

Uppdatering av stålanslutningsdetaljer

Ruukki Construction Oy

Lotta Nyman

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik

Vasa 2017



EXAMENSARBETE

Författare: Lotta Nyman
Utbildning och ort: Byggnadsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Konstruktionsteknik
Handledare: Anders Borg, Tony Lillhannus

Titel: *Uppdatering av stålanslutningsdetaljer*

Datum: 21.4.2017

Sidantal: 31

Bilagor: 1

Abstrakt

Detta examensarbete är en beställning av Ruukki Construction Oy. Arbetet består av att uppdatera befintliga anslutningsdetaljer samt att göra upp en del nya detaljer. Detaljerna skall förses med minsta möjliga informationsmängd, eftersom informationen varierar projektvis och kompletteras därefter. Informationen som skall finnas på detaljerna görs på engelska eftersom detaljerna även används utomlands. Dessa detaljer används främst vid försäljning för att redogöra för kunden vilka anslutningsdetaljer som erbjuds.

Detaljerna är gjorda i AutoCad 2017 och med denna uppdatering vill man åstadkomma en fil som alla inom företaget har tillgång till och som enkelt går att anpassa med den information som är specifik för ett projekt.

Examensarbetet behandlar dessutom stålkonstruktioner, anslutningar och förband. Den fördjupande delen av examensarbetet behandlar teorin bakom dimensioneringsmetoden T-styckeförband där bland annat skillnaden mellan direkt utklippta T-styckeflansar och imaginära T-styckeflansar beskrivs samt de tre olika brottmoderna. Fördjupningen går även in på dragna bultar och svetsklassernas betydelse och användning.

Resultatet av detta examensarbete är ett antal uppdaterade stålanslutningsdetaljer som Ruukki Construction Oy använder sig av. Dessa presenteras i den sekretessbelagda bilagan.

Språk: svenska

Nyckelord: anslutningsdetalj, standardanslutning, svetsklass, T-styckeförband

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Lotta Nyman
Koulutus ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Rakennesuunnittelu
Ohjaajat: Anders Borg, Tony Lillhannus

Nimike: *Teräsdetaljiliitoksien päivittäminen*

Päivämäärä: 21.4.2017

Sivumäärä: 31

Liitteet: 1

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty tilaustyönä Ruukki Construction Oy:lle. Tilaus käsittää jotakin tilaajan vakioteräsdetaljiliitoksien päivittämistä ja uusien detaljien laatimista. Detaljien tulee sisältää niin vähän tietoa kuin mahdollista, koska tieto vaihtelee projektien välillä, ja tietoa lisätään myöhemmin. Tiedot detaljeissa tehdään englanniksi koska detaljeja käytetään myös ulkomailla. Detaljien ensisijaiskäyttö on myynti, jolloin asiakkaalle näytetään minkälaisia detaljiliitoksia on tarjolla.

Detaljit on tehty ohjelmalla AutoCad 2017. Opinnäytetyön tarkoitus on laatia tiedosto, johon kaikki Ruukki Constructionin työntekijöillä on pääsy ja joka on helppo muokata.

Opinnäytetyö käsittelee myös teräsrakenteita, liitoksia ja kiinnityksiä. Syventävä osuus käsittelee T-osan mitoituksen periaatteita, muun muassa suoraan leikatun T-osan ja kuvitteellisen T-osan ero sekä kolme murtumismallia. Syventävä osuus käsittelee myös vedettyjä ruuveja sekä hitsausluokitusten tarkoitusta ja käyttöä.

Opinnäytetyön tuloksena on muutama päivitetty teräsdetaljiliitos joita Ruukki Construction Oy käyttää. Detaljit esitetään salassapidettävässä liitteessä.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: teräsdetaljiliitos, standardidetalji, hitsiluokka,
T-osa

BACHELOR'S THESIS

Author: Lotta Nyman
Degree Programme: Construction engineering
Specialization: Structural design
Supervisors: Anders Borg, Tony Lillhannus

Title: Update of Steel Connection Details

Date: April 21, 2017

Number of pages: 31

Appendices: 1

Abstract

This Bachelor's thesis was done on behalf of Ruukki Construction Oy. The request of the work was to update the steel connection details that the company uses and to create some additional details. The information that is included on the details should be kept to a minimum, because the necessary information about different details varies from project to project. The included information is presented in English because the details are also used abroad. The main use for the details is in sales to show the customer what kind of standard steel connections are available.

The program that was used to update and to create the details in is AutoCad 2017. The purpose with this update was to achieve a file that all employees in the company will have access to and that is easy to update with the information relevant to a specific project.

The thesis also comprehends steel structures, connections and joints. Deeper studies have been made about the theory of the T-stub connections where the differences between T-stub and imaginary T-stub are described and the three failure modes are presented. The deeper studies also describe tension in bolts and the use and importance of different welding classes.

This thesis has resulted in several updated steel connection details for Ruukki Construction Oy, and the details are presented in the classified attachment.

Language: Swedish

Key words: steel connection detail, connection detail,
welding class, T-stub connection

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Beställare.....	1
1.2	Bakgrund	1
1.3	Syfte och mål	2
1.4	Metodval och avgränsningar.....	2
2	Allmänt	3
2.1	Stålkonstruktioner.....	4
2.2	Förband och anslutningar till stålkonstruktioner	4
3	Anslutningar.....	6
3.1	Balk/Pelarinfästning.....	7
3.2	Balkskarv	8
3.3	Håldäcksanslutning	8
4	Förband.....	10
4.1	Skruvförband	10
4.1.1	Draget skruvförband	12
4.1.2	Hålavstånd.....	13
4.2	T-styckeförband.....	14
4.3	Svetsförband	20
4.3.1	Svetsklasser	20
4.3.2	Svetsklass SFS-EN ISO 5817:.....	21
4.3.3	Svetsklass SFS-EN ISO 10042	22
4.3.4	Svetstyp	22
4.4	Dimensionering av svetsar	25
4.4.1	Förenklade metoden	25
4.4.2	Komposantmetoden	26
5	Resultat	27
5.1	Företagets bilaga	27
6	Diskussion.....	30
7	Källförteckning.....	31

Tabellförteckning

TABELL 1: NOMINELLA VÄRDEN FÖR STRÄCKGRÄNS F_{yB} OCH BROTTGRÄNS F_{uB} FÖR SKRUVAR. (SFS-EN 1993-1-8, 2006)	11
TABELL 2: SKRUVARNS TVÄRSNITTSAREA. (RAUTARUUKKI OYJ, 2010, s. 314).....	12
TABELL 3: DRAGKRAFTSBELASTADE FÖRBAND. (RAUTARUUKKI OYJ, 2010) (SFS-EN 1993-1-8, 2006).....	13
TABELL 4: SVETSKLASSERNAS BETECKNING.....	21
TABELL 5: VAL AV SVETSKLASS BEROENDE PÅ UTFÖRANDEKLASS. (RAUTARUUKKI OYJ, 2010, s. 342).....	21

Figurförteckning

FIGUR 1: SKILLNAD MELLAN ANSLUTNING OCH INFÄSTNING. (RAUTARUUKKI OYJ, 2010)	6
FIGUR 2: HÅLDÄCK SOM VILAR PÅ EN WQ-BALK. (URKLIPP FRÅN BILAGAN DET SD009)	8
FIGUR 3: ÖVERSIKT PÅ PLANERING OCH TILLVERKNING AV EN ANSLUTNING. (VTT, ERIKOISTUTKIJÄ TAPIO LEINO, U.Å.)	9
FIGUR 4: BETECKNINGAR FÖR ÄNDAVSTÅND, KANTAVSTÅND OCH CENTRUMAVSTÅND FÖR FÄSTELEMENT. (SFS-EN 1993-1-8, 2006)	14
FIGUR 5: EXEMPEL PÅ FORMLER FÖR UTRÄKNING AV EFFEKTIV LÄNGD. (NORLIN, VEJOKOVIC, & HUSSON, 2015)	15
FIGUR 6: INDELNING AV T-STYCKEFLÄNSAR OCH SKRUVRADER MED OLIKA HÄVARMAR. (NORLIN, VEJOKOVIC, & HUSSON, 2015)	16
FIGUR 7: EXEMPEL PÅ ETT IMAGINÄRT T-STYCKE.	16
FIGUR 8: AVSTÅNDEN M OCH N I T-STYCKEFLÄNS. (TABELL 6.2 SFS-EN 1993-1-8, 2006)	17
FIGUR 9: MÅTT FÖR T-STYCKEFLÄNS FÖR SVETSAD PROFIL OCH VALSAD PROFIL. (FIGUR 6.2 SFS-EN 1993-1-8, 2006)	17
FIGUR 10: BROTTMOD 1-3 FÖR T-STYCKEFLÄNS. (BE GROUP SVERIGE AB, 2011)	18
FIGUR 11: BROTTMODER FÖR T-STYCKEFLÄNS MED SKRUVAR. (KOUHI, 2015, s. 99)	19
FIGUR 12: EXEMPEL PÅ SITUATIONER DÄR KÄLSVETS ANVÄNDS. (NORLIN, VEJOKOVIC, & HUSSON, 2015, s. 32)	23
FIGUR 13: EXEMPEL PÅ SITUATIONER DÄR STUMSVETS ANVÄNDS. (NORLIN, VEJOKOVIC, & HUSSON, 2015, s. 33)	23
FIGUR 14: A-MÅTT FÖR KÄLSVETS. (SFS-EN 1993-1-8, 2006)	24
FIGUR 15: SPÄNNINGAR ÖVER SVETSAREAN I KÄLSVETS. (SFS-EN 1993-1-8, 2006)	26
FIGUR 16: INNEHÅLLSFÖRTECKNING ÖVER DETALJERNA SOM PRESENTERAS I BILAGAN. (URKLIPP FRÅN BILAGAN)	28
FIGUR 17: WQ-BALK ANSLUTNING TILL BETONGVÄGG MED PREFABRICERAD INFÄSTNING. (URKLIPP UR BILAGAN)	29

1 Inledning

Detta inledande kapitel kommer att behandla vem som är beställaren till examensarbetet, bakgrunden, mål och syftet med examensarbetet samt de metodval och avgränsningar som gjorts.

1.1 Beställare

Detta examensarbete utförs åt Ruukki Construction Oy. Till företagets verksamhet hör bland annat planering av stomkonstruktioner i stål, sandwichelement och fasadbeklädnader. Företaget erbjuder skräddarsydda lösningar och projektledning. Företaget började med ståltillverkning på 1960-talet under namnet Rautaruukki. Deras nuvarande namn Ruukki Construction Oy fick de år 2004. Sedan 2014 är Ruukki Construction Oy en del av det svenska företaget SSAB, förkortning av Svenskt Stål AB. Ruukki Construction har idag ca 3300 medarbetare och produktion vid 20 anläggningar i Europa (Ruukki, u.å). Jag utförde under 2016 min sommarpraktik samt företagsförlagda utbildning på Ruukki Constructions planeringskontor i Vasa. I fortsättningen av detta examensarbete kommer Ruukki Construction Oy att benämnas med endast Ruukki.

1.2 Bakgrund

Med detaljer menas här i examensarbetet stålkonstruktioners skarvar och anslutningar mellan till exempel balkar och pelare. Konstruktioner med välgjorda lösningar och detaljer bidrar till att minska på tillverknings- och monteringskostnaderna. Anslutningsdetaljerna som uppdateras i detta examensarbete används främst inom försäljningen, för att åskådliggöra för kunden vilka detaljlösningar som företaget erbjuder. Detaljerna används även till viss del som underlag för planeringen.

1.3 Syfte och mål

Syftet med examensarbetet är att uppdatera Ruukkis standard stål-anslutningsdetaljer så att de lätt hittas och kan ändras för att anpassas till olika projekt. Detaljernas texter kommer att skrivas på engelska. Examensarbetet kommer att bestå av en teoribaserad textdel och företagets detaljer. Detaljerna kommer att presenteras i en egen bilaga som inte offentliggörs utan endast kommer att finnas tillgänglig inom företaget. Textdelen kommer att innehålla en allmän beskrivning av stålkonstruktioner, vad som menas med en anslutning, kort beskrivning av arbetet med detaljerna som ingår i bilagan.

Målet är att skapa en dwg-fil med anslutningsdetaljerna som enkelt går att anpassa till de olika projekten. Detaljerna som görs upp kommer att innehålla minimalt med information bland annat utelämnas specifikt utmärkta mått eller givna krafter eftersom dessa varierar projektvis.

1.4 Metodval och avgränsningar

Examensarbetet utförs som litteraturstudier främst av lagar, förordningar och andra riktgivande handböcker.

Detaljerna som uppgörs presenteras i en egen bilaga och är begränsade till Ruukkis standard stålanslutningsdetaljer. Detaljernas enskilda dimensionerings förlopp tas inte upp i detta examensarbete. Den fördjupade delen i detta examensarbete kommer att behandla teorin bakom dimensioneringsmetoden för T-styckeförband, dragna bultar samt svetsklassernas betydelse och användning.

2 Allmänt

I detta kapitel beskrivs allmänt om stålkonstruktioner och vad man bör tänka på vid valet av förband och anslutning.

Syftet med att dimensionera en konstruktion är att se till att det finns tillräcklig säkerhet mot hållfasthet. Instabilitet eller otillräcklig hållfasthet i konstruktionen kan orsaka kollaps och detta vill man till varje pris undvika. (Stålbyggnadsinstitutet, 2008) Dimensioneringen påverkas av flera faktorer såsom laster som inverkar på konstruktionen samt landspecifika krav och parametrar för dimensionering. Det är alltså omöjligt att ta fram exakta detaljer som skulle gälla för alla typfall och projekt. Vid planering av detaljer bör man även beakta utseendet på detaljen ifall den blir synlig.

En del lösningar blir förkastade eftersom de skulle leda till problem med tillverkningen eller försvåra monteringen avsevärt. Man bör alltså ha i åtanke att konstruktionen skall vara ”tillverknings- och montagevänlig”. Ekonomin har stor betydelse och styr utformningen av detaljen.

Enligt Ruukkis Hitsatut profiilit EN 1993 - käsikirja (Rautaruukki Oyj, 2010, s. 32) fördelas kostnaderna uppskattningsvis för en färdig stålkonstruktion enligt följande:

38 % Material

27 % Fabrikstillverkning

13 % Planering

12 % Montage

10 % Ytbehandling

2.1 Stålkonstruktioner

Begreppet byggstål definieras som *”olika typer av långa produkter - balkar, stång och rör - som används i bärande konstruktioner”*. (BE Group Sverige AB, 2011, s. 5) Kolhalten i byggstålet överstiger normalt inte 0,18% för att god svetsbarhet skall uppnås. (Stålbyggnadsinstitutet, 2008, s. 29) Platta produkter, som plåtar av olika slag, räknas också till byggstål. Stålen delas in i profiler beroende på tvärsnittets utformning varav de vanligaste grupperna är H-, I-, U-, L- och T-profil. Dessutom förekommer olika slags rörprofiler såsom runda (CHS-profiler) och rektangulära (RHS-profiler).

Fördelar med stål som byggmaterial är många. Hållfastheten är betydligt bättre än till exempel trä eller betong. Bärande stålkonstruktioner kan göras med långa spännvidder och slankare dimensioner. Stålets livslängd är bra jämfört med trä, vars livslängd förkortas vid angrepp av skadeinsekter och fukt. Stålet påverkas inte heller av vittring som förkortar betongens livslängd. Korrosion är stålets ända *”naturliga”* hot.

Miljöpåverkan är störst vid själva produktionen och utvinnande av råvaran i form av växthusgaser. Tar man en titt över stålets livscykel så är stålet lätt att återanvända och är på så vis en fördelaktiglösning med tanke på ekonomi och miljö. Den största beståndsdelen i stål är järn, som i sin tur är jordens fjärde vanligaste grundämne. Stålet är alltså en legering vars grundämne är järn som basmetall och en kolhalt mindre än 2 procent, jämfört med gjutjärn vars kolhalt vanligen ligger mellan 2 - 4 procent. *”Andra viktiga legeringsämnen för konstruktionsstål är kisel, mangan och mikrolegeringsämnen som aluminium, vanadin, titan och niob”*. (BE Group Sverige AB, 2011, ss. 5,8)

2.2 Förband och anslutningar till stålkonstruktioner

Förband och anslutningar görs vanligen med bultar, svetsar eller nitar. Som planerare bör man beakta de för konstruktionen avsedda kraven på hållfasthet, brukstid och säkerhet. Baserat på dessa krav bör en typ av anslutning väljas. Vid en infästning mellan olika metaller bör man speciellt uppmärksamma att det kan uppstå galvaniserande korrosion. Vad är det som styr valet av infästning i en anslutning och när skall man använda skruvar och när svetsar? I de flesta situationer är svetsning att rekommendera eftersom det är mest kostnadseffektivt. Man strävar till att försöka svetsa så mycket som möjligt vid verkstaden. Mera om svetsning kommer att behandlas under kapitlet Svetsförband (4.3) och Svetstyp

(4.3.4). Valet av transport ställer egna krav på hur stora förtillverkade helheter som kan göras. Vid planeringen bör man även beakta utförbarheten för att enkelt klara av att byta eller reparera skadade delar på arbetsplatsen. Möjligheten att utföra kvalitetskontroller för svetsar försvåras avsevärt på byggarbetsplatsen gentemot vid verkstaden. Även den ytbehandling som måste göras efter svetsning blir mycket kostsammare att utföra på arbetsplatsen jämfört med i verkstaden. Av denna orsak är skruvar att föredra på arbetsplatsen för att underlätta montering och efterbehandling. (Rautaruukki Oyj, 2010, s. 301) (Leino, 2006, ss. 5 – 6)

Konstruktions- och anslutningsplaneringshelhet delas i praktiken upp i två olika moment som placeras i byggprojektets olika skeden:

1. Planering inför anbudsberäkning av helhets konstruktionen och dess delar.
2. Dimensionering av detaljer och konstruktionsdelar.

I det första skedet väljs vanligtvis inte anslutningens slutgiltiga utformning eller dimensionering. Det vanliga är att man bestämmer om anslutningen fungerar som en led, fast eller delvis fast anslutning. (Leino, 2006, s. 5)

Anvisningar för hur man skall dimensionera en anslutning hittas i Eurokoden EN 1993-1-8. och tillägg i nationella bilagan för Finland NA(FI).

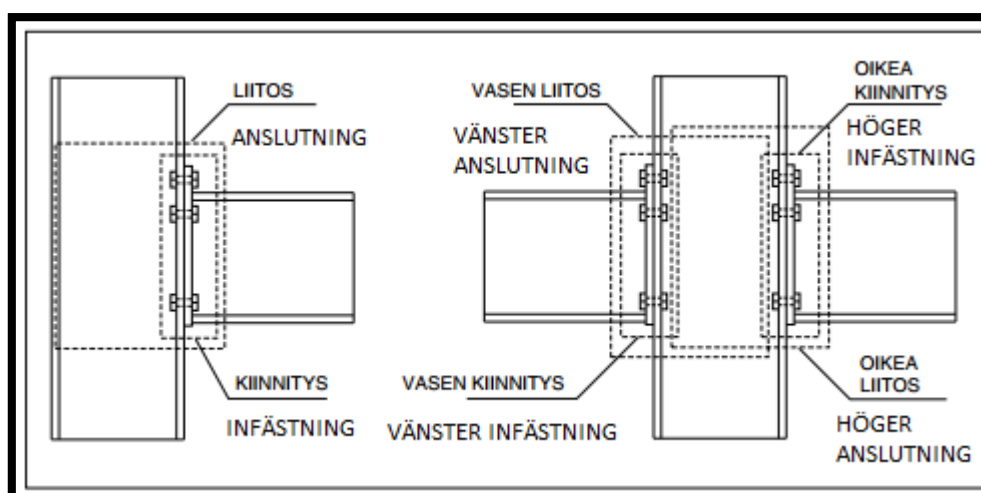
I boken Stålbyggnad står att ” *Dimensionering av detaljer skiljer sig från dimensionering av balkar och pelare. Elementär balkteori, där man antar plan töjningsfördelning över tvärsnittet, är inte direkt lämplig inom ett lokalt område där lasterna förs in i detaljen. Det aktuella området har en utsträckning av samma storleksordning som tvärsnittsmåtten. I stället sätter man upp förenklade beräkningsmodeller som med beaktande av jämviktsvillkoren på ett rimligt sätt beskriver hur krafterna verkar i anslutningen.*” (Stålbyggnadsinstitutet, 2008)

3 Anslutningar

Kapitlet omfattar skillnaderna mellan en anslutning och infästning. Kapitlet innefattar även en kort presentation av en del anslutningar och infästningar såsom balk/pelarinfästning, balkskarv samt håldäcksanslutningar.

I Handboken Hitsatut profiilit beskriver man skillnaden mellan en anslutning och en infästning. Med infästning avses själva fästet där två beståndsdelar förbinds. Till infästningsmetoder hör bland annat skruvförband och svetsar.

En anslutning är en större helhet där infästningen ingår. Bärigheten hos en anslutning bestäms av de grundkomponenter som ingår. Exempel på komponenter som ingår är: skruvar, svetsar, ändplåtar, L-stål samt pelarens liv och fläns. Nedan i Figur 1 åskådliggörs skillnaderna mellan en infästning och anslutning. (Rautaruukki Oyj, 2010, s. 301)



Figur 1: Skillnad mellan anslutning och infästning. (Rautaruukki Oyj, 2010)

Anslutningens justerbarhet förbättras genom att använda skruvförband. Tillhörande utrustningsdelar svetsas på vid verkstaden. Justerbarheten påverkas av konstruktionens noggrannhet och toleranser, växlingar i temperatur, pelarens justeringsmån i lodrät- och vågrät riktning, delarnas böjning och snedhet, balkens infästning till pelarens sida samt ledade infästningars rörlighetsmån med mera. Justerbarhet hjälper uppfyllandet av toleranskraven för byggnaden och minskar behovet av mätning. Användning av passbitar för att underlätta justeringen av konstruktionsdelar under montering bör beaktas i dimensioneringen eftersom dessa kan tillföra excentricitet till anslutningen. (Leino, 2006, s. 6)

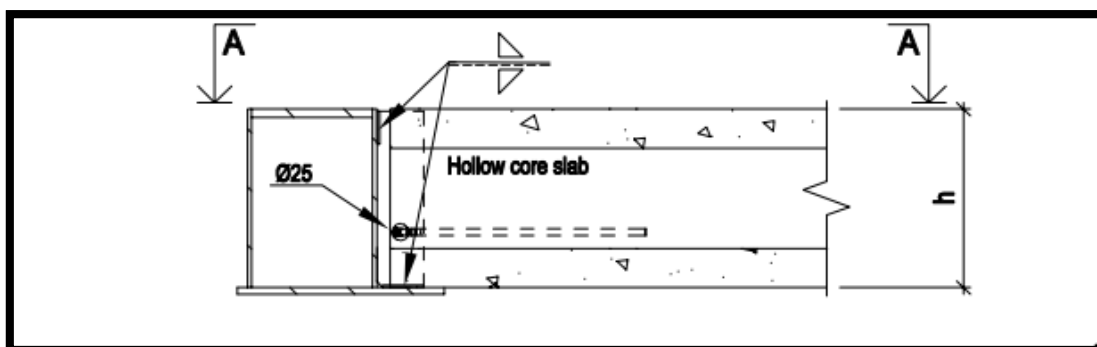
3.2 Balkskarv

Balkskarvar påträffas ofta i kontinuerliga balkar som t.ex. kranbanebalkar, fasadbalkar, takbalkar och brobalkar. Valet av skarvens utformning påverkas av flera faktorer såsom krav på montering, åtkomlighet samt påfrestning och utmattning. Svetsning är mest ekonomisk för att få starka förband men för att åstadkomma en snabb montering används skruvförband på byggplatsen. (BE Group Sverige AB, 2011, s. BS 3) I bilagan finns en detalj (DET SD010) över alternativ på hur man skarvar två WQ-balkar med plåtkonsol och med rörprofilkonsol med tillhörande delar.

3.3 Håldäcksanslutning

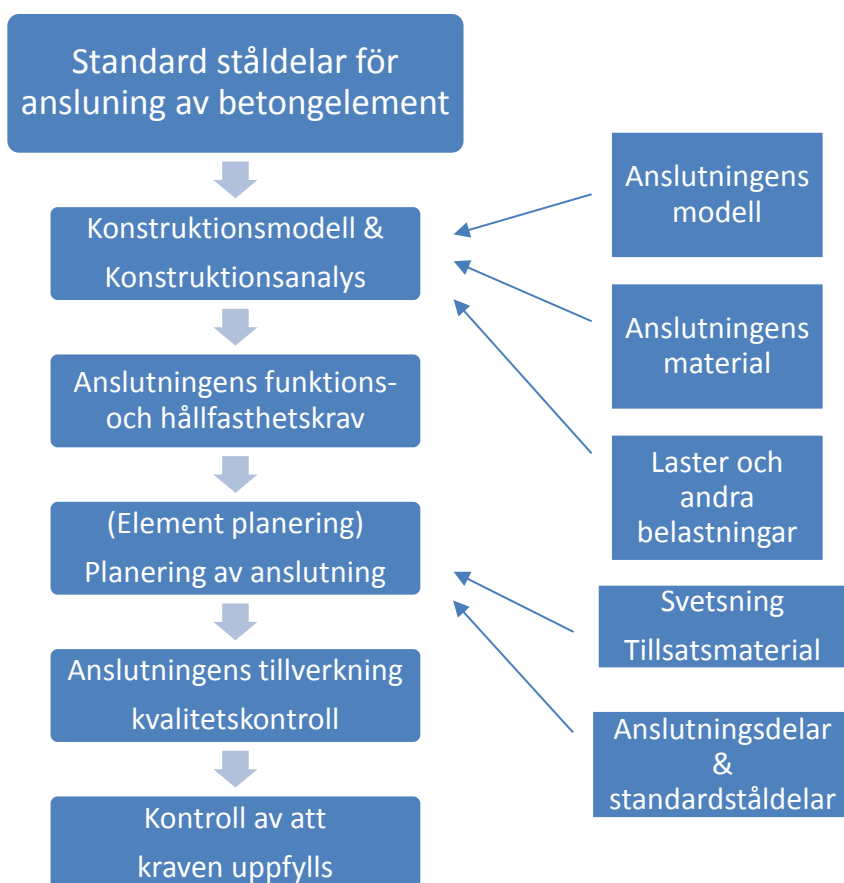
Håldäck är den vanligaste typen av elementplattor och standarden för håldäck hittas i SFS-EN 1168. Betongelement sammanfogas vanligen genom att man gjuter betong i fogarna. I fogarna finns armering som överför krafterna mellan elementen. Det är i huvudsak krafterna som påverkar valet av anslutningstyp med håldäck. Prefabricerade standard stålinfästningar som finns på marknaden är försedda med produktanvisningar. Dessa anvisningar ger goda instruktioner om produktens egenskaper samt information för planeringen av intilliggande delar och material för att uppnå det önskade resultatet.

Betongens och armeringens vidhäftning samt mått- och tillverknings toleranser bör kontrolleras. Krav på armeringen bör uppfylla miljöklass, korrosionsklass, livslängd och täckskikt. (VTT, Erikoistutkija Tapio Leino, u.å.) (Elementtisuunnittelu.fi, u.å.) Nedan i Figur 2 presenteras en del av detaljen DET SD009 där ett håldäck ansluts till en WQ-balk.



Figur 2: Håldäck som vilar på en WQ-balk. (Urklipp från bilagan DET SD009)

I bilagan finns ett antal standardanslutningar för håldäck som erbjuds av Ruukki. I anslutningarna förekommer både prefabricerade produkter samt egna lösningar. (Se bilagan detaljerna DET SD008, DET SD009, DET SD011, DET SD012, DET SD013, DET SD015) Nedan i Figur 3 finns det beskrivet hur planeringsprocessen i ett projekt kan fortskrida och när vad skall beaktas.



Figur 3: Översikt på planering och tillverkning av en anslutning. (VTT, Erikoistutkija Tapio Leino, u.å.)

4 Förband

Under detta kapitel behandlas skruvförband och svetsförband samt deras funktioner och krav. Skruvförbandet delas upp i skilda underkapitel, ett för draget skruvförband och ett mera omfattande kapitel där T-styckeförband och dess beräkningsmetod går igenom. I kapitlet om svetsförband redogörs för de olika svetsklasserna, svetstyperna samt dimensioneringsprocessen för svetsar.

4.1 Skruvförband

Ett skruvförband består av en skruv, mutter, och vid behov brickor samt det omgivande materialet. För skruven och skruvförbandet finns det kvalitetskrav med avseende på hållfasthetsklass, form, måttnoggrannhet, dimensioner och ytbehandling. Krafterna i ett skruvförband överförs genom de sammantryckta delarna i skruvens riktning eller vinkelrätt mot den. (Makkonen, 2004, s. 427)

Skruvförband indelas enligt EN 1993-1-8 beroende på utformning och belastning i två huvudkategorier, en för förband påverkade av **skjuvkraft** och en för **dragbelastade** förband. Kraften i ett skjuvförband överförs via hållkantryck och skjuvning av skruven, gäller för klass A och vid brott i klass B. Med hållkantryck avses kontaktrycket mellan skruvstammen och skruvhålet. Den avskärande effekten som hållkantrycket har på skruvstammen benämns skjuvning. Ett skruvförband bör normalt ha minst två stycken skruvar. Med dragbelastat förband menas här situationen då skruvens stam belastas av en vinkelrät dragande kraft. (Norlin, Vejokovic, & Husson, 2015, s. 10)

Skjuvförbanden delas in i tre klasser:

A. Hålkantsförband:

Normalt åtdragna skruvar och inga specialkrav gällande kontaktytorna. Skruvar med hållfasthetsklass 4.6 till och med 10.9 används. Primärt används i Finland hållfasthetsklasserna 8.8 och 10.9.

B. Friktionsförband i bruksgränstillstånd:

Förspända skruvar med hållfasthetsklass 8.8 eller 10.9. Glidning får inte inträffa i detta förband i bruksgränstillstånd. Det ställs egna krav på behandling av förbandsytorna.

C. Friktionsförband i brottgränstillstånd:

Förspända skruvar med hållfasthetsklass 8.8 eller 10.9. Glidning får inte inträffa i detta förband.

Kraven för dimensionering av skruvförbanden hittas i standarden SFS-EN 1993-1-8 i tabell 3.2. Bärförmågan i ett skruvförband skall inte endast beräknas för skruvarna i brottgränstillståndet utan även för grundmaterialet. Deformationer i förbandet bör även beaktas (Boverket, 2007).

I Eurokoden del EN 1993-1-8 finns anvisningar för dimensionering av skruvar tillhörande de hållfasthetsklasser som presenteras i tabell 1 nedan. I den nationella bilagan, NA(FI) till EN 1993-1-8 står det att man rekommenderar endast användning av hållfasthetsklasserna 8.8 och 10.9. Skruvens hållfasthet ges som $X.Y$, där X är siffrorna före punkten när dessa multipliceras med 100 fås den nominella brottgränsen i MPa. Medan ”decimalen” eller Y anger förhållandet mellan nominell 0,2-gräns eller stäckgräns (nominell brottgräns). För att tydliggöra detta ges ett exempel nedan med en skruv av hållfasthetsklass 10.9:

$$\text{brottgräns: } f_{ub} = x \cdot 100 = 10 \cdot 100 = 1000 \text{ MPa}$$

$$\text{Sträckgräns: } f_{yb} = f_{ub} \cdot 0.9 = 1000 \cdot 0.9 = 900 \text{ MPa}$$

(Rautaruukki Oyj, 2010, s. 313) (SFS-EN 1993-1-8, 2006)

Tabell 1: Nominella värden för sträckgräns f_{yb} och brottgräns f_{ub} för skruvar. (SFS-EN 1993-1-8, 2006)

Hållfasthetsklass	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{ub} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

Skruvar har normal metrisk gänga och de rekommenderade storlekarna på skruvar är M12, M16, M20, M24 och M30.

4.1.1 Draget skruvförband

Kraften i ett dragbelastat skruvförband överförs genom dragbelastning av skruvarna. Dragbelastade skruvars bärförmåga beror på materialets brottspänning f_{ub} och skruvens spänningsarea A_s , som fås ur Tabell 2. Kravet på dimensioneringslasten får inte gå över skruvens dimensionerande draghållfasthet $F_{t,Rd}$.

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}}$$

Där $k_2 = 0,9$ för de flesta skruvar.

$k_2 = 0,63$ skruvar med försänkt huvud.

Tabell 2: Skruvars tvärsnittsarea. (Rautaruukki Oyj, 2010, s. 314)

Ruuvi ^{a)}	M12	M16	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	M36
Varren bruttopinta-ala A (mm ²)	113	201	314	380	452	573	707	1018
Jännityspinta-ala A_s (mm ²) ^{b)}	84,3	157	245	303	353	459	561	817
a) Sulkuihin merkittyjen kokojen saatavuus on syytä varmistaa. b) Ruuvin poikkipinta-ala varren kierteellisellä alueella. Voimassa taulukoissa 3.2 - 3.4 esitetyillä ruuveilla.								

Vid drag i skruven finns det en risk att huvudet eller muttern stansas igenom plåten. Risken ökar om brickor saknas och om skruvhuvudet är litet. Bärförmågan för genomstansning bestäms med formeln:

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

Där t_p = plåttjockleken under den svagaste sidan, skruvhuvudet eller muttern.

d_m = skruvhuvudets eller mutterns medeldiameter på den svagare sidan.

f_u = plåtens brottspänning.

För normala skruvförband blir genomstansning sällan dimensionerade. (Norlin, Vejokovic, & Husson, 2015) (SFS-EN 1993-1-8, 2006)

Förbanden med dragna bultar delas in i två klasser:

Tabell 3: Dragkraftsbelastade förband. (Rautaruukki Oyj, 2010) (SFS-EN 1993-1-8, 2006)

D: Icke förspända	$F_{t,E} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,E} \leq B_{p,Rd}$	Kräver inte förspänning. Alla hållfasthetsklasser 4.6...10.9.
E: Förspända	$F_{t,E} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,E} \leq B_{p,Rd}$	Förspända skruvar gäller endast för hållfasthetsklasserna 8.8 eller 10.9
Skruvar utsatta för såväl <u>skjuvkraft</u> som dragkraft bör uppfylla villkoret för bärförmåga för genom stansning. $B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u / \gamma_{M2}$		

D (icke förspända skruvar): Skruvar med hållfasthetsklass 4.6 ... 10.9. Denna klass bör inte användas om infästningen påverkas av ofta varierande dragkraft. Klass D får användas i infästningar dimensionerade för att motstå normala vindlaster.

E (förspända skruvar): Skruvar med hållfasthetsklass 8.8 och 10.9. Förspänningen förbättrar utmattningshållfastheten och effekten av förspänningen beror på toleranser och enskilda detaljer. (Rautaruukki Oyj, 2010)

Vill man åstadkomma ett segt brott i den dragna skruven, där plasticering sker före skruven går av i den gängade delen, bör följande krav uppfyllas:

$$A_s \times f_u \geq A \times f_y$$

Gäller för skruvar M16...M30 enligt standarden ISO 898.

4.1.2 Hålavstånd

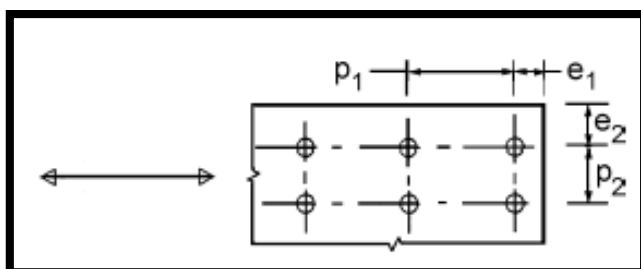
I SBI:s bok modul 10 finns presenterat några anledningar till varför det bör finnas tillräckligt avstånd mellan hålen:

- Möjliggöra tillräckligt med utrymme för åtdragning.
- Förhindra att hålkantstrycket från intilliggande skruvar påverkar varandra.

- Att förhindra att hålväggarna böjs under borring.
- Se till att bärförmågan behålls med tanke på hålkantbrott ut mot den fria kanten eller dragbrott nära den fria kanten.

Det finns också en gräns för hur långt avståndet mellan skruvarna får vara. Vid långa avstånd mellan skruvarna kan en lokal buckling ske mellan plåtarna. Spaltkorrosion kan uppstå mellan plåtarna om skruvavstånden är långa och belägna i en korrosiv miljö. (Norlin, Vejokovic, & Husson, 2015)

För att nämna kort om skruv- och hålavstånd så bör minsta kantavståndet, e_1 och e_2 vara $1,2 \cdot d_0$ åt båda hållen. Minsta centrumavståndet, $p_1 = 2,2 \cdot d_0$ i kraftriktningen och i motsatt riktning bör centrumavståndet, p_2 vara $2,4 \cdot d_0$. Figur 4 klargörs situationen. Flera fall med olika hålplaceringar och deras krav hittas i SFS EN 1993-1-8 i bild 3.1.



Figur 4: Beteckningar för ändavstånd, kantavstånd och centrumavstånd för fästelement. (SFS-EN 1993-1-8, 2006)

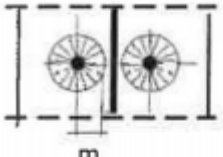
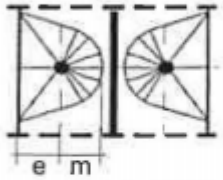
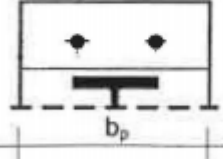
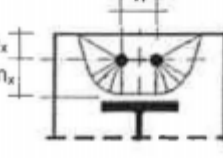
4.2 T-styckeförband

T-styckeflänsmetoden är en förenkling av verkligheten för att åskådliggöra beteendet i den spänningszon som uppkommer i ett förband där bultarna utsätts för dragspänning. Denna spänningszon är den mest kritiska med avseende på deformation.

Förbandet som undersöks delas in i ett eller flera teoretiska modeller av imaginära T-styckeflänsar. Genom att göra denna uppdelning kan man omvandla och sedan räkna ut de bändande krafterna som uppkommer i knutpunkten. Bändning definieras i Boverkets handbok om stålkonstruktioner som den ”effekt som uppkommer i ett draget skruvförband vid stora deformationer i förbandets plåtar. Bändningen ger upphov till tillskottskrafter i skruvarna på grund av hävstångsverkan” (Boverket, 2007).

Denna bändkraft betecknas Q , bändkraften (tillskottskraft) som påverkar skruvarna reducerar bärförmågan för de yttre krafter som skruvarna borde ta.

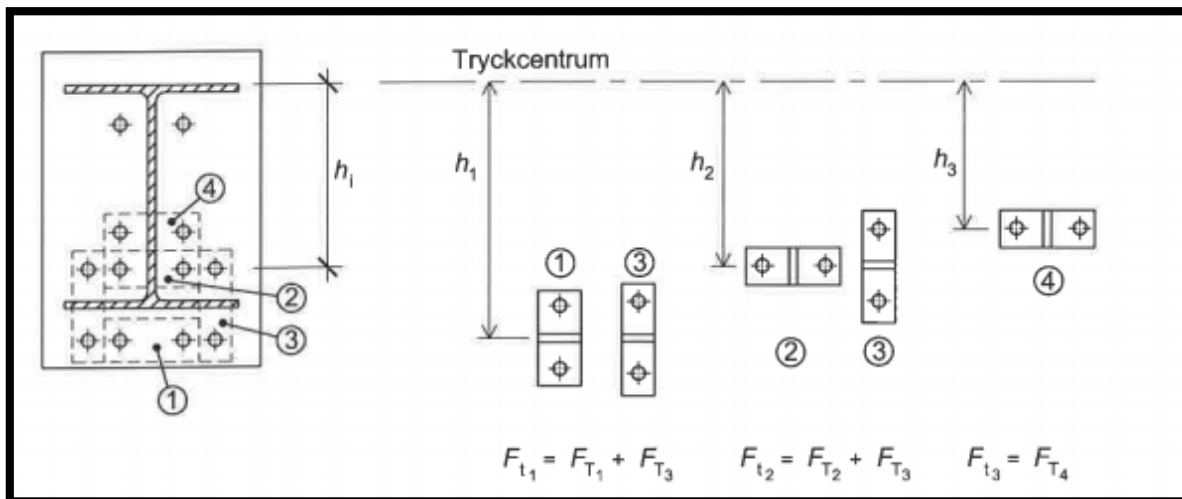
I boken Konstruera med stål modul 10 står det att man kan beakta de verkliga brottlinjerna (flytlinjer) som kommer att uppstå i den riktiga baskomponenten. Detta är möjligt genom att ge en fiktiv effektiv längd åt T-stycke-flänsen. Denna fiktiva effektiva längd varierar beroende på hur området vid skruven plasticeras. Figur 5 visar några exempel på formler för att få ut den effektiva längden. Måtten på m och n kan också anta ett imaginärt värde och ändå ge ett godtagbart resultat som överensstämmer med den verkliga baskomponentens bärförmåga. (Norlin, Vejokovic, & Husson, 2015, s. 26)

Ett par skruvar separerade av en livplåt i en pelare eller ändplåt	
	Cirkulär brottlinje $l_{eff,cp} = 2 \pi m$
	Brottninje ut mot fri kant $l_{eff,nc} = 4m + 1,25e$
Ett par skruvar i en utstickande ändplåt	
	En rak brottlinje tvärs över livplåten $l_{eff,nc} = 0,5b_p$
	Brottninje kring hela gruppen ut mot fria kanten $l_{eff,nc} = 0,5w + 2m_x + 0,625e_x$

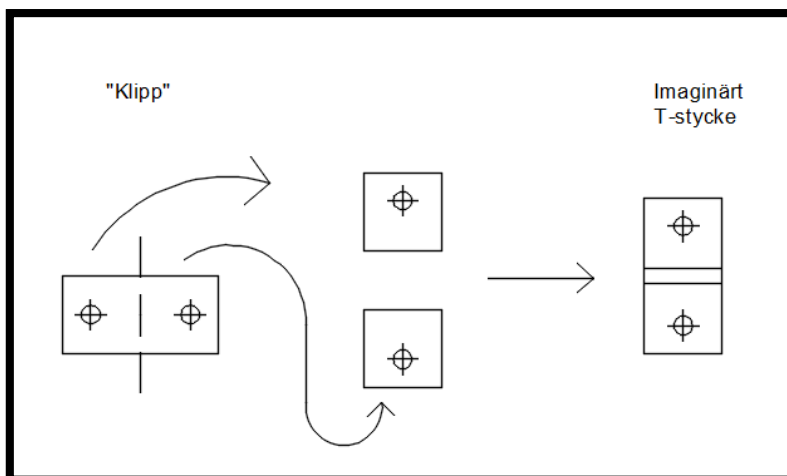
Figur 5: Exempel på formler för uträkning av effektiv längd. (Norlin, Vejokovic, & Husson, 2015)

Uppdelningen av T-stycke-flänsar och de imaginära flänsarna visas nedan i Figur 6. Detta förband har blivit uppdelat i fyra olika T-stycke-flänsar med två skruvar var. T-stycke-fläns nummer 2 och 4 är direkt ”urklippta” T-stycke-flänsar medan del 1 är en imaginär T-

stycke-fläns där man kan tänka sig att delen blivit klippt i mitten och sen ihopsatt, se Figur 7. Del 3 kan vid första anblick också tolkas som ett direkt ”urklipp” men då man beaktar var hävarmen finns så inser man att upphovsmannen till bilden har tolkat del 3 som ett imaginärt T-stycke. För att separera de imaginära m och n i T-stycke-flänsarna så betecknas de med ett index x , m_x och n_x .

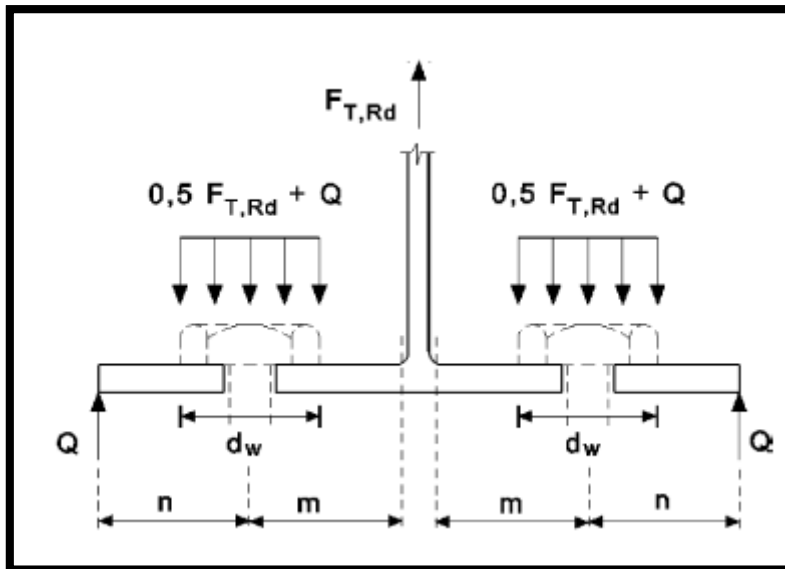


Figur 6: Indelning av T-stycke-flänsar och skruvrader med olika hävarmar. (Norlin, Vejokovic, & Husson, 2015)

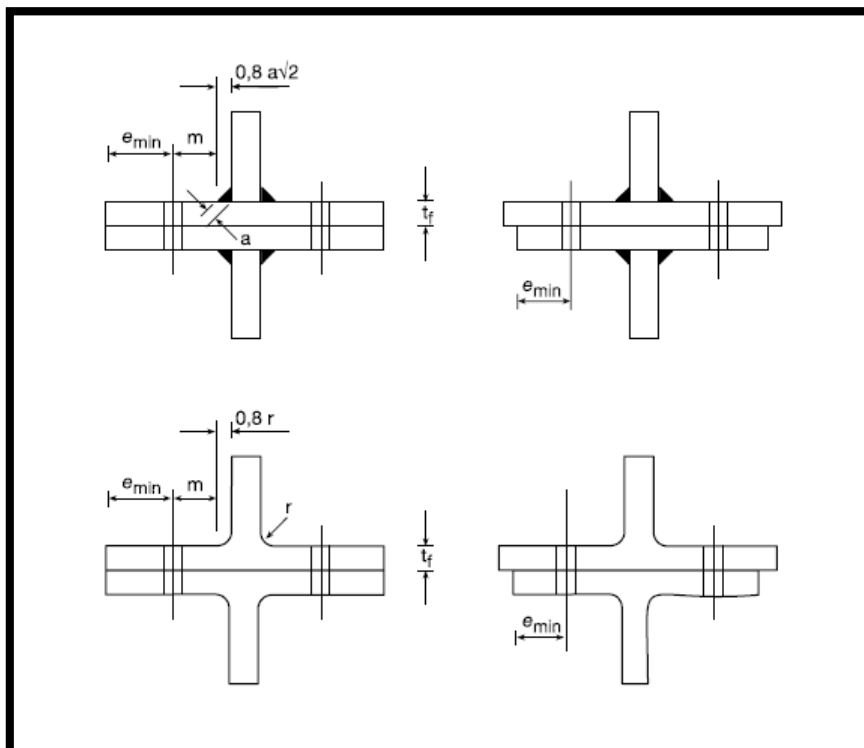


Figur 7: Exempel på ett imaginärt T-stycke.

Avstånden m och n finns beskrivet nedan i Figur 8 avståndet m är det vinkelräta avståndet mellan en skruvrads centrumlinje och foten på närmaste kälsvets eller valsingsradie. (Se Figur 9) Kantavståndet $n = e_{\min}$ begränsas till $n \leq 1,25 \times m$. (SFS-EN 1993-1-8, 2006)



Figur 8: Avstånden m och n i T-styckefläns. (Tabell 6.2 SFS-EN 1993-1-8, 2006)



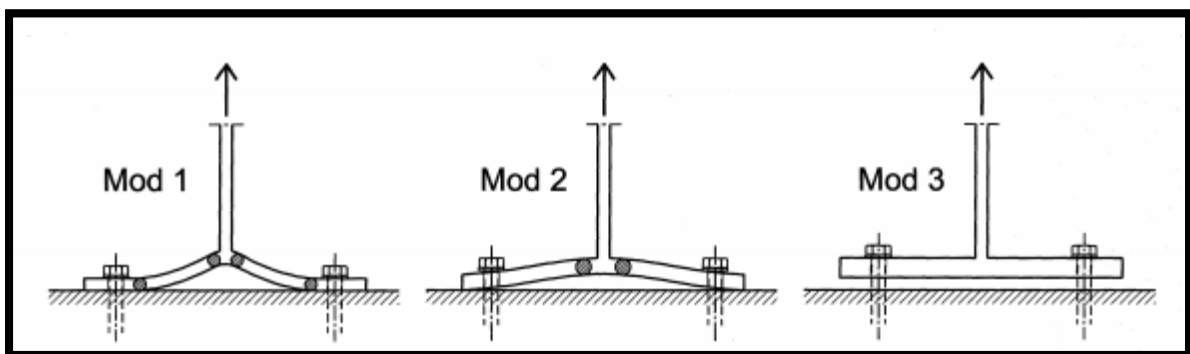
Figur 9: Mått för T-styckefläns för svetsad profil och valsad profil. (Figur 6.2 SFS-EN 1993-1-8, 2006)

Ett dragbelastat ekvivalent T-stycke får användas på bland annat följande ändplåtsförband balkskarvar, pelarfötter, ramhörn för att beräkna hållfastheten (Norlin, Vejkovic, & Husson, 2015). I SBI:s detaljhandbok publikation 183 Pelarfot under rubriken 2.10 står: "Den dragbelastade böjda fotplåten modelleras som en dragbelastat ekvivalent T-styckefläns enligt avsnitt 6.2.4 i SS-EN 1993-1-8. En ekvivalent T-styckefläns representerar

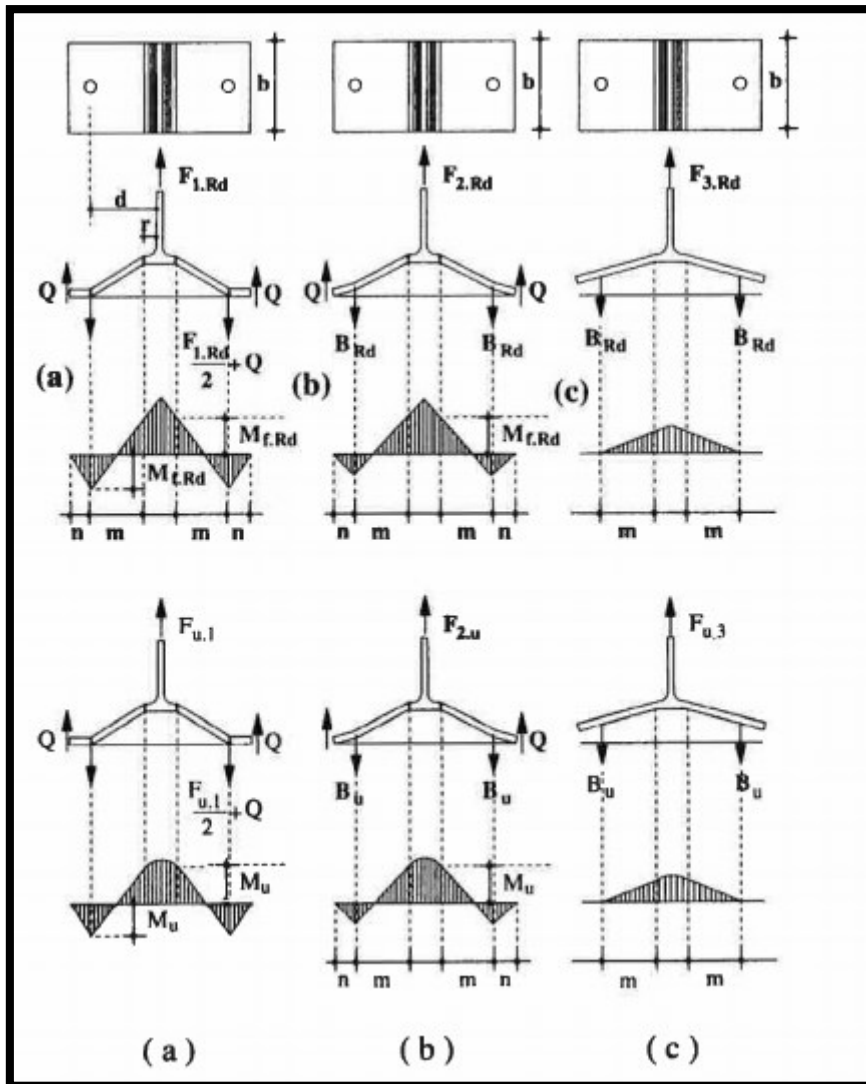
en idealiserad del av en symmetrisk ändplåt infäst med två fästdon (skruvar). Ändplåten belastas med en dragkraft av en plåt som ansluter vinkelrät ändplåtens yta. Beroende på ändplåtens tjocklek kan tre möjliga idealiserade brottmoder uppstå”

Man har genom provning av T-stycke-flänsar kommit fram till att det finns tre olika brottmoder som kan identifieras (Se Figur 10 och Figur 11):

1. Fullständig plasticering av ändplåten
2. Skruvbrott med plasticering av ändplåten
3. Skruvbrott



Figur 10: Brottmod 1-3 för T-stycke-fläns. (BE Group Sverige AB, 2011)



Figur 11: Brottmoder för T-stycke/fläns med skruvar. (Kouhi, 2015, s. 99)

- Brottmod 1: I Flänsen i T-stycket bildas fyra plastiska leder. Två plastiska leder uppstår till följd av böjning, Q vid skruven och de två andra plastiska lederna uppkommer på varsin sida om livet i tangeringspunkten mot flänsen vid T-stycket. I skruvarna uppstår böjningskraft. Brottet sker då flänsen överskrider sin plasticeringsgräns.
- Brottmod 2: På båda sidorna om livet vid tangeringspunkten mellan livet och flänsen uppstår två leder. I skruvarna uppstår böjningskraft. Brottet sker då draghållfastheten för skruvarna överskrider före det att flänsens plasticering blir avgörande.
- Brottmod 3: T-styckets fläns lossnar från underlaget. Ingen böjningskraft uppstår. Brottet sker enbart då skruvarnas draghållfasthet överskrider. (Kouhi, 2015, s. 99)

4.3 Svetsförband

Dimensioneringen av svetsförband bör göras efter det att anslutningens ingående delar och anslutningens egenskaper är valda. Till dimensioneringen hör att välja svetstyp, svetsens längd och placering samt storleken på a-måttet.

Enligt SFS-EN 1993-1-1 är kravet för svetsbart konstruktionsstål minst 4 mm godstjocklek. För rörprofiler är kravet på godstjockleken 2,5 mm.

Svetsförbandet styrs av flera faktorer men framförallt är det konstruktionen eller konstruktionsdelens utförandeklass som ger det primära kravet. Det som styr kravet av utförandeklassen finns givet i standarden EN 1090 - 2. Beroende på materialet på konstruktionen tillkommer egna materialkrav som är uppdelade i flera klasser. Typ av svets beror på vald svetsmetod och önskade egenskaper. Svetsmetoden ställer krav på grundmaterialet och dess svetsbarhet, begräsning för värmeförsel, utrustning, yrkesskicklighet, monteringsnoggrannhet, arbetsmiljö med mera. Vald svetsklass påverkar inte beräkningen av hållfastheten. (Makkonen, 2004)

4.3.1 Svetsklasser

Det finns två svetsstandarder vilka är beroende på materialet.

SFS-EN ISO 5817 gäller för stål, nickel och titan.

SFS-EN ISO 10042 gäller för aluminium, Denna standard går även att tillämpa på koppar och magnesium.

Tilläggsanvisningar som berör svetsklasserna finns angivna i SFS-EN 1090-2. De båda svetsklasserna beskrivs utförligare längre ner i detta kapitel. För att säkerställa kvaliteten på svetsning skall arbetet utföras i enlighet med standarderna EN ISO 3834 eller EN ISO 14554. Med svetsens kvalitet avses svetsens geometriska former, ytans planhet och den bestämda felfrihetsgraden.

4.3.2 Svetsklass SFS-EN ISO 5817:

I standarden SFS-EN ISO 5817 delas svetsklasserna upp i tre klasser som baserar sig på tillåtna diskontinuiteter och formavvikelser. Klasserna presenteras nedan i Tabell 4.

Tabell 4: Svetsklassernas beteckning.

Beteckning	Svetsklass
D	Godtagbar
C	God
B	Krävande

Svetsklass D: Rekommenderas inte för belastade svetsar. Kvalitetskontrollen görs genom enbart okulär granskning.

Svetsklass C: För konstruktioner belastade med statiska laster. Svetsklassen motsvarar en god verkstadspraxis.

Svetsklass B: För konstruktioner som är belastade med utmattade laster. För att uppnå denna kvalitet bör det finnas en grundlig svetsningsplan och en fortlöpande kvalitetsövervakning. Svetsaren bör ha gällande kompetensintyg. (Användning i fall där det finns risk för sprödbrott.)

Vanligtvis använder man sig av klass B eller C. Valet av svetsklasserna påverkar ändå inte dimensioneringen av svetsens hållfasthet. I tabellen nedan presenteras hur svetsklasserna förhåller sig till utförandeklass enligt EN 1090 - 2.

Tabell 5: Val av svetsklass beroende på utförandeklass. (Rautaruukki Oyj, 2010, s. 342)

Svetsklass Enligt EN ISO 5817	Utförandeklass Enligt SFS-EN 1090-2
Klass D	EXC1
Klass C	EXC2
Klass B	EXC3
Klass B+	EXC4

4.3.3 Svetsklass SFS-EN ISO 10042

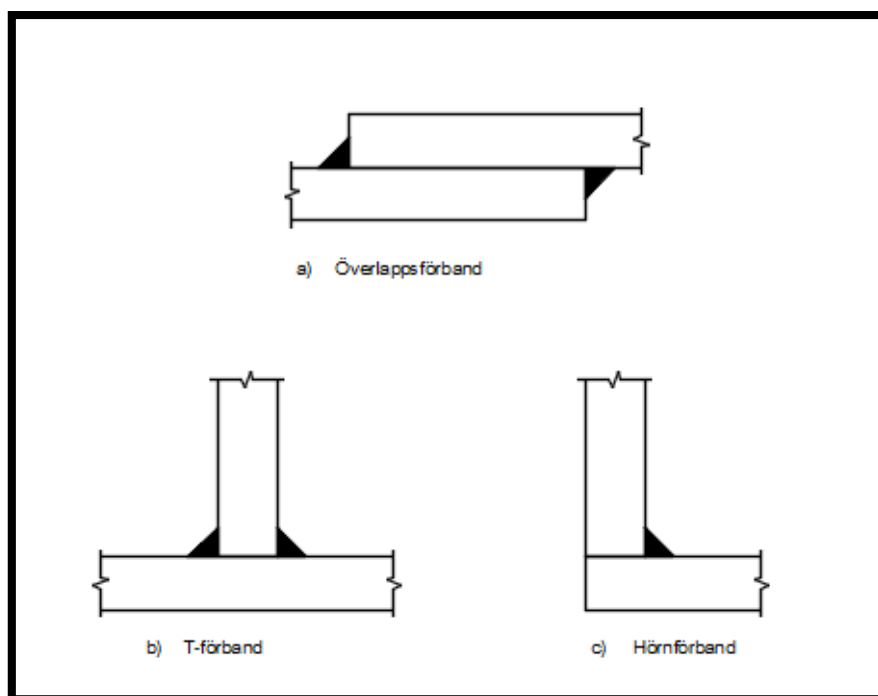
I standarden SFS-EN ISO 10042 delas svetsklasserna upp i tre klasser som baserar sig på tillåtna diskontinuiteter och formavvikelser vid svetsning av aluminium. Standarden lämpar sig för godstjocklek över 0,5 mm. Dessa tre klasser är betecknade med B, C och D, där B är den mest krävande.

4.3.4 Svetstyp

Standarden EN 1993-1-8 tar upp kälsvets, kälsvets i hål, stumsvets, pluggsvets och svets i utfläckande fog som kommer att beskrivas nedan. I boken Modul 10 står det att kälsvetsar utgör 80% och stumsvetsar 18% av svetsarna inom stålbyggnad. (Norlin, Vejokovic, & Husson, 2015, s. 32)

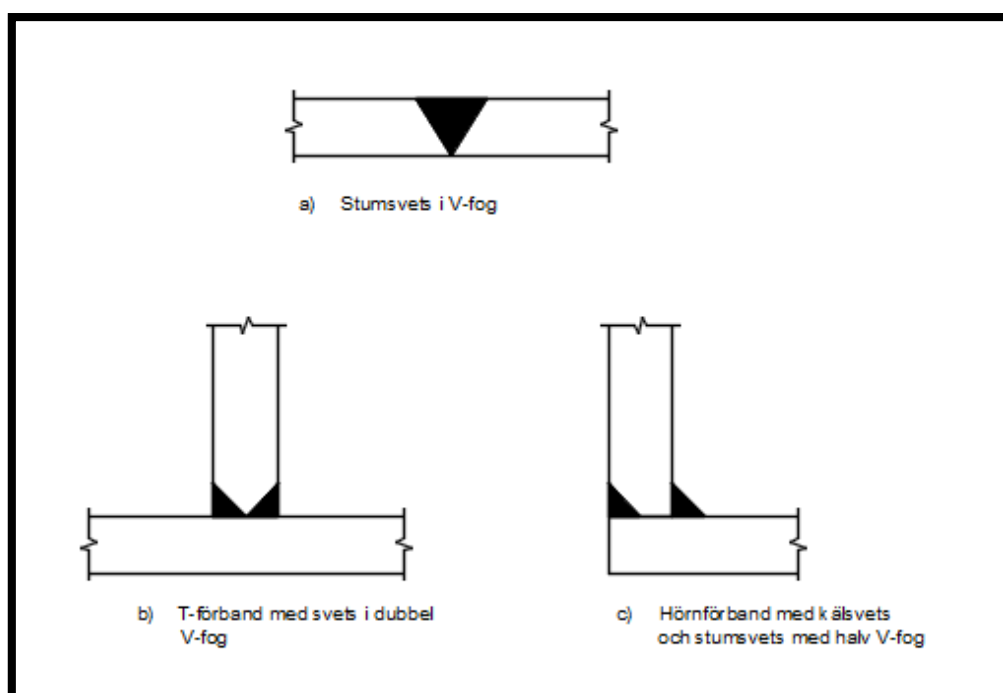
Kälsvetsar används där de delar som skall sammanfogas bildar en vinkel mellan 60° och 120° med utstående kant. Vid fall där vinkeln är mindre än 60° skall svetsen beaktas som delvis genomsvetsad. SFS-EN 1993-1-8 ger att kälsvetsens effektiva längd bör vara minst 30 mm eller 6 gånger a-måttet för att få beaktas som kraftöverförande. Effektiva a-måttet för kälsvetsen bör vara minst 3 mm. Kälsvetsar behöver vanligtvis ingen fogberedning och är på så vis förmånligare än stumsvetsar. (Se Figur 12)

Kälsvets i hål är som namnet beskriver en kälsvets i ett runt eller avlångt hål. Kälsvets i hål används för att överföra skjuvkraft samt förhindra buckling och separation av överlappande konstruktionsdelar. (SFS-EN 1993-1-8, 2006)



Figur 12: Exempel på situationer där kälsvets används. (Norlin, Vejokovic, & Husson, 2015, s. 32)

Stumsvetsar beskrivs som en svets som har full genombränning och sammansmältning av svets och grundmaterial genom hela förbandets tjocklek. En stumsvets kan också vara delvis genomsvetsad (Se Figur 13). Fogberedning bör göras av något slag vid normaltjocka plåtar ($t > 5$ mm). (Norlin, Vejokovic, & Husson, 2015, s. 33)



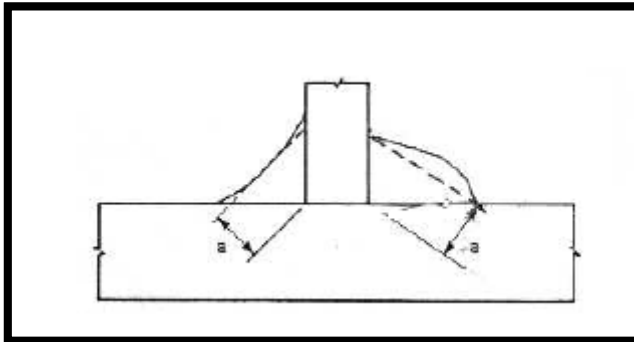
Figur 13: Exempel på situationer där stumsvets används. (Norlin, Vejokovic, & Husson, 2015, s. 33)

Pluggsvets används för att överföra skjuvning, förhindra buckling eller separation av överlappande konstruktionsdelar samt för att förbinda delarna i sammansatta strängar. Pluggsvets skall inte användas för att ta upp yttre pålagd dragkraft. Ett krav för pluggsvets är att håldiametern eller bredden för ett avlångt hål skall väljas till minst 8 mm större än tjockleken på delen som innehåller hålet.

Svetsar byggs upp med svetssträngar tills det givna tvärsnittsmåttet uppfylls. Största kostnadsposten vid svetsning är själva arbetskostnaden och därför är antalet svetssträngar en grundläggande kostnadsfaktor. Antalet strängar som behövs för att uppnå ett specifikt svetsmått beror bland annat på svetsmetoden, elektrodotyp, elektroddimension, svetsläge och svetsarens skicklighet. I SBI:s detaljhandbok publikation 188 Balk-balkinfästning s.10 står att *”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”

En kälsvets effektiva a-mått definieras som höjden i den största triangel som kan inskrivas i svetsvärsnittet vilket mäts vinkelrätt mot svetsytan. (Se Figur 14)



Figur 14: a-mått för kälsvets. (SFS-EN 1993-1-8, 2006)

4.4 Dimensionering av svetsar

SFS-EN 1993-1-8 ger två alternativ på dimensioneringsmetoder för att beräkna hållfastheten för kälsvetsar. Metoderna är den förenklade metoden där man utgår från att svetsens hållfasthet fås av skjuvhållfastheten och komposantmetoden (noggrannare) där effekterna delas upp i tre spänningskomponenter längs med snittet genom a-måttet.

4.4.1 Förenklade metoden

Man kan anta att hållfastheten är tillräcklig för en kälsvets då svetsens kraftresultant för hela svetslängden vid alla punkter uppfyller följande krav:

$$F_{W,Ed} \leq F_{W,Rd}$$

Där $F_{W,Ed}$ = dimensioneringsvärdet av kraften på svetsen per längdenhet.

$F_{W,Rd}$ = svetsens dimensionerande bärförmåga per längdenhet, som fås ur:

$$F_{W,Rd} = f_{vw.d} \times a$$

Där a = kälsvetsens effektiva a-mått (mm) ≥ 3 mm (Se Figur 14).

$f_{vw.d}$ = dimensionerande skjuvhållfasthet för svetsen, som fås ur:

$$f_{vw.d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \times \gamma_{M2}}$$

Där f_u = nominell brottgräns för den svagare av de förbundna konstruktionsdelarna.

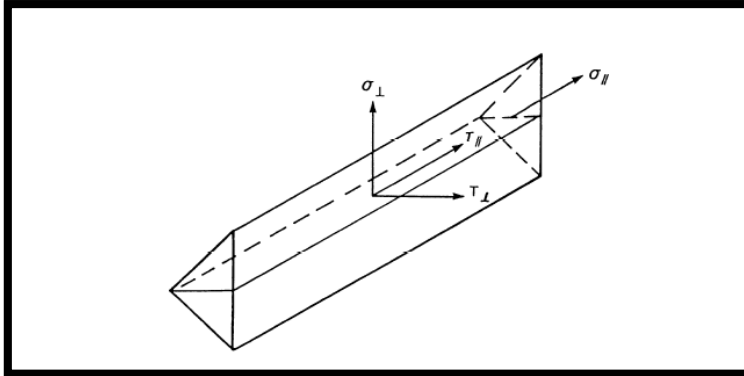
β_w = koefficient hämtad från tabell.

γ_{M2} = säkerhetskoefficient.

Denna metod redogörs för i standarden SFS-EN 1993-1-8 under rubriknummer 4.5.3.3.

4.4.2 Komposantmetoden

I komposantmetoden delas krafterna upp i svetsens längdaxel och i beräkningsytan delas komponenter upp i parallella och vinkelräta mot svetsen (Se Figur 15). Metoden bygger på Von Mises flytkriterium i en punkt i a-måttets snitt.



Figur 15: Spänningar över svetsarean i kälsvets. (SFS-EN 1993-1-8, 2006)

Förklaring till beteckningarna i Figur 15 **Virhe. Viitteen lähde ei löytynyt.:**

σ_{\perp} = normalspänningen vinkelrätt mot a-måttet

σ_{\parallel} = normalspänningen parallell med svetsens längdaxel

τ_{\perp} = skjuvspänningen (i svetsareans plan) vinkelrätt mot svetsens längdaxel

τ_{\parallel} = skjuvspänningen (i svetsareans plan) parallellt med svetsens längdaxel.

a = kälsvetsens effektiva a-mått (mm) ≥ 3 mm.

Kälsvetsens dimensionerande bärförmåga anses tillräcklig om följande två villkor uppfylls:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \times \gamma_{M2}}$$

Och

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \times \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Där $\sigma_{\perp}, \sigma_{\parallel}, \tau_{\perp}$ och τ_{\parallel} = finns tidigare förklarade i samband med Figur 15.

f_u = nominell brottgräns för den svagare av de förbundna konstruktionsdelarna

β_w = koefficient från tabell

γ_{M2} = säkerhetskoefficient

Denna metod redogörs för i standarden SFS-EN 1993-1-8 under rubriknummer 4.5.3.2.

5 Resultat

I detta kapitel presenteras resultatet av examensarbetets praktiska del. Den praktiska delen utgörs av bilagan som gjordes åt Ruukki Construction Oy, där de olika standardanslutningsdetaljerna redovisas. Examensarbetet resulterade som önskat i en DWG-fil som vid behov konverteras till en PDF-fil. Detaljerna gjordes upp i AutoCad 2017 och detaljerna är redan i användning hos Ruukki Construction Oy.

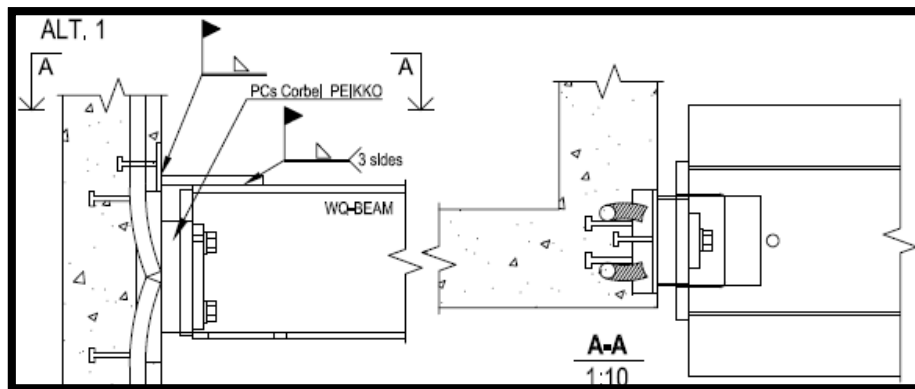
5.1 Företagets bilaga

Examensarbetets bilaga som kort beskrivs under kapitlet Mål och Syfte (1.3) har alltså bestått av att uppdatera Ruukkis standardstålanslutningsdetaljer. Examensarbetet påbörjades genom att samla in detaljer som redan fanns i företaget. Efter insamlingen inleddes en genomgång av detaljerna, en del detaljer förkastades genast eftersom dessa inte används längre i samma utsträckning som tidigare. Flera av detaljerna uppdaterades med utrustningsdelar och ett antal nya detaljer gjordes upp. Detaljerna har varit på flera ”kommentarsrundor”, det vill säga filerna har skickats ut åt försäljare, projektledare och konstruktörer inom Ruukki för att få deras åsikter om utseendet, funktionen och användningsgraden. Detaljerna har efter diskussioner utgående från kommentarerna uppdaterats till önskat utseende. Eftersom detaljerna skall vara lätta att uppdatera med tilläggsinformation gjordes alla detaljer i AutoCad 2017 som är ett välkänt program inom företaget. Några detaljer har kort blivit presenterade tidigare i detta examensarbete. I Figur 16 nedan visas innehållsförteckningen över detaljerna.

Drawing Number	Rev	Drawing Name
DET SD001		Beam to concrete wall
DET SD002a		WQ-beam to concrete wall
DET SD002b		WQ-beam to concrete wall
DET SD002c		WQ-beam connected to concrete wall
DET SD003a		WQ-beam connected to column with console
DET SD003b		Column joint
DET SD003c		WQ-beam connected to column with console
DET SD003d		WQ-beam connected to column with console
DET SD004		H-beam to column
DET SD005a		Continuous WQ-beam to RHS column connection
DET SD005b		WQ-beam with raisers on column top
DET SD005c		Continuous WQ-beam to concrete column connection
DET SD005d		Continuous beam to concrete column connection with rod
DET SD006		H-beam connection with plate
DET SD007		WQ-beam connected to WQ-beam
DET SD008		Hollow core slab supported on H-beam
DET SD009		Hollow core slab supported on WQ-beam
DET SD010		WQ-beam to WQ-beam
DET SD011		Hollow core slab supported on WQ-beam with raisers
DET SD012		Joint reinforcement for hollow core slab on one sided
DET SD013		Joint reinforcement for hollow core slab two sided
DET SD014		Column base with anchor bolts
DET SD015		Edge support and edge profile
DET SD016		TT-slab to beam

Figur 16: Innehållsförteckning över detaljerna som presenteras i bilagan. (Urklipp från bilagan)

Bilagan innehåller bland annat olika balkanslutningar till betongvägg och balkanslutningar till stålpelare. Bland detaljerna finns också ett flertal anslutningslösningar för håldäck. Dessutom används prefabricerade infästningar i en del detaljer som exempel Peikkos PCs corbel som presenteras nedan i Figur 17. Detaljen som syns i Figur 17 är en del utav detaljen SD002c, ur bilden kan man notera att denna detalj är försedd med flera alternativ, i bilden syns dock endast ALT.1



Figur 17: WC-balk anslutning till betongvägg med prefabricerad infästning. (urklipp ur bilagan)

Bilagan består alltså av 24 olika detaljer över Ruukkis standardanslutningsdetaljer varav en del även är försedda med alternativ. Från detaljerna har utelämnats specifika mått, krafter och svetsarnas storlek eftersom dessa varierar projektvis. Detaljerna kompletteras projektvis med den gällande informationen.

6 Diskussion

I och med detta examensarbete har jag fått en inblick i hur stor utsträckning anslutningsdetaljer används, att de redan vid försäljning av projekten används för att redogöra för kunden vilka standardlösningar som erbjuds. Jag har förbättrat mina ritningstekniska färdigheter och fått lära mig om hur det fungerar att arbeta med de olika avdelningarna som finns inom företaget.

Syftet med examensarbetet har enligt min mening uppnåtts och en DWG-fil över detaljerna har uppgjorts. Svårigheter som uppkommit med detta examensarbete har varit de många olika parternas åsikter om vilken typ av information som skall inkluderas och i vilken utsträckning informationen skall redogöras för i detaljerna. Parterna i fråga har varit representanter från försäljningen, konstruktörer, projektledningsorganisationer samt montörer.

Förslag på en förbättring av detaljerna är att i framtiden borde dessa anslutningsdetaljer göras i något 3D-modelleringsprogram där varje detalj finns färdigt uppgjord i programmets detaljbibliotek. Mått och information skulle enkelt fylls i en dialogruta och programmet själv skulle på basen av den information generera en detaljritning. För att kunna genomföra detta i praktiken skulle det krävas att alla inblandade parter är bekanta med ett sådant program och vet hur det används.

7 Källförteckning

- BE Group Sverige AB. (2011). Byggstålshandboken.
- Boverket. (2007). *Boverkets handbok om stålkonstruktioner, BSK 07* (4 uppl.). Sverige: Elanders Sverige AB.
- C. Faella, V. G. (2000). *Structural steel semirigid connections; theory, design and software*. Florida: CRC Press LLC.
- Elementtisuunnittelu.fi. (u.å.). *Ontelolaatat*. Hämtat från www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat den 1 Mars 2017
- Kouhi, J. (2015). *Eurocode.3, Teräsrakenteiden suunnittelu. 1-8, Liitokset: sovellutusohjeita, taustatietoja, kommentteja, tulkintoja,selvennyksiä, kansallinen liite ja sen taustoja, oppi- ja opetusaineistoa, esimerkkejä*. Teräsrakenneyhdistys ry.
- Leino, T. (2006). *Staattisesti kuormitettujen hitsausliitosten suunnittelu*. VVT.
- Makkonen, P. L. (2004). *Svetsning och stålkonstruktioner*. Tammerfors: Tammer-Paino Oy.
- Metalliteollisuuden standardisointiyhdistys ry. (2016). Hitsauksen laatu: hitsiluokat ja hyväksymisrajat.
- Norlin, B.;Vejokovic, M.;& Husson, H. (2015). *Att konstruera med stål, Modul 10 Förband*. Stockholm; Luleå: SBI-Stålbyggnadsinstitutet; LTU-Luleå tekniska universitet; KTH-Kungliga Tekniska Högskolan.
- Rautaruukki Oyj. (2010). *Hitsatut profiilit EN 1993-käsikirja* (Vol. uudistettu. 3 painos). Keuruu.
- SFS-EN 1993-1-8. (2006). *Eurocode 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-8: Liitosten suunnittelu*. Helsinki: Suomen standardisointiliitto SFS ry.
- Stålbyggnadsinstitutet. (2008). *Stålbyggnad* (6 uppl.). Stockholm: Stålbyggnadsinstitutet.
- VTT, Erikoistutkija Tapio Leino. (u.å.). *Vakioteräsosilla toteutettavien betonielementtien väliset liitokset*. Hämtat från www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK070305.pdf den 1 Mars 2017