

Jämförelse mellan trä- och stålstomme vid hallbyggnad

Christoffer Sundholm

Examensarbete för Byggmästare(YH)-examen

Utbildningsprogrammet för arbetsledning inom bygnadsbranschen

Raseborg 2017



EXAMENSARBETE

Författare: Christoffer Sundholm

Utbildning och ort: Arbetsledning inom byggnadsbranschen, Raseborg

Handledare: Mats Lindholm

Titel: Jämförelse mellan trä- och stålstomme vid hallbyggnad

Datum 18.04.2017

Sidantal 22

Bilagor 0

Abstrakt

Detta är ett examensarbete för byggmästare (YH) -examen. Examensarbetet är till sin omfattning 10 studiepoäng

En jämförelse mellan ett av de mest använda materialen för stommar vid hallbyggen, trä och stål, gjordes. Syftet med att jämföra trä och stål var att få en större vetskap kring till vilka ändamål de olika materialen passar, för att kunna erbjuda beställare det bästa möjliga alternativet för att bygga stommar vid hallbyggen. Fokuset låg på fyra materialsorter: limträ, kerto, HEA-balk och IPE-balk. En faktasökning gjordes via tillförlitliga källor och intervjuer, för att få information både från personer inom byggbranschen och allmänt accepterade fakta via källor på Internet. I faktamaterialet ingår bilder och figurer från källorna på Internet för att ge en tydligare bild av ämnet som behandlas. Även delar av intervjuerna finns med i texten, för att svara på frågor som utreder skillnader mellan materialen trä och stål.

Resultaten tydde på att det varken fanns några klara för- eller nackdelar för båda materialen. Med tanke på miljön så har användningen av trämaterialen ökat, man vill bygga hållbart. Hallens ändamål har stor betydelse vid val av stommaterial. Stål är ett väl använt material för stombyggnader vid större industrihallar, lagerutrymmen etc. Långa spännvidder och hög takhöjd gör att stål är ett bra val. Båda materialen är utvecklade, och de uppfyller dagens krav gällande t.ex. brandskydd. Såväl trä som stål är med andra ord ett fungerande material för hallbyggen, och valet av material ställs egentligen på själva beställaren.

Språk: Svenska

Nyckelord: Trä, Stål, Hallbygge,

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Christoffer Sundholm

Koulutus ja paikkakunta: Rakennusalan työnjohto, Raasepori

Ohjaaja(t): Mats Lindholm

Nimike: Puun ja teräksen vertailu runkomateriaalina hallirakentamisessa

Päivämäärä 18.04.2017 Sivumäärä 22

Liitteet 0

Tiivistelmä

Tämä on rakennusmestari (AMK) -tutkintoon kuuluva opinnäytetyö, joka on 10 opintopisteen laajuinen.

Vertailu tehtiin käytetyimmistä hallin runkomateriaaleista; puusta ja teräksestä. Puun ja teräksen vertailussa oli tarkoitus saada enemmän tietoa siitä, mihin eri materiaalit soveltuvat, jotta voidaan tarjota tilaajalle paras mahdollinen vaihtoehto hallin rungon rakentamiseksi. Painopisteinä oli neljä materiaalia; liimapuu, Kerto, HEA-palkki ja IPE-palkit. Määritelmät ja perusteet saatiin selville luotettavien lähteiden avulla, haastatteleamalla eri alan osajia sekä käyttämällä luotettavia lähteitä Internetissä. Työ sisältää kuvia ja kaavioita eri Internet-tietolähteistä, jotka antavat selkeämmän mielikuvan käsiteltävästä aiheesta. Osia haastatteluista on mukana tekstissä, joka vastaa kysymyksiin puun ja teräksen välisistä eroista.

Tulokset osoittivat, että kummastakaan materiaalista ei ollut mitään selkeitä etuja tai haittoja. Ympäristöä ajatellen puumateriaalin käyttö on lisääntynyt, halutaan rakentaa kestävästi. Hallin käyttötarkoitus on merkittävä tekijä materiaalin valinnassa. Teräs on käytetyin materiaali suurempien teollisuushallien, varastojen, ym. rakentamisessa. Pitkät jännevälit ja korkeat katot tekevät teräksestä hyvän vallinnan. Molemmat materiaalit ovat kehittyneet entisestään, ja täyttävät esimerkiksi nykyiset palomääräykset. Sekä puu että teräs ovat tämän takia hyviä materiaaleja hallin rakentamiseksi, ja materiaalien valinta on tilaajan päätettävissä.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Puu, teräs, hallirakennus

BACHELOR'S THESIS

Author: Christoffer Sundholm

Degree Programme: Construction management, Raseborg

Supervisor(s): Mats Lindholm

Title: A comparison between wood and steel frameworks in hall constructions/
Jämförelse mellan trä- och stålstomme vid hallbyggnad

Date 18. april.2017 Number of pages 22

Appendices 0

Summary

This is the Degree Thesis of the Bachelor's degree in Construction Management. The extent of the Degree Thesis is in total 10 ECTS

A comparison was made between the most used materials, wood and steel, for frameworks in hall constructions. The purpose of comparing wood and steel was to gain a better knowledge about to which purposes the materials are most suitable, to be able to offer the clients the best alternative when building hall constructions. The focus lied on four materials: glulam, laminated veneer lumber (LVL), HEA-beams and IPE-beams. A search for facts was made through reliable sources, both on the Internet and through Pictures and figures from the searches and interviews were inserted in the text to give a clearer picture of the subject that was discussed. Parts of the interviews were also included in the text, to answer questions clarifying the distinctions between wood and steel.

The results indicate that there is neither clear advantages nor disadvantages with either of the materials. The use of wood has increased, mainly because the environment benefits from building sustainable constructions. The purpose of the hall construction is however important when choosing between wood and steel. Steel is used in many bigger hall constructions, like industry halls, warehouses etc. Long spans and high ceilings make steel a good choice for bigger constructions. Both materials are nevertheless developed, and they fill the requirements of today e.g. regarding fire protection. Both wood and steel are workable materials regarding hall constructions, and it appears that it is up to the client to choose between the two materials – wood or steel, depending on what suits the construction best

Language: Swedish

Key words: Wood, Steel, Hall construction

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Uppgift.....	1
1.2	Bakgrund	1
1.3	Syfte	1
2	Trästomme.....	2
3	Träkonstruktionstyper.....	2
3.1	Limträ.....	2
3.2	Kerto (LVT)	5
3.2.1	Kerto-S	6
3.2.2	Kerto-Q	7
3.2.3	Kerto-T.....	8
3.3	Fackverkstakstolar i trä	9
4	Allmänt om stålstomme.....	9
5	Stålkonstruktionstyper	13
5.1	IPE-balk.....	13
5.2	HEA-balk.....	13
5.3	HEB- och U- balkar.....	14
5.4	Konstruktionsrör.....	15
5.5	Fackverk av stål.....	17
6	Brandsäkerhet.....	18
6.1	Brandklasser	18
7	Intervjuer.....	18
7.1	Intervjuade personer	18
8	Jämförelse - Stål eller trä till stomme?	20
9	Sammanfattning.....	20
	Källförteckning	21

1 Inledning

1.1 Uppgift

Detta examensarbete handlar om en jämförelse mellan två mycket använda byggmaterial inom byggnadsbranschen; trä och stål. Jag har sökt information om båda materialen, främst för att ta reda på vilket av materialen passar bäst till hallbyggen. Min frågeställning är ”Har det betydelse vilket material som används till vilket ändamål”. Jag koncentrerar mig på de mest använda produkterna: limträ, kerto, HEA-balk och IPE-balk. Jag presenterar materialens egenskaper, hur de tillverkas, till vilken brandklass de hör etc. Arbetet för även fram åsikter av byggföretag inom branschen, hur de tänker, använder materialen och hur mycket teorin stämmer med verkligheten. Detta gör jag genom intervjuer.

1.2 Bakgrund

Idén till detta ämne för examensarbete fick jag från min nuvarande arbetsplats byggföretaget Ab Petter&Holm Oy. Företaget är för det mesta aktivt i Åbolands skärgård men har även projekt i Norge, Estland och andra delar av Finland. Jag har jobbat flera somrar och även utfört flera praktiker hos dem. Företaget har planerat att bygga en hall med trästomme. Hallen skulle användas som förvaring av byggmaterial, verktyg, bilar etc. Men av olika orsaker måste hallprojektet skjutas upp. Tanken var att jag skulle rita och planera hela hallprojektet. Detta medförde ändringar i mitt slutarbete.

1.3 Syfte

Syfte är att komma fram till vilket av materialen lämpar sig bäst för ett hallbygge.



Figur 1 Stålhall (John Sundblom, 2015)

2 Trästomme

Trä är ett väldigt gammalt byggmaterial och även vårt viktigaste inom byggbranschen. Trä används både interiört och exteriört. Med tiden har det kommit andra byggmaterial och trä har kanske använts mest till mindre byggnader. Efterfrågan på träprodukter har ökat tack vare folk har blivit mer miljömedvetna. Trä som byggmaterial är väldigt mångsidigt och en förnybar råvara, att framställa det kräver inte mycket energi och ger inte höga utsläpp av koldioxid.

Även om man förknippar träbyggandet med mindre byggnader har man ända sedan mitten av 1990-talet använt trä i byggandet av idrottshallar, parkeringshus, flervåningshus (se figur 2) och vägbroar.



Figur 2 Flervåningshus med trästomme, (Svenskt trä,a 2015)

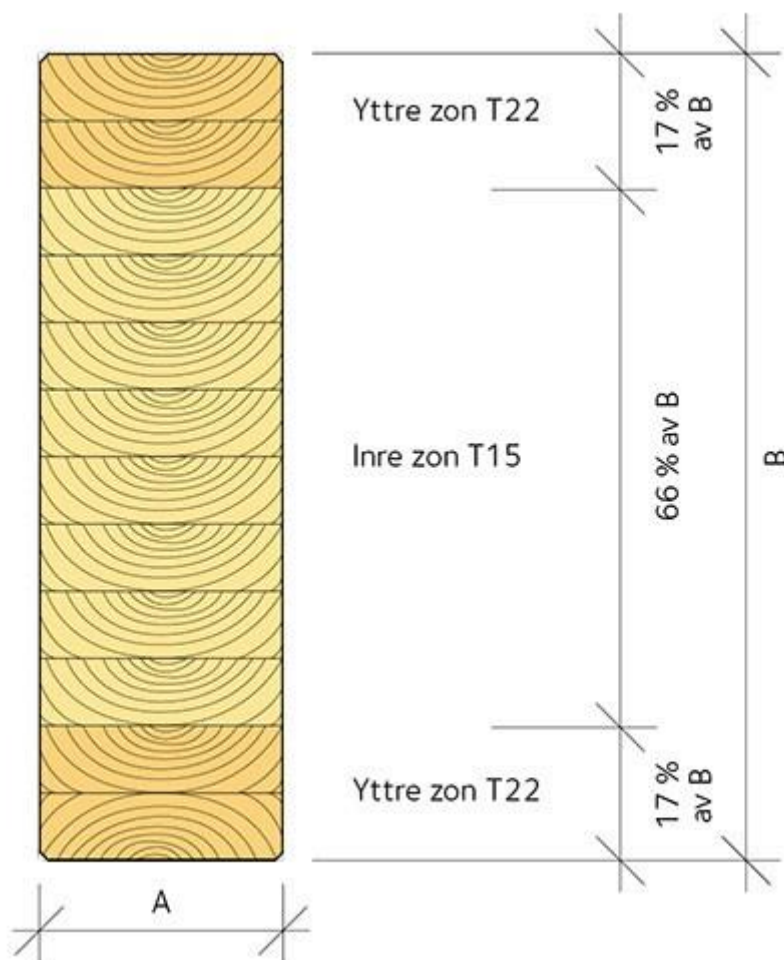
För att en byggnad skall kallas träbyggnad bör stommen vara av trä och inte bara fasaden. Byggnader som har till exempel stommen av stål och ytterbeklädnaden av trä klassas som stålkonstruktion. (Svenskt trä a, 2015)

3 Träkonstruktionstyper

3.1 Limträ

Limträ är ett konstruktionsmaterial som är tillverkat under kontrollerade former. Det är vanligt och användbart, både utomhus och inomhus. Med limträ menar man lameller av trä som är ihop limmade med speciallim som fyller krav enligt standard. Vid användning av limträ utomhus är det viktigt att det skyddas från regn. Limträ finns i olika storlekar med tanke på användningsändamål. Om limträprodukten skall vara rak är lamelltjockleken 45 mm och är den böjd är lamelltjockleken 33 mm.

Lameller av högre hållfasthetsklass används där det uppstår maximala dragpåkänningar och tryckpåkänningar och där påfrestningen är mindre används lameller av lägre hållfasthetsklass. Detta åskådliggörs i figur 3 nedan. Metoden att kombinera högre och lägre hållfasthetsklasser av lameller så kallas för kombinerat limträ, och detta betecknas med bokstaven C som står för engelska ordet combined. Med denna metod utnyttjar man så mycket som möjligt av materialet, istället för att bara använda material av samma lamell hållfasthetsklass. Om limträ tillverkas av lameller med samma hållfasthetsklass betecknas det med efterhållfasthetsbeteckningen H, H står för homogent. (Svenskt trä b, 2015)



Figur 3 Bild på tvärsnitt av kombinerat limträ (Svenskt trä b, 2015)

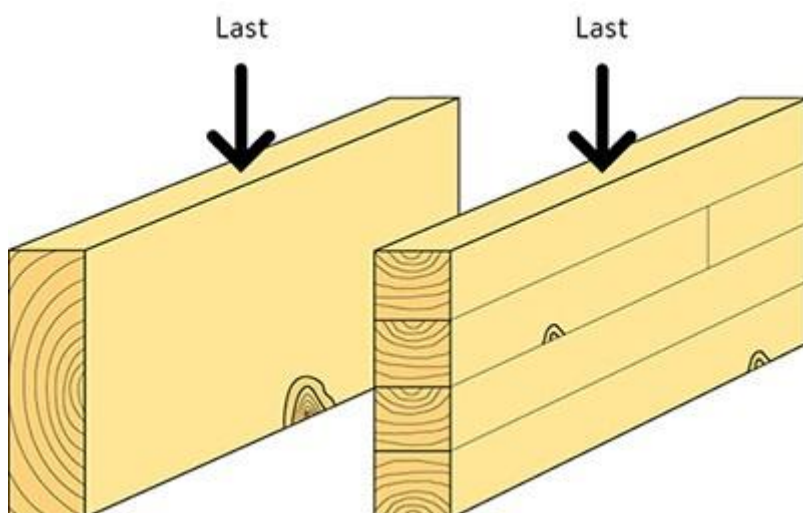
Limträ delas upp i fyra olika hållfasthetsklasser (figur 4)

- GL 30 h (homogent)
- GL 30 c (kombinerat)
- GL 28 hs (homogent klyvsågat limträ)
- GL 28 cs (kombinerat klyvsågat limträ)

Limträelement	Hållfasthetsklass
$b \geq 90h < 180$ (upp till tre lameller)	GL30h
$b \geq 90h \geq 180$ (fyra lameller eller fler)	GL30c
$b < 90h < 180$ (upp till tre lameller)	GL28hs
$b < 90h \geq 180$ (fyra lameller eller fler)	GL28cs

Figur 4 Limträets hållfasthetsklasser (Svenskt trä b, 2015)

Tack vare lamelleringsseffekten, det vill säga limträets ihop limmade lameller, är limträ styvare och starkare än samma dimensionerat massivt virke. Varje enskild lamell bidrar med olika styrkor, det här betyder att risken är minimal att bristfälliga lameller hamnar i samma skärning. Om man jämför limträ med massivt virke i samma dimension (figur 5) räcker det med endast en kvist för att göra virket svagt, det får en svag punkt för påfrestning.



Figur 5 Skillnaden på limträ och massivt virke beträffande påfrestning. (Svenskt trä b, 2015)

Tillverkningen av limträ sker industriellt och tack vare den mycket noggrant gjorda fingerskarvstekniken så kan man uppnå ofattbara längder av hållbart virke. Även om man kan tillverka i princip hur långa längder som helst så är 30 m det maximala som tillverkas. Detta på grund av att det krävs speciallov för att transportera långa längder och så måste man också ha rätta transportmedel. Istället så planeras konstruktionerna så att man kan skarva efter behov.

Eftersom limträ tillverkas i ganska massiva dimensioner så uppfyller de automatiskt de normala brandskyddskraven som ställs. Vid brand bildas det ett så kallat skyddsskikt av kol

som gör att limträet bibehåller sin bärförmåga, medan oskyddat stål inte gör det, figur 6. (Svenskt trä b, 2015)



Figur 6 Skillnaden på bärförmåga mellan limträ och oskyddat stål. (Svenskt trä b, 2015)

3.2 Kerto (LVT)

Kerto är ett material som används mycket till renoveringsarbeten eller reparationer samt till nybyggnation. Kerto, eller *laminated veneer lumber* som det heter på engelska, tillverkas av svarvade 3 mm tjocka fanerbitar som limmats ihop med varandra. Detta gör att kerto har ett stort användningsområde. Man kan använda det till väldigt mycket, t.ex. som balkar, regler, fackverk och komponenter i tak, väggar, golv etc. Kerto finns i många olika dimensioner (figur 7). Tack vare det homogena material som limmats ihop gör att kerto är ett väldigt starkt material och dimensionsstabil, vilket gör att det inte finns någon risk att materialet skulle böja eller vrida sig. Alla kerto produkter är certifierade av Finlands byggbestämmelser VTT, nr184/03 och är CE-märkta. Kerto indelas i tre huvudgrupper enligt användningsområde: kerto-S, kerto-Q och kerto-T. (Metsäwood, 2015)



Figur 7 Kerto utseende för balkar och vägg stolpar. (Nicewood OY, 2014)

3.2.1 Kerto-S

God egenskap hos Kerto-S är att fibrerna i alla lamellskikt går längs med balken. Vilket gör att den kan sågas längs med fibrerna och sedan kapas enligt önskat mått av kunden. Kerto-S är väldigt stabilt, måttnoggrant och hållbart. Vid konstruktioner där man önskar långa spännvidder och minsta möjliga nedböjning är kerto-S det bästa alternativet. Kerto-S passar bra till byggande av olika takformer, och också till regler samt avväxlingar och bjälklag. Av kerto-S finns den flera standardstorlekar (figur 8). (Metsäwood, 2015)

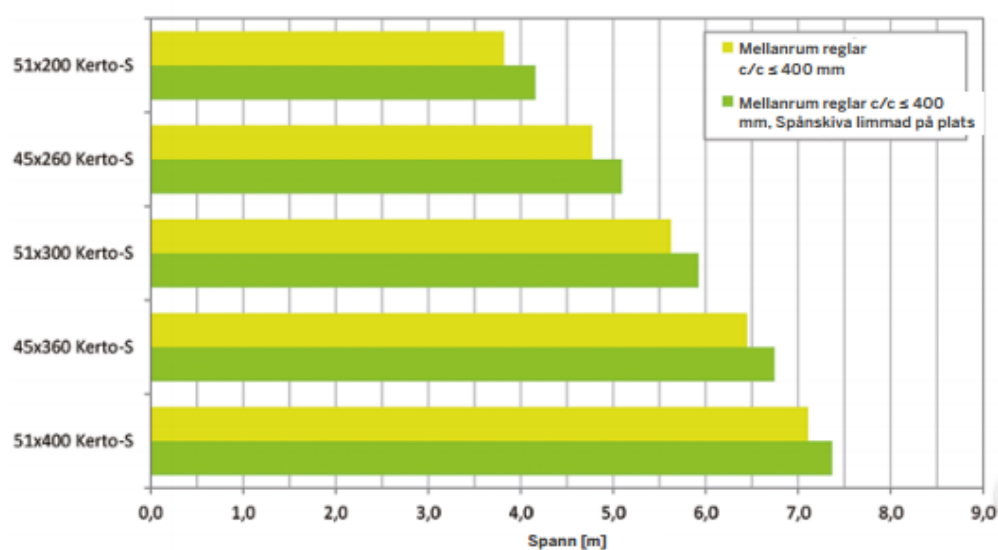
KERTO-S: STANDARDSTORLEKAR

TJOCKLEK (mm)	HÖJD (mm)									
	200	225	260	300	360	400	450	500	600	
27	•	•								
33	•	•	•							
39	•	•	•	•						
45	•	•	•	•	•					
51	•	•	•	•	•	•				
57	•	•	•	•	•	•	•			
63	•	•	•	•	•	•	•	•		
75	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Figur 8 Kerto-S standardstorlekar (Metsäwood, 2015)

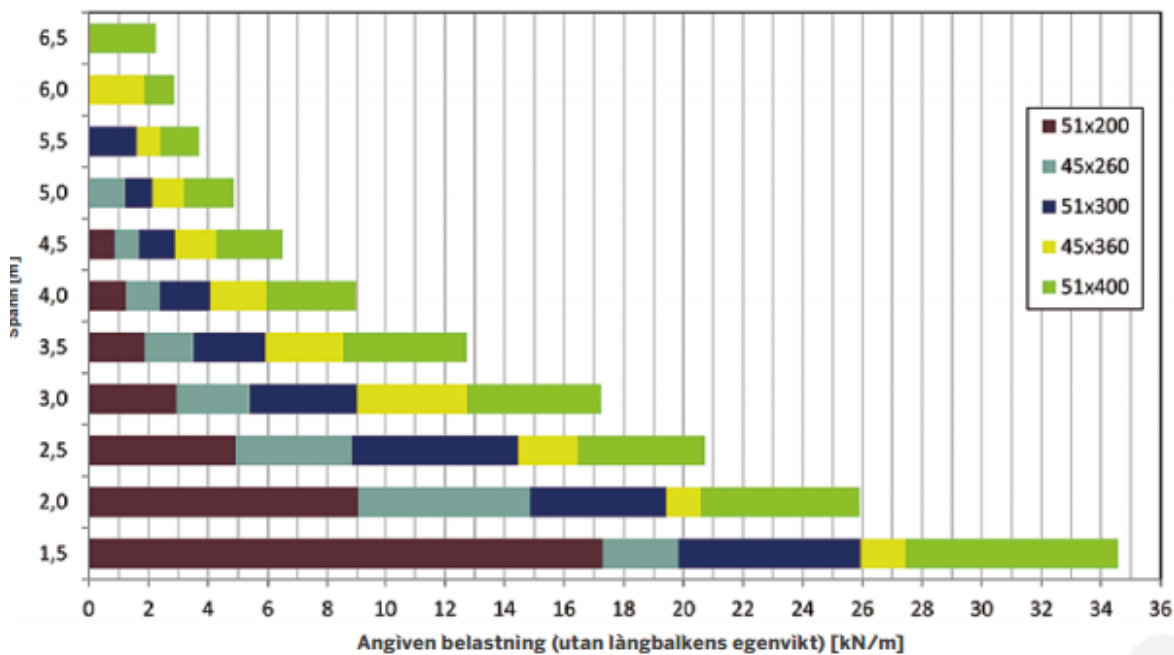
Vid val av långbalk eller golvreglar så är det viktigt att man väljer rätt dimension att den håller spännvidden och belastningen (figur 9 och figur 10).

MÅTTFIGUR FÖR KERTO-S-GOLVREGEL



Figur 9 Måttfigur för kerto-S golvregel hurdana spännvidder de klarar av. (Metsäwood, 2015)

MÄTTFIGUR FÖR KERTO-S LÅNGBALK



Figur 10 Måttfigur för Kerto-S långbalk hurudan belastning den klarar av. (Metsäwood, 2015)

3.2.2 Kerto-Q

Kerto-Q används vid byggande av konstruktioner som kräver förstyrkning och ordentlig bärförmåga. Medan Kerto-S lamellerna är limmade i samma riktning är Kerto-Q lamellerna korslimmade. Det betyder att en femtedel är limmade korsvis (figur 11). Denna limteknik gör att Kerto-Q är styvare än Kerto-S och böjstyrkan förbättras. Vid användning av Kerto-Q som balk förminskas risken av skjuvbrott. Med val av rätt tjocklek på Kerto-Q uppnår man gott brandmotstånd. Kerto-Q har samma standardbredder som Kerto-S, men har även tillgängliga dimensioner på bredden som 900, 1200, 1800 och 2500mm. Dimensionen på tjockleken är mellan 21mm och 75mm med 6mm steg. (Metsäwood, 2015)

KERTO-Q: FANERKONSTRUKTION

TJOCKLEK (mm)	Antal	Fanerkonstruktion
21	7	I-III-I
21	7	II-I-II
24	8	II-II-II
27	9	II-III-II
30	10	II-III-III-II
33	11	II-III-III-II
39	13	II-III-III-II
45	15	II-III-III-II
51	17	II-III-III-II
57	19	II-III-III-II
63	21	II-III-III-II
69	23	II-III-III-II
75	25	II-III-III-II

I = faner i längsgående riktning mot skivans riktning
 - = faner som löper på tvären mot skivans riktning

Figur 11 Kerto-Q fanerkonstruktion (Metsäwood, 2015)

3.2.3 Kerto-T

Kerto-T kan användas till både bärande och inte bärande väggar, för ytterväggar samt innerväggar. Dimensionerna av Kerto-T som används mest är 39-63mm på tjockleken, 0-200mm på bredden och 0-12m på längden (figur 12). Kerto-T är väldigt lik Kerto-S men faneren som används är lättare. Kerto-T är rak och dimensionerna är exakt lika som Kerto-S. När man bygger höga väggar med hjälp av Kerto-T får man raka och hållbara väggar, vilket sedan underlättar senare arbetsskeden så som montering av gipsskivor, panelande etc. (Metsäwood, 2015)

KERTO-T: TYPSTORLEKAR

TJOCKLEK	BREDD	LÄNGD
främst 39–63 mm	främst < 200 mm	främst <12 m

Figur 12 Kerto-T typstorlekar (Metsäwood, 2015)

3.3 Fackverkstakstolar i trä

Vanliga bärverk för tak är fackverk tillverkade av konstruktionsvirke eller ibland av limträ. Fackverken är uppbyggda på olika sätt beroende på storleken. Vid mindre fackverk spikas fackverkstängerna ihop på byggplatsen eller så sammanfogas de med spikplåt på fabriken. Fackverk som är större sammanfogas med knutplåtar antingen med spik eller skruv. Man använder fackverk där spännvidden för bjälklag överskrider 5 m. Det finns flera olika former på fackverk beroende på användningssyfte.

Raka fackverksbalkar förekommer då spännvidden är mindre än 25 m och höjden ca en tiondedel av spännvidden. Fackverken placeras med centrumavstånd 4–10 m och vid mindre byggnader är det 1,2 m.

Pulpetformade fackverk används till byggnader med spännvidd mindre än 20 m och höjden väljs på samma sätt som raka fackverksbalkar, alltså en tiondedel av spännvidden. Lutningen varierar mellan 3° och 14° på överarmen, är lutningen över 10° så finns det flera valmöjligheter vid gällande taktäckningar. Centrumavstånd på pulpetformade fackverk är 1,2 m.

Sadelformade fackverk uppbyggda med konstruktionsvirke används då spännvidden är mindre än 25 m och lutningen större än 14° , för det mest 27° . Inre stängerna i fackverket formar ett W eller om spännvidden är större ett WW. Traditionellt placeras fackverken på mindre byggnader med centrumavstånd 1,2 m.

Fackverk av limträ används då spännvidden är stor och utformas som parallellfackverk. Fördelar med att använda fackverk är att underarmen och överarmen gör att önskad takform är möjlig. (Svenskt trä c, 2014)

4 Allmänt om stålstomme

Stålstommar används för det mesta till byggande av industri- och hallbyggnader, men även till mindre konstruktioner så som egnahemshus men mera sällan. Hallbyggnader kan vara allt från enkla konstruktioner som industri- och lagerlokaler till lite mer krävande konstruktioner som idrottshallar. Om kunden önskar att det skall vara långa spännvidder så är stålstomme den bästa lösningen. Det går relativt snabbt att bygga stålhallar, tack vare välutvecklade systemlösningar och komponenter som nuförtiden är lätthanterade.

Vid byggandet av stålstommar består stommen för det mesta av stålbalkar och stålpelaren. Oftast är stålpelarna som används av profilerna IPE eller HEA och de är oftast valsade och utrustade med fot- och toppplåt. Svetsade balkar används i hallar där det förekommer transportbanor och krav på hög bärförmåga. (Stålbyggnadsinstitutet a, 2014)

Under alla år som byggindustrin använt stål har man testat olika profiler och därmed upptäckt både för- och nackdelar med dem. Detta har lett till att man standardiserat stålbalkar och -pelaren. Det finns nu färdiga standardbalkar i vissa längder och dimensioner som uppfyller normerna. De standardbalkar som tillverkas på lager är varmvalsade I-, H- och U-balkar. Specialtillverkade balkar som är svetsade tillverkas även på beställning, de kan i princip tillverkas i hurudan form som helst. (BE Group a, 2014)

Att jobba med stål kräver skild kunskap av både byggarbetarna och arbetsledarna. Krav som ställs på arbetsledning och stålentreprenörer är att man uppfyller vissa kompetenskrav. Kompetenskraven är personliga och är i kraft i sju år. I Finland är det FISE OY, ett företag inom byggnads-, VVS- och fastighetsbranschen, som fastställer och utvecklar personkompetenser. De har ett kompetensregister och en byggfelsbank med information om korrigeringsmetoder i enlighet med god byggnadssed och också information om dåliga konstruktionslösningar. (FISE OY, 2016)

Det mest krävande arbetet inom metallindustrin är svetsning, det är viktigt att svetsarbetet håller hög kvalitet. Svetsaren bör därför med jämna mellanrum gå olika kompetenskurser för att hålla sig uppdaterad och vara behörig för olika svetsarbeten. Det finns fem olika kompetensprov som en svetsare borde genomföra för att ha rättighet att svetsa CE-märkta konstruktioner som kommer från fabriken. Kompetensen för stålarbeten framgår i standarden SFS-EN 287-1 och för aluminium SFS-EN ISO 9606-2. (A9 Hitsajaan pätevyyskokeet, 2016)

En av personerna jag intervjuade (John Sundblom, jobbar som site manager på Ruukki) berättade till mig att när de anländer till ett bygge är alla förarbeten gjorda, de kan genast sätta igång med deras arbete. Till exempel vid hallbyggen är förbultarna ingjutna i betongen där pelarna kommer (se figur 13).



Figur 13 Stålpelare på plats vid ett hallbygge. (foto John Sundblom, 2015)

Ruukki stil på byggande är att de försöker att svetsa så lite som möjligt på bygge på grund av att det tar för lång tid. Det vill säga att allt svetsas så långt som möjligt på fabriken och sedan använder de sig av bultförband för att koppla samman fackverk, se bilderna nedan.



Figur 14 Bilden till vänster är färdigt svetsade fackverk från fabriken och bilden till höger är ett bultförband som de (Ruukki) använder. (foto John Sundblom, 2015)

På bilden nedan visas att man med stål kan uppnå massiva höjder och konstruktioner. Pelarna är 30 m höga och 300mm x 500mm grova. Man använder balkar som takstolar istället för fackverk. (John Sundblom, 2017)



Figur 15 Kyllager av stål. (foto John Sundblom, 2015)



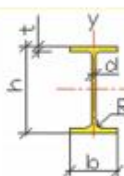
Figur 16 Med denna bild vill jag få fram hur stort bygge det är frågan om, jämför med byggarna nere till höger. (foto John Sundblom, 2015)

5 Stålkonstruktionstyper

5.1 IPE-balk

IPE (Europa profil I) balkens form ser ut som ett I eller som ett H som fallit omkull. Den synliga skillnaden mellan IPE balk och HEA balk är att IPE balkens liv är längre än överflänsen och underflänsen. IPE balken används ofta i sådana fall då balken skall byggas in i en vägg. Med hjälp av tabellen nedan (figur 17) kan man lätt räkna ut balkens egenvikt, böjning i x-led och y-led, vridning etc. (BE Group a, 2014)

IPE balk



IPE-BALK
Stålsort: S275JR, S355JO

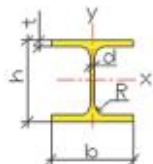
Dim	Vikt och ytor		Mått				Böjning i x-led				Böjning i y-led				Vridning				Värmning							
	G kg/m	F m ² /m	A mm ²	A _{fl} mm ²	h mm	b mm	t mm	d mm	R mm	I _x mm ⁴ *10 ⁶	W _x mm ³ *10 ³	Z _x mm ³ *10 ³	I _y mm ⁴ *10 ⁶	W _y mm ³ *10 ³	Z _y mm ³ *10 ³	I _y mm ⁴ *10 ⁶	K _y mm ⁴ *10 ⁶	W _y mm ³ *10 ³	Z _y mm ³ *10 ³	C Nmm ² *10 ⁶	K _w mm ⁴ *10 ⁶	W _w mm ³ *10 ⁶	Z _w mm ³ *10 ⁶	C _w Nmm ² *10 ¹⁵	k mm ² *10 ⁻²	
80	6.8	0.328	264	264	80	46	5.2	3.8	5	0.801	20.0	22.2	32.4	0.085	3.69	5.82	10.5	0.0070	1.35	1.91	0.57	0.118	0.137	0.218	0.0248	4.78
100	8.1	0.400	1032	363	100	55	5.7	4.1	7	1.710	34.2	39.4	40.7	0.159	5.79	9.15	12.4	0.0121	2.12	2.89	0.98	0.351	0.271	0.431	0.0738	3.64
120	10.4	0.475	1321	472	120	64	6.3	4.4	7	3.178	53.0	60.7	49.0	0.277	8.45	13.6	14.5	0.0174	2.76	3.96	1.41	0.890	0.489	0.772	0.187	2.75
140	12.9	0.551	1643	593	140	73	6.9	4.7	7	5.412	77.3	88.3	57.4	0.449	12.3	19.2	16.5	0.0245	3.55	5.28	1.98	1.98	0.816	1.28	0.416	2.18
160	15.8	0.623	2009	726	160	82	7.4	5.0	9	8.693	109	124	65.8	0.683	16.7	26.1	18.4	0.0320	4.89	7.04	2.93	3.96	1.27	1.99	0.821	1.88
180	18.8	0.698	2395	869	180	91	8.0	5.3	9	13.17	146	166	74.2	1.009	22.2	34.6	20.5	0.0400	6.00	8.91	3.89	7.43	1.90	2.98	1.56	1.58
200	22.4	0.768	2848	1025	200	100	8.5	5.6	12	19.43	194	221	82.6	1.424	28.5	44.6	22.4	0.0702	8.26	11.6	5.69	13.0	2.71	4.27	2.73	1.44
220	26.2	0.848	3337	1189	220	110	9.2	5.9	12	27.72	252	285	91.1	2.049	37.3	58.1	24.8	0.0910	9.89	14.4	7.37	22.7	3.91	6.12	4.76	1.24
240	30.7	0.922	3912	1366	240	120	9.8	6.2	15	38.92	324	367	99.7	2.836	47.3	73.9	26.9	0.129	13.2	18.5	10.4	37.4	5.41	8.51	7.85	1.15
270	36.1	1.04	4594	1647	270	135	10.2	6.6	15	57.90	429	484	112	4.199	62.2	97.0	30.2	0.160	17.7	22.3	13.0	70.6	8.05	12.6	14.8	0.935
300	42.2	1.16	5381	1978	300	150	10.7	7.1	15	83.56	557	628	125	6.038	80.5	125	33.5	0.201	18.9	27.2	16.4	126	11.6	18.1	26.4	0.787
330	49.1	1.25	6261	2303	330	160	11.5	7.5	18	117.7	713	804	137	7.881	98.5	154	35.5	0.283	24.6	34.4	22.9	199	15.6	24.5	41.8	0.740
360	57.1	1.35	7273	2677	360	170	12.7	8.0	18	162.7	904	1020	150	10.43	123	191	37.9	0.375	29.5	43.1	30.4	314	21.2	33.2	65.9	0.679
400	66.3	1.47	8446	3208	400	180	13.5	8.6	21	231.3	1160	1310	165	13.18	146	229	39.5	0.514	38.1	54.0	41.6	490	28.2	44.3	103	0.636
450	77.5	1.61	9882	3956	450	190	14.6	9.4	21	337.4	1500	1700	185	16.76	176	276	41.3	0.671	46.0	67.0	54.4	791	38.2	60.2	166	0.572
500	90.7	1.74	11550	4774	500	200	16.0	10.2	21	482.0	1930	2190	204	21.42	214	336	43.1	0.897	56.1	84.0	72.7	1250	51.6	81.3	262	0.526
550	106	1.88	13440	5723	550	210	17.2	11.1	24	671.2	2460	2790	223	26.68	254	401	44.5	1.24	72.1	106	100	1890	67.4	107	396	0.504
600	122	2.01	15600	6744	600	220	18.0	12.0	24	920.8	3070	3510	243	33.87	308	486	46.6	1.66	87.4	133	134	2850	89.0	141	598	0.474

Figur 17 IPE-Balk utseende, tabell på dimensioner, egenvikter etc. (Stålbyggnadsinstitutet b, 2014)

5.2 HEA-balk

HEA (Europeisk bredflänsprofil A) balk har helt klart bredare fläns jämfört med IPE-balken. HEA-profilen väger förstås lite mera än IPE-profilen men har sen igen betydligt bättre vridstyvhet. Tack vare HEA-profilens hållbara motståndskraft mot knäckning så kan den även användas som pelare. (BE Group a, 2014)

HEA balk



HEA-BALK
Stålsort: S275JR, S355JO

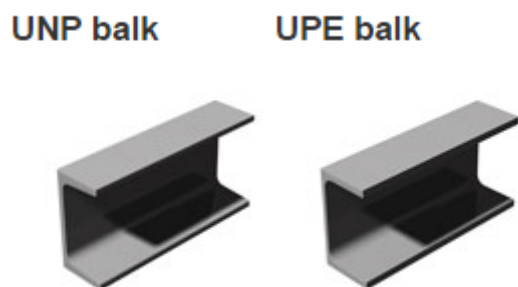
Dim	Vikt och ytor				Mått				Böjning i x-led				Böjning i y-led				Vridning				Vänning					
	g/kgm	m ² /m	A mm ²	A _{fl} mm ²	h mm	b mm	t mm	d mm	R mm	I _x mm ⁴ *10 ⁶	W _x mm ³ *10 ³	Z _x mm ³ *10 ³	I _y mm ⁴	I _y mm ⁴ *10 ⁶	W _y mm ³ *10 ³	Z _y mm ³ *10 ³	I _z mm ⁴	C mm ³ *10 ⁶	I _p mm ⁴ *10 ⁶	W _p mm ³ *10 ⁶	Z _p mm ³ *10 ⁶	C _p mm ³ *10 ⁶	k mm ⁻¹ *10 ⁻³			
100	16,7	0,561	2124	400	96	100	8,0	5,0	12	1.492	72,8	83,0	424	1,33	26,8	41,1	25,1	0,0526	6,57	8,80	4,26	3,58	1,17	1,81	0,542	2,80
120	19,9	0,677	2534	490	114	120	8,0	5,0	12	4.062	106	119	489	2,31	39,5	58,9	30,2	0,0602	7,32	10,3	4,88	4,47	2,04	3,12	1,26	1,89
140	24,7	0,794	3142	628	132	140	8,5	5,5	12	10.33	155	172	573	3,89	55,6	84,8	35,2	0,0816	9,60	13,4	6,61	5,51	3,46	5,28	2,16	1,45
160	30,4	0,956	3877	804	152	160	9,0	6,0	15	16,72	220	245	657	6,16	76,9	118	39,8	0,122	12,7	18,0	9,96	7,14	5,49	8,41	4,60	1,22
180	35,5	1,02	4535	912	171	180	9,5	6,0	15	25,10	294	325	745	9,25	102	156	45,2	0,149	15,7	21,6	12,1	60,2	8,28	12,6	12,6	0,977
200	42,3	1,14	5382	1105	190	200	10,0	6,5	18	36,92	389	429	828	13,26	124	204	49,8	0,211	21,1	27,7	17,1	108	12,0	18,2	22,7	0,868
220	50,5	1,26	6434	1314	210	220	11,0	7,0	18	54,10	515	568	917	19,55	178	271	55,1	0,286	26,0	35,7	22,2	192	17,7	26,9	48,6	0,756
240	60,7	1,37	7684	1545	230	240	12,0	7,5	21	77,43	675	745	101	27,69	221	352	60,0	0,417	34,7	47,0	32,8	228	25,1	38,2	69,0	0,700
260	68,2	1,48	8682	1688	250	260	12,5	7,5	24	104,5	826	920	110	36,68	282	430	65,0	0,526	42,1	55,9	42,6	316	32,4	51,1	158	0,627
280	76,4	1,60	9726	1952	270	280	13,0	8,0	24	136,7	1010	1110	119	47,62	340	518	70,0	0,624	48,0	64,5	50,5	395	42,7	66,6	165	0,554
300	86,3	1,72	11250	2227	290	300	14,0	8,5	27	182,6	1260	1380	127	62,10	421	641	74,9	0,856	61,1	81,0	69,2	500	58,0	88,5	252	0,525
320	97,6	1,76	12440	2511	310	320	15,0	9,0	27	229,2	1480	1620	136	80,85	466	710	74,9	1,08	69,7	97,0	87,5	510	68,5	105	318	0,525
340	105	1,79	13250	2822	330	340	16,5	9,5	27	276,9	1680	1850	144	94,26	496	756	74,6	1,28	77,6	109	104	520	77,6	118	382	0,520
360	112	1,82	14280	3150	350	360	17,5	10,0	27	320,9	1890	2090	152	108,87	526	802	74,2	1,49	85,1	123	121	530	87,2	132	457	0,514
400	125	1,91	15900	3872	390	400	19,0	11,0	27	450,7	2310	2540	168	165,64	571	872	72,4	1,90	100	146	154	590	106	162	618	0,499
450	140	2,01	17800	4577	440	450	21,0	11,5	27	627,0	2900	3220	189	244,5	621	966	72,9	2,45	127	176	198	620	122	202	871	0,477
500	155	2,11	19750	5208	490	500	23,0	12,0	27	869,6	3550	3950	210	342,7	671	1060	72,4	3,10	135	208	251	640	161	247	1190	0,460
550	166	2,21	21180	6150	540	550	24,0	12,5	27	1119	4150	4620	230	468,2	721	1110	71,2	3,52	147	229	286	710	186	286	1510	0,425
600	178	2,31	22650	7020	590	600	25,0	13,0	27	1412	4790	5250	250	622,7	771	1160	70,2	3,99	160	252	322	890	212	326	1890	0,414
650	190	2,41	24160	7920	640	650	26,0	13,5	27	1752	5470	6140	269	812,2	792	1200	69,7	4,50	172	275	364	1100	239	370	2220	0,397
700	204	2,50	26250	9222	690	700	27,0	14,5	27	2152	6240	7020	288	1028	812	1260	68,4	5,15	181	305	417	1340	269	417	2800	0,386
800	224	2,70	28580	11010	790	800	28,0	15,0	30	3024	7680	8700	326	126,4	842	1310	66,5	5,99	214	344	485	1830	320	500	3840	0,355
900	252	2,90	32050	12980	890	900	30,0	16,0	30	4221	9480	10800	362	155,5	902	1410	65,0	7,29	246	402	599	2500	387	608	5240	0,328
1000	272	3,10	36680	15210	990	1000	31,0	16,5	30	5528	11200	12800	400	190,0	924	1470	63,0	8,25	286	442	668	32100	446	702	6740	0,315

Figur 18 HEA-Balk, tabell på dimensioner, egenvikter etc. (Stålbyggnadsinstitutet c, 2014)

5.3 HEB- och U- balkar

Sen finns det en hel del andra varianter av profiler som HEB-balk, UNP-balk och UPE-balk. HEB (Europeisk bredflänsprofil B) balken är uppbyggd på helt samma sätt som HEA-balken formmässigt. Den är bara lite grövre och har en egen vikt som är högre. Den används till samma platser som HEA-balken men till sådana konstruktioner där HEA-profilens dimension inte räcker till eller uppnår de krav som ställs. Vanligaste lagerstandarderna är HEB 100mm-600mm och längden mellan 10,1m-18,1m

Det finns två sorters U-balkar, UPE (Europeisk-profil U) och UNP (Normal-profil U), de påminner utseendemässigt IPE-balken bara att ena sidans flänsar är borta. De används oftast i samband med skruvförband för att på grund av den släta sidan utan flänsarna så är det lätt att skruva fast den i andra konstruktioner, som exempel en pelare. (BE Group a, 2014)


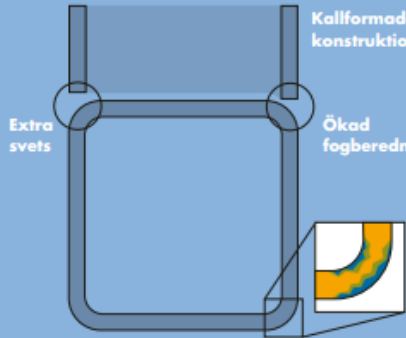


Figur 19 UNP-Balk och UPE-Balk. (BE Group a, 2014)

5.4 Konstruktionsrör

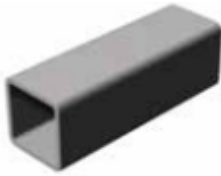
Konstruktionsrör är konstruktionselement som används vid svetsade stålkonstruktioner där de bärande elementen blir synliga. De används för det mesta som pelaren.

Konstruktionsrören formas i varmt eller kallt tillstånd, detta gör att man bör beakta vid val av dimensioneringen av profilen (Se figur 20). De vanligaste hålprofilerna är de fyrkantiga VKR och KKR och de runda VCKR och KCKR. (Be Group b, 2014)

SKILLNADER MELLAN VKR OCH KKR	
<p>Varmformade konstruktionsrör</p> 	<p>Kallformade konstruktionsrör</p> 
<p>VKR EN 10210</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formade vid normaliseringstemperatur • Distinkta hörn med snäv radie (normalt $0,5-2,0 \times T$) • Likstora profiler kan anslutas utan fogberedning • Homogen materialstruktur • Inga svetsbegränsningar i hörnen • Obetydliga restspänningar • Formstabil vid svetsning och varmgalvanisering • Tydlig sträckgräns, högre lastbärande förmåga • Grövre ytfinish • Högre pris 	<p>KKR EN 10219</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formade vid rumstemperatur • Större hörnradie ($1,6-3,6 \times T$) • Likstora profiler kräver fogberedning före anslutning • Varierande materialstruktur • Svetsbegränsningar i hörnen • Vissa kvarvarande restspänningar • Kan slå sig vid svetsning och varmgalvanisering • Ingen tydlig sträckgräns, lägre lastbärande förmåga • Finare ytfinish • Lägre pris

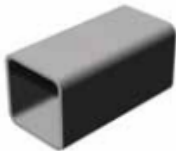
Figur 20 Skillnaden på varmt formade och kallt formade konstruktionsrör (Be Group b, 2014)

VKR betyder Varmformade KonstruktionsRör. VKR är den vanligaste rörprofilen och finns i svetsat eller sömlös form. (Be Group b, 2014)



Figur 21 Bild på VKR. (Be Group b, 2014)

KKR står för Kallformade KonstruktionsRör. De är kvadratiska eller rektangulära och formade vid rumstemperatur vilket ger hålprofilerna en kallstukad struktur i hörnen, som man måste utforma med större radie för att undvika att sprickor bildas. (Be Group b, 2014)



Figur 22 Bild på KKR (Be Group b, 2014)

VCKR står för Varmformade Cirkulära KonstruktionsRör. Dessa rör används då bärande konstruktioner är synliga och utseendet är viktigt. Arkitekter gillar cirkulära rören, och man använder dem också vid brokonstruktioner när man vill ha lite modernare design. (Be Group b, 2014)



Figur 23 Bild på VCKR (Be Group b, 2014)

KCKR står för Kallformade Cirkulära KonstruktionsRör. Dessa används på samma sätt som VCKR. Skillnaden mellan VCKR och KCKR är mindre än den mellan VKR och KKR, men om man behöver ett spänningsfritt rör ska man välja VCKR. (Be Group b, 2014)

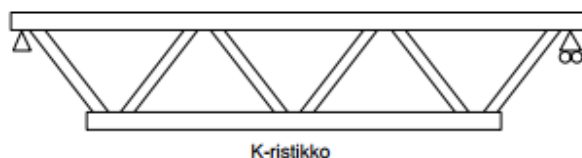


Figur 24 Bild på KCKR (Be Group b, 2014)

5.5 Fackverk av stål

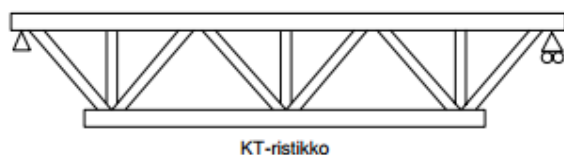
Fackverken består av raka och sneda stänger, och så som fackverken av trä, finns det också olika former beroende på användningssyfte. De vanligaste fackverken är K-, KT- och N-fackverk. (Rautaruukki, 2012)

K-fackverk används vid långa spännvidder, lasterna blir då förflyttade till fackverkets fastsättningspunkter. Antalet stavar är lågt och glest placerade vilket gör att det är lätt att få genomföringar monterade. Övre ramens knäckningslängd är stor jämfört med andra fackverk detta kan leda till att man behöver ett tyngre övre spann för att förhindra knäckning. (Rautaruukki, 2012)



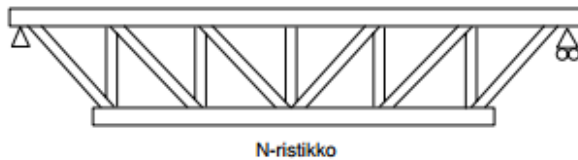
Figur 21 Bild på K-fackverk. (Rautaruukki, 2012)

KT-fackverket har bättre hållbarhet än K-fackverket tack vare att den har flera stöd i övre spannet. Men detta gör att fastsättningen blir svårare vilket gör att man ofta hamnar göra fogarna i undre spannet så att det överlappas. Detta medför förstås extra kostnader. (Rautaruukki, 2012)



Figur 22 Bild på KT-fackverk. (Rautaruukki, 2012)

N-fackverkets har flera stavar än K-fackverket. Kraften i stavarerna är högre än kraften i spannen om fackverken är höga och korta. N-fackverk är billigare än KT-fackverket eftersom de pressade stavarerna är kortare. (Rautaruukki, 2012)



Figur 22 Bild på N-fackverk. (Rautaruukki, 2012)

6 Brandsäkerhet

6.1 Brandklasser

I Finlands byggbestämmelsesamling använder man sig av tre brandklasser och de har benämningarna P1, P2 och P3. P1 är brandklassen med största kraven och P3 är den med lägsta kraven. Det som bestämmer vilken brandklass en byggnad tillhör är byggnadens användningsändamål, antal personer i byggnaden, storleken på byggnaden och vilket material som konstruktionerna har.

P1 med de hårdaste kraven är att bärande stommen skall stå kvar efter en brand. Bygger man i denna brandklass finns det inga begränsningar för antal våningar, höjd eller våningsyta.

I brandklass P2 lägger man stor vikt på vilka ytmaterial som används istället för på de bärande konstruktionerna. Man vill med detta hindra elden från att genast sprida sig till bärande konstruktioner. Installation av anordningar är vanligt vid P2. Medan P1 inte har några begränsningar för antal våningar, höjd eller våningsyta har P2 begränsningar för personantal i byggnaden och våningsantal.

I brandklass P3 finns det begränsningar för personantal och storlek på byggnaden för att hålla byggnaden säker, vilket gör att P3 brandklassen kräver inga brandmotstånd för de bärande konstruktionerna. (Finlands byggbestämmelsesamling, E1, 2011)

7 Intervjuer

7.1 Intervjuade personer

John Sundblom, Site Manager på Ruukki Construction

Hur går ni till väga när ni anländer till ert projekt?

”Om vi nu tar en hall som exempel eftersom det är det som du skriver om, så börjar det med att vår beställare själv lagar grunden färdigt. När vi kommer till byggnadsplatsen står de grundbultar ur betongen där våra pelare kommer fast i. Sen när stommen är monterad undergjuts pelarna med expanderande bruk. Pelarna i hallar är oftast RHS ca 300x300.”

”När man bygger vidare så är vår stil den att vi försöker minimera svetsning på bygge, för de ärså långsamt. De betyder att dom svetsar färdigt på fabriken o sedan kör vi med bultförband på bygge. Visst blir det alltid något svetsande på bygge, något som är fel lagat eller några ändringar som kommer senare, eller tex låsningsplåtar till WQ-balkar (WQ-balkar bär upp ontelotason). Men de mesta är med bultförband.”

Hur sköter ni takdelen av en hall?

”På fackverken, som också oftast är svetsade ihop av RHS, kommer bärande takplåt. Skivverkan av takplåten brukar användas som stabiliserande, på det sättet klarar man av att bygga med mycket mindre strävor osv. Sen lagas det vanligtvis 300-500mm bergull på takplåten och sen nån typa av filt på det. På väggarna kommer det vanligtvis Ruukki panel (= precis samma som Paroc)”

Pontus Jansen, ägare av POTOJ Trading OY (Byggfirma)

Hurudan hall har ni?

”Trästomme med blåsull som isolering. Gipsskiva, stommens dimension är 50x150mm plus 50x50mm skålning, vindskyddsskiva. Taket är falsat plåttak. Golvet är vanlig betongplatta sedan gjöts det ett skikt av toppcoat för att få en mer hållbarare yta som tål truckar etc. Sen var den utrustad med jordvärme. Den är 450 m²och före tillbyggnaden var den ca 340 m².”

När är den byggd?

”Den är byggd 2008, och 2010 byggde vi till på den för att kunna transportera ut element och för att förvara material. Tidigare hade jag ett aktiebolag (Pargas elementhus) tillsammans med min bror som vi var aktiva i Pargas regionen.”

Hur mycket kostade hallen?

”Nå det är svårt att säga en exakt siffra med tanke på jordvärmen, sociala utrymmen etc. som kommit till med åren. Men nog snurrar det runt en ca 350 000 euro”

För- och nackdelar med trä hall?

”Fördelar med att ha en hall byggd av trä är att om man bestämmer sig som vi gjorde för att bygga till så kan man själv göra de utan att behöva anställa någon svetsare eller metallfirma om vi skulle haft stålstomme. Men det är ju klart, skulle vi varit en metallfirma skulle jag sett på saken från en annan synvinkel.”

Om ni skulle bygga en ny hall, skulle stommen byggas i trä eller av stål?

”Den skulle nog byggas av trä.”

8 Jämförelse - Stål eller trä till stomme?

Jag trodde det skulle vara lätt att komma fram till en enkel jämförelse vilken av materialen som är bättre att bygga stomme med, stål eller trä. Trodde att det skulle finnas klarare skillnader hos materialen. Jag har kommit fram till att val av antingen stål eller trä mycket beror på beställaren. T.ex. en av mina intervjuade personer, som själv är byggare, föredrog att bygga sin hall med trästomme eftersom han är mera bekant med trämaterial. Trä är ju ett gammalt och traditionellt material, men som jag tidigare nämnt så har till exempel stålets monteringskedan och komponenter utvecklats enormt den senaste tiden. Detta gör att många stora beställare väljer stål. Med tanke på miljön så har användningen av trämaterialen ökat, man vill bygga hållbart. Hallens ändamål har stor betydelse vid val av stommaterial. Stål är ett väl använt material för stombyggnader vid större industrihallar, lagerutrymmen etc. Långa spännvidder och hög takhöjd gör att stål är ett bra val.

9 Sammanfattning

Idén till mitt ämne för slutarbete fick jag från min nuvarande arbetsplats. Tanken var att jag skulle göra ritningarna till en hall som de skulle bygga, men av olika orsaker blev hallprojektet uppskjutet. Då fick jag idén att göra en jämförelse mellan de två materialen som oftast används vid hallbyggen.

Sammanfattningsvis kan jag konstatera att det inte finns klara nackdelar för någotdera materialen, utan valet av material bestäms av beställaren. Båda materialen är utvecklade, de uppfyller dagens krav gällande t.ex. brandskydd.

Källförteckning

Webbkällor

A9 Hitsaajan pätevyyskokeet

<http://mandata.pp.fi/Hitsaus/Artikkelit/A9.pdf> [Hämtat 22.3.2017]

BE Group a

http://www.begroup.com/sv/BE-Group-sverige/Produkter/Stal_ror/Produktinformation/Produktinformation-balk/ 1.3.2017]

BE Group b

http://www.begroup.com/sv/BE-Group-sverige/Produkter/Stal_ror/Produktinformation/Produktinformation-halprofiler-VKRKKR/
Hämtat 1.3.2017]

Finlands byggbestämmelsesamling, E brandsäkerhet, E1 (2011) Byggnaders brandsäkerhet. Miljöministeriet, Avdelningen för den byggda miljön.

http://www.finlex.fi/data/normit/37126/E1_2011_sve.pdf [Hämtat 19.3.2017]

FISE OY

<http://fise.fi/se/information-om-fise/> [Hämtat 22.3.2017]

Metsäwood

<http://www.metsawood.com/global/Tools/MaterialArchive/MaterialArchive/Kerto-broschyr-sv.pdf> [Hämtat 1.3.2017]

Nicewood OY

<https://nicewood.fi/en/products/lvl-laminated-veneer-lumber/> [Hämtat 1.3.2017]

Rautaruukki 2012

https://software.ruukki.com/Ruukki-Rakenneputket-Kasikirja-2012_PDF-versio.pdf
[Hämtat 12.4.2017]

Stålbyggnadsinstitutet a

<http://sbi.se/om-stal/hallar-och-industrier> [Hämtat 1.3.2017]

Stålbyggnadsinstitutet b

<http://stalbyggnadsinstitutet.se/uploads/source/files/IPE.pdf> [Hämtat 29.2.2017]

Stålbyggnadsinstitutet c

<http://stalbyggnadsinstitutet.se/uploads/source/files/HEA.pdf> [Hämtat 29.2.2017]

Svenskt Trä a

<http://www.svensktra.se/om-tra/att-valja-tra/bygga-i-tra/> [Hämtat 13.4.2017]

Svenskt Trä b

<http://www.svensktra.se/om-tra/om-limtra/att-valja-limtra/> [Hämtat 1.3.2017]

Svenskt Trä c

<http://www.traguiden.com/konstruktion/dimensionering/barverk/barverk/fackverk-och-ramverk/?previousState=1>