

Konstruktion av monteringsfixtur för golv- och tak husmodul

Examensarbete
grundnivå, 15 hp

Produkt- och processutveckling

Sani Soulaka

Rapport nr:
Handledare inom företag: Johan Tjernell
Handledare inom Mälardalens högskola: David Bizzozero
Examinator: Janne Carlsson

ABSTRACT

This thesis report was done at Mälardalens University and conducted by Sani Soulaka. The project refers to a product development project of mounting fixture for the floor and ceiling module intended for Husmuttern AB.

Husmuttern AB works to develop wooden house concept to produce modular houses that are composed of standardized components. The components need to be mounted and assembled by individuals without any prior knowledge and work experience with the help of tools and implements that facilitate the process. The fixture is multifunctional and can be adapted along the floor and ceilings modules, which are safe and ergonomically adapted for individual.

The project aims to construct a finished concept of a fixture, adapted for Husmuttern AB. The approach to the project has been based on the theory in product development and product development tools that have been appropriate. The result was a concept proposal in the form of CAD-models and drawings of floor and ceiling fixtures with the sub-components that help the fixture to perform the task, which was developed together with the client.

SAMMANFATTNING

Rapporten avhandlar ett examensarbete utfört på C-nivå vid Mälardalens universitet, undertecknad av Sani Soulaka. Rapporten avser ett produktutvecklingsprojekt av monteringsfixtur för golv- och takmodulen avsedd för Husmuttern AB.

Husmuttern AB arbetar med att utveckla trähuskoncept för att producera modulhus som är hopsatt av standardiserade komponenter. Komponenterna ska kunna monteras och byggas ihop av individer utan några förkunskaper och arbetslivserfarenheter med hjälp av verktyg och redskap som underlättar processen. Fixturen är multifunktionell och är anpassningsbar utefter golv- och takmodulerna som är säkra och ergonomiskt anpassade för individen.

Projektet ämnar till att konstruera ett färdigt koncept av en fixtur, anpassad för Husmuttern AB. Tillvägångsättet för projektet har baserats på teorin inom produktutveckling och produktutvecklingsverktyg som varit lämpliga. Resultatet blev ett konceptförslag i form av CAD-modeller och ritningar på golv- och takfixtur med delkomponenterna som hjälper fixturen att utföra arbetsuppgiften, framtagna tillsammans med uppdragsgivaren.

FÖRORD

Examensarbetet har lett till större förståelse om hur företag arbetar med produktutveckling och varit en givande en utmaning. Lärdomarna som har erhållits kommer att tas med som erfarenheter inför arbetslivet.

Jag vill tacka alla som har engagerat sig och stöttat mig under projektets gång. Framfört allt examinatorn Janne Carlsson och David Bizzozero vid Mälardalens universitet som har hjälpt, stöttat och engagerat sig under hela projektet.

Jag vill även tacka Johan Tjernell som har låtit mig utföra examensarbetet hos Husmuttern AB och även ett stort tack till medarbetarna inom företagen.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	8
1.1	HUSMUTTERN AB	8
1.2	BAKGRUND.....	9
1.3	PROBLEMFÖRMULERING.....	9
1.4	SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	9
1.5	DIREKTIV	10
1.6	AVGRÄNSNINGAR.....	10
2	ANSATS OCH METOD	11
3	TEORETISKT REFERENSRAM	12
3.1	PROJEKTPLANERING	12
3.1.1	Gantt-schema.....	12
3.1.2	Delmål	12
3.2	FÖRSTUDIE OCH ANALYS.....	12
3.2.1	Kravspecifikation	12
3.2.2	Funktionsanalys.....	13
3.3	KONCEPTSTUDIE.....	13
3.3.1	Brainstorming.....	13
3.4	KONCEPTSÅLLNING	14
3.4.1	Spindelvävsdiagram	14
3.5	KONCEPTUTVÄRDERING.....	14
3.5.1	Computer Aided Design(CAD).....	14
3.5.2	Poka-Yoke	15
3.5.3	Semantik.....	15
3.5.4	Design for Manufacturing (DFM).....	15
3.5.5	Design for assembly (DFA)	16
3.5.6	Design for safety (DFS)	16
3.5.7	Ergonomi.....	16
3.6	FASTSTÄLLANDET AV KONCEPT.....	17
3.6.1	Dynamisk produktutveckling	17
4	FÖRKLARING AV VÄSENTLIG INFORMATION	17
4.1.1	Fixtur	17
5	GENOMFÖRANDE	18
5.1	PROJEKTPLANERING	18
5.2	FÖRSTUDIE OCH ANALYS	18
5.2.1	Förstudie.....	18
5.2.2	Marknadsanalys.....	18
5.2.3	Konkurrensanalys.....	19
5.2.4	Funktionsanalys.....	19
5.2.5	Kravspecifikation	19
5.2.6	Bockkran, arbetsbänk, Kättingtelfer, lyftok och golv- och takmodul.....	20
5.3	IDÉ OCH KONCEPTGENERERING.....	23

5.3.1	Brainstorming	23
5.3.2	Konceptgenerering	24
5.4	SÅLLNING AV KONCEPT	25
5.5	KONCEPTUTVÄRDERING.....	26
5.6	FASTSTÄLLET AV KONCEPT	28
6	RESULTAT	29
7	ANALYS.....	34
8	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	34
8.1	SLUTSATS	34
8.2	REKOMMENDATIONER	35
8.3	DISKUSSION.....	35
	KÄLLFÖRTECKNING	36
	BILAGOR.....	38

Bilagor

Bilaga 1 - GANTT-schema

Bilaga 2 - Bockkran

Bilaga 3 - Arbetsbord

Ordlista

Balkstöd	Fixturens ytterstöd som stöder modulens ytter balkar.
Fixtur	En struktur som håller och fixerar ett objekt för att underlätta monteringen till en färdig produkt.
Mikrofabrik	En anpassad arbetsplats för personer utan förkunskaper, och arbetslivserfarenhet.
Modulhus	Ett hus som tillverkas inomhus i fabriken i moduler (Prefab), modulerna monteras ihop till färdigt hus på byggplatsen.
Open innovation	Externa aktörer hjälper till med att framställa idéer under utvecklingen.
Stödväggar	Fixturens innerstöd för stödjandet av modulens innerbalkar.

FÖRKORTNINGAR

CAD	Computer Aided Design.
DFA	Design for Assembly.
DFM	Design for Manufacturing.
DFS	Design for safety.

1 INLEDNING

Inom programmet produktion och produktdesign vid Mälardalens universitet ingår detta examensarbete som omfattar femton högskolepoäng. På uppdrag av Husmuttern AB gjordes detta examensarbete som beskriver produkt- och designutvecklingen av fixtur för tak- och golv husmoduler. Tak- och golvmodulerna kommer monteras ihop till en färdig produkt i mobila industriella anläggningar för hus med hjälp av fixturen.

Handledarna var Johan Tjernell från Husmuttern AB och David Bizzozero från Mälardalens universitet.

1.1 Husmuttern AB

År 2015 grundade Johan Tjernell företaget Husmuttern AB som utvecklar bostadskoncept bestående av standardiserade byggnadsdelar. Modulerna är designade och sammanbinds till byggnader utifrån kundens önskemål och behov. Bostadskonceptet är flexibla trähus som går att montera och montera ner och dessutom går att återvinna för permanenta och temporära bygglov.

Modulerna monteras till en färdig produkt i mobila industrianläggningar som är anpassad för individer utan förkunskaper och arbetslivserfarenheter med hjälp av verktyg och redskap som är framtagna av Husmuttern AB, så kallade Micro-fabrik. Prefabricerade byggnadsdelarna transporteras med lastbil till avsedda platsen och sätts ihop likt legobitar för ett nyckelfärdigt hus.

Vägledande värderingar som Husmuttern AB står för är ”Be good, Do good, Fair deals” och som hjälper företaget att utvecklas i linje med dess tillvägagångssätt och långsiktiga mål. Produkt- och designutvecklingen inom företaget sker genom ”open innovation”. Framtagning av idéer och koncept samlas in via crowd innovation som genereras av bland annat institutioner för högre undervisning och vetenskaplig forskning.



Figur 1: Husmuttern AB:s huskoncept (Husmuttern AB)

1.2 Bakgrund

Kommuner som upplever bostadsbrist i Sverige uppgick till 207 av 290 år 2021. Nio av tio individer bor i kommuner som det rådet bostadsbrist i. Bostadsbristen är vanligast i tätorter och högskoleorter, men förekommer även i mindre kommuner utan högskola och utanför storstadsområden (Ekonomifakta, 2022). Husmuttern AB startades för att möta och bygga bort bostadsbristen. Affärsidén är att bygga hus i moduler för att möjliggöra byggnation av hus på kortare tid till en relativt låg kostnad.

Ett modulhus är tillverkad i förväg bestående av upprepade sektioner, så kallade moduler, i flyttbara industrianläggningar. Sektionerna levereras sedan till den avsedda byggplatsen och installationen påbörjas av prefabricerade sektionerna på byggplatsen. Sammanfogningen av modulerna görs med hjälp av skruvförband. Fogen binder enskilda modulerna för att bilda övergripande byggnadsstruktur.

Rapporten för examensarbetet redogör designutvecklingen av fixtur för tak- och golv för husmoduler. Fixturen underlättar byggnadsprocessen och samspelar med individen på arbetsplatsen för att bygga en färdig golv- och takmodul redo för transport till byggplatsen.

1.3 Problemformulering

Individer utan förkunskaper och arbetslivserfarenheter av husbyggnation ska kunna montera ihop färdiga prefabricerade hussektioner, golv och tak. Det möjliggörs via multifunktionell fixtur anpassad för ändamålets avsikt, samspel med individen på ett ergonomiskt arbetssätt för säkerställandet av företagets dagliga drift.

1.4 Syfte och frågeställningar

Syftet med projektarbete är att konstruera ett multifunktionellt golv och takfixtur som är säker och ergonomiskt anpassad för individen på arbetsplatsen.

Nedanstående frågeställningarna är baserade på syftet och målet för examensarbetet:

- *Hur ska fixturen designas för att uppfylla ändamålen?*
- *Hur kan designen möjliggöras för att passa både golv och takmodul?*
- *Hur kan säkerheten och ergonomin säkerställas vid produktion?*

1.5 Direktiv

Verkställande direktören Johan Tjernell för Husmuttern AB presenterade temat för projektet under vårterminen 2022. En helhetsbild av företagets vision, mål och krav på fixturen begreps. Examensarbeten, vetenskapliga artiklar och relevanta dokument för husbyggnationer och fixtur granskades för utveckling av idéer och allmänna kunskaper om projektet, husbyggnationer och fixturer.

Examensarbetet omfattar femton högskolepoäng inom produktion och produktdesign och utförs under 20 veckor. Projektet sammanställs i form av en skriftlig rapport, presentation i PowerPoint och CAD-modeller med ritningar.

1.6 Avgränsningar

- Fixturen ska passa enbart golv- och takmodulerna.
- Designen, material och måtten för golv och tak är förbestämda.
- Det slutliga konceptet är designad men inte produktionsberett och hållfasthetsberäknat.
- Produkt och materialval för fixturen är beroende av husmutterns AB samarbetsparterna.
- Inga ekonomiska kalkyleringar.

2 ANSATS OCH METOD

Tillvägagångssätt för projektet baseras på den generella produktutvecklingsprocesser i boken Produktutveckling konstruktion och design av Ulrich och Eppinger (2014). Produktutvecklingsprocesser delas in i sex faser, arbetet berör endast fyra första faserna.

Fas 0: Planering.

Fas 1: Konzeptutveckling.

Fas 2: Utveckling systemnivå.

Fas 3: Detaljutveckling.

Fas 4: Testning och vidareutveckling.

Fas 5: Produktionsupptakt.

Faserna fungerade som inspiration och anpassades utifrån projektets behov och förväntningar på produkten, momenten gjordes därmed om till önskat resultat; se nedan.

Fas 0: Projektstart.

Fas 1: Projektplanering.

Fas 2: Förstudie och analys.

Fas 3: idé och konceptgenerering.

Fas 4: Sällning av koncept.

Fas 5: Utveckling av koncept.

Fas 6: Fastställandet av Koncept.

Fas 7: Analys.

Fas 8: Slutsats och rekommendationer.

3 TEORETISKT REFERENSRAM

Kapitlet presenterat bakomliggande teoretiska referensramar som examensarbetet avgränsar sig inom.

3.1 Projektplanering

Planering är en viktig process vid genomförandet av projekt. Uppnått projektmål är oftast en fråga om god planering.

3.1.1 Gantt-schema

Gantt-schema beskriver tillvägagångssätt av tidsplan för ett projekt. Schemat utvecklades av den amerikanska ingenjören Henry Gant på 1910-talet. Avsikten med Gantt-schema är att beskriva aktiviteter i förhållande till tidsaspekten. Stapeldiagrammen representerar aktiviteterna med en horisontell stapel för den enskilda aktiviteten, stycket på stapeln passar samman med tidsaspekten. Färger, tecken och skrift används även för att klargöra avsnitt inom tidsplanen. Gantt-schema användes vid detta projekt för att få en tydlig överblick över projektet och dess delmål men även när aktiviteterna skulle utföras (Gerald, 2012).

3.1.2 Delmål

Ett mål kan delas upp i flera delmål. Projektets övergripande mål delades in i delmål. Delmålen anses som aktiviteter. Aktiviteterna utförs i faser och fungerar som stöd för det slutliga målet. Väldefinierade delmål som utförs vid rätt tidpunkt under projektets gång medför att kvalitet (Ulrich & Eppinger, 2014).

3.2 Förstudie och analys

När planeringsfasen var färdigställd påbörjades förstudierna och analysen av frågeställningarna som berör projektet. Förstudien omfattar informationssökningar, kartläggning av befintliga fixturer, intervjuer och observationer.

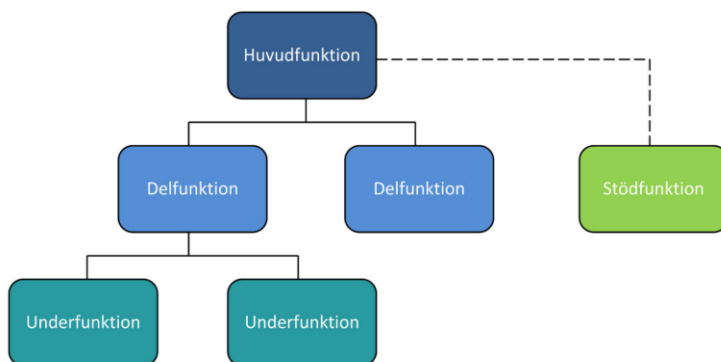
3.2.1 Kravspecifikation

Kravspecifikation innebär kraven, önskemålen och uppgifterna som produkten skall lösa eller utföra. Begäran om tillverkningsmetoden, uppsättning, material, konstruktion och service utgör produktens kravspecifikation. Kravspecifikationer begränsas i förhållande till tillgångarna och ekonomin inom företaget. Prioritering är nödvändigt, därmed listas kravspecifikationerna i olika grupper och nivåer för att få en helhetssyn (Ulrich & Eppinger 2014).

3.2.2 Funktionsanalys

Funktionsanalys är summering av alla en produkts samtliga funktioner. Termen funktioner hänvisar till alla produktkrav och attribut. Sättet funktioner beskrivs är grunden för analysen. Analysen används för att säkerhetsställa att informationen från förarbetet tolkats rätt och att inget betydelsefullt försumrats. Funktioner kan brytas ner i huvudfunktioner, delfunktioner och stödfunktioner. Blockschema som även kallas för funktionsträd, placerar huvudfunktionen överst och delfunktionerna sammansätts nedanför (Österlin, 2016).

Huvudfunktion är produktens huvudsakliga funktion som gör att produkten uppfyller sitt ändamål. För att utföra grundläggande funktionen måste produkten innehålla flera delfunktioner. Underfunktioner kan även tillkomma och vara länkad undertill delfunktion. Produkten kan även innehålla stödfunktioner. Funktionerna samverkar tillsammans med varandra, dock är stödfunktioner inte vitala för att uppfylla produktens ändamål. Stödfunktioner är funktioner som skapar gynnsammare förutsättningar för bruket av produkten och även för att höja attraktionsvärdet hos produkten, så som färg och form (Österlin, 2016).



Figur 3: Funktionsanalys "träd"

3.3 Konceptstudie

Idégenerering är ett tillvägagångssätt för att generera, utveckla och utvärdera nya koncept (Ulrich & Eppinger, 2014). Med idégenerering kan man uppnå ett komplett koncept. Metoder som kan användas är brainstorming och spindelvävsdiagram (Mochanek & Breiler, 2007).

3.3.1 Brainstorming

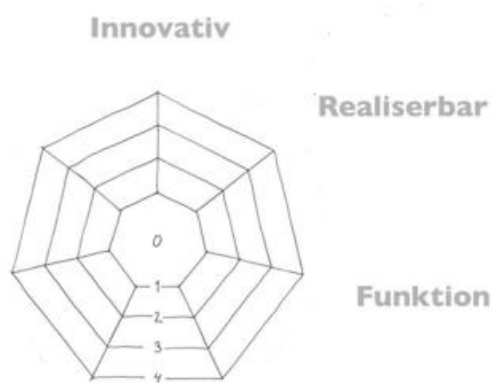
Brainstorming är en metod för att generera idéer och lösningar till ett tekniskt problem. Arbetsgruppen bidrar med kunskap, idéer och tankar kring problemet. Syftet är att generera lösningar för problemet. Metoden kan användas under hela projektets gång. Idéerna beskrivs i både bild, textformat och verbalt (Vincent & Paul, 2002). Framkomna idéer bearbetas och

vidareutvecklas till koncept.

3.4 Konceptsällning

3.4.1 Spindelvävsdiagram

Vid utvärdering av koncept och för att jämför koncepten mot varandra kan spindelvävsdiagram användas. Utvärderingen baseras på egenskaper som valts ut utifrån projektet. Egenskaperna graderas med siffror, graderingen noll till fyra kan användas. Noll är origon i diagrammet och fyra längst utifrån origon: se figur 3. Konceptet sätts emot egenskaperna och poängsätts utifrån hur väl anpassat konceptet är emot egenskaperna, som sedan markeras in i diagrammen. Markeringarna binds samman och formar nät, nätet som är störst i storlek är det vinnande koncepten. Diagrammen kan även göras med värderingstabell för att underlätta processen till att finna det lämpligaste konceptet (Stapleton m.fl., 2004).



Figur 2 Exempel på Spindelvävsdiagram.

3.5 Konzeptutvärdering

3.5.1 Computer Aided Design(CAD)

Computer Aided Design är ett dataprogram som används för att konstruktionsteckna ritningar och grafiska modeller i både 2D och 3D. Programvaran fungerar även som ett redskap för att vidarebefordra idéer och tankar mellan parterna som är inblandade i projektet genom framställandet av grafiska bilder på modellerna. Vid framtagning av grafiska ritningar kan eventuella fel uppmärksammas tidigt i processen och undvikas. Programvaran lagrar både befintliga och tidigare förlopp, i och med det är det enkelt att gå tillbaka och ändra, utveckla och generera nya koncept. Programvaran är även lämplig till att verifiera realiserbarheten av konceptet. Programvaran CAD Solidworks används för projektet.

3.5.2 Poka-Yoke

Poka-yoke kan tolkas som implementering av hjälpmedel som är relativt låg i kostnad för att upptäcka och förhindra defekter vid produktion. Ordet på svenska kan tolkas som "felsäkring". Poka-yoka främjar även individens mentala och fysiska ansträngning vid arbetsstationen, eftersom individen inte är i behov av felsökning vid montering av arbetet (Hyroyuki, 1988). Egenskaperna som utmärker en bra Poka-yokes är:

- *Låg kostnad*
- *Pålitlig*
- *Minimalt underhåll*
- *Lång livslängd*
- *Designad utifrån arbetsstationen*

3.5.3 Semantik

Produktsemantik innebär formulering av produkten som designern jobbar med för att uttrycka karaktär, identitet och funktion. Att produkten ska tala till användaren är en viktig punkt och det görs på olika sätt som exempelvis form, yta och utseende men också genom ljud, doft och smak (Krippendorff & Butter, 1984).

Designerns uppgift är att utforma budskapet med produkten starkare eller se till att den inte försvagas. Detta görs genom att ta reda på det som beskriver bäst de önskade egenskaperna och kännetecknen och även vilka former som skall undvikas under processen.

Designen på produkten ska vara rätt och enkel för att den inte ska bli missförstådd eller inte förstådd alls. Budskapet ska vara korrekt och stämma in med egenskaperna, därför är det väldigt viktigt att produkten ska få rätt utformning där funktionen är naturlig och praktisk. Dessutom bör designen vara lätt att kännas igen (Österling, 2016).

När en verksamhet eller ett företags produktsortiment får ett logiskt formspråk och konsekvent användning så blir det ett väldigt bra signalement för själva varumärket.

3.5.4 Design for Manufacturing (DFM)

Design for Manufacturing (DFM) är en metod som använd vid designandet av en produkt för att minimera tillverkningskostnader samt de totala produktionskostnaderna, men även för att minimera komplexiteten vid tillverkningen. För en effektiv DFM inkluderar standardisering av komponenter, enkel design och en kort installationstid (Ulrich & Eppinger, 2014).

3.5.5 Design for assembly (DFA)

Design for Assembly (DFA) betyder att en produkt designas med fokus på monteringen. Dem flesta produkter har flera olika delar som är sammansatta med enkla monteringssteg. Att designa produkter på ett sådant sätt som bidrar till att underlätta monteringen, spara tid, minska kostnaderna och minska antalet felaktigt producerade produkter (Boothroyd m.fl., 2010).

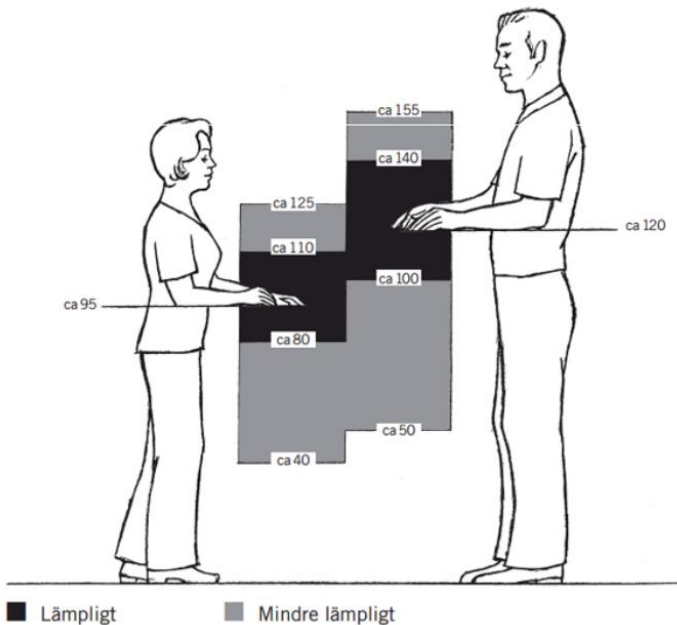
3.5.6 Design for safety (DFS)

Designa för säkerheten innebär att identifiera och minska hälsoriskerna och säkerhetsriskerna. Processen kan möjliggöra det vid designen, men även i planeringsfaserna och vid konceptutvecklingen. För ökad säkerhet finns det olika faktorer som måste efterföljas och bearbetas. Exempel på sådana faktorer är att skarpa hörn bör undvikas på fixturen, bult och mutter ska sitta inuti kroppen och inte sticka ut från ytan (Radhwan m.fl., 2019).

3.5.7 Ergonomi

Idag talas det mycket om vikten av god ergonomi på en arbetsmiljö eller arbetsplats för att undvika onödig belastning på kroppens muskler och leder. Enligt arbetsmiljöverket (2012:2) beskrivs ergonomi som läran om hur man kan anpassa arbetsmiljön till individens behov för att underlätta och minska skada i vardagen. Vid förvärvsarbete handlar det ofta om rätt arbetsställning och arbetshöjd. Arbetsmiljöverket beskriver armbågshöjden eller lite lägre som en acceptabel arbetshöjd oavsett om man sitter eller står upp. Det är även viktigt med stöd och rätt höjd för händerna samt att arbetet sker helst inom underarmsavstånd (AFS 2012:2).

En lämplig arbetshöjd för en kvinna enligt figuren är 80–110 cm medan för en man är det 100–140 cm ovan marken. Höjdspannen förblir vid 100 cm och 110 cm vilket använts som riktlinje i detta examensarbete.



Figur 3: Ergonomiska arbetshöjdsförhållanden (AFS 2012:2)

3.6 Fastställandet av koncept

3.6.1 Dynamisk produktutveckling

Dynamisk produktutveckling beskrivs som anpassbarhet till varierande förhållanden enligt Holmdahl (2016). Erhållen kunskap under utvecklingsfaserna utnyttjas till nästkommande fas under hela projektets gång. Modellen har utvecklats genom tiden och karakteriseras av flexibilitet, snabbhet och självorganisering. Processen ger utrymme för önskade resultat enklare och mindre problematiskt med rätt utnyttjande av resurser. Detta leder till högt tempo med fokus på rätt ställe.

4 Förklaring av väsentlig information

4.1.1 Fixtur

En fixtur är ett produktionsverktyg ämnat till att fastställa arbetsstycket och ha i förvar och stödja arbetsstycket för korrekta bearbetningsoperationer. En fixtur skapar gynnsammare förutsättningar för processer vid tillverkning av komponenter, då fixturen säkerställer och säkrar exakta relationer och placeringar mellan arbetsstycket och bearbetningsoperationer under processens gång. Fixturer är användbara i många olika områden och därför kan det skilja sig på vad de har för funktioner och utseende, beroende på syftet och målet med fixturen. En fixtur kan även vara så enkel som att den bara är för att fungera som en lastanordning för att säkerställa korrekta förhållande och positioner utan maskinbearbetning (Pachbhai & Raut, 2014)

5 Genomförande

Detta kapitel redogör för hur teoretiska referensramarna har använts för att genomföra examensarbetet.

5.1 Projektplanering

För att enklare strukturera upp arbetet gjordes en så kallade Gantt-schema. Handledaren godkände Gantt-schemat och gav tips på förbättring för att lättare kunna följa upp den. Schemat underlättade en hel del under arbetets gång och gav en bra inblick och helhetssyn.

5.2 Förstudie och analys

Projektet startades med ett studiebesök hos Husmuttern AB. Verkställande direktören Johan Tjernell presenterade temat för projektet, projektets beståndsdelar och kraven för projektet. Med hjälp av simuleringar, prototyper och tidigare utförda examensarbeten hos husmuttern uppfattades informationen och arbetet kunde påbörjas.

5.2.1 Förstudie

Litteraturstudie genomfördes för att öka kunskapen och införskaffa väsentlig information och förståelse inom fixturkonstruktion och för vidare bearbetning av projektet. Detta är essentiellt att utföra innan en projektstart enligt Johannesson m.fl., (2013) för att inte starta i gång ett resurskrävande arbete på felaktiga grunder. Samtal med personal med kunskap om fixturdesign, uppdragsgivaren och anställda inom företaget har även utförts för ytterligare ökad kunskap. Även rundvandringar har utförts i företaget för att observera och inspektera hur personalen arbetar med fixturerna och dess uppbyggnad.

5.2.2 Marknadsanalys

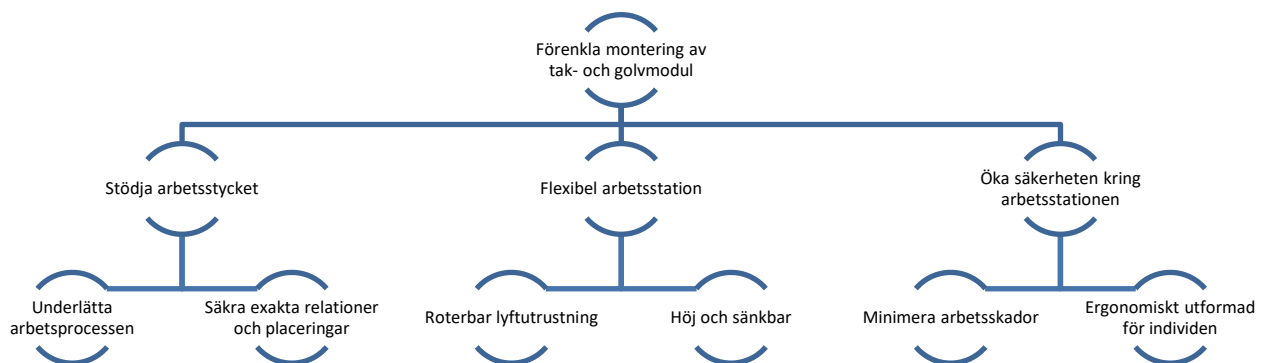
En marknadsanalys via internet genomfördes för att studera andra företag som arbetar med liknande produkter. Flertal fixturer påhittades, dock endast en fixtur relaterad till byggnadsföretag som arbetade med badrums montering. Marknadsanalysen fungerade som inspiration för försatt arbete. Lösningar och idéer från specifika fixturerna togs i iakttagelse för ökad kunskap.

5.2.3 Konkurrensanalys

En konkurrensanalys genomfördes för att avgöra vilka konkurrenterna är och för att identifiera vilka produkter konkurrenter erbjuder. I analysen undersöktes bakgrunden, styrkor, produkter, målgrupperna företagen riktar sig mot. Det granskades även ifall företagen arbetar med fixturer eller andra hjälpverktyg. Detta för att få en större förståelse och inblick i själva projektet samt för att jämföra med Husmuttern AB.

5.2.4 Funktionsanalys

En funktionsanalys utfördes för att kartlägga nödvändiga och önskvärda funktioner som golv och tak fixturen skall ha. Med hjälp av det insamlade informationen från ett flertal möten med Johan Tjernell och utförda analyser togs en funktionsanalys fram, se figur 4 nedan.



Figur 4: Egenskapad funktionsanalys.

5.2.5 Kravspecifikation

Baserat på information från litteraturstudie, observationerna, marknadsanalysen, konkurrensanalysen, uppdragsgivaren, sakkunniga personal och anställda inom företaget togs en kravspecifikation fram. Den upprättade kravspecifikationen innehåller följande kriterier:

- Effektiviserar arbetet och underlättar process på ett rationellt sätt vid bearbetning.
- God repeterbarhet, alltså att fixturen säkerställer och säkrar exakta relationer och placeringar mellan arbetsstycket och bearbetningsoperationer under processens gång.
- Stabiliserar arbetsstycket och inte ger upphov till skakningar och oönskade rörelser.

- Det ska gå snabbt att ladda och plundra.
- Inte skapa inspänningsdeformationer på arbetsstycket.
- Arbetsstycket skall inte sitt löst i fixturen.
- Fixturens delar ska vara standardiserade i den mån det är möjligt.
- Fixturen skall ligga på arbetsbänkar
- En travers skall hjälpa till med tunga lyft, men även för att lyfta ur golv och takramarna.
- Klara av att bära vikten som krävs med marginal.
- Ergonomiskt utformad för individen i den mån det går.
- Säker vid användning.
- Enkel att underhålla och sköta.
- Reservdelar skall vara enkla att få tag i vid behov.
- Fixturen skall kunna monteras ihop av oerfarenhet personal, med hjälp av bruksanvisningar.
- Enkel att demontera och flytta runt både extern och internt inom företaget.
- Materialet som fixturen är konturerad av skall kunna återvinnas på ett miljövänligt sätt.

5.2.6 Bockkran, arbetsbänk, Kättingtelfer, lyftok och golv- och takmodul

Inför starten av arbetet med detta projekt beslutade uppdragsgivaren att fixturen skulle ligga på arbetsbänkar som företaget redan hade i lagret och en bockkran med elektrisk kätting och lyftok skulle användas som både lyftredskap vid förflyttning och rotation men även fungera som hjälpmedel för att bygga golv och takmodulerna. Bockkranen skulle beställas från Lyfttema AB som är hjulburen med kapacitet på 1000 kg, total höjd 4500 mm och 4278 mm bre. Till Bockkranen skall elektrisk kättingtelfer användas med en lastkapacitet på 4000 kilo och 3 meter i lyfthöjd och med det tillkommer ett lyftok för att underlätta processen med lastkapacitet på 1000 kg även. Lyftutrustningen hade valts ut utifrån att de uppfyller EG:s maskindirektiv och är CE-märkta och det ansåg uppdragsgivaren vara fördelen.

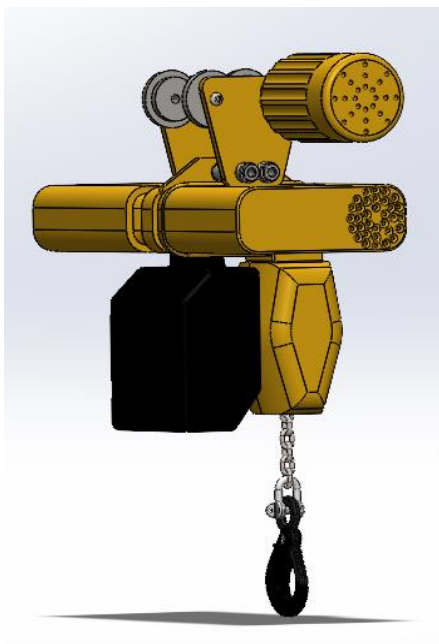
En sammanställning i form av både CAD-modeller och ritningar konstruerades av komponenterna med hjälp av offerter och skisser som företagen hade tillhandahållit. Cad-modellerna och ritningarna färdigställdes och godkändes av Johan Tjernell.



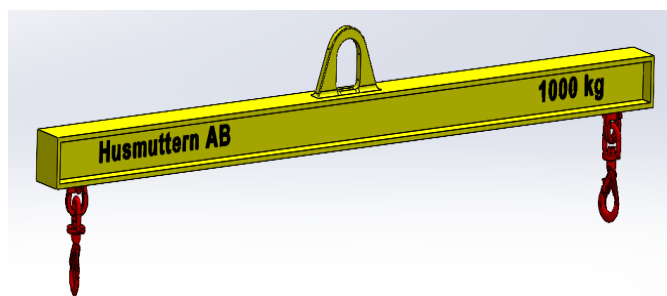
Figur 5: Bockkran från Lyfttema AB.



Figur 6: Arbetsbord.



Figur 7: Telfer från Lyfttema AB



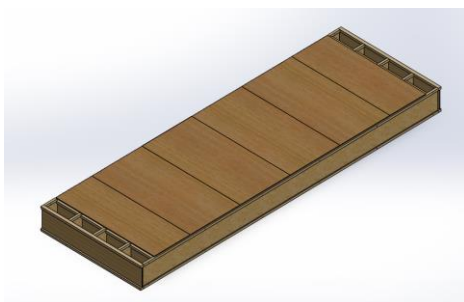
Figur 8: Lyftok.



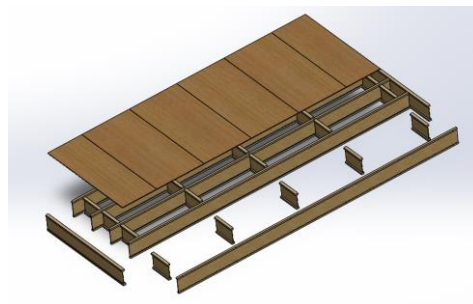
Figur 9: Sammanställning av komponenterna.

Golv- och tackmodulerna var även förutbestämda, dock fanns CAD-modellerna redan tillgängliga inom företaget och hade konstruerats av tre andra ingenjörer från Mälardalens Universitet från Eskilstuna. Se bilderna nedan.

Golvmodul

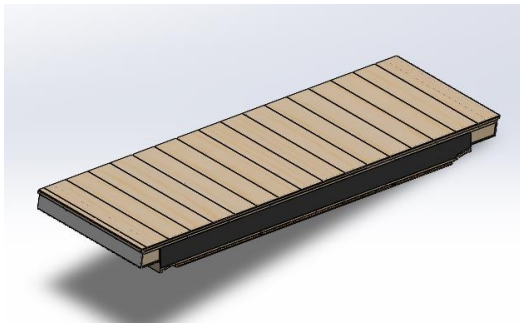


Figur 10: Golvmodul

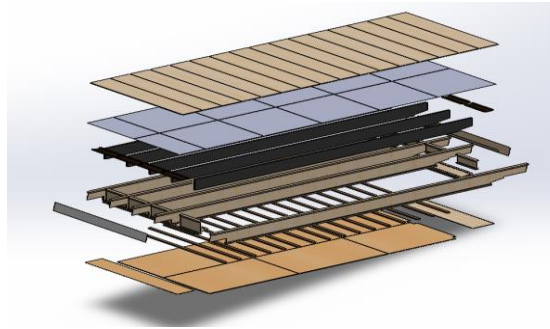


Figur 11: Sprängskiss av Golvmodul

Takmodul



Figur 12: Takmodul

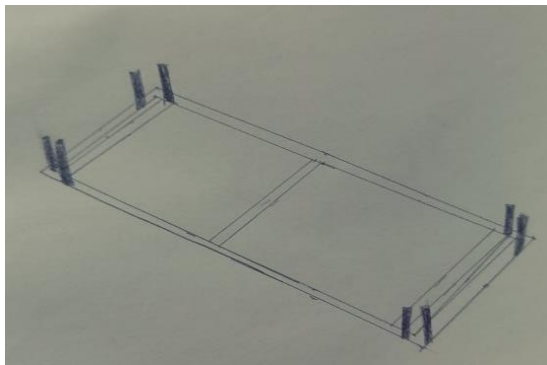


Figur 13: Sprängskiss av golvmodul

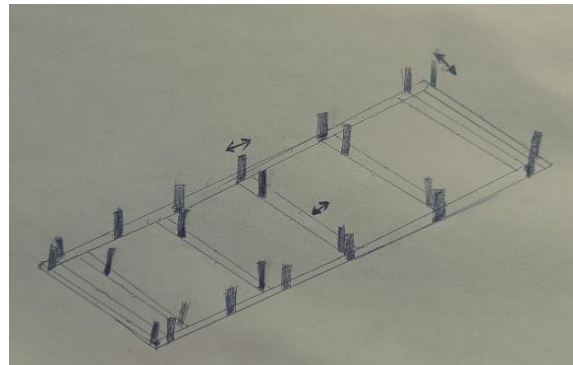
5.3 Idé och konceptgenerering

5.3.1 Brainstorming

Efter förstudierna och analyserna kunde genomförandet av brainstormingen påbörjas. Idégenereringsmetoden syftade till att generera så många idéer som möjligt utan primära krav på kvalitén hos idéerna. Med hjälp av en penna och papper skissades enstaka utkast av idéerna ner. Metoden delades in i två arbetsmoment, första momentet skissades utkast på hur fixturen skall se ut som en helhet och andra delen bestod av hur fixturen skall fixeras för att kunna montera ihop båda tak och golvmodulerna. Se bildexempel nedan.



Figur 14: Brainstorming av helhetsbilden av fixturen, del 1.

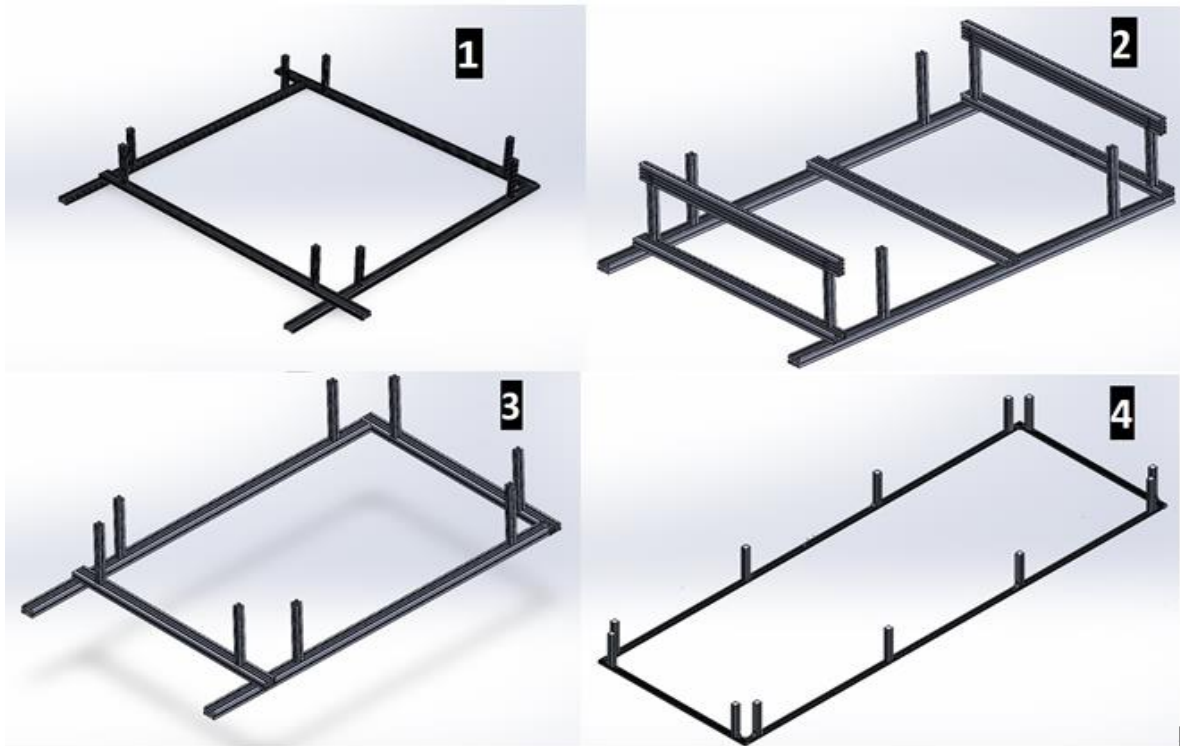


Figur 15 Brainstorming del 2 med stödbalkar och stödväggar

5.3.2 Konceptgenerering

Brainstormingen gav väldigt få tankar och idéer där dem var snarlika varandra i både funktion och form. Uppdragsgivaren var tydlig från uppstart av arbetet på hur fixturen skulle se ut på ett ungefär och vilka funktioner fixturen skulle ha som krav. Exempelvis att fixturen skulle ha rör som skulle hålla fast balkarna, ligga på ett arbetsbord, och att ramverken på mudlerna skulle kunna plockas ur fixturen på ett smidigt sätt med hjälp av en bockkran för vidare montering av bland annat isoleringen och övriga komponenter.

Efter idégenereringen valdes de lämpligaste förslagen att bearbetas med hjälp av CAD programvaran. Detta för att generera bland annat nya koncept men även för att testa idéerna på ett ungefär på fixturen och att det var möjli skulle passa ihop för både golv och takmodulerna. Totalt kunde fyra koncept genereras, se koncepten nedan.

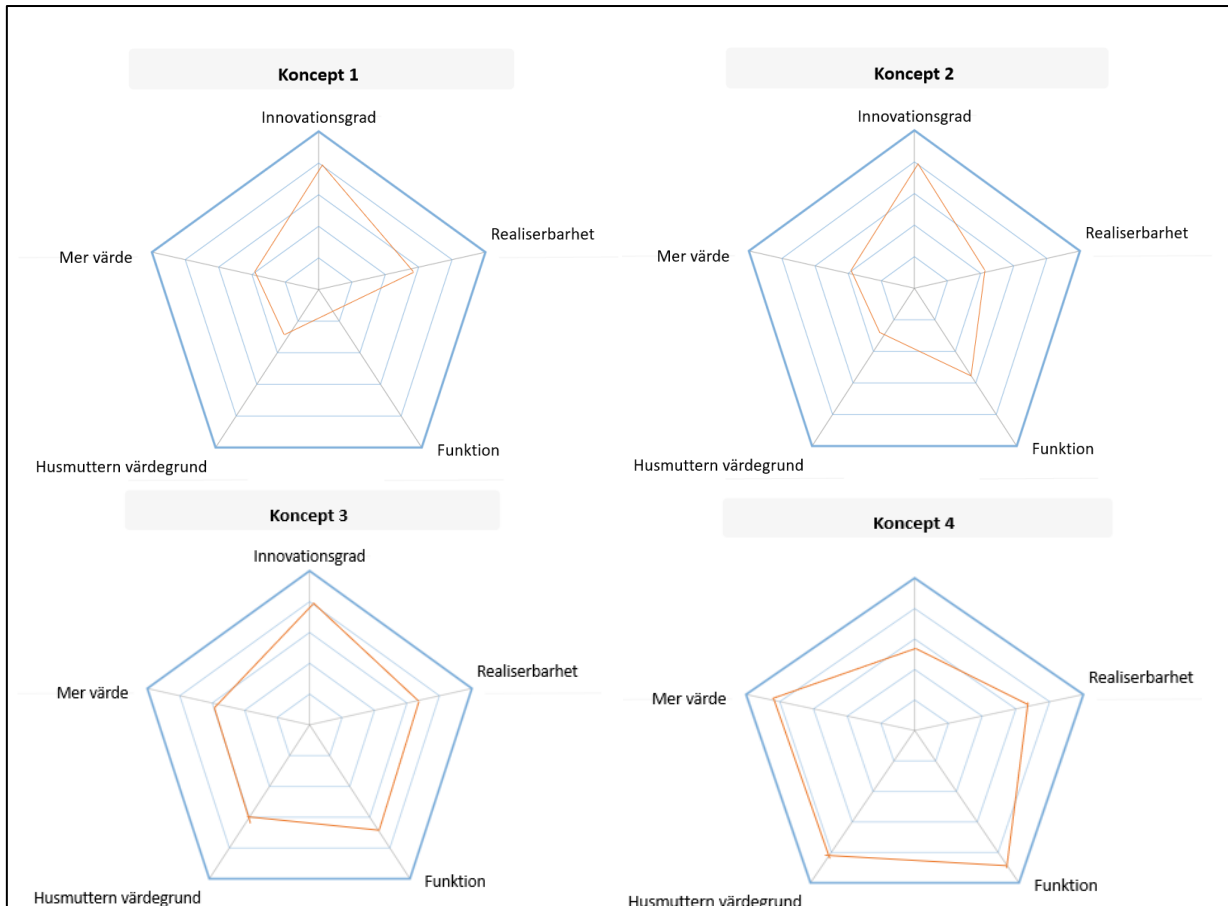


Figur 16: Fyra koncept på fixturen

5.4 Sällning av koncept

Spindelvävsdiagram användes för att utvärdera och jämföra koncepten. Metoden gav en bild på koncepten som har störst potential. Kriterierna som användes är följande: innovationsgrad, realiserbarhet, funktion, husmutterns värdegrund och mer värde. Kriterierna diskuterades med uppdragsgivaren Johan Tjernell och är även baserade på kravspecifikationerna.

Kriterierna poängsätts sedan på en 5 gradig skala där koncept med störst nät är starkast. Se figur 17 nedan.



Figur 17: Spindelvävsdiagram över fyra koncept.

5.5 Konceptutvärdering

Inför konceptutvärdering bokades ett möte med uppdragsgivaren Johan Tjernell för att höra hans åsikt om koncepten som hade genererats. De fyra koncepten förklarades muntligt med ett underlag på CAD-filerna och spindelvävsdiagrammet.

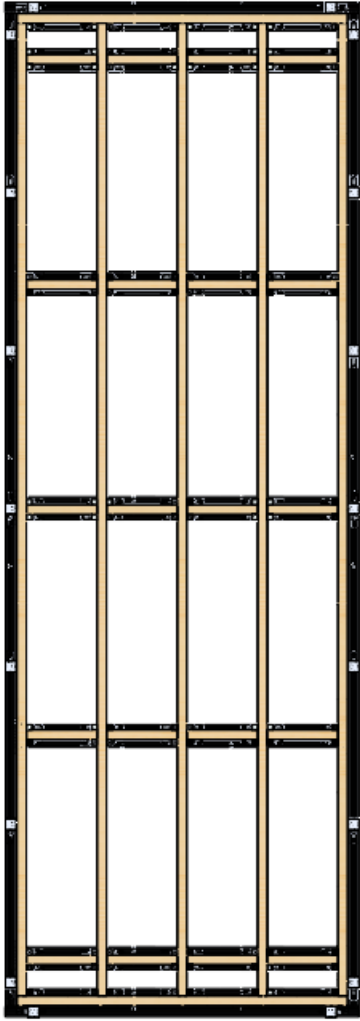
Efter att tydligt förklarat de olika grundkoncepten började vi diskutera fler förslag och idéer kring koncepten med kraven och användaren i fokus. Johan Tjernell diskuterade de olika förslagen och gav sin åsikt om för- och nackdelar kring koncepten. Två av koncepten uteslutades för att de inte var praktiska då balkarna skulle stycka ut utan någon funktion och inte passa både golv och takmodulerna utan krävde större ändringar. Under mötet kom vi även fram till vilken av koncepten som var troligen mest relevant och enklast för att stödja golv- och takmodulerna. Koncept tre uteslöts även för att det skulle vara onödigt med att fixturen skulle vara skjutbar.

I slutet av mötet valdes alla koncepten förutom koncept nummer fyra bort. Det gavs även förslag och förbättringar kring konceptet och på hur konceptet skulle kunde passa både golv och takramarna. Johan Tjernell hänvisade även till ett gammalt arbete som hade utförts inom företaget som hade använt aluminiumprofiler och som han även rekommenderade.

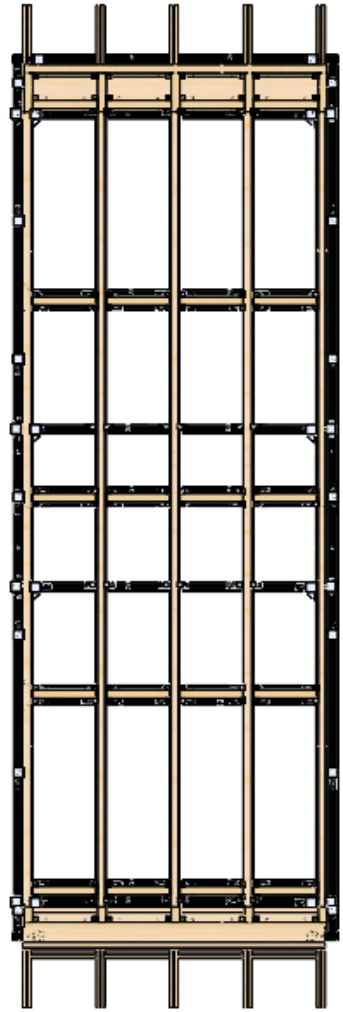
Efter mötet påbörjades arbetet om hur konceptet skulle kunna utvecklas efter att ha fått en tydligare bild på hur fixturen skulle vara uppbyggd och se ut.

Hänsyn till Poka-Yoka, semantik, DFM, DFA, DFS och ergonomi togs i detta skede. Fixturen skulle även ha en enhetlig design för att underlätta både monteringen av fixturen och vid användandet av fixturen men även vid skiftandet till tak- eller golvmontering. Det skall även kunna utläsas på ett ungefär vart exempelvis balkarna skall sitta. Fixturen får inte väga mer än nödvändigt för att underlätta för individen både monteringen och demontering av själva fixturen. Fixturen kommer tillverkas av aluminiumprofiler för att materialet är lätt, konstruktioner kan byggas upp snabbt och problemfritt med hög hållfasthet.

Fixturen valdes att konstrueras av aluminiumprofiler och anpassas utifrån golv- och takmodulernas ramverk. Nedan finns bilder på golv- och takramarna i fixturen.

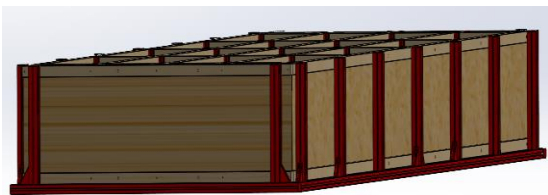


Figur 18: Golvräm i fixturen

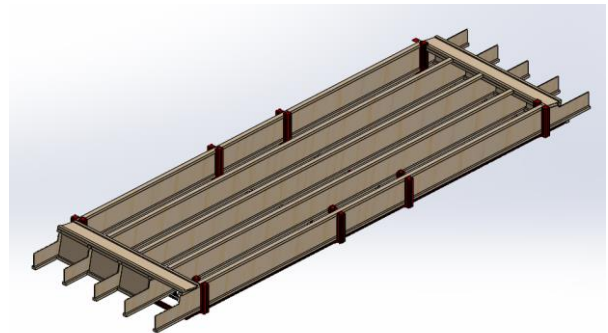


Figur 19: Takramen i fixturen

Aluminiumprofilerna anpassades utifrån golvrämens längd, bredd och höjd. Bottenstödet är större än själva ramen för att stödväggarna skulle kunna fästas, men även för att takramen skulle kunna få plats med stödbalkar utan att grunden på bottendelar på fixturen behövde förändras vid skiftet på modulerna.



Figur 20: Stödbalkar färgat med rött för golvrämen.



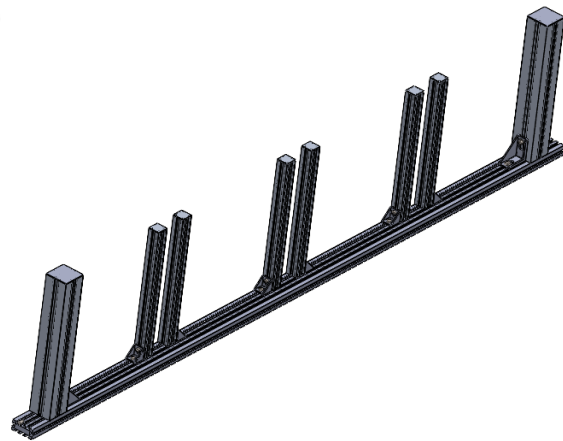
Figur 21: Stödbalkar för takramen.

5.6 Fastställandet av koncept

Projektets utgångspunkt har en dynamisk produktutvecklingsmetod, där arbetet med rapportskrivning, idégenerering, konceptframtagning och CAD-modellering sker parallellt. Erhållna kunskapen under utvecklingsfaserna utnyttjades till näst kommande fas under hela projektets gång. I och med det utnyttjades kunskaperna som hade genererats under hela processens gång till att framställa helhetsbilden av fixturen. Stödväggarna som hade genererats under brainstorming del två fungerade som en mall på hur det kommer att se, och anpassade utefter fixturens grund och modulernas ramverk för både golv- och takmodulerna.

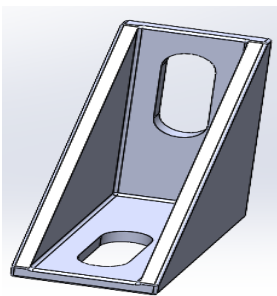


Figur 22: Stödbäggår för golvramen.

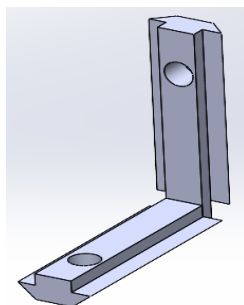


Figur 23: Stödväggår för takramen.

När det var gjort påbörjades måttsättning av fixturen och metodvalet på vad som skulle användas för att hålla ihop fixturen. Idén här var att det skulle vara enkelt, billigt, demonterbart och det skulle vara så få konfigurationer som möjligt och att komponenterna skulle kunna användas och passa både för tak- och golvmodulerna, men i olika ställningar. Valet blev 90 graders aluminium hörnfästen och 90 graders kopplingar för ytterligare stöd. se nedan.



Figur 24: Hörnfästet.

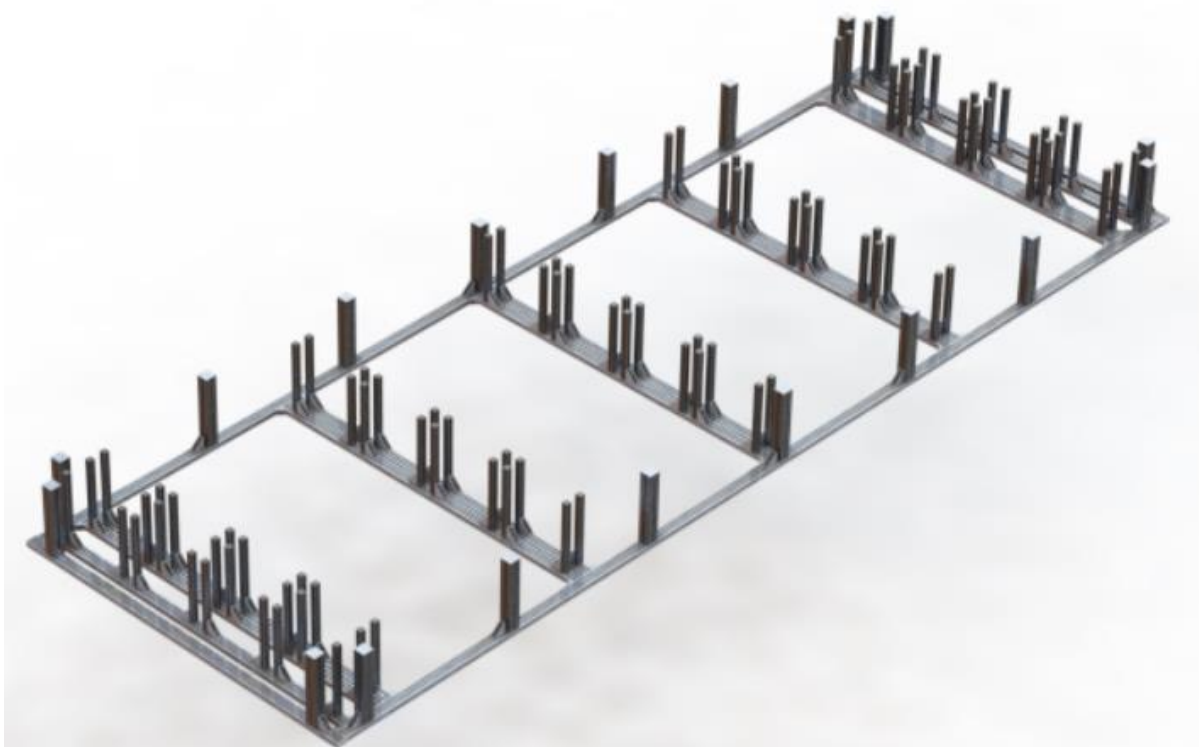


Figur 25: Kopplingen.

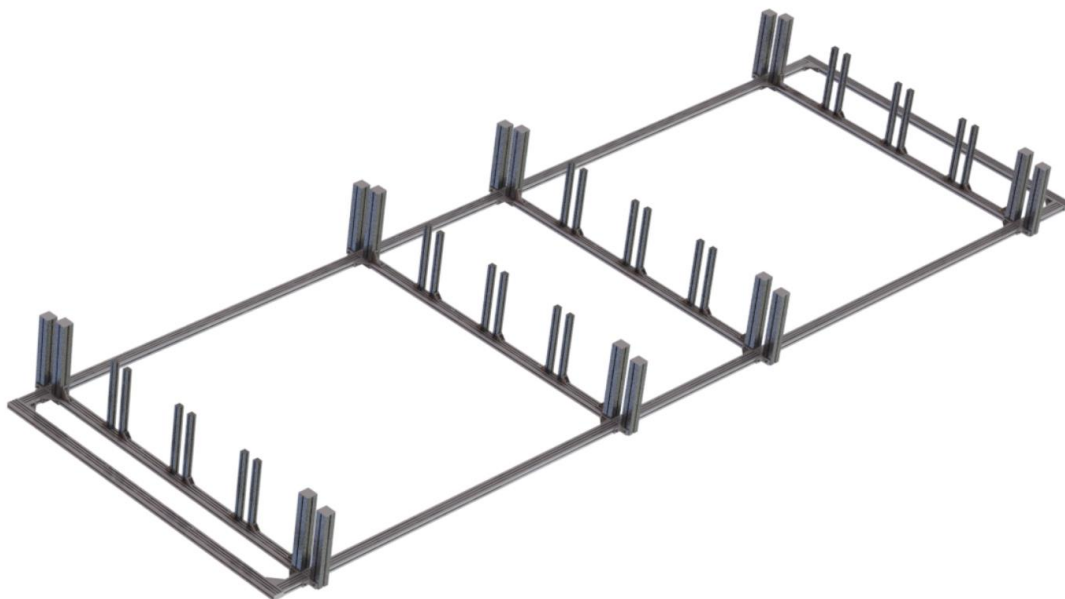
6 Resultat

Resultaten blev en multifunktionell fixtur konstruerad för Husmuttern AB. Fixturen är konstruerad av enbart aluminiumprofiler, 80x80 (mm) bottenstöd, balkstöd 40x80 (mm) och 40x40 (mm) vägg profiler från Foga system AB. Fixturen kommer fungera som ett redskap för att montera både golv- och takmoduler och användas i mobila fabriker. Fixturen kommer ligga på arbetsbänkar för att sedan montera ramverken i fixturen och med hjälp av bockkranen och lyftoken lyfts ramverken ur fixturen. Ramverken kommer sedan ställas vertikalt på golvet och hållas fast av bockkranen för vidare montering av återstående delkomponenterna till en färdigmodul.

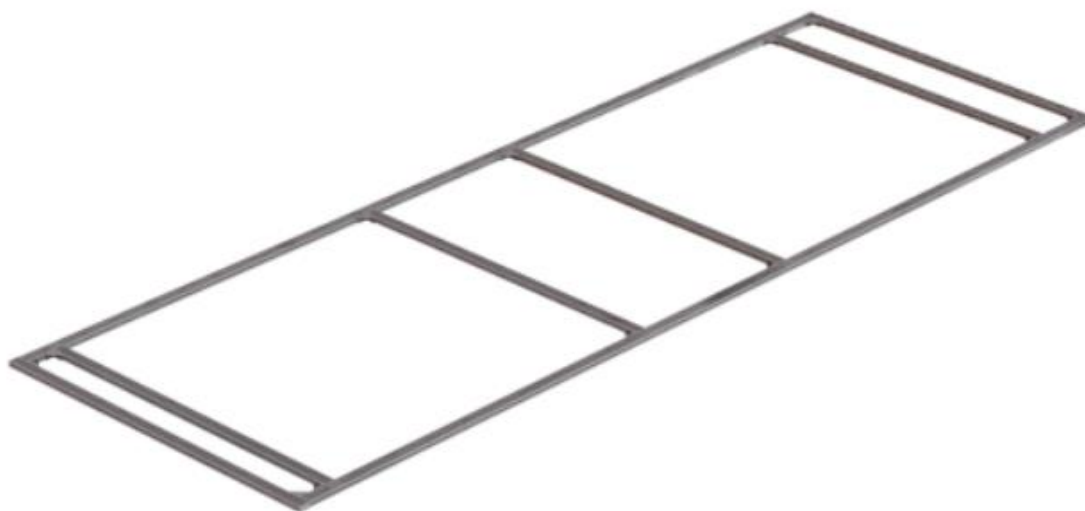
Totala måtten på fixturens grundplatta är 7515x2459 mm (se bilaga x) som passar både tak- och golvramarna och har en total höjd på max 582 mm. Balkstöden och stödväggarna monteras på grundplattan och anpassas utifrån den valda modulen. Nedan är bildexempel på hur golv- och tak fixturen kommer att se.



Figur 24: Golvfixtur.

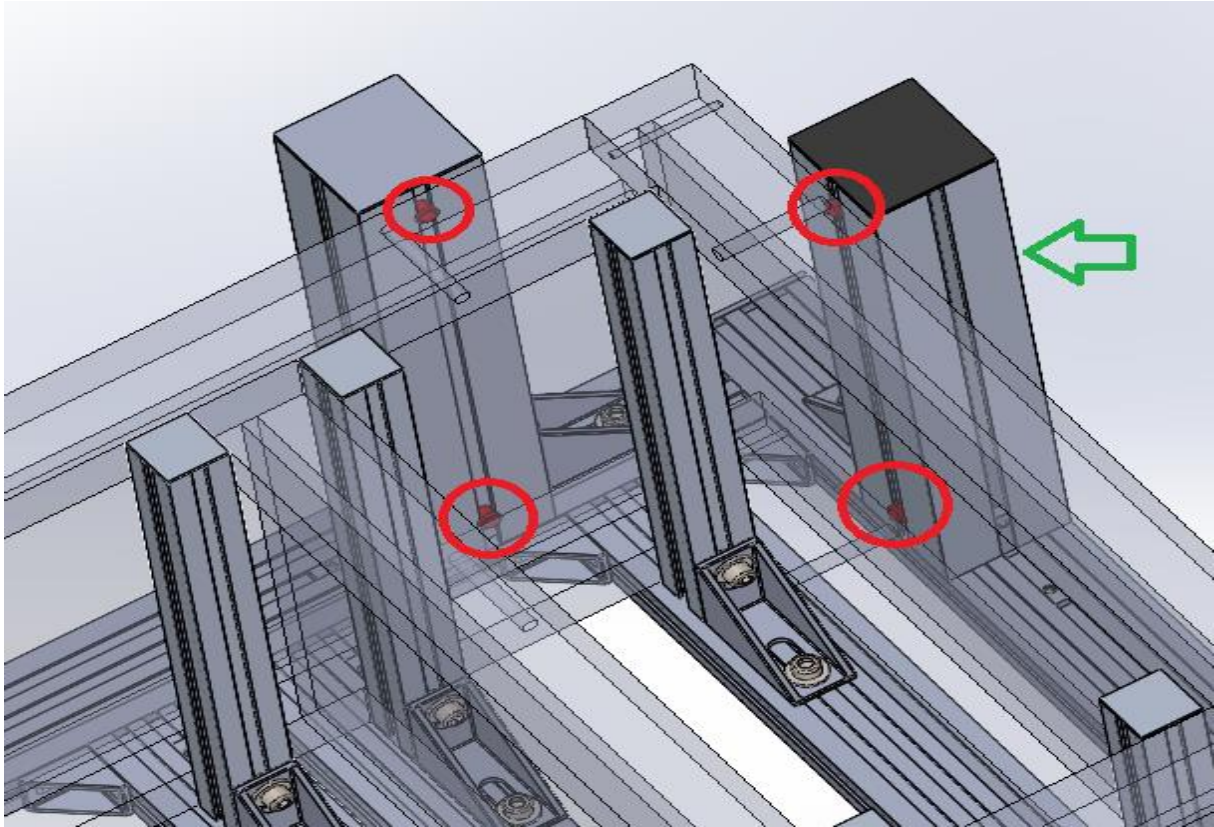


Figur 25: Takfixtur.



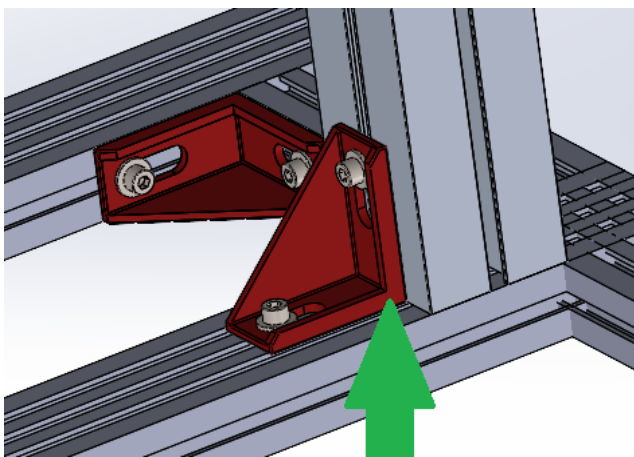
Figur 26: Fixturens grundplatta som passar både tak- och golvmodulerna.

Fixturen använder sig av tre konfigurationer av stöd. 80x80 mm profiler som är markerad med svart (se nedan), 40x40 mm i grått och botten plattan 40x80 mm profiler. Profilerna har liknande längd oavsett om golvet eller taket ska monteras för att underlätta monteringen och demonteringen av fixturen. 80x80 mm profilerna har två tryckstycken markerat i rött på sidan som kommer åt ramverken, utav modell K0333 från Kip i rostfritt stål. Tryckstyckena är fjädrande och skjuter balkarna mot det tänkta positionen, men även för att underlätta vid urllyftningen av själva ramverket. På ändarna av profilerna sitter det lock för att undvika skarpa hörn men även för att förhindra smuts och dam tränga sig in.

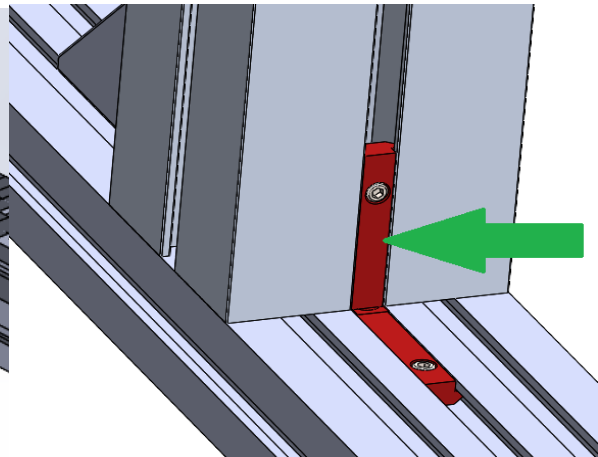


Figur 27: Fixturens stöd och tryckstycken.

Fixturen hålls statiskt med hjälp av hörnfäste (se figur x) och 90 graders kopplingar (se figur x) båda beställbara från Foga system. Hörnfästen (bilden till nedan till vänster) är dock anpassade och bortkapade på ena sidan för att underlätta åtkomsten av muttrarna vid skruvandet.



Figur 28: Hörnfästen.



Figur 29: Kopplingen.

Fixturen skall ligga på fyra arbetsbänkar med hjul och en elektrisk bockkran med en lyftok som hjälper till med bland annat tunga lyft under arbetsgången men även för att lyfta ur ramverken. sammansatta bilderna nedan visar korrekta storlek och färg på komponenterna, med golv och takramarna i fixturen.



Figur 30: Sammanställning av alla komponenterna för Golvmodulen.



Figur 33: Sammanställning av alla komponenterna för Takmodulen.

7 Analys

I analysen besvaras frågeställningar som projektet var ämnat att ge svar på, frågeställningarna presenterade under kapitel 1.4.

- **Hur ska fixturen designas för att uppfylla ändamålen.**

Fixturen konstruerades utifrån kraven och önskemålen som ställdes från Husmuttern AB, men även kravspecifikationerna. Fixturen är anpassad utifrån golv- och takmodulerna med standardiserade komponenter. Fixturen kan demonteras och enkelt monteras ihop igen och flyttas runt både extern och intern.

- **Hur kan designen möjliggöras för att passa både golv och takmodul.**

Grundplattan på fixturen för både golv och takramarna är densamma, för att fixturen skall kunna montera både golv och tak behöver stödväggar och balkstaden justeras till just det modulen. Fixturen använder sig av endast tre konfigurationer av aluminiumprofiler, för att underlätta skiftet och monteringen av mellan modulerna. Stödbalkarna och väggstöds profilerna är de enda komponenterna som behöver förflyttas och anpassas utifrån det tänka modulen. Med hjälp av hörnfästen och kopplingarna som fungerar för alla tre konfigurationerna hålls profilerna på plats.

- **Hur kan säkerheten och ergonomin säkerställas vid produktion?**

Skarpa hörn har undvikits på fixturen, bult och mutter sitter inuti kroppen och inte sticker ut från själva fixturen. Fixturens väger inte mycket, och kan demonteras i mindre delar och förflyttas ganska enkelt och monteras på nytt. Fixturen kan därmed monteras på ett lämpligt arbetsbord som är uppfyller en ergonomisk arbetshöjd. Hjulen på arbetsbordet gör att fixturen är roterbar. Bockkranen hjälper till med tunga lyft, för att medföra både ergonomin och säkerheten vid produktion.

8 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Nedan följer en sammanfattning av slutsatserna och rekommendationer som anses vara relevanta för det fortsatta arbetet som sedan avslutas med diskussion kring projektet.

8.1 Slutsats

Arbetet har uppfyllt de förväntningarna och kraven på fixturen som hade tilldelats av projektägaren. Genom flera steg har det generats fram ett förslag på en fixtur anpassad för Husmuttern AB. Lösningförslaget uppfyller de viktigaste kraven, dock finns det möjlighet för förbättringar.

8.2 Rekommendationer

En del idéer, tankar och rekommendationer har tillkommit under arbetets gång som anses vara relevanta för vidareutveckling av fixturen, då det inte funnits tid under projektets gång. Därmed har ett antal rekommendationer skapats för vidareutveckling av fixturen.

- Tillverka fixturen för att garantera fixturen fungerar i praktiken, men även för att se vad som kan behövas förbättras.
- Beräkna hållfasthet för att avgöra hur tålig fixturen är.
- Skapa instruktionsmallar för hur fixturen ska monteras för diverse modul.
- Arbeta vidare med ergonomin, för att säkerställa att monteringen inte kräver större ansträngningar.

8.3 Diskussion

Detta examensarbete har varit väldigt givande och lärorikt ämne att fördjupa sig inom. det var utmanande för mig då väldigt mycket var nytt. Jag sökte väldigt mycket information om fixturer för att få bakgrundsinformen. Sakta men säkert föll alla pusselbitarna på plats och arbetet kunde löpa på bra.

Via Gantt-schemat kunde arbetet följas vid och tidplanen varit enkelt att se helheten på. Dock eftersom ständigt informationen uppdaterades och arbetet ibland inte alltid blev som planerat så blev de lite rörigt ibland och inte alltid så enkelt att följa planen. Mycket tid har även gått åt CAD-modelleringen av bockkranen, arbetsbänkarna, lyftoken som skedde innan arbetet med själva fixturen kunde påbörjas. Men även måttsättningen och kontrollera att måtten passade och hängde ihop med de övriga komponenterna.

KÄLLFÖRTECKNING

AFS 2012:2. Belastningsergonomi. *Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om belastningsergonomi.*

<https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/foreskrifter/belastningsergonomi-foreskrifter-afs2012-2.pdf>

Boothroyd, G., Dewhurst, P. & Knight, W.A. (2011). *Product design for manufacture and assembly*. (3rd ed.) Boca Raton, Fl: CRC Press

Geraldi J., & Lechler, T. (2012). *Gantt Chart and the Scientific Management in Projekts*. *International Journal of Managing Projects in Business*, 5(4), 578–594, DOI:10.1108/17538371211268889

Ekonomifakta, 2022. *Bostadsbrist per kommun.*

<https://www.ekonomifakta.se/Fakta/Ekonomi/bostader/bostadsbrist-per-kommun/#:~:text=Under%202021%20uppgav%20207%20kommuner,och%207%20kommuner%20saknar%20data>. Hämtad: 2022-05-31.

Holmdahl, L. (2016). *Lean product development på svenska*. (Version 2.0). Göteborg: Lars Holmdahl.

Johannesson, H., Persson, J.-G. & Pettersson, D. (2013). *Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design*. Stockholm: Liber AB.

Krippendorff, K., & Butter, R (1984). Product semantics: Exploring the symbolic qualities of form. *Innovation*, 3(2), 4-9. Hämtad från: http://repository.upenn.edu/asc_papers/40

Michanek, J. & Breiler, A. (2007). *Idéagenten 2.0 [Elektronisk resurs: en handbok i idea management]*. Stockholm: Bookhouse Publishing.

Radhwan, H., Effendi, m., Rosli, F, M., Shayfull. Z., Nadia, N, k., (2019). Design and Analysis of Jigs and Fixtures for Manufacturing Process. *Materials Science and Engineering* , 551 (2019) 4-5. Doi:10.1088/1757-899X/551/1/012028

Stapleton, G., Thompson, j, s., & Howse, j. (2004). *The Expressiveness of Spider Diagrams*. *Journal of Logic and Computation*.14(6), 857-880. DOI:10.1093/logcom/14.6.857

Ulrich, K.T. & Eppinger, S.D. (2014). *Produktutveckling: konstruktion och design*. (1. uppl.) Lund: Studentlitteratur.

Vincen, R., & Paul, B. 2002. *Making Group Brainstorming More Effective: Recommendations From an Associative Memory Perspective*. Blackwell Publishing Inc, 11(6), 208-212. DOI: 10.1111/1467-8721.00202

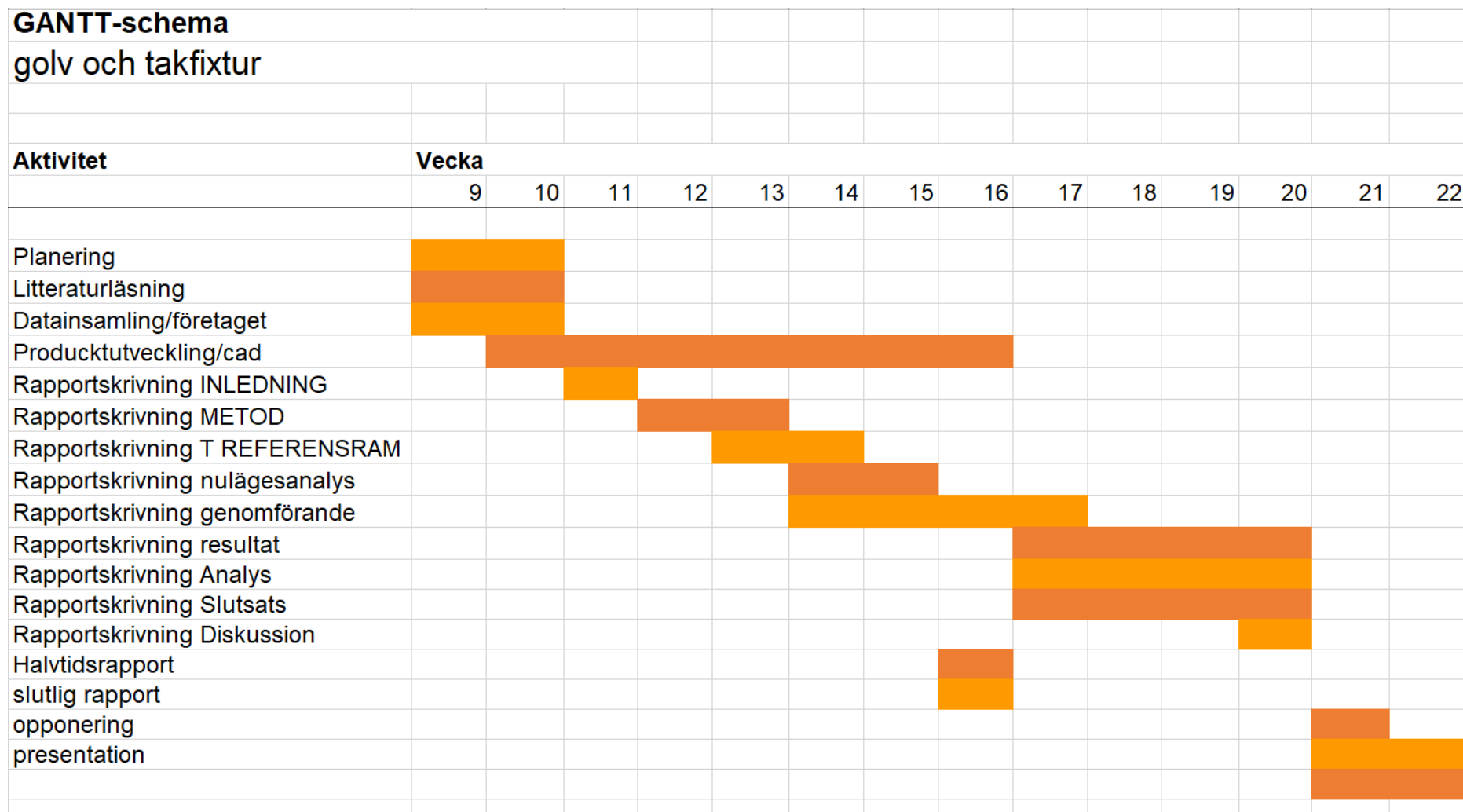
Pachbhai, S & Raut, L. (2014). A Review on Design of Fixtures. 2.

Hyroyuki, H. (1988). *Poka-yoke: improving product quality by preventing defects*. Cambridge, Mass.: Productivity Press.

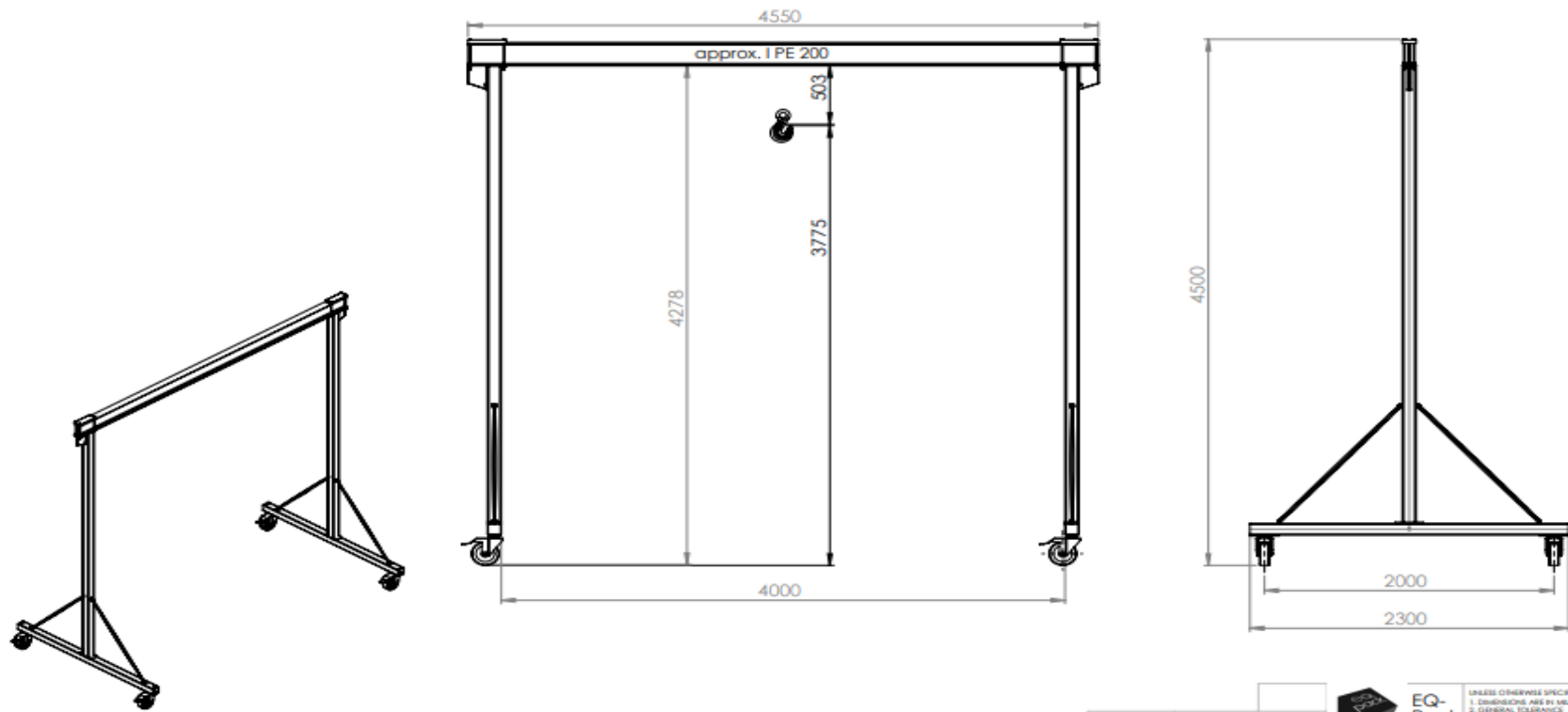
Österlin, K. (2016). *Design i fokus för produktutveckling: varför ser saker ut som de gör?.* (3. utökade uppl.) Malmö: Liber.

Bilagor

Bilaga 1 - GANTT-schema

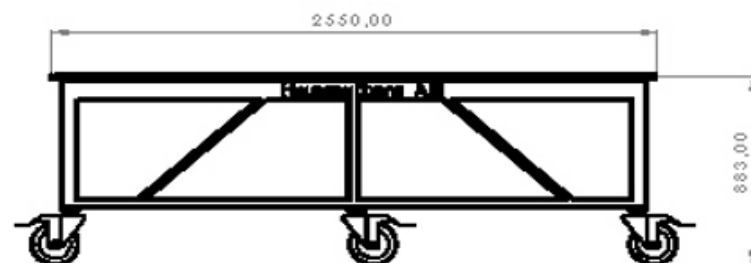
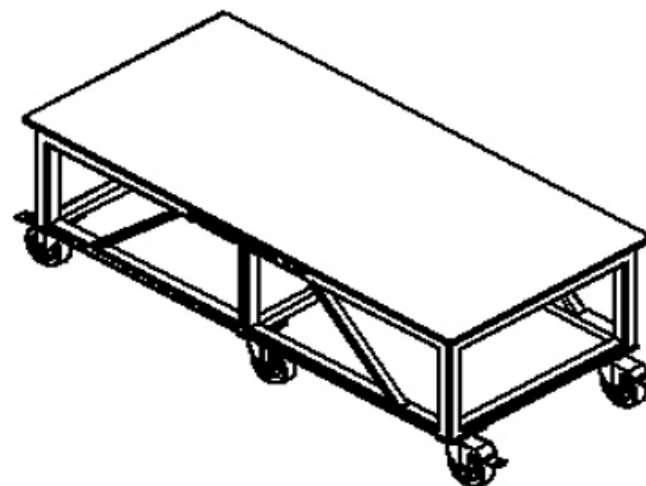
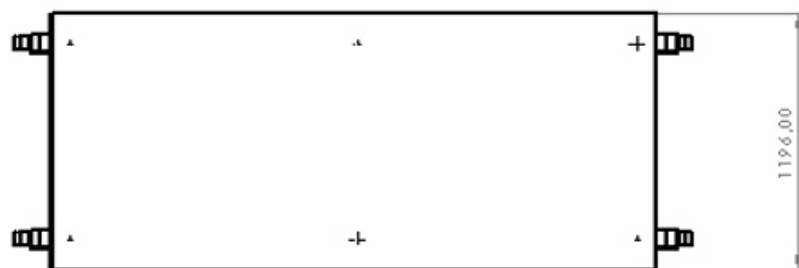


Bilaga 2 - Bockkran



DESIGN BY Sari Soulatka	DRAWING BY Sari Soulatka	DATE 2022-03-08	 EQ-Pack AB	UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: 1. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS 2. DIMENSIONAL TOLERANCES ACCORDING TO ISO 2768-1 c 3. REFER TO CAD DATA FOR ALL UNSPECIFIED GEOMETRY
This document contains information which is owned and controlled by EQ-Pack AB. No part of this document may be used or disclosed without the prior written permission of EQ-Pack AB or its authorized licensee.				
SCALE: 1:100			SHEET 1 OF 1	

Bilaga 2 – arbetsbord



DESIGN BY Sani Soukka	DRAWING BY Sani Soukka	DATE 2022-03-08	 EQ-Pack AB	<small>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: 1. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS 2. GENERAL TOLERANCE ACCORDING TO SS-S3 2768-1 e 3. REFER TO CAD DATA FOR ALL UNSPECIFIED GEOMETRY</small>
<small>This document contains information which is owned and confidential to EQpack AB. No part of this document may be used or disclosed without the prior written permission of EQpack AB or its authorized licensees.</small>				
SCALE:1:100			SHEET 1 OF 1	

