

# CHALMERS



## Framtagning av produktionshjälpmedel

För montering, förflyttning, förvaring och inlastning av inredning till arbetsfordons lastutrymme

Examensarbete inom Designingenjörsprogrammet 180 hp, VT 2013

Minna Kristiansson  
Emil Yxhage

Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling  
*Avdelning för Design and Human factors*  
*Examinator: Ralf Rosenberg*  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg 2013-05-30

## **Förord**

Följande examensarbete är genomfört under vårterminen 2013 tillsammans med företaget Modul-System HH AB och omfattar 15 högskolepoäng. Arbetet är genomfört vid Chalmers tekniska högskola på institutionen för produkt- och produktionsutveckling och inom ramarna för Designingenjörsprogrammet, 180 högskolepoäng.

Arbetet har varit möjligt tack vare våra handledare:

Ralf Rosenberg, Chalmers tekniska högskola för stöd och handledning under arbetets gång.  
Anders Carlsson, Modul-System med information och utvärdering av lösningsförslag.

Vi vill även tacka:

Christer Wallin (Platschef), Anders Mellqvist (Säljare) samt montörer från Modul-System HH AB Service Center Mölndal för medverkan i observationer och intervjuer.

Deltagare i fokusgruppen för att de ställde upp och hjälpte till med engagemang och lösningsförslag.

Kjell Melkerson för svar på konstruktionsrelaterade frågor och synpunkter.

Tomas Nyström och Olof Wranne för information och stöd.

## **SAMMANFATTNING**

Modul-System HH AB är ett företag som utvecklar, tillverkar och installerar modulärt uppbyggda inredningar till arbetsfordon. Tillverkningen av dessa enheter sker i Mullsjö, Västergötland, och därifrån skickas de på pall till serviceverkstäder runt om i världen. I dessa verkstäder sker sedan hopmontering av inredningen samt installation i fordonen. I samband med implementering av Lean-produktion i koncernen skall hjälpmedel för serviceverkstäderna utvecklas för bättre effektivitet och ergonomi.

I detta projekt undersöks vilka hjälpmedel som behövs för att effektivisera produktionen från det att inredningen börjar hopmonteras tills dess att de står på plats inne i fordonet, alltså innan fastmonteringen inne i fordonet börjar.

För att få information om hur produktionen går till samt hur enheter och fordon ser ut genomfördes intervjuer, observationer och informationsinsamling ute på företaget. Denna information låg till grund för det fortsatta arbetet att hitta och utveckla hjälpmedel för att effektivisera produktionen och eliminera belastande arbetsställningar för montörerna.

Problemen som identifierades i produktionen var flera. Montörerna jobbar ofta i belastande arbetsställningar på grund av monteringsbordets utformning. Monteringen blir ineffektiv då montören ofta behöver hålla fast inredningen under monteringsgången för att den inte skall välta. När monteringen är färdig krävs det hjälp av flera andra montörer för att lyfta in inredningen i fordonet då det inte finns något hjälpmedel för detta och inredningen är för tung för att lyfta ensam.

Det slutgiltiga konceptet består i olika lösningar på dessa problem. Ett flexibelt monteringsbord som har höjdjustering, justering av bordsbredd samt erbjuder fastlåsning av enheter under montering. Lastvagnar som är anpassade efter inredningarna för att kunna förflytta och förvara dessa från monteringsbord, till buffert och sedan in i fordonet. För att göra det möjligt att flytta inredningen till lastvagnen, utrustas de med hjul på gavlarna och rullas över till vagnen. Förflyttningen som tidigare gjordes för hand görs här med hjälp den framtagna lastvagnen och höjdjusteringen sker med hjälp av en truck. Med detta koncept kan en ensam montör genomföra samtliga arbetsmoment.

Eftersom inredningen bygger på moduler kan denna ha flera olika utseenden, vilket gjorde det svårt att hitta gemensamma nämnare för inredningarna.

De koncept som tagits fram bidrar till att effektivisera produktionen samt eliminera de belastande och obekväma arbetsställningarna för montörerna.

## SUMMARY

Modul-System HH AB is a company which develops, manufactures and installs modular interiors for work vehicles. The manufacturing is located in Mullsjö, Västergötland. From there the interiors are distributed in parts to installation workshops situated worldwide. In these workshops the modules are assembled to a complete interior and installed in the work vehicles. In conjunction with the implementation of Lean-production to their service workshops utility from assembly to installation is needed for better efficiency and ergonomics.

This project investigates which utility is needed in the service workshops from the start of the assembly till the interior is placed in the vehicle, before the fixation in the vehicle's cargo space.

To gather information about how the production is carried out interviews and observations were made and to get information about the vehicles and the interiors an information search was done. This information was used as a basis for further creative work to find the utility necessary to improve production efficiency and ergonomics.

The problems identified were numerous. The fitter often works in stressful postures due to the mounting table design. The assembly process is ineffective as the fitter often needs to use both hands to keep the interior from falling over. When the assembly is finished the interior is lifted from the table to a buffer or directly to the vehicle. Since the interior is too big and heavy for one fitter to lift other fitters are summoned to help.

The final concept consists of different partial solutions to these problems. A flexible mounting table with height adjustment, adjustment of the table width and that also offers securing of the interior to the table during assembly. A pallet specially designed for the interior's size for storage in the buffer and transportation to the vehicle. To get the interior from the mounting table to the pallet the interior is equipped with two sets of wheels. These are used to roll the interior from the table to the pallet. The transportation which before was done by hand is now carried out by rolling the pallet, which has wheels, and with a pallet truck.

Since the interior is based on modules it can take many different forms and therefore it was difficult to find a common denominator.

The concept that was developed helps to streamline production and eliminates the harmful and uncomfortable working positions for the fitters.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte och mål.....	1
1.3 Avgränsningar.....	2
1.4 Precisering av frågeställning.....	2
2 Metod.....	2
2.1 Datainsamling.....	2
2.1.1 Allmän datainsamling.....	3
2.1.1 Observation.....	3
2.1.2 Intervju.....	4
2.1.3 Samanställning av data.....	4
2.1.4 Frågemetoden.....	4
2.2 Produktspecificering.....	4
2.2.1 Funktionsanalys.....	4
2.2.2 Kravspecifikation.....	5
2.3 Idégenerering.....	5
2.3.1 Fokusgrupp.....	5
2.3.2 Brainstormning.....	5
2.3.3 Sex tänkarhattar.....	6
2.3.4 Informationssökning av befintliga lösningar.....	6
2.4 Konceptgenerering och val.....	6
2.4.1 Morfologisk matris.....	6
2.4.2 Pughmatris.....	6
2.4.3 Kommunicerande medel.....	7
2.4.4 Utvärdering av konceptförslag med Modul-System.....	7
3 Utfall av datainsamling.....	8
3.1 Nulägesbeskrivning.....	8
3.2 Problembeskrivning.....	9
3.2.1 Montering av enhet.....	9
3.2.2 Förflyttning och förvaring.....	10
3.2.3 Inlastning i fordon.....	10
3.3 Data.....	11
3.3.1 Fordon.....	11
3.3.2 Enheter och monteringsbord.....	12
3.4 Truckar.....	13
4 Utfall av produktspecificering.....	14
4.1 Funktionsanalys.....	14
4.2 Kravspecifikation.....	15
5 Utfall av Idégenerering.....	16
5.1 Storleksjustering av monteringsbord.....	16
5.1.1 Iläggskivor.....	17
5.1.2 Fällbara skivor och iläggskiva.....	17
5.1.3 Fällbara skivor och full längd.....	18
5.2 Montering av enhet.....	18
5.2.1 Fastlåsningshandtaget.....	18
5.2.2 Svetstången.....	19

5.2.3 Galler .....	19
5.2.4 Profiler .....	19
5.3 Höjdinställning.....	20
5.3.1 Hydraulik.....	20
5.3.2 Vinsch.....	20
5.3.3 Höglyftande gaffelvagn .....	20
5.3.4 Befintligt höj- och sänkbart bord.....	21
5.4 Förflyttning och buffert.....	21
5.4.1 Mobilt monteringsbord.....	21
5.4.2 Verkstadskran.....	22
5.4.3 Gavelhjul med ramp .....	23
5.5 Inlastning i fordon .....	24
5.5.1 Verkstadskran.....	24
5.5.2 Mobilt monteringsbord.....	24
5.5.3 Gavelhjul med ramp .....	25
6 Utfall av konceptgenerering .....	25
6.1 Morfologisk matris.....	25
6.2 Pughmatris .....	27
6.3 Utvärdering med Modul-System .....	29
6.4 Fortsatt idégenerering på bufferten .....	30
7 Miljöaspekter .....	31
8 Det slutgiltiga konceptet .....	31
8.1 Monteringsbordetbordet.....	32
8.2 Fastlåsning av enheterna på monteringsbordet.....	34
8.3 Förflyttning av enheten.....	35
8.4 Buffert samt inlastning i fordon.....	36
9 Diskussion .....	39
9.1 Svårigheter .....	39
9.2 Datainsamling .....	39
9.3 Inköp från utomstående leverantörer .....	40
9.4 Utvärdering av koncept.....	40
10 Slutsats.....	41
Referenslista .....	42
Bilagor.....	

## **BILAGEFÖRTECKNING**

BILAGA 1	INTERVJU	1B
BILAGA 2	OBSERVATIONER	3B
BILAGA 3	FRÅGEMETODEN	12B
BILAGA 4	DATAINSAMLING FORDON	14B
BILAGA 5	DATAINSAMLING ENHETER	16B
BILAGA 6	SEX TÄNKARHATTAR	17B
BILAGA 7	HÅLLBARHETSANALYS	22B

# **1 INLEDNING**

Vid service och reparation av till exempel ett lands elnät behövs utrustning, reservdelar och verktyg. Sådant finns sällan på plats och reparationsplatsen ligger ofta långt från verkstaden. I detta fall är det en fördel att ha med sig nödvändig utrustning när man ger sig av. För att säkra och organisera utrustning, reservdelar och verktyg kan med fördel en inredning installeras i ett fordon. Denna inredning gör det praktiskt och lättåtkomligt för reparatören att få tillgång till material och verktyg vid reparation i fält.

Modul-System HH AB tillverkar och installerar just sådana inredningar tillsammans med mycket annat som kan tänkas behövas i ett arbetsfordon. De har ett modulärt uppbyggt system av inredningarna vilket innebär att olika funktioner finns i färdiga moduler vilka kan kombineras till oändligt många olika varianter. Detta ger stor möjlighet för kunden att få de funktioner denne önskar med kort ledtid från beställning till leverans och installation av inredningen.

Produktionen av de ingående delarna sker i Mullsjö, Västergötland. När en beställning görs läggs delarna till den önskade inredningen på en lastpall och skickas till en av Modul-Systems serviceverkstäder i Europa eller övriga världen för att där monteras ihop till en färdig inredning och installeras i fordonens lastutrymme.

I serviceverkstäderna sker vissa återkommande moment. Delarna kommer på pall från Mullsjö, de packas upp och monteras samman till en färdig inredning. Efter detta förvaras de i väntan på installation i fordonet och sedan lyfts inredningen in i fordonet för att skruvas fast i lastutrymmet. Här finns flera moment som saknar anpassade hjälpmedel. Det förekommer belastande arbetsställningar och en del moment kräver flera montörer samtidigt vilket tar tid från de olika montörernas respektive uppgifter.

## **1.1 BAKGRUND**

Projektet är utfört hos Modul-System som utvecklar, tillverkar och installerar modulärt uppbyggda inredningar till arbetsfordon. I samband med implementering av Lean-produktion i koncernen skall hjälpmedel för serviceverkstäderna utvecklas för bättre effektivitet samt ergonomi. Utrustningen skall fungera i större serviceverkstäder där inredningsenheten monteras ihop och sedan ställs i en buffert. I bufferten bör inredningen förvaras i max ett dygn innan den installeras i fordonet. Omfattningen på bufferten skall vara ungefär 150 procent av antalet installationer per dag vilket på de större serviceverkstäderna innebär att cirka 40-50 enheter står i bufferten.

I dagsläget monteras inredningsenheten på fasta arbetsbänkar. När inredningsenheten är hopmonterad tillkallas flera montörer från sina arbetsuppgifter för att lyfta ner den tunga inredningen. Det krävs även hjälp av flera montörer då inredningen skall lyftas in i fordonet för installation.

## **1.2 SYFTE OCH MÅL**

Projektets syfte är att i samarbete med Modul-System ta fram hjälpmedel för att underlätta hantering och förvaring av inredningsenheterna från det att de börjar hopmonteras till dess att de står på plats för fastmontering i fordonet. Målet är att inredningsenheten skall kunna hanteras och flyttas från monteringsplatsen, till buffert och sedan in i fordonet av en ensam montör. Utrustningen skall medge att montören med lätthet skall kunna förflytta enheten efter sammanställning, den skall även minimera belastande arbetsställningar för montören.



### **1.3 AVGRÄNSNINGAR**

Projektet begränsar sig till att utveckla en konceptuell lösning som är framtaget för Modul-Systems produkter och produktion. Eftersom detta koncept tas fram speciellt till Modul-Systems produktion kommer ingen marknadsanalys att göras. Ytterligare avgränsning är att projektet riktar in sig på att hitta ett hjälpmedel vid inlastning av de enheter som placeras utefter fordonens sidoväggar då dessa är de mest förekommande.

### **1.4 PRECISERING AV FRÅGESTÄLLNING**

Huvudfrågeställning:

- Vad för slags hjälpmedel behöver Modul-System i sin produktion från det att hopmonteringen börjar tills att inredningen är på plats för installation i fordonet?

Delfrågeställningar:

- Vad ger de olika fordonen för förutsättningar?
- Hur förflyttas enheterna mellan de olika arbetsstationerna på bästa sätt?
- Vilka hjälpmedel behövs för att underlätta och effektivisera monterings- och inlastningsprocessen?
- Hur ska hjälpmedelet utformas för att optimeras för förvaring i buffert?
- Vilka dimensioner ska/bör monteringsbordet ha?(Bredd, djup, höjd)

## **2 METOD**

Först genomförs en grundläggande datainsamling kring enheter och fordon. Det görs även intervjuer och observationer ute på företaget för att få en bra uppfattning om hur arbetet genomförs i dagsläget. Därefter görs en funktionsanalys samt en kravspecifikation för att identifiera vilka krav som finns på konceptet. Därpå sker idégenerering samt utvärderingsmetoder för att kunna välja det slutgiltiga konceptet.

### **2.1 DATAINSAMLING**

Datainsamling utgör basen för detta arbete. Det utförs olika typer av informationsinsamling, nämligen observationer, intervjuer samt allmän datainsamling om inredningsenheterna samt fordonen de installeras i. Dessa data resulterar i en nulägesbeskrivning samt en problembeskrivning.

### 2.1.1 ALLMÄN DATAINSAMLING

Datansamlingen om enheter och fordon sker genom information från Modul-System och biltillverkare. För att kunna bestämma mellan vilka höjder inredningsenheterna lyfts in i fordonen behövs data för hur hög instegshöjden är på olika fordon. Det är även bra att veta hur brett det är mellan hjulhusen, detta för att veta ungefär hur mycket plats det finns i lastutrymmet när inredningsenheten skall lyftas in samt hur stor öppningen till lastutrymmet är. För att anpassa hjälpmedlen till enheterna är det även viktigt att veta vad de har för mått och vikt samt om det finns några gemensamma nämnare för dessa.

De frågor som söks svar på är i korthet:

Enheter:

- Vad har de för mått och vikt?
- Finns det något som är gemensamt för enheterna?
- Finns det varianter av inredningar som är irrelevanta?

Fordon:

- Vilka biltillverkare säljer flest lätta lastbilar Europa?
- Hur hög är instegshöjden på de olika fordonen?
- Vilka mått har dörröppningen till lastutrymmet?
- Hur stort är avståndet mellan hjulhusen i lastutrymmet?
- Hur hög är markfrigången?

### 2.1.1 OBSERVATION

Observation är en datansamlingsmetod som är fördelaktig när man vill se hur användaren utför en uppgift eller hur denne reagerar i en situation med så lite yttre påverkan som möjligt. Eftersom det kan vara svårt att i ord förklara exakt hur man utför till exempel ett montage, och vilka svårigheterna är med detta, kan observation vara ett lämpligt redskap för att ta reda på det (Osvalder, Rose & Karlsson, 2010).

Iakttagelserna som utförs i projektet är direkta observationer där diskretion eftersträvas för att påverka montören så lite som möjligt. Anledningen till att observationen i största mån skall hållas osagd för utföraren är att denne annars kan räkna ut vilka moment som ger mest relevant data och på så vis ändra sitt beteende så att den insamlade informationen skall bli mer tillfredställande. De genomförda observationerna kan ses som osystematiska då de inte följer ett förbestämt schema och inte är ute efter specifik data (Osvalder, Rose & Karlsson, 2010).

Meningen med observationen är att se hur montering och inlastning går till i dagsläget och identifiera vilka steg som utförs. Studien innefattar fyra observationer, varav tre av dessa iakttar monteringen från tre olika serviceverkstäder runt om i Europa. Den fjärde iakttar en inlastning av enheten i ett fordon på serviceverkstaden i Mölndal.

De tre observationerna av monteringen sker genom att se på tidigare inspelade filmer. Observationen av inlastningen sker med videokamera och anteckningar som skrivs under arbetsmomentets gång.

Resultatet förväntas bli kvalitativ data som beskriver hur montören beter sig i systemet, hur denne monterar ihop delarna till moduler och sedan till enheter samt hur de förflyttar och förvarar dem.

### **2.1.2 INTERVJU**

Det finns flera sätt att strukturera en intervju, i detta fall används ett halvstrukturerat upplägg. Detta innebär att man har bestämt vilka områden och frågeställningar som skall behandlas i intervjun och intervjuaren kan välja i vilken ordning frågorna ställs och om de skall vara öppna eller styrda (Osvalder, Rose & Karlsson, 2010). Här finns det även utrymme att ställa följdfrågor för att få en djupare förståelse. Syftet är att man får en diskussion där man får svar på ett antal frågeställningar. Intervjun genomförs tillsammans med Anders Carlsson, Teknisk Chef Modul-System Gruppen, samt Christer Wallin, Platschef Modul-System Service Center Mölndal. För frågeställningar se bilaga 1.

### **2.1.3 SAMANSTÄLLNING AV DATA**

Efter att observationer, intervjuer och allmän datainsamling gjorts sammanställas dessa data för att bli mer överskådlig. Observationer samt intervjuer kommer att ligga till grund för en nulägesbeskrivning som redogör för hur arbetet utförs i dagsläget.

### **2.1.4 FRÅGEMETODEN**

För att beskriva problemet och dess natur görs en problembeskrivning. Denna skall vara så specifik att problemet inte går att misstolka men inte så strikt att lösningsmöjligheterna begränsas. Frågemetoden används för att definiera problemet, metoden innebär att man genom att ställa ett antal frågor får fram fakta och synpunkter på problemet. Dessa utgör ett underlag för den slutliga problembeskrivningen (Johannesson, Persson & Pettersson, 2004). Följande frågor besvarades utifrån samtliga delproblem:

- Vad är problemet?
- Varför är det ett problem?
- Varför existerar problemet?
- När finns problemet?
- Varför finns det just då?
- Hur vanligt är problemet?
- Varför av denna omfattning?

## **2.2 PRODUKTSPECIFICERING**

Metoder som funktionsanalys används för att skapa en bild av produkten och vad den ska utföra. Detta ligger sedan till grund för skapandet av en detaljerad kravspecifikation som listar de krav som produkten måste uppfylla. Detta görs för att få en bra utgångspunkt inför idégenereringen.

### **2.2.1 FUNKTIONSANALYS**

I en funktionsanalys beskrivs produktens funktioner med kvalitativa och abstrakta termer, syftet med detta är att göra det möjligt att hitta lösningar från en större lösningsrymd till skillnad mot om man utgår från mer specificerade krav. Funktionerna beskrivs i termer av ett verb och ett substantiv, dessa delas sedan in i en huvudfunktion och delfunktioner (Johannesson, Persson & Pettersson, 2004). Delfunktionerna delas även in i olika klasser beroende på om de är nödvändiga eller önskvärda.

### **2.2.2 KRAVSPECIFIKATION**

Kravspecifikationen preciserar vad produkten ska utföra, alltså vilka krav som ställs på den. Kravspecifikationen är ett levande dokument och den ska inte innehålla några formuleringar om hur problemet ska lösas (Osvalder, Rose & Karlsson, 2010). Varje kriterium i kravspecifikationen ska värderas och beslutas om det är ett krav eller ett önskemål. Viktning av önskemålen görs med en viktfaktor 1-5, där fem är högst prioriterat (Johannesson, Persson & Pettersson, 2004). Kravspecifikationen används som utgångspunkt vid idégenereringen, utvärdering och vid val av koncept.

### **2.3 IDÉGENERERING**

När lösningsförslag skall tas fram används den framtagna informationen för att utifrån denna använda olika metoder och verktyg för idégenerering. Meningen är att dessa verktyg skall ge lösningar på de olika problemen och kraven som finns. När metoderna gett tillfredställande lösningar på delproblemen ser man på vilka sätt dessa kan kombineras och på så sätt bilda olika konceptförslag.

#### **2.3.1 FOKUSGRUPP**

Fokusgruppen utgörs av en grupp på sex studenter från Chalmers som diskuterar kring en eller flera förbestämda frågor. En moderator presenterar material, frågor och sådant som är relevant för diskussionen varefter deltagarna får diskutera fritt och låta diskussionen utvecklas. Moderatoren är ansvarig för att de planerade frågeställningarna diskuteras men strukturen måste hållas lös så att spontanitet inte hämmas. Frågorna är inledningsvis öppna och okomplicerade för att succesivt bli mer komplexa och närma sig det verkliga problemet. Syftet med att använda lättare fall inledningsvis är att deltagarna ska skapa sig en bild av kringliggande faktorer och att komma igång med idégenereringen. Fördelen med en fokusgrupp är att det en person säger får andra i gruppen att associera till sina egna erfarenheter och kunskaper och diskussionen frodas. Detta gör att användandet av fokusgrupper ger ett mångfacetterat perspektiv på lösningar och frågor som har med önskat ämne att göra. Dessutom är en fokusgrupp ett resurssparande verktyg jämfört med till exempel intervjuer eftersom man samlar flera personer samtidigt (Osvalder, Rose & Karlsson, 2010).

#### **2.3.2 BRAINSTORMNING**

Brainstorming är en idégenereringsmetod där en grupp ska försöka åstadkomma så många idéer som möjligt. Kvantiteten på idéerna går före kvalitén då syftet är att gruppmedlemmarna ska uppmuntras att få nya idéer genom att associera till andra gruppmedlemmars idéer. Vid brainstorming finns det fyra regler att tänka på. Man ska sträva efter kvantitet, att tänka utanför det vanliga och efter att komplettera och kombinera olika lösningar. Det är heller inte tillåtet att kritisera idéerna under brainstormingsessionen (Johannesson, Persson & Pettersson, 2004).

### **2.3.3 SEX TÄNKARHATTAR**

De sex tänkarhattarna är en mycket enkel och effektiv idégenereringsmetod som hjälper människor att vara kreativa. Metoden går ut på att man tar på sig sex mentala hattar i olika färger, varje färg symboliserar olika funktioner och roller. Detta för att enkelt kunna byta fokus eller strukturera om tankar och idéer (The de Bono Group, n.d.). Det finns sex olika färger på hattarna:

- Vit: Information som man har eller behöver
- Gul: Här ska man vara positiv och optimistisk
- Svart: Denna hatt symboliserar svårigheter och faror
- Röd: Här ska känslor och intuitioner uttryckas
- Grön: Denna hatt symboliserar kreativitet, möjligheter och nya idéer
- Blå: Den blåa hatten används av den som styr tankeprocessen och håller i metoden

Dessa olika hattar används för att behandla och hitta lösningsförslag på de olika delproblemen som identifierats.

### **2.3.4 INFORMATIONSSÖKNING AV BEFINTLIGA LÖSNINGAR**

Informationssökning genomförs kring vilka lösningar på liknande problem som finns på marknaden och hur dessa fungerar. Detta för att se vilka lösningar som finns och om de kan användas i konceptet för att på så sätt minska utvecklingskostnaderna för företaget.

## **2.4 KONCEPTGENERERING OCH VAL**

Här används ett antal olika metoder för att kombinera de olika lösningarna samt att utvärdera och välja det bästa konceptet. När slutkonceptet är definierat börjar arbetet med att på bästa sätt kunna kommunicera konceptet.

### **2.4.1 MORFOLOGISK MATRIS**

En morfologisk matris används för att få fram kompletta koncept som löser samtliga problem. Detta görs genom att placera delfunktioner och respektive delösningsalternativ i en matris. Sedan skapas helhetslösningar genom olika kombinationer av delösningsalternativen (Johannesson, Persson & Pettersson, 2004).

### **2.4.2 PUGHMATRIS**

I denna beslutmatris jämförs de olika konceptlösningarna med varandra. Detta görs genom att ställa upp ett antal krav från kravspecifikationen, dessa vikts även utifrån hur viktiga kraven är. Kraven och konceptalternativen placeras i en matris. En referenslösning utses, detta kan i princip vara vilken lösning som helst. Sedan jämförs de olika koncepten med referensprodukten, och avgör om konceptet uppfyller det aktuella kravet bättre (+), sämre (-) eller lika bra (0) som referensprodukten (Johannesson, Persson & Pettersson, 2004).

### **2.4.3 KOMMUNICERANDE MEDEL**

För att kunna kommunicera idéer och lösningsförslag används olika kommunicerande medel. Skisser är en snabb och traditionell metod för att i ett tidigt stadié i utvecklingsprocessen kommunicera idéer. Dessa används sedan vid utvärdering med Modul-System. Programvaror för 3D-CAD som t.ex. CATIA V5 är bra att använda under produktutvecklingsprocessen för skapandet av en grov geometrimodell(Johannesson, Persson & Pettersson, 2004). Det senare används för att testa funktionalitet och ge specifika lösningar på problemen. Autodesk Showcase används sedan för att skapa presentationsbilder av det slutgiltiga konceptet.

### **2.4.4 UTVÄRDERING AV KONCEPTFÖRSLAG MED MODUL-SYSTEM**

Utvärdering av ett antal koncept äger rum ute hos företaget för att få deras synpunkter och på så sätt säkerhetsställa kvalitén på det slutliga konceptet. Efter denna utvärdering sker en iteration samt vidareutveckling av konceptet för att få fram ett så bra slutresultat som möjligt.

### 3 UTFALL AV DATAINSAMLING

Efter intervjuer och observationer hos Modul-System kan en nulägesbeskrivning göras, denna beskriver hur arbetet utförs i dagsläget. Utefter denna görs en problembeskrivning där problemen som finns i produktionen definieras.

#### 3.1 NULÄGESBESKRIVNING

Genom observationer (se bilaga 2) av Modul-Systems produktion samt samtal med deras medarbetare kan följande nulägesbeskrivning göras.

De enheter som installeras i fordonen monteras ihop av delar som kommer till serviceverkstäderna emballerat på pall. Pallen är optimerad för utrymme i transport så delarna ligger inte i logisk ordning för montering. Pallen hämtas av montör och ställs på golvet i närhet till monteringsbordet där de packas upp och avemballeras (se figur 3.1). Allt eftersom delar avemballeras läggs de på bordet eller lutas mot kanten av bordet tills de skall användas eller kommer i vägen för montören.

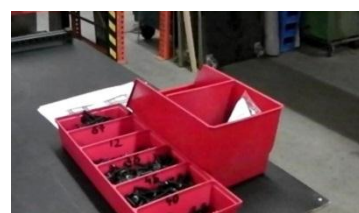
För varje enhet finns en unik ritning eftersom enheten i regel ser olika ut för varje kund. Inom en snar framtid ska dessa ritningar kunna läsas på en digital läsplatta. Muttrar och skruvar som behövs vid monteringen ligger i lådor på monteringsbordet eller i närheten (se figur 3.2). Monteringen börjar i regel med att man preparerar gavelramarna med fästen för gavelplåtar. I början av monteringen ligger enheten ofta på sidan för att det skall vara lättare att passa in hyllplan (se figur 3.3) samt för att nå de högre hyllplanen. Om hyllan är djup och hög krävs det ibland att montören går upp på monteringsbordet för att nå. När dessa är monterade ställs enheten upp för att skruvarna skall kunna dras åt. Då är bordet mycket bredare än enheten vilket leder till att montören står lutad över bordet. För att inte enheten skall välta när montören drar åt skruvarna används en hand för att hålla emot.

När monteringen är klar eller när montören inte längre når tas, beroende på enhetens storlek och tyngd, en eller flera montörer till hjälp för att lyfta ner enheten från monteringsbordet (se figur 3.4). Enheten kan väga upp till 200 kg. Sedan lyfts enheten antingen direkt in i fordonet eller så förvaras den i en buffert innan den skall lastas in i fordonet. Denna buffert är i dagsläget inte organiserad eller utformad på något speciellt sätt, i framtiden vill Modul-System dock använda sig av en buffert då de vill kunna montera enheten i förväg.

Vid införseln av enheten i fordonen hjälps ett antal montörer åt att lyfta in den, ibland använder de sig även av en plocktruck med förlängningsbara gafflar (se figur 3.5). I verkstäderna finns det alltid tillgång till någon eller några truckar som är höglyftande.



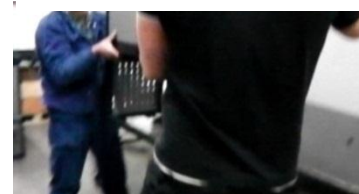
Figur 3.1 Avemballering



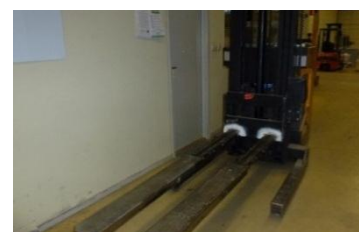
Figur 3.2 Fästelement



3.3 Passa in hyllplan

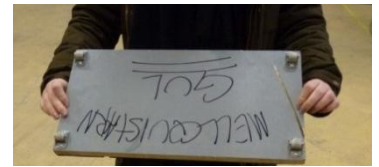


Figur 3.4 Hjälp att lyfta ner



Figur 3.5 Truck med förlängningabara gafflar

De har även en platta med fyra hjul som de sätter under enhetens framkant för att sedan kunna lyfta bakdelen av enheten och på så sätt rulla in det i fordonet. Denna platta är 250 x 470 mm och har ett hjul i varje hörn, dessa hjul är cirka 10 mm i diameter (se figur 3.6). Denna rullplatta rullar inte så bra och montörerna upplever ofta att de skjuter enheten istället för att rulla den.



Figur 3.6 Platta med fyra hjul

Först rullas enheten rakt in i fordonet för att komma förbi hjulhuset och sedan vickar montören på enheten så att plattan kan tas undan. Därefter skjuts enheten in mot väggen, då kan de inte använda rullplattan eftersom denna bara går att rulla åt ett håll. Här finns risk för att repa golvet. När enheten väl är på plats (se figur 3.7) fortsätter montören med installationen av enheten i fordonet. Beroende på utformningen av enheten så lyfts de ibland in i olika delar och monteras ihop inne i fordonet.



Figur 3.7 Enheten på plats i fordonet

## 3.2 PROBLEMBESKRIVNING

Uppgiften består i att hitta en lösning som underlättar montering, förflyttning, förvaring samt inlastning av enheterna i fordonen. För att identifiera och beskriva de problem som finns i dagsläget användes frågemetoden (se bilaga 3). Dessa frågor besvaras utefter de observationer (se bilaga 2) samt intervjuer (se bilaga 1) som genomförts på Modul-System. Följande avsnitt beskriver problemen som identifierats vid respektive arbetsmoment.

### 3.2.1 MONTERING AV ENHET

Vad är problemet?

- Montören jobbar högt med armarna, i huvudhöjd.
- Montören måste luta sig över bordet för att nå.
- Montören måste använda tvåhandsgrepp för att enheten inte ska välta eller flytta på sig.
- Montören måste ha hjälp att lyfta ned enheten på golvet

Problemen som finns vid monteringen av enheten är att montören ofta måste jobba i obekväma och belastande arbetsställningar på grund av utformningen av enheten samt monteringsbordet. Montören lägger ofta enheten ned på bordet vid början av monteringen vilket gör att monteringsbordet måste vara en viss bredd. Sedan när montören ställer enheten upp är enheten mycket smalare än monteringsbordet vilket gör att montören måste jobba i obekväma arbetsställningar och luta sig över bordet när monteringen skall göras på baksidan av enheten. Montören kan bara använda verktyg med en hand då han måste hålla i enheten med den andra handen för annars kan enheten flytta på sig eller till och med välta. Montören behöver även hjälp med att lyfta ned enheten från monteringsbordet, detta är ett problem både på grund av att det blir ineffektivt att flera montörer måste hjälpa till men även för att det sliter på montörerna att lyfta de tunga enheterna.



### **3.2.2 FÖRFLYTTNING OCH FÖRVARING**

Vad är problemet?

- Förvaring av enhet mellan montering och inlastning i fordon
- Förflyttning av enhet mellan montering och inlastning i fordon

Förflyttningen och förvaringen mellan monteringen och installationen i fordonen är problematiskt då det inte finns något anpassat hjälpmedel för detta samt då flera montörer måste hjälpas åt för att kunna förflytta enheten. För förvaring av enheterna finns i dagsläget ingen anvisad plats vilket får till följd att enheten ställs på platser där de kan komma att vara i vägen. Att låta dem stå på borden är inget hållbart alternativ eftersom fler enheter kan komma att monteras och då behövs monteringsbordet.

### **3.2.3 INLASTNING I FORDON**

Vad är problemet?

- Att få upp enheten i rätt höjd
- Att få in enheten i fordonet
- Att positionera enheten inne i fordonet

Även här är problemet att det inte finns något bra hjälpmedel för införseln av enheten i fordonen. Problemet är att enheterna är stora och tunga vilket gör att flera montörer måste hjälpas åt. Det första problemet är att få upp enheten i höjd med fordonets instegshöjd. Sedan måste enheten föras in i fordonet och sedan skjutas på plats mot väggen. Enheten kan inte rullas rakt in på plats eftersom hjulhuset är i vägen, enheten måste först rullas rakt in för att sedan skjutas in mot väggen.

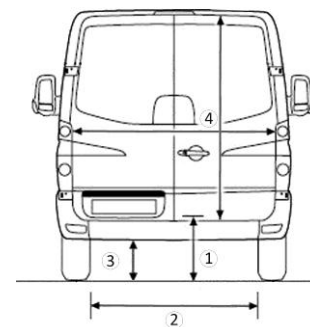
### 3.3 DATA

För att ta reda på vilka förutsättningar som gäller för Modul-Systems produktion genomfördes datainsamlingar. Både hur fordonen och enheterna är utformade undersöktes för att kunna utveckla ett hjälpmedel som är anpassat till dessa.

#### 3.3.1 FORDON

De mest sålda lätta lastbilarna i Europa under 2012 av bilmärkena Volkswagen, Renault, Mercedes, Fiat, Peugeot och Ford (European Automobile Manufacturers' Association, (2012)). Dessa stod tillsammans för drygt 80 procent av det totala antalet sålda lätta lastbilar i Europa (se bilaga 4). Utifrån dessa bilmärkens modeller togs följande data fram (se figur 3.8):

1. Instegshöjd: 450-760 mm
2. Minsta bredd mellan hjulhus: 1046 mm
3. Minsta markfria gång: 89 mm
4. Bakluckans minsta innermått (H x B): 1056x1040 mm



Figur 3.8 Mått på fordon

Enligt Christer Wallin, Platschef Modul-System Service Center Mölndal, händer det att enheterna ibland är nästan lika höga som bagageutrymmet, det finns ibland bara cirka 5 centimeter tillgodo. Modul-System monterar ofta in trägolv i fordonen men ibland monteras enheterna istället direkt på fordonens originalgolv, vilka kan ha längsgående upphöjningar. Många av fordonen har även dragkrok samt en tröskel i bagagelucka som enheten måste lyftas över (se figur 3.9).



Figur 3.9 Upphöjningar, dragkrok och tröskel

### 3.3.2 ENHETER OCH MONTERINGSBORD

Data om enheterna fås ur Modul-Systems produktkatalog samt från personal på Modul-System. Enheterna är modulärt uppbyggda och kan kombineras på oändligt många sätt utefter kundens behov och fordonets utformning.

Modul-System har en egenutvecklad profil (se figur 3.10) som de använder sig av. Det som är gemensamt för de flesta enheter är att ytterkanterna på kortsidorna består av denna profil. Profilen finns även högst upp på fram- och baksidan av hutschar, när enheten har hyllor finns en kant fram- och baktill på hyllorna.

Enligt Anders Carlsson, Teknisk Chef Modul-System Group, är vikten på en enhet maximalt ca 200 kg. Enheterna finns i två djup, 324 och 486 mm (se bilaga 5). Det finns även en mindre modul som är 216 mm djup som antingen placeras höst upp på enheten eller längst ned på ena sidan av enheten när hjulhuset är i vägen (se figur 3.11). Enheterna kan även vara trebenta vilket innebär att ena gaveln bara står på ett ben, de vill säga en vertikal profil. Enligt Anders Mellqvist, Säljare Modul-System Service Center Mölndal, är dessa dock ovanliga, därför kommer de inte att behandlas i detta projekt. Enligt Christer Wallin varierar höjden och längden på enheterna mycket men de högsta är cirka 1800 mm och längderna varierar mellan 700 och 3000 mm.



Figur 3.10 Modul-Systems egenutvecklade profil



Figur 3.11 Hjulhuset i vägen så grundare ben på ena sidan (Modul-System (n.d.))

I serviceverkstaden i Mölndal är monteringsbordet 1200 mm brett och 2800 mm långt och har en arbetshöjd på 900 mm (se figur 3.12). I Mölndal förvaras de även fästelement i lådor under monteringsbordet men på andra verkstäder har de dessa i separata skåp på hjul eller så förvaras dessa i lådor som står uppe på bordet.



Figur 3.21 Befintligt monteringsbord i Service Centre Mölndal

### 3.4 TRUCKAR

Modul-System i Mölndal har två truckar, en motviktstruck (se figur 3.13) samt en plocktruck (se figur 3.14) med förlängningsbara gafflar och stödben. Dessa truckar kan lyfta tillräckligt högt för att komma upp i höjd med monteringsborden samt fordonens instegshöjd. Bredden mellan utsidan på gafflarna är 560 mm och på motviktstrucken är gafflarna 1120 mm långa med en förlängning kan dessa bli 1800 mm långa med en tjocklek på 50 mm. Plocktrucken med förlängningsbara gafflar har minst 1200 mm och som längst cirka 2200 mm långa gafflar. Dessa är 60 mm tjocka och 165 mm breda. Innermättet mellan stödbenen är 900 mm.



*Figur 3.13 Motviktstruck*



*Figur 3.14 Plocktruck*

## 4 UTFALL AV PRODUKTSPECIFICERING

För att skapa en bra utgångspunkt inför idégenereringen sammanställdes en funktionsanalys och en kravspecifikation baserat på information från datainsamling, intervju och observation.

### 4.1 FUNKTIONSANALYS

I funktionsanalysen listas de funktioner som konceptet behöver för att effektivisera och förbättra Modul-Systems produktion (se tabell 4.1). Funktionerna klassas efter om de är huvudfunktioner (HF), nödvändiga funktioner (N) eller önskvärda funktioner (Ö).

Tabell 4.1 Funktionsanalys

Verb	Substantiv	Klass	Kommentar
<b>Underlätta</b>	Montering	HF	
<b>Medge</b>	Förflyttning	HF	Horisontellt och vertikalt
<b>Underlätta</b>	Inlastning	Ö	Av inredning in i fordonet
<b>Erbjuda</b>	Förvaring	N	Av enheten i buffert
<b>Erbjuda</b>	Fastlåsning	Ö	På bordet vid montering
<b>Erbjuda</b>	Höjdställning	Ö	Av utrustningen för att underlätta vid montering och inlastning i fordonet
<b>Erbjuda</b>	Justering	Ö	Av monteringsbordets bredd och längd
<b>Tåla</b>	Slitage	Ö	
<b>Medge</b>	Säkerhet	N	Undvika skador och belastning av användare
<b>Undvika</b>	Skador	N	På fordon och enheter
<b>Minimera</b>	Produktionstid	Ö	
<b>Erbjuda</b>	Manövrering	N	
<b>Passa</b>	Produktionen	N	Anpassas efter enheterna och fordonen

## 4.2 KRAVSPECIFIKATION

Med en väl definierad bild av nuläget kan arbetet fortsätta. När funktioner har identifierats kan dessa tillsammans med det insamlade data sammanstråla i en kravspecifikation (se tabell 4.2). Denna ligger till grund för det fortsatta arbetet och är ramen inom vilket kommande konceptförslag skall hålla sig.

Tabell 4.2 Kravspecifikation

Kriteriebeskrivning	Anmärkning	Krav/önskemål	Viktning
Ska kunna lyfta upp till 300 kg	Enhet och montör	K	
Ska kunna förflytta enheter horisontellt och vertikalt		K	
Enheterna ska kunna monteras både liggandes och ståendes	Måtten på bordet måste kunna vara minst 1200 x 2800 mm	K	
Ska anpassas efter fordonen	Min mått på baklucka 1056 mm bred och 1040 mm hög	K	
Maximal bredd vid införsel, 1046 mm	Mått mellan hjulhus	K	
Tidsmässigt mer effektivare än i dagsläget		K	
Passa relevanta bilmodellens instegshöjd	Från 450-760 mm	K	
Monteringsbordet ska kunna höjas till 900 mm	Över golvnivå	K	
Säkerhet för användaren		K	
Monteringsbordet ska kunna sänkas till 300 mm	Över golvnivå	Ö	4
Uppta så liten yta som möjligt vid förvaring i buffert		Ö	3
Ska kunna hanteras av en person		Ö	4
Möjliggöra enhandsgrepp vid montering	Montören ska inte behöva hålla fast enheten med en hand vid åtdragning av skruvar	Ö	3
Eliminera belastande arbetsställningar för montören		Ö	4
Låg tillverkningskostnad		Ö	4
Enkel konstruktion		Ö	3
Tillverkning ska kunna utföras av Modul-System		Ö	2

## **5 UTFALL AV IDÉGENERERING**

För att underlätta monteringen behövs det ett bord som är mer flexibelt och som medger fastlåsning av enheten. För att en montör skall kunna förflytta och lasta in enheterna behövs en effektiv lösning som medger förflyttning av enheterna på ett enkelt sätt. För att effektivisera förvaringen av enheterna i buffert behövs en lastbärare som är smidig och tar så liten plats som möjligt.

För att kunna genomföra en effektiv idégenerering delades problemet in i olika delproblem som behandlades var för sig. Det första steget var att använda de sex tänkarhattarna på delproblemen tvåhandsgrepp, inlastning, justera höjden på monteringsbordet och ändra bordsstorleken (se bilaga 6).

Fokusgruppen genomfördes sedan med en grupp på sex deltagare som delades in i två arbetsgrupper med tre personer i varje grupp. Grupperna tävlade sedan mot varandra i tre olika delmoment i syftet att få fram så många och så kreativa lösningsförslag som möjligt. Första tävlingen gick ut på att komma på den mest osannolika idén för att flytta en 150 kg tung enhet 10 meter horisontellt. Nästa tävlingsmoment var att komma på den snabbaste lösningen att flytta enheten upp på ett bord. Den sista och avgörande momentet gick ut på att komma på så många idéer som möjligt på hur man kan lyfta in enheten i bagageutrymmet på ett fordon.

Under hela idégenereringsfasen genomfördes brainstorming parallellt.

### **5.1 STORLEKSJUSTERING AV MONTERINGSBORD**

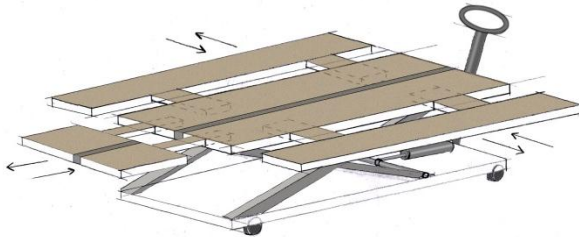
Montören utnyttjar inte alltid hela bordets bredd under monteringen. När enheten står upp på bordet står den närmast en av långsidorna vilket innebär att montören måste luta sig över stor del av bordsbredden vid montering från andra sidan. Borden har dimensionerna (längd x djup) 2800 x 1200 mm i dagsläget och enheterna är som mest 486 mm djupa.

Det bästa sättet att lösa problemet är att ha möjlighet att ändra bordsdjupet under monteringsgången. Eftersom montören initialt monterar med enheten liggandes på bordet behöver borden kunna vara 1200 mm breda.

Om bordet sedan skall förvaras i buffert med enheten ståendes på kommer det ta onödigt mycket plats om det är av full längd när enheten är mindre än det. Därför ansågs en möjlighet att justera bordslängden nödvändig.

### 5.1.1 ILÄGGSKIVOR

En lösning är att ha skivor som kan tas ur och sättas i vid behov, alltså man tar fram iläggsskivor vid behov och skjuter i på båda långsidorna och en kortsida (se figur 5.1). Bredden kan då ändras från 1200 mm till 600 mm med hjälp av en iläggsskiva från varje sida på 300 mm. Längden anpassas på samma sätt men endast från en sida för att ha en sida disponibel för eventuell styrning om detta behövs. Att ha lika grund iläggsskiva på kortsidan som långsidan anses ge så liten platsbesparingsvinst att den bestämts till 600 mm, detta även för att den ska ta upp mindre plats i bufferten.

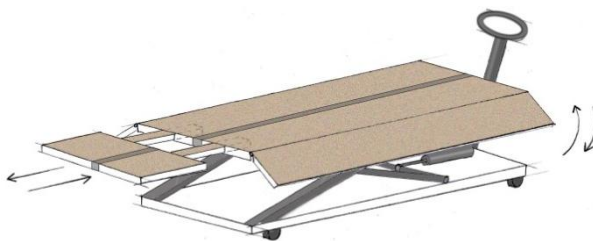


Figur 5.1 Bord med iläggsskivor

Fördel med denna lösning är att få rörliga delar medför färre saker som kan krångla. Det är en relativt enkel lösning att producera och få tillräckligt stabil. Nackdelen är att det tar längre tid varje gång storleken behöver justeras, delarna kan bli otympliga om de är 2200 mm långa och 300 mm djupa samt att de behöver förvaras någonstans när de inte används.

### 5.1.2 FÄLLBARA SKIVOR OCH ILÄGGSKIVA

En annan lösning är att ha upp- och nedfällbara skivor utmed långsidorna (se figur 5.2). Skivan på kortsidan är fortfarande en iläggsskiva. Denna används endast om längre enheter skall monteras och justeras inte under monteringsgången i samma utsträckning som långsidorna. Skulle denna skiva också vara nedfällbar betyder det att bordet inte går att sänka lägre än 600 mm och enligt datainsamlingen finns fordon som har en inlastningshöjd på 450 mm vilket gör detta till en olämplig lösning.



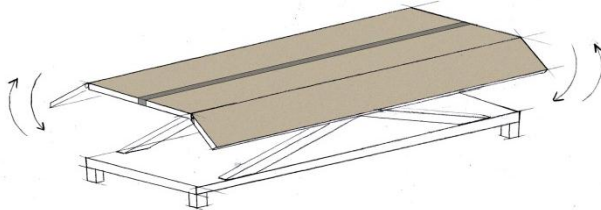
Figur 5.2 Bord med fällbara skivor vid långsidorna samt iläggsskiva på kortsida

Fördelen med lösningen är att den sparar tid jämfört med föregående lösning och att skivorna utmed långsidorna inte behöver förvaras på någon annan plats när de inte används. Nackdelen är att det blir fler rörliga delar som kan krångla och att det är svårt att få samma stabilitet i gångjärnen.



### 5.1.3 FÄLLBARA SKIVOR OCH FULL LÄNGD

Tredje lösningen är att bordet bara har upp- och nedfällbara skivor på långsidorna (se figur 5.3). I detta fall skulle bordets längd alltid vara 2800 mm, det har alltså ingen längdjustering. Detta alternativ skulle kombineras med lösningar som innebär att bordet inte behöver placeras i buffert, mer om detta senare. Fördelen med detta är att lösningen inte behöver ta hänsyn till vikt då det inte är mobilt och att det blir stabilare eftersom det kan monteras fast i golvet.



Figur 5.3 Bord av full längd med fällbara skivor utmed långsidor

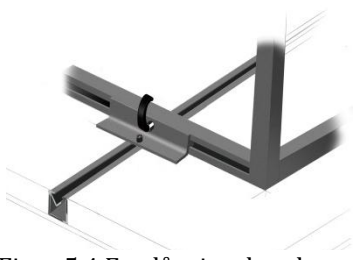
Ytterligare en lösning skulle kunna vara att ha skivor som man kan dra ut från undersidan av bordet, det positiva med detta skulle vara att man kan sänka bordet längre ned än med nedfällbara skivor.

## 5.2 MONTERING AV ENHET

Ett av problemen vid monteringen är att montören måste använda en hand för att hålla fast enheten för att den inte skall flytta på sig eller välta. För att undvika detta togs två olika förslag fram som bygger på att man ska kunna låsa fast enheten i bordet under monteringen. Genom att ha en skena som löper längsmed centrum på arbetsbordet, i vilken man kan skjuta en fastspänningsanordning, kan man låsa enheter av olika längder. Fastspänningsanordningarna kommer i två varianter och har sina respektive för och nackdelar. Båda bygger dock på att de går att skjuta fram och tillbaka i skenan och de använder sig av den horisontella profilen på enhetens gavel för att låsa fast enheten i bordet. Det framkom även två lösningar som utgör ett stöd för enheten genom att man använder sig av ett galler eller av profiler. Dessa placeras på baksidan av enheten under montering så att enheten inte kan välta bakåt.

### 5.2.1 FASTLÅSNINGSHANDTAGET

De två lösningarna kallas "fastlåsningshandtaget" och "svetstängen". Fastlåsningshandtaget är en lösning som finns i Modul-Systems utbud idag men är här specialdesignat för funktionen att låsa fast enheten i bordet (se figur 5.4). Fördelen med denna är att utrymmet som krävs är relativt litet och nackdelen är att det tar längre tid att spänna fast då den kräver att anordningen sätts i precis rätt läge.



Figur 5.4 Fastlåsningshandtaget

### 5.2.2 SVETSTÅNGEN

Svetstången är precis som det låter en svetstång (se figur 5.5) som likt föregående löper i en skena längs bordets centrum. Den har ett specialdesignat munstycke för att få önskad funktion. Fördelen är att lösningen är snabb att låsa och låsa upp och nackdelen är att den kräver mer plats av bordet på sidorna av enheten.



Figur 5.5 Svetstången

### 5.2.3 GALLER

Det framkom två idéer där det istället finns ett stöd bakom enheten vid montering. Genom att ha ett "ryggstöd" för enheten kan montören trycka, mot till exempel skruvar när de dras åt, och detta ryggstöd hindrar enheten att flytta på sig eller välta. Ett förslag är att man har ett galler som ryggstöd eftersom montören kan behöva komma åt på baksidan av enheten och att gallret är tillräckligt grovmaskigt att tillåta detta.

### 5.2.4 PROFILER

Ett annat förslag är att man använder sig av stående stänger eller profiler som placeras i en skena likt svetstången och fastlåsningshandtaget. Dessa stänger eller profiler placeras med lämpligt avstånd från varandra och gör samma sak som gallret men täcker mindre av baksidan på enheten.

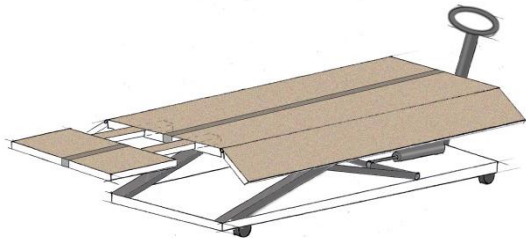
Svårigheterna med sistnämnda två lösningar är att få dem tillräckligt stabila och att de bara hjälper montören åt ett håll, nämligen baksidan. Om montören behöver trycka från baksidan tas inte kraften upp och enheten kan välta. Dessa lösningar tar dessutom mer plats när de inte används och är mer otympliga att hantera jämfört med fastlåsningshandtaget och svetstången.

## 5.3 HÖJDINSTÄLLNING

Ytterligare ett problem vid monteringen är att montören ofta får jobba högt med armarna alternativt att de måste ställa ned enheten på golvet för att komma åt. Detta skulle kunna undvikas genom att ha ett höj- och sänkbart monteringsbord. Denna höjdjustering skulle kunna ske på fyra olika sätt, med hjälp av hydraulik, vinsch, gaffelvagn eller med ett befintligt höj- och sänkbart bord.

### 5.3.1 HYDRAULIK

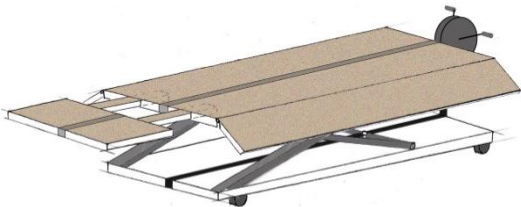
Den hydrauliska höjdinställningen består av en saxkonstruktion där två lika långa ben sitter ihop med en led på mitten så de bildar ett liggande X. Ena änden av benen sitter fast i en led och andra sidan rullar med hjul. Om en hydraulisk cylinder fästs på den sida som rullar på hjul kan man genom att pumpa ut hydraulcylindern få hjulen att rulla och saxen komprimeras. I denna rörelse uppnås önskad höjdjustering (se figur 5.6).



Figur 5.6 Höjdinställning hydraulik

### 5.3.2 VINSCH

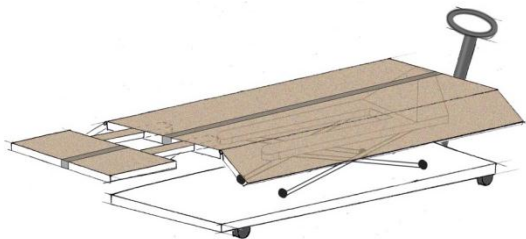
Vinschen skulle fungera genom att vinschen är kopplad till vajrar som sitter fast i den rörliga delen av saxkonstruktionen (se figur 5.7). Det finns två vinschar, en för att höja och en för att sänka bordet. Både vinschen och hydrauliken har fördelen att de är billiga att tillverka och att de är passiva, alltså att de inte kräver någon elektrisk energi under användningen.



Figur 5.7 Höjdinställning vinsch

### 5.3.3 HÖGLYFTANDE GAFFELVAGN

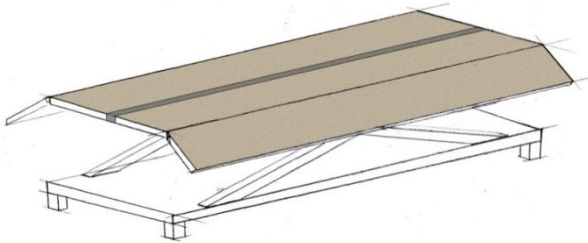
Man skulle också kunna tänka sig att placera monteringsbordets bordsskiva på en gaffelvagn och på så sätt använda sig av gaffelvagnens höj- och sänkfunktion. Fördelen med denna lösning är att man kan köpa in en komplett gaffelvagn vilken står för på höj- och sänkningen, nackdelen är att då bordet skall placeras upp på gaffelvagnen så kommer den inte att gå att sänka lika lågt som föregående lösningar (se figur 5.8).



Figur 5.8 Höjdinställning gaffelvagn

### 5.3.4 BEFINTLIGT HÖJ- OCH SÄNKBART BORD

I det fall där man använder ett monteringsbord som inte behöver flyttas skulle man kunna placera en bordsskiva uppe på ett befintligt höj- och sänkbart bord med elektrisk motor (se figur 5.9). Anledningen till att detta bara fungerar när bordet är stationärt är att bordet behöver vara uppkopplat till elnätet. Denna lösning är alltså inte passiv men är däremot smidig för montörerna att använda då de bara behöver trycka på en knapp för att höja och sänka bordet.



Figur 5.9 Höjdinställning befintligt höj- och sänkbart bord

## 5.4 FÖRFLYTTNING OCH BUFFERT

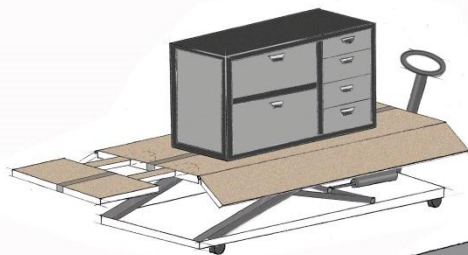
När enheten är färdigmonterad skall den transporteras från monteringsplatsen till buffert och sedan vidare till fordonet eller direkt från monteringsplatsen till fordonet. I dagsläget tillkallar montören flera av sina kollegor för att utföra detta, olika många beroende på storlek och tyngd på enheten, för att med muskelkraft lyfta ner enheten från bordet och helt enkelt bära denna till sin destination.

Målsättningen med lösningarna var att en person skall klara att manövrera enheten från monteringsstation till dess destination och på så vis inte behöva störa sina kollegor.

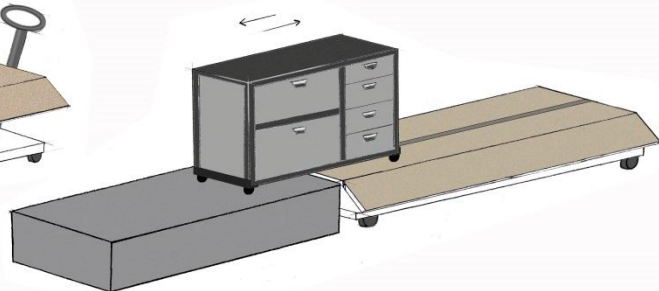
### 5.4.1 MOBILT MONTERINGSBORD

En möjlighet är att ha monteringsbordet på hjul så det går att förflytta utan att enheten behöver avlägsnas från bordet. Detta medger att en person kan förflytta även de längsta och tyngsta enheterna själv. Om detta då kombineras med höj- och sänkfunktion finns ett verktyg som underlättar montering, förflyttning och höjjustering mot fordonet när det är dags för inlastning i fordonet.

Fördel är att samma höj- och sänkfunktion används vid montering och inlastning. Enheten behöver heller inte ändra position i förhållande till monteringsbordet förrän det är dags att lasta in den i fordonet (se figur 5.10). Nackdel är att monteringsbordet är upptaget längre tid än med nästkommande lösning och därför bromsas monteringen av enheter. Med denna lösning kan enheten antingen förvaras på bordet i bufferten eller så kan man skjuta över den på en lastpall (se figur 5.11). Om enheten står kvar på bordet innebär det färre moment för montören att genomföra. Om montören rullar över enheten på en lastpall frigörs bordet men det innebär fler moment att genomföra.



Figur 5.10 Mobilt monteringsbord med enhet kvar på monteringsbord



Figur 5.11 Mobilt monteringsbord med enhet till pall

## 5.4.2 VERKSTADSKRAN

En annan möjlighet är att använda en så kallad verkstads-kran, mycket lik en sådan man använder för att lyfta motorer ur bilar. Verkstads-kranen skall kunna köras fram till bordet för att kopplas på enheten, lyfta denna något och sedan köra undan från bordet (se figur 5.12). Detta skulle medföra att monteringsbordet inte behöver vara mobilt. Även i detta fall kan en montör utföra arbetet själv utan hjälp av sina kollegor.



Figur 5.12 Verkstads-kran hämtar enhet vid monteringsbord

Fördel är att bordet frigörs i princip omedelbart efter färdigställd montering. Verkstads-kranen använder mindre plats i lokalen jämfört med ett monteringsbord. Verkstads-kranen har lägre vikt än monteringsbordet vilket gör den lättare för montören att förflytta. Monteringsbordet kan vara fast monterat vilket ger andra möjligheter vad det gäller lösning på höj- och sänkfunktionen. Nackdel är att enheten måste hämtas för att förflyttas.

För att kunna fästa enheten i verkstads-kranen finns två olika alternativ, en där man lyfter upp enheten från sidan och en där man lyfter enheten ovanifrån. När enheten lyfts från sidan använder man sig av en anordning som formen av ett Y (se figur 5.13). Det finns två krokar längst upp som man krockar fast i den övre profilen på enheten och nederdelen fungerar som ett stöd för att enheten inte ska kunna rotera. När enheten lyfts ovanifrån används en anordning som spänns fast i profilerna i ovankant på fram och baksida av enheten som kranen sedan kan lyfta den i (se figur 5.14).



Figur 5.13 Verkstads-kran med lyft från sidan med Y-fästet



Figur 5.14 Verkstads-kran med lyft ovanifrån

Det negativa med att lyfta ovanifrån är att detta tar större plats och det är då kritiskt att använda denna lösning när enheterna nästan är lika höga som fordonets öppning till lastutrymmet. Det positiva är att man kan lyfta enheten rakt ovanifrån vilket blir stabilt. Positivt med att lyfta från sidan blir alltså att man inte bygger något på höjden, de negativa blir dock att det är lite mindre stabilt än när man lyfter rakt ovanifrån.

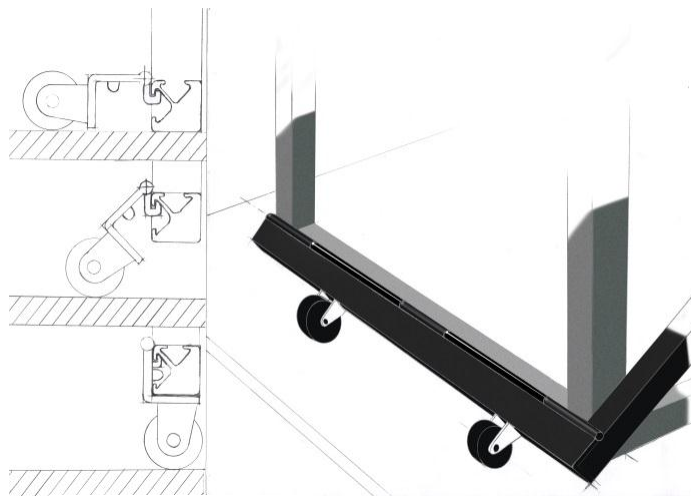
Oavsett fastsättningslösning kan kranen placeras med enheten i bufferten eller så kan enheten placeras på en lastpall för att sedan hämtas på nytt för inlastning i fordonet. Det positiva med att ställa hela kranen med enheten på i bufferten är att det blir mindre moment som behöver genomföras, det blir däremot dyrare då man behöver ha fler kranar (se figur 5.15).



Figur 5.15 Verkstadskran i buffert med och utan lastpall

### 5.4.3 GAVELHJUL MED RAMP

Ytterligare en idé är att utrusta enheten med hjul. Detta sker genom att man använder en L-profil med två hjul på som sitter på ett gångjärn (se figur 5.16). Denna anordning fäster man i profilerna på enheternas kortsidor och använder sig av en spak(hävarm) för att tvinga in hjulen under enheten. På så sätt får man hjul under enheten och man kan med hjälp av en ramp, som fästs med en krok i bordet så att den inte kan flytta på sig, rulla av enheten från bordet. Denna lösning är bra då man inte behöver ett mobilt bord men här blir momenten och hjälpmedlen som behövs fler dessutom bygger den något på höjden.



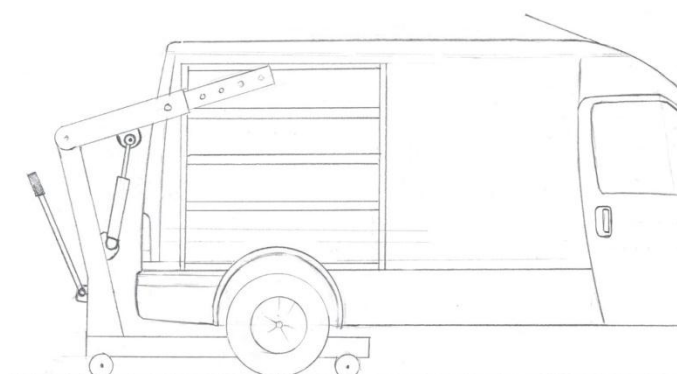
Figur 5.16 Gavelhjul

## 5.5 INLASTNING I FORDON

Inlastningen kan ske på tre olika sätt, med verkstadskranen, ett mobilt monteringsbord eller en ramp med vinsch. Samtliga förklaras i följande kapitel.

### 5.5.1 VERKSTADSKRAN

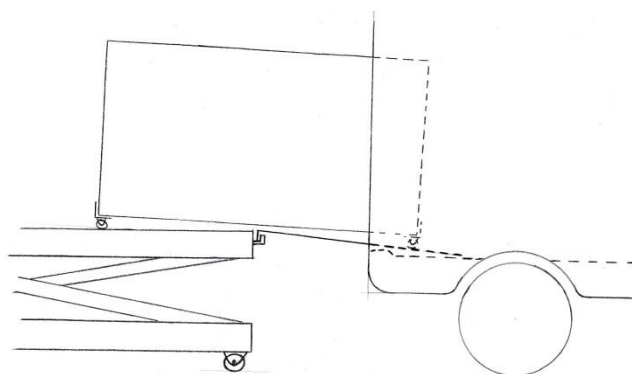
Vid användningen av verkstadskranen sker inlastningen genom att man kör in armen på verkstadskranen till det läge där modulen skall stå och sedan sänker man ned den och släpper enheten (se figur 5.17) Fördelen är att enheten kan sättas ned på rätt plats på en gång och att ingen efterjustering krävs.



Figur 5.17 Inlastning av enhet i lastutrymme med verkstadskran

### 5.5.2 MOBILT MONTERINGSBORD

Om man använder sig av monteringsbordet på hjul så körs bordet fram till fordonet och höjden på bordet justeras efter höjden på fordonets instegshöjd. Sedan används hjulen på L-profilen som beskrivs ovan samt en ramp mellan bordet och fordonet (se figur 5.18). Man kan sedan rulla in enheten i fordonet, när enheten är på plats tar man bort hjulen. Nackdelen här är att man behöver genomföra fler moment samt att enheten inte kan ställas ända in i hörnet direkt eftersom att man måste kunna ta bort hjulen så i dessa fall kommer man att behöva skjuta enheten till sin slutgiltiga plats utan hjulen. Man behöver även en plats att förvara rampen på.



Figur 5.18 Inlastning av enhet i lastutrymme med mobilt monteringsbord, gavelhjul och ramp mellan fordon och monteringsbord



### 5.5.3 GAVELHJUL MED RAMP

I de fall man använder sig av ett fast monteringsbord kan man använda en liknande ramp för att rulla av enheten från bordet som att rulla in enheten i fordonet. Här utrustas enheten med gavelhjul och kan då rullas på golvet till buffert och sedan till fordon. Vid inlastningen i fordonet används åter igen en ramp. Då enheterna kan vara mycket tunga och man nu måste rulla enheten upp in i fordonet används här en vinsch. Vinschen fästs inne i fordonet och vajern i enheten för att kunna vinscha in enheten i lastutrymmet. När enheten väl är inne i bilen så uppstår samma händelseförlopp som är beskrivet ovan. Denna lösning har nackdelen att man behöver en lång ramp för att få in enheten och att få den över tröskeln som finns i vissa bilar, den innebär även många olika moment och det blir otympligt att förvara den långa rampen.

## 6 UTFALL AV KONCEPTGENERERING

Efter att olika lösningar på delproblemen kombinerats för att bilda olika koncept utvärderas dessa mot varandra för att avgöra vilka som skall presenteras för Modul-System. De bestämmer sedan vilka lösningar som skall vidareutvecklas.

### 6.1 MORFOLOGISK MATRIS

Efter idégenereringen sätts alla dellösningar in i en så kallad morfologisk matris för att kombinera de olika lösningarna till ett antal olika helhetskoncept (se tabell 6.1).

Tabell 6.1 Morfologiskmatris

Delproblem	Dellösningar			
Justera storlek på arbetsbord	1 Lösa iläggsskivor	2 Uppfällbara skivor långsidor, iläggsskiva kortsida	4 6 7 Uppfällbara skivor	3 5 Utskjutbara skivor
Fastlåsning av enheten vid montering	1 6 Svetstång	2 4 Fastlåsningshandtag	3 7 Ryggstöd galler	5 Ryggstöd stänger/profiler
Inlastning	1 2 3 Ramp med hjul på enheten	4 Verkstadskran, lyfta ovanifrån	6 Verkstadskran, lyfta i sidan på enheten	5 7 Ramp med vinsch inne i fordonet
Förvaring i buffert	1 3 4 7 Förvaring på lastpall	2 5 6 Förvaring på bord/kran		

#### Lösningsskombination 1

Bordet är mobilt och storleksjusteringen sker genom lösa iläggsskivor. För att säkra enheten under montering och eventuell förflyttning med enheten på bordet valdes svetstången i skenan på bordet. För att lasta in enheten i fordonet valdes här att ha en ramp mellan fordonet och bordet samt att utrusta enheten med avtagbara hjul med vilka man rullar enheten, via rampen, in i fordonet. Mellan färdig montering och inlastning i fordonet rullas bordet till en buffert där enheten med hjälp av hjul rullas över på en lastpall.

#### Lösningsskombination 2

Även här är bordet mobilt men här används en iläggsskiva på kortsidan men uppfällbara skivor på långsidorna för storleksjustering. För fastlåsning av enheten valdes lösningen med fastlåsningshantaget vilket sedan tidigare används av Modul-System i andra avseenden. Denna



har precis som svetstången en profil i vilken den kan skjutas. Även här används rampen mellan bord och fordon samt hjul under enheten att rulla den på in i fordonet. Förvaring i buffert sker på monteringsbordet och innebär att enheten kan stå kvar fastlåst på bordet.

### **Lösningsskombination 3**

Storleksjusteringen på bordet sker här med utskjutbara skivor som skjuts in under bordet när de inte används och bordet är mobilt. För att inte enheten skall välta stöds den här med ett ryggstöd. Detta är ett galler som gör att montören kan trycka när skruvarna dras åt utan att enheten välter. För förflyttning och inlastning sker detta via ramp mellan bord och fordon och hjul på enheten. Förvaring i buffert sker på lastpall så bordet blir fritt för montering.

### **Lösningsskombination 4**

Här har bordet uppfällbara skivor på långsidorna, är av full längd och stationärt. För att säkra enheten under montering används fastlåsningshandtaget. Här förflyttas enheten med hjälp av en verkstadskran som rullas fram till kortsidan på bordet, hakar i ett fäste i ovankant på enheten och lyfter upp den, backar sedan ut med enheten hängandes på armen och rullas till buffert. I bufferten ställs enheten på en lastpall, verkstadskranen släpper enheten och kan användas till en annan enhet. Verkstadskranen kommer senare till bufferten för att lyfta upp enheten och lyfta den på plats i fordonet för installation.

### **Lösningsskombination 5**

För att justera bordsstorleken har denna lösning likt tredje lösningen utskjutbara skivor, här är dock bordet stationärt. Som säkring sätter man i profiler/stänger på baksidan av enheten vilka stödjer enheten så att montören inte behöver hålla i enheten under monteringen. Hjul sätts på enheten efter färdigställd montering och rullas via en ramp ner på golvet och sedan fram till fordonet. Här finns ramp in i fordonet och en vinsch inne i fordonet. Vinschen fästs i enheten och vevar upp denna på rampen, in i fordonet. Enheten står på sina hjul på golvet i bufferten.

### **Lösningsskombination 6**

Bordet är stationärt, storleksjusteringen sker med uppfällbara skivor på långsidorna och bordet är av full längd från början. För att säkra enheten används svetstången som löper i profilen mitt på bordet. Enheten hämtas med en verkstadskran, denna gång genom att fästa en Y-formad fästanordning vid sidan på enheten, lyftes upp och rullas till buffert eller fordon. På plats vid fordonet rullas verkstadskranen med enheten på plats, armen sänks ner och Y:et tas loss. Här förvaras enheten på kranen i bufferten.

### **Lösningsskombination 7**

Här är bordet stationärt med uppfällbara skivor på långsidorna och längden på bordet går inte att justera. För att undvika tvåhandsgrepp vid monteringen används ett galler som ryggstöd. Efter färdigställd montering sätts hjul på enheten och den rullas ned på golvet via ramp för att sedan rullas fram till fordonet. En vinsch används sedan för att veva upp enheten i lastutrymmet.

## 6.2 PUGHMATRIS

Efter att alla lösningskombinationer tagits fram behöver de jämföras med varandra för att utröna vilka koncept som är bäst. Genom att ställa kraven och önskemålen med en faktor ett till tre i vikt fås en rättvis bild av vilka krav och önskemål som väger tyngst. Eftersom det inte finns någon befintlig produkt att jämföra med valdes en lösningskombination som referens, på så vis jämfördes förslagen inbördes. Enligt matrisen (se tabell 6.2) blev referensförslaget i de flesta fall bättre men i ett fall lika bra som denna. För att få några förslag att utgå ifrån valdes de fyra bästa koncepten enligt matrisen för att presenteras för Modul-System.

Tabell 6.2 Pughmatris

Krav/önskemål	Viktning (1-3)	Lösn. 1 (Referens)	Lösn. 2	Lösn. 3	Lösn. 4	Lösn. 5	Lösn. 6	Lösn. 7
Lyfta 300 kg	3	0	0	0	0	0	0	0
Förflytta enheterna	3	0	0	0	0	-	0	-
Innebära få olika moment	3	0	+	-	+	-	+	-
Passa fordonens instegshöjd	2	0	0	0	0	-	0	-
Möjliggöra enhandsgrepp vid monteringen	2	0	0	-	0	-	0	-
Tillverkning av Modul-System	1	0	+	0	-	-	-	-
Innebär få olika delar	1	0	+	+	+	0	+	+
Tillverkningskostnad	2	0	+	-	-	+	-	+
Minimalt antal lastbärare	2	0	-	0	0	+	-	+
Kunna sänka monteringsbordet så lågt som möjligt	2	0	-	0	-	0	-	-
Uppta så liten plats som möjligt vid förvaring i buffert	2	0	-	0	0	+	-	+
Kunna hanteras av en person	2	0	0	0	0	-	0	-
Säkerhet för montörer	2	0	0	-	-	-	-	-
Enkel/robust konstruktion	2	0	-	-	0	-	0	-
Minimera användandet av muskelkraft	1	0	+	0	+	-	+	-
Summa		0	0	-10	-2	-12	-6	-13

Enligt matrisen var koncept ett och två de bästa, detta beror på att dessa koncept är relativt lätta för Modul-System att tillverka själv vilket gör att tillverkningskostnaden blir låg. Koncept fyra och sex fick även de bra resultat och kommer att presenteras för Modul-System. Anledningen till att dessa fyra koncept är bättre än övriga är lösningen för fastlåsning under montering.

Koncepten tre, fem och sju låser inte fast enheten ordentligt utan ger bara stöd åt enheten med ett ryggstöd. Detta erbjuder inte samma möjligheter som svetstång och fastlåsningshandtag eftersom de skymmer en del av baksidan. Dessutom är utrustningen som behövs mer skrymmande. Detta leder till mindre poäng.

Koncept fem och sju hade lösningen med en ramp inne i fordonet samt en vinsch vilket leder till att många olika delar måste användas samt att många olika moment måste genomföras vilket blir ineffektivt.

Lösningförslag ett, två, fyra och sex kommer att bearbetas vidare och visualiseras för att kunna presenteras för Modul-System. Hädanefter kommer lösningförslag ett, två, fyra och sex att benämnas koncept ett, två, tre respektive fyra.

### 6.3 UTVÄRDERING MED MODUL-SYSTEM

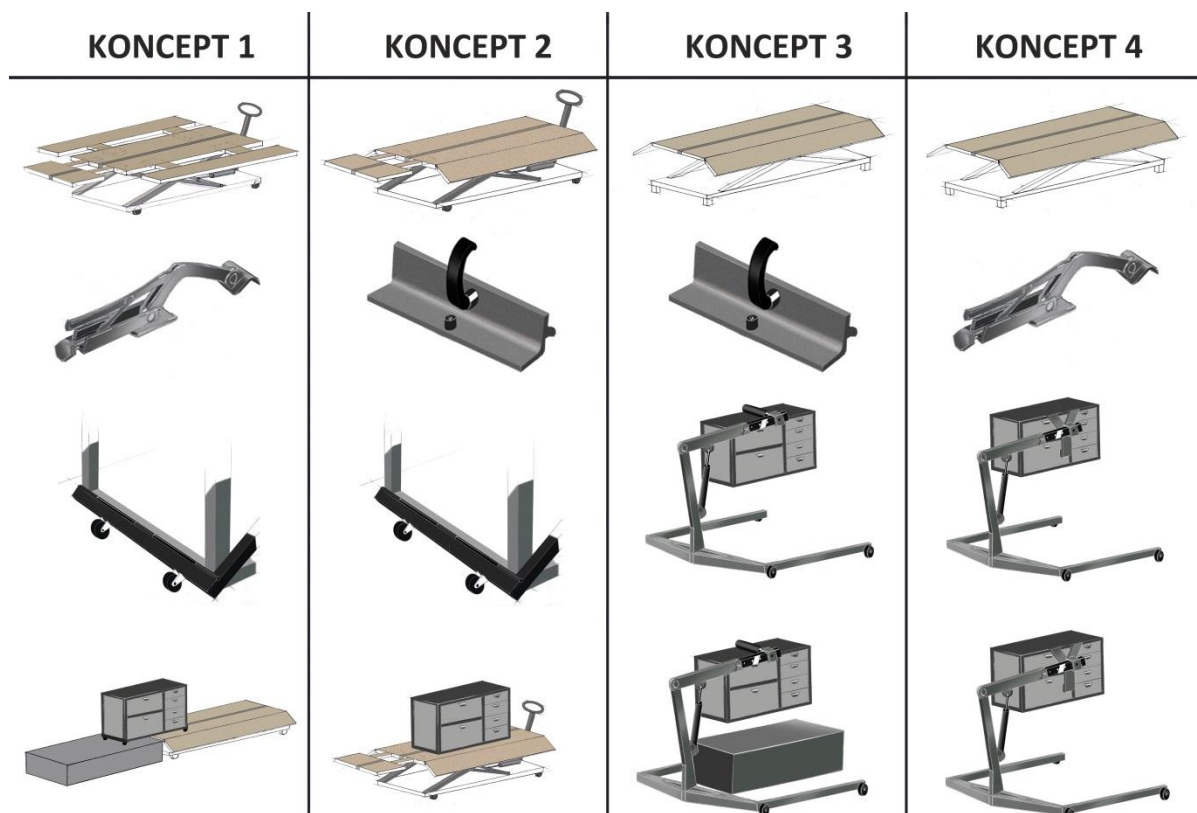
Vid utvärdering av de fyra bästa koncepten (se figur 6.1) för Modul-System var det inget specifikt koncept som valdes att gå vidare med. Istället valdes dellösningar ut från de olika kombinationerna och några dellösningar behövde vidareutvecklas. Det bord som valdes var det stationära som har uppfällbara skivor på långsidorna. Detta för att Modul-System ansåg att det är bäst att varje dellösning är optimerad för sitt syfte.

Höjdställningen på bordet ska vara ett befintligt höj- och sänkbart bord som Modul-System för närvarandet använder i fabrikerna där de tillverkar beståndsdelarna till enheterna. På så sätt undviker man även att behöva tänka på säkerhetsaspekter vad gäller klämrisker etc. då detta redan finns på höj- och sänkanordningen. Ytterligare en fördel är att lösningen blir elektrisk vilket är smidigt och tidseffektivt då justeringen sker genom en knapptryckning.

Modul-System tyckte om båda lösningarna som låste fast enheten på bordet, de ville kunna använda sig av båda alternativen då svetstången är snabbare att använda men de vill kunna använda fastlåsningshandtaget när det är brist på plats. Alltså kommer båda fastlåsningsalternativen att ingå i slutkonceptet.

Vad gäller förflyttning så ansåg Modul-System att lösningen med hjul samt ramp var det bästa alternativet just för att det är den enklaste lösningen. Dellösningarna för bufferten däremot var inget som passade Modul-System utan de ville ha en lösning som är optimerad för bufferten. De tyckte att de skulle bli alldeles för dyrt att ha bordet ståendes i buffert och de ville ha ett monteringsbord som är stationärt. Alltså kommer en ny lösning för förvaringen i bufferten att behöva genereras.

Övriga dellösningar som valts ut av Modul-System kommer att vidareutvecklas för att kunna specificeras och konstrueras mer detaljerat.



Figur 6.1 Översiktsbild konceptförslag

## 6.4 FORTSATT IDÉGENERERING PÅ BUFFERTEN

Vid genomgång av konceptförslagen med Modul-System framfördes att de önskade en annan lösning på bufferten. Istället för ett mobilt bord eller verkstadskran ville de ha en lösning som var mer specialiserad på att vara en lastbärare och den skulle kombineras med truckarna på plats. Här valdes att ta fram en specialdesignad lastpall (se figur 6.2) som är optimerad för enheternas längd och bredd och kan tillverkas av Modul-System och en truck skulle stå för höjdjusteringen.

För att kunna spara plats i bufferten ville man kunna anpassa lastpallen till de olika längderna på enheterna då dessa kan skilja sig mycket från varandra. Därför kan de framtagna lastpallarna fästas ihop två stycken så att man på så sätt kan få två olika längder på lastpallen. För att få lastpallarna att sitta ihop används excenterlås. Bredden på lastpallen är så liten som möjligt men måste passa truckens gafflar.



*Figur 6.2 Principskiss på specialdesignad lastpall*

Anledningarna till att vanliga lastpallar i trä inte används var många. Dels är de mycket bredare än enheterna vilket inte är optimalt då de ska ta upp så liten plats som möjligt i bufferten. Det behövs även en plan slät yta för att kunna rulla enheterna på ett enkelt sätt. Ytterligare en anledning var att det inte finns något som omfamnar truckens gafflar och hindrar att lastpallen tippar när enheten rullas av och tyngdpunkten hamnar utanför gafflarnas stöd i upplyft läge.

## 7 MILJÖASPEKTER

Under framtagningen av konceptet har lösningar som kan tillverkas av Modul-System föredragits. Många av delarna kan Modul-System tillverka själva, dock behöver de köpa in lyftbord samt truck från utomstående leverantör.

Enligt en hållbarhetsanalys av en gaffelvagn (se figur 7.1) sker den största miljöpåverkan i början av gaffelvagnens livscykel, alltså under tillverknings- och distributionsfasen (se bilaga 7). Detta beror mestadels på att tillverkningen av gaffelvagnen sker i Kina där de sociala samt ekonomiska aspekterna inte är lika goda som de är i Sverige. Produkten består i övrigt mest av stål vilket är effektivt att återvinna och är inte någon bristvara och på så sett ur miljösynpunkt relativt bra.



*Figur 7.1 Gaffelvagn (Gigant. (2012))*

Lyftbordet kommer köpas in från företaget HYMO vilka tillverkar höj- och sänkbara bord med produktion i Sverige.

De truckar som behövs i konceptet kommer att köpas in från utomstående leverantörer. Dessa leverantörer kan mycket väl ha tillverkning av sina produkter i Kina. Ur aspekten hållbar utveckling är det bättre om tillverkningen sker i Sverige både ur miljösynpunkt samt sociala faktorer. Detta ligger dock utanför projektets möjlighet att påverka.

## 8 DET SLUTGILTIGA KONCEPTET

Efter val av koncept utvecklades delarna vidare för att bilda det slutgiltiga konceptet. Detta består av ett stationärt monteringsbord med uppfällbara skivor på långsidorna samt en skena i mitten av bordet i vilken man kan fästa fastlåsningsanordningar som låser fast enheten under monteringen. Förflyttningen från monteringsstationen sker genom att sätta hjul på enhetens gavlar samt på lastvagnen, inlastningen sker med hjälp av en truck samt en ramp mellan lastvagnen och fordonet.

## 8.1 MONTERINGSBORDET BORDET

Det slutgiltiga konceptet består av ett stationärt monteringsbord, här används ett höj- och sänkbart bord som köps in utifrån (se figur 8.1). Detta bord har modellbetäckning BX10-11/6 och kommer från HYMO. Dimensionerna på bordet är 600 mm brett samt 1700 mm långt, det går att sänka till 240 mm över golvnivå och kan sedan höjas till 1100 mm, det har även en lyftkapacitet på 1000 kg (HYMO n.d.). Enligt Linda Karlsson, säljare på HYMO, ska detta bord skruvas fast i golvet och det går även att utrusta det med tippskydd på över samt underdelen.



Figur 8.1 HYMO lyftbord BX10-11/6 (HYMO (n.d.))

En skiva som sitter på en stålram placeras sedan uppe på detta bord och svetsas fast. Denna skiva är totalt 1200 mm bred och 2800 mm långt, långsidorna består dock av nedfällbara skivor (se figur 8.2). Dessa skivor är 300 mm breda så bordets bredd går att justera från 1200 mm till 600 mm.



Figur 8.2 Monteringsbord med nedfällbara skivor med skivor i lätt nedfällt läge

Denna justering görs med hjälp av gångjärn vilka låses med hjälp av en klack när skivan är vertikal. För att skivan skall stanna i uppfällt läge vinklas gångjärnen lite över 180 grader och stannar där med hjälp av klacken (se figur 8.3).



*Figur 8.3 Gångjärn vinklat lite över 180 grader och låser med en klack*

För att sedan fälla ner skivorna behöver gångjärnet vikas tillbaka och detta kan montören göra med ett handtag i vilket det sitter en vajer som är kopplad till gångjärnen (se figur 8.4). När man drar i vajern åker gångjärnen in. Det finns även en profil längs centrum på bordet i vilken fastlåsningens anordningarna skall löpa (se figur 8.5). De nedfällbara skivorna gör att bordet får en lägsta nivå 300 mm över golvnivå.



*Figur 8.4 Den vikbara skivan i uppfällt läge med handtag kopplat med vajer till gångjärn*



*Figur 8.5 Profil längs centrum av bordet*

De skruvar och muttrar som behövs under monteringen förvaras i skåp på hjul som kan förvaras i anslutning till monteringsbordet (se figur 8.6). Dessa skåp produceras redan idag av Modul-System.



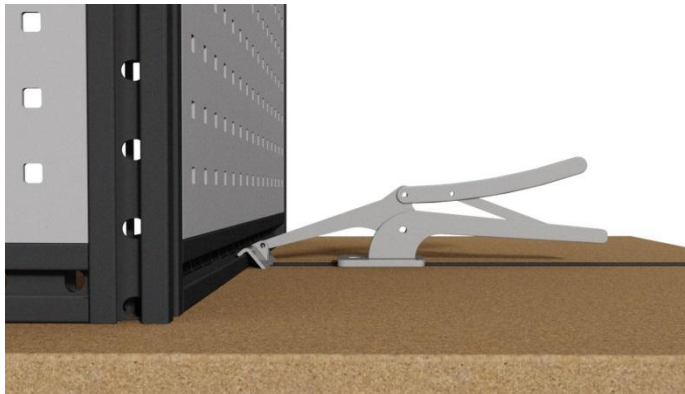
*Figur 8.6 Skåp för fästelement (Modul-System (n.d.))*



## 8.2 FASTLÅSNING AV ENHETERNA PÅ MONTERINGSBORDET

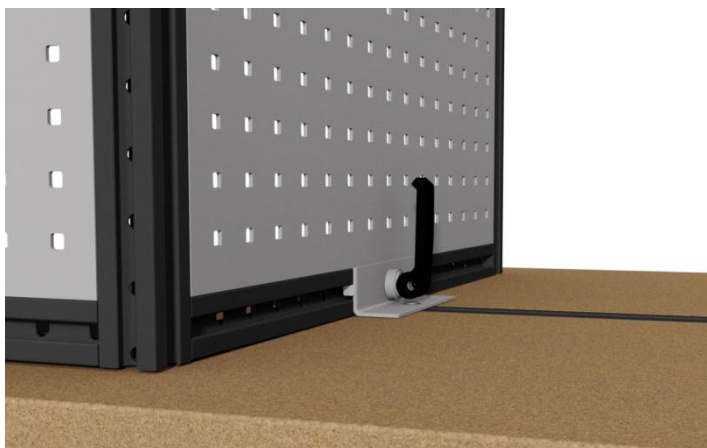
Längs med centrum på bordet löper det en skena. I denna kan man sätta antingen svetstången eller fastlåsningshandtaget för att kunna låsa fast enheterna under monteringen.

Svetstången köps in från utomstående leverantör, den behöver dock utrustas med ett specialutformat munstycke (se figur 8.7) som passar i enhetens profiler samt fäste till skenan i bordet. Svetstången används när utrymmet på sidorna av enheten tillåter då denna lösning går snabbare att använda.



*Figur 8.7 Svetsstång som låser fast enhet vid montering och löper i skenan på monteringsbordet*

Är det brist på plats vid kortsidorna på bordet så används fastlåsningshandtaget (se figur 8.8) som inte tar lika stor plats och använder sig av en fastlåsning som är anpassad efter profilerna. Fastlåsningshandtag tar dock lite längre tid att använda men har fördelen att den kan användas även när enheten är nästan lika lång som monteringsbordet.



*Figur 8.8 Fastlåsningshandtaget som låser fast enheten vid monteringsbordet under montering*

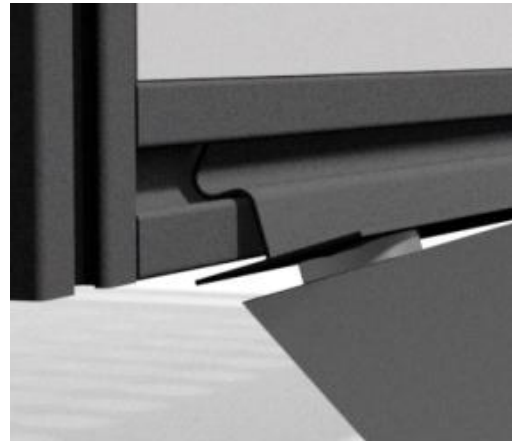
Skenan i bordet är öppen på båda kortsidorna så att det går att skjuta in fastlåsningsanordningarna från var sin sida, på så sätt är det även smidigt att byta mellan de olika alternativen. Enheten kan på så vis låsas fast på båda gavlarna under monteringsgången.

### 8.3 FÖRFLYTTNING AV ENHETEN

För att kunna flytta enheten utvecklades en skena med hjul, denna är utrustad med en spak som fungerar som en hävstång för att kunna skjuta in hjulen under enheten (se figur 8.9). För att få skenan att passa i profilen beskrevs tidigare i rapporten en hake med gångjärn men här väljs en enklare lösning. Denna består av en bockad plåt som passar i profilen vilken är lättare att tillverka (se figur 8.10).



*Figur 8.9 Skena med hjul som sätts på gaveln av enheten.*



*Figur 8.10 Bockad plåt som passar i profilen.*

Denna skena hakas i gavelprofilerna på enheten och sen används spaken för att vrida och tvinga in hjulen under enheten (se figur 8.11). När enheten väl står på hjul finns det en sprint som låser hävstången i upprätt läge (se figur 8.12).



*Figur 8.11 Hjulen svingas in under gaveln på enheten så den står på hjul*



*Figur 8.12 Sprint som låser hävstången i upprätt läge*

Dessa hjul fästs i båda gavlarna på enheten så att den står helt på hjul och går att förflytta på ett smidigt sätt. Det finns tre olika modeller på dessa skenor, vilka är anpassade efter de tre olika bredderna på gavlarna 486, 326 samt 216 mm. Hjulen går även att låsa så att enheten inte rör sig under förflyttningen på vagnen, dessa hjul finns i Modul-Systems utbud idag. De har en diameter på 50 mm och höjden inklusive fästordningen är 70 mm (Swede-Wheel, n.d.).

Till varje gavelbredd finns två skenor med hjul då dessa måste vara spegelvända, detta för att handtaget alltid skall kunna vara på rätt sida om enheten vid införseln i fordonet. Dessa skenor går att förvaras i samma skåp på hjul som muttrarna och skruvarna som används vid hopmonteringen förvaras i.

#### 8.4 BUFFERT SAMT INLASTNING I FORDON

Förflyttningen sker med hjälp av lastvagnens hjul (se figur 8.13) och höjjusteringen sker med hjälp av en truck. Lastvagnen är 1350 mm lång och det går att sätta ihop två stycken så att de tillsammans blir 2700 mm lång. På så sätt går de att kombinera så att de passar de flesta enheternas längder, de allra längsta kommer dock inte passa. Detta är acceptabelt då de inte är så vanliga och det ansågs viktigare att spara plats i buffert för de vanligare längderna på enheter.



*Figur 8.13 Specialdesignad lastvagn*

Lastvagnen är utformad så att den ser likadan ut i båda ändar för att man inte ska behöva tänka på att lastvagnen ska vara vänd åt rätt håll vid sammankoppling. För att få lastvagnarna att sitta ihop sätts excenterlås (se figur 8.14) fast på kortsidorna.



*Figur 8.14 Lastvagnen sätts ihop på rad med excenterlås*

Det sitter endast två excenterlås på lastvagnen diagonalt placerade i förhållande till varandra vilket gör att man kan vända lastvagnen på valfritt håll och de kommer alltid i rätt position (se figur 8.15).



*Figur 8.15 Excenterlåsen liksom fästena sitter diagonalt placerade mot varandra vilket gör att lastvagnen inte går att ställa åt fel håll vid hopsättning.*

Lastvagnen måste ha en innerbredd på 600 mm för att passa alla typer av truckar, detta är innermättet på en standardiserad Europapall. Detta medför att den totala bredden på lastvagnen blir 660 mm. Ovandelen på lastvagnen består av en plåt som är 550 mm bred och har 25 mm höga kanter på långsidorna (se figur 8.16). Kanterna finns för att man inte ska råka köra av enheten från lastvagnen åt sidorna. Lastvagnen är utrustad med fyra stycken låsningsbara hjul som har en diameter på 100 mm för att kunna förflytta den smidigt. Lastvagnen har gjorts 300 mm hög för att man inte ska behöva använda sig av någon truck för att rulla över enheten från monteringsbordet, då detta går att sänka till 300 mm.



*Figur 8.16 Lastvagn med hål för gafflarna på en truck, med en plåt ovan, plåtar för gafflarna under. Lastvagnen är utrustad med hjul och är 300 mm hög så den passar med monteringsbordet samt en horisontell profil som motverkar att lastvagnen välter när enheten körs av lastvagnen.*

Under plåten som enheten står på finns två stycken plåtar som går längs med långsidorna, detta för att truckens gafflar ska kunna få stöd även när gaffeln inte når hela vägen genom vagnen. Dessa plåtar är 227,5 mm breda för att passa bredden på truckens gafflar. Lastvagnen har även ett tippskydd i form av en horisontel profil (se figur 8.16) på båda kortsidorna för att det inte ska finnas någon risk att lastvagnen tippas från gafflarna när man kör in enheten i fordonet.

Rampen som används för att skjuta in enheten i fordonet har två hakar på en kortsida som går att fästa i lastvagnen (se figur 8.17). Denna ramp behöver bara användas när enheten skall skjutas in i fordonet så den förvaras vid fordonsstationerna.



*Figur 8.17 Ramp som sätts på lastvagnen vid inlastning*

När enheten är färdigmonterad på monteringsbordet så använder man antingen en lastvagn eller så kombinerar man ihop två stycken så att längden stämmer bra överens med längden på enheten. När detta är gjort rullar man fram lastvagnen till monteringsbordet som man sänker ned i bottenläget och hjulen på lastvagnen låses. Här har man utrustat enheten med hjul på båda gavlarna och enheten kan nu rullas över från bordet till lastvagnen (se figur 8.18). Lastvagnen med enheten på kan därefter rullas till buffert eller direkt till fordonet. När lastvagnen är framrullad till fordonet kör man fram trucken för att kunna höja upp enheten i samma höjd som fordonets instegshöjd. Rampen placeras mellan lastvagnen och fordonet och montören rullar in enheten i lastutrymmet.



*Figur 8.18 Enheten har utrustats med hjul på gavlarna och lastvagnen har rullats fram till monteringsbordet. Enheten rullas sedan över till lastvagnen för att rullas till buffert och sedan till fordon för inlastning*

## **9 DISKUSSION**

Under projektets gång uppkom svårigheter som inte förutsågs samt data som i början ansågs vara relevant visade sig i slutändan inte vara lika viktig. Omfattningen av projektet gjorde att inga prototyper kunde tas fram och utvärdering på det slutgiltiga konceptet kunde inte genomföras.

### **9.1 SVÅRIGHETER**

Svårigheter som uppstått i detta projekt har varit flera och av olika natur. Statistik över de vanligaste måtten på enheterna har inte funnits och projektets längd har inte varit tillräckligt för att ta reda på detta. Istället har intervjuer skett där de på Modul-System som har en bra uppfattning om produktionen fått uttala sig.

Eftersom konceptet skall passa i alla serviceverkstäder världen över där arbetet i viss mån ser olika ut har detta också varit en svårighet. Serviceverkstaden som varit tillgänglig har en relativt liten produktion och är inte på alla sätt representativ för samtliga. Observationerna gjorda på monteringsprocessen har varit från olika delar av Europa men inlastningen har observerats på plats i Mölndal. De olika verkstäderna har olika mängd utrustning och även detta har varit en utmaning men det framtagna konceptet bygger på att det mer eller mindre standardiseras.

### **9.2 DATAINSAMLING**

Tidigt i projektet genomfördes en omfattande informationsinsamling av olika mått på fordon som då ansågs viktiga för fortsatt arbete. Många av dessa visade sig sedan inte behövas för det framtagna konceptet men har i idégenereringsprocessen utgjort ett viktigt ramverk för det framtagna konceptet.

Vid den inledande datainsamlingen påpekades att enheten kunde ha ungefär samma höjd som dörröppningen till lastutrymmet. Detta innebar att det finns lite utrymme i höjddled mellan enhet och dörröppning. Med denna förutsättning togs lösningen fram med verkstadskranen som lyfte från sidan. Denna lösning har många fördelar, bland annat just att den inte bygger något på höjden men också att enheten kunde ställas direkt på sin plats inne i lastutrymmet och att proceduren innehöll färre moment. Modul-System valde dock att vidareutveckla gavelhjulen eftersom detta var en enklare konstruktion. Eftersom denna lösning faktiskt bygger på höjden ses den inledande informationen om den lilla höjdmarginalen som underordnad en enkel konstruktion.

Vid informationsinsamlingen framkom att vissa fordon har upphöjningar i golvet vilket kan försvåra positioneringen av enheten inne i fordonet då enheten är på hjul. Detta borde dock inte vara något större problem på grund av att diametern på hjulen är relativt större än upphöjningarna i golvet.

### **9.3 INKÖP FRÅN UTOMSTÅENDE LEVERANTÖRER**

Det slutgiltiga konceptet består av många olika delar där de mest avancerade komponenterna, som lyftbordet och truckarna, köps in från leverantörer eftersom det är lösningar som inte behöver anpassas speciellt till Modul-Systems produktion. Övriga komponenter till konceptet har en enkel konstruktion och kan till största del tillverkas av Modul-System själva. Det enda man ytterligare behöver köpa in är svetstången som man sedan får utrusta med ett specialtillverkat munstycke för att passa profilerna. Här kan en tillverkare av svetstänger också tillverka munstycket till tängerna om volymerna blir tillräckligt stora.

Lyftbordet som används i konceptet är 1700 mm långt och 600 mm djupt, måtten passar inte optimalt med konceptet eftersom bodsskivan är 2800 mm lång. HYMO kan tillverka storlekar som är måttanpassade men dessa ingår inte i ordinarie sortiment och är därför förknippade med en större kostnad. Om Modul-System väljer att implementera konceptet i alla serviceverkstäder kan ett måttbeställt bord med stor säkerhet i slutändan resultera i ungefär samma kostnad som om man använder ett i ordinarie sortiment. Detta hade varit att föredra då man slipper det överhäng som blir i nuvarande koncept om lyftbordet är 2800 mm långt från början.

### **9.4 UTVÄRDERING AV KONCEPT**

Lastvagnen som är framtagen kan tyckas vara något skrymmande när den inte används. Det hade blivit enklare att förvara om de hade gått att stapla på varandra vilket var något som diskuterades vid framtagningen. Stapelbarheten blev dock utkonkurrerad av en enkel och stabil konstruktion. Dessutom blir lastvagnen så tung att den hade varit svårt att ställa ovanpå varandra utan att använda en truck. Den skulle teoretiskt gå att förvara ståendes på högkant om den är i vägen men det är något som inte utvärderats tillräckligt.

För att göra en ordentlig utvärdering av funktion och effektivitet hos konceptet skulle fysiska prototyper behöva tas fram. På detta sätt skulle man kunna göra en ordentlig utvärdering av hur lång tid processen tar med konceptet kontra i dagsläget. På grund av projektets omfattning har det dock inte funnits någon tid att genomföra detta. Om projektet hade riktat in sig på endast ett av delproblemen, alltså bara utvecklat en av dellösningarna, skulle det dock varit rimligt att tillverka en prototyp samt att genomföra en ordentlig utvärdering.

För att kunna verifiera att konceptet är tidsmässigt effektivare än i dagsläget hade en omfattande utvärdering behövts. Det man kan konstatera med konceptet är att en montör, teoretiskt sett, kan genomföra montering, förflyttning och inlastningen av enheten ensam utan belastande arbetsställningar. Eftersom att en montör kan utföra uppgifterna ensam medför det att övriga montörer inte behöver störas i sina respektive arbetsuppgifter för att hjälpa sin kollega.

## **10 SLUTSATS**

De hjälpmedel som projektet menar att Modul-System behöver i serviceverkstäderna är ett flexibelt monteringsbord som har höjdjustering, justering av bordsbredden samt erbjuder fastlåsning av enheter. Anpassade lastvagnar behövs för att kunna förflytta och förvara enheterna i buffert. För att kunna göra denna förflyttning finns hjul på lastvagnen samt enheten går att utrusta med hjul för att förflytta från bord till lastvagn och sedan in i fordonet. Höjdjusteringen av lastvagnen görs med hjälp av en truck. Mellan lastvagn och fordon används även en ramp för att överbrygga eventuell dragkrok och tröskel.

Dessa hjälpmedel medför att en montör kan utföra arbetet själv samt att denne inte behöver göra några tunga lyft. Alltså effektiviseras produktionen samt belastande arbetsmoment för montören elimineras.



## REFERENSLISTA

### Litteratur:

Johannesson, H. Persson, J-G. och Pettersson, D. (2004) *Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design*. Stockholm: Liber AB

Osvalder, A-L. Rose, L. och Karlsson, S. (2010) *Arbete och teknik på människans villkor*. Stockholm: Prevent

### Internet:

European Automobile Manufacturers' Association (2012) .Year 2012 by manufacturer and by vehicle category (Western Europe). *ACEA New Vehicle Registrations – By Manufacture*. [http://www.acea.be/news/news\\_detail/new\\_vehicle\\_registrations\\_by\\_manufacturer/](http://www.acea.be/news/news_detail/new_vehicle_registrations_by_manufacturer/). (2013-05-08)

Ford. (n.d.). Produktkatalog. *Ford, ladda ner broschyr*. <http://www.ford.se/SBE/LaddaNerBroschyr/p=1204998632610>. (2013-05-08)

Gigant Gaffelvagn. (2012) Gaffellyftvagn, Installations och bruksanvisning. *Catalog Toolstore*. [http://catalog.se.toolstore.com/Content/Data/v16/tekniskinfo\\_pdf/se/15642SE.pdf](http://catalog.se.toolstore.com/Content/Data/v16/tekniskinfo_pdf/se/15642SE.pdf). (2013-03-01)

HYMO (n.d.) Produktkatalog. *Maxima Lift table BX & BXT*. [http://www.hymo.com/MediaBinaryLoader.axd?MediaArchive\\_FileID=8f91c56e-34a5-460f-93bd-2016519b495e](http://www.hymo.com/MediaBinaryLoader.axd?MediaArchive_FileID=8f91c56e-34a5-460f-93bd-2016519b495e). (2013-04-23)

Fiat Doblo. (n.d.) Nya Doblo Cargo. *Fiat professional*. [http://www.fiatprofessional.se/doblo\\_cargo.php](http://www.fiatprofessional.se/doblo_cargo.php). (2013-05-08)

Fiat Ducato. (n.d.) Nya Ducato Skåpbil. *Fiat professional*. <http://docs.fiatprofessional.se/Broschyrrer/Ducato/>. (2013-05-08)

Fiat Fiorino. (n.d.) Fiorino. *Fiat professional*. <http://docs.fiatprofessional.se/Broschyrrer/Fiorino/>. (2013-05-08)

Fiat Scudo. (n.d.) Scudo. *Fiat professional*. <http://docs.fiatprofessional.se/Broschyrrer/Scudo/>. (2013-05-08)

Merceders Sprinter. (n.d.) The Sprinter panel van at a glance. *Mercedes-benz*. [http://www2.mercedes-benz.se/content/media\\_library/hq/hq\\_mpc\\_reference\\_site/van\\_ng/new\\_vans/models/sprinter\\_906/panel\\_van/sprinter\\_906\\_panelvan\\_dimensions\\_07-2011\\_com.object-Single-MEDIA.tmp/Sprinter\\_KAWA\\_Masse\\_Gewicht\\_en\\_08-2011.pdf](http://www2.mercedes-benz.se/content/media_library/hq/hq_mpc_reference_site/van_ng/new_vans/models/sprinter_906/panel_van/sprinter_906_panelvan_dimensions_07-2011_com.object-Single-MEDIA.tmp/Sprinter_KAWA_Masse_Gewicht_en_08-2011.pdf). (2013-05-08)

Mercedes Vito. (n.d.) Vito panelvan and Mixto at a glance. *Mercedes-benz*. [http://www2.mercedes-benz.se/content/media\\_library/hq/hq\\_mpc\\_reference\\_site/van\\_ng/new\\_vans/models/vito\\_639/mixto/vito\\_639\\_mixto\\_dimensions\\_07-2011\\_com.object-Single-MEDIA.tmp/Vito\\_Mixto\\_Masse\\_Gewicht\\_en\\_08-2011.pdf](http://www2.mercedes-benz.se/content/media_library/hq/hq_mpc_reference_site/van_ng/new_vans/models/vito_639/mixto/vito_639_mixto_dimensions_07-2011_com.object-Single-MEDIA.tmp/Vito_Mixto_Masse_Gewicht_en_08-2011.pdf). (2013-05-08)

Modul-System (n.d.) Produktkatalog. *Ladda ned broschyrer*. <http://viewer.zmags.com/publication/043b20e3#/043b20e3/1>. (2013-04-17)

Peugeot Bipper (n.d.) Teknisk Fakta Peugeot Bipper , *Peugeot Business*.  
<http://business.peugeot.se/media/deliacms/media/65/6592-d5a8f8.pdf>. (2013-05-08)

Peugeot Boxer. (n.d.). Teknisk Fakta Peugeot Boxer Skåp, *Peugeot Business*.  
<http://business.peugeot.se/media/deliacms/media/65/6594-bc43e0.pdf>. (2013-05-08)

Peugeot Expert (n.d.) Teknisk Fakta Peugeot Expert Skåp, *Peugeot Business*.  
<http://business.peugeot.se/media/deliacms/media/65/6595-6f6b31.pdf>. (2013-05-08)

Peugeot Partner (n.d.) Teknisk Fakta Peugeot Partner Skåp, *Peugeot Business*.  
<http://business.peugeot.se/media/deliacms/media/65/6598-1123ce.pdf>. (2013-05-08)

Renault Traffic. (n.d.) *Renault Traffic drive the change*.[http://www.renault.se/e-brochure/X83VU/index.html?=.](http://www.renault.se/e-brochure/X83VU/index.html?=) (2013-05-08)

The de Bono Group. (n.d.) Six thinking hats. *Debonogroup*.  
[http://www.debonogroup.com/six\\_thinking\\_hats.php](http://www.debonogroup.com/six_thinking_hats.php). (2013-03-06)

Volkswagen, (n.d.). Produktkatalog, *Volkswagen transportbilar*.  
[http://www.volkswagen-transportbilar.se/sv/kopa\\_kora/broschyrrer.htx](http://www.volkswagen-transportbilar.se/sv/kopa_kora/broschyrrer.htx). (2013-05-08)

Swede-wheel, (n.d.). Produkter, *Länkhjul med centrumhål och hjulbroms*.  
<http://www.swede-wheel.se/produkter/hjul-och-lankhjul/lankhjul/50-75-mm-twin-wheel-with-tyre/4105006401gs>. (2013-05-13)

Swede-wheel, (n.d.). Produkter, *Länkhjul med centrumhål och totalbroms*.  
<http://www.swede-wheel.se/produkter/hjul-och-lankhjul/lankhjul/75-100-mm-with-tyre/4107005311gs>. (2013-05-13)

#### **Bilder:**

Gigant Gaffelvagn. (2012) Gaffellyftvagn, Installations och bruksanvisning. *Catalog Toolstore*.  
[http://catalog.se.toolstore.com/Content/Data/v16/tekniskinfo\\_pdf/se/15642SE.pdf](http://catalog.se.toolstore.com/Content/Data/v16/tekniskinfo_pdf/se/15642SE.pdf). (2013-03-01)

HYMO (n.d.) Produktkatalog. *Maxima Lift table BX & BXT*.  
<http://www.hymo.com/MediaBinaryLoader.axd?MediaArchive FileID=8f91c56e-34a5-460f-93bd-2016519b495e>. (2013-04-23)

Modul-System (n.d.) Produktkatalog. *Ladda ned broschyrer*.  
<http://viewer.zmags.com/publication/043b20e3#/043b20e3/1>. (2013-04-17)

## **BILAGA 1**

### INTERVJU

#### **Frågeställningar**

##### Enheterna

- Mått
- Största
- Minsta
- Vikt

##### Fordon

- Instegshöjd
- Dörröppning, mått
- Dörröppning, vinkel

Hur fungerar bufferten?

#### **Svar på intervjufrågeställningarna**

Intervjun genomfördes med Anders Carlsson, Teknisk Chef Modul-System Gruppen, samt Christer Wallin, Platschef Modul-System Service Center Mölndal.

##### Enheterna:

- Mått:  
Längden: max ca 3 m  
Höjden: max totalt ca 2 m, maximalhöjd per enhet 1,8 m
- Vikt: upp till 200 kg
- Det finns ibland bara ca 5 cm över på höjden när enheten förs in i fordonet
- Enheterna läggs ned på monteringsbordet vid monteringen
- Bufferten är idag inte i organiserad på något speciellt sätt
- Enheterna förvaras stående i bufferten
- Det finns befintliga profiler som vi kan använda oss av, kan även få cad-modell av dessa
- Man måste utgå ifrån gavelramarna om något ska fästas i enheterna
- Det finns fastlåsningsdon till enheterna, dessa fästs i profilen

Fordon: De vanligaste bilmodellerna är VW Caddy och Transporter

- Dörröppning, vinkel: Alla bagagedörrar går att öppna 180 grader

Montering och monteringsbord:

- Mått: 2,8 m långa och 1,2 breda ca 0,9 m höga
- Montering sker mycket med tvåhandsgrepp, det skulle vara bra att undvika
- Monteringsborden borde vara höj- och sänkbara
- Idagslägget använder de sig av en platta med fyra hjul, plattan är 25 x 47 cm

För att få information om specifika mått på enheter och fordon hänvisades det till Modul-Systems produktkatalog samt biltillverkares informationsblad.

Bufferten är inget som är organiserat i dagsläget men det är något som de vill satsa på i framtiden.

# **BORTTAGEN AV SEKRETESSKÄL**

(Sida 3b-11b)

**SAMMANFATTNING AV MONTERING 1**

**SAMMANFATTNING AV MONTERING 2**

**SAMMANFATTNING AV MONTERING 3**

**SAMMANFATTNING AV INLASTNING**

## BILAGA 3

### FRÅGEMETODEN

### Montering

Vad är problemet?	Varför är det ett problem?	Varför existerar problemet?	När finns problemet?	Varför finns det just då?	Hur vanligt är problemet?	Varför av denna omfattning?
Montören jobbar högt med armarna, i huvudhöjd.	Det är dåligt ur ergonomisk synpunkt.	Enheterna blir höga och arbetsbänkarna är 90cm höga.	När höga enheter monteras.	För att de måste skruva högt upp på enheterna och att arbetsbordet inte går att sänka.	Nästan alla enheter.	Enheterna och arbetsborden är höga.
Montören måste använda tvåhandsgrepp för att enheten inte ska välta eller flytta på sig.	Montören kan bara använda verktyget med en hand då han måste hålla i enheten med den andra handen.	Det krävs ett visst tryck på skruvar och liknande när de dras åt. Om skruven sitter högt kan detta välta enheten och om bänken är hal glider enheten iväg.	När skruven sitter högt och det är hög friktion mellan enhet och bänk eller om underlaget är glatt.	Det är när skruven dras åt man utsätter enheten för en sidokraft.	Nästan alla enheter.	Alla enheter hålls ihop av skruvar.
Montören måste luta sig över bordet för att nå.	Det är dåligt ur ergonomisk synpunkt.	Borden är bredare än enheterna.	När man behöver komma åt från båda sidor och enheten är för tung för att flytta ofta.	Man måste komma åt baksidan.	Ungefär 2/3 av fallen.	När det är tunga och höga enheter vilket inte är ovanligt.
Montören tar hjälp att lyfta ned enheten på golvet.	Ineffektivt att montören behöver hjälp och dåligt ur ergonomisk synpunkt.	Enheterna är tunga och otympliga.	När montören inte når längre eller om montaget är färdigt.	För att montören måste komma åt eller det är dags för installation i arbetsfordon eller för förvaring.	Varje gång.	Det är något som krävs för varje enhet och det finns inget hjälpmedel i dagsläget.

### Förflyttning och förvaring

Vad är problemet?	Varför är det ett problem?	Varför existerar problemet?	När finns problemet?	Varför finns det just då?	Hur vanligt är problemet?
Förvaring av enheter mellan montering och installation.	För att det i dagsläget inte finns något system för detta och att de vill kunna montera enheterna i förväg för att kunna korta ned tiden som fordonen måste vara i verkstaden.	Materialhanteringen har inte utvecklats i samma takt som företaget. Det finns inte utrustning som är anpassad och ingen avsatt plats.	När de vill montera ihop fler enheter i förväg.	För att man vill ha korta ledtider, kundens bil ska vara i verkstaden så kort tid som möjligt.	Varierar beroende på serviceverkstädernas storlek.
Förflyttning av enheterna mellan montering och installation.	I dagasläget lyfts enheterna utan eller med hjälp av oanpassad utrustning vilket är dåligt för montörerna ur ergonomisk synpunkt.	Det finns inget anpassat hjälpmedel för förflyttning av enheterna.	När enheter är färdigmonterade och behöver förflyttas och förvaras.	Det är i vägen för när nästkommande enhet skall monteras.	Varje gång.

**Inlastning**

Vad är problemet?	Varför är det ett problem?	Varför existerar problemet?	När finns problemet?	Varför finns det just då?	Hur vanligt är problemet?
Att få upp enheterna i rätt höjd.	Det krävs flera personer och är belastande för montörerna.	Det finns inga bra hjälpmedel för denna lyftning. Enheterna är tunga och skrymmande.	Vid inlastning av enheterna.	För att de måste upp i rätt höjd för att kunna komma in i bilen.	Varje gång.
Att få in enheterna i fordonet.	Det krävs flera personer och är belastande för montörerna.	Det är dåligt med utrymme, de är tunga, svåra att förflytta och flera montörer måste hjälpas åt.	Vid inlastning av enheterna.	För att de måste komma in i fordonet för att kunna installeras.	Varje gång.
Att positionera enheterna inne i fordonet.	För att det är svårt att få enheterna på plats.	För att det är dåligt med utrymme och enheterna är tunga. Man måste först skjuta enheten rakt in och sedan in mot väggen för att komma förbi hjulhuset.	Vid inlastning av enheterna.	För att enheterna måste komma på plats.	Varje gång.

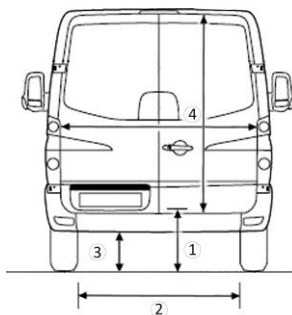
**BILAGA 4**  
DATAINSAMLING FORDON**Västeuropa**

Ford	78 475	
Merceders	61 499	
Renault	119 944	
Volkswagen	96 074	
Fiat	71 183	
Citroen	74 565	
Peugeot	76 328	
<b>Totalt</b>	<b>587 058</b>	<b>Totalt 2012 såldes 713 556 =&gt; 81 %</b>



Fordon	1. Instiegshöjd [mm]	2. Bredd mellan hjulhus [mm]	3. Markfrigång [mm]	4. Baklucka bredd/höjd [mm]
VW Caddy	572-642	1120	89-156	1185/1134
VW Transporter	566-572	1244	165	1486/1295-1692
VW Crafter	670-725	1350	176	1565/1840
Ford Connect	496-601	1226	166	iu
Ford Transit	535-732	1390	iu	iu
Merceders Sprinter	637-760	iu	iu	1565/1540
Merceders Vito	560-566	iu	iu	1396/1264
Renault Traffic H1	527/540	iu	iu	1390/1335
Renault Traffic H2	525	iu	iu	1390/1818
Fiat Scudo	491	1046	iu	1237/1630
Fiat Fiorino	527	iu	iu	1056/1040
Fiat DobloCargo	545	1230	iu	1231/1250
Fiat Ducato	535	1422	iu	1562/1520
Peugeot Bipper	527	iu	iu	1046/1205
Peugeot Expert	450-604	iu	iu	1237/1272
Peugeot Partner	584-609	1250	iu	1620/1200
Peugeot Boxer	535-565	1422	iu	1560/2030
<b>Resultat</b>	<b>450-760</b>	<b>1046</b>	<b>89</b>	<b>1056/1040</b>

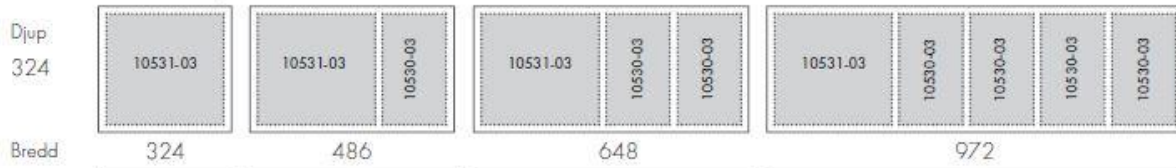
iu= Ingen uppgift



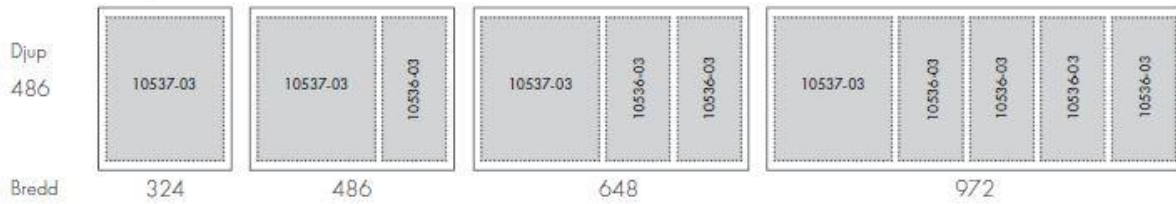
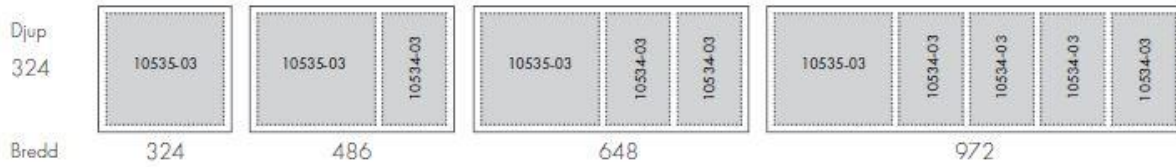
## BILAGA 5

### DATAINSAMLING ENHETER

Hurtslåda höjd: 108 mm



Hurtslåda höjd: 162 mm och 216 mm



**BILAGA 6**  
SEX TÄNKARHATTAR

**Ta bort tvåhandsgrepp**

Vit

- Enheten flyttar på sig/den är instabil
- Anledningen till problemet är att man måste trycka med en viss kraft
- Det är ineffektivt och leder till obekväma arbetsställningar
- Underlaget är för glatt
- Skruven sitter högt upp och enheten är relativt smal
- Man måste kanske hålla skruven på rätt ställe

Gul

- Gör arbetet effektivare
- Bygga bort belastande arbetsställningar

Grön

- Låsa fast med befintlig lösning
- Matta med hög friktion
- Ryggstöd som enheten kan luta emot
- Snöre från taket.
- Bredare bas på enheten
- Skruva fast den i bordet
- Göra den mycket tyngre så den inte välter/glider
- Spännrem till bordet
- Limma fast den
- Skruvstäd och klämma fast den
- Luta hela bordet så enheten ligger i ett L
- Ha enheten liggandes
- Tejpa fast enheten i bordet
- Spår i bordet som enheten passar i
- Galler som ryggstöd så man kommer åt från båda håll
- "Pinnar" som ryggstöd så man kommer åt från båda håll

Svart

- Svår uppgift att lösa eftersom enheterna ser mycket olika ut.
- Man måste komma åt från båda sidor
- Enheterna kan vara höga i förhållande till sitt djup
- Måste vara väldigt stabil om man måste trycka hårt t.ex. om man skall borra för att man ska våga/känna sig bekväm med att använda enhandsgrepp
- Den befintliga lösningen är svår att hitta rätt med, kräver ganska mycket känsla och övning

- Svårt att hitta en lösning som är tillräckligt effektiv. Man måste kunna låsa fast den snabbt om man skall tjäna tid på det.

#### Röd

- Man måste kunna använda lösningen utan att hamna i konstiga ställningar och situationer.
- Den måste vara intuitiv så man inte behöver känna att man inte förstår. Den måste vara enkel att använda.
- Om man är stressad skall den inte väljas bort för att den är krånglig och ta tid.
- Den skall sitta stabilt så man inte tvekar på dess hållbarhet och känner sig osäker vid användning och därför väljer att inte använda utrustningen.
- Om det inte är tillräckligt stabilt kommer troligtvis tvåhandsgrepp ändå att användas.

#### Inlastning

##### Vit

- Det skall kunna utföras av en person
- Golven kan vara ojämna med spår eller upphöjningar
- Kan vara höjdskillnad mellan instegströskel och golv. Både lägre och högre.
- Hjulhuset sticker ut in lastutrymmet och ibland går det hela vägen till bakluckan
- Kofångaren sticker ut en bit och tröskeln kommer på så vis en bit in i fordonet

##### Grön

- Utfällbar ramp mellan bilen och bordet som sitter fast i bordet med gångjärn av typen ramp som finns på bussar för rullstolsburna
- Få in hjul under enheten så man kan rulla den, hjulen tas sedan av när enheten är på plats
- Låg friktion så enheten glider på underlaget
- Lyfta in enheten med en typ motorlyft med stroppar eller fastskruvade öglor
- Lyfta enheten med typ motorlyft med gafflar från sidan av enheten
- Ta in enheten liggandes och sedan välta upp den inne i bilen
- Ha bilen uppochner så man fäster enheten i taket och på så vis kan lyfta under
- Massa rullar som enheten kan rulla på
- En stege med massa rullar på istället för fotpinnar
- Kilar för att få in hjul under och kunna rulla
- Rullband

##### Svart

- Enheten kan vara hög så att utrymme inte finns upptill för att få plats med lösningen
- Enheten kan vara hög och smal så den lätt välter
- Enheterna varierar mycket i djup, längd och tyngd

- Fordonen har olika typer av golv, både av trä, plast och plåt men också olika ytstruktur med plana ytor men också "ribbor"
- Alla fordon har olika höjd
- Enheterna är tunga, lösningen måste klara att lyfta 200 kg långt ut
- Det kan vara lågt under bilen, 89 mm på en VW Caddy
- Måste vara tidsmässigt effektivare än dagens metod

#### Gul

- En lösning vore bra både för montörerna och effektiviteten
- Man skulle engagera färre personer in i lastningen
- Det finns ingen lösning idag så det tar bort begränsningar

#### Röd

- Lösningen skall vara lättförstådd så montören känner sig säker på funktionen och användningen
- Den måste vara smidig att använda så montören känner att denne tjänar på att använda den
- Den skall kännas som en förbättring/förenkling och inte försämring/förkrångling

### **Höjdinställningen**

#### Vit

- Höjden behöver kunna justeras mellan 450mm till 760mm för att passa bilmodellerna
- Det skulle vara bra ur monteringsynpunkt att kunna sänka så mycket som möjligt
- Den skall gå att höja till 900mm
- Vikten på enheterna uppgår till 200 kg

#### Gul

- Underlättar montering vid högre enheter, montören behöver inte sträcka på sig eller gå upp på bordet
- Det finns redan mycket lösningar på liknande problem

#### Grön

- Ballong under bordet som blåses upp
- Eldriven motor som lyfter bordet
- Hydraulik som lyfter bordet
- Saxlösning på lyften
- Vajrar från taket som lyfter
- Vev som man drar upp båtar med (Vinsch)
- Ett bälte/band istället för vajer

## Svart

- Det måste vara väldigt stabilt, det får inte fjädra utan måste vara stumt
- Det måste gå att höja och sänka snabbt
- Det måste gå att förflytta/manövrera
- Det måste ha en bred bas så det inte välter
- Måste klara stor tyngd
- Svår teknisk lösning

## Röd

- Måste vara lättförstådd så montören inte känner sig osäker på funktionen och inte vågar använda den.
- Om den inte är stabil och stum kan montören känna sig otrygg i att använda den och undvika detta
- Om lösningen är effektiv känner montören att denne bidrar mer till företaget vilket främjar motivationen
- Om montören tycker att lösningen underlättar känner denne att den är prioriterad och en värdefull tillgång

## **Bordstorleken**

### Vit

- Måste kunna bli 1200x2800mm för att de största enheterna skall få plats på
- Den skall ta så lite plats som möjligt i buffert
- Den djupaste enheten är 486mm djup, grundaste 324mm
- Man monterar med enheten både liggande och stående

### Gul

- Om man minskar bordstorleken tar den mindre plats i buffert och det blir lättare för montören att komma åt från båda håll

### Grön

- Man kan ha vikbara kanter på bordet som kan fällas upp och ner vid behov
- Man kan ha utdragbara skivor som kan dras ut och in vid behov
- Olika bord med olika bredder och längder
- Man kan sätta ihop flera bord
- Bordsben under vikbar kant
- Konsol under vikbar kant
- Ben med hjul som följer med bordsskivan ut

Svart

- Enheterna har väldigt olika längder
- Svårt att få alla delar helt stabila
- Det måste gå snabbt
- Om man fäller ner något på sidan kan man inte sänka bordet lägre än vad skivan är bred
- Det får inte vara olika höjdnivå på bordsskivan och extraskivan
- Extra moment tar längre tid

Röd

- Lösningen måste kännas säker så inte montören känner sig osäker på om den skall hålla

CHALMERS

# Hållbarhetsanalys

---

## En hållbar lastbärare

Minna Kristiansson och Emil Yxhage

2013-03-05



Figur 1 Gaffelvagn (Gigant. (2012))



## **SAMMANFATTNING**

Modul-System är ett företag som utvecklar, tillverkar och installerar inredningar till arbetsfordon. Modul-System har sin tillverkning av de ingående delarna i enheterna i Mullsjö, dessa skickas till serviceverkstäderna runt om i Europa där de monteras till färdiga inredningsenheter som installeras i bilarna. Modul-System är ISO 14001-certifierade och de tycker att det är viktigt att inte bara ta hänsyn till rent praktiska faktorer utan att även tänka på miljön och sina medarbetare.

Då det inte finns någon produkt att utgå ifrån i dagsläget görs denna hållbarhetsanalys på en gaffelvagn som i nuläget används i Modul-Systems produktion. Syftet med projektet är att med hjälp av de Naturliga Stegets ABCD-metodik utvärdera gaffelvagnen ur ett hållbarhetsperspektiv. Målet är att identifiera var i livscykeln som produkten har störst miljöpåverkan. Eftersom det inom tidramen för hållbarhetsanalysen inte togs fram något koncept i examensarbetet resulterade idégenereringsdelen i en kravspecifikation för fortsatt arbete.

Resultatet från hållbarhetsanalyserna visar att den största miljöpåverkan sker i början av produktens livscykel, alltså under tillverknings- och distributionsfasen. Då produkten är passiv står den inte för några emissioner under användningen, den består även av material som går att återvinna effektivt. Detta leder till att miljöpåverkan i slutet av livscykeln blir relativt låg.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 Inledning/bakgrund (steg A) .....	1
1.1 Syfte och projektmål.....	1
1.2 Avgränsningar och antaganden .....	1
1.3 Metod .....	1
1.3.1 ABCD-metoden .....	1
1.3.2 SLCA Screening.....	1
1.3.2 LCA Screening.....	1
1.3.3 Ekostrategihjulet .....	1
1.3.4 Funktionsanalys.....	1
1.4 Strategiska utgångspunkter (vision) .....	1
2 Nulägesbeskrivning (steg B).....	1
2.1 Den valda produkten: Gaffelvagn.....	1
2.2 Intressentanalys.....	1
2.3 Funktionsanalys .....	1
2.4 Kartläggning av livscykel.....	1
2.5 Ekologiska aspekter .....	1
2.5.1 Material .....	1
2.5.2 Tillverkning .....	1
2.5.3 Transport.....	1
2.5.4 Användning.....	1
2.5.5 Avfallshantering och återvinning .....	1
2.6 Sociala aspekter .....	1
2.7 Ekonomiska aspekter.....	1
2.8 SLCA Screening .....	1
2.9 LCA Screening – Product ecology.....	1
2.10 Summering av hållbarhetspåverkan .....	1
3 Idéer och lösningsförslag (steg C) .....	1
3.1 Nya koncept .....	1
4 Slutsatser och prioriteringar (steg D).....	1
Referenslista .....	1

## **1 INLEDNING/BAKGRUND (STEG A)**

Modul-System är ett företag som utvecklar, tillverkar och installerar inredningar till arbetsfordon. De har över 40 års erfarenhet inom branschen. Systemet är modulärt vilket ger en stor kundanpassning sent i processen vilket ger ett funktionellt system för brukaren med kort ledtid från order till leverans. Modul-System har sin tillverkning av de ingående delarna i enheterna i Mullsjö. Dessa skickas på pall till serviceverkstäderna runt om i Europa där de monteras till färdiga kit som installeras i bilarna.

Modul-System är ISO 14001-certifierade och de tycker att det är viktigt att inte bara ta hänsyn till rent praktiska faktorer utan att även tänka på miljön och sina medarbetare. Modul-System var först i branschen med att använda sig av höghållfast stål, ett material som kombinerar maximal styrka med minsta möjliga vikt. Detta resulterar i minskade koldioxidutsläpp från Modul-Systems kunders fordon.

Då det inte finns någon produkt att utgå ifrån i dagsläget görs denna hållbarhetsanalys på en gaffelvagn som i nuläget används i Modul-Systems produktion.

### **1.1 SYFTE OCH PROJEKTMÅL**

Syftet med projektet är att med hjälp av de Naturliga Stegets ABCD-metodik utvärdera gaffelvagnen ur ett hållbarhetsperspektiv. Målet är att identifiera var i livscykeln som produkten har störst miljöpåverkan och sedan ta fram lösningsförslag där denna miljöpåverkan är reducerad.

Förhoppningsvis kommer informationen om gaffelvagnens hållbarhets aspekter kunna användas i det pågående examensarbetet vilket förhoppningsvis kommer att resultera i ett mer hållbart koncept.

### **1.2 AVGRÄNSNINGAR OCH ANTAGANDEN**

Hållbarhetsanalysen begränsas till en vald produkt som används i Modul-Systems produktion, en gaffeltruck, och övriga delar i produktionen kommer inte att analyseras. Antaganden och beräkningar bygger på information som kommer från tillverkaren av gaffeltrucken. Gaffelvagnen importeras färdigmonterad från Kina men där relevant information saknas kommer övergripande och rimliga antaganden att göras.

## **1.3 METOD**

Nedanstående metoder har använts för att utvärdera den valda produktens hållbarhet och miljöpåverkan samt för att generera lösningar som ger en mindre miljöpåverkan.

### **1.3.1 ABCD-METODEN**

Projektet bygger på Det naturliga stegets ABCD process. Detta är en metod som innebär att man gör en backcasting där man först skapar en vision om en hållbar produktutveckling och sedan utgår man från denna vision och dagens situation och beskriver vad som behöver göras för att nå denna vision. Detta för att på så sätt uppnå en hållbar produktutveckling.

Steg A innebär att man skapar en målbild för organisationen, denna målbild bygger på visioner och strategiska mål som bildas utifrån de fyra hållbarhetsprinciperna som sätter gränserna för inom vilka företaget måste verka för att uppnå en hållbar utveckling. I steg B görs en nulägesanalys där det beskrivs hur företaget förhåller sig till de fyra hållbarhetsprinciperna i dagsläget. I steg C ska man ta fram lösningsförslag på hur man ska kunna minska glappet mellan dagsläget och visionen. Steg D innebär att man utvärderar och prioriterar lösningarna från steg C.

### **1.3.2 SLCA SCREENING**

SLCA (Sustainability Life Cycle Assessment) är en metod som på ett systematiskt sätt utvärderar produkters livscykel ur ett hållbarhetsperspektiv. Metoden innebär att frågor besvaras utefter ett frågeformulär där svaren på frågorna värderas utifrån de fyra systemvillkoren. Resultatet visas i en färgkodad matris så att man på ett lätt och överskådligt sätt kan identifiera var miljöpåverkan från produkten är som värst.

### **1.3.2 LCA SCREENING**

För att undersöka produktens miljöpåverkan görs en LCA Screening, Life Cycle Assessment Screening, där produktens miljöpåverkan i dess olika livscykelfaser studeras. Produktens påverkan från vaggan till graven undersöks för att kunna identifiera var i livscykeln som produkten påverkar miljön mest. På så sätt vet man vilken del av livscykeln som man bör inrikta sig på att förbättra i första hand. De olika delarna som undersöks delas in i kategorierna material, tillverkning, transport, användning och avfall.

Det finns olika programvaror som ger stöd för att genomföra en LCA Screening, i detta projekt används ett onlineverktyg som heter Product Ecology.

### **1.3.3 EKOSTRATEGIHJULET**

Ekostrategihjulet är en metod som kan användas under brainstormingsessionen för att generera idéer som leder till mindre miljöpåverkan (SVID n.d.). Hjulet är uppdelat i åtta olika delar: optimera funktionen, minska påverkan under användning, minska mängden material, välj rätt material, optimera livslängden, optimera produkten, optimera resthanteringen och optimera distributionen. Dessa områden kan användas som en checklista på olika nivåer av produkten.

### 1.3.4 FUNKTIONSANALYS

I en funktionsanalys beskrivs produktens funktioner med kvalitativa och abstrakta termer, syftet med detta är att göra det möjligt att hitta lösningar från en större Lösningsrymd än om man utgår från mer specificerade krav. Funktionerna beskrivs i termer av ett verb och ett substantiv, dessa delas sedan in i en huvudfunktion och delfunktioner. Delfunktionerna delas även in i olika klasser beroende på om de är nödvändiga eller önskvärda.

### 1.4 STRATEGISKA UTGÅNGSPUNKTER (VISION)

Det första steget i ABCD processen är att skapa en vision och strategiska mål, dessa bildas utifrån de fyra hållbarhetsprinciperna (Det naturliga steget, 2008):

- 1. I ett hållbart samhälle utsätts inte naturen systematiskt för ökning av ämnen som utvinns ur berggrunden (t ex fossilt kol, tungmetaller).*
- 2. I ett hållbart samhälle utsätts inte naturen systematiskt för koncentrationen av ämnen som produceras i samhället (t ex NO<sub>x</sub>, hormonstörande ämnen).*
- 3. I ett hållbart samhälle utsätts inte naturen systematiskt för utarmning av den fysiska basen för jordens naturliga kretslopp och biologiska mångfald. (t ex från trafikinfrastruktur, skogsskövling, överfiske).*
- 4. Och i det samhället hindras inte människor att möta sina behov (t ex via missbruk av politisk och ekonomisk makt)*

Visionen för att få en hållbar utveckling av gaffelvagnen är att minska transportsträckor och utsläppen från dessa. Produkten skall tillverkas av så miljövänliga och så lite material som möjligt och energin som behövs för tillverkningen bör komma från förnyelsebara källor. Visionen är även att alla medarbetare skall ha en god arbetsmiljö.

## 2 NULÄGESBESKRIVNING (STEG B)

I det andra steget i ABCD processen görs en nulägesbeskrivning medhjälp av nedanstående analyser.

### 2.1 DEN VALDA PRODUKTEN: GAFFELVAGN

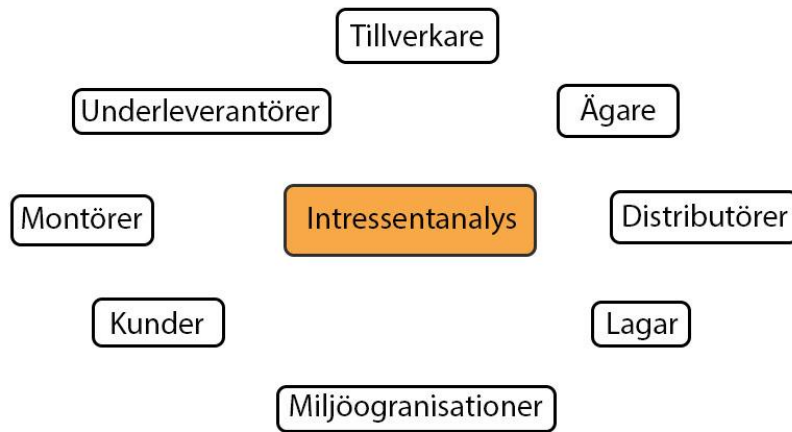
Gaffelvagnen används i Modul-Systems produktion för att förflytta enheterna. Enheterna placeras på gafflarna och sedan höjs dessa från golvet med hjälp av hydraulik för att sedan kunna förflyttas och sänkas ned igen med hjälp av spaken på handtaget. Gaffelvagnen har hjul av nylon och kan lyfta 1680 kg. Gaffelvagnen väger 50 kg och har en gaffellängd på 1150 mm, gaffelbredden är 520 mm. Nedan listas produktens olika delar (se tabell 2.1).

*Tabell 2.1 Bill of materials*

Komponent	Antal
<b>Handtag</b>	1
<b>Arm</b>	1
<b>Gaffelfäste</b>	2
<b>Dragstång</b>	2
<b>Skaft</b>	1
<b>Hjulram</b>	2
<b>Gaffelram</b>	1
<b>Hjul</b>	2
<b>Pumphus</b>	1
<b>Styrhjul</b>	2
<b>Fästplatta</b>	1
<b>Kolvstång</b>	1
<b>Konsol</b>	1
<b>Tätningar</b>	9
<b>Totalt:</b>	<b>27</b>

## 2.2 INTRESSENTANALYS

En produkt påverkar och påverkas av många olika intressenter under sin livscykel, direkt eller indirekt. För att identifiera dessa gjordes en intressentanalys (se figur 2.1).



*Figur 2.1 Intressentanalys*

## 2.3 FUNKTIONSANALYS

I funktionsanalysen nedan listas alla de funktioner som konceptet behöver besitta för att underlätta och effektivisera Modul-Systems produktion (se tabell 2.2).

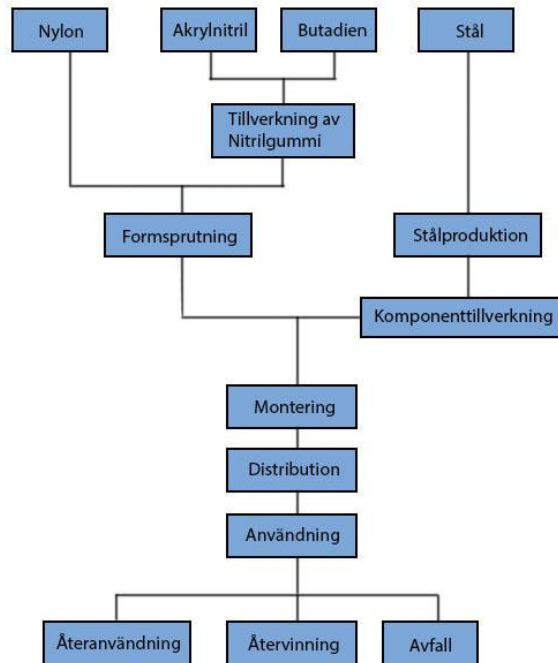
*Tabell 1.2 Funktionsanalys*

Verb	Substantiv	Klass	Kommentar
<b>Underlätta</b>	Montering	HF	
<b>Medge</b>	Förflyttning	HF	Horisontellt och vertikalt
<b>Underlätta</b>	Inlastning	Ö	Av inredning in i fordonet
<b>Erbjuda</b>	Förvaring	N	Av enheter i buffert
<b>Erbjuda</b>	Fastlåsning	Ö	På bordet vid montering
<b>Underlätta</b>	Åtkomlighet	Ö	Av skruvar och detaljer
<b>Underlätta</b>	Överblick	Ö	Av ritningar vid montering
<b>Erbjuda</b>	Höjdställning	Ö	Av utrustningen för att underlätta vid montering
<b>Erbjuda</b>	Justering	Ö	Av monteringsbordets bredd och längd
<b>Tåla</b>	Slitage	Ö	
<b>Medge</b>	Säkerhet	N	Undvika skador och belastning av användare
<b>Undvika</b>	Skador	N	På fordon och enheter
<b>Minimera</b>	Produktionstid	Ö	
<b>Erbjuda</b>	Manövrering	N	
<b>Passa</b>	Produktionen	N	Anpassas efter enheterna och fordonen



## 2.4 KARTLÄGGNING AV LIVSCYKEL

För att få en bra överblick över produktens miljöpåverkan och ett bra underlag för det fortsatta arbetet utformades en skiss över produktens livscykel (se figur 2.2).



*Figur 2.2 Kartläggning av livscykel*

Leverantören av gaffelvagnen köper denna färdigmonterad från Kina vilket innebär att all tillverkning av material och komponenter antas ligga i Kina. Detta innebär att det är svårt att få tillgång till detaljerad information angående dessa poster vilket leder till att många antaganden kommer att behöva göras. Användningen och återvinningen av produkten sker dock här i Sverige.

## 2.5 EKOLOGISKA ASPEKTER

Alla faser i livscykeln analyseras utifrån dess miljöpåverkan för att identifiera den största hållbarhetspåverkan så att denna kan reduceras.

### 2.5.1 MATERIAL

Större delen av gaffelvagnen är tillverkad av stål. Stål består till största delen av järn som finns naturligt i jordskorpan. Järn är det fjärde vanligaste ämnet i jordskorpan och det uppskattas att det finns så mycket järn i jordskorpan att det bedöms vara en oändlig resurs (Widman, J. 2001). Råjärn fås när man reducerar järnmalm med kol. Stål fås sedan när man minskar kol- och svavelhalterna i råjärnet i olika processer. Man tillsätter även små mängder av ämnen som förbättrar egenskaperna på stålet, så kallade legeringsämnen.

Nylon, även kallat polyamid, är en termoplast som kan ha lite olika egenskaper men de kännetecknas av att ha bra nötningshållfasthet och hållfasthet (Fermprodukter, n.d.). Nitrilgummi är en sampolymer av akrylnitril och butadien. Nitrilgummi är det vanligaste materialet för tätningar och packningar då det är olje och bränslebeständigt (Gotlands gummifabrik AB, 2012).

### 2.5.2 TILLVERKNING

Tillverkningen av stål sker idag med hjälp av maskinutrustning och teknik vid höga temperaturer, vilket innebär att elektrisk energi behövs. Denna energi kommer från förbränning av fossila bränslen. De huvudsakliga utsläppen från stålindustrin är (Widman, J. 2001):

- Utsläpp av stoft som bland annat innehåller komplexa metalloxider
- Koldioxid
- Kväveoxider
- Kolväteföreningar
- Utsläpp från stränggjutningsmaskiner av glödska-rester, oljor, fetter och smörjmedel

Vid bearbetning av termoplaster genom bland annat formsprutning anses miljöpåverkan vara av ringa betydelse (Naturvårdsverket, 1997). Den största miljöpåverkan är utsläpp till luften. Dessa utsläpp är framför allt nedbrytningsprodukter och restmonomerer. Det förekommer även restprodukter och farligt avfall i form av mindre mängder oljespill, kemikalierester och emballage. Utöver detta förekommer plastrester men dessa används i produktionen igen.

### 2.5.3 TRANSPORT

Transporten sker via sjöfart från Guangdongprovinsen till Göteborg. Sedan transporteras gaffelvagnen från hamnen i Göteborg till centrallager i Alingsås och sedan vidare till återförsäljare i Mölndal. Sträckan från Kina till Sverige är sjövägen ca 20 000 km och från Göteborg till Alingsås till Mölndal är det ca 100 km. I tabell 3 listas utsläpp till följd av transporten (Lenner, 2003).

*Tabell 2 Utsläpp till följd av transport per produkt*

Produkt, utsläpp:	Sjötransport [gram]	Lastbilstransport [gram]	Totalt [gram]
SO <sub>x</sub> +NO <sub>x</sub>	420 g	2,765 g	422,765 g
CO <sub>2</sub>	7900 g	260 g	8160 g
HC	7 g	0,285 g	7,285 g

### 2.5.4 ANVÄNDNING

Under produktens användningsfas kan delar bytas ut, mestadels på grund av förslitning. Hydrauloljan är en del som kommer behövas bytas efter hand. Denna kommer antingen att bli utsliten eller att kommer läcka ut så man kommer såsmåningom att behöva byta/fylla på under användningsfasen. En full hydraulcylinder innehåller 0,3 liter olja.

En annan sak som kan komma att slitas, så det behöver bytas, är tätningar. Dessa är tillverkade av Nitrilgummi för att tåla hydrauloljan i systemet.

En annan tänkbar förslitning är hjulen av polyamid. Dessa kan mycket väl hålla under den tekniska livslängden om man följer instruktionerna och inte överbelastar eller kör gaffelvagnen på ojämnt underlag.

Enligt gaffelvagnens produktblad så kan övriga delar som går sönder bytas ut och gaffelvagnen kan på så sett lagas och få en längre livslängd.

### **2.5.5 AVFALLSHANTERING OCH ÅTERVINNING**

Stål går att återvinnas praktiskt taget hur många gånger som helst då det är ett kretsloppsanpassat material (Widman, J. 2001). Skrot används av de flesta stålverk som en väsentlig råvara i sin tillverkning.

Enligt Plast- och Kemikalieföretagen kan alla termoplaster teoretiskt sett materialåtervinnas. Hur vida det är lönsamt att samla in och återvinna olika plaster ur resurs- och miljösynpunkt beror på i vilka produkter som plasterna används. I Europa år 2009 var plaståtervinningen av material 22,5 procent och energiutvinningen 31,5 procent.

### **2.6 SOCIALA ASPEKTER**

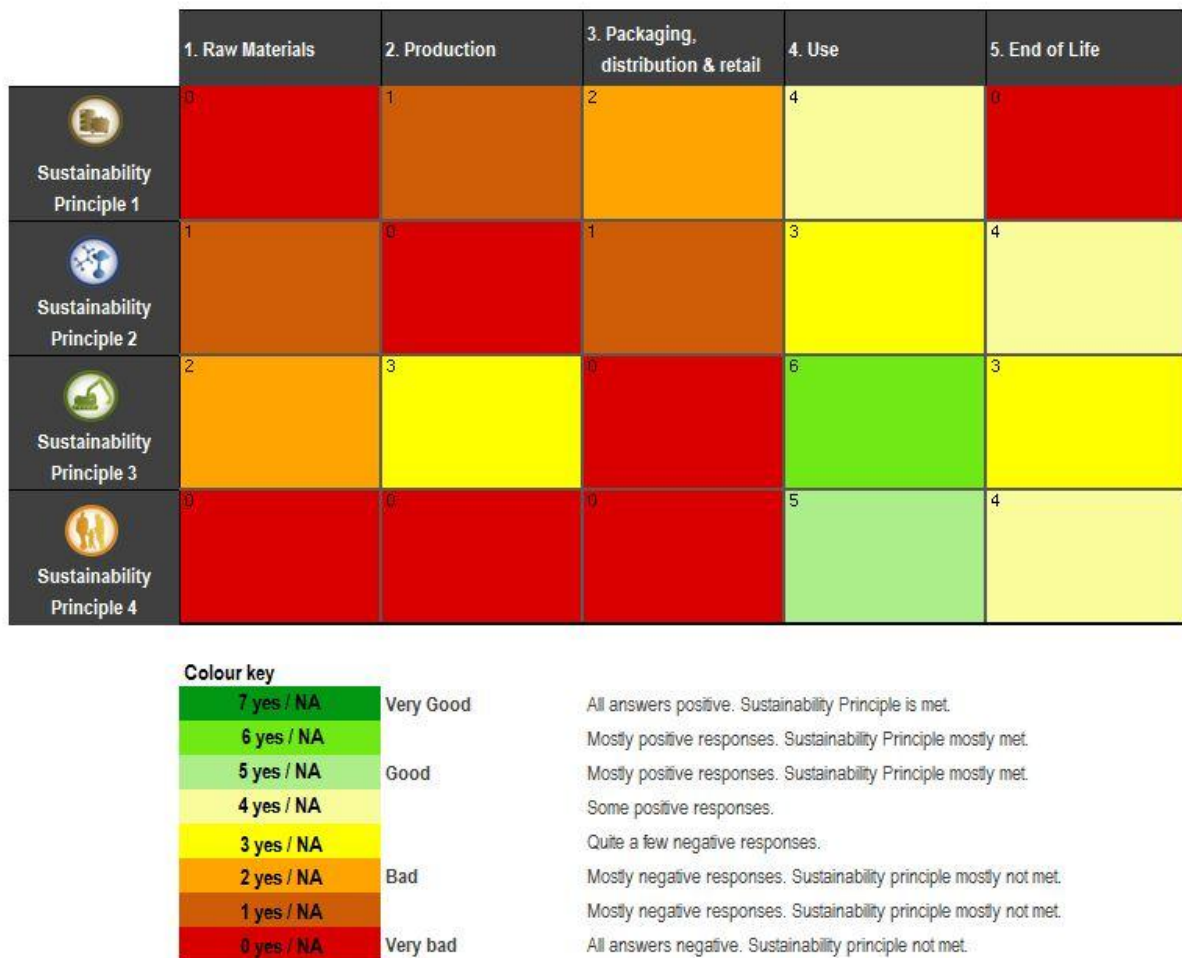
Produkten i fråga är tillverkad i Kina där den största provinsen som tillverkar för export är Guangdongprovinsen. Denna provins är känd för dåliga arbetsvillkor, speciellt för migrantarbetare som utgör mer än en tredjedel av arbetarna, vilka i huvudsak arbetar i tillverkning. Statusen är lägre för migrantarbetare än för infödda och de sämre villkoren yttrar sig i bland annat för att de inte beviljas hälsovård och skolgång och dessutom sällan får permanent tillstånd för bosättning (Bjurling, 2012).

### **2.7 EKONOMISKA ASPEKTER**

Det råder stora skillnader mellan landsbyggden och städerna i Guangdongprovinsen. En stadsbo tjänar ungefär 2,9 gånger mer än en landsbygdsbo. Det lever dessutom fortfarande människor i absolut fattigdom i regionen, alltså man lever på mindre än två USD på person och dag (Bjurling, 2012). Konkurrenten och det låga försäljningspriset gör att man tvingas lägga tillverkningen i låglöneländer. En känd ort i Guangdongprovinsen är Hong Kong.

## 2.8 SLCA SCREENING

Resultatet av SLCA Screeningen presenteras i figur 2.3.



*Figur 2.3 SLCA - Screening*

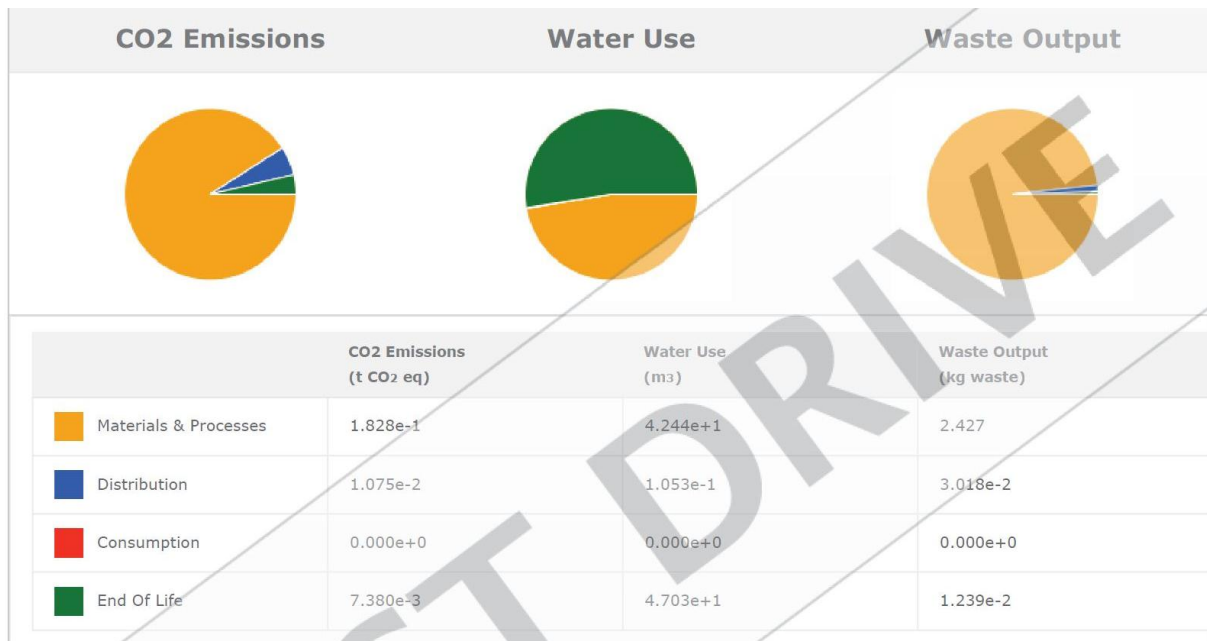
Reflektioner och anmärkningar över resultatet i SLCA-matrisen:

- På rad 1 kolumn 5 var kolumnerna låsta och gick inte att ändra vilket förklarar den röda färgen.
- På grund av bristfällig information kring material, produktion och förpackning/distribution har många frågor besvarats "Don't know" vilket leder till ett negativt resultat. Dessa faser i livscykeln har antagits ske i Kina.
- I kolumnen "End of life" har avgränsningen gjorts att produkten används och återvinns i Sverige.

Slutsatsen är att produkten gaffelvagn har den största miljöpåverkan i livscykel faserna material, produktion och förpackning/distribution. På grund av för lite information på många områden vilket har lett till antaganden är resultatet inte så tillförlitligt.

## 2.9 LCA SCREENING – PRODUCT ECOLOGY

För att göra ytterligare en utvärdering på produktens miljöpåverkan genomfördes en livscykelanalys med hjälp av onlineverktyget Product ecology online (se figur 2.4).



Figur 2.4 LCA – utvärdering i Product ecology

Resultatet visar att större delen av koldioxidutsläppen kommer från tillverkningsfasen och att vattenanvändningen sker under tillverkningsfasen och avfallshanteringen. Det är även tillverkningsfasen som står för nästan all miljöpåverkan i fasen restavfall. Detta är dock mycket missvisande då programmet innehåller många brister. Produkten går till stora delar att återvinna, något som inte syns i resultatet.

## 2.10 SUMMERING AV HÅLLBARHETSPÅVERKAN

Efter genomförda analyser är slutsatsen att den största miljöpåverkan sker i början av produktens livscykel, alltså under tillverknings- och distributionsfasen. Produkten har däremot relativt låg miljöpåverkan under användnings och avfallshanteringsfasen. Detta på grund av att produkten inte bidrar till några emissioner under användningen och att stora delar av produkten går att byta ut och återvinna.

### 3 IDÉER OCH LÖSNINGSFÖRSLAG (STEG C)

För att generera idéer och krav på hur man kan utforma produkten så att den blir så miljövänlig som möjligt användes ekostrategihjulet.

#### 3.1 NYA KONCEPT

För att kunna ta fram ett koncept som är bra ur hållbarhetssynpunkt togs följande miljökrav fram på produkten (se tabell 3.1).

Tabell 3.1 Kravspecifikation

Miljökrav	Anmärkning	Krav/Önskemål	Viktning
<b>Minska materialmängd</b>		Ö	3
<b>Produkten ska vara passiv</b>	Produkten ska ej förbruka resurser	Ö	4
<b>Återvinningsbara material</b>		Ö	5
<b>Modulär uppbyggnad</b>	Så att produkten går att laga och uppdatera	Ö	4
<b>Tillverkning på plats</b>	För att få mindre transportsträckor	Ö	2
<b>Användning av tillgängligt material</b>	Material som finns i företaget	Ö	3
<b>Användning av tillgängliga metoder</b>	Metoder som används i företagets produktion	Ö	4
<b>Flera funktioner ska integreras i produkten</b>		K	
<b>Använda återvunnet material vid nyproduktion i så stor utsträckning som möjligt</b>		Ö	4
<b>Produkten ska vara lätt att ta isär</b>	För att underlätta återvinning av de olika delarna	Ö	4
<b>Produkten ska bestå av så få olika material som möjligt</b>		K	

#### **4 SLUTSATSER OCH PRIORITERINGAR (STEG D)**

Att implementera hållbarhetsprinciper på produkter kan kännas som en självklarhet som alla borde sträva mot. Idag premieras detta dock inte i den utsträckning det borde utan vinsten mäts i ekonomiska mått. Ett sätt att komma åt problemet på är att kunder efterfrågar medvetenhet och arbete mot hållbarhet, till exempel genom ISO-certifieringar, ett annat att man som företag ser som sitt ansvar att jobba mot en hållbar utveckling.

Som produktutvecklare är det en del av ens ansvar att jobba mot hållbar utveckling och genom upplysning om läge och om verktyg och metoder kan man komma närmare en lösning på världens hållbarhetsproblem.

Eftersom någon produkt ännu inte tagits fram i projektet blev idégenereringen på konceptförslag utbytt mot en idégenerering kring en kravspecifikation som skall användas som riktlinjer i fortsatt arbete. I arbetet med Ekostrategihjulet framkom många saker som inte annars upptäckts, så som integrera flera funktioner, bygga modulärt och att produkten skall vara lätt att plocka isär.



## REFERENSLISTA

- Bjurling, K. A. (2012) *Från noll koll till full kontroll?*  
[http://www.swedwatch.org/sites/default/files/fran\\_noll\\_koll\\_till\\_full\\_kontroll.pdf](http://www.swedwatch.org/sites/default/files/fran_noll_koll_till_full_kontroll.pdf) (2013-02-25)
- Det Naturliga Steget. (2008) *Hållbarhetsprinciperna.*  
<http://www.thenaturalstep.org/sv/sweden/hallbarhetsprinciperna>. (2013-02-21)
- Fermprodukter. (n.d.) [http://fermprodukter.se/?page\\_id=869](http://fermprodukter.se/?page_id=869) (2013-02-27)
- Gotlands gummifabrik. (2012) <http://www.ggf.se/gummi-och-silikon/nitrilgummi> (2013-02-27)
- Joakim Widman. (2001) *Stålet och miljön*  
[http://www.sbi.nu/uploaded/dokument/files/Stålet%20och%20miljön\\_SBI-Jernkontoret%20\(2001\).pdf](http://www.sbi.nu/uploaded/dokument/files/Stalet%20och%20miljön_SBI-Jernkontoret%20(2001).pdf) (2013-02-25)
- Lenner, M. (2003) *Energiförbrukning och avgasemission för olika transporttyper*  
<http://www.vti.se/sv/publikationer/pdf/energiforbrukning-och-avgasemission-for-olika-transporttyper.pdf> (2013-02-28)
- Naturvårdsverket. (1997) *Plastindustri- Bearbetning av plaster*  
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/91-620-9810-1.pdf> (2013-02-27)
- Plast- och kemikalieföretagen. (2010) *Plast har flera liv*  
<http://www.plastkemiforetagen.se/plastinformation/atervinning/Pages/default.aspx> (2013-02-29)
- SVID, Stiftelsen Svensk Industridesigne. (n.d.) *Hållbarhetsguiden: Ekostrategihjulet.*  
<http://www.svid.se/Hallbarhetsguiden/Mojligheter-verktyg/Metoder-att-minskapaverkan/Ekostrategihjulet/> (2013-02-25)

## Bilder

- Gigant Gaffelvagn. (2012) Gaffellyftvagn, Installations och bruksanvisning. *Catalog Toolstore.*  
[http://catalog.se.toolstore.com/Content/Data/v16/tekniskinfo\\_pdf/se/15642SE.pdf](http://catalog.se.toolstore.com/Content/Data/v16/tekniskinfo_pdf/se/15642SE.pdf)