

CHALMERS



Konstruktion av Batchblandarplattform

Design of a batch mixer platform

*Examensarbete för högskoleingenjörsexamen inom
Maskiningenjörsprogrammet*

Markus Andersson

Simon Lund

Institutionen för Material- och tillverkningsteknik

Avdelningen för Avancerad oförstörande provning

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sweden, 2011

Examinator: Gert Persson

Examensarbete No. 59/2011

Förord

Detta examensarbete har utförts på Santa Maria, Mölndal, våren 2011. Arbetet är den avslutande delen på maskiningenjörsprogrammet 180hp, Chalmers tekniska högskola.

Först och främst vill vi tacka vår handledare, Gert Persson vid institutionen Material- och tillverkningsteknik vid Chalmers tekniska högskola, för att med stort engagemang och kunskap varit till stor hjälp. Vidare vill vi tacka Björn Amnéus, Santa Maria som givit oss möjligheten att genomföra examensarbetet.

Sammanfattning

Santa Maria är Nordens ledande företag inom kryddor, grillprodukter och Tex Mex samt Thai- och India-produkter. På grund av dagens konkurrens måste produktionen vara så effektiv som möjligt.

I dagsläget tillverkar Santa Maria hårda tacoskal med en tillverknings process där en degblandare ståendes på golvet framställer deg som sedan med hjälp av en vagn och hiss transporteras upp till en maskin som kavlar ut degen. Man vill undersöka möjligheten att effektivisera denna process.

Santa Maria gav oss i uppgift att ta fram konstruktionsunderlag för ett stativ som möjliggör att degen från degblandaren tippas direkt i kavelmaskinen.

Projektet inleddes med data insamling från fabriken och den berörda utrusningen. Därefter togs ett antal koncept fram. Med hjälp av en utvärderingsmatris valdes det koncept som svarade bäst mot kraven. Efter detta utvecklades konceptet till den slutgiltiga konstruktionen.

Konstruktionen modellerades i Pro/M som balkmodell för kontroll av utböjning och spänningar för att ta fram rätt balkdimension. Konstruktionen ritades som en 3D-modell i Pro/E. Modellen låg till grund för framtagning av konstruktionsunderlag i form av sammanställnings och detaljritningar.

Summary

Santa Maria is Scandinavia's leading manufacturer of barbeque products, Tex Mex, Thai-India products and spices. Because of today's competitive market the production have to be as efficient as possible.

Today Santa Maria makes hard taco shells with a manufacturing process where the dough mixer is placed on the floor, the dough is transported with the help of a trolley and an elevator to a machine that rolls out the dough. Santa Maria wants to investigate the possibility to make this process more efficient.

From Santa Maria a task was given to design a platform that enables the dough mixer to dump the dough directly into the rolling machine.

The project began with collection of data from the factory and the equipment involved in the manufacturing process. A number of concepts were developed. The concepts were compared with the help of an evaluation matrix. The most suitable concept was selected for further development to a final structure.

The structure was modeled as a beam idealization in Pro/M to determine deflection and stress. The results were used to choose beam dimensions. A 3D-CAD model was created in Pro/E and used as a template to ease production of the technical drawings.

.

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Avgränsningar	1
1.4 Precisering av frågeställningen.....	1
1.5 Kravspecifikation plattform.....	2
2 Teoretisk referensram.....	2
2.1 Pughs matris	2
2.3 Egenmoder/resonans.....	3
3 Metod	4
4 Tillverkningsprocess	5
5 Problemformulering	6
5.1 Begränsat utrymme.....	6
5.2 Montering	6
5.5 Maskinerna	7
5.5.1 Batchblandare:	7
5.5.2 Presheeter	8
5.5.3 Sheeter.....	9
5.6 Serviceyta	9
6 Koncept	10
6.1 Koncept 1A.....	10
6.2 Koncept 1B	10
6.3 Koncept 2A.....	11
6.4 Koncept 2B	11
6.5 Utvärdering av koncept	11
7 Vidarutveckling av koncept 1A.....	12
7.1 Moduler	12
7.2 Grundkonstruktion.....	13
7.2.1 Räcke och trappa.....	14
7.3 Fästen.....	15

7.4 Installation av batchblandare	16
7.5 Monteringsanvisning	17
8 Materialval	18
8.1 kravspecifikation material	18
8.2 Nedböjning	19
8.3 val av material	20
9 FE-Analys Pro/E	22
9.2 Simuleringsförsök.....	22
9.3 Egenmoder.....	24
10 Solidmodellering i Pro/E.....	25
11 Handberäkningar	26
11.1 Inverkande krafter på konstruktionen.....	26
11.2 Centrifugalkraft vid drift av batchblandare	26
11.3 Eulersknäckfall	27
11.4 Skruvdimensionering.....	28
Slutsats	31
Referenser.....	32
Bilaga A Produktbroschyr Weland Allroundräcke	33
Bilaga B Utdrag från CES Edupack 2010 materialdatabas	40
Bilaga C Egensvängning	42
Bilaga D Matlabkod - knäcklast.....	44
Bilaga E Matlabkod - skruvdimension.....	45
Bilaga F Materialdata Bumax	46
Bilaga H Styckelista räcke/fäste.....	49
Bilaga G Ritningar	50

1 Inledning

I det här kapitlet presenteras bakgrund, syfte, avgränsningar och precisering av frågeställning som ligger till grund för rapporten.

1.1 Bakgrund

Santa Maria AB är nordens största producent av kryddor, grillprodukter och Tex Mex samt på Thai- och India-produkter. De har fabriker i Sverige, Finland, Holland och Storbritannien. I Sverige finns det två fabriker som är belägna i Mölndal och i Landskrona. Anläggningen i Mölndal tillverkar chips, kryddor och tacos.

Idag har fabriken en manuell process när man tillverkar hårda tacoskal. Först blandas mjöl och vatten i en batchblandare som därefter tippas i en vagn som en person kör till en hiss för att tömmas i en presheet tre meter upp. För att effektivisera arbetet och minska den manuella arbetsbördan vill man ta bort denna extra transport av degen, dvs att degen från batchblandaren kan tömmas direkt i presheetern.

1.2 Syfte

Målet med arbetet är att konstruera ett stativ som batchblandaren och presheetern kan monteras på. Sheetern ska även kunna rulla fritt under stativet. Stativet ska vara försedd med räcke med tillhörande trappa och en serviceyta för maskinerna. Det ska även vara konstruerad på ett sådant sätt att den går enkelt att montera inne i fabriken för att minimera driftstoppstiden. Arbetet ska resultera i sammanställnings och detaljritningar och en 3D CAD-modell.

1.3 Avgränsningar

För att arbetet ska vara genomförbart inom tidsramen(15hp) ska inte eventuella ombyggnationer av batchblandaren eller fabriksyta behandlas, inte heller ska den ekonomiska aspekten tas i beräkning. Arbetet ska endast inrikta sig på att ta fram en fungerande konstruktion.

1.4 Precisering av frågeställningen

- Hur stora krafter genereras under drift?
- Hur stor yta behövs för att kunna serva maskinen?
- Hur ska monteringen i fabriken ske?
- Vilka material- och balktyper lämpar sig bäst för konstruktionen?

1.5 Kravspecifikation plattform

Krav:

- Minimum bredd 1600mm, minimum höjd 2000mm för att presheetern ska kunna rulla under hela konstruktionen.
- Maximal bredd 4000mm och maximal längd 5000mm.
- Alla gångar och trappor ska minst ha en bredd på 900mm.
- Klara en last på 4000kg (batchblandare+presheetter+4 personer.)
- Alla maskiner ska ha en tresidig serviceyta.
- Kort monterings tid*

*Kort monterings tid betyder att alla delar kommer prefabricerade i en byggsats med så få modifieringar som möjligt i fabriken. Det finns ingen bestämd tid på hur lång tid monteringen får ta, därav kan man se det som ett mindre strängt krav.

2 Teoretisk referensram

I det här kapitlet ges en kort inblick i de metoder och fenomen som har tillämpats och analyserats.

2.1 Pughs matris

Pughs matris, även kallad utvärderingsmatris eller Pughs konceptmatris är en effektiv metod för att utvärdera en mängd koncept. Ibland skiljer olika författare på utvärderingsmatris och Pughs matris och ibland existerar inte någon skillnad mellan dessa. Här förklaras den utformning av Pughs matris som tillämpats i rapporten.

Det är en teknik som ofta används av ingenjörer när man ska utvärdera och hitta den bästa lösningen av ett antal koncept eller idéer. Matrisen kan även användas av investerare, arkitekter och andra branscher där man ska välja mellan olika koncept. Tekniken uppfanns av den brittiska produktdesignern Stuart Pugh.

Metoden går till på följande sätt, man sätter upp ett antal krav och önskemål i en kolumn. Se Figur 2.1. Därefter sätter man upp en kolumn med viktning av kraven. Viktningen kan ske på olika sätt, i detta arbete viktas de olika kraven från ett till tre, där tre är det viktigaste kravet. Koncepten ställs i kolumner. Se figur 2.1. De ges en siffra ett eller noll om de uppfyller kravet eller ej. Viktningen multipliceras med konceptets värde. Till slut summeras kolumnerna och det koncept som har flest poäng är den mest lämpade lösningen för problemet.

pughs matris						
		viktning		koncept 1	koncept 2	koncept 3
krav 1		3		1	1	0
krav 2		2		1	0	0
krav 3		1		0	1	0
krav 4		3		0	0	1
summa				6	4	3

Figur 2.1 – Pughs matris

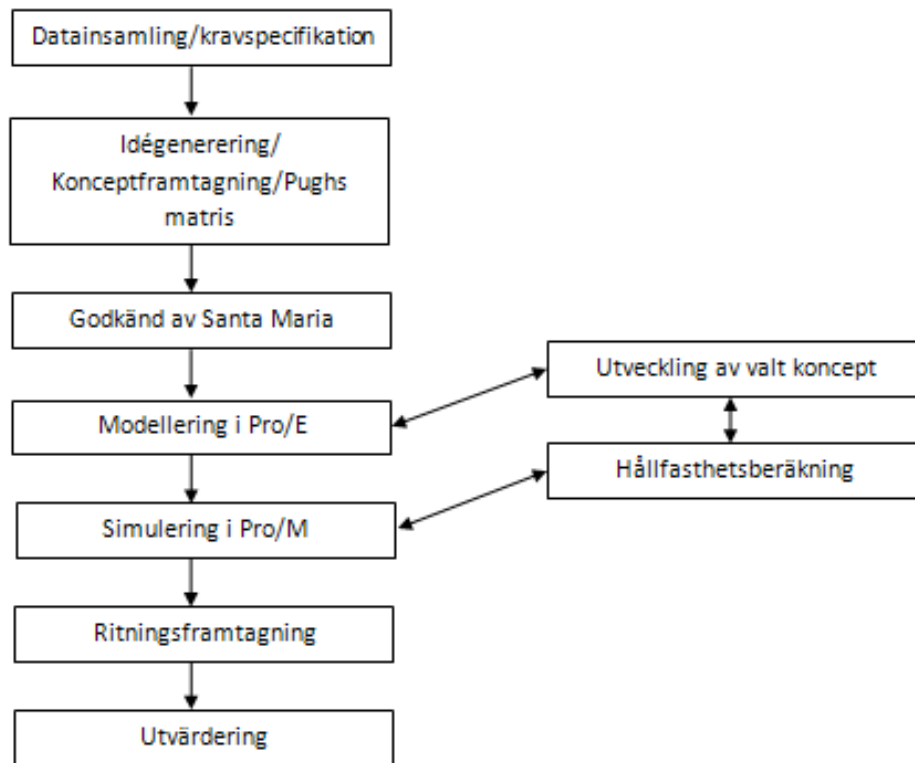
2.3 Egenmoder/resonans

Resonans uppstår när en yttre kraft exciterar ett system med samma frekvens som systemets egenfrekvens. Fenomenet uppstår i mekaniska, biologiska, akustiska och elektriska system. När frekvenserna sammanfaller kommer systemet i självsvängning. Även en svag yttre kraft kan få systemet svängning att accelererar. I teorin accelererar svängningarna mot oändligheten, men i praktiken skapar utböjningen stora spänningar. Dessa spänningar gör att systemet går sönder när de överstiger materialets sträckgräns, ref [1].

Ett system har oändligt många egenfrekvenser, även kallade egenmoder, men oftast är det de fyra första som behövs kontrolleras. Enklare system som massa-fjädersystem kan handberäknas. Mer komplicerade så som bilkarosser, motorer etc. beräknas enklast med hjälp av ett beräkningsprogram tex Pro/M eller Ansys. Säkerhetsmässigt är det av stor vikt att kontrollera dessa då det kan leda till stora mekaniska skador.

3 Metod

I detta kapitel förklaras arbetsmetodgången som ska fungera som riktlinje under arbetets gång. Arbetet ska utföras under en begränsad tid och därför är det viktigt att arbetsgången är klar innan kravspecifikationer, konceptframtagning etc. påbörjas.



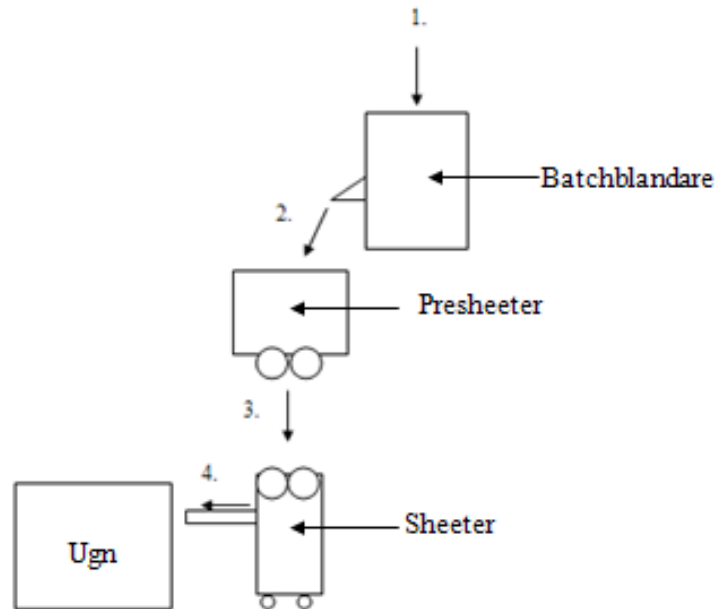
Figur 3.1– Arbetsmetodträd

Arbetsgången ska genomföras enligt figur 3.1. Krav och önskemål från Santa Maria ska sammanställas i en Pughs matris för att få fram det bästa konceptet. Detta koncept ska godkännas av Santa Maria för att därefter utvecklas till en konstruktion som svarar upp till kraven. Parallellt ska konstruktionen modelleras och simuleras i Pro/E så att rätt dimensioner och placering av balkar kan väljas på ett korrekt sätt.

När konstruktionsstegen är genomförda ska en detaljritning tas fram som möjliggör att plattformen kan fabriceras av verkstad. Slutligen ska arbetet utvärderas och sammanställas i rapporten.

4 Tillverkningsprocess

Nedan i figur 4.1 visas en schematisk bild på tillverkningsprocessen av de hårda tacoskalen. Förloppet går från mjöl och vatten till tacoskal redo för ugnen.



Figur 4.1 – Tillverkningsprocessen från deg och vatten till tacoskal.

Tillverkningsprocess:

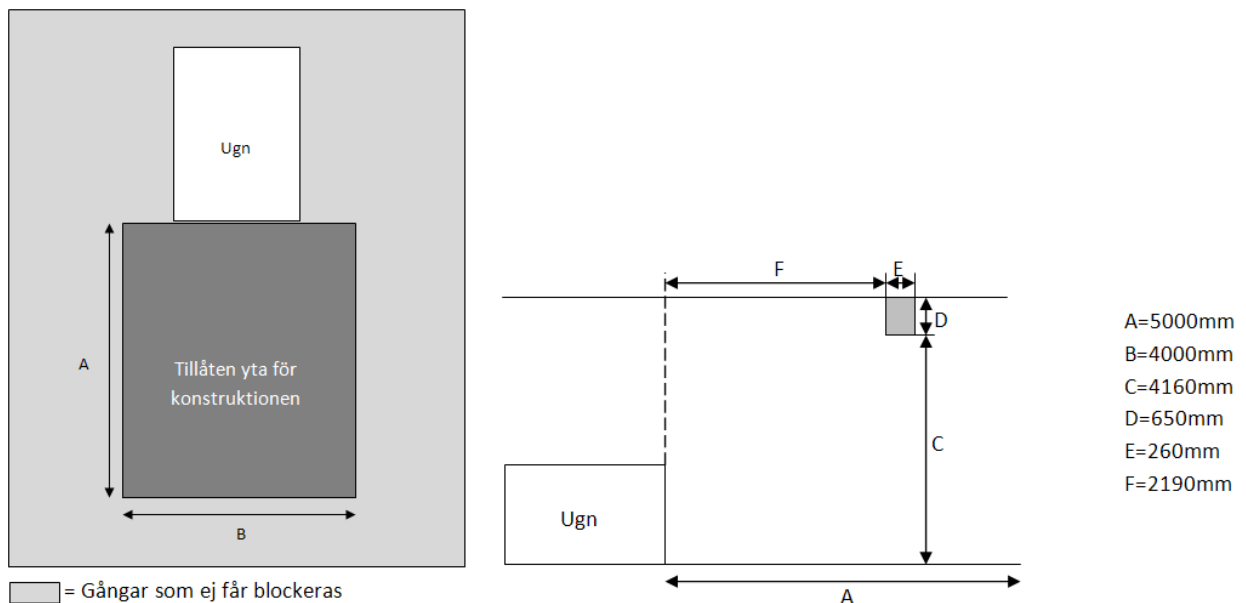
1. Mjöl och vatten hälls i Batchblandaren och blandas till en deg.
2. Degen tippas från Batchblandaren till presheetern, som bearbetar degen ytterligare.
3. Den färdig bearbetade degen åker ner i sheetern som kavlar ut och skär degen till tacoskal
4. De färdiga tackoskalen åker in i ugnen på ett rullband för att tillagas.

5 Problemformulering

I detta kapitel förklaras de begränsningar och problem som måste tas hänsyn till vid konstruktion av stativet.

5.1 Begränsat utrymme.

Fabrikens planlösning är sådan att konstruktionen ej får överstiga måtten A och B. Se figur 5.1. Detta utrymme avser också plats för en tillhörande trappa.



Figur 5.1 – översikt av den tillåtna konstruktionsytan, t.v. topvy och t.h. sidovy

Det sitter en balk i taket (FxD) som ej går att flytta på. Konstruktionen måste ha en höjd på minst 2000mm för att presheetern ska kunna tömma degen i sheetern. Sheetern ska även kunna rulla fritt under stativet. Detta gör att takhöjden under balken blir 1410mm vilket inte är acceptabelt. Se figur 5.1.

5.2 Montering

Ett krav från Santa Maria var att monteringen av konstruktionen ej får orsaka ett långt driftstop. Därför ska den vara konstruerad så att det går att prefabricera de olika delarna så att det kan monteras som en byggsats.

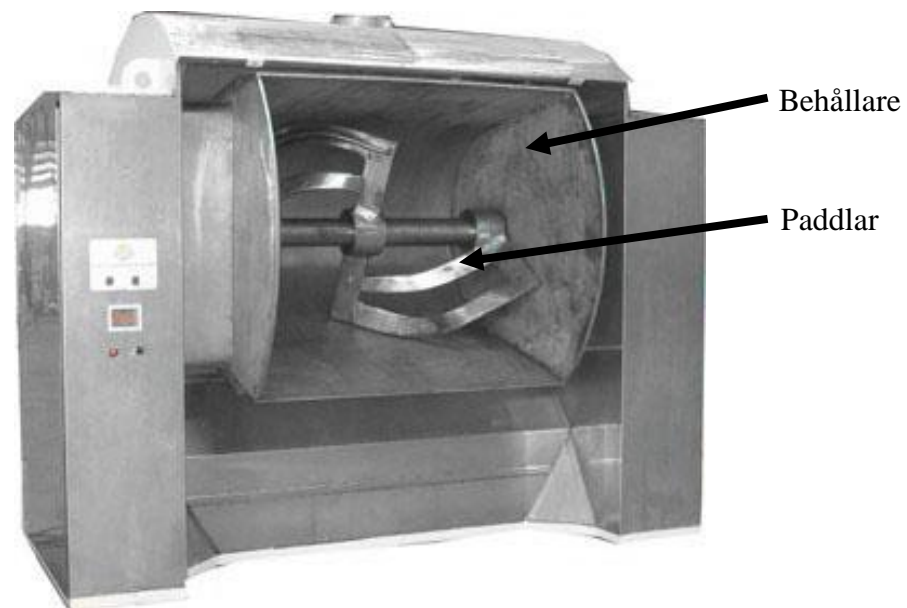
Hela konstruktionen ska svetsas fast på 500x500mm monteringsplattor som ska gjutas på golvet i samband med tillverkning av stativet.

5.5 Maskinerna

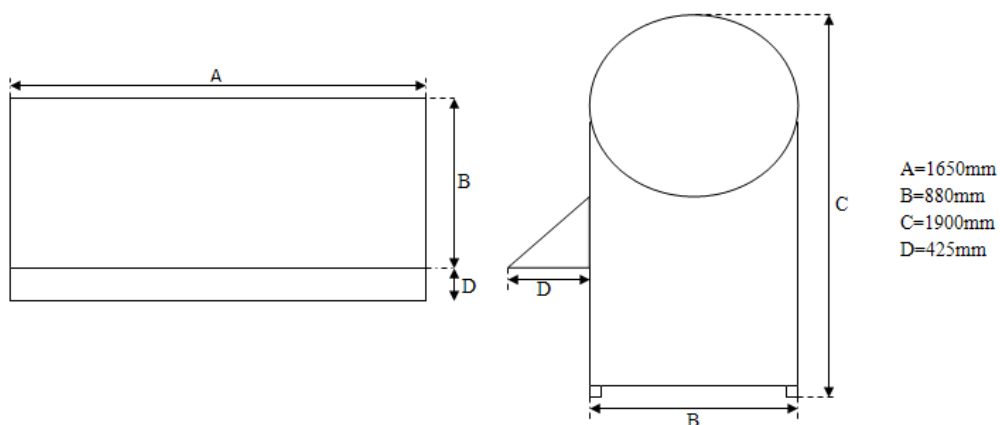
I kapitel 5.5 beskrivs de maskinerna som ingår i konstruktionsarbetet av stativet, batchblandare, presheetter och sheetter.

5.5.1 Batchblandare:

Batchblandaren är en maskin som blandar degen till de hårda tacoskalen som produceras på tacolina 2 i fabriken. Maskinen fungerar som en stor matberedare. Mjöl hålls i en cylinderformad behållare och blandas med vatten. I behållaren roterar det paddlar som blandar degen, se figur 5.6.1 och 5.6.2. När degen är färdigblandad vrids behållaren åt sidan till tömningsläget och degen tippas ut



Figur 5.6.1 – Visar en batchblandare av liknande modell av den som används i fabriken. I bilden är behållaren vriden till tömningsläge. Man kan även se paddlarna. Bildreferens [1].



Figur 5.6.2 – Översiktbild av batchblandaren. T.h. toppy – T.v. sidovy

Maskindata:

Maskinens vikt $m = 1500\text{kg}$

Paddlarnas hastighet $n = 20 \frac{\text{varv}}{\text{min}}$

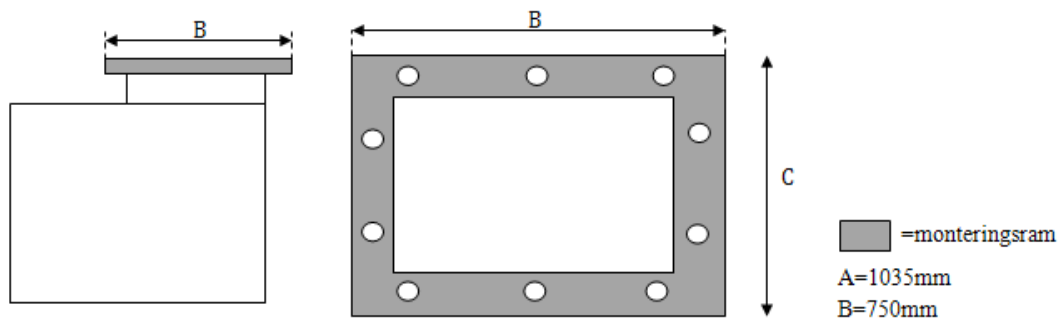
Degkapacitet $m_{deg} = 180\text{kg}$

Radie på paddlar $r = 400\text{mm}$

Batchblandaren står på fyra lastceller som väger upp hur mycket deg som hålls i. Lastcellerna är känsliga mot vibrationer och därför måste maskinen stå stabilt för att dessa ska ge ett korrekt mätresultat.

5.5.2 Presheetern

Presheetern är en degkavlingsmaskin se figur 5.6.3 och 5.6.4. Degen hålls i ovanifrån och via paddlar förs degen ner till valsar som kavlar ut den till tjocka skivor till sheetern.



Figur 5.6.3 – T.v sidovy av presheetern, t.h topvy av presheeterns monteringsram.

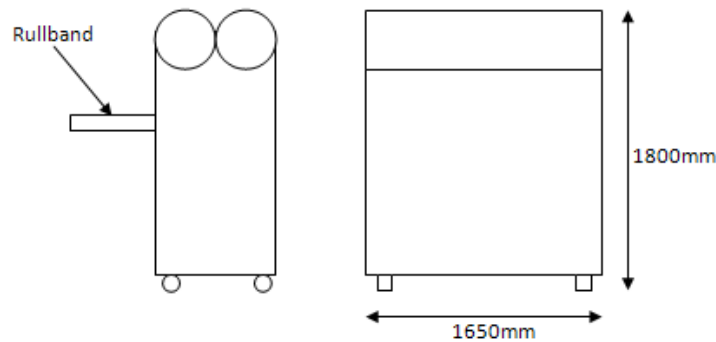


Figur 5.6.4 – Visar en Presheetern fast skruvad i en monteringsram. Bildreferens [2]

Presheetern är fastskruvad i en monteringsram. Monteringsramen är fastsvetsad i ett stativ.

5.5.3 Sheeter

Sheetern har i uppgift att kavla ut degen från presheetern med hjälp utav två valsar. Efter att degen har fått rätt tjocklek skär en ”cutter”, en vals med mönster, ut tacoskalen. Därefter transporteras tacoskalen via sheeterns rullband till ugnen se figur 5.6.5 och 5.6.6.



Figur 5.6.5 – T.v sidovy t.h front



Figur 5.6.6 – Visar en Sheeter sed snett framifrån. Bildreferens [3]

För att underlätta service och rengöring i fabriken är sheetern monterad på en räls i golvet där den flyttas fram och tillbaka under stativet. Stativet måste konstrueras så att sheetern kan rulla fritt under.

5.6 Serviceyta

Ett krav från Santa Maria var att det skulle finnas en serviceyta för maskinerna med en bredd på 900mm. Serviceytan ska vara utformad så att man kan serva maskinerna från minst tre sidor. Detta ger en begränsning på hur man kan placera maskinerna i förhållande till varandra och en ökning av plattformens bred samt längd.

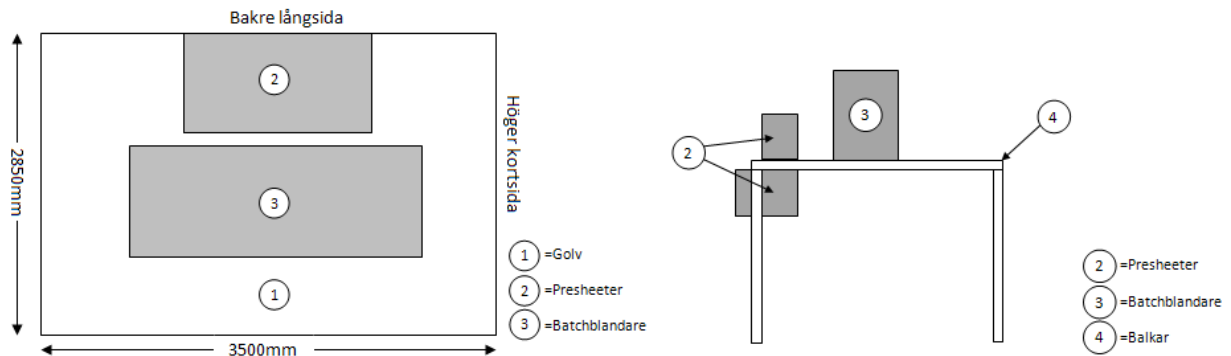
I detta kapitel behandlas och förklaras fyra olika konstruktionskoncept. Kapitel 6.5 redovisar kravspecifikationen och en utvärdering som ligger till grund av konceptval.

6 Koncept

I detta kapitel presenteras och beskrivs fyra olika koncept.

6.1 Koncept 1A

Presheetern skruvas fast underifrån på den ena långsidan. Detta möjliggör att konstruktionen kan ställas nära ugnen för att skapa mer plats i fabriken. Batchblandaren placeras i mitten av konstruktionen för att ge en tresidig serviceyta. En utompåliggande trappa kan monteras på de båda kortsidorna alternativt på den i kanterna på den bakre långsidan så att sheetern kan rulla fritt, se figur 6.1.

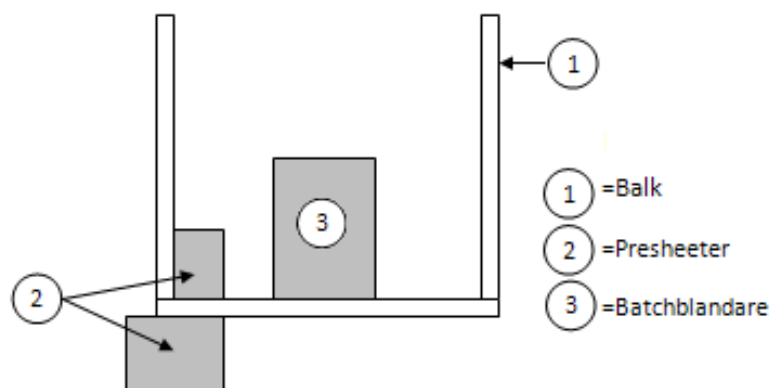


Figur 6.1 – Toppvy och sidovy av koncept 1

Maskinerna är placerade i mitten av överdelen vilket medför att balkarna som ska ta upp vikten från dem kan läggas ut symmetriskt för att fördela vikten jämt som i sin tur leder till mindre spänningar i materialet. Se figur 6.1. för maskinernas placering. Golvytans bredd och längd kan varieras

6.2 Koncept 1B

Koncept 1 B har samma layout av maskinerna som koncept 1 A, men skiljer sig genom att den hänger ifrån taket, se figur 6.2.

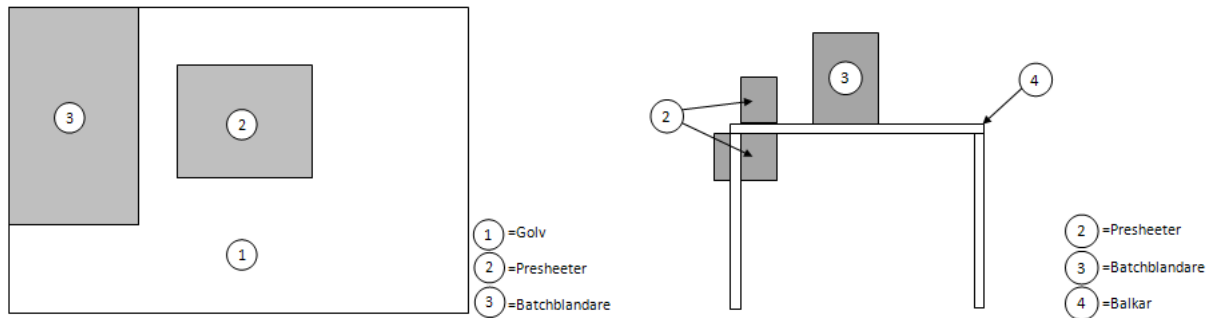


Figur 6.2 – sidovy av koncept 1 B

Fördelen med att stativet hänger i taket är att det tar upp mindre av fabriken's golvyta.

6.3 Koncept 2A

Här är batchblandaren placerad på den ena kortsidan och presheetern i mitten av konstruktionen, se figur 6.3. Detta gör att konstruktionen kan byggas mer kompakt. Här saknar man den tresidiga serviceyta som i koncept 1A och 1B. En stor del av underhållet på batchblandaren måste göras via stege från utsidan av konstruktionen.



Figur 6.3 – toppvy av koncept 2A t.v och sidovy t.h.

6.4 Koncept 2B

Koncept 2 B har samma layout av maskinerna som koncept 2 A, men skiljer sig genom att den är hänger ifrån taket. Se kapitel 6.3 och Figur 6.2.

6.5 Utvärdering av koncept

Utvärdering av koncept med avseende på kravspecifikationen i kapitel 1.5 med hjälp av Puhgs matris

Tabell 6.5-Utvärdering av koncept

	viktning	Koncept 1A	Koncept 1B	Koncept 2A	Koncept 2B
Tresidig serviceyta	3	1	1	0	0
Monteringstid	1	1	0	1	0
Utnyttjande av plats	1	0	0	1	1
Materialåtgång	1	1	1	1	1
Summa	9	6	5	4	3

Tresidig serviceyta: Maskinerna diskas och servas ofta, detta medför ett krav på en tresidig serviceyta. Därför värderas detta krav högt.

Monteringstid: är som tidigare anmärkt inget strängt krav och kan behandlas som ett önskemål.

Utnyttjande av plats: Alla koncepten kan byggas så att de klarar kraven på bredd, längd och höjd kraven. Därför viktas de som önskemål med avseende på hur stor plats koncepten tar. Ju mindre plats desto bättre.

Materialåtgång: Eftersom plattformen endast skall tillverkas i ett exemplar värderas materialåtgången med en etta.

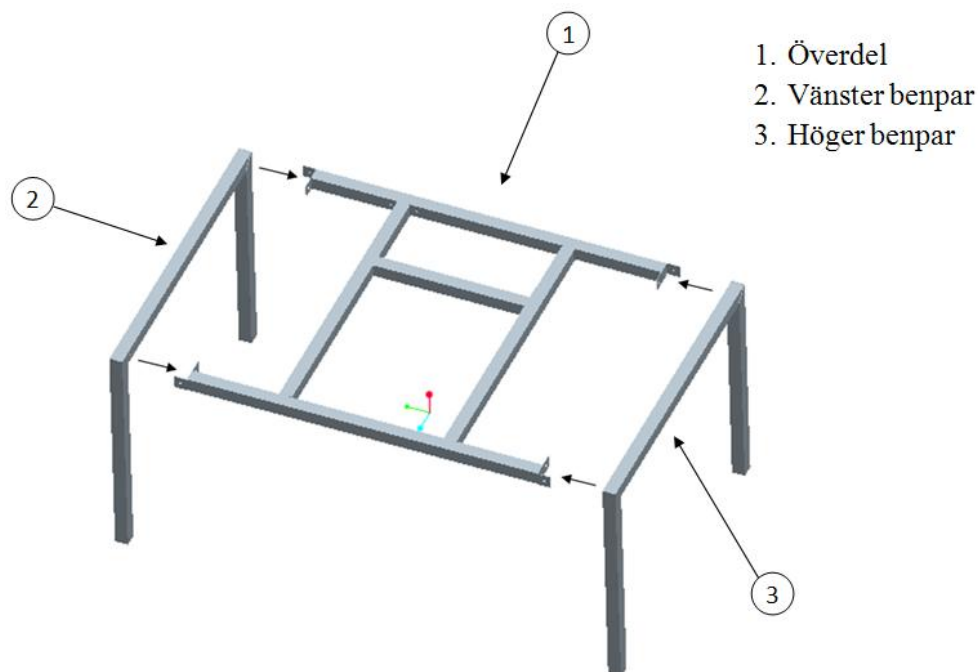
Det konceptet som ger bäst resultat i utvärderingsmatrisen och därmed det koncept som kommer att vidareutvecklas är 1A.

7 Vidarutveckling av koncept 1A

Efter utvärderingsmatrisen var koncept 1A enbart en skiss över layouten på det övre planet där maskinerna ska installeras. Vidare i detta kapitel kommer utvecklingen från idékoncept till färdig prototyp redovisas.

7.1 Moduler

Kravet på kort monteringsstid innefattar som tidigare nämnt att delarna ska levereras från fabriken i prefabricerade moduler som snabbt kan monteras i fabriken. Ett enkelt och bra sätt att lösa detta är att ha en grundkonstruktion som består av tre moduler, två benpar och en överdel. Se figur 7.1.



Figur 7.1 – visar grundkonstruktionens tre huvuddelar.

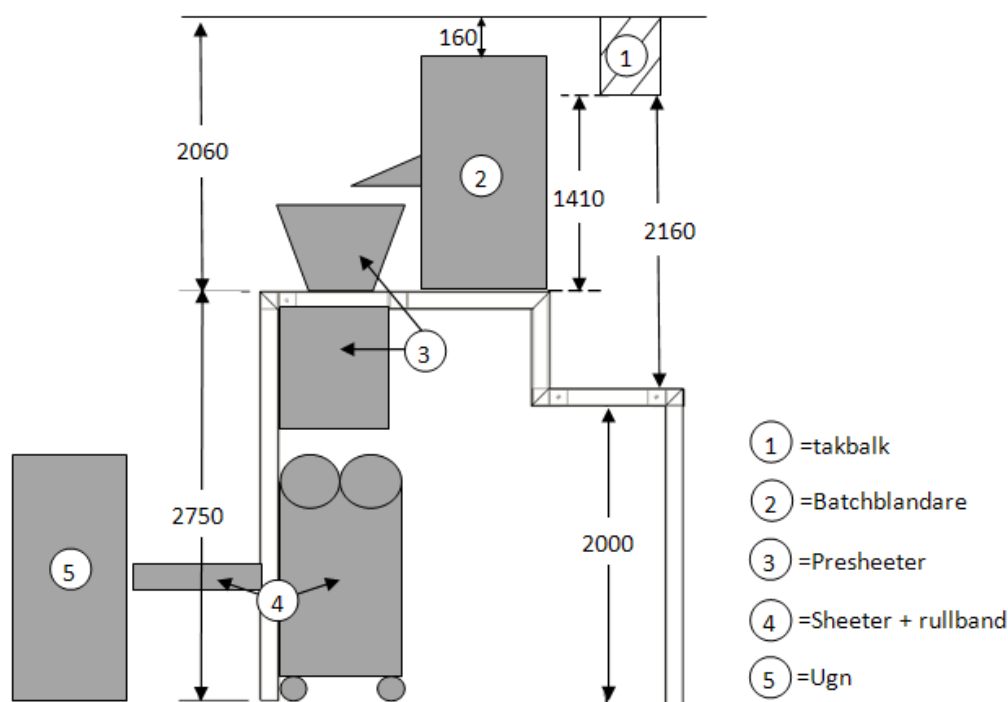
7.2 Grundkonstruktion

På grundkonstruktionen är alla maskiner och övriga element fastsatta. Den måste vara utformad så att den kan ta upp de krafter som finns. Grundkonstruktionen måste även vara såpass stabil att batchblandaren lastceller inte störs ut av vibrationer i fabriken.

De komponenter som ska monteras och bäras upp av grundkonstruktionen är:

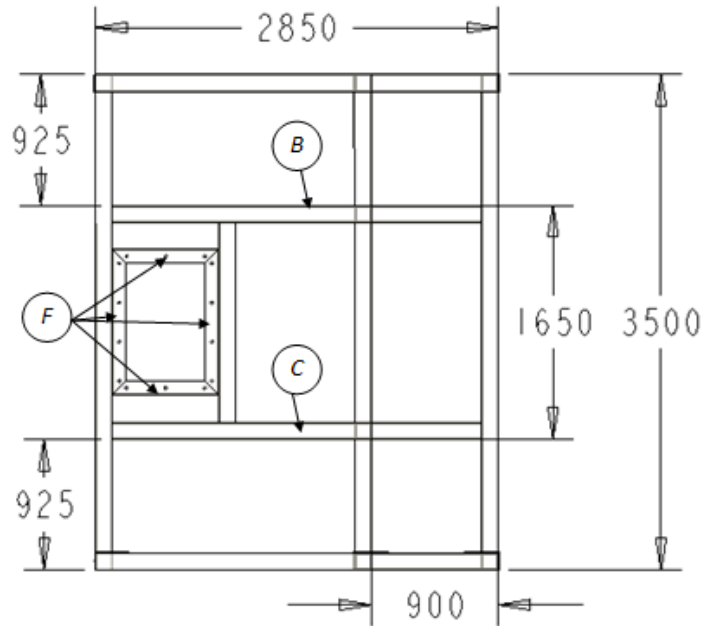
- Trappa
- Batchblandare
- Presheetter
- Räcke
- Golv
- Personer som vistas på plattformen

Presheetern måste placeras 2750mm över golvet om den ska kunna samverka med sheetern. Med denna höjd på hela stativet blev takhöjden under balken endast 1410mm vilket inte är acceptabelt. Därför var golvet tvunget att sänkas under balken. Detta gav konstruktionen en Z-form. Se figur 7.2.1.



Figur 7.2.1 – Sidovy av stativet. Alla mått i millimeter.

Balkarna i överdelen är symmetriskt utlagda för att de högra respektive de vänstra benparen ska ta upp lika stor belastning var, se figur 7.2.2 visar överdelens layout. Batchblandaren ska placeras på balkarna B och C. Presheetern skruvas fast i ramen F. Presheeterramen är idag tillverkad av 100x100x10mm vinkeljärn. Detta fungerar i dagsläget och därför görs inte några beräkningar på presheeterramen.

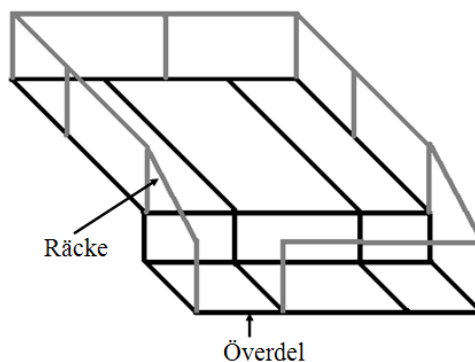


Figur 7.2.2 - Topvy på överdel. Alla mått i millimeter

7.2.1 Räcke och trappa

Runt om hela överdelen ska det monteras ett räcke se figur 7.2.3. Det valda räcket är Welands Allroundräcke. Det är tillverkat i naturanodiserat aluminium legering EN-AW 6063-T6. Ett material som lämpar sig bra för miljöer med stora krav som tex livsmedelstillverkning och kemiska processindustrier. Naturanodisering är att man låter aluminiumet ytskikt att oxidera. Aluminiumoxiden, Al_2O_3 bildar ett $0,001 \mu m$ tjockt ytlager som fungerar som ett korrosionsskydd. Korrosionsskyddet fungerar inom intervallet 5-13pH. Se bilaga A för ritningar och specifikation. En styckelista av de artiklar som användes i konstruktionen finns i bilaga H.

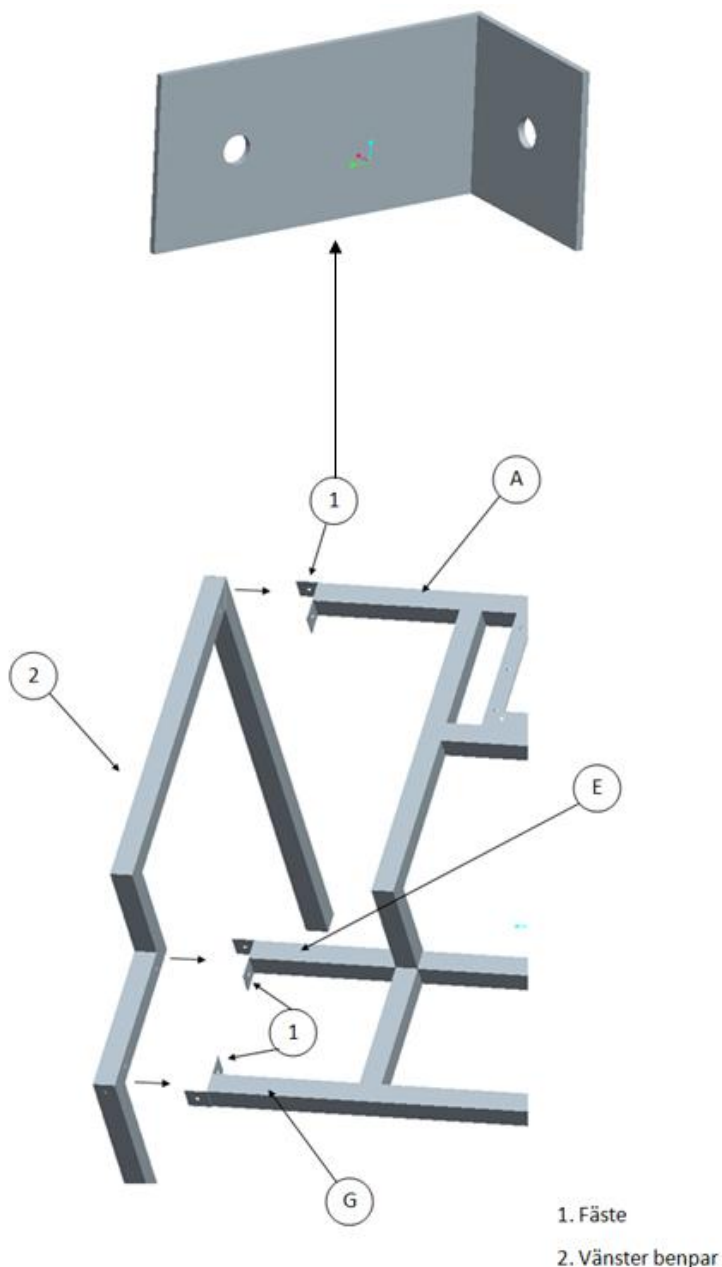
Att köpa in en färdigtillverkad trappa från en specialiserad tillverkare är både enklare och billigare än att konstruera och låta tillverka en egen. Därför valdes Welands aluminiumtrappa. Weland tillverkar sina trappor mot måttbeställning i samma material som allroundräcket. Se bilaga A för ritningar och specifikation.



Figur 7.2.3 – visar en skiss på överdel med räcke.

7.3 Fästen

För att överdelen enkelt ska monteras på benparen konstruerades fästen. Det skall svetsas ett fäste på vardera sida om balk **A**, **E** och **G** på stativets överdel, se figur 7.3 Stativets överdel lyfts upp till sin slutgiltiga höjd och sedan reses benparen upp mot överdelen. Benparen styrs på plats med hjälp av fästena där de sedan fixeras med M8-skruv.



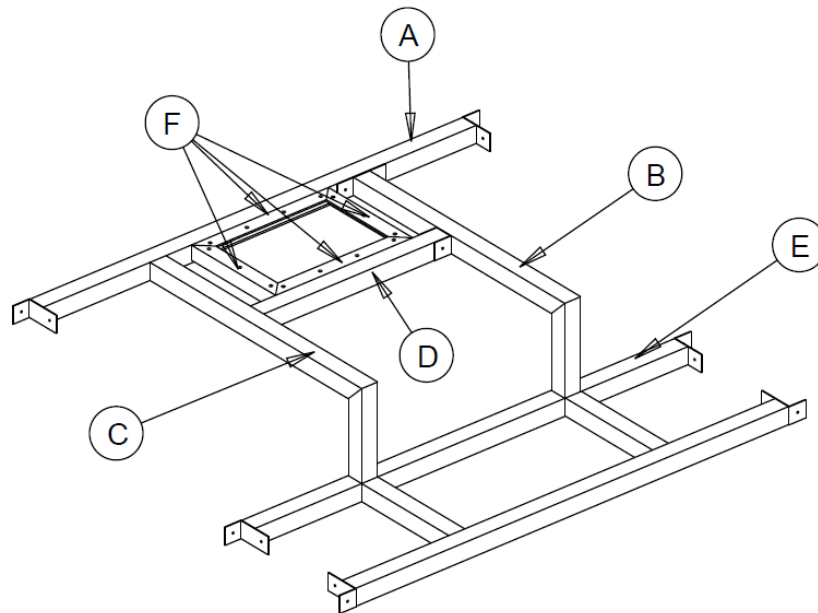
Figur 7.3 – Fästernas placering på vänster sida av stativet.

Figur 7.3 visar ytterfästernas konstruktion och placering på det vänstra benparet. Höger och vänster sida av stativet är konstruerade på samma sätt.

7.4 Installation av batchblandare.

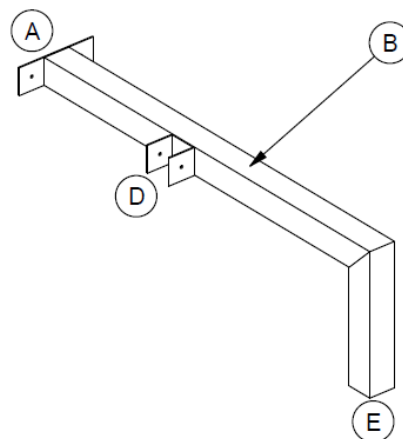
Då fabriksytan är begränsad uppstod problemet att lyfta maskinerna på plats. Presheetern skruvas fast underifrån i ramen **F**. Batchblandaren måste antingen lyftas upp med truck från sidan eller hissas upp underifrån.

Problemet löstes genom att en av de två tvärgående balkarna som batchblandaren står på (**B** och **C** nedan) är flyttbar i sidled (se balken **B** i figur 7.4.1 och 7.4.2). Detta möjliggör att man kan lyfta upp batchblandaren mellan balk **D** och **E** och sedan skruva fast balken **B** innan maskinen sänks ner på plats. Se balkarnas placering enligt figur 7.4.1.



Figur 7.4.1 – Visar överdelens konstruktion.

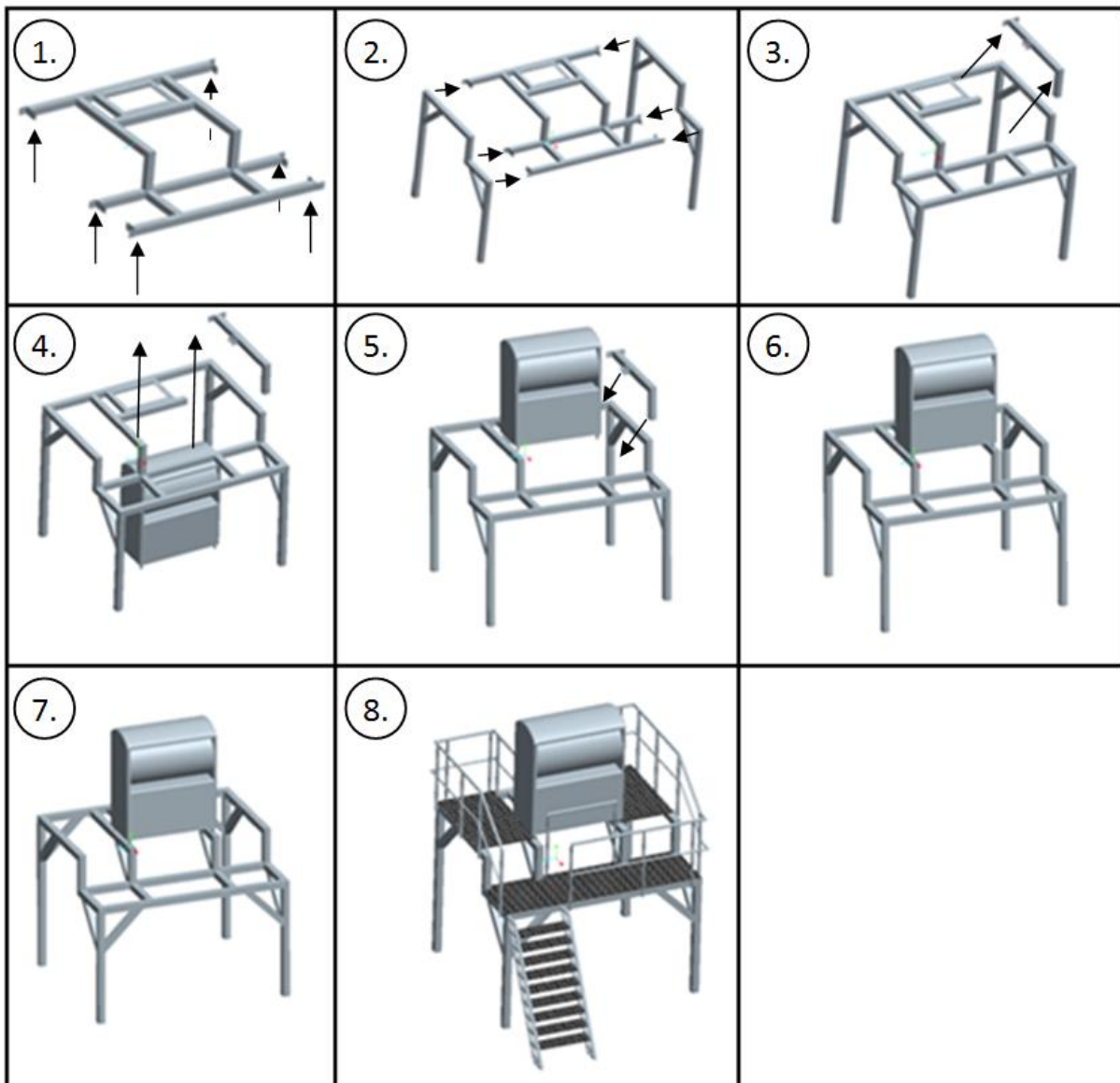
Den flyttbara balken **B** visas i figur 7.4.2 och är konstruerad så att den endast är infäst med skruvar i balk **A** och **D**. Den bakre vilar på balken **E** och kommer ej att utsättas för en kraft i sidled. Efter att batchblandaren är på plats skall balken helsvetsas i alla skarvar mot balkarna **A**, **D** och **E**.



Figur7.4.2 – Visar den flyttbara balkens konstruktion.

7.5 Monteringsanvisning

Här förklaras hur montering av stativet skall ske. I figur 7.5 visas monteringsstegen samt en bild på det färdiga stativet.



Figur7.5 – Visar stativets monteringssteg, steg 1- 8

Montering av grunskonstruktion och batchblandare är tänkt att gå till på följande vis:

1. Höj upp överdelen på stativet.
2. Res båda benparen intill överdelen, fixera benparen med M8 bult i överdelens fästen.
3. Demontera den flyttbara balken **B**
4. Ställ Batchblandaren under stativet, hissa upp den tills den är en bit ovanför stativet.
5. Skruvas tillbaka den flyttbara balken.
6. Sänk ner batchblandaren på plats, svetsa samtliga skarvar.
7. Svetsa dit alla tvärstag.
8. Montera golv, trappa och räcken.

8 Materialval

Materialet som används till konstruktionen är låghaltigt kolstål. Detta på grund av dess fördelaktiga pris, svetsbarhet och mekaniska egenskaper. För kontrollera om det fanns ett material som var bättre lämpat gjordes en materialvalsundersökning med hjälp av Ashbys metod.

8.1 kravspecifikation material

Santa Maria använder sig av en mekanisk verkstad när de producerar sina maskiner och konstruktioner i deras fabrik. De hade även ett krav att hela konstruktionen ska svetsas. Detta gör att materialet måste vara metalliskt och ha god svetsbarhet.

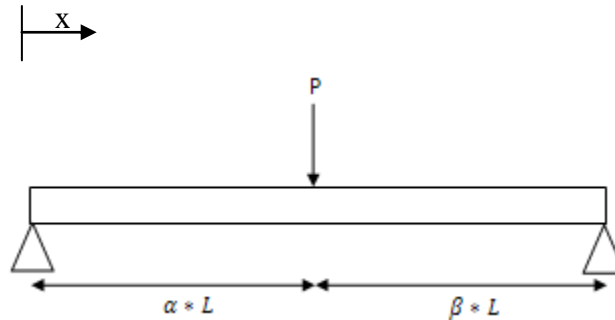
Här under följer en sammanställning i tabell 8.1 över de krav som finns på materialet. Kraven ska sedan fungera som indata till programmet CES Edupack 2010 för att ge en lista över material som klarar av dessa.

Tabell 8.1-Kravspecifikation på materialet.

Krav	Värde	Förklaring
Metall		Ett krav från Santa Maria var att konstruktionen ska gå att tillverka i en mekanisk verkstad som de anlitar.
Bra Svetsbarhet	Kolhalt < 0,25 %	Stativet skall helsvetsas efter att montering i fabrik. Se förklaring för metallkrav.
0,2 % nedböjning	E-modul > 116 GPa	Se kapitel 8.2 för beräkningar.
Tillgänglighet	Stor tillgänglighet	Skall vara enkelt att få tag på, standard dimensioner.
Pris		Det billigaste alternativet som uppfyller kraven ovan

8.2 Nedböjning

Maximalt tillåten nedböjning på balkarna är 0,2 %. Lastfallet enligt figur 8.2 är grov förenkling den längsta balken i konstruktionens överdel. Den har förenklats till en fritt upplagd balk på ett stöd i båda ändarna. De andra balkarna som är fastsatta i balken är borttagna. Beräkningarna är konservativa och ska endast ses som riktmärke för val av E-modul.



Figur 8.2 – Friläggning av den längsta balken.

- $\alpha = \frac{1}{2} = \beta$, enligt ref [2]
- Balkens totala längd= $L=3500\text{mm}$
- $w(\alpha * l) = 3.5 * 0.02$
- $P = (\text{Presheetter} + \text{Batchblandare} + 4 \text{ Personer}) * \text{Gravitationen} =$
 $= (1500\text{kg} + 1500\text{kg} + 400\text{kg}) * 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 33\text{kN}$

Där P är kraften som uppkommer av tyngden från batchblandaren, presheetern och fyra personer.

Nedböjningen fås av:

$$w(\alpha * l) = \frac{\beta * P * L^3}{6 * E * I} \left((1 - \beta^2) * \frac{L}{x} - \frac{x^3}{L^3} \right) \quad (3)$$

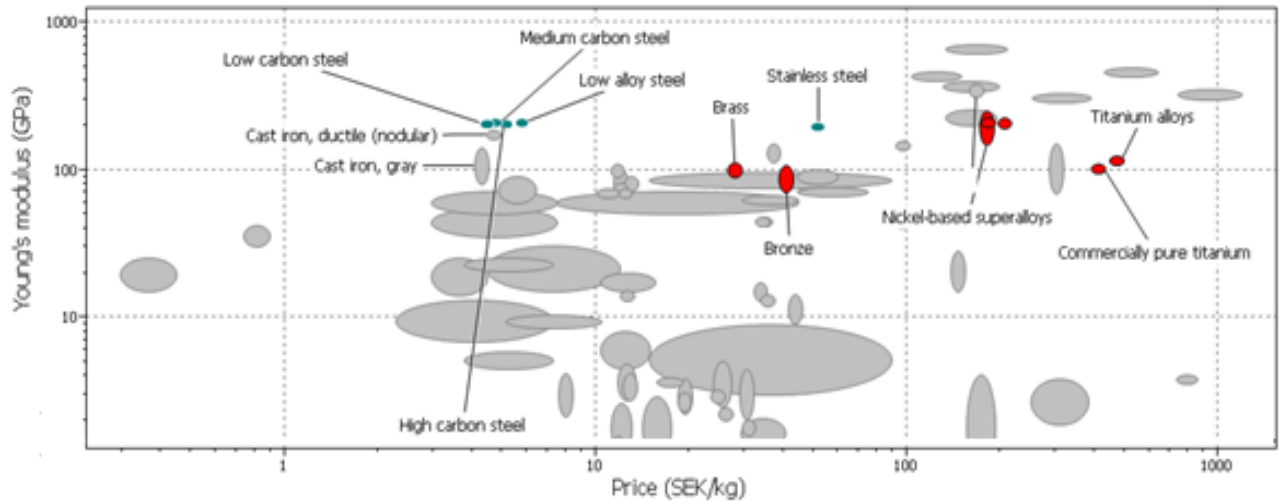
Löser ut E-modulen från ekvation (3)

$$(3) \Rightarrow E = \frac{\beta * P * L^3}{6 * w(\alpha * l) * I} \left((1 - \beta^2) * \frac{L}{x} - \frac{x^3}{L^3} \right) \quad (4)$$

$$(4) \Rightarrow E = 116 \text{ GPa}$$

8.3 val av material

För att välja material har programmet CES Edupack 2010 använts. Kraven som står listade i tabell 8.1 har förts in i programmet. Programmet analyserar de flesta vanliga material för att ge en graf över de som lever upp till kraven. Grafen kan ses nedan i figur 8.3.



Figur 8.3 – Plot från CES edupack 2010. De färgade fälten är material som lever upp till kraven. På X-axel pris, Y-axel E-modul

I tabellen 8.3 finns en sammanställning av kvarvarande material som klarade kraven från tabell 8.1. Skillnaden bland kolstålen är inte speciellt stor. Kolstål och rostfritt stål är de sorter som vanligtvis lagerhålls av ståltillverkare. Andra material än låghaltigt kolstål och rostfritt måste specialbeställas till tex 100x100x5mm hålprofiler som användes vid hållfastighetsberäkningarna.

Det är viktigt för materialvalet att få bra mekaniska egenskaper till ett lågt pris. Meritvärdesekvationen nedan ger en sådan kvot. Ett högt meritvärdet medför att man har bra mekaniska egenskaper till ett lågt pris.

$$\text{meritvärde} = \frac{\text{svetsbarhet} * \text{tillgänglighet} * E - \text{modul}}{\text{pris} * 100}$$

Tabell 8.3 – Sammanställning över de material som klarade kraven.

Material	Pris	Svetsbarhet*	Tillgänglighet**	E-modul *	Meritvärde
Low carbon steel	4,23 kr/kg	3	3	200	4,25
Medium carbon steel	4,53 kr/kg	3	3	200	3,97
Low alloy steel	5,51 kr/kg	2	3	205	2,23
Brass	26,8 kr/kg	3	1	90	1,00
Bronze	39,1 kr/kg	3	1	70	0,05
Stainless steel	49,3 kr/kg	3	3	190	0,35
Nickel-based superalloys	172 kr/kg	3	1	150	0,026
Titanium alloys	451 kr/kg	3	1	110	0,007

*svetsbarhet: 5=mycket god 2=god 3=dålig

**Tillgänglighet: 5=mycket god 2=god 3=dålig

Kolstål fick det högsta meritvärdet 4,25, vilket man kan se i tabell 8.3, och är därför det materialet som har bäst mekaniska egenskaper till ett så lågt pris som möjligt. Det är alltså det mest lämpade materialet för stativet.

Det material som levde upp till kraven bäst var low carbon steel, på svenska låghaltigt kolstål, vilket var det material som valts från början.

Låghaltigt kolstål:

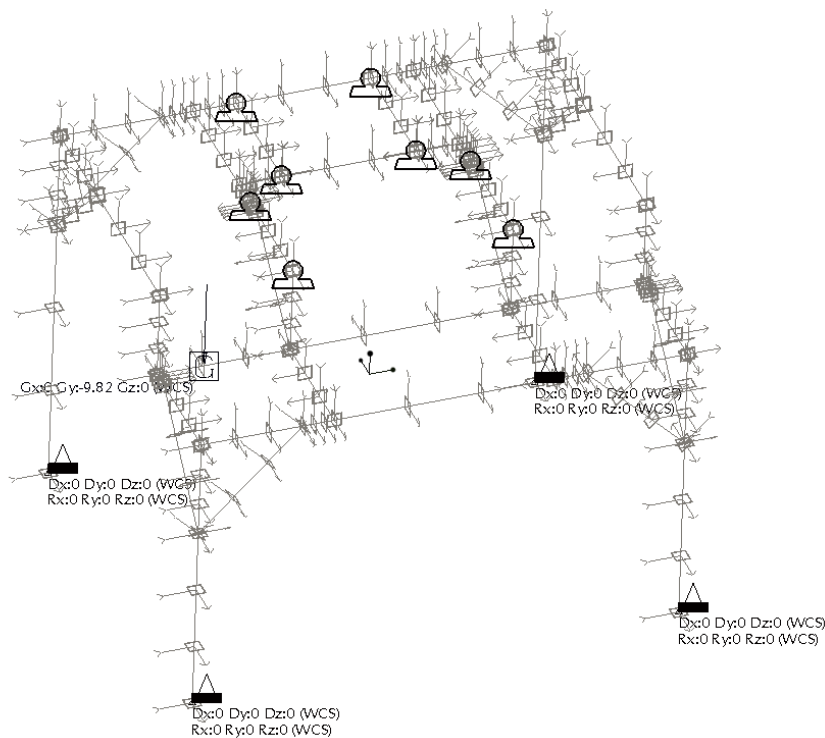
- E-Modul 200 – 210GPa
- Densitet 7800-7900 Kg/m³
- Pris 4-5 kr/kg obearbetat – Ca 20Kr/kg som bearbetade konstruktionsrör
- Kolhalt 0,05-0,25 %
- Manganhalt 0,40–1,5 %

För ytterligare information om låghaltigt kolstål se bilaga B.

9 FE-Analys Pro/E

På grund av konstruktionens komplexa uppbyggnad modellerades konstruktionen i Pro/M som en balkmodell. Skillnaden i resultat mellan solidmodell och balkmodell är så pass liten att förenklingen inte ger någon större inverkan på resultatet. Balkmodellen underlättar också analysen då olika balkprofiler snabbt kan ändras utan att modellen behöver modelleras om.

Balkmodellen skapades genom punkter sattes ut i ett koordinatsystem x-y-z som motsvarade balkändarnas mittpunkter. Mellan dessa punkter drog sedan en linje som motsvarar balkarna. Dessa tilldelades materialet låghaltigt kolstål med de mekaniska egenskaper som var togs fram i Ashbys materialvalsmetod. Se bilaga B för materialdata. Linjerna definierades sedan som balkar med en given kvadratisk hålprofil.

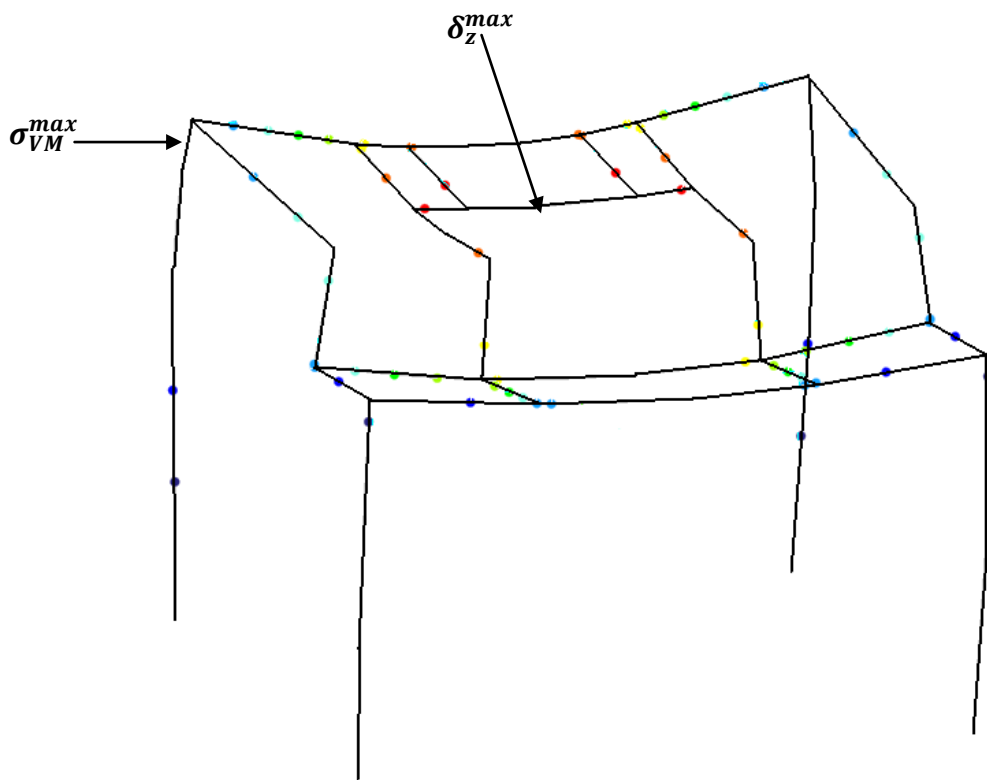


Figur 9.1 – visar balkmodell från Pro/M med pålagda randvillkor och laster.

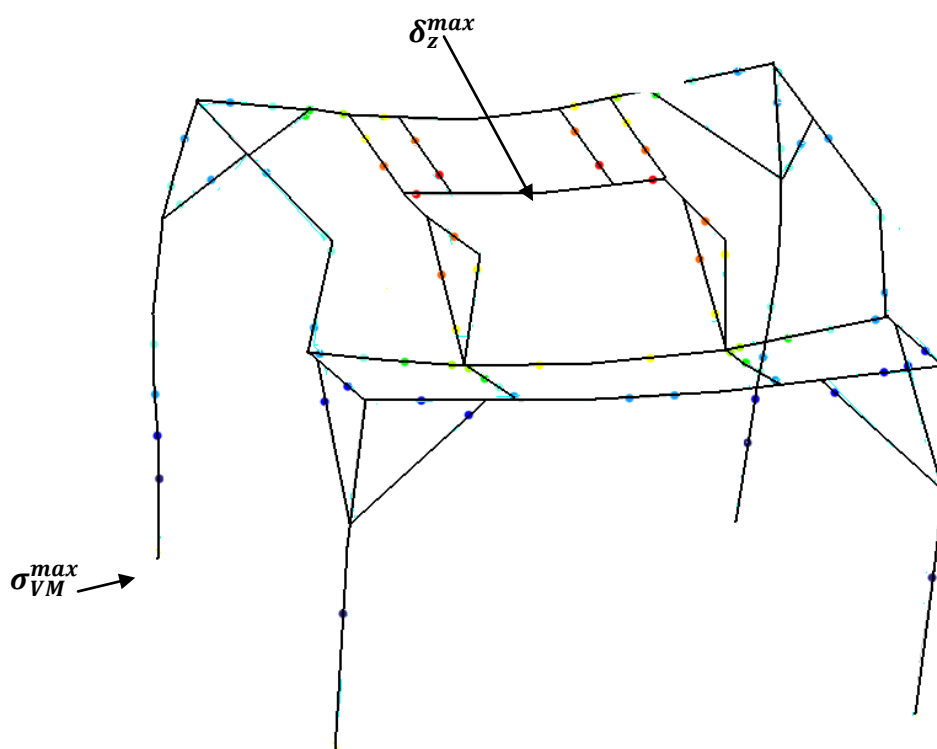
Batchblandarens fyra ben och presheeterns upphängning lades in som punktmassor. I benens ände mot monteringsplattorna sattes låsta randvillkor som svarar mot att de är fastsvetsade, som man kan se i figur 9.1. En gravitationskraft på $9.82m/s^2$ lades på.

9.2 Simuleringsförsök

För att bestämma dimensionen på balkarna användes trial and error-metoden som går ut på att man provar sig fram till ett bra resultat. Kravet på balkarna var att de skulle maximalt ha en nedböjning på 0,2% på den längsta balken, 3mm. Spänningarna får inte heller överstiga materialets sträckgräns med en säkerhetsfaktor 2, alltså 125Mpa. De dimensioner som testas tillhör Stena ståls standardsortiment. Provingen inleddes med balkdimensionen 100x100x5mm.



Figur 9.2.1 – FE-Analys Nedböjning Balkprofil 100x100x5mm utan stag



Figur 9.2.2 – FE-Analys nedböjning Balkprofil 100x100x5mm med stag

För att förstärka konstruktionen lades tvärstag till. Störst nedböjning sker på samma plats som för modellen utan tvärstag, men störst spänning uppstår vid benens infästning i monteringsplattorna i stället för vid balkarnas knutpunkter, se figur 9.2.2 respektive 9.2.1. Anledningen till att den maximala spänningen flyttas från knutpunkterna till infästningen i golvet är att tvärstagen avlastar knutpunkterna. Med hjälp av tvärstagen fördelas kraften ut på tre punkter, knutpunkten och tvärstagens båda ändar.

Tvärstagen halverade utböjningen och spänningen blev 25 % lägre än modellen utan tvärstag. På grund utav dessa förbättringar utförs FE-analyserna av övriga balkprofiler uteslutande med tvärstag. Resultatet från analyserna är sammanställda i tabell 9.2.

Tabell 9.2- Visar nedböjning och spänningar för stativet med olika balkdimensioner.

Balkprofil [mm]	δ_z^{max} [mm]	σ_{VM}^{max} [MPa]
100*100*5 – utan tvärstag	10	116
100*100*5 – med tvärstag	5	89
100*100*10 – med tvärstag	3,7	56
120*120*5– med tvärstag	3,5	62
120*120*8– med tvärstag	2,5	44
120*120*10– med tvärstag	2,2	38

Analysen gav resultatet att både 120x120x8mm och 120x120x10mm lever upp till kraven. 120x120x8mm valdes på grund utav en lägre materialåtgång som i sin tur leder till lägre vikt och ett lägre pris.

9.3 Egenmoder

En modalanalys genomfördes i Pro/M för att kontrollera var systemets egenmoder ligger. För att inte systemet ska komma i egensvängning får ej batchblandarens frekvens sammanfalla med dessa. Batchblandaren roterar med en hastighet på n=20 varv/min, vilket ger en frekvens på 0,33Hz.

$$f = \frac{n}{60} = \frac{20}{60} \approx 0,33[Hz]$$

En sammanställning över resultatet från modalanalysen redovisas nedan i tabell 9.3. Ett utdrag över hur stativet svänger i de olika frekvenserna kan ses i bilaga C

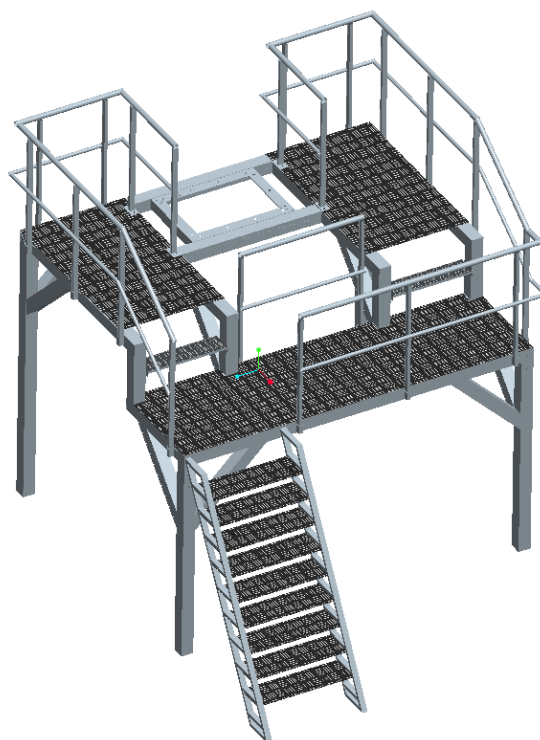
Tabell 9.3– Översikt på de 4a första noderna för stativet med tvärstag.

Egenmod nr.	[Hz]
1	6,15
2	6,42
3	12,16
4	12,56

Först den 17:e multipeln av batchblandarens egenfrekvens sammanfaller med stativet första egenmod. Detta medför att frekvenserna ligger för långt ifrån varandra för att systemet ska komma i självsvängning.

10 Solidmodellering i Pro/E

Efter balkdimensionerna bestämdes av FE-analysen modellerades stativet i Pro/E. CAD-modellen användes vid framtagning av sammanställnings- och detaljritningar, se bilaga G



Figur 9.3 – Slutgiltig översiktsbild av stativet.

Även en översiktsbild med trappa, räcke och golvplåtar skapades. Trappan är ej modellerad enligt ritningar från Weland utan är endast där för att visa hur stativet kan komma att se ut, se figur 9.3.

11 Handberäkningar

Här nedan kommer beräkningar som berör konstruktionens hållfasthet att redovisas. Då konstruktionen kommer att stå i en miljö där människor arbetat är det av stor vikt att lever upp till de hållfasthetskrav som ställs. Alla beräkningar är gjorda konservativt för att vara säkra på att konstruktionen kommer att hålla.

11.1 Inverkande krafter på konstruktionen

Konstruktionen är huvudsakligen belastad utav fyra laster.

- Presheeter 1500kg
- Batchblandar 1500kg
- Centrifugalkraften som uppstår vid drift av batchblandaren
- materialets egenvikt $m_{material}$

Materialets egenvikt:

Balkarna väger 33.7kg/m och ovan delen består av 26m stålbalkar.

$$m_{material} = 26 * 33.7 \approx 876kg$$

11.2 Centrifugalkraft vid drift av batchblandare

Vid drift av batchblandaren uppstår en centrifugalkraft som ger ett extra tillskott av krafter som konstruktionen måste ta upp. Om kraften är tillräckligt stor kan den ge upphov till utmattning i materialet som i sin tur leder till utmattningsbrott.

Centrifugalkraften vid drift enl ref [3]:

$$\eta = 20 \text{ varv/min}$$

$$m_{deg} = 180kg$$

$$r = 400mm$$

$$F_c = m * r * w^2 \quad (1)$$

$$w = \frac{n}{60} * 2 * \pi \quad (2)$$

$$(1) \text{ och } (2) \rightarrow F_c = m * r * \frac{n}{60} * 2 * \pi = 315N$$

Kraften är såpass liten i förhållande till dimensioner på stativet och de andra krafterna att den kan försummas. En sådan liten kraft ger därför ingen märkbar utmattning.

11.3 Eulersknäckfall

Eulersknäckfall, enl ref [2], beräknar hur mycket vikt man kan utsätta en balk för innan den knäcks på grund av tlasten. Det knäckfallet som är aktuellt för konstruktionen är i gränsländet mellan *fri balkända* och *fast inspänd balk*, se figur 11.3 Konstruktionens fyra ben utsätt för en tryckande m_{tot} kraft rakt ovanifrån.

Den totala vikten m_{tot} som belastar benen är:

- Presheeter 1500kg
- Batchblandar 1500kg
- Centrifugalkraften som uppstår vid drift av batchblandaren
- materialets egenvikt $m_{material}$ för överdelen

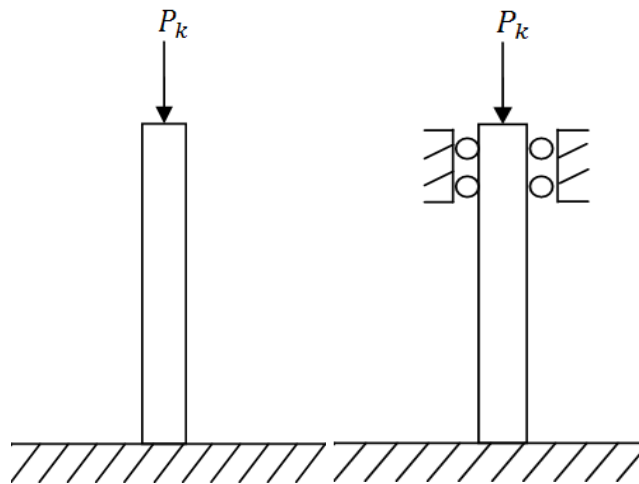
$$m_{tot} = \frac{1500kg + 1500kg + 876kg}{4} * 9,82 \frac{m}{s^2} = 9,5 kN$$

Fri balkända:

$$p_k \approx 530 kN$$

Fast inspänd balk:

$$p_k \approx 8500 kN$$



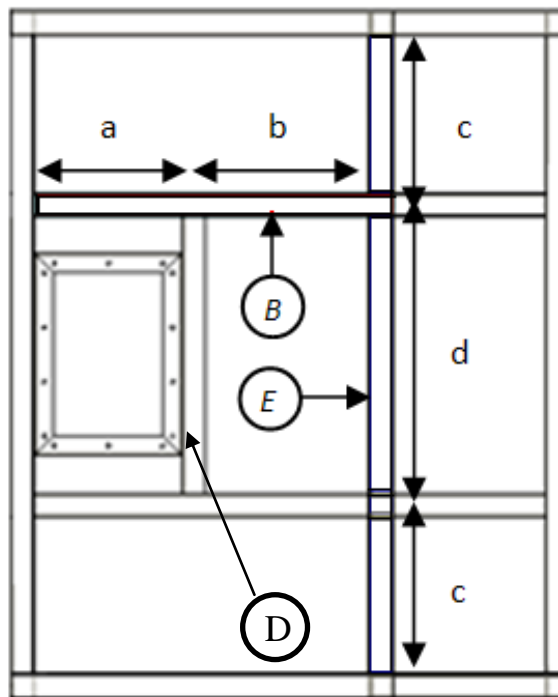
Figur 11.3 – Knäckfall vänster: fri balkända höger: fast inspänd balk

Se bilaga D för uträkningar. Som man ser utav resultatet finns det en säkerhetsfaktor 55 respektive 894 mot knäckning. Man kan med stor sannolikhet konstatera att benen inte kommer att knäckas.

11.4 Skruvdimensionering

Skruvarna som håller ihop konstruktionen under monteringen är dimensionerade som brytpinnar, med en säkerhetsfaktor två. De ska enbart dimensionerade mot skjuvning. Hela konstruktionen ska svetsas ihop efter att batchblandaren är installerad, vilket medför inget krav på förspänning på skruvarna.

Balkarna är 120*120*8mm och väger 33,7kg/m. Den överdelen av konstruktionen som visas i figur 11.4.1 består av 26m konstruktionsrör. Balken **D** som håller upp presheetern är borttagen för att underlätta beräkningarna. I praktiken betyder detta att kraften blir större på de skruvarna som håller upp den balken B.



Figur 11.4.1 – Översikt på de balkar som ingår i hållfasthetsberäkningarna.

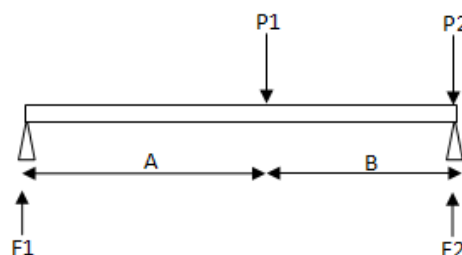
Kraften som verkar på skruvarna:

P1 och P2 är kraften från batchblandarens vikt som är 1500kg fördelade på fyra punkter, se figur 11.4.2.

$$P1 = P2 = 375\text{kg} * 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3\,682,5\text{N}$$

$$a = 1100\text{mm}$$

$$b = 850\text{mm}$$



Figur 11.4.2 – Friläggning av balken B

$$\text{kraftjämvikt i figur 11.4.2} \Rightarrow \uparrow: F_1 + F_2 - P_1 - P_2 = 0 = F_1 + F_2 - 2 * P \quad (1)$$

$$\text{momentjämvikt i figur 11.4.2} \Rightarrow \overset{\curvearrowright}{F_1}: F_2 * (A + B) - P * A - P * (A + B) = 0 \quad (2)$$

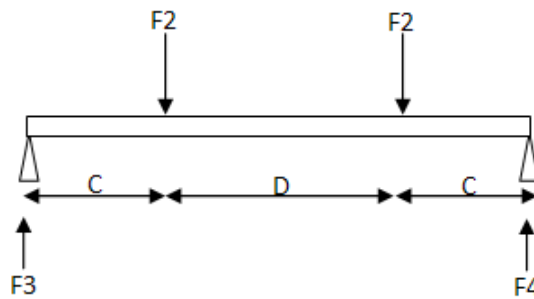
$$(2) \rightarrow F_2 = \frac{P(2 * A + B)}{(A + B)} = 5760N$$

$$(1) \rightarrow F_1 = 2 * P - F_2 = 1598N$$

Kraften F2 blev störst, denna kraft verkar på balken **E**. Detta medför att största kraft som bultarna kommer känna av är i skruvförbandet mellan benparen och balken **E**. På grund av symmetri behövs bara ena sidan beräknas. Materialets egentyngd $m_{material}$ för överdelen är fördelade på sex punkter som adderas till F3 och F4 totala kraft.

$$C = 900mm$$

$$D = 1650mm$$



Figur11.4.3 – Friläggning av balken E

$$\text{kraftjämvikt figur 11.4.3} \Rightarrow \uparrow: F_3 + F_4 - 2 * F_2 = 0 \quad (3)$$

$$\text{momentjämvikt figur 11.4.3} \Rightarrow \overset{\curvearrowright}{F_3}: -F_2 * C - F_2 * (C + D) + F_4 * (2 * C + D) \quad (4)$$

$$(4) \rightarrow F_4 = \frac{F_2(2 * C + D)}{(2 * C + D)} = F_2 \quad (5)$$

$$(3) \rightarrow F_3 = F_2 - 2 * F_2 = -F_2 \quad (6)$$

$$F_{\text{Överdels egentyngd}} = \frac{m_{material}}{6} * 9.82 \frac{m}{s^2} = 1434N \quad (7)$$

Där $F_{\text{Överdels egentyngd}}$ är den kraften som uppstår i knutpunkterna på grund av överdelens egentyngd.

$$(5), (6), (7) \Rightarrow F = F_3 + F_{\text{Överdels egentyngd}} = F_4 + F_{\text{Överdels egentyngd}} = F_2 + F_{\text{Överdels egentyngd}} = 5760N + 1434N = 7194N \quad (8)$$

Där F är kraften som skruvarna ska dimensioneras mot.

Beräkningarna är gjorda i matlab, se bilaga E för programkod, med materialdata från skruvtillverkaren Bumax, se bilaga F för materialdata.

Relevant materialdata för Bumax® 8.8:

- $R_m = 500\text{N/mm}^2$
- $R_{p_{0,2}} = 210\text{N/mm}^2$

Resultatet blir M8-skruv med 8.8 kvalitet som ger en säkerhetsfaktor två mot skjuvning. Beräkningarna är gjorda på Bumax® 8.8. På grund utav överdimensionering av skruvarna kan man använda sig av valfri skruvtillverkare så länge skruven är en M8 med 8.8 kvalitet eller bättre.

Slutsats

Målet med arbetet var att ta fram en konstruktion som tog bort transporten av deg mellan batchblandare och presheet. Detta för att effektivisera produktionen av hårda tacoskal. För att lösa detta problem konstruerades ett stativ där batchblandaren placerades på sådant vis att tippning av deg kunde ske direkt ner i presheetern.

En viktig del i arbetet var att konstruktionen ska vara enkel att montera i fabriken. Därför bygger konstruktionen på tre huvuddelar som kommer färdiga för ihopbyggnad i fabriken, två benpar och en överdel. För att snabbt montera ihop de tre huvuddelarna i fabriken fixeras de i ett första skede med hjälp av skruv för att sedan slutgiltigt helsvetsas efter montering av batchblandaren. En flyttbar balk konstruerades på överdelen för att göra montering av batchblandaren möjlig, då ytan var begränsad.

Då sheetern skall kunna rulla fritt under stativet bestämmer den konstruktionens höjd och placering av trappan. Där trappan och räckena är färdigkonstruerade produkter från Weland. De gångtytor som finns på stativet har fått en bredd på 900 mm för att få en godkänd arbetsmiljö. Dessa tytor fungerar även som serviceytor för maskinerna. För att få en bra takhöjd har stativet fått en z-form, detta på grund av takbalk.

Stativet är konstruerat av 120x120x8mm konstruktionsrör i låghaltigt kolstål. Materialet togs fram med hjälp av Ashbys metod, men det är föga förvånande då låghaltigt kolstål används nästan uteslutande till denna typ av konstruktion. Konstruktionsrörens dimension togs fram via optimering i Pro/M.

Uträkningar visar att de pulserande lasterna inte påverkar en sådan kraftig konstruktion. Kontroll av konstruktionens egenmoder visade att batchblandarens driftfrekvens var sådan att den ej kommer sätta konstruktionen i egensvängning.

Referenser

Literatur:

1. Ugural A,C. Fenster, Saul k. (2003) Advanced strength and applied elasticity
Upper Saddle River: Prentice Hall
2. Dahlberg, T. (2001) Tekniskt hållfasthetslära
Lund: Studentlitteratur AB
3. Melkersson, Kjell. Mägi, Mart (2004) Lärobok i maskinelement
Göteborg: EcoDev International AB

Bildreferenser:

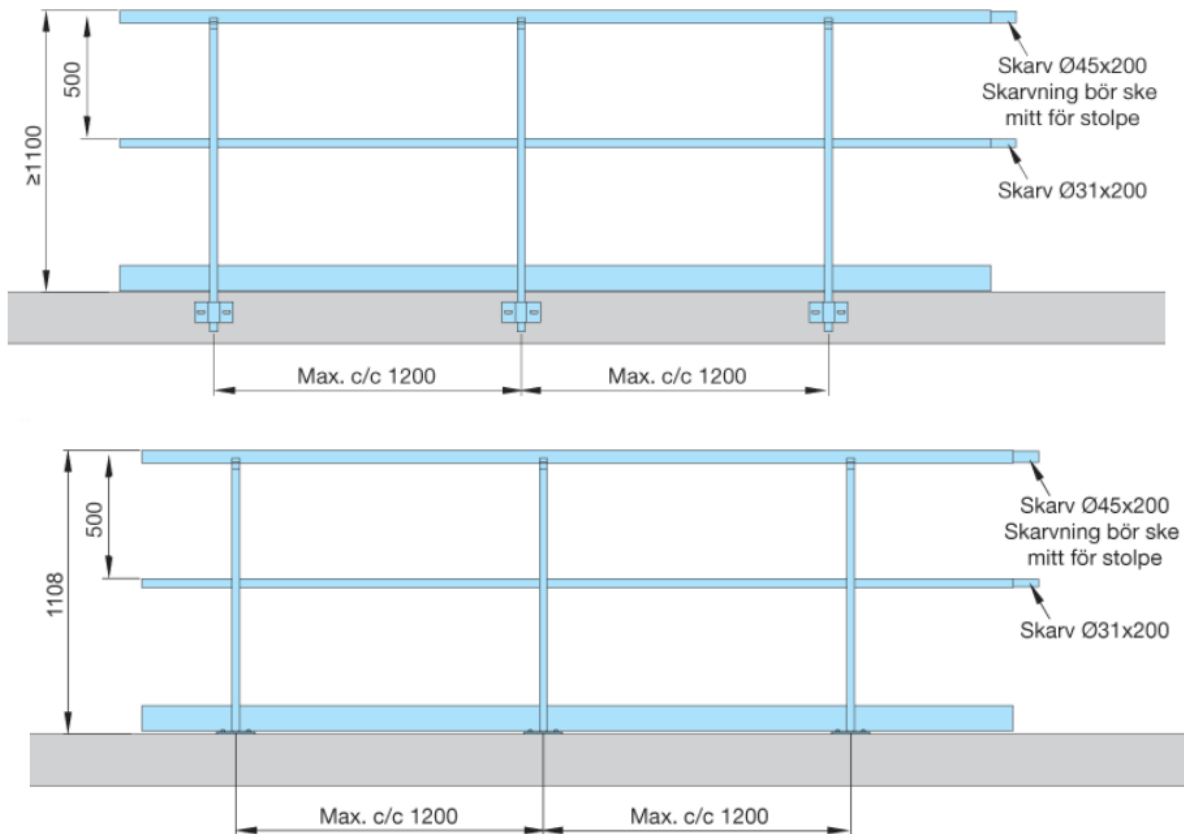
1. Tradenote (2006) Biscuit Flour Mixer
http://www.tradenote.net/images/users/000/148/906/products_images/328799.jpg
(2011-06-10)
2. JC Ford (2010) Tortilla Chip Pre Sheeter
http://www.jcford.com/chip_presheeter.php (2011-06-10)
3. JC Ford (2010) Tortilla Chip Masa Sheeter
http://www.jcford.com/chip_sheeter.php(2011-06-10)

Bilaga A Produktbroschyr Weland Allroundräcke

Allroundräcke, aluminium

Ett aluminiumräcke med lagerhållna standarddetaljer där handledare, följare och sparklist levereras i nedanstående längder. Räckets stora flexibilitet gör det mycket lättmonterat.

Materialet består av naturanodiserat aluminium, legering EN-AW 6063-T6. Räcket lämpar sig även för flertalet "svåra" miljöer, t.ex. i kemiska processindustrier och reningsverk.



Handledare

Dim (mm)	Längd (mm)	Vikt (kg/m)
Ø 50	6250	0,8



Följare

Dim (mm)	Längd (mm)	Vikt (kg/m)
Ø 35	6250	0,6



Böj 90°

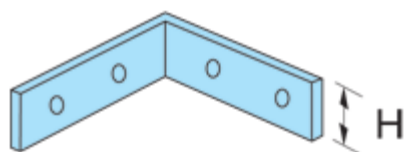
Dim (mm)	Längd (mm)	Vikt (kg)
Ø 50	500	0,7
Ø 35	500	0,5



Vinkelfäste

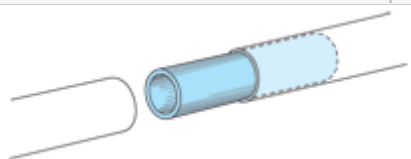
För vanliga räckeshörn

Dim (mm)	Längd (mm)	Vikt (kg)
50x50x3	12	-



Skarv

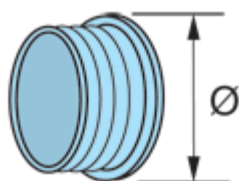
Dim (mm)	Längd (mm)	Vikt (kg)
Ø 45	200	0,1
Ø 31	200	0,1



Ändplugg

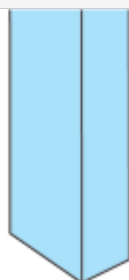
Plast

Dim (mm)	Längd (mm)	Vikt (kg)
Ø 50	-	-
Ø 35	-	-



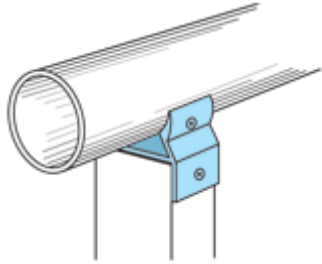
Stolpe

Dim (mm)	Längd (mm)	Vikt (kg)
50x30	1100	1,05
50x30	1200	1,14



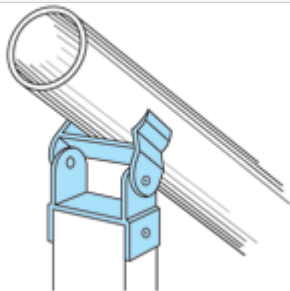
Hållare för handledare

Dim (mm)	Vikt (kg)
Ø 50, stolpe 50x30	-



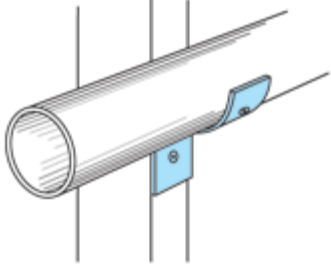
Fäste + hållare för vinklad handledare

Dim (mm)	Vikt (kg)
Ø 50 (över), stolpe 50x30	0,1
Ø 50 (under), stolpe 50x30	0,1



Hållare för följare

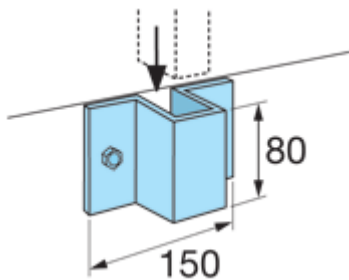
Dim (mm)	Vikt (kg)
Ø 35, stolpe 50x30	-



Fäste för sidomontage

Sidofäste

Dim (mm) för	Dim (mm)	Vikt (kg)
stolpe 50x30	80x150	0,3

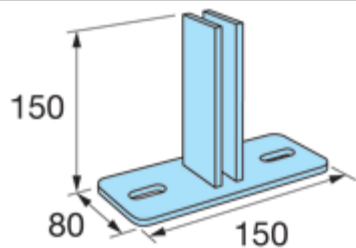


Fäste för toppmontage

Golvfäste, stål

Varmförzinkat. Vagnsbult M10x60 A2, bricka 10,5 A2

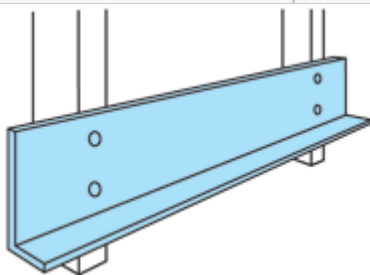
Dim (mm) för	Höjd (mm)	Vikt (kg)
stolpe 50x30	150+8	1,2



Sparklist

Aluminiumprofil 100 x 50 x 2,5 mm. Popnitas fast på räckesstolpen.

Ytbehandling	Längd (mm)	Höjd (mm)	Art.nr.	Vikt (kg)
Obehandlad	6250	100	175207271	6,2
Naturanodiserad	6250	100	175207272	6,3



Bilaga B Utdrag från CES Edupack 2010 materialdatabas

Low carbon steel

Description

The material

Think of steel and you think of railroads, oilrigs, tankers, and skyscrapers. And what you are thinking of is not just steel, it is carbon steel. That is the metal that made them possible - nothing else is the same time so strong, so tough, so easily formed - and so cheap. Carbon steels are alloys of iron with carbon and, often a little manganese, nickel, and silicon. Low carbon or "mild" steels have the least carbon - less than 0.25%. They are relatively soft, easily rolled to plate, I-sections or rod (for reinforcing concrete) and are the cheapest of all structural metals - it is these that are used on a huge scale for reinforcement, for steel-framed buildings, ship plate and the like.

Composition (summary)

Fe/0.02 - 0.3C

Image



Caption

Low carbon steel is cheap, ductile, tough and versatile. Its uses are wide -- from paperclips to steel-framed buildings, some 100 stories high.

General properties

Density	7.8e3	-	7.9e3	kg/m ³
Price	* 4.27	-	4.7	SEK/kg

Mechanical properties

Young's modulus	200	-	215	GPa
Yield strength (elastic limit)	250	-	395	MPa
Tensile strength	345	-	580	MPa
Elongation	26	-	47	% strain
Hardness - Vickers	108	-	173	HV
Fatigue strength at 10 ⁷ cycles	* 203	-	293	MPa
Fracture toughness*	41	-	82	MPa.m ^{0.5}

Thermal properties

Melting point	1.48e3	-	1.53e3	°C
Maximum service temperature	* 350	-	400	°C

Thermal conductor or insulator?	Good conductor		
Thermal conductivity	49	- 54	W/m.°C
Specific heat capacity	460	- 505	J/kg.°C
Thermal expansion coefficient	11.5	- 13	µstrain/°C

Electrical properties

Electrical conductor or insulator?	Good conductor		
------------------------------------	----------------	--	--

Optical properties

Transparency	Opaque		
--------------	--------	--	--

Eco properties

Embodied energy, primary production	29	- 35	MJ/kg
CO2 footprint, primary production	2.2	- 2.8	kg/kg
Recycle	True		

Supporting information

Typical uses

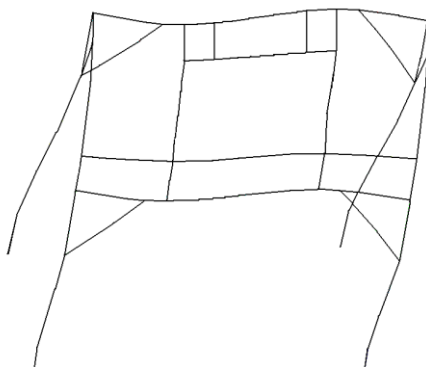
Low carbon steels are used so widely that no list would be complete. Reinforcement of concrete, steel sections for construction, sheet for roofing, car body panels, cans and pressed sheet products give an idea of the scope.

Links

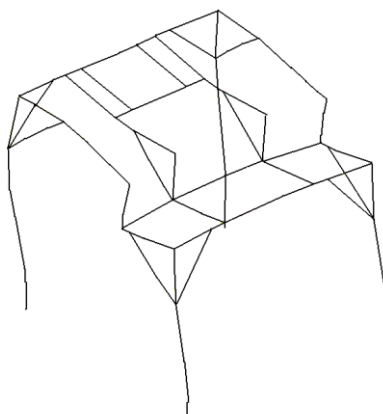
- Reference
- ProcessUniverse
 - Producers

No warranty is given for the accuracy of this data. Values marked * are estimates.

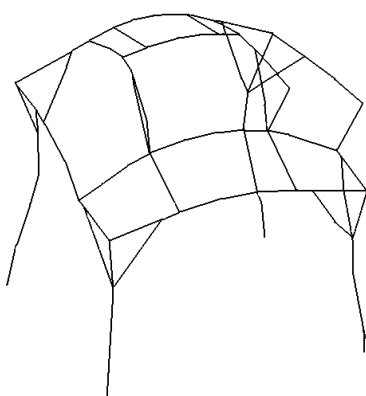
Bilaga C Egensvängning



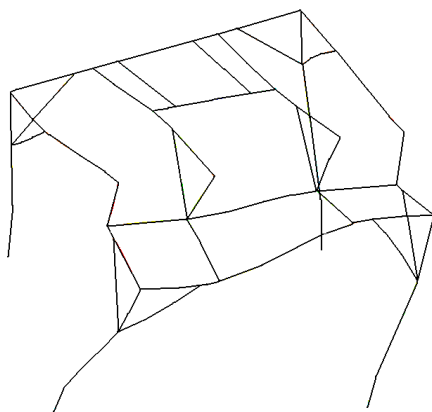
Figur C.1 – Visar egensvängningen vid 6,15 Hz



Figur C.2 – Visar egensvängningen vid 6,42 Hz



Figur C.3 – Visar egensvängningen vid 12,16 Hz



Figur C.4 – Visar egensvängningen vid 12,56 Hz

Bilaga D Matlabkod - knäcklast

```
E=210*10^9; % E-modul  
I=(1/12)*(0.12^4-0.104^4); % 120x120x8mm  
L=2.7;%längd
```

```
%fri balkända  
pk1=pi^2*E*I/(4*L^2)
```

```
%fast inspänd  
pk2=(4*E*I*pi^2)/L^2
```

Bilaga E Matlabkod - skruvdimension

Matlabkod för beräkning av skruvdimension.

```
SF=2; %SF=säkerhetsfaktorn
n=2; %n=antal skruvar
m=(33.7*26)*9.81/6;

p=7194;
p=p*SF/n;
d=sqrt(p*4/(pi*210*10^6))*1000 %minimum diameter på skruven

t = linspace(0,2*pi,10^3);
h=0;
k=0;
r=d/2;
x=@(t)r*cos(t)+h;
y=@(t)r*sin(t)+k;
plot(x(t),y(t));
hold on

plot([-r r], [0 0])
plot(-r+0.1,0,'<')
plot(r-0.1,0,'>')

str1 = {'[mm]'};
str2 = {d};
text(1,0.3,str1)
text(-1,0.3,str2)

axis equal
```

Bilaga F Materialdata Bumax

BUMAX® är ett gemensamt produktnamn för Bulten Stainless höghållfasta och extra korrosionsbeständiga syrafasta fästelement.

Materialbeteckning

Beteckningarna följer det som fastställts av SIS, EN och ISO men Bumax tillverkas av en specialkomponerat version av det bästa från SS 14 2343, EN 1.4436, AISI 316L och EN 1.4432, helt enkelt högre innehåll av legeringsämnen och låg kolhalt vilket ger väsentligt bättre korrosionsegenskaper än traditionellt A4 – EN 1.4401 stål.

BUMAX®-nivån

Skillnaden mellan standard A4 fästelement och BUMAX® består främst i att BUMAX® – produkternas egenskaper börjar på den nivå där "vanliga" A2 – A4 fästelement slutar eller har slutat för länge sedan. Det betyder att ett BUMAX® fästelement alltid är bättre, starkare och mer korrosionsbeständigt än ett "vanligt" fästelement. Här följer några exempel:

BUMAX® 88

Fästelement i klass BUMAX® 88 har egenskaper som, så långt det är möjligt, motsvarar 8.8 kolstålsskruvar. Då 8.8 också anger ståltypen är de givetvis inte likvärdiga på den punkten.

BUMAX® 88 för tryckkärl

BUMAX® 88 är godkänd för användning i tryckkärl både enligt PED 97 / 23 / EG, AD-2000 merkblatt W2 och AD-2000 merkblatt W10 med fullt utnyttjande av skruvens hållfasthet. Se avsnittet Fästelement för tryckkärl.

BUMAX® 109

Fästelement i klass BUMAX® 109 har egenskaper som så långt det är möjligt motsvarar 10.9 kolstålsskruvar. På samma sätt som för 8.8 anger också 10.9 ståltyper och där skilljer sig BUMAX® produkterna naturligtvis från dem av kolstål.

Egenskap	8.8 stål	BUMAX 88	BUMAX 88 För tryckkärl	10.9 stål	BUMAX 109 ≤M12	BUMAX 109 >M12
Rm Brottgräns	800 MPa	800 MPa	800 MPa	1000 MPa	1000 MPa	1000 MPa
Rp 0,2 Förlängningsgräns	640 MPa	640 MPa	640 MPa	900 MPa	900 MPa	800 MPa
Brottförlängning	12 %	0,3 d	0,4 d	9 %	0,2 d	0,2 d

Som framgår av ovanstående tabell är det endast metoden att mäta och ange förlängning som avviker. Skillnaden består främst i att på rostfria fästelement skall all provning ske på färdig produkt i längder från 2,5xd och uppåt medan provning av kolstålprodukter oftast sker på provstavar och förlängningen mätes då på en testlängd av 5xd. Det är givet att med så olika mätmetoder för förlängningsmätning kan inte erhållna mätvärden jämföras men praktiskt har det visat sig att de rostfria skruvarna oftast är betydligt segare än kolstålsskruvarna.

Grupp	Typ	Hållfasthetsklass 5)	Diameter-Område 5)	Skrudar och pinnskruvar 3)			Muttrar 3)
				Brottgräns Rm 1) N/mm ² min.	Sträckgräns Rp0,2 1) N/mm ² min	Förlängning A_L 2) Min.	Provspänning Sp N/mm ² min. 1)
Austenit	A1, A2, A3, A4 och A5	50 70 80	≤M 39 ≤M 24 ≤M 24	500 700 800	210 450 600	0,6 d 0,4 d 0,3 d	500 700 800

Bumax 88 för tryckkärl	Bumax 88	≤M 36	800	640	0,3 d	800
	Bumax 88	M 6 - M	800	640	0,4 d	800
	Bumax 88	24	800	640	0,4 d	800
	Bumax 109	¼ - 1"	1000	900	0,2 d	1000
	Bumax 109	UNC	1000	900	0,2 d	1000
		≤M14 > M14	1000	800	0,2 d	1000

- 1) Alla mekaniska hållfasthetsvärden är beräknade med avseende på gängans spänningsarea och gäller för skruvlängder > 2,5 xd.
- 2) Förlängning anges i mm x nominell skruvdiameter (d) och gäller för skruvlängder > 2,5 xd..
- 3) Provnings av mekaniska egenskaper skall ske på färdig skruv / mutter (ej provstav).
- 4) För klasserna 70 och 80 > M24 gäller att överenskommelse mellan användare och tillverkare måste ske.
- 5) ISO 3506 anger klass 50, 70 och 80. Bumax 88 och 109 är Bulten Stainless internstandard och ingår inte i ISO 3506.

Kemisk sammansättning för Bumax och för standard A4 – stål

Stålsort	C %	Cr %	Ni %	Mo %
A4 – EN 1.4401 (AISI 316)	≤0,07	16,5 – 18,5	10,0 – 13,0	2,0 – 2,5
A4 – EN 1.4404 (AISI 316L)	≤0,03	16,5 – 18,5	10,0 – 13,0	2,0 – 2,5
Bumax 88 , Bumax109 och Bumax Hard	≤0,03	16,5 – 18,5	11,0 – 14,5	2,5– 3,0

Styrkan hos Bumax jämfört med standard A4 – fästelement

Rp 0,2 samt belastningen vid 0.2 – gränsen

Dimension	A4 – 70	A4 – 80	Bumax 88	Bumax 109
M8	450 / 16.000N	600 / 22.000N	640 / 23.000N	900 / 33.000N
M20	450 / 110.000N	600 / 147.000N	640 / 157.000N	800 / 196.000N
M24	450 / 158.900N	600 / 211.800N	640 / 226.000N	-
M36 1)	210 / 172.000	-	640 / 523.000N	-

- 1) Dimensioner > M24 i hållfasthetsklasser över 50 tillverkas och lagerförs för närvarande endast av Bulten Stainless

Styrkan i praktiken

Praktiskt betyder det att en M8 klass 70 kan ersättas av en M6 Bumax 88 och en M5 Bumax 109.
Att en M20 klass 70 kan ersättas av en M16 Bumax 88 och en M14 Bumax 109.
Att en M36 klass 50 kan ersättas av en (M22) M24 Bumax 88.

Korrosionsegenskaperna i praktiken

Praktiskt betyder det högre legeringsinnehållet utan tvekan bättre korrosionsegenskaper. Skillnaden kommer att variera i olika miljöer och följande exempel är testresultat visande aktuella situationer.

Korrosivt media = H2SO4 (Svavelsyra)

Temperatur = 50°C

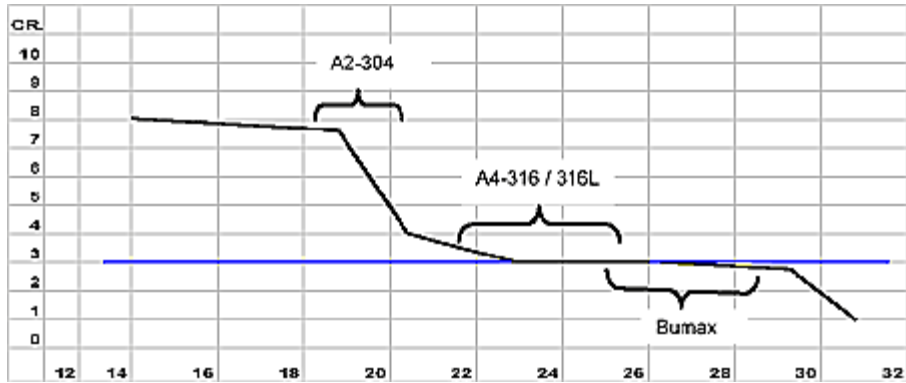
Korrosion i mm / År

Steel Grade	% H2SO4			
	3,0 %	10 %	15 %	20 %
A2 AISI 304L	1,08 mm	3,0 mm	-	-
A4 AISI 316L	0	0,32 mm	-	1,30 mm
Bumax	0	0,04 mm	0,33 mm	0,44 mm

Provning utförd av Sandvik

Det betyder att i 10%-ig Svavelsyra korruderar A4 – EN 1.4401 / SS 2347 nästan 10 x så snabbt som Bumax och vid 20 % ca 3 x så snabbt.

“Corrosion rating” CR efter tio års exponering i marin atmosfär som en funktion av legeringsinnehållet. (CR upp till 3 = ingen korrosion)



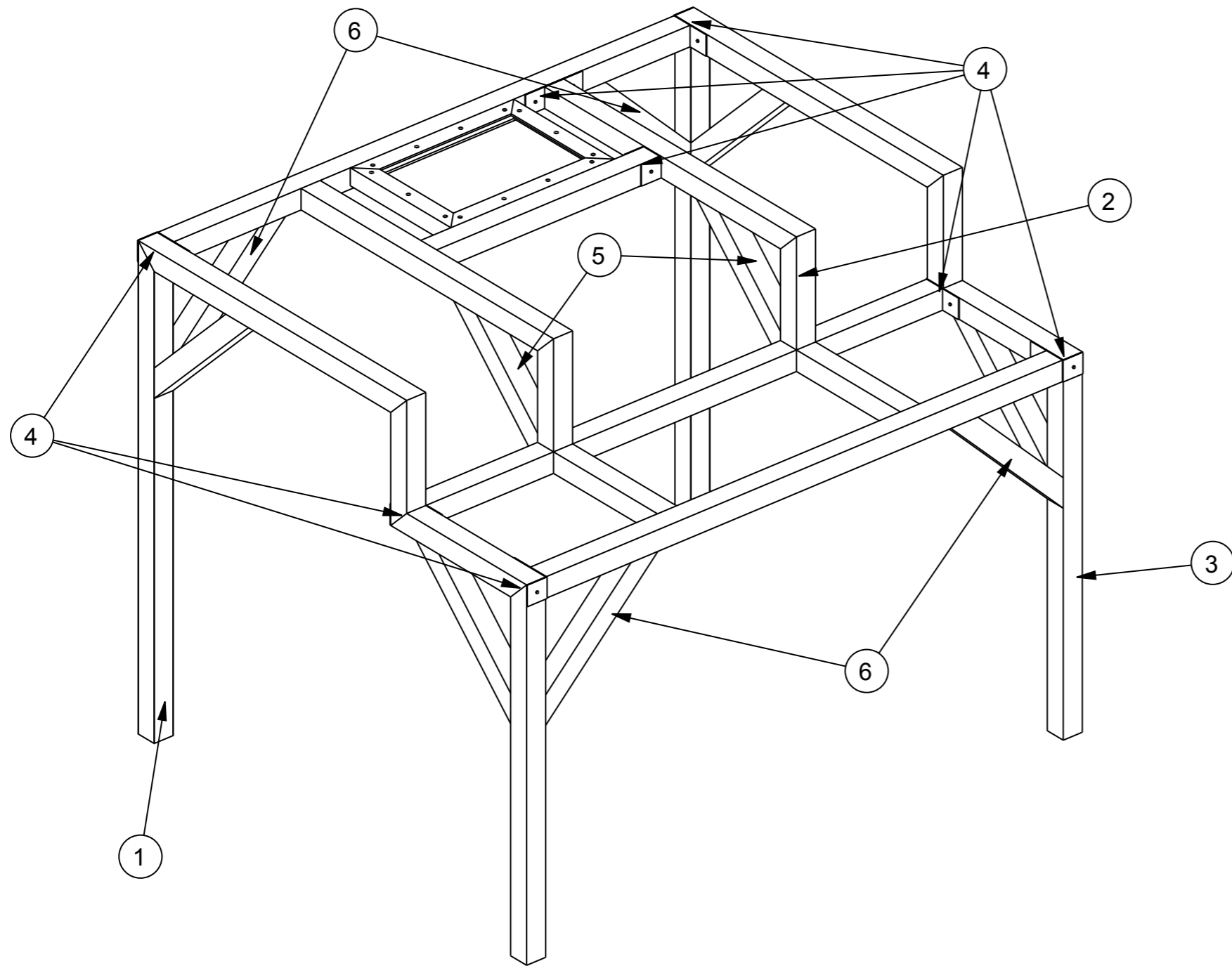
$$PRE = \%Cr + 3,1x\%Mo + 25x\%N$$

Bilaga H Styckelista räcke/fäste


Tabell H.1 styckelista för räcke

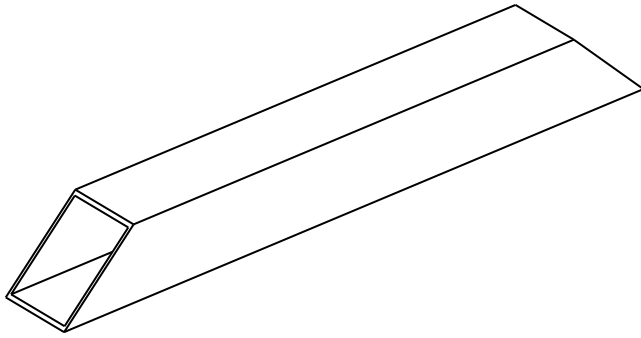
Artikel	Antal
Handledare	14m
Följare	14m
Böj av vardera dimension	5st
stolpar	21st
Ändpluggar av vardera dimension	6st
Hållare för handlare	17st
Hållare för följare	17st
Sidofästen	17st
Golvfästen	4st
Fäste+hållare för vinklad handledare	4st

Bilaga G Ritningar

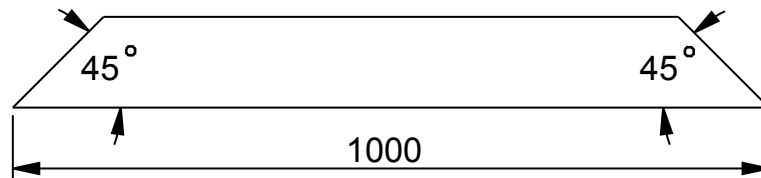


1. Höj upp överdelen 5000 på stativet.
2. Res båda benparen intill överdelen, fixera benparen med M8 bult i överdelens fästen.
3. Demontera den flyttbara balken 4000
4. Ställ Batchblandaren under stativet, hissa upp den tills den är en bit ovanför stativet, montera tillbaka den flyttbara balken 4000 och sänk ner batchblandaren på plats.
5. Svetsa samtliga delar runt om, svetsa dit tvärstagen 1100 och 1200.


7	1	5000	Överdel				
6	4	1100	Tvärstag Yttre				
5	2	1200	Tvärstag Inre				
4	16	M8X25	M8 Skruv	8.8 syrafast	M8x25mm		
3	1	3000	Höger Benpar				
2	1	4000	Flyttbar Balk				
1	1	2000	Vänster Benpar				
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension		
 CHALMERS			Revision	Ritad av	Skala		
						0,039	Format
			Artikel/Modell			Datum	
			ASM0001			08-Jun-11	
Benämning			Ritning				
Grundkonstruktion			1000				
			Blad.nr	1 (1)			



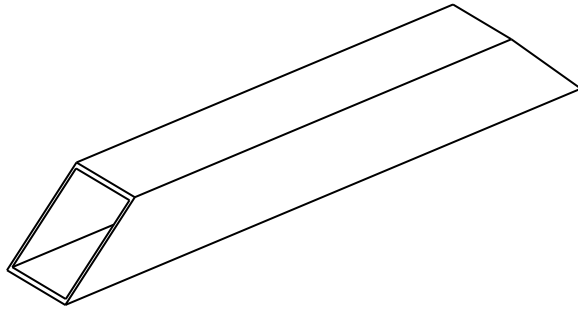
SCALE 0,100



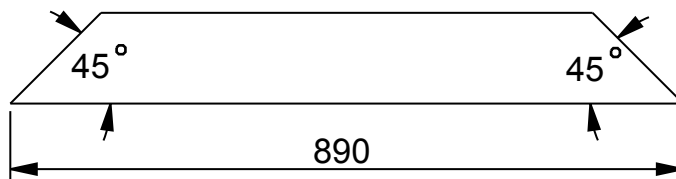
Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

	4st			S355J2H	120x120x8mm	
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension	
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala	Format	Blad.nr
		Artikel/Modell			Datum	
		Benämning			Ritning	
				0,1	A4	1 (1)
		1100			15-Jun-11	
		Tvärstag Yttre			1100	

Denna ritning får icke utan vårt medgivande kopieras, förvisas för eller utlämnas till konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.



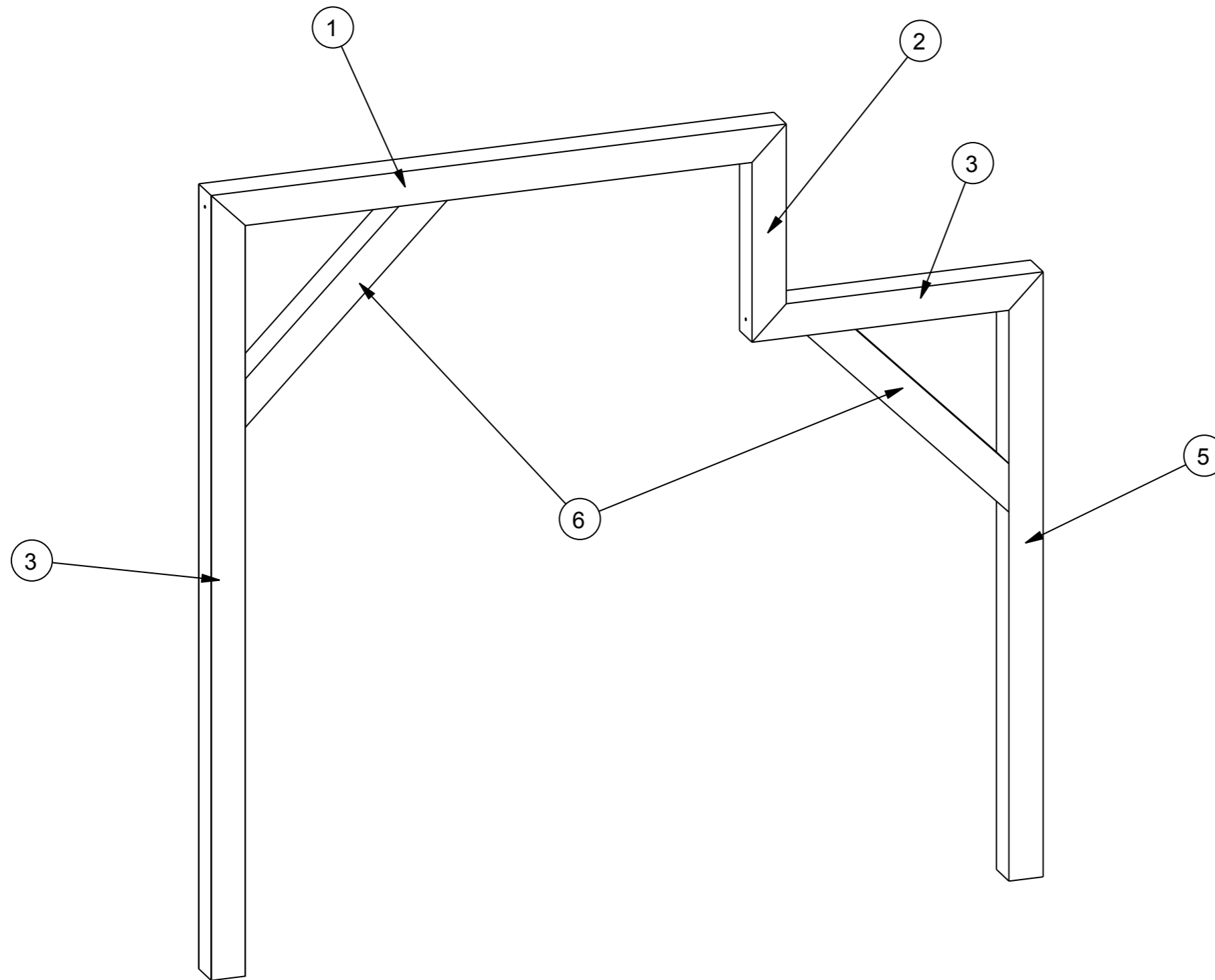
SCALE 0,100



Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.

Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

	2st			S355J2H	120x120x8mm	
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension	
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala	Format	
		Artikel/Modell		0,1	A4	Blad.nr
		Benämning				1 (1)
					Datum	
					15-Jun-11	
					Ritning	
					1200	



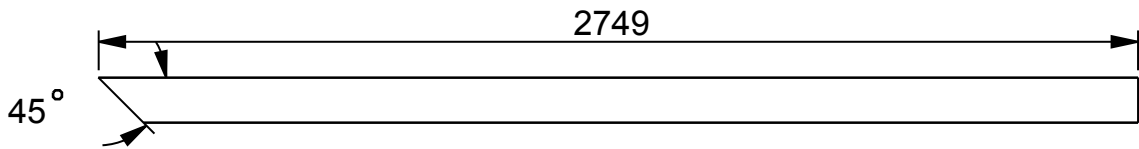
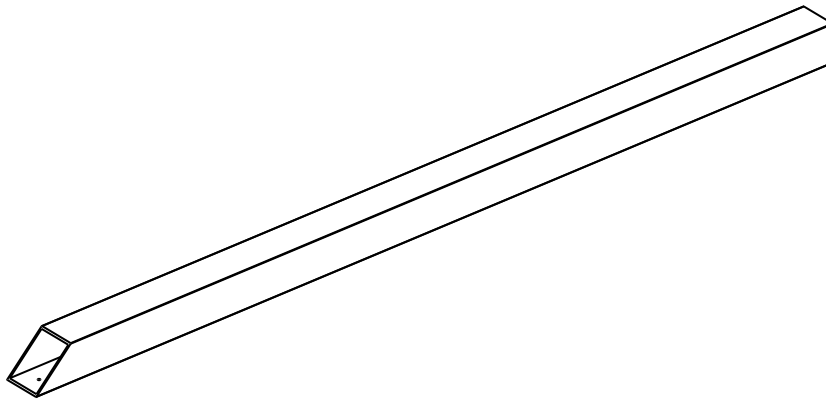
Samtliga delar svetsas runt om

6	2	2600	Tvärstag	S355J2H	120x120x8mm
5	1	2500	Ben 2500	S355J2H	120x120x8mm
4	1	2100	Ben 2100	S355J2H	120x120x8mm
3	1	2400	Balk 2400	S355J2H	120x120x8mm
2	1	2300	Balk 2300	S355J2H	120x120x8mm
1	1	2200	Balk 2200	S355J2H	120x120x8mm
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension

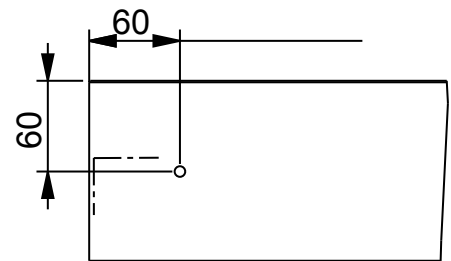
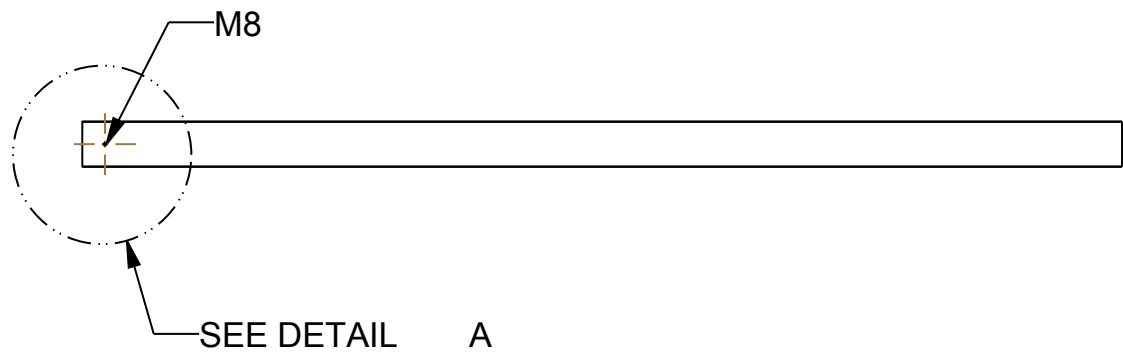


CHALMERS

Revision	Ritad av	Skala	Format	Blad.nr
		0,060	A3	1 (1)
Artikel/Modell			Datum	
2000			02-Jun-11	
Benämning			Ritning	
Vänster Benpar			2000	




SCALE 0,050

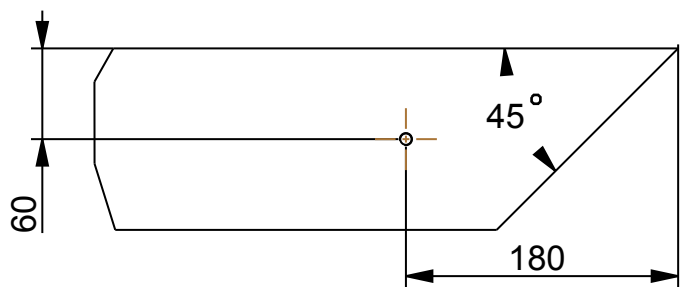
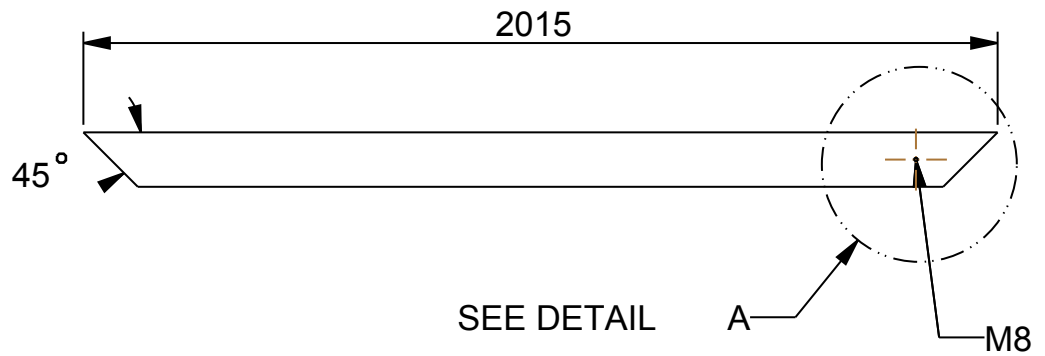
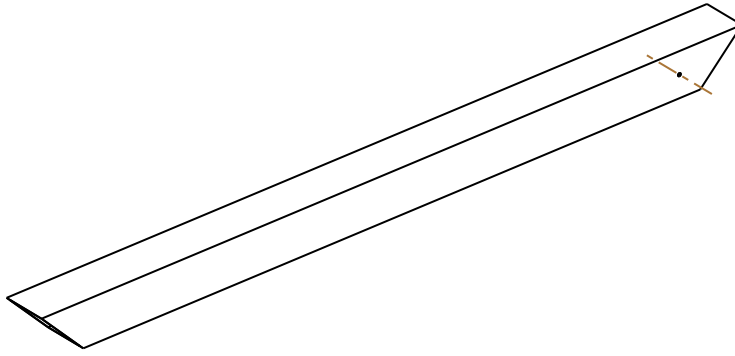


DETAIL A
SCALE 0,200

Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.


	2st	2100	Ben 2100		S355J2H	120x120x8mm		
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning		Material	Dimension		
 CHALMERS			Revision	Ritad av	Skala	Format	Blad.nr	
			Artikel/Modell			0,050	A4	1 (1)
			2100			Datum		02-Jun-11
Benämning			Ritning		2100			
Ben 2100								

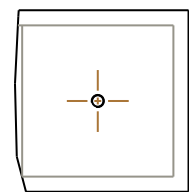
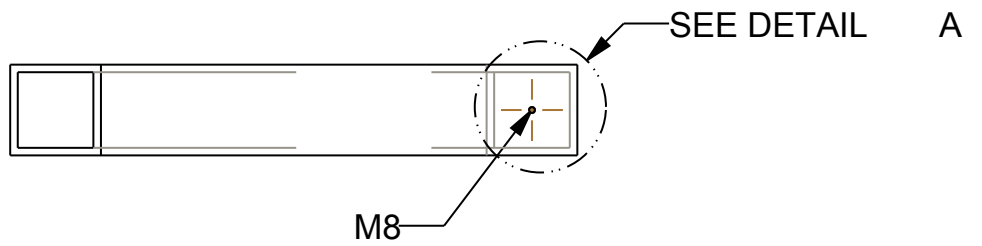
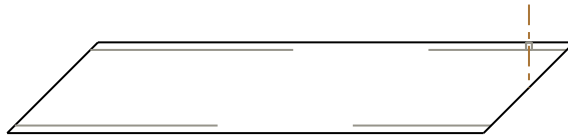
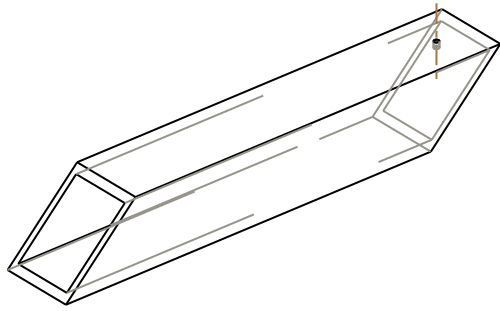


DETAIL A
SCALE 0,200

Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.


Pos	1st	Artikel/Modell	Benämning	S355J2H	120x120x8mm	
	Ant			Material	Dimension	
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala	Format	
		Artikel/Modell		0,037	A4	Blad.nr
		Benämning				1 (1)
				Datum	02-Jun-11	
				Ritning	2200	

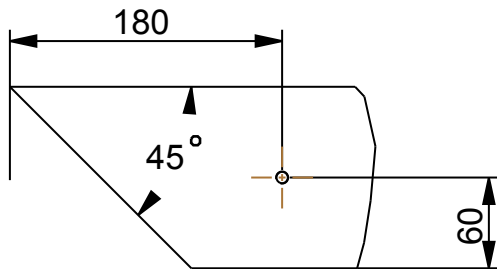
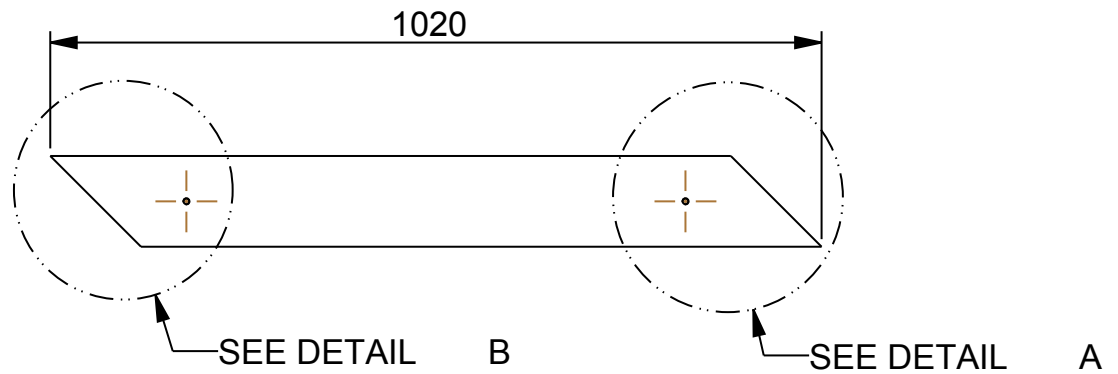
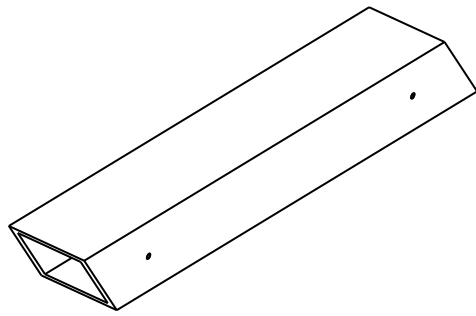


DETAIL A
SCALE 0,200

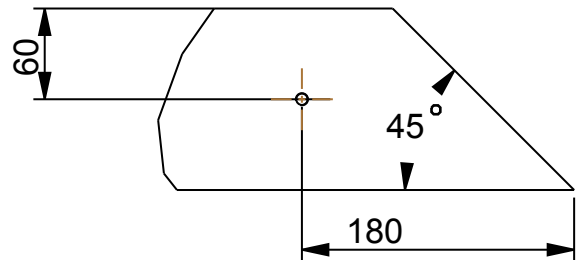
Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förevisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlist obehöriga personer.

Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

Pos	2st	2300		S355J2H	120x120x8mm
	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala	Format
				0,100	A4
		Artikel/Modell	Datum	Blad.nr	
		2300		02-Jun-11	1 (1)
		Benämning	Ritning		
		Balk 2300		2300	




DETAIL B
SCALE 0,200

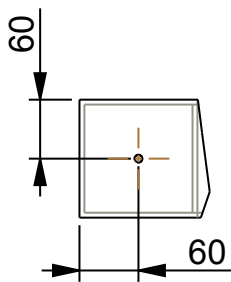
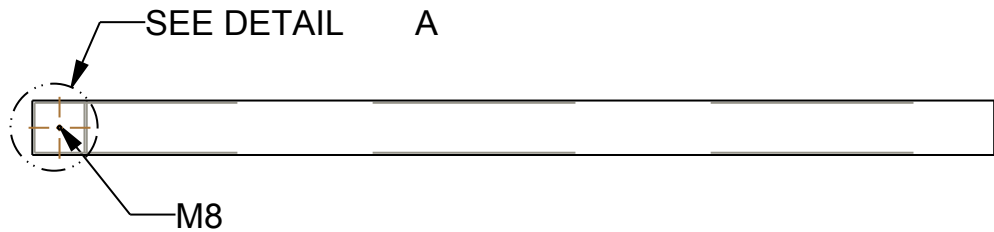
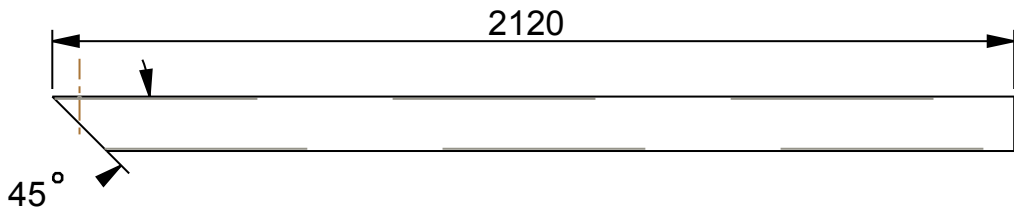
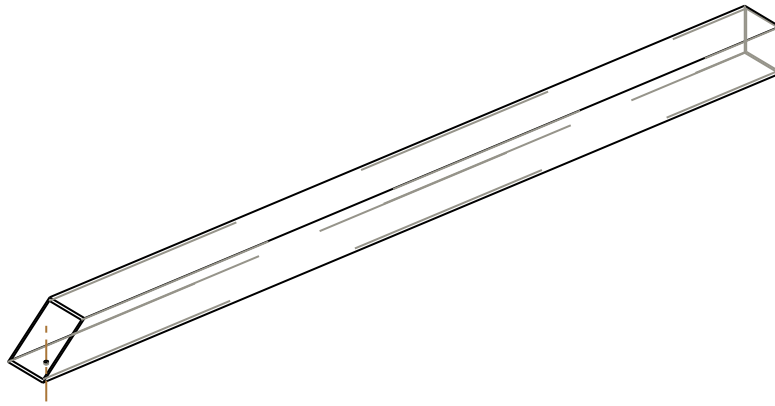


DETAIL A
SCALE 0,200

Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.

Där toleranser ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m


	1st	2400	Balk 2400	S355J2H	120x120x8mm
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala 0,071	Format A4
		Artikel/Modell 2400	Datum		Blad.nr 1 (1)
		Benämning Balk 2400	Ritning		02-Jun-11 2400

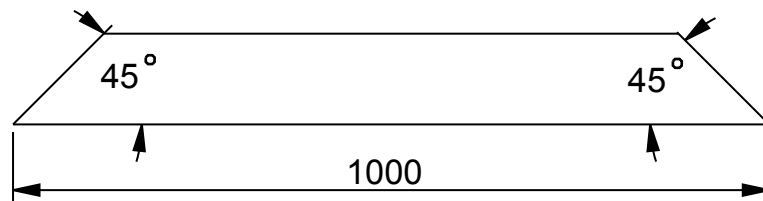
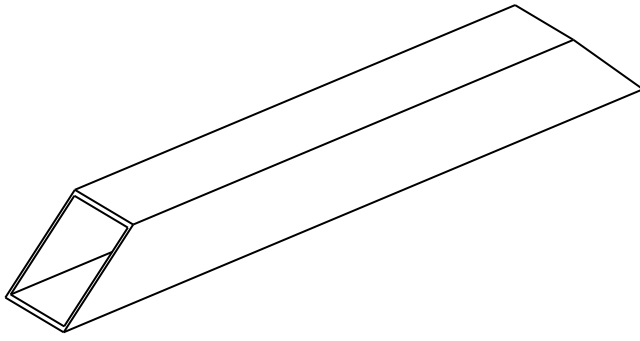


DETAIL A
SCALE 0,130

Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förevisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.

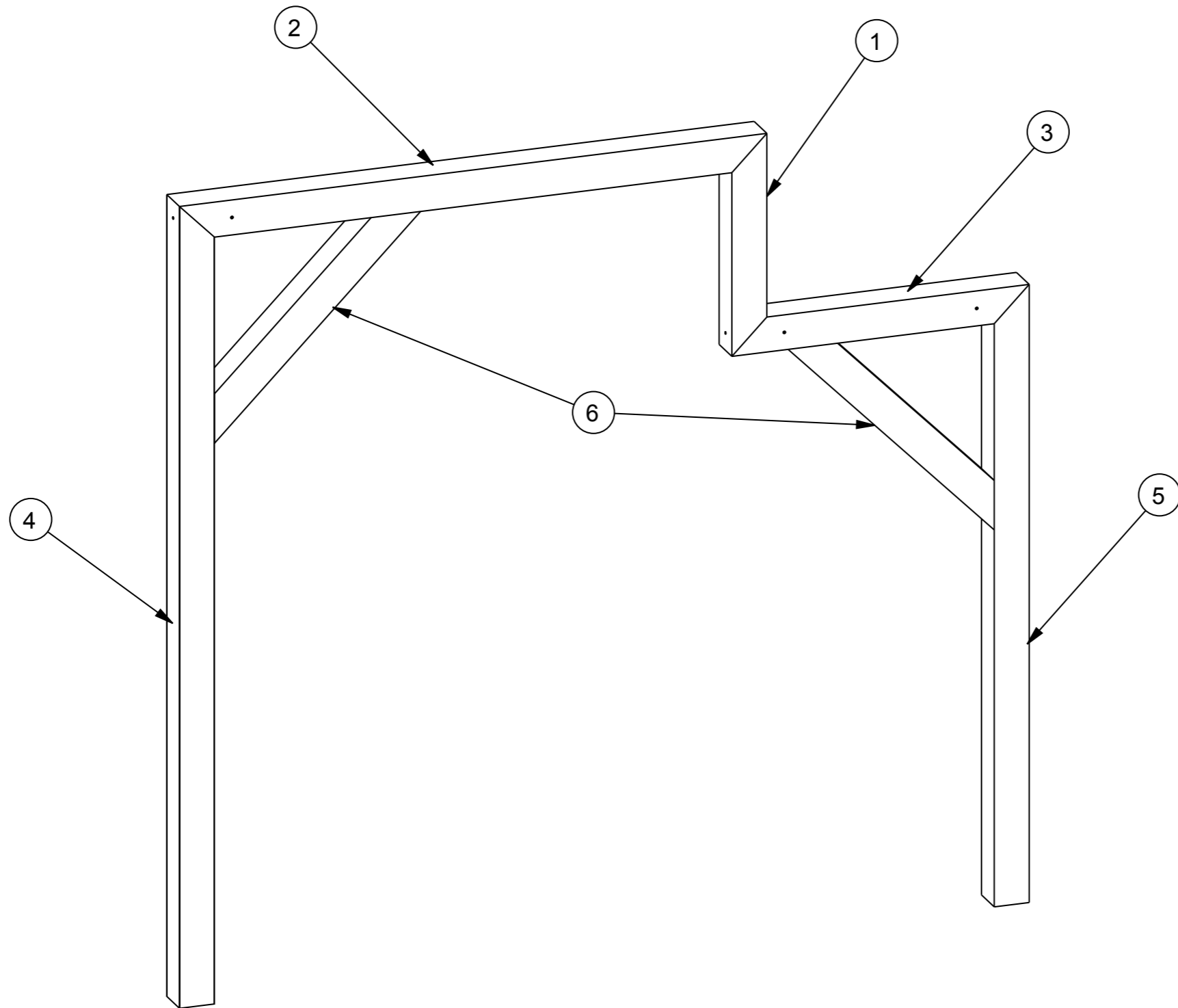
Pos	2st	2500		S355J2H	120x120x8mm	
	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension	
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala	Format	
		Artikel/Modell	2500	0,060	A4	Blad.nr
		Benämning	Ben 2500		Datum	1 (1)
				Ritning	02-Jun-11	
					2500	



Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m


Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.

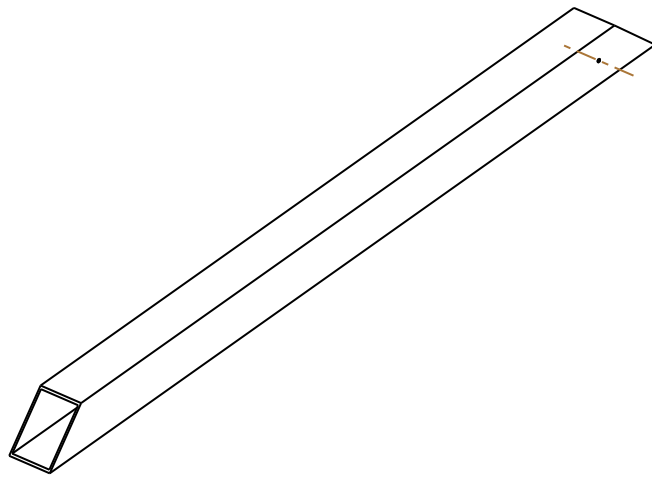
	4st			S355J2H	120x120x8mm	
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension	
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala	Format	
		Artikel/Modell		0,071	A4	Blad.nr
		Benämning				
		2600			1 (1)	
		Tvärstag			02-Jun-11	
					Ritning	
					2600	



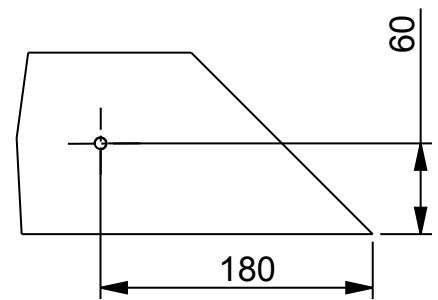
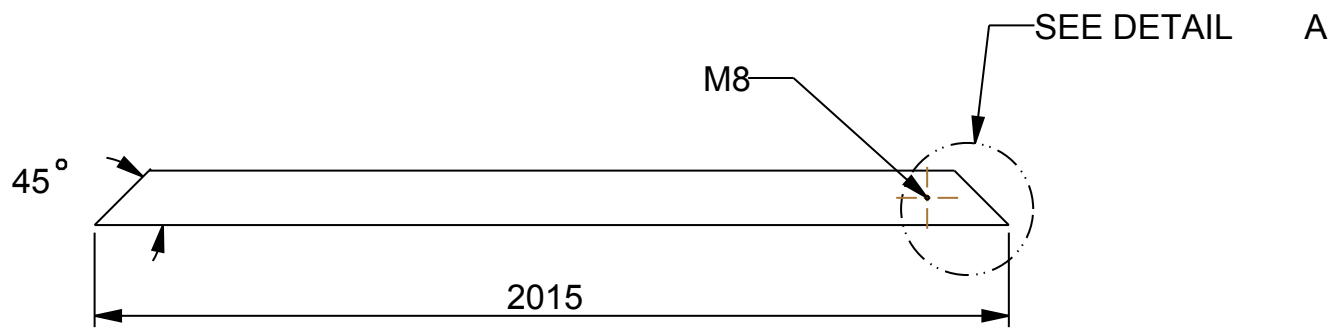
SCALE 0,060

Samtliga delar helsvetsas

6	2	2600	Tvärstag				
5	1	2500	Ben 2500				
4	1	2100	Ben 2100				
3	1	3400	Balk 3400				
2	1	3200	Balk 3200				
1	1	2300	Balk 2300				
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension		
 CHALMERS			Revision	Ritad av	Skala		
			Artikel/Modell 3000			Format	Blad.nr
			Benämning HOGER_BENPAR			Datum	1 (1)
				0,060	A3		
					02-Jun-11		
					3000		




SCALE 0,060

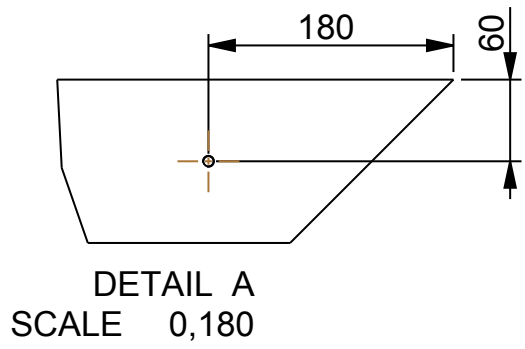
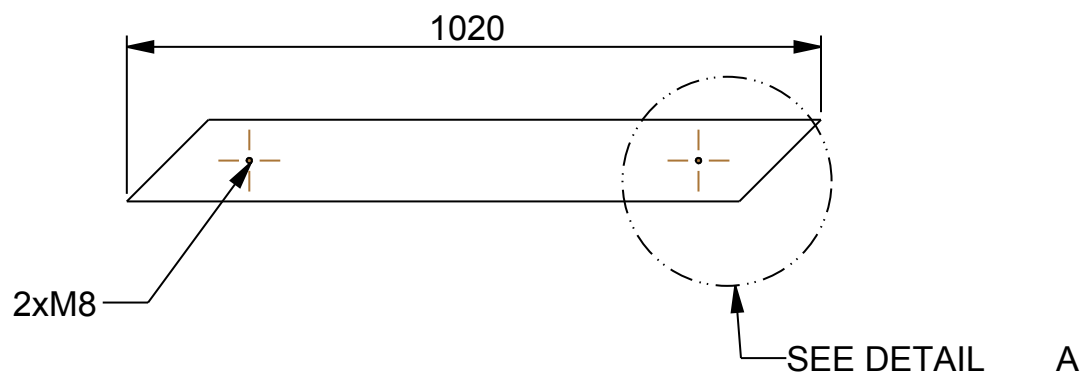
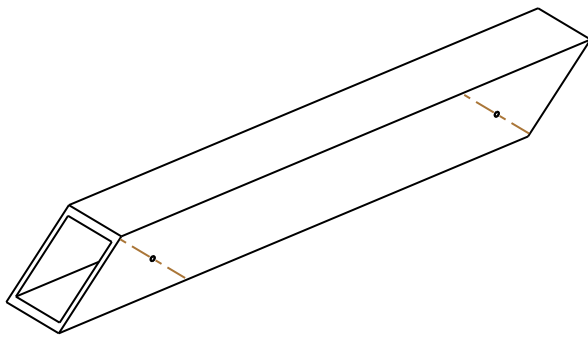


DETAIL A
SCALE 0,200

Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m


Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.

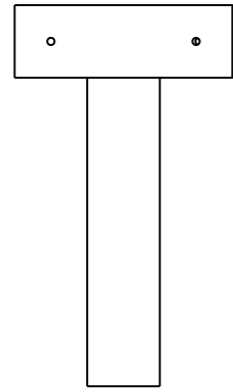
	1st	3200		S355J2H	120x120x8mm	
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension	
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala	Format	
		Artikel/Modell	3200		Datum	Blad.nr
		Benämning	Balk 3200		Ritning	
				0,060	A4	
					1 (1)	
					02-Jun-11	
					3200	



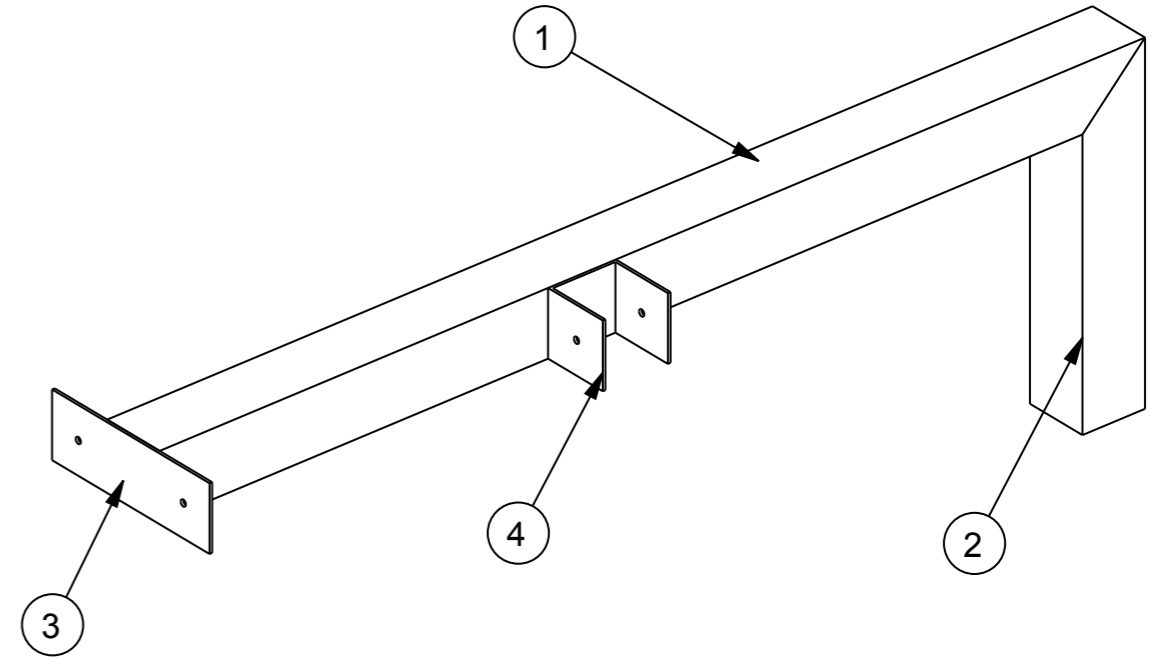
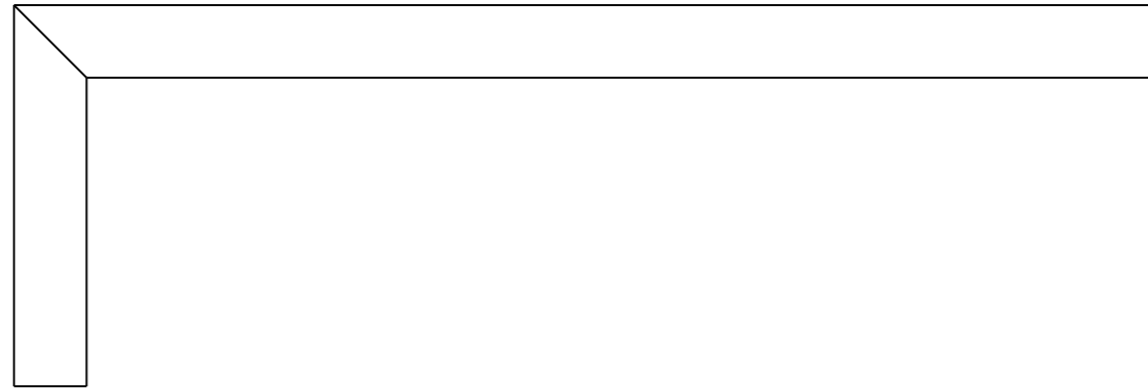
Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.

Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

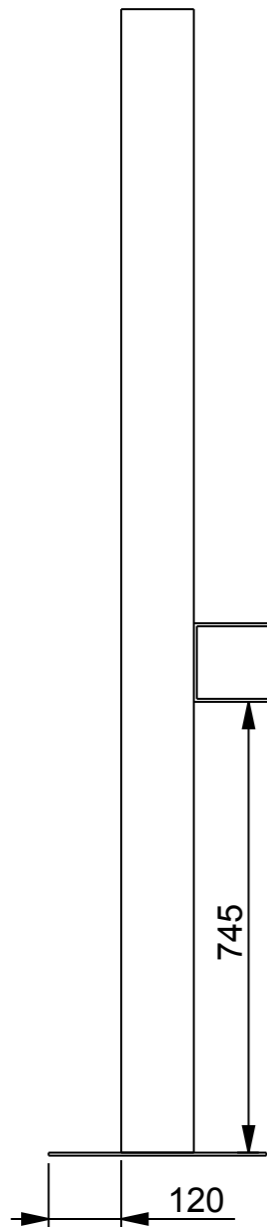
Pos	1st	3400			S355J2H	120x120x8mm
Ant		Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension	
 CHALMERS	Revision	Ritad av	Skala	Format	Blad.nr	
	Artikel/Modell	3400	0,090	A4	1 (1)	
	Benämning	Balk 3400	Datum	02-Jun-11	Ritning	3400




SCALE 0,080

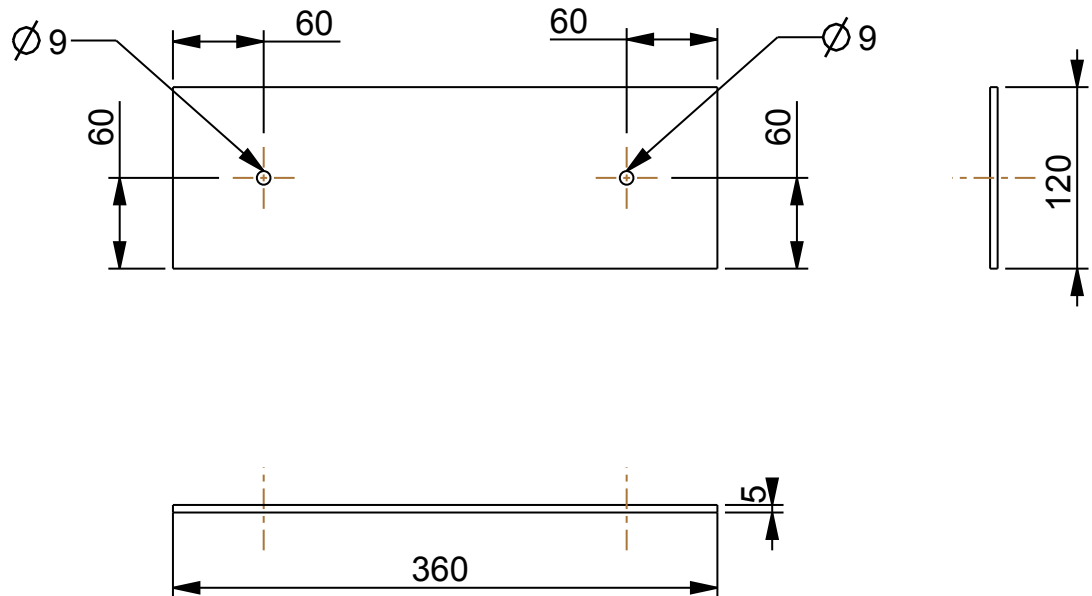
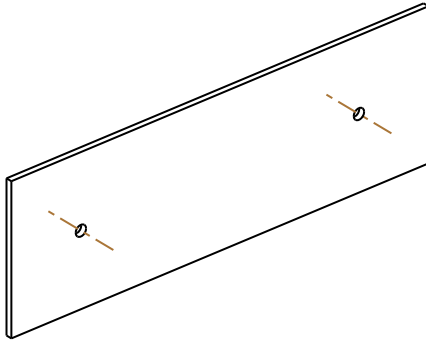


SCALE 0,090




Samtliga delar helsvetsas

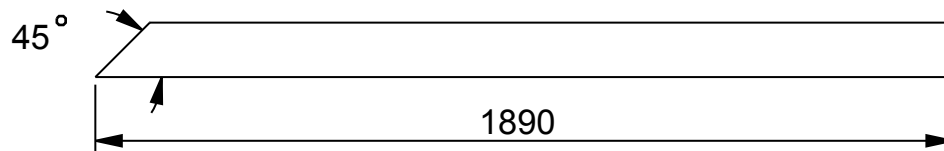
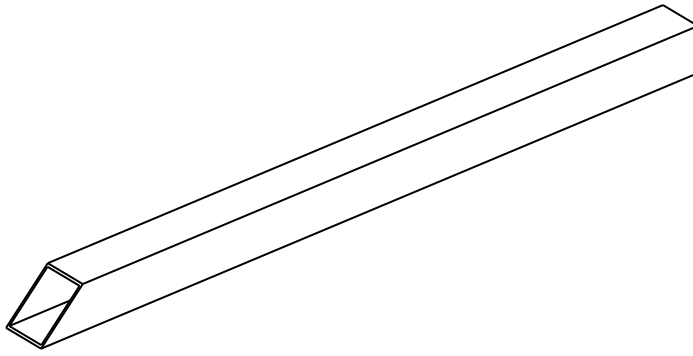
4	1	4300	U-Fäste				
3	1	4100	I-Fäste				
2	1	5600	Balk 5600				
1	1	4200	Balk 4200				
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension		
 CHALMERS			Revision	Ritad av	Skala		
			4000			0,090	Format
			Flyttbar Balk			Datum	A3
						Ritning	Blad.nr
					1 (1)		
					02-Jun-11		
					4000		



Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.


Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

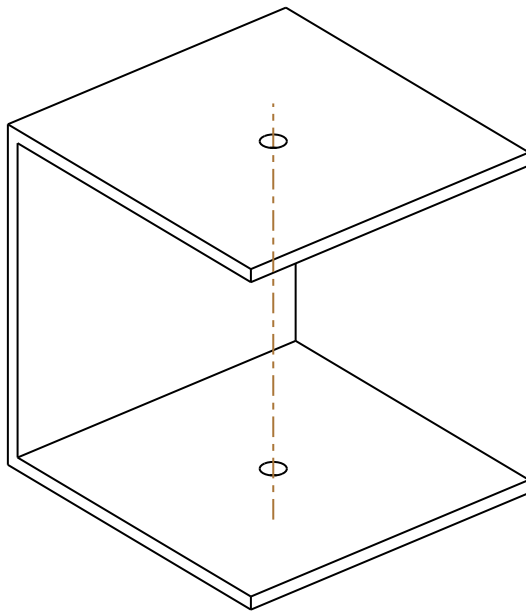
	1st			S355J2H	
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala 0,200	Format A4
		Artikel/Modell 4100			Datum 15-Jun-11
		Benämning I-Fäste			Ritning 4100
					Blad.nr 1 (1)



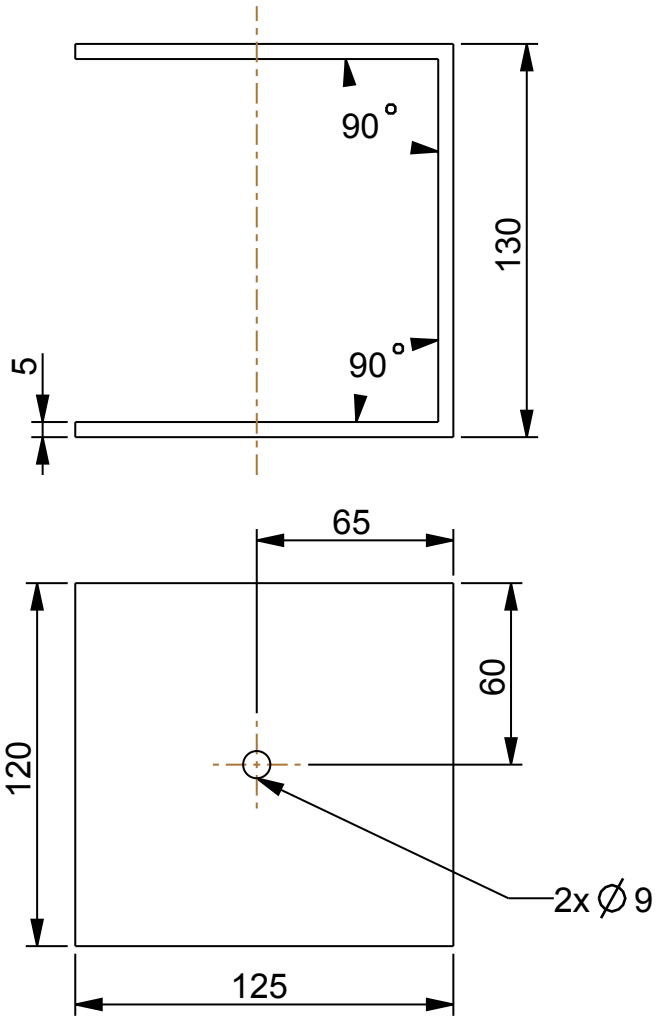
Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.

Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

	1st			S355J2H	120x120x8mm
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala 0,060	Format A4
		Artikel/Modell 4200		Datum 03-Jun-11	Blad.nr 1 (1)
		Benämning Balk 4200		Ritning 4200	




SCALE 0,400

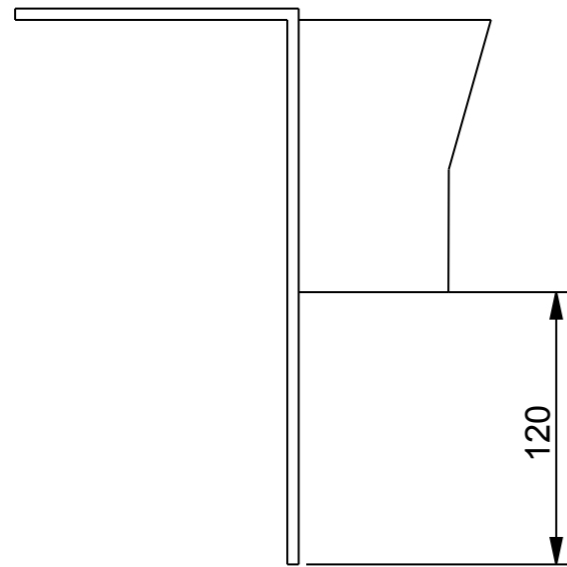
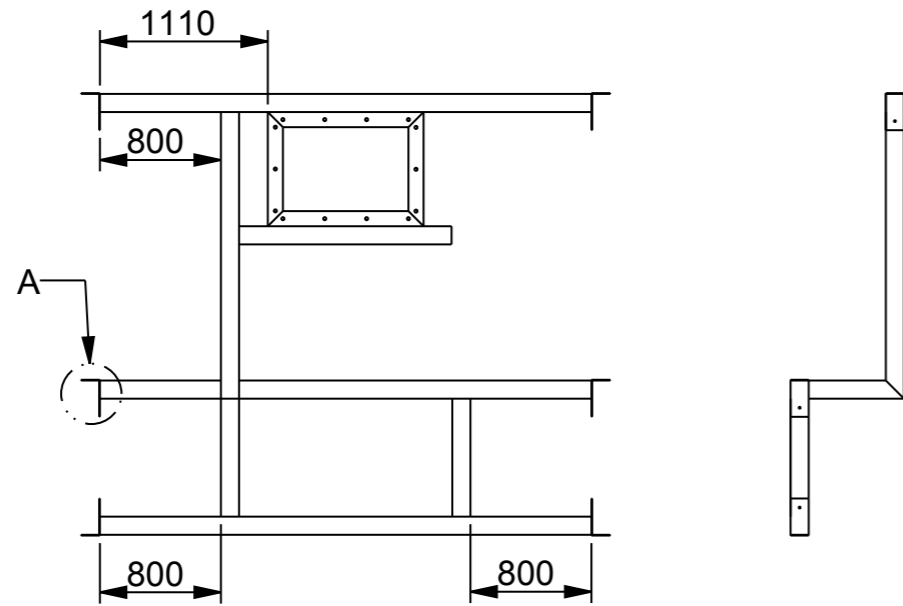


Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förevisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.

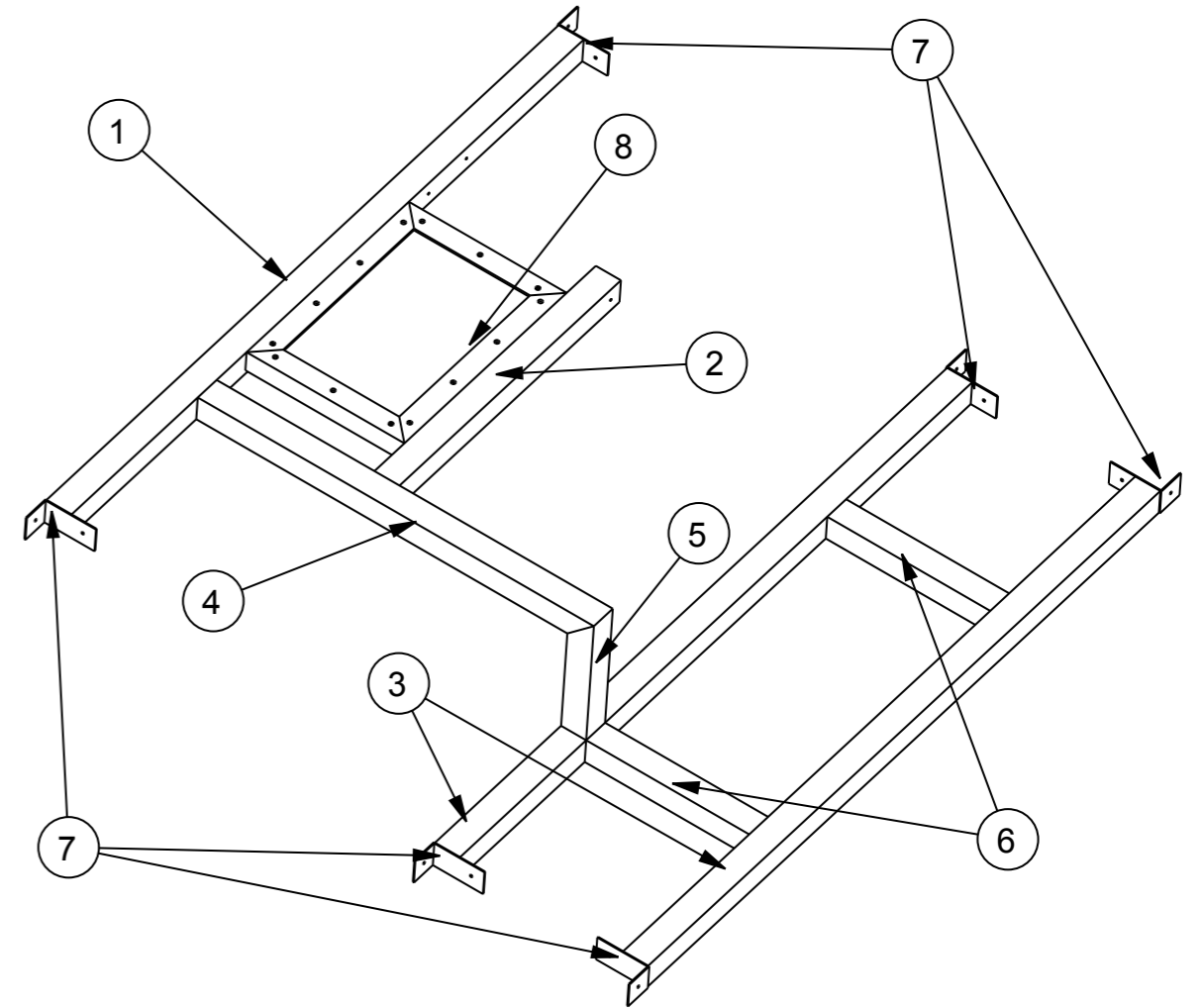
Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

Pos	1st	Artikel/Modell	Benämning	Material	S355J2H	Dimension	
		 CHALMERS	Revision	Ritad av	Skala	Blad.nr	
					0,500	A4	1 (1)
			Artikel/Modell	Benämning		Datum	
			4300			15-Jun-11	
			Benämning		Ritning		
			U-Fäste			4300	


SEE DETAIL

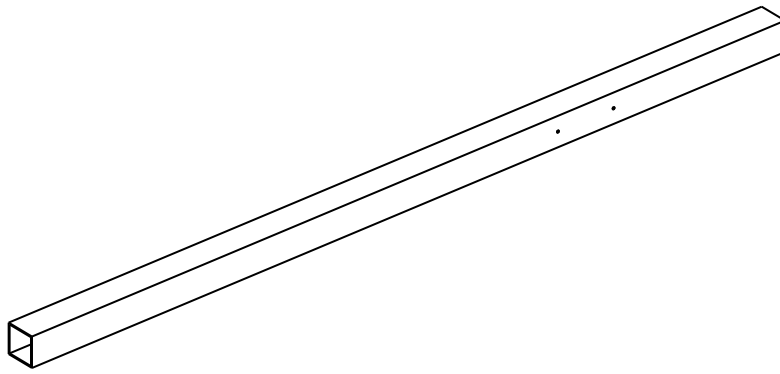


DETAIL A
SCALE 0,300

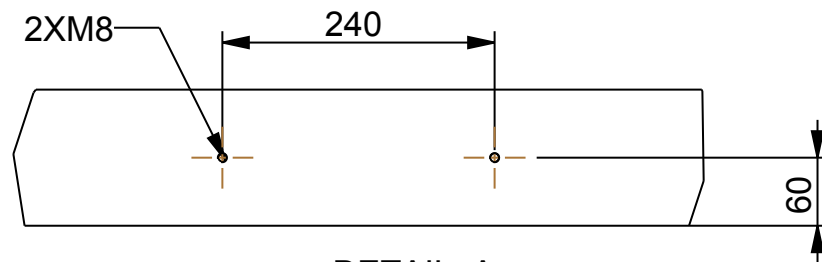
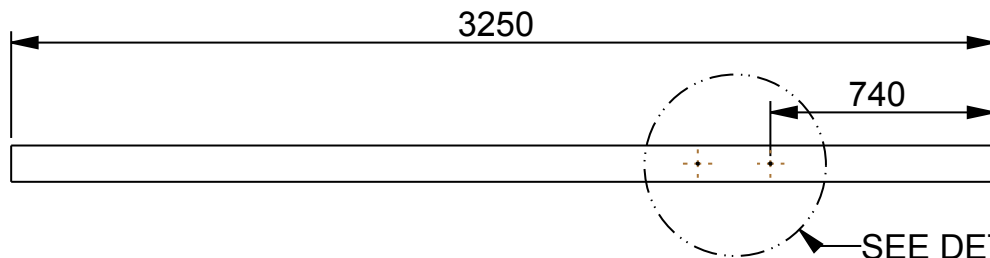


Samtliga delar helsvetsas

8	1	5200	Presheeterram				
7	6	5800	Benfäste				
6	2	5700	Balk 5700				
5	1	5600	Balk 5600				
4	1	5500	Balk 5500				
3	2	5400	Balk 5400				
2	1	5300	Balk 5300				
1	1	5100	Balk 5100				
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension		
 CHALMERS			Revision	Ritad av	Skala		
			Artikel/Modell			Format	Blad.nr
			5000			Datum	1 (1)
			Benämning			Ritning	03-Jun-11
			Överdel		5000		




SCALE 0,040

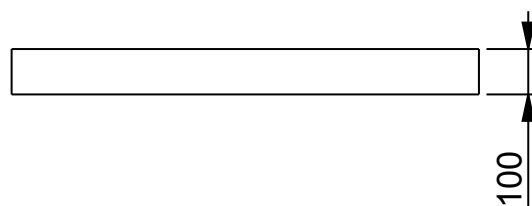
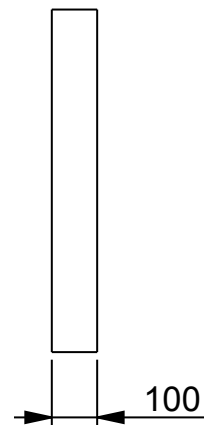
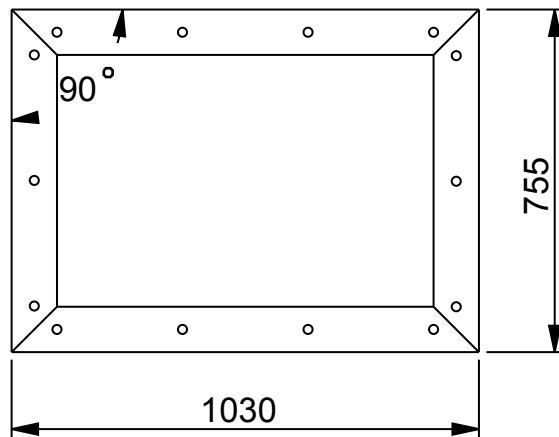
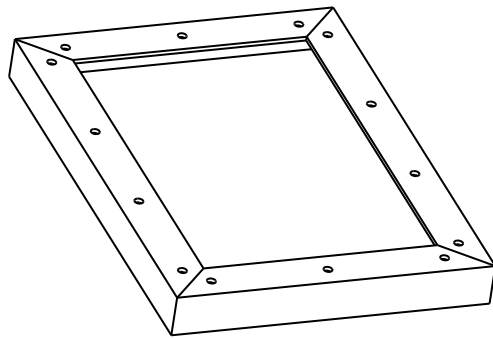


DETAIL A
SCALE 0,150

Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

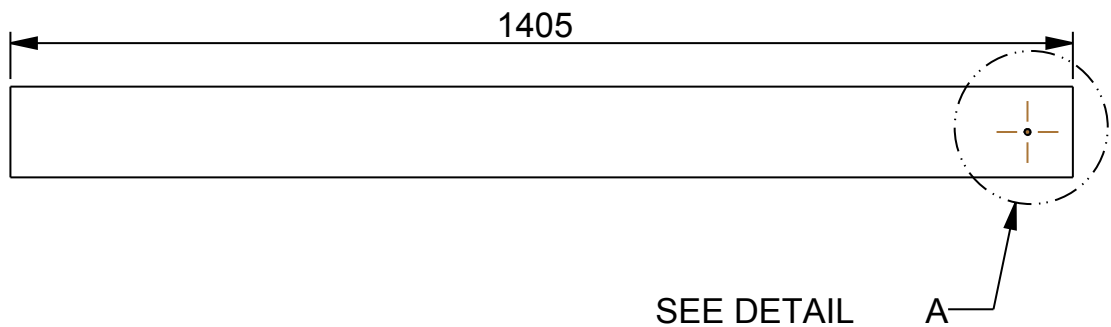
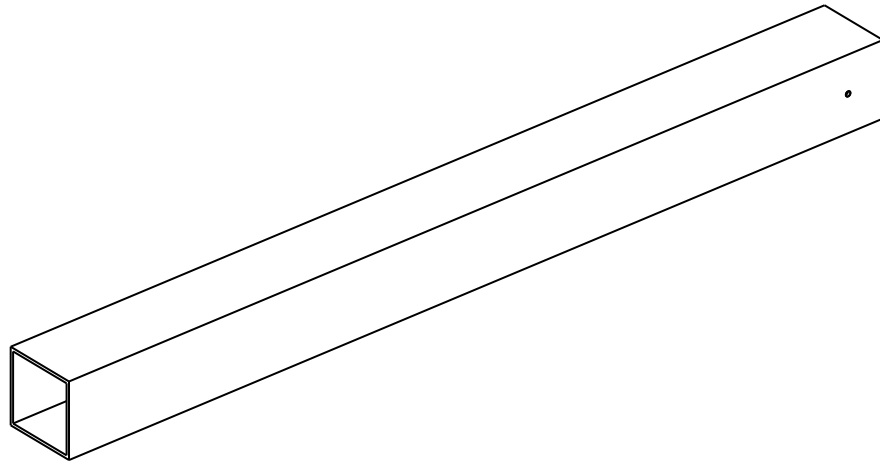
	1st			S355J2H	120x120x8mm	
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension	
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala	Format	
		Artikel/Modell	5100		Datum	Blad.nr
		Benämning	Balk 5100		Ritning	
				0,040	A4	
				1 (1)		
				03-Jun-11		
				5100		

Denna ritning får icke utan vårt medgivande kopieras, förvisas för eller utlämnas till konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.

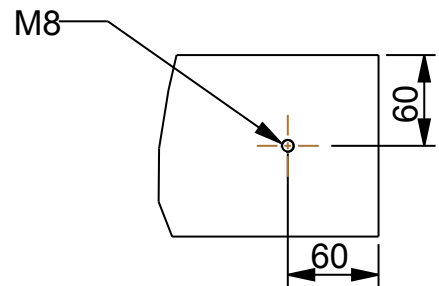


Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejljest obehöriga personer.

2	2	5202	Vinkeljärn 5202	S355J2H	100x100x10mm			
1	2	5201	Vinkeljärn 5201	S355J2H	100x100x10mm			
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension			
			Revision	Ritad av	Skala	Format	Blad.nr	
			Artikel/Modell			0,060	A4	1 (1)
			5200			Datum		
Benämning			Ritning					
Ram			5200					




SEE DETAIL

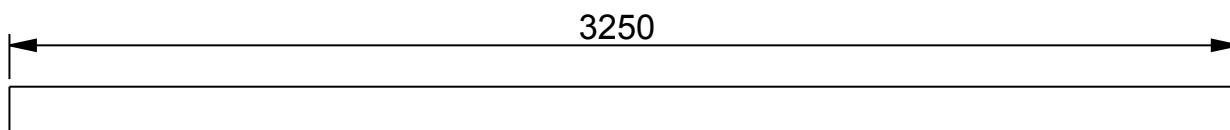
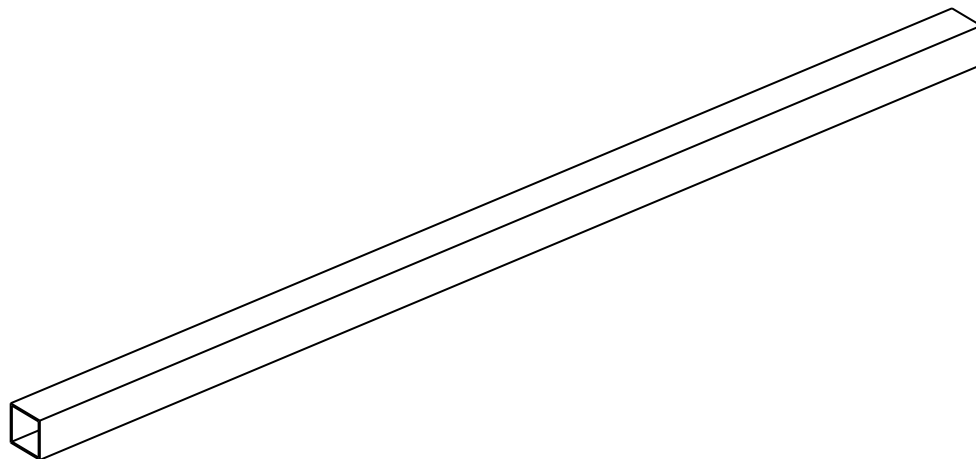


DETAIL A
SCALE 0,200

Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m


Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.

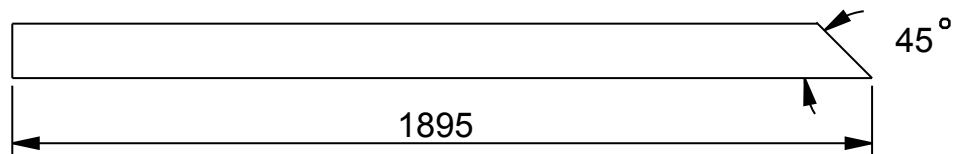
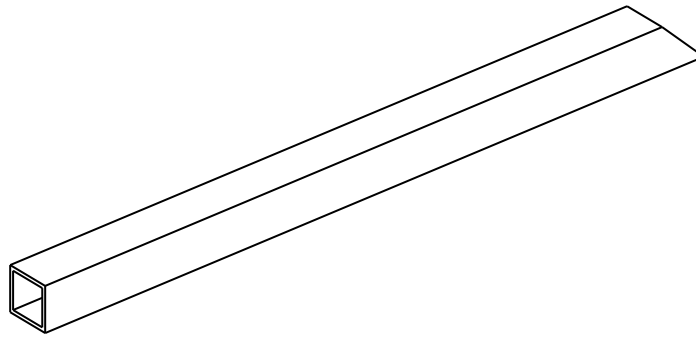
	1st			S355J2H	120X120X8mm	
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension	
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala	Format	
		Artikel/Modell		0,1	A4	Blad.nr
		Benämning				1 (1)
					Datum	
					03-Jun-11	
					Ritning	
					5300	



Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.


Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

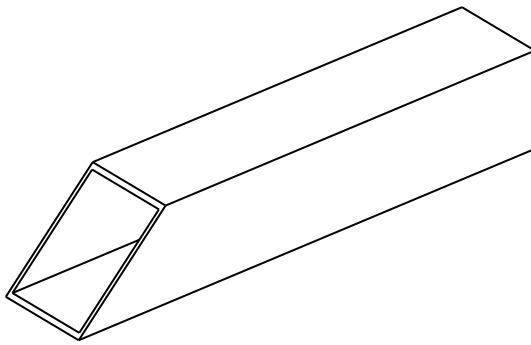
	2st				S355J2H		120x120x8mm		
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning		Material	Dimension			
 CHALMERS			Revision	Ritad av	Skala	Format	Blad.nr		
			Artikel/Modell				0,1	A4	1 (1)
			5400				Datum		03-Jun-11
Benämning					Ritning		5400		
Balk 5400									



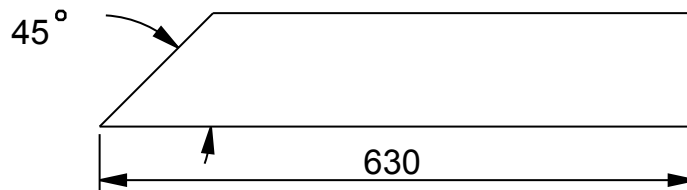
Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förevisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.

	1st			S355J2H	120x120x8mm	
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension	
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala	Format	
		Artikel/Modell		0,06	A4	Blad.nr
		Benämning				1 (1.)
					Datum	
					03-Jun-11	
					Ritning	
					5500	




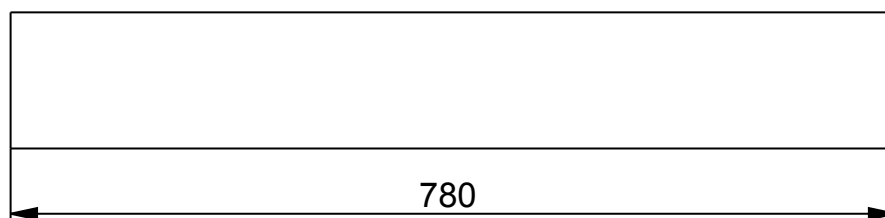
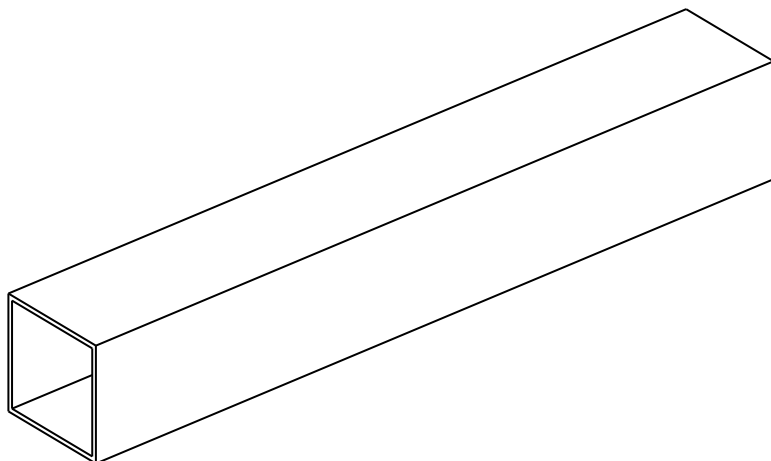
SCALE 0,125



Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.


Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

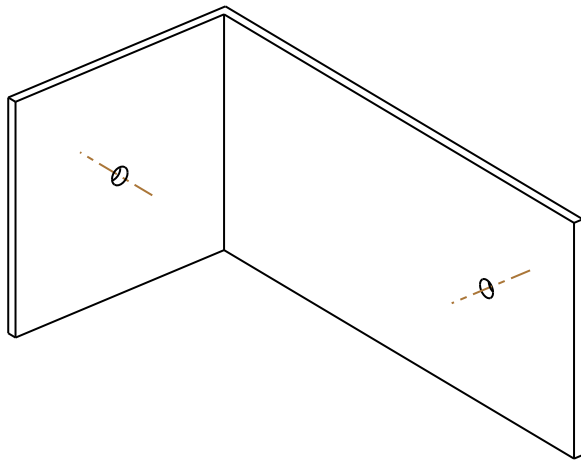
	2st			S355J2H	120x120x8mm
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning	Material	Dimension
 CHALMERS		Revision	Ritad av	Skala 0,125	Format A4
		Artikel/Modell 5600			Datum 03-Jun-11
		Benämning Balk 5600			Ritning 5600



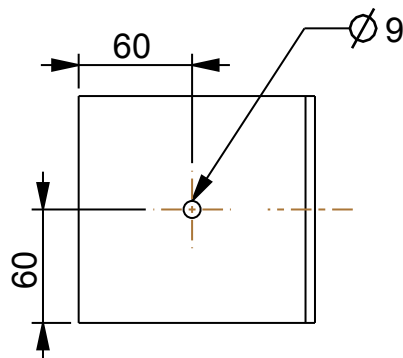
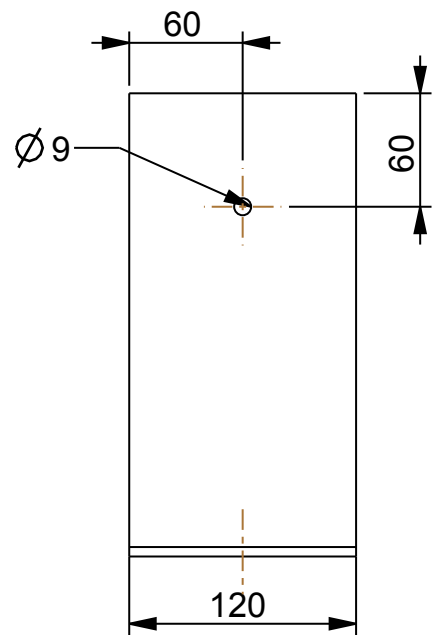
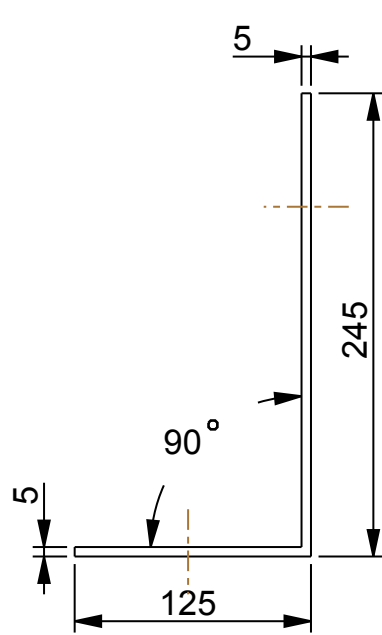
Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förvisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.

	2st				S355J2H	120x120x8mm		
Pos	Ant	Artikel/Modell	Benämning		Material	Dimension		
 CHALMERS		Revision	Ritad av		Skala	Format	Blad.nr	
		Artikel/Modell				0,15	A4	1 (1)
		5700				Datum		03-Jun-11
		Benämning		Ritning		5700		
		Balk						




SCALE 0,300



Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-m

Denna ritning får icke utan vårt medgivande
 kopieras, förevisas för eller utlämnas till
 konkurrenter eller ejlest obehöriga personer.

Pos	6st	Artikel/Modell	Benämning	Material	S355J2H	Dimension	
		 CHALMERS	Revision	Ritad av	Skala	Blad.nr	
	Artikel/Modell				0,250	A4	1 (1.)
	Benämning					Datum	15-Jun-11
					Ritning	5800	