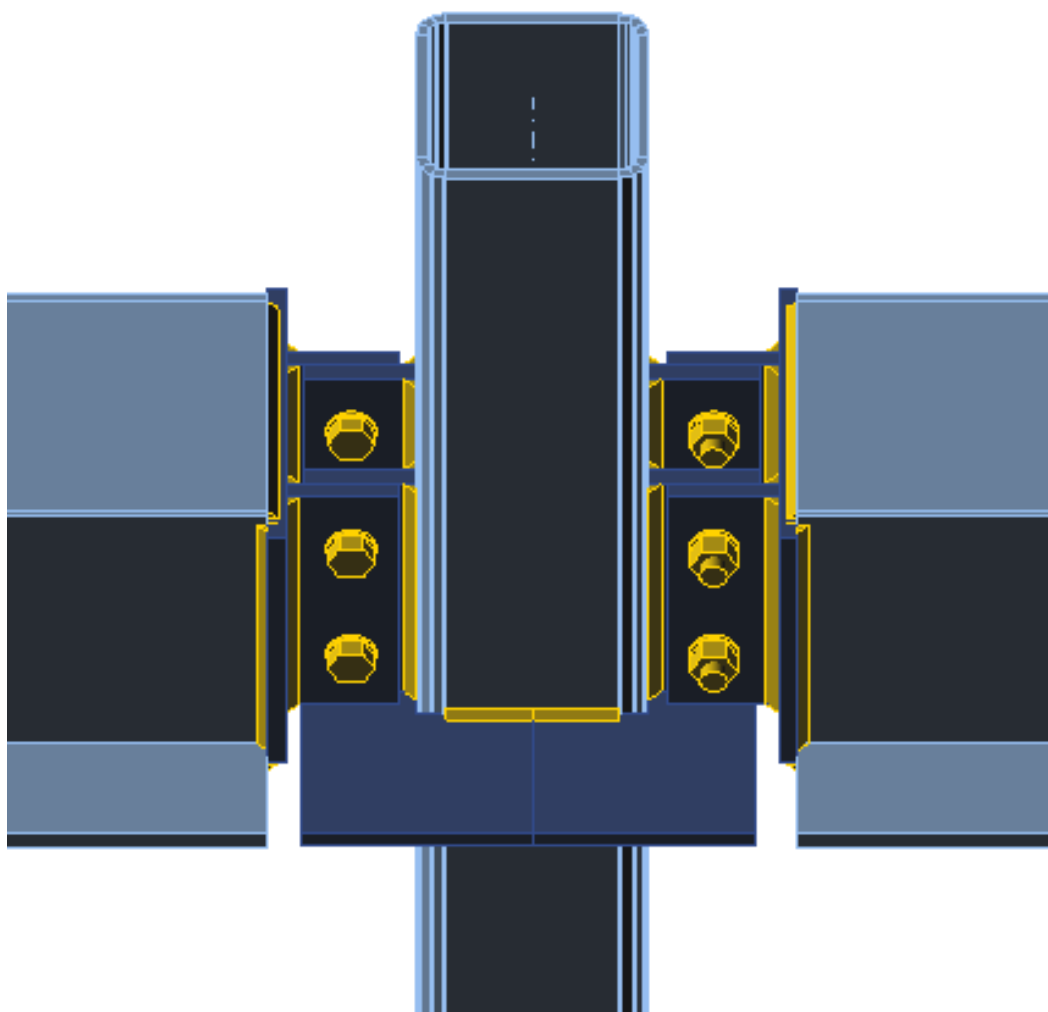
Efter många olika förslag på anslutningar med skruvförband konstaterades det att det inte går att ha skruvar om det inte görs något åt montageoleranserna. Det blev diskuterat med Dan Pada och flera arbetsplatschefer på Ruukki hur man skulle kunna lösa problemet. Till slut kom vi fram till med Dan Pada att montageoleransen ska endast vara det som kommer från hålstorleken för skruvarna. Det ska ställas högre krav vid monteringen av pelarna. I dagsläget används en håltolerans på 10–15 mm, det torde räcka för att få inmätt pelarna exakt. I fall det behövs ännu större hål är det möjligt, men då måste man svetsa fast de stora brickorna i fotplåten. I figur 6 kan man se hur en pelaranslutning till grunden kan se ut. Den nya anslutnings utformningen kan man se i figur 7 och 8.



Figur 6. Exempel hur en pelaranslutning till grunden kan se ut.



Figur 7. Slutlig anslutning, bild ovanifrån.



Figur 8. Slutlig anslutning, översiktsbild.

WQ-balkarna har måtten 345*10–40*320–25*610 (mm). Balkens liv är 345 mm hög med tjockleken 10mm, övre flänsen är 320 mm bred med tjockleken 40 mm och nedreflansen är 610 mm bred med tjockleken 25 mm. Anslutningen har två anslutningsplåtar som svetsas fast i pelaren och två anslutningsplåtar som blir fastsvetsade i WQ-balkens ändplåt. WQ-balkens ändplåt är 342 mm hög, 380 mm bred och är 20 mm tjock.

Anslutningsplåtarna är 316 mm hög, 120 mm bred och har en tjocklek på 20 mm. Anslutningsplåtarna blir fastskruvade med två M30 skruvar per skär. Det blev två M30 skruvar i stället för tre stycken M24 för att få större tolerans, hålen för M24 har en tolerans på 2 mm och för M30 är det 3 mm. Anslutningsplåtarna blir svetsade med kälsvets varvet runt med a-måttet 8 mm. WQ-balkens ändplåtar blir svetsade med kälsvets med a-måttet 7 mm.

Plåtarna som kommer under anslutningsplåtarna blir fastsvetsade i pelaren, i varandra och på insidan av anslutningsplåtarna som blir fastsvetsade i pelaren, a-måttet för svetsarna är 6 mm. Plåtarna har som uppgift att stöda håldäcken och att förminska formningsarbetet inför gjutning, plåtarna har en tjocklek på 20 mm. WQ-balkens anslutningsplåtar kommer på utsidan av pelarens anslutningsplåtar för att det inte ska ha någon betydelse från vilken sida balken monteras.

6 SKRUVFÖRBAND

Skruvar indelas i olika hållfasthetsklasser, det finns 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8 och 10.9. Skruvarnas sträck och brottgräns kan man se i tabell 3. Vilken hållfasthetsklass som rekommenderas bör kontrolleras i den nationella bilagan.

Tabell 2. Nominella värden för sträckgränsen f_{yb} och brottgränsen f_{ub} för skruvar (EN 1993-1-8, tab 3.1)

Hållfasthetsklass	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (MPa)	240	320	300	400	480	640	900
f_{ub} (MPa)	400	400	500	500	600	800	1000

De vanligaste skruvdimensionerna är M12, M16, M20, M24 och M30. Skruvarnas area kan man se i tabell 4.

Tabell 3. Skruvarnas storlek och area (Rautaruukki Oyj, 2010, s. 314)

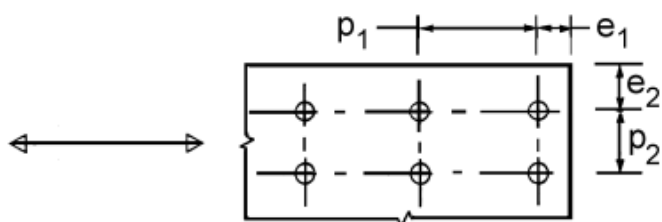
Skruv	M12	M16	M20	M24	M30
Bruttoarea A (mm ²)	113	201	314	452	707
Spänningsarea A _s (mm ²)	84,3	157	245	353	561

6.1 Hålstorlekar och placeringar

Hålen för skruvarna ska vara lite större än skruvarna på grund av att man ska ha lite spelrum vid monteringen, håltoleranserna visas i tabell 5. Det finns vissa krav som måste uppfyllas var man kan placera skruvarna, se tabell 6. Kraven ställs för att bland annat säkerställa tillräcklig bärförmåga med avseende på hålkantsbrott. För stora avstånd mellan skruvarna tillåts inte heller med hänsyn till buckling av tryckta delar, om skruvförbandet är i korrosiv miljö finns det risk för spaltkorrosion. (SBI detaljhandbok kap. BP, s. 12) Det är viktigt att beakta att skruvens bricker inte krockar t.ex. med en valsad profils rundade area, eller svetsar som hör till någondera av objekten som ska skruvas fast.

Tabell 4. Nominellt hålspel (mm) (SBI detaljhandbok)

Typ av hål	12	16	20	24	30
Normalstora hål	1	2	2	2	3
Överstora runda hål	3	4	4	6	8
Korta avlånga hål	4	6	6	8	10
Långa avlånga hål	1,5*d				



Figur 9. Beteckningar för fästelementavstånd. (EN 1993-1-8)

Tabell 5. Minsta och största centrumavstånd, ändavstånd och kantavstånd (EN 1993-1-8)

	Minimum	Maximum ^{1) 2) 3)}		
		Konstruktioner av stål enligt EN 10025 utom stål enligt EN 10025-5		Konstruktioner av stål enligt EN 10025-5
		Stål utomhus eller i annan korrosiv miljö	Stål inomhus och ej i korrosiv miljö	Oskyddat stål
Ändavstånd i kraftriktningen e_1	$1,2d_0$	$4t + 40$ mm		Det största av $8t$ och 125 mm
Kantavstånd tvärs kraftriktningen e_2	$1,2d_0$	$4t + 40$ mm		Det största av $8t$ och 125 mm
Måttet e_3 för avlånga hål	$1,5d_0$ ⁴⁾			
Måttet e_4 för avlånga hål	$1,5d_0$ ⁴⁾			
Centrumavstånd p_1	$2,2d_0$	Det minsta av $14t$ och 200 mm	Det minsta av $14t$ och 200 mm	Det minsta av $14t_{\min}$ och 175 mm
Centrumavstånd $p_{1,0}$		Det minsta av $14t$ och 200 mm		
Centrumavstånd $p_{1,i}$		Det minsta av $28t$ och 400 mm		
Centrumavstånd p_2 ⁵⁾	$2,4d_0$	Det minsta av $14t$ och 200 mm	Det minsta av $14t$ och 200 mm	Det minsta av $14t_{\min}$ och 175 mm

6.2 Skruvförbandstyper

Skruvförband indelas i fem typer enligt Eurokod EN 1993–1–8:

6.2.1 Skjuvbelastade förband

A. Hålkantförband:

I denna typ kan skruvar i klass 4.6 till och med 10.9 användas. Det ställs inga specialkrav på kontaktytorna.

B. Friktionsförband i bruksgränstillstånd

Glidning bör ej inträffa i bruksgränstillståndet. Den dimensionerande skjuvkraften bör ej överstiga det dimensionerande glidmotståndet, ej heller bärförmågan för hålkanttryck.

C. Friktionsförband i brottgränstillstånd

Glidning bör ej inträffa i brottgränstillståndet. Den dimensionerande skjuvkraften bör ej överskrida dimensionerande glidmotståndet, ej heller bärförmågan för hålkanttryck.

6.2.2 Dragkraftsbelastade förband

D. Icke-förspända

I denna typ av förband kan skruvar i klass 4.6 till och med 10.9 användas. Ingen förspänning krävs. Denna typ av förband bör inte användas vid fall där dragkraften kan variera. Förbandet får användas vid dimensionering mot normala vindlaster.

E. Förspända förband

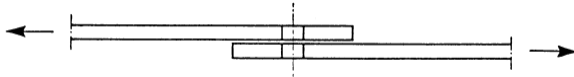
I denna typ av förband bör skruvar i klass 8.8 eller 10.9 användas. Skruvarnas åtdragning måste kontrolleras.

(EN 1993–1–8, kap. 3.4)

6.3 Dimensionering av skruvförband enligt (EN 1993–1–8, tab.3.4)

Bärförmåga för skjuvning per skjuvplan:

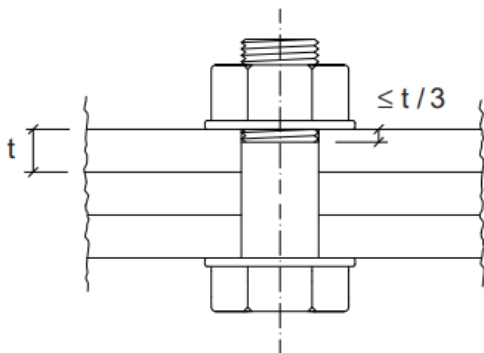
I figur 10 ser man hur det enskäriga skruvförbandet blir belastat av skjuvkraft.



Figur 10. Enskärigt skruvförband. (EN 1993–1–8, fig. 3.3)

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}}$$

- Där skjuvplanet går genom den gängade delen av skruven ersätts A med spänningsarean A_s , se figur 11.
- För klass 4.6, 5.6 och 8.8 är $\alpha_v = 0,6$
- För klass 4.7, 5.8, 6.8 och 10.9 är $\alpha_v = 0,5$
- Där skjuvplanet går genom den ogängade delen av skruven får man räkna med bruttoarean A och $\alpha_v = 0,6$.
- f_{ub} = skruvens brottgräns
- γ_{M2} = Partialkoefficient för tvärsnittets bärförmåga med hänsyn till dragbrott



Figur 11. Förband där skjuvplanet går genom den gängade delen. (Rautaruukki Oyj, 2010, s. 314)

Bärförmåga för hålkanttryck:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} \quad \text{Där } \alpha_b \text{ är det minsta av } \alpha_b; \frac{f_{ub}}{f_u} \text{ och } 1,0$$

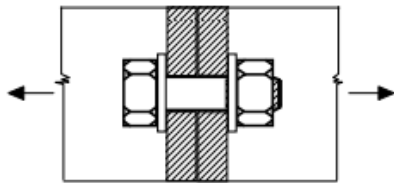
I kraftriktningen:

- För skruvar vid ände: $\alpha_b = \frac{e_1}{3 \cdot d_0}$; för inre skruvar $\alpha_b = \frac{p_1}{3 - d_0} - \frac{1}{4}$
- För skruvar vid kant: k_1 är det minsta av $2,8 * \frac{e_2}{d_0} - 1,7$ och $2,5$
- För inre skruvar: k_1 är det minsta av $1,4 * \frac{p_2}{d_0} - 1,7$ och $2,5$
- f_u = brottgräns för den svagare delen i skruvförbandet
- d = skruvens diameter
- t = den tunnare delens godstjocklek

Bärförmåga för dragkraft:

I figur 12 ser man hur det enskäriga skruvförbandet blir utsatt för dragkraft.

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} \quad \text{Där } k_2 = 0,63 \text{ med försänkt skruv, annars } k_2 = 0,9$$



Figur 12. Enskärigt skruvförband som är utsatt för dragkraft. (Rautaruukki Oyj, 2010, s. 314)

Bärförmåga för genom stansning

$$B_{p,Rd} = 0,6 * \pi * d_m * t_p * f_u / \gamma_{M2}$$

- d_m = medelvärdet för största och minsta tvärmått för skruvhuvud eller mutter, beroende på vilken som är minst

Kombinerad skjuvning och dragning

Den kombinerade bärförmågan för skjuvning och dragning fås enligt:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 * F_{t,Rd}}$$

7 SVETSFÖRBAND

EN 1993–1–8 tar upp kälsvets, kälsvets i hål, stumsvets, pluggsvets och svets i utfläckande fog. Det finns även y- och v-svetsar.

7.1 Svetsklass enligt EN ISO 5817

Svetsklasserna delas upp i tre klasser som baserar sig på tillåtna svetsfel, se tabell 6. Svetsfelen som tillåts enligt klasserna finns uppräknade i ISO 6520–1. Vilken svetsklass som bör användas avgör utförandeklassen på konstruktionen, se tabell 7. Vanligtvis används klass B eller C (bör kontrolleras i den nationella bilagan).

Tabell 6. Svetsklassernas beteckningar

Beteckning	Svetsklass
B	Krävande
C	God
D	Godtagbar

Tabell 7. Val av svetsklass beroende på utförandeklass (Hitsatut profilitt)

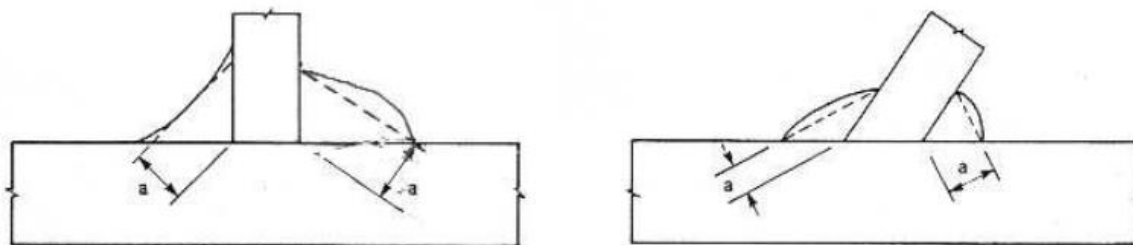
Svetsklass	Utförandeklass
D	EXC1
C	EXC2
B	EXC3
B+	EXC4

7.2 Kälsvets

Kälsvets används då man ska sammanfoga delar, om anslutningsytornas vinkel är mellan 60 och 120°. Det är tillåtet med vinklar under 60°, men då ska svetsen beaktas som delvis genomsvetsad. (EN 1993–1–8, kap. 4.3.2.1)

7.2.1 Effektivt a-mått

En kälsvets effektiva a-mått bör sättas till höjden i den största triangel (liksidig eller oliksidig som kan mätas mellan fogytorna och svetsen), se figur 13.



Figur 13. A-mått för kälsvets. (EN 1993-1-8, fig. 4.3)

En svets byggs upp till önskat tvärsnittsmått med ett antal svetssträngar. Största kostnaden för en svets är själva arbetet, därför löns det att noggrant planera val av svets och svetsstorlek. Hur många strängar som behövs för att uppnå tvärsnittsmåttet beror bland annat på svetsmetod, svetsläge, svetsarens skicklighet, elektrodtyp och elektroddimensionering.

För likbenta kälsvetsar gäller följande ungefärliga samband:

- 3–5 mm a-mått → 1 svetssträng
- 6–9 mm a mått → 3 svetssträngar
- 10–13 mm a mått → 5 svetssträngar

(SBI detaljhandbok kap. BP, s. 9)

7.2.2 Svetslängd

Den effektiva svetslängden bör minst vara 30 mm eller sex gånger a-måttet enligt EN 1993–1–1. Den effektiva svetslängden är den längd som svetsen har full storlek, eventuellt bör man göra en reduktion på längden på grund av start- eller ändkratrar. Den får sättas till hela svetslängden minus två gånger svetsens a-mått. I praktiken rekommenderas det att ha den minsta svetslängden på 50 mm.

(SBI detaljhandbok kap. BP, s. 9)

7.3 Dimensionering av svetsar enligt EN 1993-1-8

Den dimensionerande bärförmågan för en kälsvets kan beräknas med två olika metoder, den förenklade metoden och komposantmetoden.

7.3.1 Förenklad metod

För denna metod kan man anse att kälsvetsens bärförmågan är tillräcklig då kraftresultanten för hela svetslängden i alla punkter uppfyller kravet:

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} \quad (4.2)$$

$F_{w,Ed}$ = Dimensioneringsvärdet av kraften på svetsen per längdenhet.

$F_{w,Rd}$ = Svetsens dimensionerande bärförmåga per längdenhet.

Oberoende kraftens riktning, bör den dimensionerande bärförmåga per längdenhet $F_{w,Rd}$ bestämmas enligt:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} * a \quad (4.3)$$

Där $f_{vw,d}$ är dimensionerande skjuvhållfasthet för svetsen.

- a = kälsvetsens effektiva a-mått.

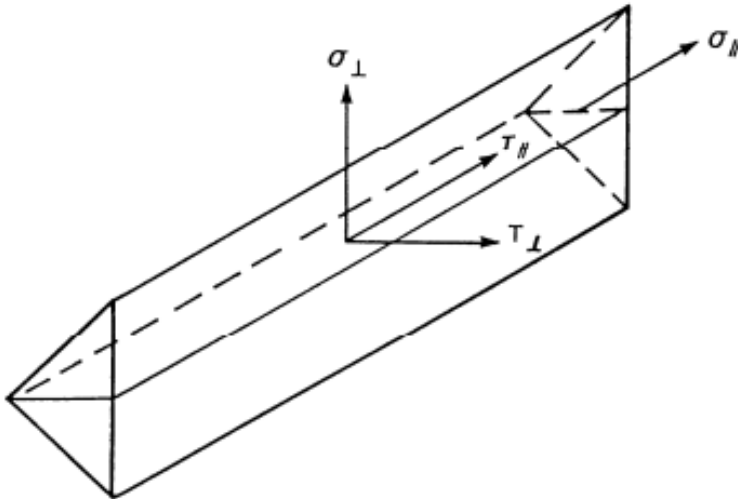
$f_{vw,d}$ bör bestämmas enligt:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w * \gamma_{M2}} \quad (4.4)$$

- β_w = koefficient enligt stålqualität (ur tabell).

7.3.2 Komposantmetoden

Med denna metod delas krafterna i svetsens längdaxel och i beräkningsytan delas komponenterna upp i vinkelräta och parallella mot svetsen, se figur 14.



Figur 14. Spänningar över svetsarean i kälsvets. (EN 1993-1-8, fig. 4.5)

- σ_{\perp} = normalspänning vinkelrätt mot a-måttet.
- σ_{\parallel} = normalspänning parallell med svetsens längdaxel.
- τ_{\perp} = skjuvspänningen (i svetsareans plan) vinkelrätt mot svetsens längdaxel.
- τ_{\parallel} = skjuvspänningen (i svetsareans plan) parallellt med svetsens längdaxel.

Följande två villkor ska uppfyllas för den dimensionerande bärförmågan:

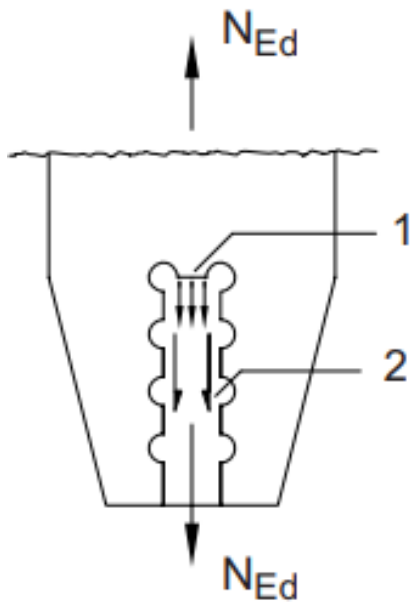
$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{m2}} \quad \text{och} \quad \sigma_{\perp} = \frac{0,9 * f_u}{\gamma_{m2}} \quad (4.1)$$

8 DIMENSIONERING AV ANSLUTNINGSPLÅTAR

Detta kapitel tar upp hur man dimensionerar anslutningsplåtarna mot de laster som uppstår i de lastfall som nämndes tidigare.

8.1 Dimensionering mot blockbrott

Blockbrott består av skjuvbrott längs skruvraden tillsammans med dragbrottet mellan skruvradena, se figur 15.



Figur 15. Blockbrott. (SSAB Domex Tube Rakennusputket, 2016, s. 227)

1. Dragkraft
2. Skjuvkraft

För en symmetrisk skruvgrupp med centrisk last fås den dimensionerande bärförmågan med hänsyn till blockbrott:

$$V_{eff,Rd} = f_u * \frac{A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right) * A_{nv} / \gamma_{M0} \quad (3.9)$$

A_{nt} = Nettoarean utsatt för dragning

A_{nv} = Nettoarean utsatt för skjuvning

γ_{M0} = Partialkoefficient för tvärsnittets bärförmåga oavsett tvärsnittsklass

För en skruvgrupp med excentrisk last fås den dimensionerande bärförmågan med hänsyn till blockbrott:

$$V_{eff,Rd} = 0,5 * f_u * \frac{A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right) * A_{nv} / \gamma_{M0} \quad (3.10)$$

(EN 1993–1–8)

8.2 Dimensionering mot skjuvkraft

I varje snitt ska dimensioneringsvärdet för V_{Ed} uppfylla villkoret:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.17)$$

V_{Ed} = dimensionerande tvärkraften

Vid plastisk dimensionering är $V_{c,Rd}$ dimensionerande plastisk bärförmåga $V_{pl,Rd}$.

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v * \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}} \quad (6.18)$$

A_v = Skjuvarean

Den elastiska bärförmågan för tvärkraften $V_{c,Rd}$ bör följande villkor för en kritisk punkt användas om inte instabilitetskontrollen enligt EN 1993-1-5 är tillämplig:

$$V_{c,Rd} = \frac{\tau_{Ed}}{\left(\frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}\right)} \leq 1,0 \quad (6.19)$$

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{ed} * S}{I * t} \quad (6.20)$$

S = Statiska momentet kring tyngdpunkten för den del av tvärsnittet som ligger mellan punkten där tvärkraften kontrolleras och tvärsnittets kant

I = Tvärsnittets tröghetsmoment

f_y = Sträckgränsen för tvärsnittet

(EN 1993–1–1)

8.3 Dimensionering mot moment

I varje snitt ska dimensioneringsvärdet för M_{Ed} uppfylla följande villkor:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.12)$$

Bärförmågan för momentet för ett tvärsnitt bestäms enligt följande:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{För tvärsnitt i klass 1 och 2} \quad (6.13)$$

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} * f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{För tvärsnitt i klass 3} \quad (6.14)$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} * f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{För tvärsnitt i klass 4} \quad (6.15)$$

(EN 1993–1–1)

8.4 Dimensionering mot normalkraft

Dimensioneringsvärdet för dragkraft N_{Ed} ska i varje snitt uppfylla villkoret:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.5)$$

Plastisk bärförmåga för bruttotvärsnittet:

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{A * F_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.6)$$

Den dimensionerande bärförmågan för tvärsnitt med hål för fästelement fås enligt:

$$N_{t,Rd} = N_{u,Rd} = \frac{0,9 * A_{net} * F_u}{\gamma_{M0}} \quad (6.7)$$

Vid dimensionering med hänsyn till deformationsförmåga, bör den plastiska bärförmågan för $N_{pl,Rd}$ vara lägre än dimensionerande bärförmåga för brott i nettotvärsnittet $N_{u,Rd}$.

(EN 1993–1–1)

8.5 Dimensionering mot vridning

För konstruktionsdel som belastas med ett vridmoment där tvärsnittsdeformationer kan försummas fås dimensioneringsvärdet för vridmomentet τ_{Ed} enligt:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} \leq 1,0 \quad (6.23)$$

Vridmomentet T_{Ed} i ett snitt bör betraktas som summan av två olika inre effekter:

$$T_{Ed} = T_{t,Ed} + T_{w,Ed}$$

$T_{t,Ed}$ = Vridmomentet att upptas av ren vridning.

$T_{w,Ed}$ = Vridmoment att upptas med förhindrad tvärsnittsvävning.

Vid kombinerad tvärkraft och vridning bör den plastiska bärförmågan för tvärkraften reduceras från $V_{pl,Rd}$ till $V_{pl,T,Rd}$ där dimensionerande tvärkraften bör uppfylla villkoret:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.25)$$

I EN 1993-1-1 ges tre formler för $V_{pl,T,Rd}$ beroende på tvärsnittstyp, $V_{pl,T,Rd}$ kan bestämmas enligt följande:

För I och H tvärsnitt:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{T_{t,Ed}}{1,25 * \frac{f_y}{\sqrt{3}} \gamma_{M0}}} * V_{pl,Rd} \quad (6.26)$$

För U tvärsnitt:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[\sqrt{1 - \frac{T_{t,Ed}}{1,25 * \frac{f_y}{\sqrt{3}} \gamma_{M0}} - \frac{\tau_{w,Ed}}{\frac{f_y}{\sqrt{3}} \gamma_{M0}}} \right] * V_{pl,Rd} \quad (6.27)$$

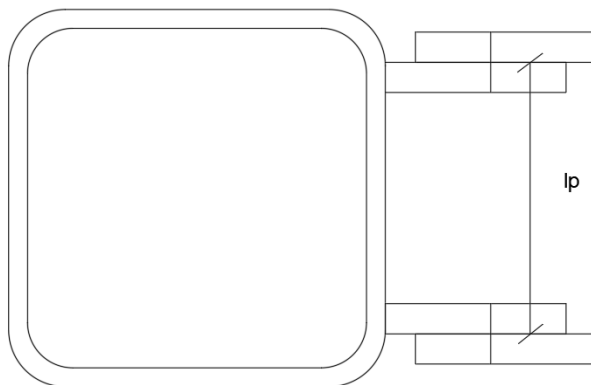
För konstruktionsrör:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[1 - \frac{T_{t,Ed}}{\frac{f_y}{\sqrt{3}} \gamma_{M0}} \right] * V_{pl,Rd} \quad (6.28)$$

$T_{t,Ed}$ = är vridmomentet att upptas av ren vridning

I EN 1993–1–1 finns det ingen beskrivning på hur man ska dimensionera en anslutning med två enskäriga förband mot vridning. I handberäkningarna har det använts en förenkling där man dividerar längden mellan förbandens skjuvplan med vridmomentet (se figur 16), det resulterar i en tilläggs skjuvkraft.

(EN 1993–1–1)



Figur 16. Avstånd mellan skruvarnas skjuvplan.

8.6 Dimensionering mot samtidigt verkande moment och tvärkraft

Om den dimensionerande tvärkraften är mindre än halva plastiska bärförmågan för tvärkraften, kan dess inverkan på momentbärförmågan försummas förutom där skjuvbuckling reducerar tvärsnittets bärförmåga.

Om tvärkraften överstiger halva plastiska bärförmågan bör man beräkna den reducerade momentbärförmågan för tvärsnittet med reducerad sträckgräns enligt:

$$(1 - \rho) * f_y \quad (6.29)$$

ρ = Reduktionsfaktor

$$\rho = \left(\frac{2 * V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \right)^2$$

Om vridning förekommer bör reduktionsfaktorn ρ räknas enligt:

$$\rho = \left(\frac{2 * V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \right)^2$$

(EN 1993–1–1)

8.7 Dimensionering mot samtidigt verkande moment, tvärkraft och normalkraft

Om den dimensionerande tvärkraften är mindre än halva plastiska bärförmågan för tvärkraften, kan dess inverkan på momentbärförmågan och normalkraft försummas förutom där skjuvbuckling reducerar tvärsnittets bärförmåga.

Om den dimensionerande tvärkraften överstiger halva plastiska bärförmågan för tvärkraften, bör tvärsnittets dimensionerande bärförmåga för kombinationen av moment och normalkraft beräknas med reducerad sträckgräns.

$$(1 - \rho) * f_y \tag{6.29}$$

$$\rho = \left(\frac{2 * V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \right)^2$$

(EN 1993–1–1)

8.8 Kontroll av brott i pelarvägg

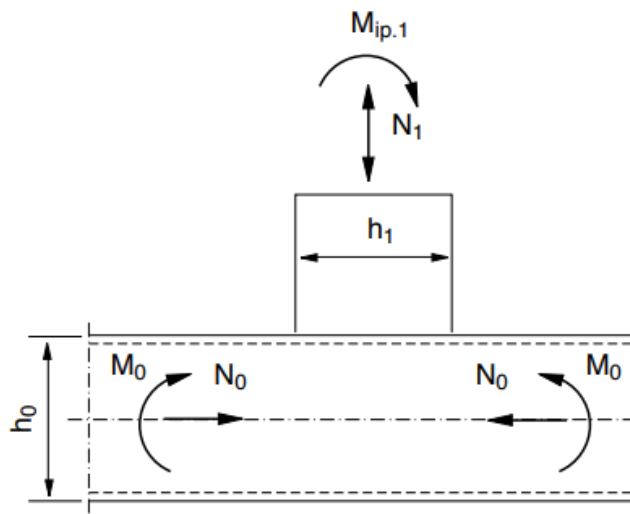
Bärförmåga mot brott i pelarvägg för längsgående plåt, se figur 17.

$$N_{1,Rd} = k_m * f_{y0} * t_0^2 * \left(\frac{2 * h_1}{b_0} + 4 * \sqrt{1 - \frac{t_1}{b_0}} \right) / \gamma_{M5}$$

- $k_m = 1,3 - 1,3 * |n| \leq 1,0$
- Där $n = \frac{N_{0,Ed}}{A_0 * \frac{f_{y0}}{\gamma_{M5}}} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el.0} * \frac{f_{y0}}{\gamma_{M5}}}$

n = pelarens utnyttjandegrad med hänsyn till normalkraft och moment

(SSAB Domex Tube Rakennusputket, 2016, s. 665)

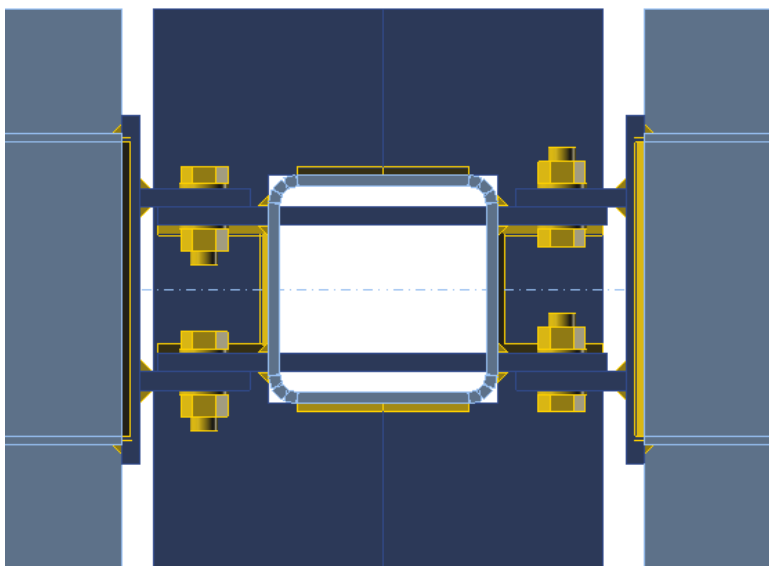


Figur 17. Längsgående plåtanslutning till pelare (SSAB Domex Tube Rakennusputket, 2016, s. 664)

9 RESULTAT

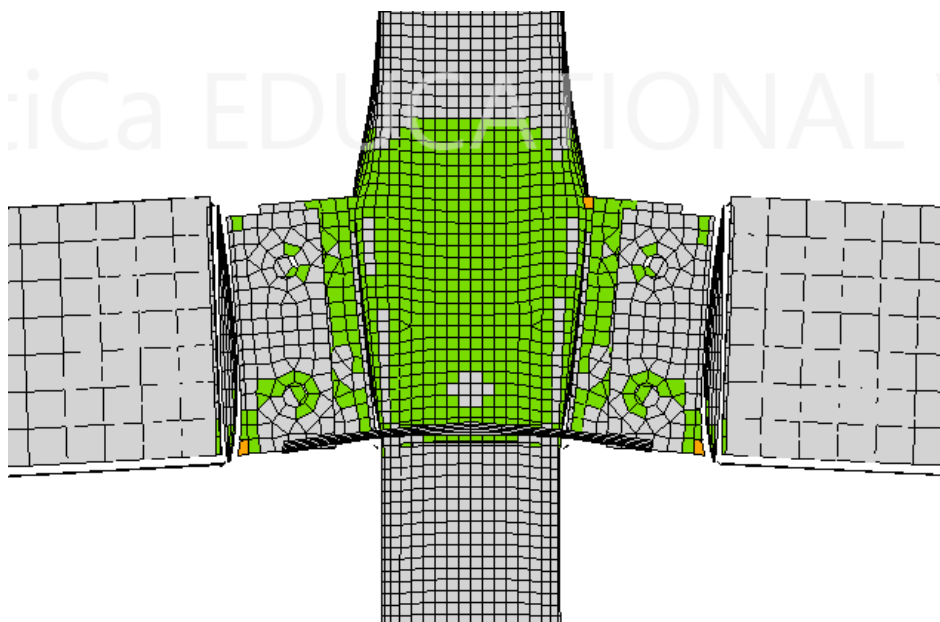
Anslutningen dimensionerades först i Idea Statica så att den håller, sen blev det kontrollerat med handberäkningar. I handberäkningskontroll så visade det sig att det uppstår ett brott i pelarväggen var anslutningsplåtarna är fastsvetsade. Handberäkningar är i allmänhet förkortade beräkningsmetoder, men de är på säkra sidan. FEM-program gör en genomförligare analys och fördelar krafterna noggrannare. Eurokoden beaktar t.ex. inte placeringen av anslutningsplåtarna. Det vill säga att Idea Staticas resultat behöver inte nödvändigtvis vara fel. För att vara på den säkra sidan så kommer det kapas hål i pelaren och anslutningsplåtarna kommer vara genomgående, se figur 18. När man låter anslutningsplåtarna gå genom pelaren så kan det inte uppstå brott i pelarvägg. För övrigt stämde handberäkningarna ganska bra med Idea Staticas beräkningar.

Den optimala anslutningen är då man har högst utnyttjandegrad på någon av plåtdelarna, man strävar att få ett så segt brott som möjligt.

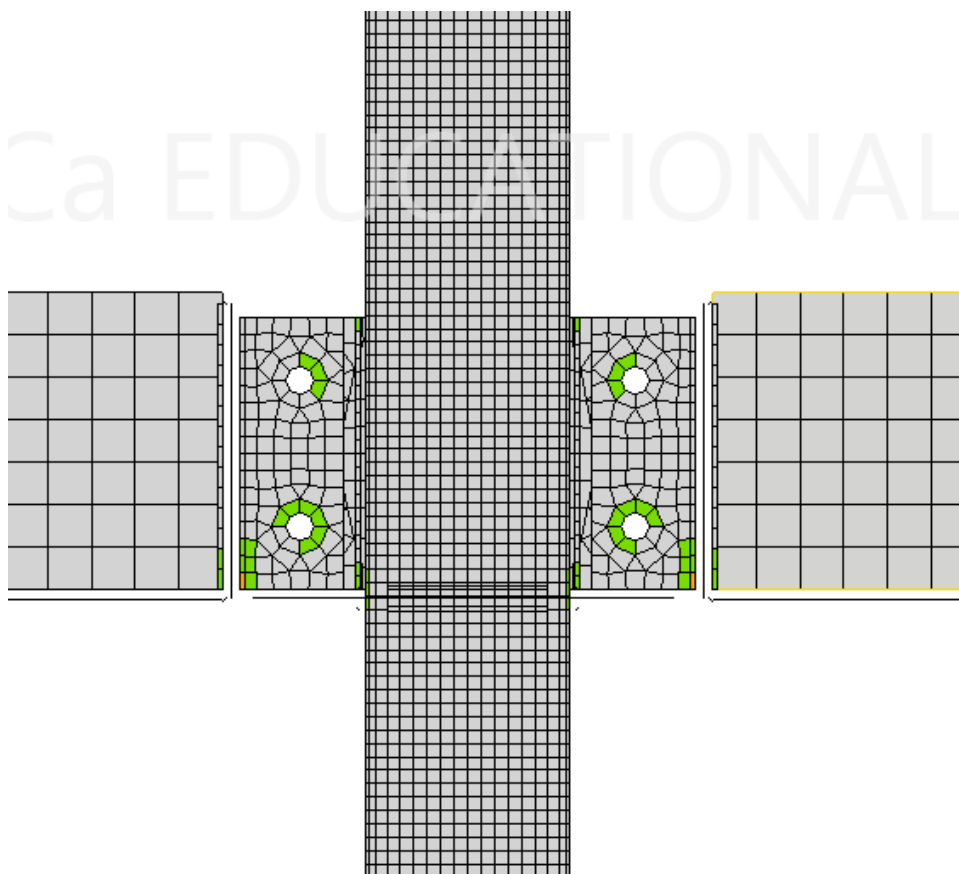


Figur 18. Genomgående anslutningsplåtar.

I figur 19 och 20 ser man en deformationsanalys för anslutningen där plåtarna går genom pelaren och anslutningen där de inte gör det. Figurerna är uppförstorade 20 gånger och är tagna från lastfallet som ger upphov till störst utnyttjandegrad, det vill säga lastfallet med olyckslast. I anslutningen som inte plåtarna går genom pelaren så böjs pelarens väggar ut i WQ-balkens riktning.



Figur 19. Anslutning där plåtarna inte är genomgående.



Figur 20. Anslutning där plåtarna är genomgående.

I bilaga A presenteras handberäkningarna för anslutningen. I bilaga B presenteras rapporterna ur Idea Statica för de fyra fallen.

1. Balk = WQ-345*10-40*320-25*610 mm (genomgående anslutningsplåtar)
Pelare = 250*250*12,5 mm
Spännvidd mellan pelare = 7,2 m
Håldäck = 320 mm
Håldäckslängd = 10,8 m
Nyttolast = 5 kN/m²
2. Balk = WQ-250*5-40*290-15*550mm (genomgående anslutningsplåtar)
Pelare = 250*250*10mm
Spännvidd mellan pelare = 7,2 m
Håldäck 265mm
Håldäckslängd = 10,8 m
Nyttolast = 3 kN/m²
3. Balk = WQ-380*8-40*290-20*600 mm (genomgående anslutningsplåtar)
Pelare = 300*300*10 mm
Spännvidd mellan pelare = 7,2m
Håldäck 380 mm
Håldäckslängd = 10,8m
Nyttolast = 5 kN/m²

10 DISKUSSION

I och med detta examensarbete har jag lärt mig mycket nytt angående dimensionering av stålkonstruktioner. Några av de större utmaningarna som framkommit under examensarbetet har varit att lära sig Idea Statica och att tillämpa Eurokodens formler för just denna typ av anslutning. Vid dessa problem har jag fått hjälp vid behov av Ruukkis konstruktörer och mina handledare.

Målet med detta examensarbete var att utveckla en vridstyv anslutning för mellanbjälklagsbalkar. Anslutningen skulle vara uppbyggd så att man inte behöver svetsa något på arbetsplatsen, ej heller använda extra stöd under montaget. Syftet med examensarbetet har enligt min mening uppnåtts och det har gjorts tre standardfall för de vanligaste håldäcken, spännvidder och laster.

Det går åt mera material och svetsningsarbete till den nya anslutningen. I princip så har arbetsmängden flyttats från arbetsplatsen till verkstaden i och med denna anslutning. Det brukar i allmänhet vara större stress på arbetsplatsen och i verkstaden arbetar de under bättre arbetsförhållanden. Det går även bättre att säkerställa arbets kvalitet i verkstaden, jämfört med på arbetsplatsen. Det har tidigare använts denna typ av anslutning i någon mån. Nu är det upp till de på Ruukki att börja använda denna anslutning som standardlösning för mellanbjälklagsbalkar.

11 KÄLLFÖRTECKNING

Detaljhandboken – Studentversion. (u.å.). Stockholm: SBI Stålbyggnadsinstitutet.

EN 1990 Eurocode – Basis of structural design. (2005).

EN 1991–1–1 Eurocode 1:Actions of structures – Part 1–1: General actions – Densities, self-weight, imposed loads for buildings. (2002).

EN 1991–1–7 Eurocode 1 – Action of structures – Part 1–7: General actions – Accidental actions. (2006).

EN 1993–1–1 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1–1: General rules and rules for buildings. (2005).

EN 1993–1–8 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1–8: Design of joints . (2005).

Hitsatut profiilit EN 1993 – käsikirja (Uudistettu 3. painos). (2010). Keuruu: Rautaruukki Oyj.

IDEA StatiCa. (u.å.). Hämtat från IDEA StatiCa: <https://www.ideastatica.com/steel/> i Februari 2019

ptc. (u.å.). Hämtat från ptc: <https://www.ptc.com/en/products/mathcad> i Februari 2019

SSAB. (u.å.). Hämtat från SSAB: <https://www.ssab.com/company/about-ssab/our-business/ruukki-construction> i Mars 2019

SSAB Domex Tube Rakennusputket. (2016). Keuruu: SSAB Europe Oy.

Strängbetong. (u.å.). Hämtat från Strängbetong: https://www.strangbetong.se/wp-content/uploads/2016/01/SE-HDF00-101_4G-2015-11-19.pdf i December 2018

Westerberg, B. (2009). *Bärande väggars behov av vertikal kopplingskapacitet Sammanhållningsarmering i allmänhet.*

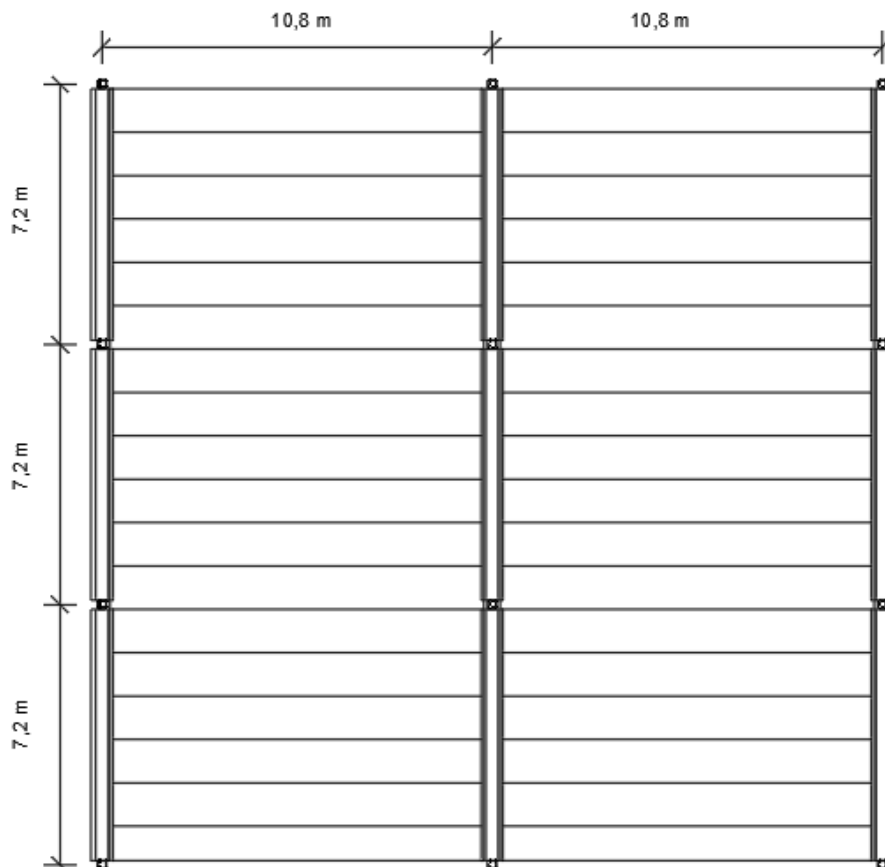
12 FIGURFÖRTECKNING

Figur 1. Nuvarande anslutning med montageplåt.	3
Figur 2. Stämpstöd som stöder upp mellanbjälklagsbalkar. (Ruukki Oy)	4
Figur 3. Spänningsanalys ur Idea Static.	10
Figur 4. Beräkningar ur Mathcad.....	11
Figur 5. Ett förslag på hur anslutningen kunde se ut. (Bild ur Idea Statica).....	13
Figur 6. Exempel hur en pelaranslutning till grunden kan se ut.	14
Figur 7. Slutlig anslutning, bild ovanifrån.	14
Figur 8. Slutlig anslutning, översiktsbild.	15
Figur 9. Beteckningar för fästelementavstånd. (EN 1993-1-8)	18
Figur 10. Enskärigt skjuvförband. (EN 1993-1-8, fig. 3.3)	20
Figur 11. Förband där skjuvplanet går genom den gängade delen. (Rautaruukki Oyj, 2010, s. 314)	20
Figur 12. Enskärigt skruvförband som är utsatt för dragkraft. (Rautaruukki Oyj, 2010, s. 314)	21
Figur 13. A-mått för kälsvets. (EN 1993-1-8, fig. 4.3)	24
Figur 14. Spänningar över svetsarean i kälsvets. (EN 1993-1-8, fig. 4.5)	26
Figur 15. Områdesbrott. (SSAB Domex Tube Rakennusputket, 2016, s. 227).....	27
Figur 16. Avstånd mellan skruvarnas skjuvplan.	31
Figur 17. Längsgående plåtanslutning till pelare (SSAB Domex Tube Rakennusputket, 2016, s. 664)	33
Figur 18. Genomgående anslutningsplåtar.....	34
Figur 19. Anslutning där plåtarna inte är genomgående.	35
Figur 20. Anslutning där plåtarna är genomgående.	35

13 TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1. Konsekvensklasser enligt EN 1991-1-7 (tab.A.1)	8
Tabell 2. Nominella värden för sträckgränsen f_{yb} och brottgränsen f_{ub} för skruvar (EN 1993-1-8, tab 3.1)	17
Tabell 3. Skruvarnas storlek och area (Rautaruukki Oyj, 2010, s. 314)	17
Tabell 4. Nominellt hålspele (mm) (SBI detaljhandbok)	18
Tabell 5. Minsta och största centrumavstånd, ändavstånd och kantavstånd (EN 1993-1-8)	18
Tabell 6. Svetsklassernas beteckningar	23
Tabell 7. Val av svetsklass beroende på utförandeklass (Hitsatut profilit)	23

BILAGA A



Håldäck = 320 mm

Håldäckslängd = 10,8 m

Spännvidd mellan pelare = 7,2 m

Balklängd = 6,63 m

Stålkvalitet = S355

Skruvklass = 8.8

Anslutning 1 WQ345-10-40X320-25X610

Lastfall 1. Full tvärkraft i anslutningen

I beräkningarna studeras balkanslutningen till en mittpelare.

$$\rho_{stål} := 7850 \frac{kg}{m^3} \quad \rho_{betong} := 2500 \frac{kg}{m^3}$$

$$l_s := \frac{7200 \text{ mm}}{2} = 3.6 \text{ m} \quad l_b := \frac{6630 \text{ mm}}{2} = 3.315 \text{ m}$$

Övre fläns

Nedre fläns

$$t_{\bar{o}f} := 0.040 \text{ m}$$

$$t_{nf} := 0.025 \text{ m}$$

$$b_{\bar{o}f} := 0.32 \text{ m}$$

$$b_{nf} := 0.610 \text{ m}$$

$$N_f := t_{nf} \cdot b_{nf} \cdot \rho_{stål} = 119.7 \frac{kg}{m}$$

$$\bar{O}_f := t_{\bar{o}f} \cdot b_{\bar{o}f} \cdot \rho_{stål} = 100.5 \frac{kg}{m}$$

Liv

$$t_w := 0.01 \text{ m}$$

$$b_w := 0.345 \text{ m}$$

$$L := t_w \cdot b_w \cdot \rho_{stål} \cdot 2 = 54.2 \frac{kg}{m}$$

$$g_b := \bar{O}_f + N_f + L = 274.4 \frac{kg}{m}$$

Permanent last

$$hd_g := 500 \frac{kg}{m^2} \quad Hd_l := 10.8 \text{ m}$$

$$P_{gj} := 0.08 \text{ m} \cdot \rho_{betong} = 200 \frac{kg}{m^2}$$

$$g := hd_g + P_{gj} = 700 \frac{kg}{m^2}$$

$$g_{hd} := Hd_l \cdot g = 7560 \frac{kg}{m}$$

$$g_k := g_{hd} \cdot l_s + l_b \cdot g_b = 28125.5 \text{ kg}$$

l_s = Halva spännvidden mellan pelare

l_b = Halva balklängden

$\rho_{stål}$ = Stålets densitet

ρ_{betong} = Betongens densitet

$t_{\bar{o}f}$ = Övre flänsens

godstjocklek

$b_{\bar{o}f}$ = Övre flänsens bredd

t_{nf} = Nedre flänsens

godstjocklek

b_{nf} = Nedre flänsens bredd

t_b = Balkens egenvikt per meter

hd_g = Håldäckets vikt per meter

Hd_l = Håldäckets spännvidd

P_{gj} = Pågjutningens vikt per meter (inklusive fogvikt)

Håldäck 320 mm

Håldäckets vikt från
www.stangbetong.se

80 mm pågjutning

Håldäckets egenvikt + pågjutningens egenvikt

$$i_{nst.g} := 150 \frac{kg}{m^2} \cdot Hd_l \cdot l_s = (5.8 \cdot 10^3) \text{ kg}$$

$i_{nst.g}$ = mellanväggar och installationsvikt

$$g_k := (g_k + i_{nst.g}) \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} = 333.1 \text{ kN}$$

$$\gamma_g := 1.35 \cdot 0.89 = 1.2$$

$$g_d := g_k \cdot \gamma_g = 400.2 \text{ kN}$$

Nyttolast

$$q_k := 5 \frac{kN}{m^2} \cdot Hd_l \cdot l_s = 194 \text{ kN}$$

$$\gamma_q := 1.5$$

$$q_d := q_k \cdot \gamma_q = 292 \text{ kN}$$

$$F_{ed} := q_d + g_d = 692 \text{ kN}$$

g_k = Karakteristiskt värde för permanent last

g_d = Dimensionerande värde för en permanent last

γ_g = Partialkoefficient för permanent last

γ_q = Partialkoefficient för variabel last

q_k = Karakteristiskt värde för variabel last

q_d = Dimensionerande värde för variabel last

F_{ed} = Dimensionerande punktlast

Bultdimensionering [EN-1993-1-8]

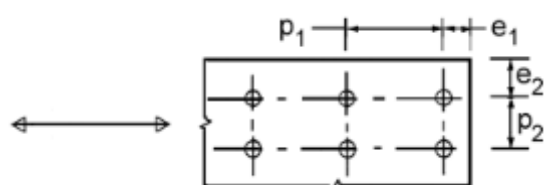
$$fin_{p1.t} := 20 \text{ mm} \quad fin_{p2.t} := 20 \text{ mm}$$

$$t_{min} := \min(fin_{p1.t}, fin_{p2.t}) = 20 \text{ mm}$$

$fin_{p1.t}$ = Godstjockleken på anslutningsplåtarna som hör till pelaren

$fin_{p2.t}$ = Godstjockleken på anslutningsplåtarna som hör till WQ-balken

t_{min} = Är tunnaste godstjockleken på de yttersta anslutningsplåtarna



M30 bultar med 3mm håltolerans

$$d := 30 \text{ mm}$$

$$d_0 := 33 \text{ mm}$$

$$e_1 := 73 \text{ mm}$$

$$e_2 := 50 \text{ mm}$$

$$p_1 := 170 \text{ mm}$$

$$p_2 := 0$$

$$t_p := 20 \text{ mm}$$

$$h_p := 316 \text{ mm}$$

Krav:

$$e_1 \geq 1.2 \cdot d_0 = 1$$

$$e_2 \geq 1.2 \cdot d_0 = 1$$

$$e_1 \leq \min(8 \cdot t_{min}, 125 \text{ mm}) = 1$$

$$e_2 \leq \min(8 \cdot t_{min}, 125 \text{ mm}) = 1$$

$$p_1 \leq \min(14 \cdot t_{min}, 175 \text{ mm}) = 1$$

(Tab 3.3)

OK

$$N_{0.Ed} := 2000 \text{ kN}$$

$$A_0 := 112 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

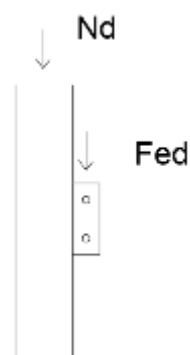
$$b_0 := 250 \text{ mm}$$

$$h_0 := 250 \text{ mm}$$

$$t_0 := 12.5 \text{ mm}$$

Färdigt i

A_0 = Tvärsnittsare för pelare (250X250X12,5)



Bultarnas skjuvkapacitet

$$\alpha_v := 0.6 \quad f_{ub} := 800 \text{ MPa} \quad f_u := 490 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M2} := 1.25 \quad f_{yb} := 640 \text{ MPa} \quad f_y := 355 \text{ MPa}$$

$$A_s := 561 \text{ mm}^2 \quad A := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 707 \text{ mm}^2$$

$$F_{v.Rd} := \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 271.4 \text{ kN}$$

$$F_{v.Rd} := F_{v.Rd} \cdot 4 = 1085.7 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{F_{v.Rd}} \quad F_{ed} = 692 \text{ kN} \quad F_{v.Rd} = 1086 \text{ kN}$$

$$\frac{692 \text{ kN}}{1086 \text{ kN}} \cdot 100 = 63.7 \% \quad \text{OK}$$

Dimensionerande bärförmåga för hållkantryck

$$\alpha_{b1} := \min\left(1.0, \frac{f_{ub}}{f_u}, \frac{e_1}{3 \cdot d_0}\right) = 0.74 \quad \text{Bult vid ände}$$

Tvärs kraftriktningen

Finns bara en rad med bultar

$$k_1 := \min\left(2.5, 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7\right) = 3$$

$$F_{b.Rd.1} := \frac{\alpha_{b1} \cdot k_1 \cdot f_u \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = 434 \text{ kN}$$

Det minsta av $F_{v.Rd}$, $F_{b.Rd.1}$, är enskilda bultens kapacitet.

$$F_{min} := \min\left(\frac{F_{v.Rd}}{4}, F_{b.Rd.1}\right)$$

$$\frac{F_{ed}}{F_{min} \cdot 4} \quad F_{ed} = 692 \text{ kN} \quad F_{min} = 271 \text{ kN}$$

$$\frac{692 \text{ kN}}{4 \cdot 271 \text{ kN}} \cdot 100 = 63.8 \% \quad \text{OK}$$

Kraften skär den ogängade delen av bulten

 e_1 = avstånd i kraftriktningen från hållcentrum till en fri kant e_2 = avstånd vinkelrätt kraftriktningen från hållcentrum till en fri kant, se figur p_1 = centrumavstånd mellan fästelement i rad i kraftriktningen p_2 = avstånd mätt vinkelrätt kraftriktningen mellan angränsande rader av fästelement d = Bultens diameter h_p = Anslutningsplåtens höjd d_0 = Håldiameter för bult f_{yb} = Bultens sträckgräns f_{ub} = Bultens brottgräns f_u = Brotthållfasthet f_y = Sträckgräns A_s = Nominell spänningsarea för bult γ_{M2} = Partialkoefficient för tvärsnittets

bärförmåga med hänsyn till dragbrott

 $F_{v.Rd}$ = Dimensionerande skjuvkraftskapacitet α_b = Koefficient som tar hänsyn till avstånd mellan skruvhål eller till fri kant i kraftriktningen $F_{b.Rd}$ = Dimensionerande bärförmåga per skruv med hänsyn till hållkantryck k_1 = Koefficient som tar hänsyn till avstånd mellan skruvhål eller till fri kant tvärs kraftriktningen

Bärförmåga för dragkraft

$$k_2 := 0.9$$

$$F_{t.Ed} := 12.5 \text{ kN}$$

F_t = Dragkraft från den störst belastade bulten, tagen ur Idea Statica

Dragkraften uppstår från deformationer i pelaren och WQ-balkens ändplåt

$$F_{t.Rd} := \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 323 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t.Ed}}{F_{t.Rd}} \quad F_{t.Ed} = 13 \text{ kN} \quad F_{t.Rd} = 323 \text{ kN}$$

$$\frac{13 \text{ kN}}{323 \text{ kN}} \cdot 100 = 4 \% \text{ OK}$$

Bärförmåga för genomstansning

$$d_m := 48.4 \text{ mm}$$

d_m = medelvärdet för största och minsta tvärmått för skruvhuvud eller mutter, beroende på vilken som är minst

$$B_{p.Rd} := 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 715 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t.Ed}}{B_{p.Rd}} \quad F_{t.Ed} = 13 \text{ kN} \quad B_{p.Rd} = 715 \text{ kN}$$

$$\frac{13 \text{ kN}}{715 \text{ kN}} \cdot 100 = 1.8 \% \text{ OK}$$

Kombinerad skjuvning och dragning

$$\frac{F_{ed}}{F_{v.Rd}} + \frac{F_{t.Ed}}{1.4 \cdot F_{t.Rd}}$$

$$F_{ed} = 692 \text{ kN} \quad F_{t.Ed} = 13 \text{ kN}$$

$$F_{v.Rd} = 1086 \text{ kN} \quad F_{t.Rd} = 323 \text{ kN}$$

$$\left(\frac{692 \text{ kN}}{1086 \text{ kN}} + \frac{13 \text{ kN}}{323 \text{ kN} \cdot 1.4} \right) \cdot 100 = 66.6 \% \text{ OK}$$

Dimensionering mot blockbrott i anslutningsplåten

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

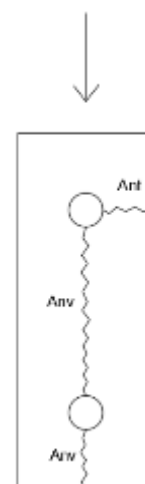
$$A_{nt} := t_p \cdot \left(e_2 - \frac{d_0}{2} \right) = 670 \text{ mm}^2$$

$$A_{nw} := t_p \cdot \left(e_1 + p_1 - d_0 - \frac{d_0}{2} \right) = (4 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

A_{nt} = Nettoarea utsatt för dragning

A_{nw} = Nettoarea utsatt för skjuvning

γ_{M0} = Partialkoefficient för tvärsnittets bärförmåga oavsett tvärsnittsklass



$$V_{eff.Rd} := 0.5 \cdot \frac{f_u \cdot A_{nt}}{2 \cdot \gamma_{M2}} + \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right) \cdot f_y \cdot \frac{A_{nv}}{\gamma_{M0}} = 858.9 \text{ kN}$$

$$F_{ed} := \frac{F_{ed}}{2} = 346 \text{ kN} \quad V_{eff.Rd} = 859 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{V_{eff.Rd}}$$

$$\frac{346 \text{ kN}}{859 \text{ kN}} \cdot 100 = 40.3 \% \quad OK$$

$$A_{nv} := t_p \cdot \left(e_1 + p_1 - d_0 - \frac{d_0}{2} \right) = 3870 \text{ mm}^2$$

$$V_{eff.Rd} := \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right) \cdot f_y \cdot \frac{A_{nv}}{\gamma_{M0}} = 793.2 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{V_{eff.Rd}} \quad F_{ed} = 346 \text{ kN} \quad V_{eff.Rd} = 793 \text{ kN}$$

$$\frac{346 \text{ kN}}{793 \text{ kN}} \cdot 100 = 43.6 \% \quad OK$$

Anslutningsplåtarnas
nettoskjuvningskapacitet vid bulthålen

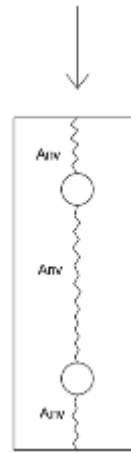
$$A_{v.net} := (h_p - 2 d_0) \cdot t_p = 5000 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.net.Rd} := A_{v.net} \cdot \frac{f_y}{\frac{\sqrt{3}}{\gamma_{M0}}} = 1025 \text{ kN}$$

$$F_{ed} := \frac{F_{ed}}{2} = 173 \text{ kN} \quad V_{pl.net.Rd} = 1025 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{V_{pl.net.Rd}}$$

$$\frac{173 \text{ kN}}{1025 \text{ kN}} \cdot 100 = 16.9 \% \quad OK$$



Anslutningsplåtarnas bruttoskjuvkapacitet

$$A_v := h_p \cdot t_p = 6320 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 1295 \text{ kN}$$

Anslutningsplåtens böjmotstånd

$$M_{ed,p} := F_{ed} \cdot 0.07 \cdot m = 12.1 \text{ kN} \cdot m$$

Momentet som uppstår vid anslutningsplåtarnas svetsar p.g.a excentrisitet

$$M_{ed,e} := F_{ed} \cdot 0.09 \cdot m = 15.6 \text{ kN} \cdot m$$

Moment som uppstår i svetsarna mella WQ-balken och WQ-balkens ändplåts

$$W_{el,p} := \frac{t_p \cdot h_p^2}{6} = (3 \cdot 10^5) \text{ mm}^3$$

$$M_{el,p.Rd} := \frac{W_{el,p} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 118.2 \text{ kN} \cdot m \quad M_{ed,p} = 12 \text{ kN} \cdot m$$

$$\frac{M_{ed,p}}{M_{el,p.Rd} \cdot 2}$$

$$\frac{12 \text{ kN} \cdot m}{118.2 \text{ kN} \cdot m \cdot 2} \cdot 100 = 5.1 \text{ \% OK}$$

Skjuvkraften och böjmomentets samverkan:

$$\frac{F_{ed}}{2} \leq 0.5 \cdot V_{pl.Rd} = 1 \text{ OK}$$

EN-1993-1-1

Då dimensioneringsvärdet för tvärkraften inte överstiger 50 % av dimensionerande plastisk bärförmåga för tvärkraft V_{ed}

$V_{pl.Rd}$ behöver ingen reduktion av bärförmågan för moment och normalkraft göras

P.g.a 2 stycken anslutningsplåtar

Kontroll av brott i pelarvägg

$$\gamma_{M5} := 1.0$$

$$A_0 = (1 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

γ_{M5} = Partialkoefficient för knutpunkt med konstruktionsrör

$$n := \frac{N_{0.Ed}}{A_0 \cdot f_y \gamma_{M5}} = 0.5$$

$$k_m := \min(1.3 - 1.3 \cdot n, 1.0) = 0.65$$

$$N_{1,Rd} := \frac{\frac{k_m \cdot f_y \cdot t_0^2}{1 - \frac{t_p}{b_0}} \cdot \left(\frac{2 \cdot h_p}{b_0} + 4 \cdot \sqrt{1 - \frac{t_p}{b_0}} \right)}{\gamma_{M5}} = 248 \text{ kN}$$

$$M_{1,Rd} := 0.5 N_{1,Rd} \cdot h_p = 39 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{ed,p} = 12 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{ed,p}}{M_{1,Rd} \cdot 2}$$

$$\frac{12 \text{ kN} \cdot \text{m}}{39 \text{ kN} \cdot \text{m} \cdot 2} \cdot 100 = 15.4 \% \text{ OK}$$

Kontroll av svetsar

Svets mellan pelare och anslutningsplåt

$$F_{ed} := \frac{F_{ed}}{2} = 86 \text{ kN} \quad M_{1,Rd} := \frac{M_{1,Rd}}{2} = 19.6 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$a_0 := 8 \text{ mm} \quad \beta_w := 0.9$$

$$\tau_u := \frac{F_{ed}}{2 \cdot a_0 \cdot h_p} = 17.1 \text{ MPa}$$

$$\tau_\perp := \frac{M_{ed,p}}{W_{ed,p}} \cdot \frac{t_p}{2 \cdot a_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 32.2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_\perp := \tau_\perp$$

Utnyttjandegrad

$$\sqrt{\sigma_\perp^2 + 3 \cdot (\tau_\perp^2 + \tau_u^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1 \quad \frac{\sqrt{\sigma_\perp^2 + 3 \cdot (\tau_\perp^2 + \tau_u^2)}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} \cdot 100 = 16 \% \text{ OK}$$

$$\sigma_\perp \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 1 \text{ OK} \quad \frac{\sigma_\perp}{\frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}} \cdot 100 = 9 \% \text{ OK}$$

Man kan använda samma a-mått på svetsen mellan WQ-balk ändplåt och anslutningsplåt

Svets mellan WQ-endplåt och WQ-balk

De lodräta svetsarna dimensionerar man för att ta skjuvkraften och de vågräta svetsarna dimensionerar man för att ta emot böjmomentet

$$F_{ed} := F_{ed} \cdot 2 \quad M_{1,Rd} := M_{1,Rd} \cdot 2 \quad a_e := 7 \text{ mm} \quad h_e := 312 \text{ mm}$$

$$\tau_{II} := \frac{F_{ed}}{2 \cdot a_e \cdot h_e} = 40 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} := 0$$

$$\sigma_{\perp} := \tau_{\perp}$$

$$\sqrt{3 \cdot \tau_{II}^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1 \quad OK$$

Utnyttjandegrad

$$\frac{\sqrt{3 \cdot \tau_{II}^2}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} \cdot 100 = 16 \quad \% \quad OK$$

Vågräta svetsar

$$\tau_{II} := 0 \quad b_b := 340 \text{ mm}$$

$$\tau_{\perp} := \frac{M_{ed,e}}{h_e} \cdot \frac{1}{a_e \cdot b_b} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} := \tau_{\perp}$$

Utnyttjandegrad

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1 \quad OK$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} \cdot 100 = 7 \quad \% \quad OK$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 1 \quad OK$$

$$\frac{\sigma_{\perp}}{\frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}} \cdot 100 = 4 \quad \% \quad OK$$

Lastfall 2. Olyckslast

Tvärkraft:

Permanent last

$$g_b := \ddot{O}_f + N_f + L = 274 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$hd_g := 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad Hd_l := 10.8 \text{ m}$$

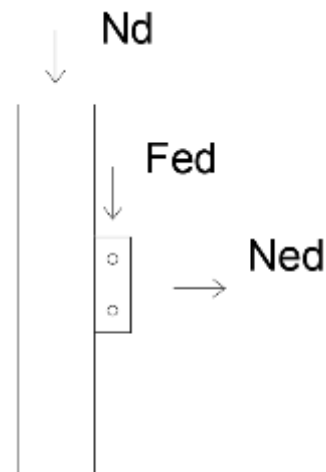
$$P_{gj} := 0.08 \text{ m} \cdot \rho_{\text{betong}} = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$g := hd_g + P_{gj} = 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$g_{hd} := Hd_l \cdot g = (8 \cdot 10^3) \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$g_k := g_{hd} \cdot l_s + g_b \cdot l_b = (3 \cdot 10^4) \text{ kg}$$

$$g_k := (g_k + i_{\text{nst.g}}) \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 333 \text{ kN}$$



Vid olycksfall får man räkna med g_k för tvärkraften

Variabel last

$$q_k := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot Hd_l \cdot l_s = 194 \text{ kN}$$

$$\psi_1 := 0.7$$

$$q_d := q_k \cdot \psi_1 = 136 \text{ kN}$$

Tvärkraften

$$F_{ed} := g_k + q_d = 469 \text{ kN}$$

Dragkraften som uppstår vid olyckan:

$$0,8 \cdot (g_k + \psi \cdot q_k) \cdot s \cdot L$$

$$g_k := g \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 1.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_k := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$N_{ed} := 0.8 \cdot (g_k + \psi_1 \cdot q_k) \cdot l_s \cdot 2 \cdot Hd_l = 738 \text{ kN}$$

Kontroll av bultar:

Bärförmåga för skjuvning

$$F_{v.Rd} := \frac{F_{v.Rd}}{4} = 271 \text{ kN} \quad \text{Skjuvkapacitet per bult}$$

$$\frac{F_{ed}}{F_{v.Rd} \cdot 4} \quad F_{ed} = 469 \text{ kN}$$

$$\frac{469 \text{ kN}}{271 \text{ kN} \cdot 4} \cdot 100 = 43.3 \% \text{ OK}$$

Bärförmåga för hållkantryck

$$F_{b.Rd.1} = 434 \text{ kN} \quad \text{Bärförmåga per bult}$$

$$\frac{F_{ed}}{F_{b.Rd.1} \cdot 4} \quad F_{ed} = 469 \text{ kN}$$

$$\frac{469 \text{ kN}}{434 \text{ kN} \cdot 4} \cdot 100 = 27 \% \text{ OK}$$

Bärförmåga för dragkraft

$$F_{t.Ed} := 60.1 \text{ kN}$$

F_t = Dragkraft från den störst belastade bulten, tagen ur Idea Statica

$$F_{t.Rd} := \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 323 \text{ kN}$$

Dragkraften uppstår från deformationer i pelaren och WQ-balkens ändplåt

$$\frac{F_{t.Ed}}{F_{t.Rd}}$$

$$\frac{60.1 \text{ kN}}{323 \text{ kN}} \cdot 100 = 18.6 \% \text{ OK}$$

Bärförmåga för genomstansning

$$d_m := 48.4 \text{ mm}$$

$$B_{p.Rd} := 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 715 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{t.Ed}}{B_{p.Rd}} \cdot 100 = 8 \% \text{ OK}$$

Kombinerad skjuvning och dragning

$$F_{ed} := \frac{F_{ed}}{4} = 117 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \quad F_{v,Rd} = 271 \text{ kN} \quad F_{t,Ed} = 60 \text{ kN} \quad F_{t,Rd} = 323 \text{ kN}$$

$$\left(\frac{117 \text{ kN}}{271 \text{ kN}} + \frac{60 \text{ kN}}{323 \text{ kN} \cdot 1.4} \right) \cdot 100 = 56.4 \% \quad OK$$

Kontroll av

Bärförmåga för blockbrott

$$F_{ed} := F_{ed} \cdot 4 = 469 \text{ kN}$$

$$A_{nv,t} := (p_1 + d_0) \cdot t_p = 4060 \text{ mm}^2$$

$$V_{eff,Rd,t} := \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right) \cdot f_y \cdot \frac{A_{nv}}{\gamma_{M0}} = 793 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{V_{eff,Rd,t} \cdot 2} \quad F_{ed} = 469 \text{ kN}$$

$$\frac{469 \text{ kN}}{793 \text{ kN}} \cdot 100 = 59.1 \% \quad OK$$

$$A_{nv,d} := (e_2 + e_2 - d_0) \cdot t_p = (1 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$V_{eff,Rd,d} := \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right) \cdot f_y \cdot \frac{A_{nv}}{\gamma_{M0}} = 793 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{V_{eff,Rd,d} \cdot 2} \quad N_{ed} = 738 \text{ kN}$$

$$\frac{738 \text{ kN}}{793 \cdot \text{kN}} \cdot 100 = 93.1 \% \quad OK$$

Kontroll av moment, tvärkraft och normal

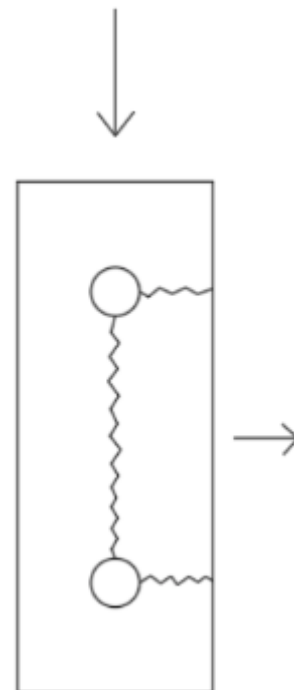
$$A_p := t_p \cdot (h_p - 2 \cdot d_0) = 5000 \text{ mm}^2$$

$$N_{pl,Rd} := \frac{A_p \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 1775 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{pl,Rd} \cdot 2} \quad N_{ed} = 738 \text{ kN}$$

$$\frac{738 \text{ kN}}{1775 \text{ kN} \cdot 2} \cdot 100 = 20.8 \% \quad OK$$

$$A_v := t_p \cdot (h_p - 2 \cdot d_0) = 5000 \text{ mm}^2$$



$N_{pl,Rd}$ = dimensionerande bärförmåga för normalkraft med hänsyn till plasticering av bruttotvärsnittet

$$V_{pl.Rd} := A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 1025 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{V_{pl.Rd} \cdot 2} \quad F_{ed} = 469 \text{ kN}$$

$$\frac{469 \text{ kN}}{1025 \text{ kN} \cdot 2} \cdot 100 = 22.9 \text{ \% OK}$$

$$M_{ed,p} := F_{ed} \cdot 0.07 \cdot m = 33 \text{ kN} \cdot m$$

$$W_{el,p} := \frac{t_p \cdot h_p^2}{6} = (3 \cdot 10^5) \text{ mm}^3$$

$$M_{el,p.Rd} := \frac{W_{el,p} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 118 \text{ kN} \cdot m$$

$$\frac{M_{ed,p}}{M_{el,p.Rd} \cdot 2}$$

$$\frac{33 \text{ kN} \cdot m}{118 \text{ kN} \cdot m \cdot 2} \cdot 100 = 14 \text{ \% OK}$$

Kontroll av brott i pelarvägg

$$n := \frac{N_{0.Ed}}{A_0 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M5}}} = 5 \cdot 10^{-1}$$

$$k_m := \min(1.3 - 1.3 \cdot n, 1.0) = 0.65 \quad \blacksquare \leq 1.0$$

$$N_{1.Rd} := k_m \cdot f_y \cdot t_0^2 \cdot \frac{\left(\frac{2 \cdot h_p}{b_0} + 4 \cdot \sqrt{1 - \frac{t_p}{b_0}} \right)}{\gamma_{M5}} = 228 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{1.Rd} \cdot 2} \quad N_{ed} = 738 \text{ kN}$$

$$\frac{738 \text{ kN}}{228 \text{ kN} \cdot 2} \cdot 100 = 162 \text{ \% Inte OK!}$$

$$M_{1.Rd} := 0.5 N_{1.Rd} \cdot h_p = 36 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_{1.Rd} \cdot 2 \geq M_{ed,p} = 1 \quad \text{OK}$$

Då dimensioneringsvärdet för tvärkraften V_{ed} inte överstiger 50 % av dimensionerande plastisk bärförmåga för tvärkraft $V_{pl.Rd}$ behöver ingen reduktion av bärförmågan för moment och normalkraft enligt 6.2.9 göras.

Pelarväggen klarar inte av den stora dragkraften från olyckslast. Anslutningsplåtarna som är svetsade i pelarvägen förs istället genom pelaren. När man ändrar anslutningen finns det ingen risk för brott i pelarvägg, annars är anslutningen exakt lika.

Kontroll av svetsar

Svets mellan pelare och anslutningsplåt

$$F_{ed} := \frac{F_{ed}}{2} = 235 \text{ kN} \quad M_{1,Rd} := \frac{M_{1,Rd}}{2} = 18 \text{ m} \cdot \text{kN} \quad N_{ed} := \frac{N_{ed}}{2} = 369 \text{ kN}$$

$$a_0 := 8 \text{ mm} \quad \beta_w := 0.9$$

$$\tau_{II} := \frac{F_{ed}}{2 \cdot a_0 \cdot h_p} = 46 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} := \frac{M_{ed,p}}{W_{ed,p}} \cdot \frac{t_p}{2 \cdot a_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{N_{ed}}{2 \cdot a_0 \cdot h_p} = 160 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} := \tau_{\perp}$$

Utnyttjandegrad:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1 \text{ OK}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} \cdot 100 = 75.8\% \text{ OK}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 1 \text{ OK}$$

$$\frac{\sigma_{\perp}}{0.9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}} \cdot 100 = 45.4\% \text{ OK}$$

Man kan använda samma a-mått på svetsen mellan WQ-balk ändplåt och anslutningsplåt

Svets mellan WQ-endplåt och WQ-balk

De lodräta svetsarna dimensionerar man för att ta skjuvkraften och de vågräta svetsarna dimensionerar man för att ta emot böjmomentet + normalkraften

$$F_{ed} := F_{ed} \cdot 2 \quad M_{1,Rd} := M_{1,Rd} \cdot 2 \quad N_{ed} := N_{ed} \cdot 2 \quad a_e := 7 \text{ mm} \quad h_e := 332 \text{ mm}$$

$$\tau_{II} := \frac{F_{ed}}{2 \cdot a_e \cdot h_e} = 101 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} := 0$$

$$\sigma_{\perp} := \tau_{\perp}$$

Utnyttjandegrad:

$$\sqrt{3 \cdot \tau_{II}^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1 \text{ OK}$$

$$\frac{\sqrt{3 \cdot \tau_{II}^2}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} \cdot 100 = 40.1\% \text{ OK}$$

Vågräta svetsar

$$\tau_{\perp} := 0 \quad b_b := 340 \text{ mm}$$

$$\tau_{\perp} := \frac{M_{ed,e}}{b_b} \cdot \frac{1}{a_e \cdot b_b} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{N_{ed}}{2 \cdot a_e \cdot b_b} = 169 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} := \tau_{\perp}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1 \quad OK$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 1 \quad OK$$

Utnyttjandegrad:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} \cdot 100 = 77.5 \% \quad OK$$

$$\frac{\sigma_{\perp}}{\frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}} \cdot 100 = 47.8 \% \quad OK$$

Lastfall 3. Vridmoment i balken, håldäck monteras på en sida

$$hd_g := 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad Hd_t := 10.8 \text{ m} \quad l_b = 3.315 \text{ m}$$

$$g_{hd} := \frac{Hd_t}{2} \cdot hd_g = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$g_k := g_{hd} \cdot l_s + g_b \cdot l_b = 10629 \text{ kg}$$

$$g_k := g_k \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 104 \text{ kN}$$

$$\gamma_g := 1.35 \cdot 0.89 = 1.2$$

$$g_d := g_k \cdot \gamma_g = 125 \text{ kN}$$

$$q_d = 136 \text{ kN}$$

$$F_{ed} := g_d = 125 \text{ kN}$$

Momentet p.g.a ojämn last (Håldäck på en sida)

$$e := 260 \text{ mm}$$

$$M_{vrid} := g_{hd} \cdot l_s \cdot \gamma_g \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot e = 29.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Skjuvkraft som kommer till av vridmoment

$$T_{t.Ed} := M_{vrid} = 30 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$l_p := 180 \text{ mm}$$

$$\frac{T_{t.Ed}}{l_p} \cdot 2 = 331 \text{ kN}$$

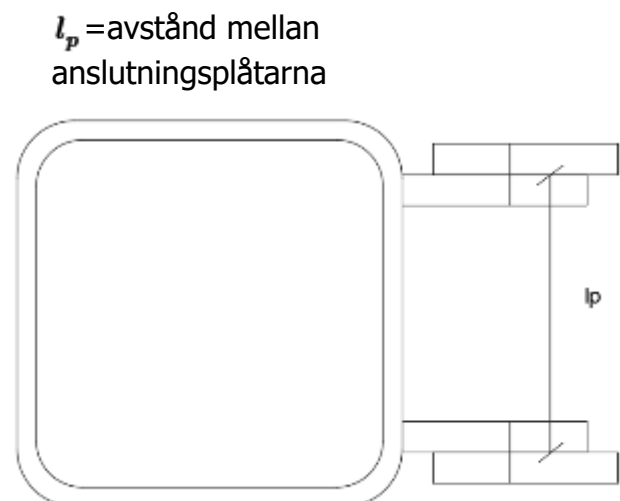
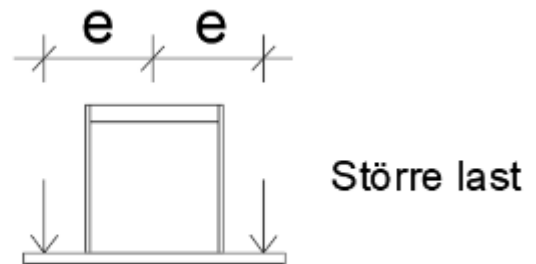
$$F_{ed} := F_{ed} + 331 \text{ kN} = 456 \text{ kN}$$

Bärförmåga för skjuvning

$$F_{v.Rd} = 271 \text{ kN}$$

$$\left(\frac{F_{ed}}{F_{v.Rd} \cdot 4} \right) \cdot 100 = 42 \%$$

$$\frac{456 \text{ kN}}{271 \text{ kN} \cdot 4} \cdot 100 = 42.1 \% \quad \text{OK}$$



Bärförmåga för
hålkanttryck

$$\alpha_{b1} := \min\left(1.0, \frac{f_{ub}}{f_u}, \frac{e_1}{3 \cdot d_0}\right) = 0.74 \quad \text{Bult vid ände}$$

Tvårs kraftriktningen
Finns bara en rad med
bultar

$$k_1 := \min\left(2.5, 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7\right) = 2.5$$

$$F_{b.Rd.1} := \frac{\alpha_{b1} \cdot k_1 \cdot f_u \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = 434 \text{ kN}$$

Det minsta av $F_{v.Rd}$, $F_{b.Rd.1}$, är enskilda bultens kapacitet.

$$F_{min} := \min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd.1}) = 271 \text{ kN} \quad F_{ed} = 456 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{F_{min} \cdot 4}$$

$$\frac{456 \text{ kN}}{271 \text{ kN} \cdot 4} \cdot 100 = 42 \quad \% \quad \text{OK}$$

Dimensionering mot blockbrott i
anslutningsplåten

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$A_{nt} := t_p \cdot \left(e_2 - \frac{d_0}{2}\right) = 670 \text{ mm}^2$$

$$A_{nv} := t_p \cdot \left(e_1 + p_1 - d_0 - \frac{d_0}{2}\right) = 3870 \text{ mm}^2$$

$$V_{eff.Rd} := 0.5 \cdot \frac{f_u \cdot A_{nt}}{2 \cdot \gamma_{M2}} + \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right) \cdot f_y \cdot \frac{A_{nv}}{\gamma_{M0}} = 859 \text{ kN}$$

$$F_{ed} := \frac{F_{ed}}{2} = 228 \text{ kN}$$



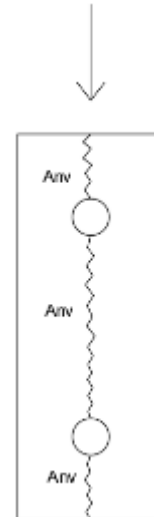
$$\frac{F_{ed}}{V_{eff.Rd}}$$

$$\frac{406 \text{ kN}}{859 \text{ kN}} \cdot 100 = 47.3 \% \quad OK$$

$$A_{nv} := t_p \cdot \left(e_1 + p_1 - d_0 - \frac{d_0}{2} \right) = 3870 \text{ mm}^2$$

$$V_{eff.Rd} := \frac{f_y \cdot A_{nv}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 793 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{V_{eff.Rd}} \cdot 100 = 29 \% \quad OK$$



Anslutningsplåtarnas
nettoskjuvningskapacitet vid bulthålen

$$A_{v.net} := (h_p - 2 d_0) \cdot t_p = 5000 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.net.Rd} := A_{v.net} \cdot \frac{f_y}{\frac{\sqrt{3}}{\gamma_{M0}}} = 1025 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{V_{pl.net.Rd}} \quad F_{ed} = 228 \text{ kN}$$

$$\frac{406 \text{ kN}}{1025 \text{ kN}} \cdot 100 = 39.6 \% \quad OK$$

Anslutningsplåtarnas bruttoskjuvkapacitet

$$A_v := h_p \cdot t_p = 6320 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_v \cdot \frac{f_y}{\frac{\sqrt{3}}{\gamma_{M0}}} = 1295 \text{ kN}$$

Anslutningsplåtens böjmotstånd

$$M_{ed,p} := F_{ed} \cdot 0.07 \cdot m = 16 \text{ kN} \cdot m$$

Momentet som uppstår vid anslutningsplåtarnas svetsar p.g.a excentrisitet

$$M_{ed,e} := F_{ed} \cdot 0.09 \cdot m = 21 \text{ kN} \cdot m$$

Moment som uppstår i svetsarna mella WQ-balken och WQ-balkens ändplåts

$$W_{el,p} := \frac{t_p \cdot h_p^2}{6} = 332853 \text{ mm}^3$$

$$M_{el,p,Rd} := \frac{W_{el,p} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 118 \text{ kN} \cdot m$$

$$\frac{M_{ed,p}}{M_{el,p,Rd} \cdot 2} \quad M_{ed,p} = 16 \text{ kN} \cdot m$$

$$\frac{28 \text{ kN} \cdot m}{118 \text{ kN} \cdot m \cdot 2} \cdot 100 = 11.9\% \quad OK$$

Skjuvkraften och böjmomentets samverkan:

$$\frac{F_{ed}}{2} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} = 1$$

P.g.a 2 stycken anslutningsplåtar *OK*

Kontroll av brott i pelarvägg

$$\gamma_{M5} := 1.0$$

$$n := \frac{N_{0,Ed}}{A_0 \cdot f_y} = 0.5$$

$$k_m := \min(1.3 - 1.3 \cdot n, 1.0) = 0.65$$

$$N_{1,Rd} := \frac{\frac{k_m \cdot f_y \cdot t_0^2}{1 - \frac{t_p}{b_0}} \cdot \left(\frac{2 \cdot h_p}{b_0} + 4 \cdot \sqrt{1 - \frac{t_p}{b_0}} \right)}{\gamma_{M5}} = 248 \text{ kN}$$

$$M_{1,Rd} := 0.5 N_{1,Rd} \cdot h_p = 39 \text{ kN} \cdot m$$

$$\frac{M_{ed,p}}{M_{1,Rd} \cdot 2} \quad M_{ed,p} = 16 \text{ kN} \cdot m$$

$$\frac{28 \text{ kN}\cdot\text{m}}{39 \text{ kN}\cdot\text{m}\cdot 2} \cdot 100 = 35.9 \% \quad \text{OK}$$

Kontroll av svetsar

Svets mellan pelare och anslutningsplåt

$$F_{ed} := \frac{F_{ed}}{2} = 114 \text{ kN} \quad M_{1,Rd} := \frac{M_{1,Rd}}{2} = 20 \text{ m}\cdot\text{kN}$$

$$a_0 := 8 \text{ mm} \quad \beta_w := 0.9$$

$$\tau_{II} := \frac{F_{ed}}{2 \cdot a_0 \cdot h_p} = 23 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} := \frac{M_{ed,p}}{W_{ed,p}} \cdot \frac{t_p}{2 \cdot a_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 42 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} := \tau_{\perp}$$

Utnyttjandegrad:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1 \quad \frac{\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} \cdot 100 = 21.4 \% \quad \text{OK}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 1 \quad \text{OK}$$

$$\frac{\sigma_{\perp}}{\frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}} \cdot 100 = 12 \% \quad \text{OK}$$

Man kan använda samma a-mått på svetsen mellan WQ-balk ändplåt och anslutningsplåt

Svets mellan WQ-ändplåt och WQ-balk

De lodräta svetsarna dimensionerar man för att ta skjuvkraften och de vågräta svetsarna dimensionerar man för att ta emot böjmomentet

$$F_{ed} := F_{ed} \cdot 2 = 228 \text{ kN}$$

$$M_{1,Rd} := M_{1,Rd} \cdot 2 = 39 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\tau_{II} := \frac{F_{ed}}{2 \cdot a_e \cdot h_e} = 49 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} := 0$$

$$\sigma_{\perp} := \tau_{\perp}$$

$$\sqrt{3 \cdot \tau_u^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1 \quad OK$$

Utnyttjandegrad:

$$\frac{\sqrt{3 \cdot \tau_u^2}}{f_u} \cdot 100 = 19.5 \quad \% \quad OK$$

$$\frac{\tau_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

Vågräta svetsar

$$\tau_u := 0 \quad b_b := 340 \text{ mm}$$

$$\tau_\perp := \frac{M_{ed,e}}{h_e} \cdot \frac{1}{a_e \cdot b_b} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 18 \text{ MPa}$$

$$\sigma_\perp := \tau_\perp$$

$$\sqrt{\sigma_\perp^2 + 3 \cdot \tau_\perp^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1$$

Utnyttjandegrad:

$$\frac{\sqrt{\sigma_\perp^2 + 3 \cdot \tau_\perp^2}}{f_u} \cdot 100 = 8.4\% \quad OK$$

$$\frac{\tau_\perp}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_\perp \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 1 \quad OK$$

$$\frac{\sigma_\perp}{0.9 \cdot f_u} \cdot 100 = 5.2 \quad \% \quad OK$$

$$\frac{\tau_\perp}{\gamma_{M2}}$$

Lastfall 4 Vridmoment i balken, håldäck på båda sidorna + nyttolast på en sida

Permanent last

$$hd_g := 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad Hd_l := 10.8 \text{ m}$$

$$g_{hd} := Hd_l \cdot hd_g = 5400 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$g_k := g_{hd} \cdot l_s + g_b \cdot l_b = 20349 \text{ kg}$$

$$g_k := g_k \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 200 \text{ kN}$$

$$\gamma_g := 1.35 \cdot 0.89 = 1.2$$

$$g_d := g_k \cdot \gamma_g = 240 \text{ kN}$$

Nyttolast

$$q_k := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \frac{Hd_l}{2} \cdot l_s = 97 \text{ kN}$$

$$q_d := q_k \cdot \gamma_q = 146 \text{ kN}$$

$$F_{ed} := q_d + g_d = 386 \text{ kN}$$

Momentet p.g.a ojämn last (nyttolast på en sida)

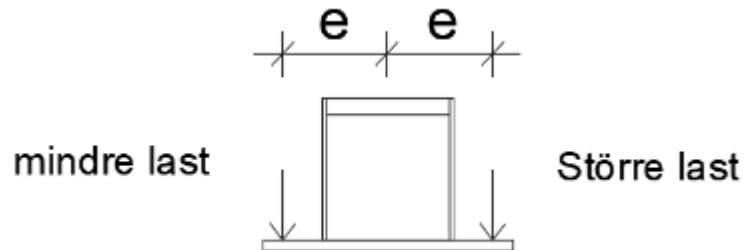
$$e := 260 \text{ mm} \quad q_k = 97 \text{ kN}$$

$$M_{vrid} := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \frac{Hd_l}{2} \cdot l_s \cdot \gamma_g \cdot e = 30 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

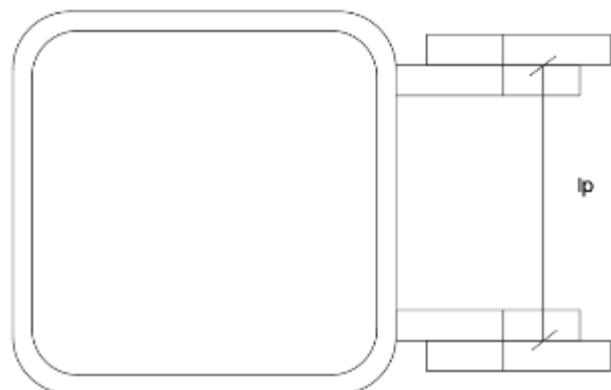
Tillägs skjuvkraft från vridmomentet

$$T_{t.Ed} := 30 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad l_p := 180 \text{ mm}$$

$$\frac{T_{t.Ed}}{l_p} = 167 \text{ kN} \quad F_{ed} = 386 \text{ kN}$$



l_p = avstånd mellan anslutningarna



$$F_{ed} := (F_{ed} + 167 \cdot \text{kN}) = 553 \text{ kN}$$

Bärförmåga för skjuvning

$$F_{v.Rd} := F_{v.Rd} = 271 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{F_{v.Rd} \cdot 4}$$

$$\frac{553 \text{ kN}}{271 \text{ kN} \cdot 4} \cdot 100 = 51 \quad \% \quad \text{OK}$$

Bärförmåga för

$$\alpha_{b1} := \min\left(1.0, \frac{f_{ub}}{f_u}, \frac{e_1}{3 \cdot d_0}\right) = 0.74 \quad \text{Bult vid ände}$$

Tvårs kraftriktningen
Finns bara en rad med

$$k_1 := \min\left(2.5, 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7\right) = 2.5$$

$$F_{b.Rd.1} := \frac{\alpha_{b1} \cdot k_1 \cdot f_u \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = 434 \text{ kN}$$

Det minsta av $F_{v.Rd}$, $F_{b.Rd.1}$, är enskilda bultens kapacitet.

$$F_{min} := \min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd.1}) = 271 \text{ kN} \quad F_{ed} = 553 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{F_{min} \cdot 4}$$

$$\frac{553 \text{ kN}}{271 \text{ kN} \cdot 4} \cdot 100 = 51 \quad \% \quad \text{OK}$$

Dimensionering mot blockbrott i
anslutningsplåten

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$A_{nt} := t_p \cdot \left(e_2 - \frac{d_0}{2} \right) = 670 \text{ mm}^2$$

$$A_{nv} := t_p \cdot \left(e_1 + p_1 - d_0 - \frac{d_0}{2} \right) = 3870 \text{ mm}^2$$

$$V_{eff.Rd} := 0.5 \cdot \frac{f_u \cdot A_{nt}}{2 \cdot \gamma_{M2}} + \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right) \cdot f_y \cdot \frac{A_{nv}}{\gamma_{M0}} = 859 \text{ kN}$$

$$F_{ed} := \frac{F_{ed}}{2} = 276 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{V_{eff.Rd}}$$

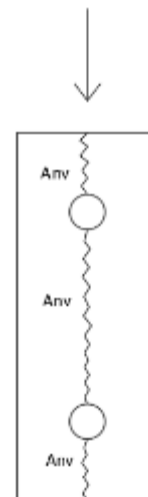
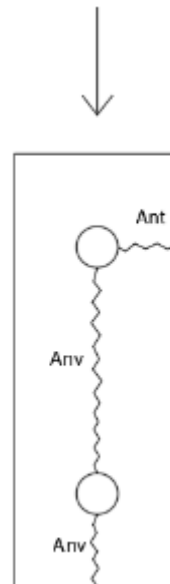
$$\frac{276 \text{ kN}}{859 \text{ kN}} \cdot 100 = 32.1 \% \quad \text{OK}$$

$$A_{nv} := t_p \cdot \left(e_1 + p_1 - d_0 - \frac{d_0}{2} \right) = 3870 \text{ mm}^2$$

$$V_{eff.Rd} := \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right) \cdot f_y \cdot \frac{A_{nv}}{\gamma_{M0}} = 793 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{V_{eff.Rd}}$$

$$\frac{276 \text{ kN}}{859 \text{ kN}} \cdot 100 = 32.1 \% \quad \text{OK}$$



Anslutningsplåtarnas
nettoskjuvningskapacitet vid bulthålen

$$A_{v.net} := (h_p - 2 d_0) \cdot t_p = 5000 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.net.Rd} := A_{v.net} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 1025 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{ed}}{V_{pl.net.Rd}} \quad F_{ed} = 276 \text{ kN}$$

$$\frac{276 \text{ kN}}{1025 \text{ kN}} \cdot 100 = 26.9 \quad \% \text{ OK}$$

Anslutningsplåtarnas bruttoskjuvkapacitet

$$A_v := h_p \cdot t_p = 6320 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl.Rd} := A_v \cdot \frac{f_y}{\frac{\sqrt{3}}{\gamma_{M0}}} = 1295 \text{ kN}$$

Anslutningsplåtens böjmotstånd

$$M_{ed.p} := F_{ed} \cdot 0.07 \cdot m = 19 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_{ed.e} := F_{ed} \cdot 0.09 \cdot m = 25 \text{ kN} \cdot m$$

$$W_{el.p} := \frac{t_p \cdot h_p^2}{6} = (3 \cdot 10^5) \text{ mm}^3$$

$$M_{el.p.Rd} := \frac{W_{el.p} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 118 \text{ kN} \cdot m$$

$$\frac{M_{ed.p}}{M_{el.p.Rd} \cdot 2}$$

$$\frac{25 \text{ kN} \cdot m}{118 \text{ kN} \cdot m \cdot 2} \cdot 100 = 10.6 \quad \% \quad \text{OK}$$

Skjuvkraften och böjmomentets samverkan:

$$\frac{F_{ed}}{2} \leq 0.5 \cdot V_{pl.Rd} = 1$$

P.g.a 2 stycken
anslutningsplåtar **OK**

Kontroll av brott i pelarvägg

$$\gamma_{M5} := 1.0$$

Momentet som uppstår vid
anslutningsplåtarnas
svetsar p.g.a excentrisitet

Moment som uppstår i
svetsarna mella WQ-
balken och WQ-balkens
ändplåt

$$n := \frac{N_{0.Ed}}{A_0 \cdot f_y} = 0.5$$

$$k_m := \min(1.3 - 1.3 \cdot n, 1.0) = 0.65$$

$$N_{1.Rd} := \frac{\frac{k_m \cdot f_y \cdot t_0^2}{1 - \frac{t_p}{b_0}} \cdot \left(\frac{2 \cdot h_p}{b_0} + 4 \cdot \sqrt{1 - \frac{t_p}{b_0}} \right)}{\gamma_{M5}} = 248 \text{ kN}$$

$$M_{1.Rd} := 0.5 N_{1.Rd} \cdot h_p = 39 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{ed.p}}{M_{1.Rd} \cdot 2} \quad M_{ed.p} = 19 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{25 \text{ kN} \cdot \text{m}}{39 \text{ kN} \cdot \text{m} \cdot 2} \cdot 100 = 32.1 \% \quad \text{OK}$$

Kontroll av svetsar

Svets mellan pelare och anslutningsplåt

$$F_{ed} := \frac{F_{ed}}{2} = 138 \text{ kN} \quad M_{1.Rd} := \frac{M_{1.Rd}}{2} = 20 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$a_0 := 7 \text{ mm} \quad \beta_w := 0.9$$

$$\tau_{II} := \frac{F_{ed}}{2 \cdot a_0 \cdot h_p} = 31 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} := \frac{M_{ed.p}}{W_{ed.p}} \cdot \frac{t_p}{2 \cdot a_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 59 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} := \tau_{\perp}$$

Utnyttjandegrad:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1 \quad \text{OK} \quad \frac{\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \cdot 100 = 29.7\% \quad \text{OK}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 1 \quad \text{OK}$$

$$\frac{\sigma_{\perp}}{0.9 \cdot f_u} \cdot 100 = 16.6 \% \quad \text{OK}$$

Man kan använda samma a-mått på svetsen mellan WQ-balk ändplåt och anslutningsplåt

Svets mellan WQ-ändplåt och WQ-balk

De lodräta svetsarna dimensionerar man för att ta skjuvkraften och de vågräta svetsarna dimensionerar man för att ta emot böjmomentet

$$F_{ed} := F_{ed} \cdot 2 = 276 \text{ kN}$$

$$M_{1,Rd} := M_{1,Rd} \cdot 2 = 39 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\tau_u := \frac{F_{ed}}{2 \cdot a_e \cdot h_e} = 59 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} := 0 \quad \sigma_{\perp} := \tau_{\perp}$$

Utnyttjandegrad:

$$\sqrt{3 \cdot \tau_u^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1 \quad \text{OK}$$

$$\frac{\sqrt{3 \cdot \tau_u^2}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} \cdot 100 = 23.6 \quad \% \quad \text{OK}$$

Vågräta svetsar

$$\tau_u := 0 \quad b_b := 340 \text{ mm}$$

$$\tau_{\perp} := \frac{M_{ed,e}}{h_e} \cdot \frac{1}{a_e \cdot b_b} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 22 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} := \tau_{\perp}$$

Utnyttjandegrad:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 1 \quad \text{OK}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} \cdot 100 = 10.2 \quad \% \quad \text{OK}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 1 \quad \text{OK}$$

$$\frac{\sigma_{\perp}}{\frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}} \cdot 100 = 6.3 \quad \% \quad \text{OK}$$

BILAGA B

Project data

Project name	WQ-345x10-40x320-25x610
Project number	
Author Description	
Date	17-01-2019
Design code	EN

Material

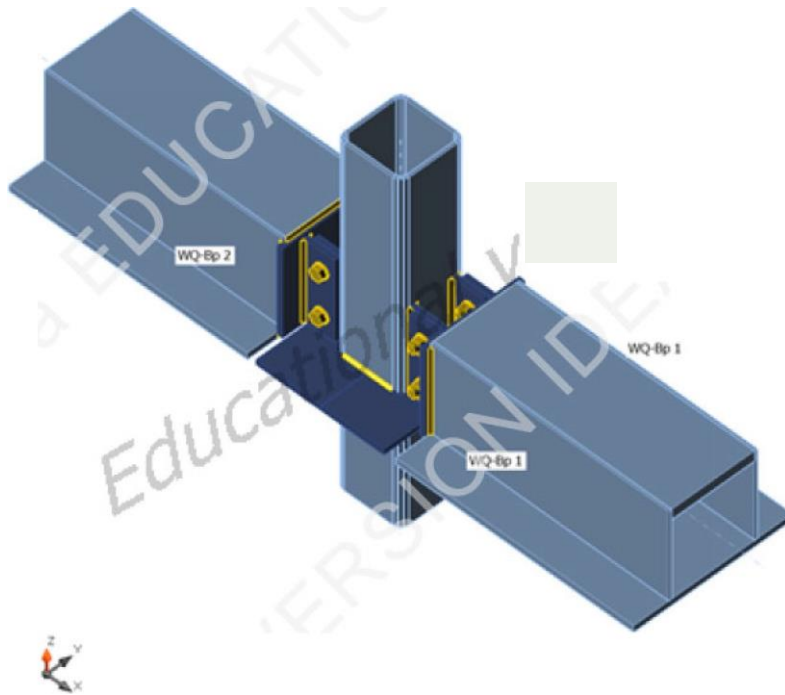
Steel	S 355
Concrete	C25/30

Design

Name	Anslutning
Description	
Analysis	Stress, strain/loads in equilibrium

Beams and columns

Name	Cross-section	β - Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset e x [mm]	Offset e y [mm]	Offset e z [mm]	Force i n	X [mm]
COL	1 - SHSCF250/250/12.5	0,0	-90,0	0,0	0	0	0	Node	0
WQ-Bp 1	2 - BoxWeb370x(610/340)	0,0	0,0	180,0	0	0	0	Position	195
WQ-Bp 2	2 - BoxWeb370x(610/340)	180,0	0,0	180,0	0	0	0	Position	195



Cross-sections

Name	Material
1 - SHSCF250/250/12.5	S 355
2 - BoxWeb370x(610/340)	S 355

Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	f_u [MPa]	Gross area [mm ²]
M30 8.8	M30 8.8	30	800,0	707

Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Olyckslast	COL	-2000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	WQ-Bp 1	738,0	0,0	470,0	0,0	0,0	0,0
	WQ-Bp 2	738,0	0,0	470,0	0,0	0,0	0,0
	COL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Check

Summary

Name	Value	Status
Analysis	100,0%	OK
Plates	1,9 < 5%	OK
Bolts	89,2 < 100%	OK
Welds	99,6 < 100%	OK
Buckling	9,12	

Plates

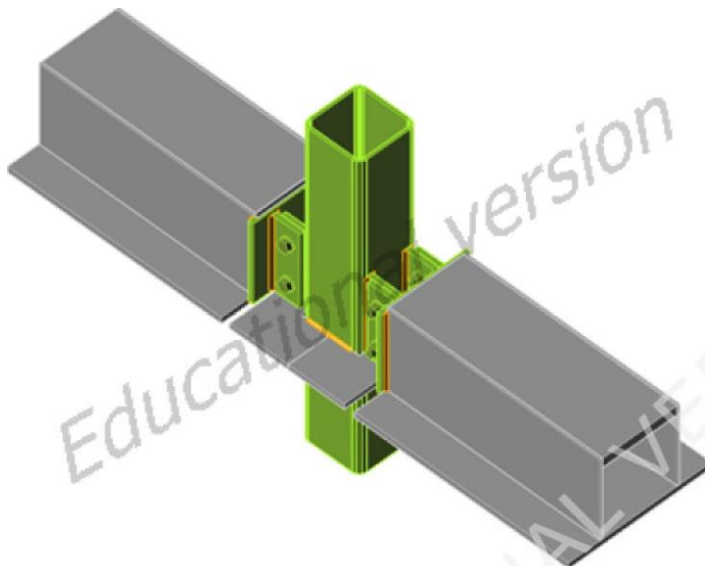
Name	Material	Thickness [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	Status
COL	S 355	12,5	Olyckslast	359,0	1,9	OK
WQ-Bp 1-tfl 1	S 355	25,0	Olyckslast	147,8	0,0	OK
WQ-Bp 1-bfl 1	S 355 - 1	40,0	Olyckslast	131,8	0,0	OK
WQ-Bp 1-w 1	S 355	10,0	Olyckslast	227,4	0,0	OK
WQ-Bp 1-w 2	S 355	10,0	Olyckslast	227,4	0,0	OK
WQ-Bp 2-tfl 1	S 355	25,0	Olyckslast	147,8	0,0	OK
WQ-Bp 2-bfl 1	S 355 - 1	40,0	Olyckslast	131,8	0,0	OK
WQ-Bp 2-w 1	S 355	10,0	Olyckslast	224,8	0,0	OK
WQ-Bp 2-w 2	S 355	10,0	Olyckslast	214,8	0,0	OK
WQ_END_PL1	S 355	20,0	Olyckslast	355,3	0,2	OK
WQ_END_PL2	S 355	20,0	Olyckslast	355,3	0,1	OK
PL_WQ 1	S 355	20,0	Olyckslast	355,2	0,1	OK
PL_WQ 2	S 355	20,0	Olyckslast	355,2	0,1	OK
PL_COL 1	S 355	20,0	Olyckslast	355,4	0,2	OK
PL_COL 2	S 355	20,0	Olyckslast	355,4	0,2	OK
PL_WQ 3	S 355	20,0	Olyckslast	355,2	0,1	OK
PL_WQ 4	S 355	20,0	Olyckslast	348,7	0,1	OK
PL 1	S 355	20,0	Olyckslast	208,7	0,0	OK
PL 2	S 355	20,0	Olyckslast	210,2	0,0	OK
PL_COL 3	S 355	20,0	Olyckslast	355,4	0,2	OK
PL_COL 4	S 355	20,0	Olyckslast	355,4	0,2	OK

Design data

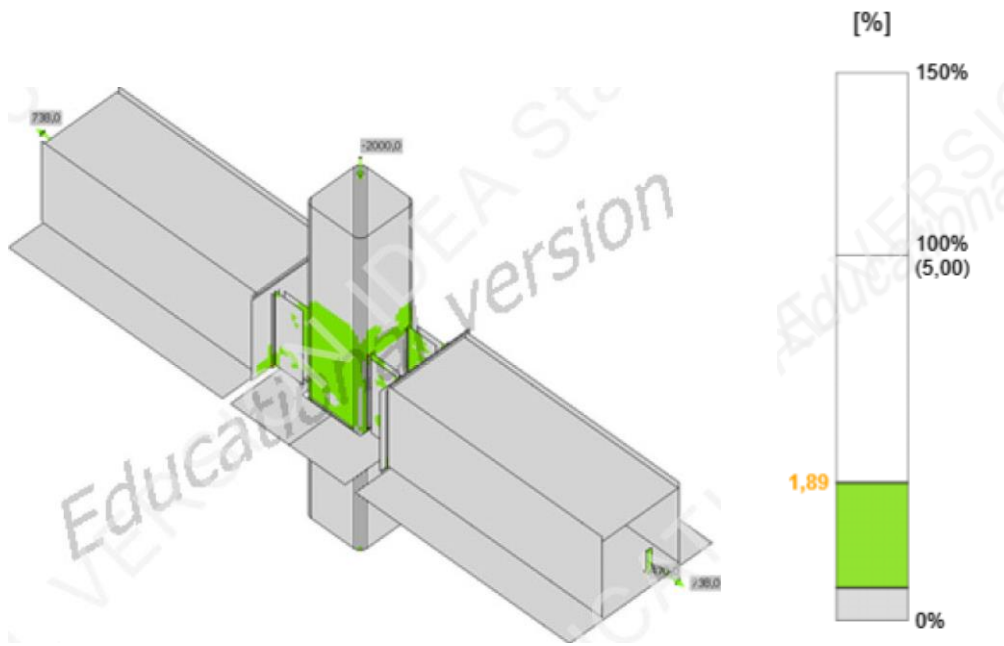
Material	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [1e-4]
S 355	355,0	500,0
S 355 - 1	335,0	500,0

Symbol explanation

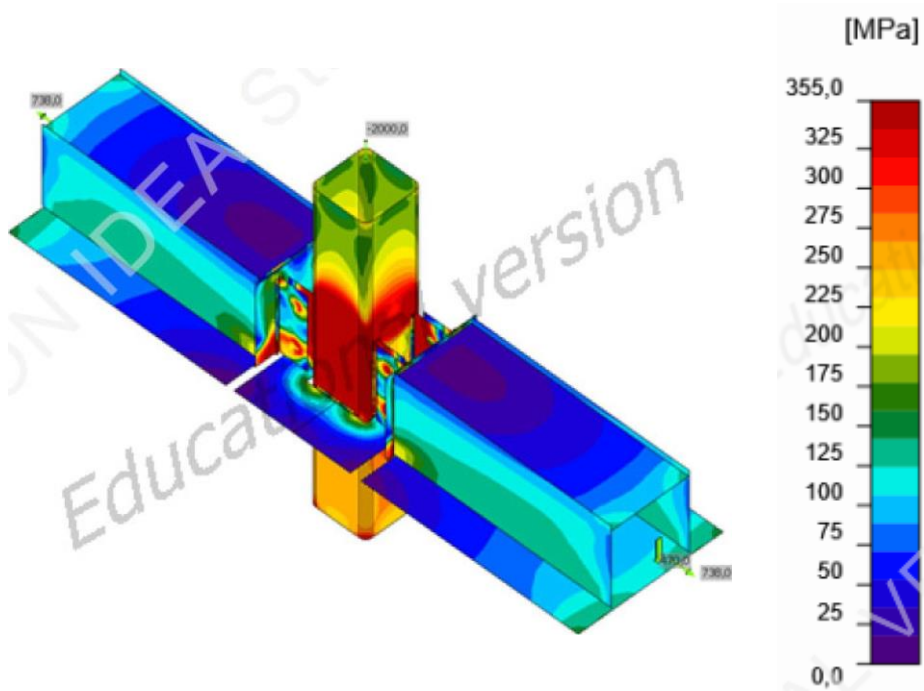
ϵ_{pl}	Strain
σ_{Ed}	Eq. stress
f_y	Yield strength
ϵ_{lim}	Limit of plastic strain



Overall check, olyckslast


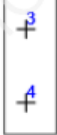




Strain check, olyckslast



Equivalent stress, olyckslast

Bolts

	Name	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_t [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_s [%]	U_{ts} [%]	Status
	B1	Olyckslast	58,7	237,5	18,2	341,0	87,5	0,0	OK
	B2	Olyckslast	58,3	199,1	18,0	366,1	73,3	0,0	OK
	B3	Olyckslast	55,7	197,8	17,3	370,3	72,8	0,0	OK
	B4	Olyckslast	58,7	242,2	18,2	340,7	89,2	0,0	OK
	B5	Olyckslast	60,1	239,5	18,6	340,8	88,2	0,0	OK
	B6	Olyckslast	58,4	198,8	18,1	368,3	73,2	0,0	OK
	B7	Olyckslast	60,1	239,6	18,6	340,7	88,2	0,0	OK
	B8	Olyckslast	58,4	198,6	18,1	368,3	73,2	0,0	OK

Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M30 8.8 - 1	323,1	716,7	271,5

$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
$F_{t,Ed}$	Tension force
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance
V	Resultant of shear forces V_y , V_z in bolt
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN_1993-1-8 table 3.4
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
U_t	Utilization in tension
U_s	Utilization in shear
U_{ts}	Utilization in tension and shear EN 1993-1-8 table 3.4

Welds (Plastic redistribution)

Item	Edge	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Status
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-tfl 1	▲7,0	380	Olyckslast	364,4	0,0	198,3	49,6	-169,4	83,7	54,1	OK
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-bfl 1	▲7,0	320	Olyckslast	213,6	0,0	141,6	6,9	92,1	49,0	27,3	OK
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-w 1	▲7,0	332	Olyckslast	427,2	0,2	-41,6	-44,3	241,4	98,1	50,3	OK
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-w 2	▲7,0	332	Olyckslast	427,2	0,2	-41,4	44,3	-241,4	98,1	50,3	OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-tfl 1	▲7,0	380	Olyckslast	364,5	0,0	198,4	-49,6	-169,4	83,7	54,3	OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-bfl 1	▲7,0	320	Olyckslast	213,4	0,0	141,5	6,8	92,0	49,0	27,2	OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-w 1	▲7,0	332	Olyckslast	427,2	0,2	-41,5	-40,4	242,1	98,1	50,3	OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-w 2	▲7,0	332	Olyckslast	427,2	0,2	-41,7	40,4	-242,1	98,1	50,3	OK
WQ_END_PL1	PL_WQ 1	▲8,0	316	Olyckslast	433,7	3,9	183,2	121,8	-191,5	99,6	43,3	OK
		▲8,0	316	Olyckslast	433,4	3,8	201,3	-109,2	192,8	99,5	43,1	OK
WQ_END_PL1	PL_WQ 2	▲8,0	316	Olyckslast	433,4	3,8	201,4	109,2	-192,8	99,5	43,1	OK
		▲8,0	316	Olyckslast	433,7	3,9	183,2	-121,8	191,5	99,6	43,3	OK
COL-w 3	PL 2	▲6,0	188	Olyckslast	284,6	0,0	170,4	31,5	-127,8	65,3	20,8	OK
		▲6,0	188	Olyckslast	344,2	0,0	-284,5	-111,0	-13,6	80,6	23,2	OK
COL-w 3	PL_COL 1	▲8,0	316	Olyckslast	427,6	0,4	158,8	-132,4	187,1	98,2	27,6	OK
		▲8,0	316	Olyckslast	431,9	2,9	197,3	112,0	-191,4	99,1	67,3	OK
COL-w 4	PL 2	▲6,0	94	Olyckslast	427,3	0,3	6,5	245,4	-24,8	98,1	53,2	OK
		▲6,0	94	Olyckslast	426,9	0,0	-101,4	235,5	43,0	98,0	29,3	OK
COL-w 2	PL 2	▲6,0	94	Olyckslast	427,3	0,3	12,9	-245,2	-26,0	98,1	52,7	OK
		▲6,0	94	Olyckslast	427,0	0,1	-104,2	-236,2	36,6	98,0	28,9	OK
COL-w 3	PL_COL 2	▲8,0	316	Olyckslast	431,8	2,9	197,2	-111,8	191,5	99,1	67,3	OK
		▲8,0	316	Olyckslast	427,6	0,4	159,3	131,9	-187,3	98,2	27,6	OK
COL-w 1	PL 1	▲6,0	188	Olyckslast	277,8	0,0	171,3	36,5	-120,9	63,8	20,9	OK
		▲6,0	188	Olyckslast	339,2	0,0	-279,1	-110,5	-13,2	79,1	22,9	OK
WQ_END_PL2	PL_WQ 3	▲8,0	316	Olyckslast	433,4	3,8	201,4	109,2	-192,8	99,5	43,2	OK
		▲8,0	316	Olyckslast	433,7	3,9	183,3	-121,8	191,5	99,6	43,3	OK
WQ_END_PL2	PL_WQ 4	▲8,0	316	Olyckslast	433,7	3,9	183,3	121,8	-191,5	99,6	43,3	OK
		▲8,0	316	Olyckslast	433,4	3,8	201,4	-109,2	192,8	99,5	43,2	OK
COL-w 2	PL 1	▲6,0	94	Olyckslast	427,3	0,2	4,6	245,4	-25,1	98,1	53,0	OK
		▲6,0	94	Olyckslast	426,9	0,0	-98,4	236,4	40,5	98,0	28,7	OK
COL-w 4	PL 1	▲6,0	94	Olyckslast	427,3	0,3	10,3	-245,2	-26,5	98,1	52,5	OK
		▲6,0	94	Olyckslast	426,9	0,1	-101,2	-236,9	34,7	98,0	28,3	OK
PL 1	PL_COL 3	▲8,0	115	Olyckslast	427,0	0,1	-89,6	-93,4	-222,2	98,0	54,4	OK
PL 1	PL_COL 4	▲8,0	115	Olyckslast	427,0	0,1	-88,1	94,3	222,0	98,0	54,7	OK
COL-w 1	PL_COL 3	▲8,0	316	Olyckslast	432,8	3,4	200,1	110,4	192,1	99,4	67,5	OK
		▲8,0	316	Olyckslast	427,7	0,5	146,6	-138,2	-186,4	98,2	28,7	OK
COL-w 1	PL_COL 4	▲8,0	316	Olyckslast	427,7	0,5	147,1	137,6	186,7	98,2	28,7	OK
		▲8,0	316	Olyckslast	432,8	3,4	200,2	-110,2	-192,1	99,4	67,5	OK
PL 2	PL_COL 1	▲8,0	120	Olyckslast	426,9	0,1	-88,7	93,0	-222,5	98,0	52,0	OK
PL 2	PL_COL 2	▲8,0	120	Olyckslast	427,0	0,1	-88,2	-92,6	222,7	98,0	52,3	OK

Design data

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Symbol explanation

ϵ_{pl}	Strain
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
σ_{\perp}	Perpendicular stress
τ_{\parallel}	Shear stress parallel to weld axis
τ_{\perp}	Shear stress perpendicular to weld axis
0.9σ	Perpendicular stress resistance - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
β_w	Corelation factor EN 1993-1-8 tab. 4.1
Ut	Utilization
Utc	Weld capacity utilization

Buckling

Loads	Shape	Factor [-]
Olyckslast	1	9,12
	2	10,06
	3	12,54
	4	12,71
	5	13,06
	6	13,26








Bill of material**Welds**

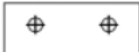




Type	Material	Throat thickness [mm]	Leg size [mm]	Length [mm]
Fillet	S 355	7,0	9,9	1424,0
Fillet	S 355	7,0	9,9	1304,0
Double fillet	S 355	8,0	11,3	2528,0
Double fillet	S 355	6,0	8,5	750,0
Fillet	S 355	8,0	11,3	235,0
Fillet	S 355	8,0	11,3	235,0

Bolts

Name	Grip length [mm]	Count
M30 8.8	40	8

Manufacturing operations

Name	Plates [mm]	Shape	Nr.	Welds [mm]	Length [mm]	Bolts	Nr.
WQ_END_PL1	P20,0x380,0-342,0 (S 355)		1				
WQ_cut 1				Fillet: a = 7,0 Fillet: a = 7,0	712,0 652,0		
WQ_END_PL2	P20,0x380,0-342,0 (S 355)		1				
WQ_cut 2				Fillet: a = 7,0 Fillet: a = 7,0	712,0 652,0		
PL_WQ 1	P20,0x316,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 8,0	316,0	M30 8.8	2
PL_WQ 2	P20,0x316,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 8,0	316,0	M30 8.8	2
PL_COL 1	P20,0x120,0-316,0 (S 355)		1			M30 8.8	2
PL_COL 2	P20,0x120,0-316,0 (S 355)		1			M30 8.8	2
PL_WQ 3	P20,0x316,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 8,0	316,0	M30 8.8	2

Name	Plates [mm]	Shape	Nr.	Welds [mm]	Length [mm]	Bolts	Nr.
PL_WQ 4	P20,0x316,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 10,0	316,0	M30 8.8	2
PL 1	P20,0x240,0-610,0 (S 355)		1				
PL 2	P20,0x250,0-610,0 (S 355)		1				
PL_COL 3	P20,0x120,0-316,0 (S 355)		1			M30 8.8	2
PL_COL 4	P20,0x120,0-316,0 (S 355)		1			M30 8.8	2

Project data

Project name	WQ-345x10-40x320-25x610 (Anslutningsplåtar genom pelare)
Project number	
Author Description	
Date	17-01-2019
Design code	EN

Material

Steel	S 355
Concrete	C25/30

Design

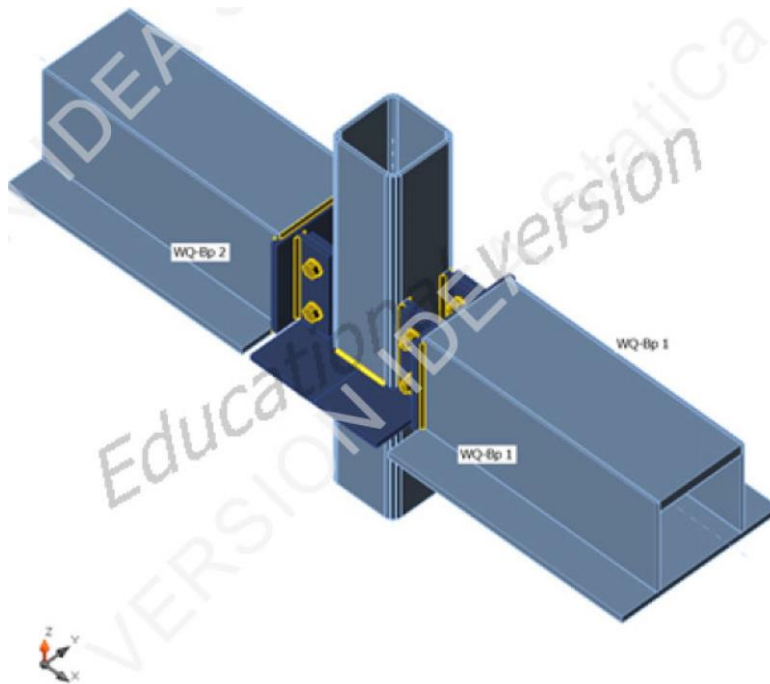
Name Anslutning

Description

Analysis Stress, strain/loads in equilibrium

Beams and columns

Name	Cross-section	β - Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset e _x [mm]	Offset e _y [mm]	Offset e _z [mm]	Force i n	X [mm]
COL	1 - SHSCF250/250/12.5	0,0	-90,0	0,0	0	0	0	Node	0
WQ-Bp 1	2 - BoxWeb370x(610/340)	0,0	0,0	180,0	0	0	0	Position	195
WQ-Bp 2	2 - BoxWeb370x(610/340)	180,0	0,0	180,0	0	0	0	Position	195



Cross-sections

Name	Material
1 - SHSCF250/250/12.5	S 355
2 - BoxWeb370x(610/340)	S 355

Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	f _u [MPa]	Gross area [mm ²]
M30 8.8	M30 8.8	30	800,0	707

Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Olyckslast	COL	-2000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	WQ-Bp 1	738,0	0,0	470,0	0,0	0,0	0,0
	WQ-Bp 2	738,0	0,0	470,0	0,0	0,0	0,0
	COL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Check

Summary

Name	Value	Status
Analysis	100,0%	OK
Plates	0,3 < 5%	OK
Bolts	88,8 < 100%	OK
Welds	99,4 < 100%	OK
Buckling	9,10	

Plates

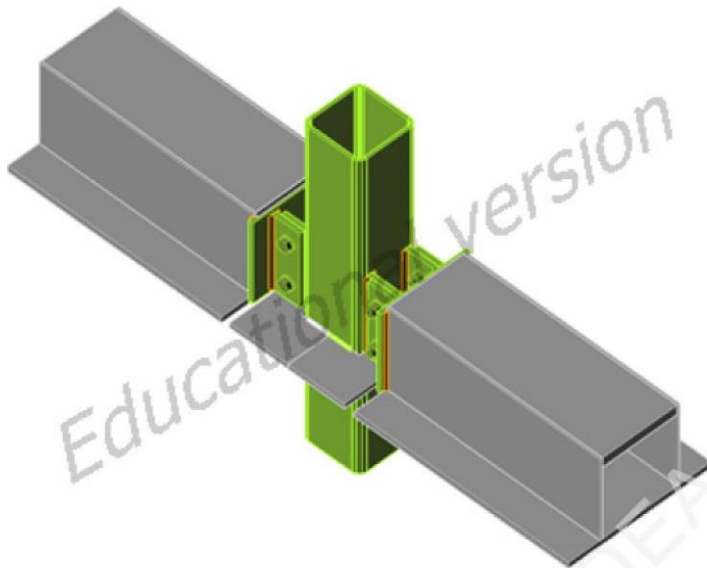
Name	Material	Thickness [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	Status
COL	S 355	12,5	Olyckslast	355,6	0,3	OK
WQ-Bp 1-tfl 1	S 355	25,0	Olyckslast	147,9	0,0	OK
WQ-Bp 1-bfl 1	S 355 - 1	40,0	Olyckslast	131,8	0,0	OK
WQ-Bp 1-w 1	S 355	10,0	Olyckslast	219,5	0,0	OK
WQ-Bp 1-w 2	S 355	10,0	Olyckslast	219,5	0,0	OK
WQ-Bp 2-tfl 1	S 355	25,0	Olyckslast	147,9	0,0	OK
WQ-Bp 2-bfl 1	S 355 - 1	40,0	Olyckslast	131,8	0,0	OK
WQ-Bp 2-w 1	S 355	10,0	Olyckslast	216,3	0,0	OK
WQ-Bp 2-w 2	S 355	10,0	Olyckslast	206,2	0,0	OK
WQ_END_PL1	S 355	20,0	Olyckslast	355,3	0,1	OK
WQ_END_PL2	S 355	20,0	Olyckslast	355,2	0,1	OK
PL_WQ 1	S 355	20,0	Olyckslast	355,2	0,1	OK
PL_WQ 2	S 355	20,0	Olyckslast	355,2	0,1	OK
PL_WQ 3	S 355	20,0	Olyckslast	355,1	0,1	OK
PL_WQ 4	S 355	20,0	Olyckslast	343,7	0,1	OK
PL 1	S 355	20,0	Olyckslast	61,1	0,0	OK
PL 2	S 355	20,0	Olyckslast	59,4	0,0	OK
PL_COL 1	S 355	20,0	Olyckslast	350,0	0,1	OK
PL_COL 2	S 355	20,0	Olyckslast	350,2	0,1	OK

Design data

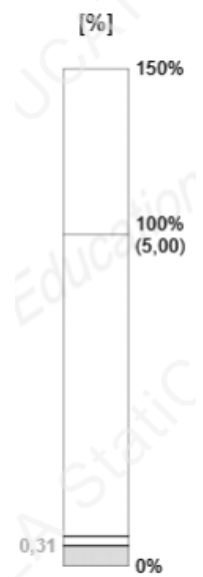
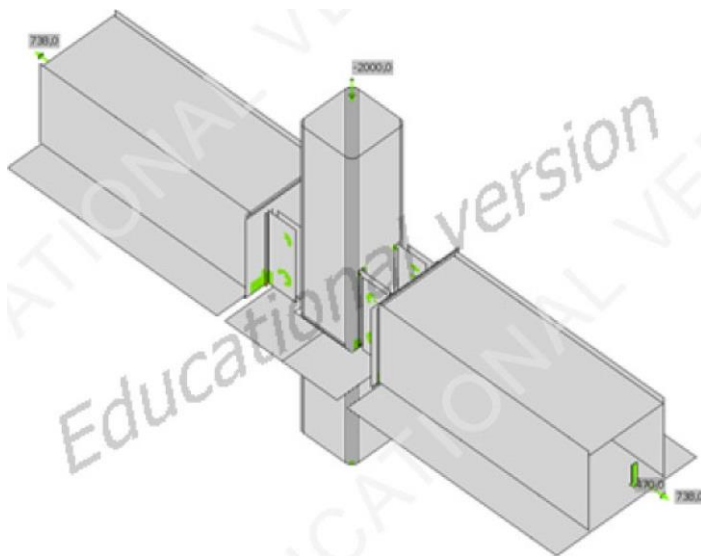
Material	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [1e-4]
S 355	355,0	500,0
S 355 - 1	335,0	500,0

Symbol explanation

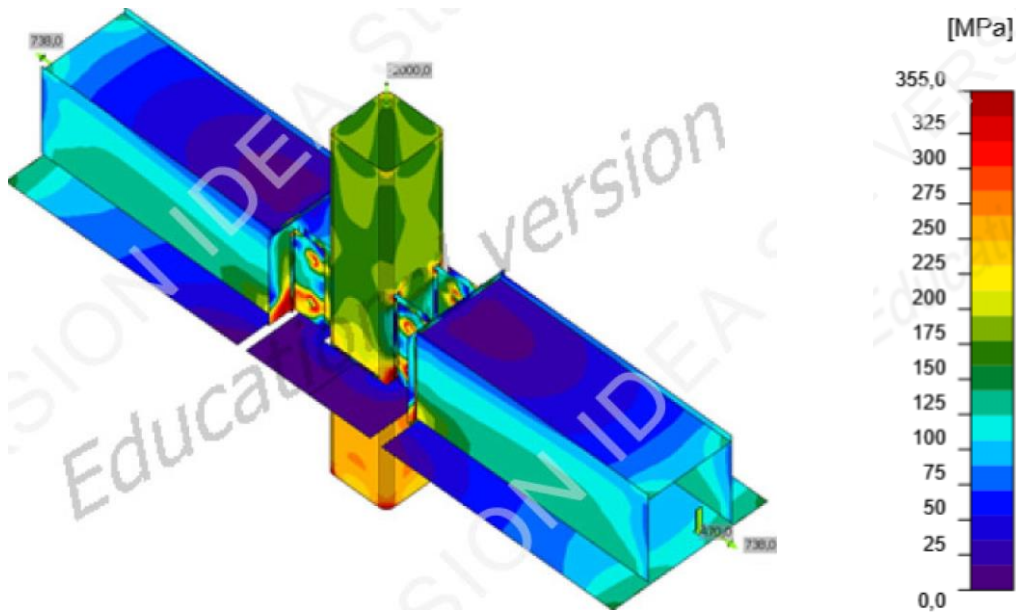
ϵ_{pl}	Strain
σ_{Ed}	Eq. stress
f_y	Yield strength
ϵ_{lim}	Limit of plastic strain



Overall check, olyckslast


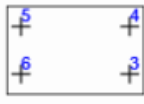
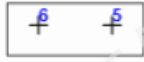



Strain check, olyckslast



Equivalent stress, olyckslast

Bolts

	Name	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	$U_{t,t}$ [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	$U_{t,s}$ [%]	$U_{t,s}$ [%]	Status
	B1	Olyckslast	54,3	238,8	16,8	342,9	88,0	0,0	OK
	B2	Olyckslast	57,7	199,2	17,9	364,7	73,4	0,0	OK
	B3	Olyckslast	54,3	238,8	16,8	342,9	88,0	0,0	OK
	B4	Olyckslast	57,7	199,2	17,9	364,7	73,4	0,0	OK
	B5	Olyckslast	57,7	199,2	17,9	364,6	73,4	0,0	OK
	B6	Olyckslast	54,3	238,8	16,8	342,9	88,0	0,0	OK
	B7	Olyckslast	57,7	199,1	17,9	364,6	73,4	0,0	OK
	B8	Olyckslast	54,3	238,8	16,8	342,9	88,0	0,0	OK

Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M30 8.8 - 1	323,1	716,7	271,5

Symbol explanation

$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
$F_{t,Ed}$	Tension force
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance
V	Resultant of shear forces V_y , V_z in bolt
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN_1993-1-8 table 3.4
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
U_t	Utilization in tension
U_s	Utilization in shear
U_{ts}	Utilization in tension and shear EN 1993-1-8 table 3.4

Welds (Plastic redistribution)

Item	Edge	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Status
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-tfl 1	▲7,0	380	Olyckslast	360,7	0,0	192,0	49,6	-169,2	82,8	49,8	OK
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-bfl 1	▲7,0	320	Olyckslast	190,9	0,0	126,6	4,9	82,4	43,8	23,5	OK
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-w 1	▲7,0	332	Olyckslast	427,5	0,4	-20,5	-178,2	170,4	98,2	52,2	OK
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-w 2	▲7,0	332	Olyckslast	427,5	0,4	-20,3	178,2	-170,4	98,2	52,2	OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-tfl 1	▲7,0	380	Olyckslast	360,7	0,0	192,0	-49,6	-169,2	82,8	49,8	OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-bfl 1	▲7,0	320	Olyckslast	191,0	0,0	126,6	4,9	82,4	43,8	23,5	OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-w 1	▲7,0	332	Olyckslast	427,5	0,4	-20,3	-178,3	170,3	98,2	52,2	OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-w 2	▲7,0	332	Olyckslast	427,5	0,4	-20,5	178,3	-170,3	98,2	52,2	OK
WQ_END_PL1	PL_WQ 1	▲8,0	316	Olyckslast	432,5	3,3	184,0	126,8	-187,1	99,3	39,7	OK
		▲8,0	316	Olyckslast	432,8	3,4	196,4	-109,7	193,7	99,4	45,9	OK
WQ_END_PL1	PL_WQ 2	▲8,0	316	Olyckslast	432,8	3,4	196,5	109,7	-193,7	99,4	45,9	OK
		▲8,0	316	Olyckslast	432,5	3,3	184,1	-126,8	187,0	99,3	39,7	OK
WQ_END_PL2	PL_WQ 3	▲8,0	316	Olyckslast	432,8	3,4	196,5	109,8	-193,7	99,4	45,9	OK
		▲8,0	316	Olyckslast	432,5	3,3	184,1	-126,8	187,0	99,3	39,7	OK
WQ_END_PL2	PL_WQ 4	▲8,0	316	Olyckslast	432,5	3,3	184,2	126,8	-187,0	99,3	39,7	OK
		▲8,0	316	Olyckslast	432,8	3,4	196,6	-109,8	193,7	99,4	45,9	OK
COL-w 3	PL 2	▲6,0	188	Olyckslast	252,7	0,0	101,2	-34,4	-129,2	58,0	23,7	OK
		▲6,0	188	Olyckslast	223,2	0,0	-176,6	-57,7	-53,8	51,3	19,4	OK
COL-w 4	PL 2	▲6,0	94	Olyckslast	141,6	0,0	-26,8	60,2	-53,1	32,5	11,0	OK
		▲6,0	94	Olyckslast	257,5	0,0	-76,0	133,0	49,7	59,1	17,5	OK
COL-w 2	PL 2	▲6,0	94	Olyckslast	149,2	0,0	-22,9	-65,6	-54,3	34,3	11,3	OK
		▲6,0	94	Olyckslast	273,4	0,0	-79,9	-143,0	48,4	62,8	17,9	OK
COL-w 1	PL 1	▲6,0	188	Olyckslast	244,1	0,0	100,6	-32,4	-124,2	56,0	23,2	OK
		▲6,0	188	Olyckslast	217,7	0,0	-177,9	-55,1	-47,0	50,4	18,9	OK
COL-w 2	PL 1	▲6,0	94	Olyckslast	144,6	0,0	-27,2	61,8	-53,9	33,2	11,3	OK
		▲6,0	94	Olyckslast	257,1	0,0	-76,8	132,5	50,0	59,0	17,9	OK
COL-w 4	PL 1	▲6,0	94	Olyckslast	151,6	0,0	-23,3	-66,8	-55,0	34,8	11,6	OK
		▲6,0	94	Olyckslast	272,6	0,0	-80,4	-142,3	48,8	62,6	18,3	OK
PL 1	PL_COL 1	▲8,0	115	Olyckslast	427,1	0,2	-190,5	-69,0	-209,7	98,1	34,9	OK
PL 1	PL_COL 2	▲8,0	115	Olyckslast	427,1	0,2	-188,9	69,3	210,0	98,1	35,1	OK
PL 2	PL_COL 1	▲8,0	120	Olyckslast	427,1	0,1	-189,2	64,2	-211,5	98,1	34,9	OK
PL 2	PL_COL 2	▲8,0	120	Olyckslast	427,1	0,1	-190,8	-64,5	211,0	98,1	34,6	OK
PL_COL 1	COL-w 3	▲8,0	316	Olyckslast	427,3	0,3	31,9	-244,8	-24,4	98,1	35,7	OK
PL_COL 1	COL-w 3	▲8,0	316	Olyckslast	427,4	0,3	44,3	242,5	37,5	98,1	36,7	OK
PL_COL 1	COL-w 1	▲8,0	316	Olyckslast	427,4	0,3	41,6	-242,5	38,8	98,1	36,9	OK
PL_COL 1	COL-w 1	▲8,0	316	Olyckslast	427,3	0,3	32,3	244,7	-25,7	98,1	35,8	OK
PL_COL 2	COL-w 3	▲8,0	316	Olyckslast	427,4	0,3	41,8	-242,6	38,2	98,1	36,7	OK
PL_COL 2	COL-w 3	▲8,0	316	Olyckslast	427,3	0,3	32,4	244,7	-25,5	98,1	35,7	OK
PL_COL 2	COL-w 1	▲8,0	316	Olyckslast	427,3	0,3	31,8	-244,8	-24,6	98,1	35,8	OK
PL_COL 2	COL-w 1	▲8,0	316	Olyckslast	427,4	0,3	44,1	242,4	38,1	98,1	36,8	OK

Design data

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Symbol explanation

ϵ_{pl}	Strain
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
σ_{\perp}	Perpendicular stress
τ_{\parallel}	Shear stress parallel to weld axis
τ_{\perp}	Shear stress perpendicular to weld axis
0.9σ	Perpendicular stress resistance - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 tab. 4.1
Ut	Utilization
Utc	Weld capacity utilization

Buckling

Loads	Shape	Factor [-]
Olyckslast	1	9,10
	2	10,04
	3	12,77
	4	12,84
	5	12,90
	6	12,97








Bill of material**Welds**








Type	Material	Throat thickness [mm]	Leg size [mm]	Length [mm]
Fillet	S 355	7,0	9,9	1424,0
Fillet	S 355	7,0	9,9	1304,0
Double fillet	S 355	8,0	11,3	1264,0
Double fillet	S 355	6,0	8,5	750,0
Fillet	S 355	8,0	11,3	2763,0
Fillet	S 355	8,0	11,3	235,0

Bolts

Name	Grip length [mm]	Count
M30 8.8	40	8

Manufacturing operations

Name	Plates [mm]	Shape	Nr.	Welds [mm]	Length [mm]	Bolts	Nr.
WQ_END_PL1	P20,0x380,0-342,0 (S 355)		1				
WQ_cut 1				Fillet: a = 7,0 Fillet: a = 7,0	712,0 652,0		
WQ_END_PL2	P20,0x380,0-342,0 (S 355)		1				
WQ_cut 2				Fillet: a = 7,0 Fillet: a = 7,0	712,0 652,0		
PL_WQ 1	P20,0x316,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 8,0	316,0	M30 8.8	2
PL_WQ 2	P20,0x316,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 8,0	316,0	M30 8.8	2
PL_WQ 3	P20,0x316,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 8,0	316,0	M30 8.8	2
PL_WQ 4	P20,0x316,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 8,0	316,0	M30 8.8	2
PL 1	P20,0x240,0-610,0 (S 355)		1				

Name	Plates [mm]	Shape	Nr.	Welds [mm]	Length [mm]	Bolts	Nr.
PL 2	P20,0x250,0-610,0 (S 355)		1				
PL_COL 1	P20,0x490,0-316,0 (S 355)		1			M30 8.8	4
PL_COL 2	P20,0x490,0-316,0 (S 355)		1			M30 8.8	4
OPN1	P12,5x1338,0-187,5 (S 355)		1				
OPN2	P12,5x1338,0-187,5 (S 355)		1				
OPN3	P12,5x1338,0-187,5 (S 355)		1				
OPN4	P12,5x1338,0-187,5 (S 355)		1				

Project data

Project name WQ-250x5-40x290-20x550

Project number

Author Description

Date 17-01-2019

Design code EN

Material

Steel S 355

Concrete C25/30

Design

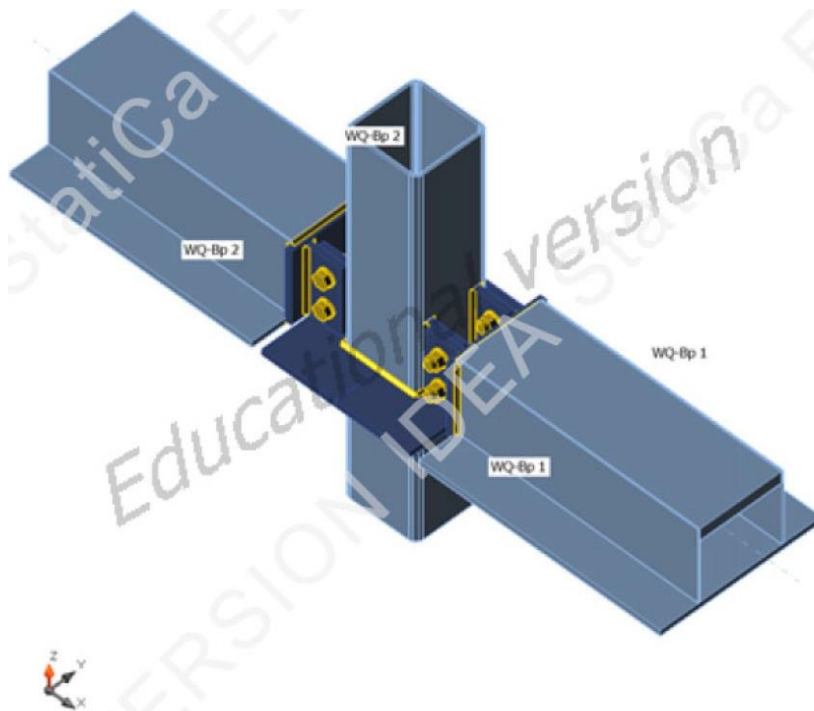
Name Anslutning

Description

Analysis Stress, strain/loads in equilibrium

Beams and columns

Name	Cross-section	β - Direction [°]	γ - Pitch h [°]	α - Rotatio n [°]	Offset e x [mm]	Offset e y [mm]	Offset e z [mm]	Forces i n	X [mm]
COL	1 - SHSCF250/250/10.0	0,0	-90,0	0,0	0	0	0	Node	0
WQ-Bp 1	2 - BoxWeb270x(550/290)	0,0	0,0	180,0	0	0	0	Position	195
WQ-Bp 2	2 - BoxWeb270x(550/290)	180,0	0,0	180,0	0	0	0	Position	195



Cross-sections

Name	Material
1 - SHSCF250/250/10.0	S 355
2 - BoxWeb270x(550/290)	S 355

Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	fu [MPa]	Gross area [mm ²]
M30 8.8	M30 8.8	30	800,0	707

Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Olyckslast	COL	-2000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	WQ-Bp 1	621,0	0,0	395,0	0,0	0,0	0,0
	WQ-Bp 2	621,0	0,0	395,0	0,0	0,0	0,0
	COL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Check

Summary

Name	Value	Status
Analysis	100,0%	OK
Plates	0,3 < 5%	OK
Bolts	70,7 < 100%	OK
Welds	99,5 < 100%	OK
Buckling	5,02	

Plates

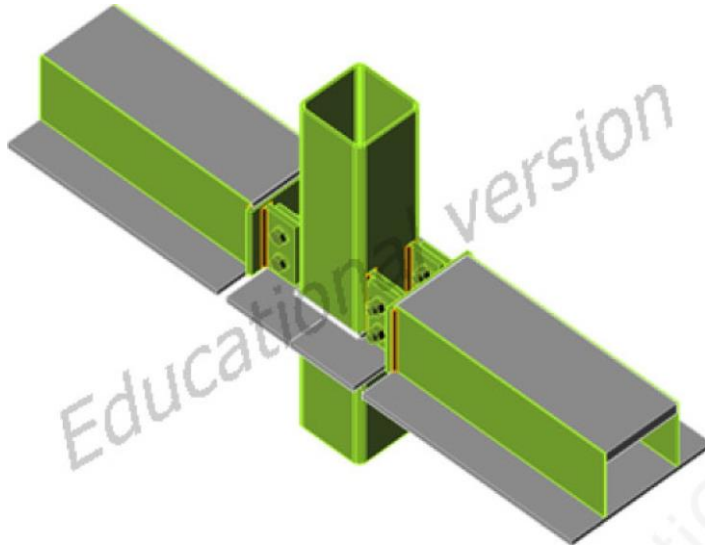
Name	Material	Thickness [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	Status
COL	S 355	10,0	Olyckslast	355,6	0,3	OK
WQ-Bp 1-tfl 1	S 355	20,0	Olyckslast	215,5	0,0	OK
WQ-Bp 1-bfl 1	S 355 - 1	40,0	Olyckslast	213,8	0,0	OK
WQ-Bp 1-w 1	S 355	5,0	Olyckslast	355,4	0,2	OK
WQ-Bp 1-w 2	S 355	5,0	Olyckslast	355,4	0,2	OK
WQ-Bp 2-tfl 1	S 355	20,0	Olyckslast	215,5	0,0	OK
WQ-Bp 2-bfl 1	S 355 - 1	40,0	Olyckslast	213,8	0,0	OK
WQ-Bp 2-w 1	S 355	5,0	Olyckslast	355,4	0,2	OK
WQ-Bp 2-w 2	S 355	5,0	Olyckslast	355,4	0,2	OK
WQ_END_PL1	S 355	20,0	Olyckslast	355,1	0,0	OK
WQ_END_PL2	S 355	20,0	Olyckslast	355,1	0,0	OK
PL_WQ 1	S 355	20,0	Olyckslast	332,7	0,0	OK
PL_WQ 2	S 355	20,0	Olyckslast	332,7	0,0	OK
PL_WQ 3	S 355	20,0	Olyckslast	332,7	0,0	OK
PL_WQ 4	S 355	20,0	Olyckslast	332,6	0,0	OK
PL 1	S 355	20,0	Olyckslast	92,8	0,0	OK
PL 2	S 355	20,0	Olyckslast	93,2	0,0	OK
PL_COL 1	S 355	20,0	Olyckslast	346,1	0,0	OK
PL_COL 2	S 355	20,0	Olyckslast	345,9	0,0	OK

Design data

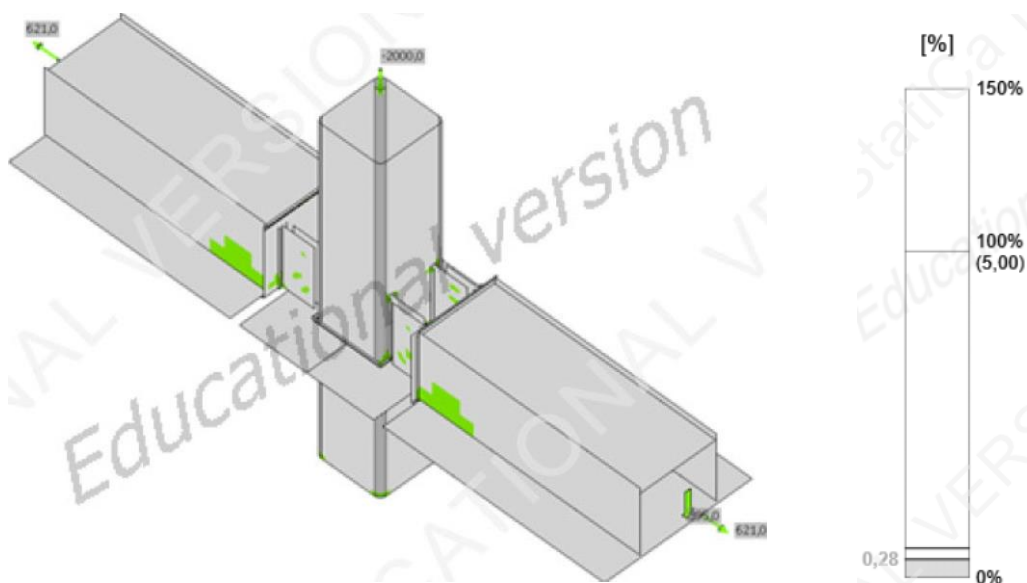
Material	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [1e-4]
S 355	355,0	500,0
S 355 - 1	335,0	500,0

Symbol explanation

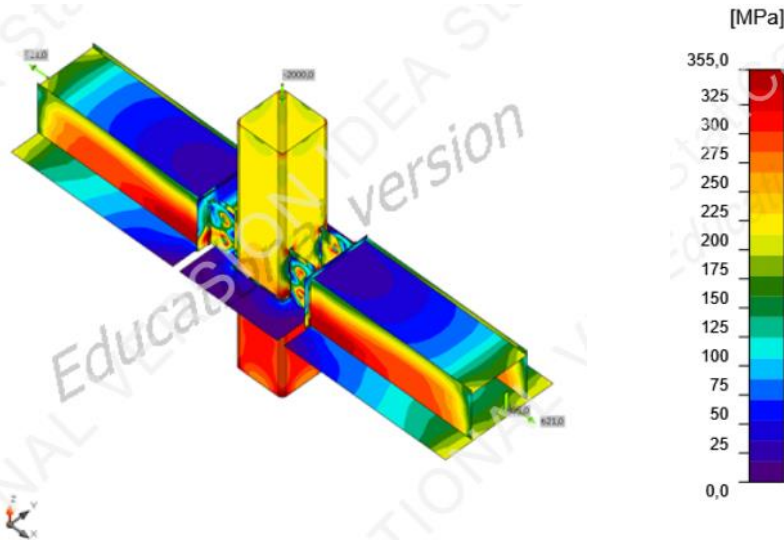
ϵ_{pl}	Strain
σ_{Ed}	Eq. stress
f_y	Yield strength
ϵ_{lim}	Limit of plastic strain



Overall check, olyckslast



Strain check, olyckslast



Equivalent stress, olyckslast

Bolts

	Name	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{t_t} [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_{t_s} [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Status
	B1	Olyckslast	48,5	176,0	15,0	357,2	64,8	0,0	OK
	B2	Olyckslast	32,3	192,1	10,0	347,5	70,7	0,0	OK
	B3	Olyckslast	48,5	176,0	15,0	357,2	64,8	0,0	OK
	B4	Olyckslast	32,3	192,1	10,0	347,5	70,7	0,0	OK
	B5	Olyckslast	48,5	176,0	15,0	357,2	64,8	0,0	OK
	B6	Olyckslast	32,2	192,1	10,0	347,5	70,7	0,0	OK
	B7	Olyckslast	48,5	176,0	15,0	357,2	64,8	0,0	OK
	B8	Olyckslast	32,2	192,1	10,0	347,5	70,7	0,0	OK

Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M30 8.8 - 1	323,1	716,7	271,5

Symbol explanation

$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
$F_{t,Ed}$	Tension force
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance
V	Resultant of shear forces V_y, V_z in bolt
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN_1993-1-8 table 3.4
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
U_t	Utilization in tension
U_s	Utilization in shear
U_{ts}	Utilization in tension and shear EN 1993-1-8 table 3.4

Welds (Plastic redistribution)

Item	Edge	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	$\tau_{ }$ [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	U_t [%]	U_c [%]	Status
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-tfl 1	▲7,0	320	Olyckslast	354,3	0,0	270,7	5,5	131,9	81,3	42,8	OK
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-bfl 1	▲7,0	280	Olyckslast	128,0	0,0	65,3	-7,9	63,1	29,4	17,7	OK
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-w 1	▲7,0	240	Olyckslast	428,1	0,7	56,7	-88,3	228,5	98,3	57,3	OK
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-w 2	▲7,0	240	Olyckslast	428,1	0,7	57,0	88,3	-228,5	98,3	57,3	OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-tfl 1	▲7,0	320	Olyckslast	354,3	0,0	270,7	5,5	131,9	81,3	42,8	OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-bfl 1	▲7,0	280	Olyckslast	128,0	0,0	65,3	-7,9	63,1	29,4	17,7	OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-w 1	▲7,0	240	Olyckslast	428,1	0,7	56,9	-88,3	228,5	98,3	57,3	OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-w 2	▲7,0	240	Olyckslast	428,1	0,7	56,8	88,3	-228,5	98,3	57,3	OK
WQ_END_PL1	PL_WQ 1	▲7,0	228	Olyckslast	432,9	3,5	193,5	101,3	-199,3	99,4	46,2	OK
		▲7,0	228	Olyckslast	433,2	3,6	207,0	-87,8	201,4	99,5	51,3	OK
WQ_END_PL1	PL_WQ 2	▲7,0	228	Olyckslast	433,2	3,6	206,9	87,8	-201,4	99,5	51,3	OK
		▲7,0	228	Olyckslast	432,9	3,5	193,5	-101,3	199,3	99,4	46,2	OK
WQ_END_PL2	PL_WQ 3	▲7,0	228	Olyckslast	433,2	3,6	207,0	87,8	-201,4	99,5	51,3	OK
		▲7,0	228	Olyckslast	432,9	3,5	193,5	-101,3	199,3	99,4	46,2	OK
WQ_END_PL2	PL_WQ 4	▲7,0	228	Olyckslast	432,9	3,5	193,5	101,3	-199,3	99,4	46,2	OK
		▲7,0	228	Olyckslast	433,2	3,6	207,0	-87,8	201,4	99,5	51,3	OK
COL-w 3	PL 2	▲6,0	250	Olyckslast	200,6	0,0	23,1	82,4	-80,3	46,1	22,0	OK
		▲6,0	250	Olyckslast	258,0	0,0	-130,8	0,5	128,4	59,2	23,3	OK
COL-w 4	PL 2	▲6,0	125	Olyckslast	156,3	0,0	-8,2	-16,1	-88,7	35,9	14,6	OK
		▲6,0	125	Olyckslast	167,8	0,0	-54,4	91,3	7,8	38,5	13,6	OK
COL-w 2	PL 2	▲6,0	125	Olyckslast	157,2	0,0	-8,8	16,0	-89,2	36,1	14,6	OK
		▲6,0	125	Olyckslast	169,7	0,0	-54,5	-92,4	8,4	39,0	13,5	OK
COL-w 1	PL 1	▲6,0	250	Olyckslast	199,5	0,0	23,0	82,0	-79,8	45,8	22,0	OK
		▲6,0	250	Olyckslast	258,1	0,0	-130,7	0,4	128,5	59,3	23,3	OK
COL-w 2	PL 1	▲6,0	125	Olyckslast	156,3	0,0	-8,4	-16,0	-88,7	35,9	14,6	OK
		▲6,0	125	Olyckslast	167,4	0,0	-54,3	91,1	8,0	38,4	13,6	OK
COL-w 4	PL 1	▲6,0	125	Olyckslast	156,6	0,0	-8,4	16,1	-88,8	35,9	14,6	OK
		▲6,0	125	Olyckslast	170,0	0,0	-54,6	-92,6	8,0	39,0	13,5	OK
PL 1	PL_COL 1	▲7,0	120	Olyckslast	427,5	0,4	-193,7	-83,6	-203,5	98,2	43,2	OK
PL 1	PL_COL 2	▲7,0	120	Olyckslast	427,5	0,4	-193,0	84,3	203,5	98,2	43,2	OK
PL 2	PL_COL 1	▲7,0	120	Olyckslast	427,5	0,4	-194,1	83,7	-203,4	98,2	43,3	OK
PL 2	PL_COL 2	▲7,0	120	Olyckslast	427,5	0,4	-193,2	-84,2	203,4	98,2	43,1	OK
PL_COL 1	COL-w 3	▲7,0	227	Olyckslast	427,6	0,4	8,2	-246,8	-1,6	98,2	43,5	OK
PL_COL 1	COL-w 3	▲7,0	227	Olyckslast	427,7	0,5	25,6	242,8	42,6	98,2	43,2	OK
PL_COL 1	COL-w 1	▲7,0	227	Olyckslast	427,7	0,5	25,1	-242,7	43,2	98,2	43,2	OK
PL_COL 1	COL-w 1	▲7,0	227	Olyckslast	427,6	0,4	7,8	246,8	-1,8	98,2	43,5	OK
PL_COL 2	COL-w 3	▲7,0	227	Olyckslast	427,7	0,5	25,4	-242,8	42,6	98,2	43,2	OK
PL_COL 2	COL-w 3	▲7,0	227	Olyckslast	427,6	0,4	8,0	246,8	-2,1	98,2	43,5	OK
PL_COL 2	COL-w 1	▲7,0	227	Olyckslast	427,6	0,4	8,0	-246,8	-1,7	98,2	43,5	OK
PL_COL 2	COL-w 1	▲7,0	227	Olyckslast	427,7	0,5	25,5	242,7	43,1	98,2	43,2	OK

Symbol explanation

ϵ_{pl}	Strain
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
σ_{\perp}	Perpendicular stress
τ_{\parallel}	Shear stress parallel to weld axis
τ_{\perp}	Shear stress perpendicular to weld axis
0.9σ	Perpendicular stress resistance - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
β_w	Corelation factor EN 1993-1-8 tab. 4.1
Ut	Utilization
Utc	Weld capacity utilization

Buckling

Loads	Shape	Factor [-]
Olyckslast	1	5,02
	2	5,55
	3	6,80
	4	6,86
	5	6,94
	6	7,05








Bill of material**Welds**








Type	Material	Throat thickness [mm]	Leg size [mm]	Length [mm]
Fillet	S 355	7,0	9,9	1360,0
Fillet	S 355	7,0	9,9	3092,0
Double fillet	S 355	7,0	9,9	912,0
Double fillet	S 355	6,0	8,5	1000,0

Bolts

Name	Grip length [mm]	Count
M30 8.8	40	8

Manufacturing operations

Name	Plates [mm]	Shape	Nr.	Welds [mm]	Length [mm]	Bolts	Nr.
WQ_END_PL1	P20,0x320,0-250,0 (S 355)		1				
WQ_cut 1				Fillet: a = 7,0 Fillet: a = 7,0	560,0 520,0		
WQ_END_PL2	P20,0x320,0-250,0 (S 355)		1				
WQ_cut 2				Fillet: a = 7,0 Fillet: a = 7,0	560,0 520,0		
PL_WQ 1	P20,0x228,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 7,0	228,0	M30 8.8	2
PL_WQ 2	P20,0x228,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 7,0	228,0	M30 8.8	2
PL_WQ 3	P20,0x228,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 7,0	228,0	M30 8.8	2
PL_WQ 4	P20,0x228,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 7,0	228,0	M30 8.8	2
PL 1	P20,0x250,0-550,0 (S 355)		1				

Name	Plates [mm]	Shape	Nr.	Welds [mm]	Length [mm]	Bolts	Nr.
PL 2	P20,0x250,0-550,0 (S 355)		1				
PL_COL 1	P20,0x490,0-228,0 (S 355)		1			M30 8.8	4
PL_COL 2	P20,0x490,0-228,0 (S 355)		1			M30 8.8	4
OPN1	P10,0x1246,0-200,0 (S 355)		1				
OPN2	P10,0x1246,0-200,0 (S 355)		1				
OPN3	P10,0x1246,0-200,0 (S 355)		1				
OPN4	P10,0x1246,0-200,0 (S 355)		1				

Project data

Project name WQ-380x8-40x290-20x550

Project number

Author Description

Date 17-01-2019

Design code EN

Material

Steel S 355

Concrete C25/30

Design

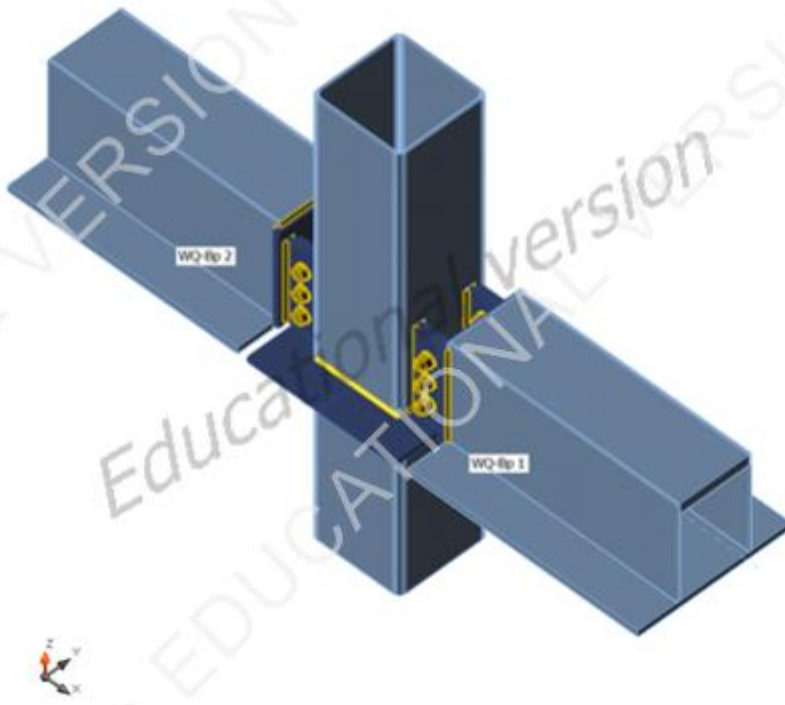
Name Anslutning

Description

Analysis Stress, strain/loads in equilibrium

Beams and columns

Name	Cross-section	β - Direction [°]	γ - Pitch h [°]	α - Rotation [°]	Offset e x [mm]	Offset e y [mm]	Offset e z [mm]	Forces i n	X [mm]
COL	1 - SHSCF350/350/10.0	0,0	-90,0	0,0	0	0	0	Node	0
WQ-Bp 1	2 - BoxWeb405x(600/290)	0,0	0,0	180,0	0	0	0	Position	195
WQ-Bp 2	2 - BoxWeb405x(600/290)	180,0	0,0	180,0	0	0	0	Position	195



Cross-sections

Name	Material
1 - SHSCF350/350/10.0	S 355
2 - BoxWeb405x(600/290)	S 355

Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	fu [MPa]	Gross area [mm ²]
M30 8.8	M30 8.8	30	800,0	707

Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Olyckslast	COL	-3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	WQ-Bp 1	800,0	0,0	507,0	0,0	0,0	0,0
	WQ-Bp 2	800,0	0,0	507,0	0,0	0,0	0,0
	COL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Check

Summary

Name	Value	Status
Analysis	100,0%	OK
Plates	0,4 < 5%	OK
Bolts	87,3 < 100%	OK
Welds	98,6 < 100%	OK
Buckling	2,53	

Plates

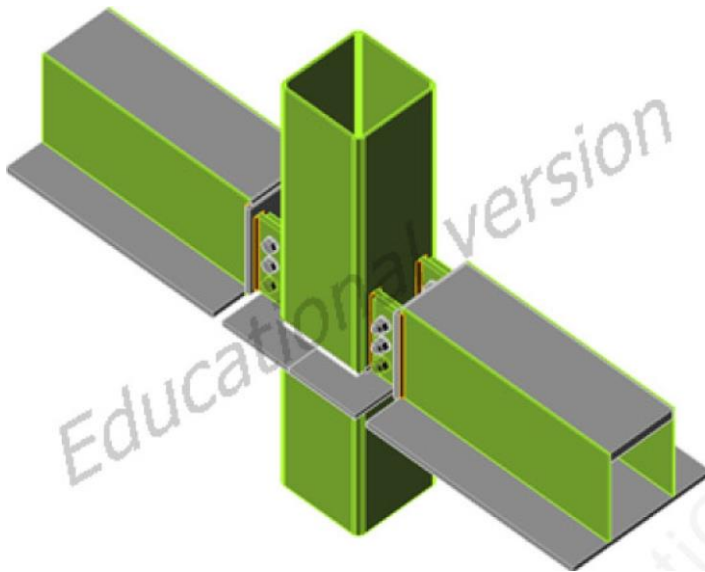
Name	Material	Thickness [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{p1} [%]	Status
COL	S 355	10,0	Olyckslast	355,8	0,4	OK
WQ-Bp 1-tfl 1	S 355	25,0	Olyckslast	156,0	0,0	OK
WQ-Bp 1-bfl 1	S 355 - 1	40,0	Olyckslast	152,5	0,0	OK
WQ-Bp 1-w 1	S 355	8,0	Olyckslast	327,9	0,0	OK
WQ-Bp 1-w 2	S 355	8,0	Olyckslast	327,9	0,0	OK
WQ-Bp 2-tfl 1	S 355	25,0	Olyckslast	156,0	0,0	OK
WQ-Bp 2-bfl 1	S 355 - 1	40,0	Olyckslast	152,5	0,0	OK
WQ-Bp 2-w 1	S 355	8,0	Olyckslast	328,0	0,0	OK
WQ-Bp 2-w 2	S 355	8,0	Olyckslast	327,9	0,0	OK
WQ_END_PL1	S 355	20,0	Olyckslast	293,8	0,0	OK
WQ_END_PL2	S 355	20,0	Olyckslast	293,8	0,0	OK
PL_WQ 1	S 355	20,0	Olyckslast	355,2	0,1	OK
PL_WQ 2	S 355	20,0	Olyckslast	355,2	0,1	OK
PL_WQ 3	S 355	20,0	Olyckslast	355,2	0,1	OK
PL_WQ 4	S 355	20,0	Olyckslast	355,2	0,1	OK
PL 1	S 355	20,0	Olyckslast	84,5	0,0	OK
PL 2	S 355	20,0	Olyckslast	83,5	0,0	OK
PL_COL 1	S 355	20,0	Olyckslast	350,8	0,1	OK
PL_COL 2	S 355	20,0	Olyckslast	350,8	0,1	OK

Design data

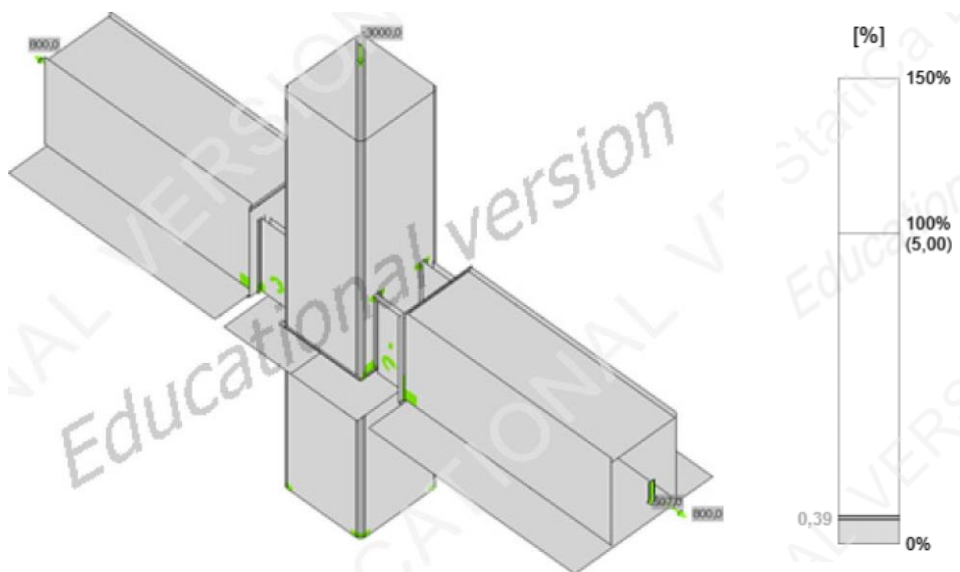
Material	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [1e-4]
S 355	355,0	500,0
S 355 - 1	335,0	500,0

Symbol explanation

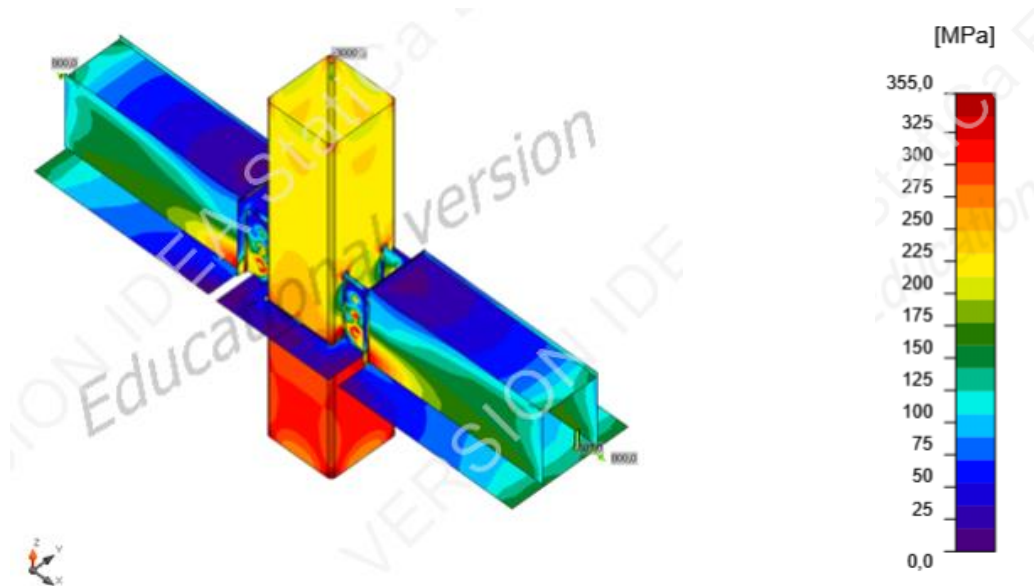
ϵ_{pl}	Strain
σ_{Ed}	Eq. stress
f_y	Yield strength
ϵ_{lim}	Limit of plastic strain



Overall check, olyckslast



Strain check, olyckslast



Equivalent stress, olyckslast

Bolts

	Name	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{t_t} [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_{t_s} [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Status
	B1	Olyckslast	42,8	237,0	13,3	319,0	87,3	0,0	OK
	B2	Olyckslast	37,3	154,7	11,6	354,7	57,0	0,0	OK
	B3	Olyckslast	35,7	96,2	11,0	506,8	35,4	0,0	OK
	B4	Olyckslast	42,8	237,0	13,3	319,0	87,3	0,0	OK
	B5	Olyckslast	37,4	154,7	11,6	354,7	57,0	0,0	OK
	B6	Olyckslast	35,6	96,2	11,0	506,7	35,4	0,0	OK
	B7	Olyckslast	35,6	96,2	11,0	506,7	35,4	0,0	OK
	B8	Olyckslast	37,3	154,7	11,6	354,6	57,0	0,0	OK
	B9	Olyckslast	42,8	237,0	13,3	319,0	87,3	0,0	OK
	B10	Olyckslast	35,8	96,2	11,1	506,7	35,4	0,0	OK
	B11	Olyckslast	37,3	154,7	11,5	354,7	57,0	0,0	OK
	B12	Olyckslast	42,8	237,0	13,3	319,0	87,3	0,0	OK

Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$F_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M30 8.8 - 1	323,1	716,7	271,5

Symbol explanation

$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
$F_{t,Ed}$	Tension force
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance
V	Resultant of shear forces V_y , V_z in bolt
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN_1993-1-8 table 3.4
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
U_t	Utilization in tension
U_s	Utilization in shear
U_{ts}	Utilization in tension and shear EN 1993-1-8 table 3.4

Welds (Plastic redistribution)

Item	Edge	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	U_t [%]	U_s [%]	U_{ts} [%]	Status
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-tfl 1	▲7,0	320	Olyckslast	319,7	0,0	151,4	-58,2	-151,8	73,4	36,4		OK
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-bfl 1	▲7,0	274	Olyckslast	31,0	0,0	-24,8	0,1	10,7	7,1	3,8		OK
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-w 1	▲7,0	362	Olyckslast	429,6	1,6	102,3	-194,2	142,5	98,6	58,8		OK
WQ_END_PL1	WQ-Bp 1-w 2	▲7,0	362	Olyckslast	429,6	1,6	102,5	194,2	-142,4	98,6	58,8		OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-tfl 1	▲7,0	320	Olyckslast	319,6	0,0	151,5	58,1	-151,8	73,4	36,4		OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-bfl 1	▲7,0	274	Olyckslast	31,0	0,0	-24,8	-0,1	10,7	7,1	3,8		OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-w 1	▲7,0	362	Olyckslast	429,6	1,6	102,5	-194,2	142,5	98,6	58,8		OK
WQ_END_PL2	WQ-Bp 2-w 2	▲7,0	362	Olyckslast	429,6	1,6	102,3	194,1	-142,6	98,6	58,8		OK
WQ_END_PL1	PL_WQ 1	▲8,0	316	Olyckslast	428,1	0,7	180,7	141,6	-173,6	98,3	31,4		OK
		▲8,0	316	Olyckslast	428,2	0,8	182,0	-119,8	189,0	98,3	44,7		OK
WQ_END_PL1	PL_WQ 2	▲8,0	316	Olyckslast	428,2	0,8	182,0	119,8	-189,0	98,3	44,6		OK
		▲8,0	316	Olyckslast	428,1	0,7	180,7	-141,7	173,6	98,3	31,4		OK
WQ_END_PL2	PL_WQ 3	▲8,0	316	Olyckslast	428,1	0,8	182,0	119,8	-189,0	98,3	44,6		OK
		▲8,0	316	Olyckslast	428,1	0,7	180,8	-141,6	173,6	98,3	31,4		OK
WQ_END_PL2	PL_WQ 4	▲8,0	316	Olyckslast	428,1	0,7	180,8	141,6	-173,6	98,3	31,4		OK
		▲8,0	316	Olyckslast	428,1	0,8	182,1	-119,8	188,9	98,3	44,6		OK
COL-w 3	PL 2	▲6,0	300	Olyckslast	182,9	0,0	43,5	-3,8	-102,5	42,0	21,8		OK
		▲6,0	300	Olyckslast	144,7	0,0	-87,4	-66,5	-1,7	33,2	17,2		OK
COL-w 4	PL 2	▲6,0	150	Olyckslast	113,6	0,0	-2,6	65,5	-1,1	26,1	8,5		OK
		▲6,0	150	Olyckslast	149,9	0,0	-41,4	71,6	42,3	34,4	12,3		OK
COL-w 2	PL 2	▲6,0	150	Olyckslast	109,7	0,0	-1,6	-63,3	-0,8	25,2	8,7		OK
		▲6,0	150	Olyckslast	157,6	0,0	-44,0	-75,8	43,5	36,2	12,4		OK
COL-w 1	PL 1	▲6,0	300	Olyckslast	178,5	0,0	43,5	-6,4	-99,7	41,0	21,4		OK
		▲6,0	300	Olyckslast	139,6	0,0	-75,4	2,1	-67,8	32,1	15,2		OK
COL-w 2	PL 1	▲6,0	175	Olyckslast	167,3	0,0	-32,6	-39,7	-86,0	38,4	11,6		OK
		▲6,0	175	Olyckslast	149,6	0,0	-10,5	75,2	42,0	34,3	11,7		OK
COL-w 4	PL 1	▲6,0	175	Olyckslast	153,6	0,0	-31,6	13,6	-85,7	35,3	10,7		OK
		▲6,0	175	Olyckslast	184,4	0,0	-12,7	-96,7	44,0	42,3	12,9		OK
PL 1	PL_COL 1	▲8,0	115	Olyckslast	427,3	0,3	-176,2	-47,0	-219,8	98,1	44,7		OK
PL 1	PL_COL 2	▲8,0	115	Olyckslast	427,3	0,3	-175,8	47,2	219,8	98,1	44,9		OK
PL 2	PL_COL 1	▲8,0	115	Olyckslast	427,3	0,3	-182,2	50,2	-217,4	98,1	45,3		OK
PL 2	PL_COL 2	▲8,0	115	Olyckslast	427,3	0,3	-182,2	-51,1	217,2	98,1	45,3		OK
PL_COL 1	COL-w 3	▲8,0	316	Olyckslast	427,5	0,4	24,5	-246,0	-14,0	98,2	38,3		OK
PL_COL 1	COL-w 3	▲8,0	316	Olyckslast	427,6	0,5	36,4	244,2	30,0	98,2	40,6		OK
PL_COL 1	COL-w 1	▲8,0	316	Olyckslast	427,6	0,4	38,6	-244,3	27,3	98,2	40,7		OK
PL_COL 1	COL-w 1	▲8,0	316	Olyckslast	427,5	0,4	22,9	246,0	-14,6	98,2	38,1		OK
PL_COL 2	COL-w 3	▲8,0	316	Olyckslast	427,6	0,5	36,6	-244,2	30,0	98,2	40,6		OK
PL_COL 2	COL-w 3	▲8,0	316	Olyckslast	427,5	0,4	24,7	246,0	-13,8	98,2	38,3		OK
PL_COL 2	COL-w 1	▲8,0	316	Olyckslast	427,5	0,4	22,2	-246,0	-15,1	98,2	38,1		OK
PL_COL 2	COL-w 1	▲8,0	316	Olyckslast	427,6	0,4	38,0	244,3	28,0	98,2	40,7		OK

Design data

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Symbol explanation

ϵ_{pl}	Strain
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
σ_{\perp}	Perpendicular stress
$\tau_{ }$	Shear stress parallel to weld axis
τ_{\perp}	Shear stress perpendicular to weld axis
0.9σ	Perpendicular stress resistance - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
β_w	Corelation factor EN 1993-1-8 tab. 4.1
Ut	Utilization
Utc	Weld capacity utilization

Buckling

Loads	Shape	Factor [-]
Olyckslast	1	2,53
	2	2,79
	3	3,30
	4	3,37
	5	3,45
	6	3,51

Bill of material







Welds








Type	Material	Throat thickness [mm]	Leg size [mm]	Length [mm]
Fillet	S 355	7,0	9,9	1364,0
Fillet	S 355	7,0	9,9	1272,0
Double fillet	S 355	8,0	11,3	1264,0
Double fillet	S 355	6,0	8,5	1250,0
Fillet	S 355	8,0	11,3	2758,0
Fillet	S 355	8,0	11,3	230,0

Bolts

Name	Grip length [mm]	Count
M30 8.8	40	12

Manufacturing operations

Name	Plates [mm]	Shape	Nr.	Welds [mm]	Length [mm]	Bolts	Nr.
WQ_END_PL1	P20,0x320,0-372,0 (S 355)		1				
WQ_cut 1				Fillet: a = 7,0 Fillet: a = 7,0	682,0 636,0		
WQ_END_PL2	P20,0x320,0-372,0 (S 355)		1				
WQ_cut 2				Fillet: a = 7,0 Fillet: a = 7,0	682,0 636,0		
PL_WQ 1	P20,0x316,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 8,0	316,0	M30 8.8	3
PL_WQ 2	P20,0x316,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 8,0	316,0	M30 8.8	3
PL_WQ 3	P20,0x316,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 8,0	316,0	M30 8.8	3
PL_WQ 4	P20,0x316,0-120,0 (S 355)		1	Double fillet: a = 8,0	316,0	M30 8.8	3
PL 1	P20,0x290,0-610,0 (S 355)		1				

Name	Plates [mm]	Shape	Nr.	Welds [mm]	Length [mm]	Bolts	Nr.
PL 2	P20,0x290,0-610,0 (S 355)		1				
PL_COL 1	P20,0x590,0-316,0 (S 355)		1			M30 8.8	6
PL_COL 2	P20,0x590,0-316,0 (S 355)		1			M30 8.8	6
OPN1	P10,0x1728,0-300,0 (S 355)		1				
OPN2	P10,0x1728,0-300,0 (S 355)		1				
OPN3	P10,0x1728,0-300,0 (S 355)		1				
OPN4	P10,0x1728,0-300,0 (S 355)		1				