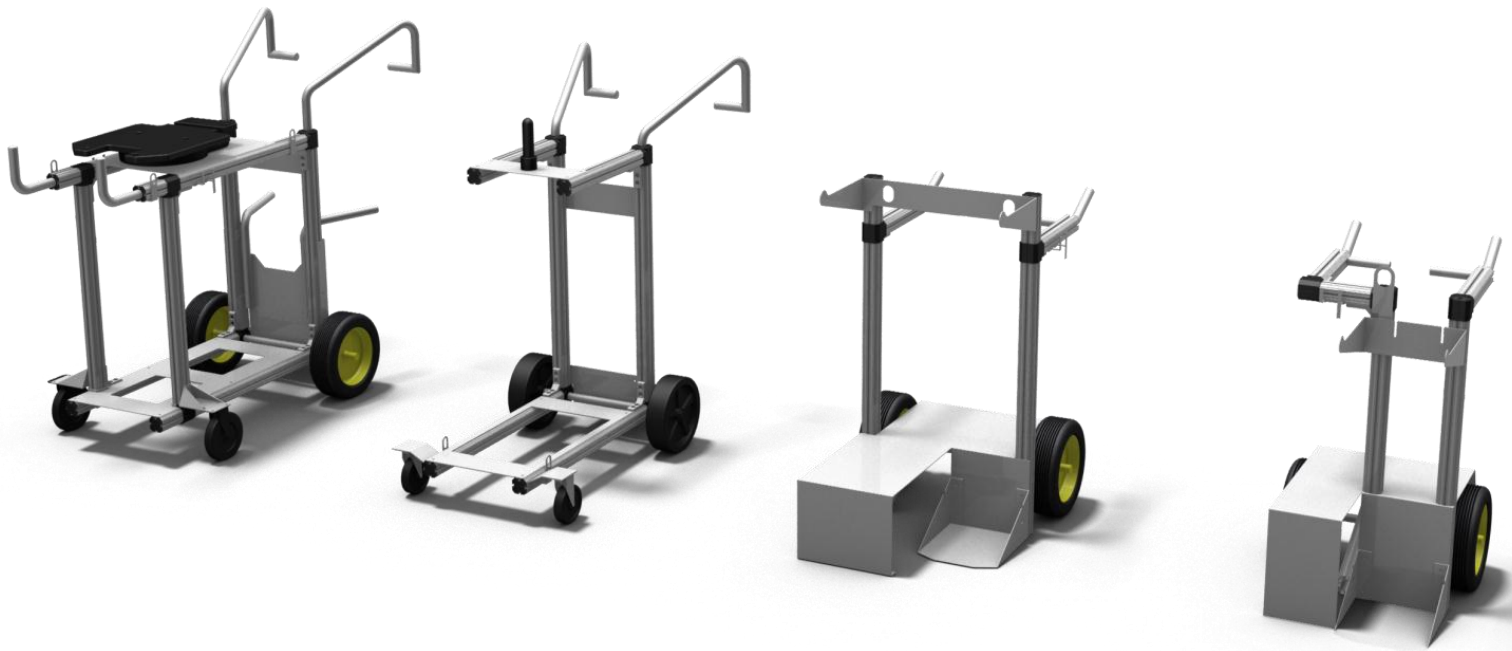




Utformning av vagnsfamilj till svetspaket

Studie och Koncept

Kandidatarbete i Teknisk design

Malin Almers, Nils Berg, Niclas Drevinger, Emelie Dymling, Viktor Sjöstrand

Utformning av vagnsfamilj till svetspaket

Kandidatarbete i Teknisk design

Malin Almers, Nils Berg, Niclas Drevinger, Emelie Dymling, Viktor Sjöstrand

HANDLEDARE: OSKAR REXFELT

EXAMINATOR: ÖRJAN SÖDERBERG

Förord

Projektet behandlar utvecklingen av en ny vagnsfamilj till svetsmaskiner för ESAB. Målet med projektet var att genomföra en förstudie samt att utforma ett konceptförslag.

Projektgruppen består av fem studenter från Teknisk Design, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.

Vi i projektgruppen vill tacka för stöd och hjälp:

- ESAB och speciellt Alexandra Rånge
- Cityvarvet, Gothia mekaniska, Sk licenssvets, Skövde Maskinkonstruktioner, Svetsteknik
- Oskar Rexfelt
- Göran Brännare
- Tomas Nyström
- Lars-Ola Bligård
- Örjan Söderberg
- Mentorstudenter från masterprogrammet Industrial Design Engineering
- Andra personer på Chalmers som har hjälpt projektet

Göteborg, 20 maj 2012

Emelie Dymling, Viktor Sjöstrand, Malin Almers, Nils Berg och Niclas Drevinger

Sammanfattning

Projektet beskriver studien kring och utformningen av en ny vagnsfamilj till manuella svetsmaskiner för ESAB. Uppdraget angavs studenter vid Teknisk Design, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, våren 2012, som ett kandidatarbete.

Studier utfördes på produkt, brukare, miljö och omvärdsfaktorer genom litteratur, internt material på ESAB och empiriska studier. Studien resulterade i en mängd krav vagnen ska uppfylla som hör ihop med: funktioner (framkomlighet, avlastningsmöjligheter), miljö (motståndskraft), brukare (attityder, skador) och produkter (svetspaketen).

Konceptet som togs fram är baserat på aluminiumprofiler, och skiljer sig från andra lösningar på marknaden. Aluminiumprofiler möjliggör andra funktioner än de som redan finns, bl.a. en annan typ av modularitet och möjligheter för kunden att själv utforma vagnen efter personliga behov.

Koncept och rapport lämnades över till ESAB för fortsatt utveckling. Rapporten behandlar grunder för och analys av studier, samt beskriver koncepten.

Abstract

The goal of this project was to design a new trolley family to be used with manual welding packages for ESAB. The project was executed by students at Teknisk Design, Chalmers University, Gothenburg, Spring 2012, as a Bachelor Thesis.

Studies were conducted on the product, users, environment and environmental factors through literature, internal material at ESAB and empirical studies. The study resulted in several requirements of the trolleys: features (accessibility, carriage possibilities), environment (resilience), users (attitudes, injuries) and products (welding packages).

The concept that was based on aluminum extrusions, and differs from other solutions on the market. Aluminium profiles also allow functions other than those already in existence, including a different kind of modularity and allow the customers to self-design products for personal preferences.

Concept and report was handed over to ESAB for further development. The report concerns the analysis of the study, and describes the concepts.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och mål	2
1.3	Avgränsningar	2
2	Teori, Metoder och Verktyg	3
2.1	Svetsning	3
2.2	Terminologi	3
2.3	Datainsamlingsmetoder och verktyg	4
2.4	Analysmetoder	7
2.5	Idégenereringsmetoder	8
2.6	Visualiseringsmetoder	8
2.7	Utvärderingsmetoder	9
2.8	Kommunicerande medel	9
2.9	Hållbarhetsanalys	10
3	Genomförande	12
3.1	Projektplanering	12
3.2	Produktanalys	13
3.3	Omvärldsanalys	14
3.4	Teoretisk analys	14
3.5	Empirisk Studie	15
3.6	Analys	16
3.7	Idégenerering	17
3.8	Utvärdering av koncept	17
3.9	Vidareutveckling och specificering	17
3.10	Slutkoncept	18

4	Resultat av studie	19
4.1	Produkten	19
4.2	Konkurrenter	32
4.3	Brukaren	33
4.4	Miljön	35
4.5	Vagnen som arbetsplats	40
4.6	Observerade problemområden	40
4.7	Designelement	45
4.8	Hållbarhetsanalys	46
5	Resultat av analys	50
5.1	Utmaningar	50
5.2	Uttryck	55
5.3	Funktionsmindmap	56
5.4	Kravspecifikation	57
6	Delkoncept	58
6.1	Basic Small	58
6.2	Basic Large	59
6.3	Premium Small	60
6.4	Premium Large	61
6.5	Utvärdering av koncept	62
7	Materialstudier	63
7.1	Utformning för styrka	63
7.2	Svartstål	63
7.3	Galvaniserat stål	63
7.4	Rostfritt stål	64
7.5	Aluminium	64
7.6	Plast	64
8	Slutkoncept	66
8.1	Vagnsfamilj	66
8.2	Material	72
8.3	Ingående delar	73
8.4	Dellösningar	80

8.5	Hållbarhetsanalys av nytt koncept	87
8.6	Formgivning	88
8.7	Hantering utanför användningsfasen	91
8.8	Sammanfattning av slutkoncept	92
9	Diskussion	96
9.1	Genomförande	96
9.2	Studier	96
9.3	Analysresultat	97
9.4	Koncept	97
10	Slutsatser	100
	Litteraturförteckning	102
	Appendix	102

1. Inledning

1.1 Bakgrund

1.1.1 Uppdragsgivare

ESAB grundades 1904 i Göteborg, Sverige. Sedan dess har företaget utvecklats till att bli världsledande inom tillverkning av svetsutrustning och tillsatsmaterial. Idag ingår ESAB i amerikanska Colfax Corporation. Målet med verksamheten är att leverera effektiva, högproduktiva lösningar. Kärnämnen är expertis, innovation och kunskap där mottot “Strength through cooperation” (översatt “Styrka genom samarbete”) representerar produkter och arbetsfilosofi.

ESAB riktar sig till en global marknad, med försäljning samt support etablerade i 80 länder och med 26 fabriker på fyra kontinenter. Företagets huvudkontor är beläget i Göteborg. De viktigaste områdena (samt företagets avdelningar) är:

- Manuella svets- och skärutrustningar (Manual welding and cutting equipment)
- Tillsatsmaterial (Welding consumables)
- Svetsautomation (Welding automation)
- Skärautomation (Cutting Systems)

Kunderna återfinns i följande branscher: bilindustri, transport och mobila maskiner, allmän tillverkning och anläggningsbyggande, ledningsnät, varv och petroleumindustrin, rörverk, kraftproduktion, processindustri samt reparation och underhåll. ESAB är främst stora i Europa, men söker även önskar expandera på marknader såsom Sydamerika (där Brasilien är anses vara den viktigaste), Kina och Nordamerika.

1.1.2 Uppdragsbeskrivning

Avdelningen “Manuella svets- och skärutrustningar” (Manual welding and cutting equipment) inom ESAB utvecklar manuella svetspaket (som består av strömkälla, trådmatare, kylarenhet, svetspistol samt tillbehör). Enheterna är anslutna till varandra och säljs som paket.

Många av paketen transporteras på en vagn. ESABs befintliga sortiment av vagnar för manuell standardutrustning är brett och splittrat med låg modularitet och samhörighet. Resultatet är ett stort utbud av olika modeller inklusive varianter på dessa, med låga volymer och höga kostnader som följd.

Uppdraget är att genomföra en förstudie som i slutändan skall generera vagnskoncept som i första hand passar kommande svetspaket (inkl. strömkälla, kylarenhet, matarverk och annan kringutrustning) samt i andra hand ett urval av befintliga svetspaket. Önskvärt resultat innefattar gemensamma delar, hög modularitet och kostnadseffektivitet. I förstudien är det önskvärt att analysera brukarens situation vad gäller miljö och användning av svetspaket för att skapa en bättre förståelse för deras behov.

1.2 Syfte och mål

Målet med projektet är att utföra en grundlig förstudie för att kartlägga förutsättningar och behov kring användningen av svetsvagnar. Resultatet skall sedan användas för att skapa ett nytt konceptförslag för en vagnsfamilj till ESABs manuella svetsutrustning. Syftet är att förbättra ESABs sortiment, samt brukarens arbetssituation.

1.3 Avgränsningar

- Undersökningen kommer endast omfatta manuella svetssystem och standardutrustningsvagnar, d.v.s. inga vagnar för automatiska svetsmaskiner kommer att behandlas.
- Det är önskvärt att ett nytt sortiment av vagnar är förenligt med befintliga och kommande svets-system, men för att minska projektets komplexitet ligger fokus på koncept för framtida maskiner.
- Studier behandlar främst Europamarknaden, men projektet tar även hänsyn till andra marknader (t.ex. Brasilien) genom externt material.

2. Teori, Metoder och Verktyg

2.1 Svetsning

Svetsning är en fogningsteknik av metallstycken. Delarna hettas upp och sammanfogas genom samman-smältning, med externt material som fyllnad. Detta görs genom att energi tillförs med hjälp av ström som leds genom s.k. elektroder (belagda metallpinnar/-trådar).

2.2 Terminologi

Metallbågssvetsning/Pinnsvetsning/Bågsvetsning/Arc, Manual Metal Arc Welding (MMA)

Den enklaste och äldsta svetsmetoden - elektrod-pinnar som smälter svetsfogen och förbrukas in i den. Fogen skyddas av ett oxiderande skikt som bildas på ytan, och som tas bort mellan varje svetsning. Inom MMA används endast strömkälla, pistol och kablage.

Gasmetallbågsvetsning, Metal Inert Gas Welding/Metal Active Gas Welding (MIG/MAG)

Elektroden förkommer som tråd på rulle. Använder skyddsgas för att förhindrar att svetsfogen oxiderar. Gasen kan vara aktiv (förbrukas in i svetsfogen) eller inert (kemiskt inaktiv). Metoden är snabb och kräver ingen efterbehandling, men är dock känslig för orenheter, rost och luftdrag.

Gasvolframsvetsning Tungsten Inert Gas Welding (TIG)

Elektroden består av wolfram, som inte konsumeras in i svetsfogen. Ofta tillsätts material till fogen. Skyddsgasen förhindrar att svetsfogen oxiderar. Det är en långsam och tekniskt krävande metod, som dock har stora kvalitetsfördelar. Liksom MIG/MAG-svetsning är den känslig för luftdrag.

Svetsvagn, Trolley

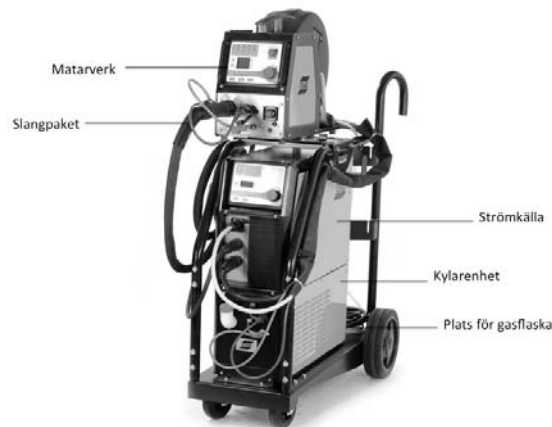
Vagn anpassad för att förvara och transportera svetsutrustning (svetspaket med tillbehör såsom t.ex. tillsatsmaterial, slitdelar och avlastningsarm/mast).

Wheel-kit

Hjulpåsats, som skruvas fast direkt på svetspaketet.

Svetspaket, Welding package

Alla delarna i svetssystemet (förutom vagn, slitdelar och tillsatsmaterial).



Figur 2.1: Exempel på svetspaket Aristo Mig 4001i

Exempel på svetspaket

- Strömkälla (olika storlekar förekommer)
- Matarverk (endast MIG/MAG) (olika storlekar förekommer)
- Kylarenhet (olika storlekar förekommer)
- Slangpaket och kablage (olika tjocklekar och längder förekommer)
- Jordklämma (syns ej på bild)
- Svetspistol (syns ej på bild)
- Gasflaska (MIG/MAG TIG)

Svets

Främst strömkälla, kan även inkludera andra delar av maskinenheterna i svetspaketet såsom kylarenhet.

2.3 Datainsamlingsmetoder och verktyg

2.3.1 Urval

För att kunna genomföra undersökningar och samla in relevant data krävs att det görs ett urval av deltagare. Urvalet sker ur både en kvalitativ och kvantitativ aspekt.¹ De kvalitativa aspekterna härrör sig till vilka individer som ska studeras och hur dessa skall väljas ut. För att få ett så bra urval som möjligt kan både teoretiskt representativa och teoretiskt kritiska brukare väljas ut och studeras. Teoretiskt representativa brukare är utmärkta att studera genom exempelvis fokusgrupper eller annan form av kvalitativ studie. De representativa brukarna skall ha egenskaper som stämmer överens med målgruppens i termer av demografi, fysik, erfarenheter och attityder.

¹Karlsson et al. (2008, s.30)

Teoretiskt kritiska brukare skiljer sig från de representativa genom att ha särskilda krav och behov vilka överstiger de sistnämndas. Detta innebär teoretiskt att om de kritiska brukarnas krav tillgodoses så tillgodoses även de representativa brukarnas. Även dessa brukare kan med fördel studeras i form av fokusgrupper eller intervjuer.²

De kvantitativa aspekterna av urvalet behandlar storleken, d.v.s. hur många individer som ska studeras. Här kan ses en konflikt mellan att ha tillräckligt stort urval för att identifiera största möjliga mängd problem, men samtidigt tillräckligt få brukare för att studien ska kunna bedrivas resurseffektivt. Enligt forskning räcker det med 10-14 deltagare för att upptäcka 70-80% av problemen, men för att upptäcka 90% krävs upp till 30.³ Detta visar att det finns ett exponentiellt avtagande samband mellan antalet deltagare och andelen upptäckta fel. Innebörden är att det finns en punkt där fler deltagare i undersökningen inte tillför ny information - d.v.s. att en mättnadsgrad har uppnåtts.⁴

2.3.2 Intervjuer

Intervjuer är en frågebaserad metod för att få en uppfattning om användarens attityd och attribut. Intervjuer kan delas in i tre typer; strukturerade, semistrukturerade och ostrukturerade intervjuer.⁵

Struktur

De olika typerna används på olika sätt för att få fram olika typer av data. Kvantitativa data fås enklast genom strukturerade intervjuer där frågorna och svarsalternativen är formulerade på förhand. Den största fördelen med denna typ av intervju är att analysen av datan blir avsevärt enklare - men detta sker på bekostnad av flexibilitet och möjlighet till probing, d.v.s. att ställa följdfrågor och på så sätt skapa en ökad och fördjupad förståelse för svaret. Motsatsen till detta är helt ostrukturerade intervjuer vilka baseras på att deltagarna fritt får uttrycka sig och med egna ord besvara frågorna som ställs. Detta ger oftast mycket kvalitativa data, men nackdelen är att det kan vara svårt att sammanställa den samt att göra viktningar och jämförelser mellan olika brukares uttalanden. Semistrukturerade intervjuer är ett mellanting och innebär i princip att intervjun följer ett formulär men att det finns möjlighet till följdfrågor och fördjupad diskussion.⁶

Personliga intervjuer

För att erhålla en detaljerad bild av en specifik individs åsikt eller egenskaper kan en personlig intervju vara ett lämpligt verktyg. Detta kan sedan ligga till grund för vidare forskning eller för att genast formulera krav och problemställning.⁷ För att uppnå en djupare förståelse för problemet och dess omfattning rekommenderas i vissa fall att "expertanvändare" intervjuas. Det innebär att de är specialister inom ämnet. Detta för att de ska kunna ge tillförlitlig och korrekt information från en stabil kunskapsgrund.⁸ Det finns stöd för att personliga intervjuer är lika effektiva som fokusgruppintervjuer och om det är billigare att intervjua en person än flera (exempelvis om ersättning utbetalas för de intervjuades tid) så är personliga intervjuer mer kostnadseffektiva.⁹

Fokusgruppsintervjuer

En typ av intervjuer som ofta används och förespråkas av marknadsundersökare är fokusgruppintervjuer.¹⁰ Metoden utförs genom att en moderator leder en diskussion mellan ett antal deltagare som talar

²Karlsson et al. (2008, s.31-33)

³Griffin and Hauser (1993, s.11)

⁴Karlsson et al. (2008, s.31-35)

⁵Karlsson et al. (2008, s.26)

⁶Karlsson et al. (2008, s.25-26)

⁷Karlsson et al. (2008, s.27-28)

⁸Karlsson et al. (2008, s.43)

⁹Karlsson et al. (2008, s.43)

¹⁰Karlsson et al. (2008, s.43)

fritt om det aktuella ämnet (exempelvis produktens egenskaper eller attityder till den). Fördelarna med metoden antas vara att deltagarna kan bygga vidare på varandras resonemang och på så sätt komma fram till fler krav än genom individuella intervjuer.¹¹ footnote ¹² Dock kan deltagarna påverka varandra, och det finns risk för att passiva deltagares åsikter ej kommer fram.

Huruvida den här typen av intervjuer är bättre än individuella personliga intervjuer är ifrågasatt ¹³ men det fortsätter vara ett mycket använt verktyg. Fokusgruppintervjuer kan användas för att skapa underlag för frågeformulär till vidare studier eller för att få fram nya ideér för redesign av existerande produkter samt för hur existerande produkter uppfattas av den tilltänkta målgruppen.¹⁴

Medierande Objekt

För att förenkla skapandet av dialog och ge deltagarna ett referensobjekt kan ett medierande objekt användas som stimuli. Medierande objekt kan t.ex. vara ljud, bild, fysiska representamen för produkten eller produkten i sig.¹⁵

2.3.3 Observationer

En annan metod för insamling av data är genom observationer. De ger ofta god information om vad användaren faktiskt gör, jämfört med intervjuer då det framkommer vad användaren uppfattar eller tror att vederbörande gör. Det kan leda till att omedvetna handlingar upptäcks och därmed även dolda krav hos brukaren. Dessa kan vara svåra att finna genom intervjuer då brukaren inte är medveten om beteendet, dock är det svårare att finna den bakomliggande anledningen till att handlingen utförs.¹⁶

Vid observationer kan s.k. "intervjuareffekter" minskas eller i bästa fall helt elimineras. Intervjuareffekter innebär att den intervjuade påverkas av intervjuaren och därför ger de svar som intervjuaren tros vilja ha istället för vad den intervjuade egentligen tycker. Observationer kan eliminera risken att den intervjuades vilja eller ovilja att besvara vissa frågor, eller möjligtvis den intervjuades ärlighet, påverkar resultatet.¹⁷

Det finns ett flertal sätt att genomföra observationerna på. Bland de kan nämnas, direkta observationer där observatören förhåller sig passiv, samt självobservationer där observatören själv deltar i studien. Exempel på detta kan vara att föra journal över ett studerat beteendes frekvens.

Upplägget på observationerna kan likt intervjuer var både strukturerade eller ostrukturerade men dessutom öppna eller dolda. Det sistnämnda innebär att den observerade användaren är medveten om observationen (öppen observation). Motsatsen är om objektet är omedveten att denne iakttas (dold observation). När vederbörande är medveten om observatören kan det påverka användaren som kanske inte agerar naturligt, t.ex. på grund av nervositet. En stor fördel med öppna observationer är att observatören kan ställa frågor till den observerade.

Observationer kan utföras; "i fält" i den miljö produkten ska fungera i - vilket ger det mest realistiska resultatet. Alternativet är i "labbmiljö" vilket har effekten att miljöns inverkan på testet elimineras. I vissa fall kan detta vara önskvärt och dokumentation samt analys kan även underlättas. Observationer kan ske genom direkt visuell observation, med hjälp av videokamera vilket dessutom underlättar dokumentation och möjliggör senare analys, eller genom andra tekniska mätningar och hjälpmedel, exempelvis termometer eller tidtagarur.¹⁸

¹¹Karlsson et al. (2008, s.43)

¹²Karlsson et al. (2008, s.27)

¹³Griffin and Hauser (1993, s.7)

¹⁴Karlsson et al. (2008, s.27)

¹⁵Karlsson et al. (2008, s.40-43)

¹⁶Karlsson et al. (2008, s.28)

¹⁷Karlsson et al. (2008, s.28)

¹⁸Karlsson et al. (2008, s.28)

2.4 Analyismetoder

2.4.1 Hierarkisk Uppgiftsanalys (HTA)

Syftet med metoden är att skapa överblick över handlingar som utförs i interaktion med produkten, från start till fullbordande av uppgift. Dessutom identifieras problem som kan uppstå i delmoment. En HTA används ofta i påföljande analyser. Handlingar delas upp i delmål med delhandlingar, som utförs sekventiellt för att uppnå huvudmålet. De är ordnade hierarkiskt efter följdordning i horisontal led. Slutprodukten är ett träd-diagram. Delmålen på lägsta nivån kallas operationer.¹⁹

2.4.2 Cognitive Walkthrough (CW)

Målet med metoden är att uppmärksamma brister i produktens kognitiva ergonomi, d.v.s. i interaktionen mellan brukare och produkt. CW utförs ofta i samverkan med PHEA där metoderna tillsammans används för att hitta problem som uppstår då produkten används. Utvärderaren svarar på frågor om en teoretisk brukarens förståelse i samband med interaktion med produkten. Kommer brukaren att: försöka uppnå målet, förstå att rätt handling finns tillgänglig, associera rätt handling med rätt effekt samt förstå att handlingen för brukaren närmare målet?²⁰

2.4.3 Predictive Human Error Analysis (PHEA)

Genom utvärdering identifieras eventuella fel som kan uppstå då en teoretisk brukare använder produkten. Även hur lätt det är att upptäcka fel, hur lätta de är att åtgärda, samt vilka konsekvenser de får analyseras. PHEA och CW utförs samtidigt så att de tillsammans upptäcker de problem som uppstår då produkten används.²¹

2.4.4 Rapid Entire Body Analysis (REBA)

REBA utförs för att identifiera och vikta enskilda skadliga helkroppsställningar. Första steget i REBA är identifikation av särskilt belastande ställningar, vilket ofta görs i t.ex. en HTA. Därefter poängsätts ställningen enligt ett formulär, kroppsdel för kroppsdel. Hänsyn tas till lasters vikt, kopplingseffekter (t.ex. hur bra fysiskt grepp brukaren har om lasten), överkroppens position och rörelsens karaktär (statisk eller dynamisk). Högst poäng betraktas som mest oergonomiskt. Resultaten kan jämföras med skala för att få fram grad av skadlighet.²²

2.4.5 Flödesschema

Flödesschemat används för att skapa överblick över en process samt åskådliggöra denna. Länkar mellan processer i ett handlingsförlopp redovisas i ett grafiskt schema.²³

2.4.6 Kj-analys

Syftet med metoden är att underlätta analys av stora mängder insamlat material. Insamlat material från studier portioneras ut i små delar, som består av enskilda enheter information. Därefter sorteras dessa ut i passande ämnen - som namnsätts efter innehållet. Liknande problem och krav kan identifieras från analysen.²⁴

¹⁹Karlsson et al. (2008, s.482)

²⁰Karlsson et al. (2008, s.498)

²¹Karlsson et al. (2008, s.498)

²²Karlsson et al. (2008, s.529)

²³Johannesson et al. (2004, s.465)

²⁴Bligård (2011, s.114)

2.4.7 Funktionslistning, Funktionsmindmap

De funktioner som anses nödvändiga hos produkten delas upp i huvud- och delfunktion och listas. Huvudfunktion är kärnan i produktens mål, medan delfunktioner är funktioner som samverkar för att uppnå denna. En subfunktion är en funktion som ej anses nödvändig för att produkten ska uppfylla sitt mål, men som förbättrar produktens prestanda.²⁵ En funktionsmindmap används för att presentera funktionslistningen på ett överskådligt sätt.

2.5 Idégenereringsmetoder

2.5.1 Brainstorming

Brainstorming är en metod där en grupp, inom en kort tidsram, genererar många idéer. För att inte hämma det kreativa tänkandet är det viktigt att gruppmedlemmarna fungerar socialt tillsammans. T.ex. önskas deltagarna ha samma status inom företaget, i.e. inte en blandning mellan chefer och deras underordnade. Däremot eftersträvas olika kompetens inom gruppen, detta för att vidga kunskapsområdet och därmed öka möjligheterna för mer varierande lösningsmöjligheter.

Själva idégenereringen sker genom att problemet formuleras kort och koncist. Deltagarna skriver ner eller skissar på lösningar som sedan diskuteras i gruppen. För att effektivisera bör idéer vara så kortfattade och precisa som möjligt. Kvantitet prioriteras före kvalitet. Kritik är helt förbjudet, deltagarna ska istället kombinera och förbättra de idéer och lösningsförslag som läggs fram. Även orealistiska lösningar är godkända. En avspänd, öppen och humoristisk miljö är önskad, så brainstormingen sker avslappnat.²⁶

2.5.2 Idéskiftesmetoden

Idéskiftesmetoden, även känt under namnet "6-3-5 metoden", går ut på att varje deltagare får varsitt problem att skissa idéer och lösningar på. Efter en kort tid, runt fem minuter, förklaras idéer och lösningar innan de skickas till nästa deltagare åt höger. Deltagarna fortsätter vidare på varandras idéer och lösningar. Iteration sker tills ett fullt varv har fullföljts, vilket medför att samtliga deltagare behandlat alla problemområden.^{27 28}

2.6 Visualiseringsmetoder

2.6.1 Skiss, 3D-modell, mock-up, prototyp

Skiss är en traditionell teknik för att i ett tidigt stadium visualisera och kommunicera idéer. Den utförs oftast och enklast med penna och papper, men kan även skapas med hjälp av datorprogram. Skalm modeller (modell med verkliga proportioner), mock-up (ofullständig prototyp) och prototyper (tidig produktgestaltning med en eller flera funktionaliteter) används till att testa produktens funktioner, utformningar eller egenskaper. Detta kan annars vara svårt att kommunicera på ett fullständigt sätt med skisser eller 3D-modell i ett datorprogram.²⁹

²⁵Johannesson et al. (2004, s.406)

²⁶Engelbrektsson (2010a, s.43)

²⁷Löwgren and Stolterman (2004, s.96)

²⁸Johannesson et al. (2004, s.429-430)

²⁹Engelbrektsson (2010a, s.40)

2.7 Utvärderingsmetoder

2.7.1 Konceptval enligt Pugh

Pughmatrisen är en viktig metod för utvärdering av olika koncept, där den framförallt viktar koncept mot varandra. Syftet med utvärderingen är att motivera valet av fortsatt inriktning, så att koncept som bäst uppfyller kravlistan tas vidare i projektet.

Pughsmatrisen inleds med valet av ett referensobjekt. Detta kan vara den nuvarande produkten, en konkurrents produkt eller det koncept som antas vara bäst. Koncepten jämförs sedan med detta referensobjekt och får ett värde beroende på för-/nackdelar inom varje område. Viktning av de olika områdena förekommer också.³⁰

2.8 Kommunikerande medel

2.8.1 Kravspecifikation

En kravspecifikation utförs för att samla alla de behov, krav och önskemål som har framkommit vid användarstudier eller på begäran av kund. För att ge en tydlig bild av vad som är det mest relevanta kan kraven vikta och delas upp från huvudkrav till önskemål. Dessa skall vara lösningsoberoende och om möjligt ha funktionsgränser. Kravspecifikationen kan användas för att stämma av med kunden så att inga viktiga krav och önskemål utelämnas. Vid utvärdering av arbetet kan kravspecifikationen användas för att kontrollera att alla de viktigaste delarna finns med.^{31 32}

2.8.2 Image board

En image board är ett kollage som skall kommunicera vem brukaren är och i vilken brukarmiljö som produkten skall användas. Ofta undviks bilder av människor, dock kan det vanligtvis förekomma bilder som beskriver vem brukaren är, visar brukarmiljön och produkter som kan tänkas användas av brukaren och som hör samman med omgivningen.³³

2.8.3 Scenario och Persona

Scenario är en fiktiv händelse med syfte att belysa ett händelseförlopp då produkten används.

Persona är en fiktiv person med syfte att personifiera och illustrera brukaren.³⁴

2.8.4 Miljöboard och brukarboard

Som substitut till image board, scenario och persona illustreras brukaren, brukarmiljön samt relationen däremellan i en miljöboard samt en brukarboard. Brukarboarden och miljöboarden har till uppgift att genom beskrivande bilder kommunicera en helhetsbild av de olika typer av behov, krav och problemområden som kan förekomma hos olika brukare och brukarmiljöer.

³⁰ Johannesson et al. (2004, s.133)

³¹Engelbrektsson (2010b)

³²Österlin (2003, s.43)

³³Wikström (2010)

³⁴Wikström (2010)

2.8.5 Expression association web

En expression association web används för att med ord skildra och ge en tydlig bild av de uttryck som produkten skall förknippas med. Detta skapas som en tankekarta med uttryck som definieras och beskrivs med ytterligare stödord, huvuduttrycket står i mitten och omges av resterande uttryck. En expression association web utgör ett stöd inom projektet vid designarbetet, kan användas för att skapa en expression board samt som underlag vid avstämning och diskussion med kund.³⁵

2.8.6 Expression board

En expression board används för att visuellt kommunicera det tänkta uttrycket. Den innehåller vanligen bilder som illustrerar en produkt, form, färg, material samt en metafor. Dessa uttryck ligger till grund för designarbetet och skall förmedla det som produkten skall utstråla för att överensstämma med brukarens behov och krav.³⁶

2.9 Hållbarhetsanalys

2.9.1 Sustainability Life Cycle Analysis (SLCA) matris

SLCA matrisen är ett verktyg som används för att ge en överblick över en produkts ekologiska och sociala hållbarhet genom hela livscykeln.

Livscykelfaserna som behandlas är uppdelade i delar och består av design och utveckling, råmaterial och tillverkade material, produktion, förpackning, distribution och försäljning, användning samt resthantering. Dessa ställs mot fyra systemvillkor som behandlar: vilka halter av ämnen som tas från jordskorporn, ämnen producerade av samhället som naturen utsätts för, undanträngning av natursystem samt människors förmåga att tillgodose sina behov. Dessa kombineras till en tabell där varje punkt får en ruta.

Ett antal frågor används för varje ruta för att identifiera den största inverkan på livscykelfaserna för varje systemvillkor. Beroende på om rutans innehåll identifieras som ett problemområde eller ej tilldelas svaren olika färgkoder. Förslagsvis kan rött indikera ett problemområde, gult visa att det är dugligt, grönt att det inte finns problem och blått kan användas där information saknas. Matrisen ger en tydlig bild över vad som måste åtgärdas och minskar risken att en åtgärd leder till ett nytt problem inom ett annat område.^{37 38 39}

2.9.2 Flödesanalys

En flödesanalys skall visa på de materialflöden som förekommer genom produktens hela livscykel. Detta illustreras genom att produktens ingående råvaror delas upp i ett diagram som även visar tillverknings-teknik, transport, användning och resthantering för varje råvara.⁴⁰

2.9.3 Life Cycle Assessment (LCA)

Life cycle assessment (LCA) används för att analysera produktens miljöpåverkan under hela livscykeln, från tillverkning till kassering. Detta ger en indikation på vart i produktens livscykel som mest miljöpåverkan sker och därmed vart förändringar och förbättringar kan utföras. Studien bygger på frågor

³⁵Wikström (2010)

³⁶Wikström (2010)

³⁷Nyström (2011)

³⁸Nyström (2010a, s.6)

³⁹Nyström (2010b)

⁴⁰Nyström (2010a, s.5)

som upprättas och resultatet skall ge information om de energi och materialflöden som förekommer. Denna metod kan även användas för att jämföra olika koncept ur miljösynpunkt. En LCA består av en målbeskrivning och avgränsning där syftet, systemgränser och val av produkt/koncept bestäms. Det är viktigt att samma sak mäts i varje stadie inom livscykeln för att resultaten skall vara jämförbara.^{41 42}

⁴¹Österlin (2003, s.53,43,96)

⁴²Johannesson et al. (2004, s.303)

⁴³SETAC Society of the Environmental Toxicology And Chemistry (2010)

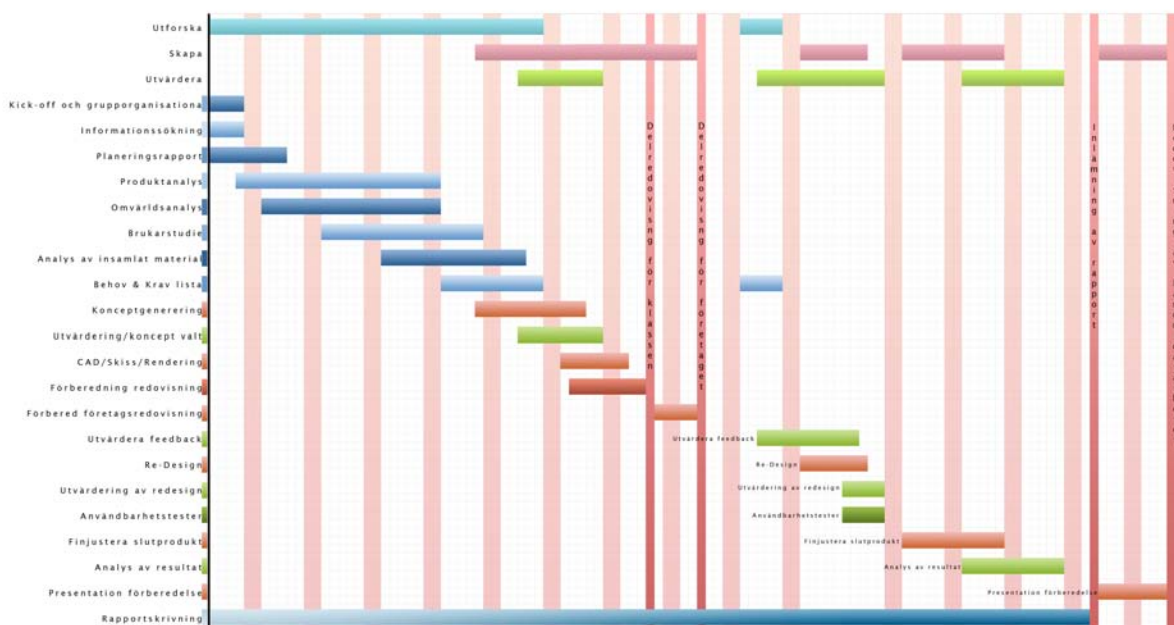
3. Genomförande

Det här kapitlet behandlar projekts upplägg och tillvägagångssätt.

3.1 Projektplanering

Genom det inledande möte med ESAB erhöles en projektintroduktion som skildrade ESABs bild av uppdraget. Där presenterade företaget verksamheten, nuvarande utbud av vagnar och produkter. De påpekade även en del problem med dagens sortiment, främst att utbudet är splittrat och onödigt brett. Vissa avgränsningar definierades, såsom att projektet begränsades till manuell svetsutrustning och inriktningen var mot kommande produkter. Det levererades även en lista med befintliga svetspaket (se .9, Referensprodukter) och vagnar att använda som referensprodukter. Dessa svetsar ansågs näst efter kommande produkter, viktiga att anpassa vagnar efter.

Uppdragsgivaren saknade inledningsvis en klar uppfattning om slutleveransens innehåll. Klart var dock att ESAB främst önskade en utförlig förstudie för fortsatt arbete, snarare än en färdig produkt. Av ESAB ansågs en probleminentifiering vara speciellt viktig. Kontakt med ESAB hölls kontinuerligt under hela projektet. För att på ett bra sätt analysera och styra förloppet bokades även planeringsmöten in under projektets gång.



Figur 3.1: Gantschema som är utformades är indelat i olika överlappande faser: Utforska, Skapa samt Utvärdera

Fasen *Utforska* bestod av de metoder som står listade under rubrikerna 3.2 Produktanalys, 3.3 Omvärldsanalys, 3.4 Teoretisk analys och 3.5 Empirisk Studie. Dessa planerades att utföras parallellt. Materialet analyserade för att identifiera problem och påbörja en kravspecifikation (*Utvärdera*).

I *Skapande-fasen* planerades att tidiga koncept skulle utvecklas från studiematerialet från *Utvärdera-fasen*. Efteråt planerades även formell utvärdering av tidiga koncept (en senare del av fasen *Utvärdera*), och fortsatt konceptgenerering.

Planerade deadlines var delredovisning och slutredovisning. Under delredovisningen skulle utkast till koncept presenteras. Slutredovisningens syfte var att behandla slutleverans enligt projektets mål.

3.2 Produktanalys

En produktanalys utfördes på ESABs nuvarande vagnar samt de referensprodukter som var aktuella för projektet, utifrån en tillhandahållen lista (se appendix .9, Referensprodukter) - som reviderades senare i projektet. Produktanalysen visar bland annat på mått och vikt samt ger en bild över de dimensioner som krävs för att vagnen skall passa till de olika svetspaketen.

ESAB delgav även information om olika svetsprocesser och -utrustning. En funktionsmindmap (se 5.3, Funktionsmindmap) skapades med information ur produktanalysen samt de empiriska studierna, som ersättning för en funktionslistning.

Hinder- och styrningstest

Ett test utfördes på två av ESABs (vagn 12, 0460 565 880, och 13, 0462 151 880) och några konkurrensters fyrhjuliga vagnar (EWM, Lincoln, Fronius, Kemppi) för att skapa en uppfattning om vagnarnas möjlighet att ta sig över hinder, styrning samt förflyttning på plant golv. Dessa vagnar framfördes över ESABs tjockaste slangpaket samt en strömkabel, hinder som enligt intervjuerna identifierades som vanligt förekommande i svetsningsmiljöer.

Monteringstest

Tre vagnar ur ESABs sortiment (nr 0459 366 887, 0460 565 880, 0462 151 880 i ESABs produktkatalog 2012-2013) användes vid ett monteringstest som utfördes på ESAB. Målet var att skapa en uppfattning om antal moment som krävs vid montering, samt att bedömma svårighetsgrad vid montering av vagnarna. Dessa leveras idag omonterade till kund eller återförsäljare. Vid utförande av testet monterade två personer samtidigt som dokumentation skedde i form av bilder, film samt anteckningar.

Miljö

LCA (appendix .2, Livscykelanalys Gammal Vagn) och SLCA (se 4.8.7, SLCA över referensprodukter) är baserade på en uppskattning av den genomsnittliga mängden material i referensprodukterna. Antaganden om material och processer i tillverkningen baserades på information från det besök som utförts hos tillverkaren. Referensprodukterna väger ca 40 kg, vilket antas vara jämnt fördelat mellan plåt och rör. Vidare tillkommer plastdetaljer i form av hjul och guide-pin vars vikt uppskattades till ca 1 kg.

Konceptförslag diskuterades med Tomas Nyström ¹.

Uttryck

ESABs nio värdeord för de olika svetsmaskinfamiljerna kombinerades till tre ord och en expressionboard skapades ur dessa, se appendix nr 5.5, Expressionboard. Detta skapade en lättare översikt, då många

¹Nyström (2012)

ord liknande varandra.

En tabell över hur uttrycken kan uppnås, appendix .5, Expressionstabell , genererades även, för att underlätta idégenerering.

3.3 Omvärldsanalys

3.3.1 Konkurrentsanalys

Utbudet av svetsvagnar hos konkurrenter (EWM, Fronius, Jasic Tech, Kemppi, Lincoln, Migatronik, Miller, WTI) identifierades genom en bildinsamling där ett kollage bildades per konkurrent.

En översiktlig analys av fem konkurrenters vagnssortiment (Fronius, Miller, Migatronik, Kemppi, Lincoln) utfördes för att se vilka möjliga lösningar som finns på marknaden idag. De vagnar och lösningar som ansågs vara intressanta från konkurrenterna jämfördes med motsvarande hos ESABs vagnar i en enkel för- och nackdelista. Appendix .10, Pughmatris Konkurrenter.

3.3.2 Regler och lagar

En sammanställning av de arbetsmiljöregler som finns för svetsning och arbetsplatser där svetsning vanligen förekommer upprättades. Detta gjordes för att få reda på vilka krav som vagnen och arbetsutrustningen måste uppfylla vad gäller bland annat säkerhet, miljö, materialhantering, gashantering, trucklyft samt ergonomi. Dessutom erhöles mått på utrymnings- och gångvägar från dessa källor.

Även de krav som föreligger på en yrkesverksam svetsare samlades in genom arbetsgivare och Arbetsförmedlingen.

3.3.3 Antropometriska mått

ESAB räknar, förutom sin kärnmarknad Europa, även Sydamerika och Asien som viktiga områden. Från dessa valdes Sverige, Brasilien och Kina ut. Utrustningen bör vara anpassad för användning i dessa områden. För att ha möjlighet att göra en så ergonomisk produkt som möjligt ansågs det nödvändigt att se hur kroppsstorleken och mått skiljer sig åt i dessa länder. Därför utfördes en antropometrisk studie genom litteratur. En tabell skapades över hur antropometriska mått skiljer sig för vuxna män i Sverige, industriarbetare i Brasilien samt industriarbetare i Kina, se avsnittet Antropometrisk mått 4.3.4.

3.4 Teoretisk analys

3.4.1 Hierarkisk Uppgiftsanalys (HTA),

Syftet med HTA:n var att ge projektgruppen förståelse kring hur svetsningsarbete utförs.

HTA:n behandlar endast förberedande av svetsningsarbetet, från slut av föregående svetsning till starten av nästa svetsning. Informationen är främst baserad på empiriska studier i fält, samt material från ESAB. Se appendix .7, HTA.

3.4.2 Cognitive Walkthrough (CW) och Prescriptive Human Error Analysis (PHEA)

CW och PHEA utfördes samtidigt. Relevanta områden ansågs vara kran- och trucklyft, handdragen förflyttning, förvaring, byte av gasflaska, byte av trådrulle (MIG/MAG), montering av vagn samt miljö.

Informationen är baserad på kunskap kring kognitiv ergonomi, studier i fält samt material från ESAB. Syftet var att identifiera brister och möjliga felsteg som kan uppkomma i hantering av produkten. Se appendix .1, CW/PHEA.

3.4.3 Flödesschema

Flödesschemats uppgift var att ge projektgruppen förståelse kring hur svetsningsarbete utförs, likt HTA:n. Flödesschemat fokuserar främst på förberedande av svetsningsarbetet, från slut av föregående svetsning till svetsningsarbetets slutpunkt. Processen att svetsa är kortfattat beskriven, då fokus inte låg på den del av förloppet. Informationen är främst baserad på empiriska studier i fält, samt material från ESAB. Se appendix .8, Flödesschema.

3.4.4 Kj-analys

Sammanställning av data från studier delades upp enligt en frågemall, som skrevs ut och klipptes isär för att sedan sorteras efter gruppstillhörighet. Exempel på grupper som skapades var: tråd, gas, förflyttning, miljö samt brukare. Kj-analysen ledde till kravspecifikation samt reducerade och kategoriserade datan för en bättre överblick.

3.4.5 REBA

En *Rapid entire body analysis* genomfördes på två moment som identifierats som potentiellt oergonomiska i hanteringen av Trolleys nr 12 (0460 565 880) och 13 (0462 151 880). Momentet som valdes var när vagnarna behövde lyftas respektive tippas för att komma över ett slangpaket. *REBA*-metoden ansågs intressant då den ger en uppskattning kring oergonomiska moment. För poängsättning och summering användes *Practical Ergonomics* formulär, *REBA Employee Assessment Worksheet*. Se appendix .4, REBA.

3.5 Empirisk Studie

Både brukare och användningsmiljö för vagnarna kan variera ganska kraftigt beroende på vilken arbetsplats som undersöks. På grund av detta utfördes studierna på olika typer av arbetsplatser där svetsning förekommer. Semi- och ostrukturerade intervjuer utfördes. Urvalet var representativa brukare: yrkesverksamma svetsare och arbetsgivare.

3.5.1 Verkstäder och Cityvarvet

Fem verkstäder (Gothia Mekaniska, Sk licenssvets, ESAB Processcenter, Cityvarvets Verkstad, SMK) besöktes för att täcka in olika typer av verkstadsmiljöer och se skillnader mellan dessa. Ett besök på Cityvarvet (som även har en verkstad) gjordes för att se hur produkten används i de mer extrema förhållanden som kan förekomma, bl.a. i trånga utrymmen, höga höjder samt med många hinder. Besöken bestod dels av observationer av miljöer samt intervjuer kring vagnar, svetsutrustningen och hur dessa används. Även intervjuer och en fokusgrupp utfördes i och med besöken vilket resulterade i djupare förståelse för olika användningssituationer och de problem som kan uppstå.

3.5.2 Skövde Maskinkonstruktioner (SMK) - tillverkare

Ett besök hos dagens vagnstillverkare i Skövde genomfördes. Detta gav information om tillverkningsprocessen, olika tillverkningstekniker samt kostnadseffektivitet vid vagnstillverkning. En rundtur i tillverk-

Plats	
Gothia Mekaniska	Rundvisning i verkstad, observation av svetsningsarbete, fokusgrupp med ca 10 svetsare samt förman, intervjuer med 5 svetsare
SK Licenssvets AB	Rundvisning och intervju med en svetsare, förman och kvalitets- och miljöansvarig
ESAB Processcenter	Rundvisning, observation av svetsningsarbete (även deltagande), intervju med 1 svetsare och förman
Cityvarvets Verkstad	Rundvisning på verkstad och skeppsvarv, intervju med förman och servicepersonal (en)
SMK AB	Rundtur i tillverkning, intervju med VD och anställd inom Order och Produktion
Svetsteknik	Intervju med 2 återförsäljare, varav en även servicepersonal

Tabell 3.1: Specifik information kring de besök som utförts.

ningslokalen samt en intervju med deras VD, Joakim Holm, utfördes. En intervju med en anställd inom order och produktion utfördes även. Detta kombinerades med observation av manuell svetsning.

3.5.3 Svetsteknik - återförsäljare samt serviceverkstad

En återförsäljare besöktes för att ta reda på vad kunderna efterfrågar vid köp. Observationen och semi-/ostrukturerade intervjuer genomfördes med två säljare, varav den ena även utförde service. Undersökningen innefattade även för- och nackdelar med olika typer av utrustning och vagnar. Då service även utfördes på plats återfanns information om vanliga problemområden hos utrustningen. Svetsteknik saluför ESAB och Fronius, men tar in andra märken på service.

3.5.4 Svetskurs - ESAB processcenter

För att förstå hur själva svetsningen utförs, samt uppmärksamma svårigheter som kan förekomma, gick gruppen en svetskurs på ESAB processcenter. Detta bestod av en teoretisk genomgång av utrustningen och olika typer av svetsning samt svetsning med MMA- och MIG-maskiner. Instruktören intervjuades även om problemområden kring vagnar och svetsning.

3.6 Analys

3.6.1 Utmaningar och kravspecifikation

Som steg i att konkretisera och förenkla idégenerering sammanställdes en lista med utmaningar som identifierats under projektets gång.

Utifrån de utmaningar som uppkommit under studien författades en kravspecifikation (appendix .6, Kravspecifikation). Kravspecifikationen skickades till ESABs för avsyning samt feedback och kraven viktades tillsammans med ESAB-anställda. Flertalet krav lämnades ospecificerade med avsikt att låta ESAB fortsätta utveckla kravspecifikationen efter projektets avslut.

3.6.2 Miljöboard, expressionboard och brukarboard

Som substitut till *imageboard*, scenario och persona illustreras brukaren och brukarmiljön i en “brukarboard” (se 4.3, Brukaren) respektive en “miljöboard” (se 4.4, Miljön). Detta på grund av stora skillnader som förekommer i projektet mellan olika typer av brukare och brukarmiljöer.

De uttryck som uppkommit under studien låg till grund för en *expressionboarden*. Ur de uttryck som hittades skapades även en tabell (appendix .5, Expressionstabell) för att underlätta idéframkomst. Tillsammans med *expressionboard* (se 5.2, Uttryck) låg brukar- och miljöboard till grund för idégenerering.

3.7 Idégenerering

Generering av konceptidéer genomfördes med olika metoder och dokumenterades med skisser och modeller. För att skapa nya idéer och inspirera inleddes idégenereringen med brainstorming. Idéskiftesmetod användes även, tillsammans med mentorgrupp från masterprogrammet, IDE (Chalmers Tekniska Högskola). Tillsammans med dessa användes brukar-, miljö- och *expressionboard*. Metoderna ittererades.

3.8 Utvärdering av koncept

Efter en delredovisning på ESAB hölls separata möten med ett flertal av åhörarna, med specialistkunskap inom bl.a. design och utveckling, mekanik, marknad och produktplanering samt inköp. Med utgångspunkt i den feedback som framkom från dessa möten utfördes en utvärdering av koncepten. Beslut togs om att arbeta vidare med ett antal av dellösningarna medan andra utgick. Dessutom beslöts att genomföra en materialstudie för att se över möjligheten att använda alternativa material.

3.9 Vidareutveckling och specifiering

Utveckling av nya koncept till den bestämda vagnsfamiljen byggde på en specifiering av bl.a. vilka svetspaket varje vagn skulle passa till, funktioner, syftet med vagnen samt användningsmiljö.

En sammanställning och gruppering av de olika svetspaketen utfördes i matrisform med åtta olika vagnstyper som baserades på uppdelning med typ av svets (MMA, MIG/MAG, TIG) samt klasskategori (Caddy, Origo, Aristo). (Se 4.1.4 Referenssvetspaket). Valet av antal vagnar i vagnsfamiljen bestämdes med hjälp av sju pugh-matriser där olika kombinationer av alternativen jämfördes (med avseende på dimensioner, funktioner, försäljningsvolym etc).

3.9.1 Materialstudie

Efter delredovisningen stod det klart att en materialstudie var intressant att genomföra då detta hade möjlighet att leda till koncept med lägre priser och andra typer av lösningar.

Information om plåt och hållfasthet erhöles genom en litteraturstudie. En aluminiumtillverkares (SA-PA) konstruktörshandbok studerades, och kontakt togs även med personer på företaget för att besvara frågor. Hjul tillverkaren Tellus, som i dag leverar hjul till tillverkaren av de nuvarande vagnarna, butik besöktes i Stockholm. Dessutom gjordes en studie på skruvstorlekar genom försäljare², via hemsidor och telefonkontakt.

För hållfasthetsfrågor konsulterades Göran Brännare, Produktutveckling Chalmers Tekniska Högskola.

²Sifvert Skruv (2012)

3.10 Slutkoncept

Materialstudien ledde till att aluminium valdes som material att arbeta vidare med. Detta på grund av klara fördelar i funktion och tillverkningsvolym vilket bidrar till att hålla nere kostnader. Aluminiumprofilens utformning designades från grunden (m.h.a. SAPAs konstruktionshandbok), för att möjliggöra modulärtiet och specifika funktioner.

Fastställande av slutkoncept skapades efter en lista med utformningsdetaljer och tekniska principer. Detta gällande val av interaktionsytor, hjul och -infästning, material, förvaringsmöjligheter, utformning för stabilitet, möjliggöring av lyft med olika lyftdon samt placering av svetspaketens olika delar m.m. Utifrån dessa resultat skapades skisser och CAD-ritningar av slutkoncepten, se 8 Slutkoncept.

4. Resultat av studie

Kapitlet innehåller resultatet av förstudien med ingående information kring produkt, brukare och miljö.

4.1 Produkten

Delar som identifierats ingå i svetsssystemet samt observationer kring användet beskrivs. Referensprodukter analyseras med avseende på dimension, användning och montering.

4.1.1 HTA och Flödesschema.

HTA (över svetsningsarbetets slut till nästa svetsnings start) finns som appendix .7, HTA. Flödesschema appendix .8, Flödesschema. Detta gav överblick över de steg som krävs, och vilket behov av pålastning som finns hos vagnarna.

4.1.2 Vagnar

Vagnssortimentet hos ESAB är i dag splittrat. I katalogen finns 13 modeller i vagnskapet¹. Ytterligare en finns angivet med artikelnummer på annan plats i katalogen. ESAB uppskattar att det med lokala variationer existerar 50 varianter. Vagnarnas utformning är kraftigt åtskild och saknar till stor del gemensamma delar och formelement. Inköpspris för ESAB är mellan 1000-2000 kronor för dagens vagnar.

ESAB berättar själva att de i sin utvecklingsprocess fokuserar på svetsmaskinerna, och att utformningen av vagnarna ofta kommer i slutet av projektet. Detta leder till korta utvecklingstider och brist på helhetsinsikt.

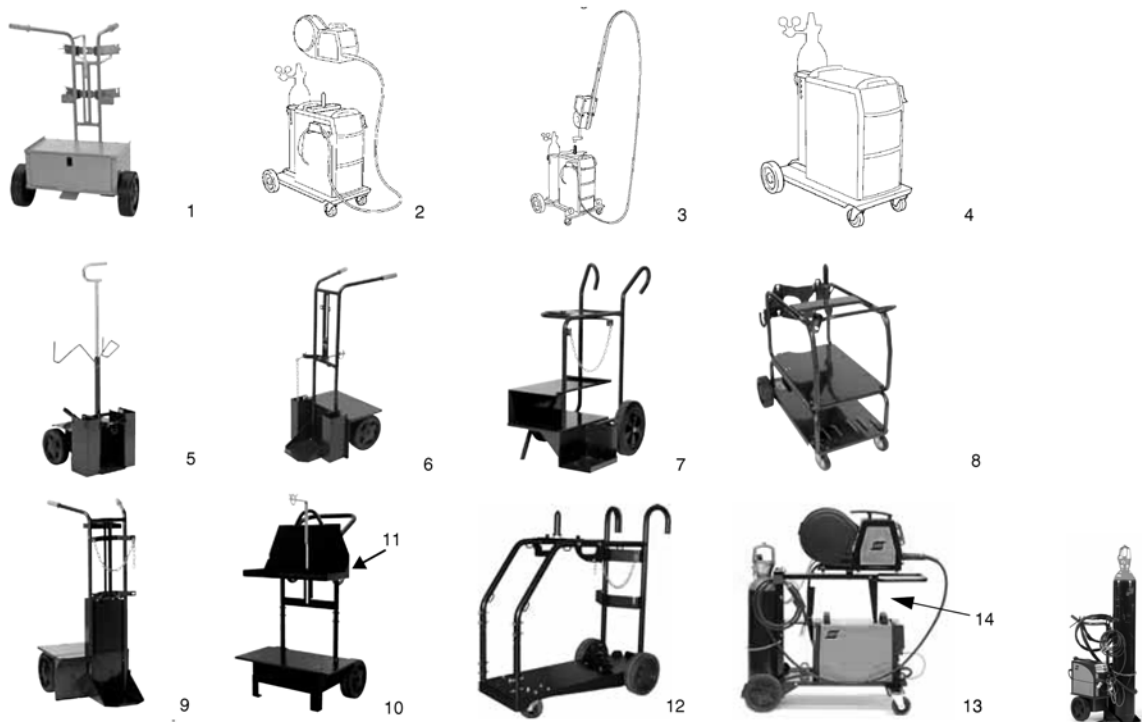
Både två- och fyrhjulsvagnar saluförs. Tvåhjuliga riktas mot mindre maskiner utan externt matarverk, medan fyrhjuliga oftast används med matarverk. De fyrhjuliga har som regel två stora hjul och två mindre hjul med styrningsfunktion (kallade länkhjul). Det finns även "wheel-kit" som tillhör. Detta innebär att enbart hjul monteras under strömkälla eller kylarenhet (i de fall en sådan används).

De större hjulen på vagnarna, både fyr- och tvåhjuliga, är helt gjord i plast och är till stor del samma för alla vagnar.

¹ESAB (2012, s.12,64)



Figur 4.1: Dagens stora plasthjul och länkhjul med styrfunktion.



Figur 4.2: Ur ESABS katalog 2012-2013. ESABs vagnssortiment 1-13 (11, 14 är tillbehör). 2-hjulsvagn nr 0460 330 880 till höger.

1	2 (MIG)	3	4 (TIG)	5	6	7 (MIG /TIG)	8 (MIG /TIG)	9	10 (ut- an gas)	12	13
0301	0458	0458	0458	0459	0459	0459	0460	0460	0460	0460	0462
100	530	603	530	366	366	366	060	330	564	565	151
880	880	880	881	885	887	890	880	880	880	880	880

Tabell 4.1: Artikelnummer.

Frakt

Det viktigaste måttet den emballerade vagnen måste anpassas till är europapallar (800x1200 mm), då dessa används för att förflytta förpackade vagnar. Europapallarna används i hela förloppet, från tillver-

kare till återförsäljare eller kund. Efter tillverkningen kan paketen fraktas på pallar, antingen i container eller på lastbil.

Priset är 2-2,5 kr/kg vid fullastade containrar m.a.p. vikt (20-22 ton) vid sjöfrakt från Kina. ² Det är dock volymen som är den styrande faktorn, eftersom en kubikmeter räknas som 167 kg ³. Därför ligger fokus på att minimera packningsvolym.

4.1.3 Svetspaket

Det här avsnittet behandlar ingående delar i svetspaket, tillsatsmaterial och slitdelar i detalj samt monterings- och dimensionsanalys av referensprodukter. ⁴

Ingående delar

Se nedanstående avsnitt för mer detalj kring de olika delarna. Ingående delar är intressanta då dessa skiljer mellan svetstekniker, och därmed miljöer. Detta leder till att olika krav ställs på vagnarna.

MMA: strömkälla, jordklämma, slangpaket/kablage, elektrodpinnar och koppling

MIG/MAG: inert/aktiv gas (stor/liten flaska alt. centralgas dvs gas som tillförs genom slang från annan plats), strömkälla, ev. kylvhet, elektrod (tråd på rulle) i matarverk, jordklämma, svetspistol, slangpaket/kablage

TIG: inert gas (stor/liten flaska/centralgas), strömkälla, ev. kylvhet, wolframelektrod (som ej konsumeras), elektrodpinnar, jordklämma, svetspistol, slangpaket/kablage

Strömkälla, Power source

Strömkällan är kärnan i svetssystemet som övrig utrustning kopplas till. Den största enheten och ingående delen förutom Strgasflaskan. Kan ha olika utformning beroende på vilken typ av svetsning som den är avsedd för.

På strömkällans övre del sitter reglage i form av rattar. Det kan även förekomma en skärm intill reglagen.



Figur 4.3: Strömkälla och kylvhet, Caddy Tig 22001i och Svetspaket Origo 40041i- och 50041i-familj.

²Nitator

³Ränge (2012)

⁴ESAB (2008b) ESAB (2008a) ESAB (2012)

Kylenhet, Cooling Unit

Kylenheten är vätskekylning som kopplas till vissa strömkällor för att kunna kyla både strömkälla och pistol. Monteras på ESABs befintliga sortiment ihop med strömkällan, under denna.

Matarverk, (Wire)Feeder

Matarverket används för MIG-/MAG-svetsning och innehåller elektrodtråd på rulle, vilken matas till svetspistolen genom ett slangpaket. Matarverket kan vara inbyggt i strömkällan (Caddy) eller som en separat enhet.

Vid separata matarverk finns reglage på dessa, mer avancerade matarverk har även skärm. På vissa modeller är skärm- och reglagedel en separat enhet.



Figur 4.4: Matarverk till Aristosvets där skärm- och reglagedel är avmonteringsbar. Matarverk till Orgiosvets.

Matarverk kan lossas från svetspaket och föras närmare svetsningsarbetet. På existerande matarverk löses detta genom att matarverket, som har ett hål i botten, placeras på en s.k. *guide pin* .9, monterad på ovansida av strömkälla eller vagn. På detta vis har matarverket möjlighet att rotera för att bättre riktas mot svetsningsarbetet. Löstagbara matarverk har ibland egna hjul, som kan köpas till som separata *wheel-kit*.



Figur 4.5: Det finns även fall där dubbla matarverk används, då brukaren vill ha möjlighet att lätt byta mellan olika trådtjocklek.

Guide pin

En *guide pin* Fäste för matarverk i form av en upprätt stående pinne eller pigg, 160 mm hög.



Figur 4.6: Guide-pin

Gas

Gas används i TIG- och MIG/MAG-svetsning. Den kan förekomma som centralgas, som är extern gas kopplad med slang till svetspaketet, eller från medtagen gasflaska.

Gasflaskan är tyng och otymplig. Den innehåller dessutom gas som måste hanteras varsamt. Brukaren hyser viss osäkerhet vid hantering, och ser gärna att gasflaskan befinner sig på en säker placering.

Höga säkerhetskrav finns vid hantering av gasflaskor. Flaskorna får ej förvaras i lokalen/byggarbetsplatsen, utan positioneras på speciellt avgränsad plats utomhus då de ej används. Dessutom måste extra försiktighet mot slag och åverkan ombesörjas. Gasflasksreglaget är inte dimensionerat att lyftas i, trots detta görs det ibland med kran/travers då gasflaskan helt saknar andra handtag.

AGA	Liten	Stor
Volym	20 l	50 l
Ytterdiameter	204 mm	230 mm
Höjd	1065 mm	1775 mm
Tyngd, fylld	-	ca 80 kg

Tabell 4.2: Gasflaskornas dimensioner och tyngder, tagna från AGA. Viss variation kan förekomma mellan tillverkare.

5.

Gas kan inte användas utomhus utan lä, då vinddrag för bort gasen och dess skyddande inverkan på svetsfogen. Därför föredras MMA-teknik vid svetsning utomhus.

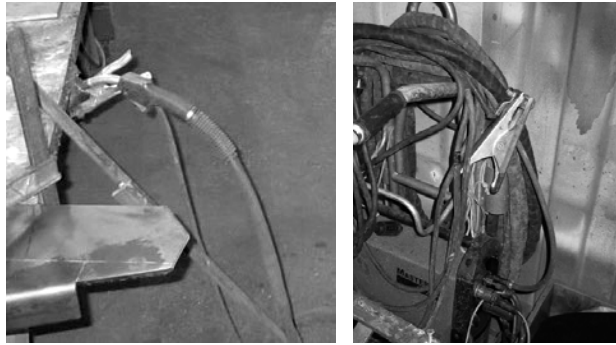
Det finns fall där dubbla gasflaskor används för att medge olika typer av svetsning, då brukaren vill ha möjlighet att lätta byta mellan dessa.



Figur 4.7: Små gasflaskor inne i verkstad. Stor gasflaska.

Jordklämma/Återledare

Fästs i arbetsstycket eller anliggande metallyta och har som syfte att leda strömmen. Ansluten med sladd till svetspaketet.



Figur 4.8: Jordklämmor.

Kablage

Strömkällan måste anslutas till nätström - vilket kräver en kabel. Denna är en fast del av strömkällan och måste transporteras med den. Vidare kan det finnas kablar kopplade till annan typ av utrustning, som exempelvis matarverk - dessa kablar kan vara väldigt långa för att tillåta att matarverket bärs närmare svetsningsplatsen. ESABs elkablar är kring 17-18 mm i diameter.

Kablage som förekommer till svetspaketen:

- Elkabel: Från eluttag till baksida av strömkälla.
- Jordkabel: Från framsida av strömkälla till jordklämma.

Slangpaket

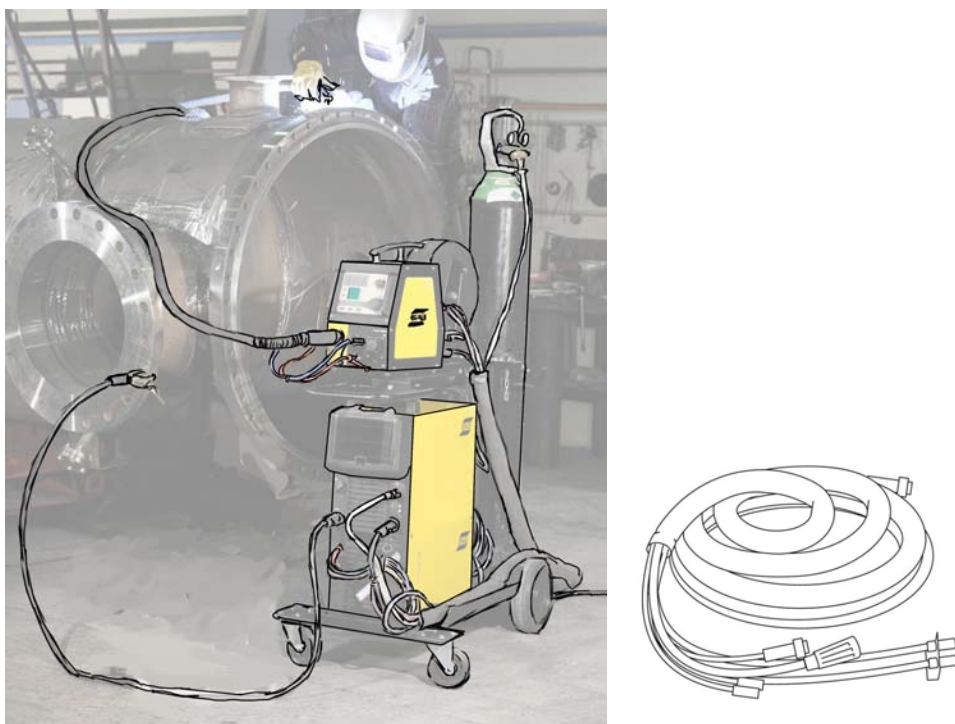
Slangpaketet är kopplingen mellan brukarens handhållna svetspistol och svetsutrustningen. Det kan vara uppemot 50 m långt, men oftast används kortare varianter. Paket förekommer som mer eller mindre tjocka slangar - och är egentligen en kombination av olika kablage (ström, kylning, trådmätning etc). Olika tjocklekar förekommer, 55 mm i diameter är vanligt.

Slangpaketet är kopplat antingen direkt till en kompakt strömkälla (med integrerat/utan matarverk) eller till ett separat matarverk (MIG/MAG Aristo och Origo).

De lastas ofta på handtag, över svetspaketet eller rullas över brukarens axlar.

Slangpaket som förekommer till svetspaketen:

- Svetskabel: Slangpaket från matarverk (MIG/MAG) eller strömkälla (TIG/MMA) till svetsningsarbete
- *Interconnection cable*: Slangar från kylare och strömkälla till baksida av matarverk (MIG/MAG), Gastillförsel (MIG/MAG/TIG)



Figur 4.9: Slangpaket och kablage. MIG/MAG-maskin med stor gasflaska.

Avlastningsarm/mast

Avlastningsarm används för att höja upp slangpaket samt pistol och på så sätt minska belastningen på brukaren. Monteras på strömkällan och riktar matarverket uppåt. Detta förskjuter dock systemets tyngdpunkt vilket kan leda till att stabiliteten försämras.



Figur 4.10: Avlastningsarm.

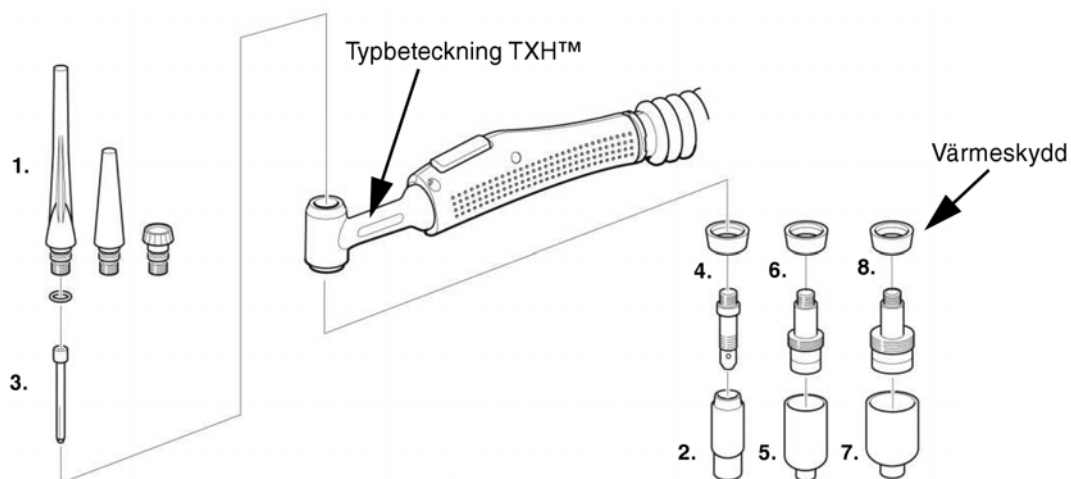
Svetspistol, -brännare och -koppling

Svetspistol (MIG/MAG) och brännare (TIG) Består av handtaget som brukaren håller i och svetsmunstycket i vars ände själva svetsningen utförs. Har olika utformning beroende på svetsningsmetod. I de fall MMA brukas används en koppling på slangpaketet.

I svetspistolen finns delar som ofta behöver bytas ut, s.k. slitdelar (se figur 4.12, TIG-brännare med slitdelar.). Brukaren bär vanligen med sig reservdelar, beroende utav typ av svetsningsarbete.



Figur 4.11: Exempel på MIG/MAG-pistoler. Exempel på TIG-brännare och MMA-koppling.



Figur 4.12: TIG-brännare med slitdelar.

Tillsatsmaterial och elektroder

En elektrod är den komponent som leder elektrisk ström mellan pistol och arbetsstycke. Inom olika former svetsning används en mängd olika former av elektroder.



Figur 4.13: Elektrodförvaringsskåp på Cityvarvet, Göteborg.

Tillsatsmaterial är benämning på elektroder som konsumeras och andra material som tillsätts in i svetsfogen. De är känsliga för fukt, smuts, damm och fett som kan medföra svetsfel. Dessa förvaras ibland i specialskåp med syfte att skydda dem.



Figur 4.14: Elektrodrulle för MIG/MAG.

MIG/MAG använder tråd på rulle (5-30 kg, dock är mindre storlekar vanligast. 18 kg är t.ex. största storleken som används på ESAB processcenter) som matas automatiskt av ett matarverk. Inom MMA brukas belagda pinnar eller rör vilka tillsätts manuellt. TIG-svetsning använder okonsumerande elektroder av

wolfram (175 mm långa) som inte räknas som tillsatsmaterial. Istället matas handhållet tillsatsmaterial in från sidan, bredvid elektroden.

Pinnelektroder- och tillsatsmaterial förvaras i fyrkantiga eller cylindriska paket. Andra former av elektroder förekommer, t.ex. pulver (SAW). Dessa paket tas med ut på arbetsplatsen, och bärs med svetsaren eller förvaras på vagnen.



Figur 4.15: Förpackningar med elektroder.

4.1.4 Referenssvetspaket

Detta kapitel innefattar de svetspaket som vagnarna är önskvärda att vara kompatibla mot.

Nya svetspaket

ESABs kommande svetspaket är primära som referensprodukter.

Gamla svetspaket

Nuvarande svetspaket som kommer att fortsätta säljas är aktiva som sekundära referensprodukter. Se appendix .9, Referensprodukter för fullständig lista.

ESABs nuvarande sortiment av svetspaket innefattar olika grupper (som alla har maskiner som används inom MIG/MAG, TIG eller MMA):

Caddy® Nätta och mer ergonomiska maskiner som främst används i fält. MIG/MAG-svetsen har matarverk som är inbyggt i strömkällan.

Origo™ Basmaskin, större.

Aristo® Högrissegment, avancerade funktioner.

Dimensionsanalys

	Caddy								Origo								Aristo															
Arc	Vikt	Längd		Bredd		Höjd			Vikt	Längd		Bredd		Höjd			Vikt	Längd		Bredd		Höjd										
	7,9	10,5	0	418	188	188	208	208	0	40	0	652	0	249	0	423	33	63,5	610	714	249	256	423	701								
	Namn																															
	Caddy Arc 151i				Pris		€	Volym		Origo Arc 4000i				Pris		€	Volym		Aristo Mig 3001i				Pris		€	Volym						
	Caddy Arc 201i				470		770		90						1500		0		Aristo Mig 4001i				10k		13k		3600					
	Caddy Arc 251i																															
																																
Mig/Mag	Vikt	Längd		Bredd		Höjd			Vikt	Längd		Bredd		Höjd			Med matarverk															
	11,4	11,5	0	449	198	198	347	347	0	120	0	800	0	350	500	756																
	Namn																															
	Caddy Mig C160i				Pris		€	Volym		PS1				Pris		€									Volym							
	Caddy Mig C200i				540		700		200						2500										5100							
																																
Tig	Vikt	Längd		Bredd		Höjd			Vikt	Längd		Bredd		Höjd																		
	9,2	21,7	0	418	0	188	208	482	33,5	54	0	714	0	249	423	693																
	Namn																															
	Caddy Tig 1500i				Pris		€	Volym		Origo Tig 1500i				Pris		€									Volym							
	Caddy Tig 2200i				1000		1900		780		Origo Tig 3001i				2500										100							
	Caddy Tig 2200i																															
																			Utan matarverk													

Kolonner ordnade Min - Max
0 betyder antingen okänd eller samma som max

Figur 4.16: Kolonner ordnade Min - Max . 0 betyder okänd eller samma som max.

Tabellen visar skillnader i mått, samt pris- och volymbild, för olika referensproduktgrupper i ESABs sortiment. Då Aristomaskinerna är "kombimaskiner", som både kommer att saluföras med och utan matarverk, har dessa två kategorier.

Monteringsanalys

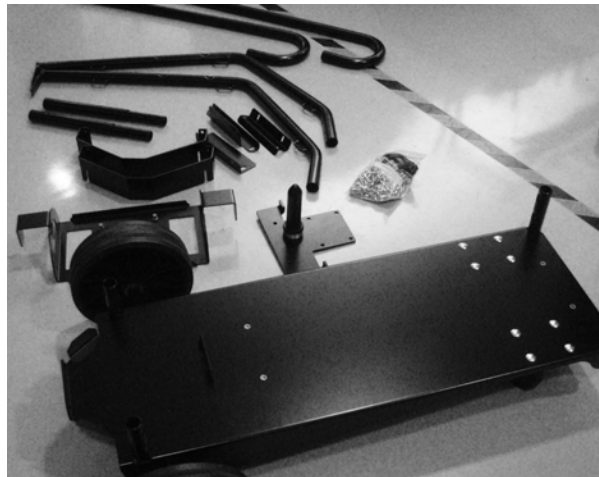
Tre av ESABs vagnar monterades. Under monteringsanalysen framkom att hanteringen av skruvar skiljer mellan vagnarna.

Vagn 6 (0459 366 887) är en tvåhjulig vagn som hade många olika skruvar - vilket förlängde monterings-tiden då dessa var tvungna att identifieras. Dessutom fanns svårigheter att komma åt och montera i trånga utrymmen på vagnen. För brukare med stora händer är detta ett speciellt stort problem.



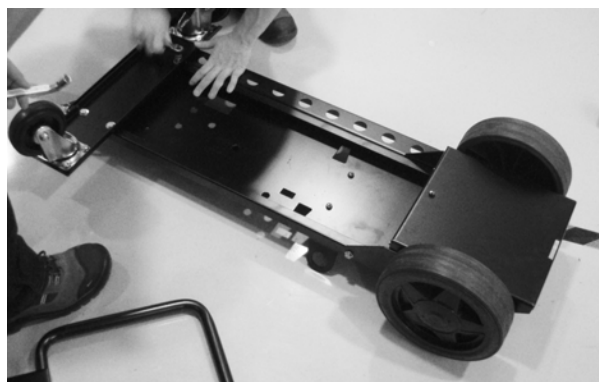
Figur 4.17: Vagn 6.

Både vagn 12 (0460 565 880) och Vagn 13 (0462 151 880) är fyrhjuliga. Vagn 12 hade två sorters skruvar, varav en del monterades i förgängade hål och resten med låsningsmuttrar. Dessa fanns i större antal än på vagn 6, vilket dock förenklade monteringen. Det fanns möjlighet att montera handtagen åt fel håll - vilket även skedde under testet.



Figur 4.18: Fyrhjulsvagn nr 13.

Vagn 13 använde en sorts skruv, dessa monterades i förgängade hål vilket förenklade monteringen avsevärt. På grund av vagnens utformning gick den inte att montera färdigt utan svetspaketet. Detta gjorde att vagnens monteringssteg inte kunde testas fullt ut. Trots detta bedömdes vagnen vara relativt enkel att montera. Båda fyrhjuliga vagnarna hade lättare monteringssteg än den tvåhjuliga.



Figur 4.19: Fyrhjulsvagn nr 13

Slutsatsen är att monteringen underlättas av färre typer av skruvar, samt ett ökat antal av färdigmonterade delar (t.ex. gängade skruvhål). Dessutom är det nyttigt om flera typer av brukare har möjlighet att komma åt i, t.ex. trånga utrymmen på vagnen.

4.2 Konkurrenter

Kapitlet behandlar resultatet av ett styrningstest och en undersökning av konkurrenters utbud.



Figur 4.20: Vagnar under monteringstestet.

I det hinder- och styrningstest (se 3.2 Produktanalys) som genomfördes uppdagades att de fyrhjuliga vagnarna, oavsett tillverkare, hade stora svårigheter att ta sig över hinder. Hos de konkurrenter som testades (EWM, Lincoln, Fronius, Kemppi) var också avsaknaden av handtag utmärkande. De flesta fyrhjuliga vagnar hos alla konkurrenter saknar ordentliga handtag. Fronius utmärker sig i undersökningen då vagnen har större länkhjulen (de mindre hjulen som har styrfunktion).

Överlag är utbudet av vagnar på marknaden, med några undantag såsom Kemppi, ogenomarbetade designmässigt. Antingen använder de samma tekniska lösning eller så ser de orobusta ut. Bottenplatta med uppstickande rygg på baksidan av svetspaketet är mest frekvent på fyrhjuliga vagnar. Fronius utmärker sig genom att ha en annan ytbehandling (grå, kornig) och grövre formspråk. Återförsäljaren upplevde detta som mycket positivt, p.g.a bättre korrosionsmotstånd. Även EWM har genomarbetade tvåhjuliga vagnar.

Det vanligaste materialet för vagnar är svartplåt, som sedan pulverlackerats. Även galvaniserad plåt (zinkbehandlad plåt) förekommer.

Kabelupphängning finns hos en handfull av konkurrenterna, men saknas hos många. Dock finns en annan intressant teknisk lösning hos en konkurrent: gasflaskehyllan (benämns här efter tippbräda) kan lutas för att lättare montera gasflaska. När gasflaskan sedan är monterad håller tyngden hos flaskan ned hyllan. Dock är hyllan monterat så pass lågt att markfriången hindras, samt att den vassa kanten på undersidan lätt kan dra sönder kablage som vagnen kör över.

Kemppi har en tvåhjulig lösning där brukaren istället för handtag använder toppen av gasflaskan, och integrerat handtag på svetspaket, för att förflytta svetspaketet.

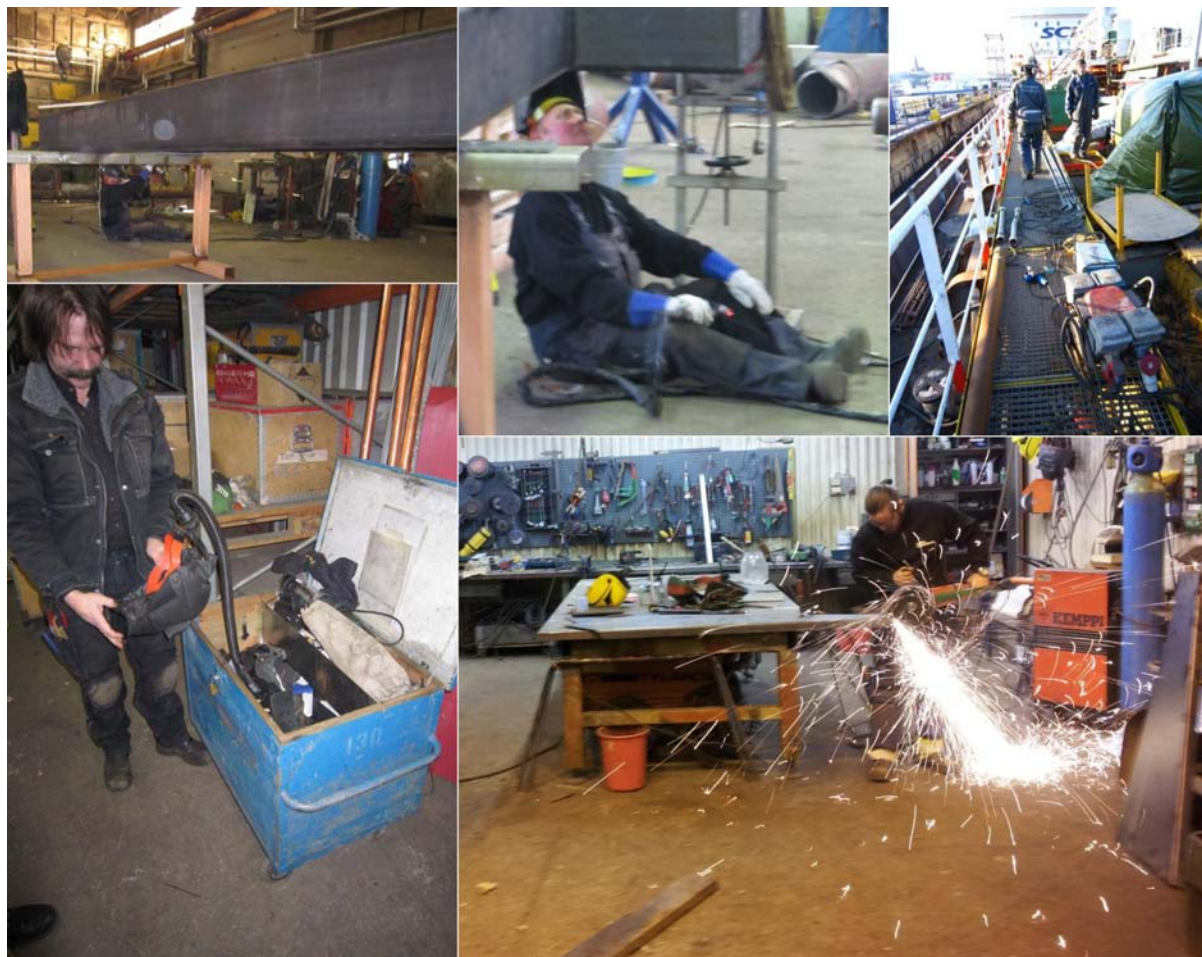
Värt att notera är även Fronius lösning med lutat trådrullehållare på matarverket. Denna lösning förbättrar trådrullmontage ur ergonomisk synvinkel, genom enklare inpassning. Vid kundbesök noterades att Migatronik hade en liknande lösning, som dock hade problem med plastkåpan.

Prisuppgifterna är på många platser otydliga eller svåråtkomliga, men av information på internet och återförsäljare framkom att många vagnar är dyrare än ESABs. Priserna är dock listpriser - vilka är relativt ointressanta eftersom kostnaden nästan alltid förhandlas fram och därmed skiljer sig kraftigt.

4.3 Brukaren

Kapitlet behandlar brukarna och deras förhållande till produkten. Detta görs med avseende på exempelvis attityder och inställning, antropometriska mått och vilken utrustning som krävs. Samt de skador och svårigheter brukaren utsätts för i användandet av produkten.

Primärbrukare är svetsare, professionella metallhantverkare. Sekundärbrukare återfinns också: Service-tekniker, inköpare, truck- och kranförare samt säljare.



Figur 4.21: För att beskriva, samt förklara, brukaren skapades en imageboard.

4.3.1 Attityder

Svetsare har vitt skilda meningar om vad som förenklar och försvårar deras arbete, men många har starka åsikter. De är i många fall självständiga och förändrar gärna utrustningen själva för att bättre tillse sina behov. Brukarna är händiga och har själva försökt att lösa vissa problem som uppstår, t.ex. egenmontering av delar de saknar och reparation av skador.

Brukarens primära mål är att effektivisera sitt arbete: tids- och kvalitetmässigt. Det leder till att brukaren hanterar både sig själv och produkten ovarsamt. Skadeförebyggande åtgärder prioriteras ej.

Svetsning kan betraktas som ett industriellt hantverksyrke. Många svetsare hyser stolthet över sitt arbete. Även om de klagar över slitsamhet ser de skadliga sysslor som en självklarhet. Även slarv förekommer. Brukaren känner också en stor förväntan på produkten och vad den ska tåla. Detta tillsammans ökar risk för skador på brukare och produkt.

4.3.2 Arbetsskador

I dagsläget är många svetsare yngre män då arbetet är slitsamt. Svetsningsarbetet innefattar tunga lyft (byte av gasflaska, matarverksmontering, byte av matarverkstråd, förflyttning av utrustning och material) samt obehagliga arbetsställningar. Intervjuade brukare klagade på belastnings- och förslitningsskador.

4.3.3 Utrustning

Förutom svetspaketet, slitdelar och tillsatsmaterial använder brukaren även annan utrustning. Personlig skyddsutrustning (handskar, skyddshjälm, friskluft), ytterkläder, verktyg och annan skyddsutrustning (mot t.ex. fall och brand) är föremål som kan bäras kring och på arbetsplatsen. På andra platser än verkstäder blir detta extra tydligt. Vissa svetsare föredrar att dela upp sin packning (verktyg, annan skyddsutrustning och svetspaket), för att minimera handburen/-dragen lasttyngd under varje förflyttning.

4.3.4 Antropometrisk mått

De flesta svetsare är män, vilket både har observerats i fält och genom material från ESAB. Då delar av ESABs marknad ligger utanför Europa finns stora skillnader i antropometriska mått. De minsta brukarna har identifierats som 5:e procentilen kinesiska manliga industriarbetare (1585 mm långa) och de största som 95:e procentilen svenska män (1907 mm 2009). Detta är en skillnad på 322 mm i kroppslängd.

Dimension (mm)	5th	50th	95th
Längd	1676	1792	1907
Knoghöjd (fot till knoge)	725**	775**	825**
Handbredd (metacarpal)	79	87	95*

Tabell 4.3: Svenska män. **Knoghöjd extrapolerat värde.

6

Dimension (mm)	5th	50th	95th
Längd	1597	1700	1810
Knoghöjd (fot till knoge)	655	720	785
Handbredd (metacarpal)	75	85	95

Tabell 4.4: Manliga industriarbetare, Brasilien

7

Dimension (mm)	5th	50th	95th
Längd	1585	1680	1775
Knoghöjd (fot till knoge)	685	750	815
Handbredd (metacarpal)	70	80	90

Tabell 4.5: Manliga industriarbetare, Hong Kong

8

4.3.5 Krav från omvärlden

Krav från omvärlden skiljer även från svetsarens attityder, t.ex. säkerhetsföreskrifter mot bekvämlighetsfaktorer.

⁶Längd och Handbredd Hanson et al. (2009). Knoghöjd, extrapolerat Pheasant (2003, s.184)

⁷Pheasant (2003, s.189)

⁸Pheasant (2003, s.192)

Licens

Många av svetsarna genomgår yrkesutbildningar på 1-2 år, men arbetsgivare överlag ser helst till svetsarens erfarenhet. Kvalificerad svetsning kräver utbildning enligt europalicens EN-287 (svetsprövarintyg) för respektive svetsmetod.⁹

Arbetsgivare

I Sverige är det arbetsgivares ansvar att säkerhetskrav och föreskrifter följs. Därför har de högre säkerhetskrav än brukaren. Naturligtvis kräver arbetsgivaren också en kvalitetsnivå på svetsarbetet och effektivitet hos svetsaren. På andra marknader än den amerikanska och europeiska finnas lägre krav enligt ESAB på säkerhet och ett ökat fokus på ekonomisk vinning.

Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljöverket har uppdraget att se till att arbetsmiljön uppfyller de krav som finns i arbetsmiljölagen om att alla ska ha en bra och utvecklande arbetsmiljö. Detta uppdrag ställs av regeringen och riksdagen.¹⁰

Motstridiga krav förkommer, speciellt i fallet säkerhet kontra skadlighet vid lyft¹¹. Gasflaskan saknar passande handtag och får ej lyftas med travers vilket ställs mot det faktum att den väger mycket och därför överskrider arbetsmiljöverkets föreskrifter om handlyft (inom belastningsergonomi). Det skapar en konflikt - speciellt då arbetsgivare gärna ser till att säkerhetsföreskrifter följs, medan svetsare gärna undviker dessa tunga lyft.

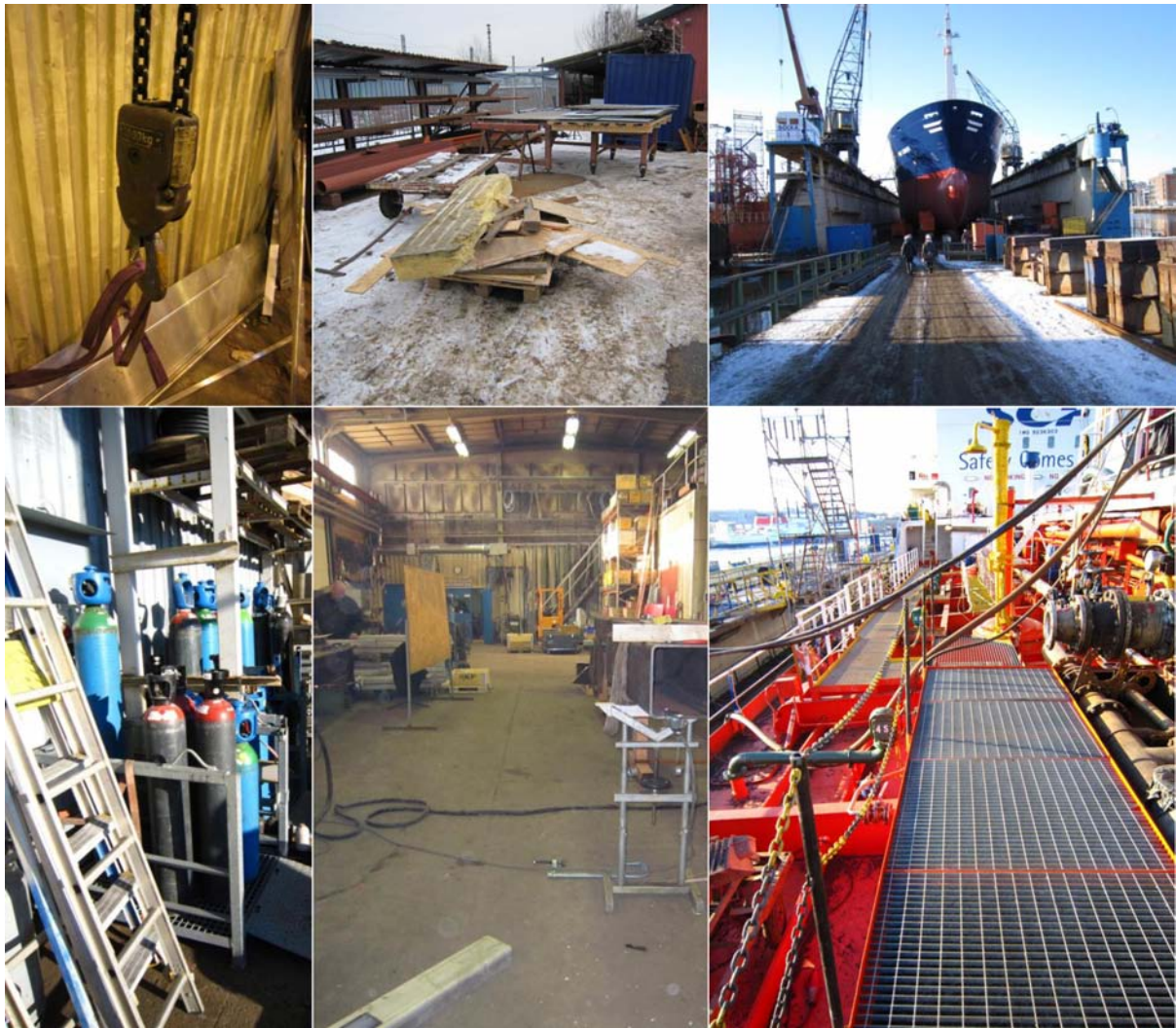
4.4 Miljön

I det här kapitlet beskrivs olika typer av miljöer, samt vilka metoder och krav som förekommer på dessa platser. Dessutom presenteras förvaring, förmåga att motstå inverkan av miljö och säkerhetskrav.

⁹ Arbetsförmedlingen (2012)

¹⁰ Arbetsmiljöverket

¹¹ Arbetsmiljöverket (2006)



Figur 4.22: Arbetsmiljöerna illustreras med hjälp av en imageboard - som visar en del av den problematik som förekommer vid användning och förflyttning av vagn och svetsutrustning.

4.4.1 Typer av miljöer

Efter studier av olika användningsskeden för svetsutrustning och vagnar framkom att dessa miljöer kan variera kraftigt. Användningen sker till stor del i verkstäder. Byggen är också vanligt förekommande arbetsplatser och svetsar kan därmed användas i stort sett överallt där byggnadsarbete pågår, ute som inne. Svetsar används även ofta på skeppsvarv och liknande platser. Detta ställer stora krav på vagnens förmåga att ta sig fram på olika underlag och tåla olika typer av miljöer.

Golv och underlag



Vid användning i verkstäder kan det förekomma relativt öppna ytor med plant golv.

På skeppssvarv och byggarbetsplatser är det dock betydligare svårare förhållanden för vagnen. Underlaget kan vara mycket ojämnt och försvåra handdragen förflyttning. Exempel på detta är leriga eller steniga byggarbetsplatser och byggarbetsställningar med gallerdurk.

Vagnen kan, även om den främst används i verkstad, förflyttas över skrovligt underlag såsom grus. Detta medför en ökad risk att lösa delar, som skruvar som inte har skruvats åt hårt nog, skakas ur.

Gemensamt för alla dessa användningsmiljöer är att det oavsett underlag förekommer en stor mängd hinder. Speciellt vanligt är kablage, slangpaket och liknande. Dessa är svåra att flytta undan, och istället finns ett behov att kunna föra vagnen över dem.

Lyftdon

På arbetsplatser såsom byggen och skeppssvarv finns ett stort behov av att lyfta hela svetspaketet med t.ex. travers eller kran. Dessutom finns på många platser svårigheter att framföra vagnen över underlaget. Detta medför att svetsutrustning och vagn kan komma att förflyttas med truck eller traktor.

Speciellt för lyft finns starka säkerhetskrav. Lyftdelar måste kunna tåla 10 gånger systemets (svetspaket, vagn etc) egna vikt. Tyngdpunkten bör dessutom ligga mitt under lyftpunkten för att bibehålla stabilitet. Trucklyft hyser liknande krav, och även att lyftutrustning måste vara anpassade efter truckens mått.

Enligt ESAB är dagens vagnar inte konstruerade för att lyftas med gasflaskor. Trots detta är det något som förekommer, vilket ökar risken för olyckshändelser.

Trånga miljöer och passager

Enligt Arbetsmiljöverket skall en passage för gående genomgång vara minst 0,7 ¹² meter bred. Utrymningsvägar måste ha en fri bredd på minst 0,8 meter ¹³, och minimal blockering av dessa är önskvärd. Vanliga dörrar varierar i bredd, 0,7 m och uppåt. Verkstäder har ofta större portar, men det finns ett behov att placera inaktiva svetsmaskiner i förvaringsrum med vanliga dörrar.

Bredden på passager kan skilja mycket mellan arbetsplatser. T.ex. på byggarbetsplatser är det stor variation. Att svetspaketet förflyttas genom dörrar med standardbredd är vanligt. Bygghissar förekommer också (smalaste förekommande bygghissar är kring 1 m breda ¹⁴).

¹²Räddningstjänsten (Lycksele Kommun) (2012)

¹³Arbetsmiljöverket (2012)

¹⁴CRAMO (2012)

Speciellt extrema miljöer är t.ex. varv och oljerigg. Vagnsbehovet ser dock annorlunda ut här. City-varvet, Göteborg, använder inte vagnar på varvet överhuvudtaget. Svetspaketen fraktas med maskiner till positioner ovanpå eller under fartyget. Matarverk lösgörs från maskinerna och bärs av svetsaren upp eller ned i uppsågade hål i skrovet. Dessa hål är extremt smala. Det förekommer även att hela svetspaket används i likande trånga utrymmen på andra platser.

Oavsett miljö eftersträvas smala vagnar, som kan komma igenom många typer av passager och förvaras effektivt. Om vagnen inte kan fraktas till svetsningsarbetet uppfyller den inte sitt syfte.

Vilken typ av svetsning, vagn och svetspaket används vart?

Användningsområdena för de olika svetsstyperna MIG/MAG, TIG och MMA skiljer sig åt.

MIG/MAG är en svetsmetod med hög produktivitet i jämförelse med MMA och TIG. Dock är den relativt komplex med många ingående delar och är svår att förflytta. Denna typ av svetsning används främst inomhus i verkstäder och i mer skyddade delar av byggnads- eller varvsindustrin. MIG/MAG-maskiner med gasflaska och matarverk använder främst större fyrhjuliga vagnar. I speciella fall då centralgas finns och matarverket förflyttas separat har maskinen "wheel-kit".¹⁵

TIG-utrustning används mycket på bygg- och andra arbetsplatser där utrustningen skall förflyttas oftare och längre sträckor. TIG-svetsning har också svårigheter med drag som forslar bort skyddsgasen. Metoden ger hög svetskvalitet och därför används denna typ av svetsning speciellt då det ställs höga krav på resultatet.¹⁶

MMA, som inte kräver gas, kan användas såväl inne som ute och är därför extremt vanlig på byggen. MMA-maskiner är vanligtvis de lättaste maskinerna.

Generellt tillåter fyrhjuliga vagnar större svetspaket och mer kringutrustning (gas, matarverk). Dock hämmas rörelseförmågan. Tvåhjuliga vagnar är vanliga till lätta och små svetspaket. De används ofta utomhus, då mindre och nättare maskiner såväl som metoder är att föredra i fält. Samtidigt har de lätt att komma över hinder då de enbart har stora hjul. Av den anledningen är de populära hos brukaren. Det finns även små maskiner som kan bäras för hand, vilket är positivt i trånga miljöer med ojämnt underlag.

4.4.2 Förvaring

Svetspaketen med vagnar förvaras i speciella rum eller containrar om de ej är placerade fritt i lokalen. Stölder av mindre utrustning är vanligt på byggen och varv så extra försiktighet iakttas. Utrustningen låses in eller fast. På grund av utrymmesbrist finns en önskan att minimera förvaringsstorleken.

¹⁵ESAB (2008a, s.4-5, 9-10, 13-14)

¹⁶ESAB (2008b, s.7-8)



Figur 4.23: Förvarade svetspaket, Container Cityvarvet, Göteborg

4.4.3 Krävande miljöer

Vagn och svetspaket kan användas i flera krävande miljöer. Dels genererar svetsen själv potentiell fara i form av flygande gnistor (kallade svetsloppor). Varma arbetsytor kan ge brännskador på användare och produkter. Andra verksamhet i miljön kan riskera att skada svetspaketet och vagn.

Förflyttning av svetspaketet, såsom kranlyft, kan utsätta utrustningen för skada genom slag och fall. Det finns gått om hårda och vassa föremål som vid kollision och slag kan göra åverkan på utrustningen med följder som t.ex. repor eller bucklor.

I många miljöer förekommer damm- och sotpartiklar i luft och på ytor i lokalen. Dessa kan komma in i maskiner och rörliga delar, vilket ökar behovet av servicebesök.

Korrosion

Det är inte ovanligt att svetspaket står utomhus, t.ex. på byggarbetsplatser eller oljerigg. Detta utsätter dem för ökande risker för korrosionsangrepp genom regn och saltvatten.

Dagens ytbehandling på vagnarna ger inte ett tillräckligt effektivt skydd då repade ytor tappas korrosionsmotståndet. Detta är speciellt illa med tanke på hur stor risken för åverkan är. Korrosion leder till förfulning av produkten och i värsta fall till minskad hållfasthet.

4.4.4 Regler och säkerhet

Svetsning kan medföra syrebrist i trånga eller dåligt ventilerade utrymmen vilket medför att extra friskluft måste tillföras. Som säkerhetsåtgärd skall också en brandsläckare alltid medföras vid svetsning på alla platser. På byggarbetsplatser m.m. ger detta en ökad last då dessa måste medföras.

Speciellt viktigt på högre höjder är att utrustningen är säkrad från fall och därför fästs denna noga. Regler för lyftdon (som diskuterats i 4.4.1 Lyftdon) måste även följas. Strikta arbetsmiljöregler kring säkerhet finns dessutom.

ESAB har själva krav på att vagnar skall klara ett stabilitetstest. Med sämsta tänkbara förutsättningar vinklas vagnen 12 grader och får då ej välta.

4.5 Vagnen som arbetsplats

I de fall då matarverket är monterat på vagnen (eller då matarverk ej används) är vagnen tillsammans med svetspaketet en mobil arbetsplats. Detta blir extra tydligt i verkstäder, där vagnen ofta är placerad på en statisk plats under längre tid. Svetsaren kretsar kring vagnen och går sällan långt ifrån den i samband med svetsningsarbetet.

Vissa svetsare märker "sin" vagn och fäster personlig utrustning på den. Vagnen används också som avställningsyta och avhållningsplats. Ett exempel på detta är ytterplagg som kan hängas på vagnens handtag eller över gasflaskan.



4.6 Observerade problemområden

4.6.1 Brister i utformning

Maskinernas funktion försämras

Det finns fall då maskinernas funktion försämras då den är monterad på vagn. Exempel på detta är en av ESABs maskiner (Origo MIG 4001i). Luckan till maskinens instrumentpanel kan vila statiskt då den är öppen när operatören ställer in maskinen. Då maskinen står på vagnen hindras dock funktionen genom vagnens struktur och operatören måste hålla upp luckan under inställningsfasen.

Framkomlighet

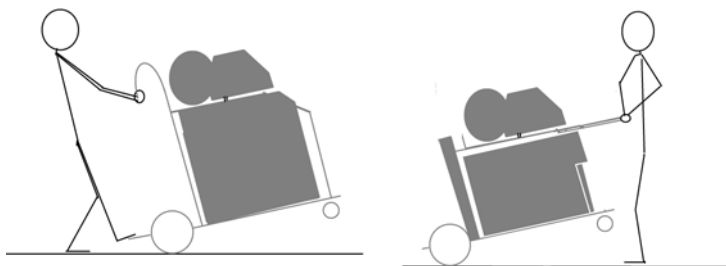
Vissa vagnar, både ESABs och konkurrenters, saknar ordentliga handtag vilket hindrar möjligheten för framkomlighet kraftigt. I tester utförda av projektgruppen uppdagades även att många av dessa hade stora problem med att komma över hinder - främst med de mindre hjulen. Testet utfördes med slangpaket som hinder då de ofta är förekommande i miljöer där svetsen används. En vagn från en konkurrent hade också en vass kant undertill som fastnade i slangpaketet och riskerade att förstöra detta.



Figur 4.24: Framkomlighetstest, med tjockt slangpaket. Vagn 13.

Brister i ergonomi

REBA för vagn 12 och vagn 13. Ställningarna som identifierades som potentiellt skadliga var då brukaren tippar eller lyfter vagn för att överkomma hinder.

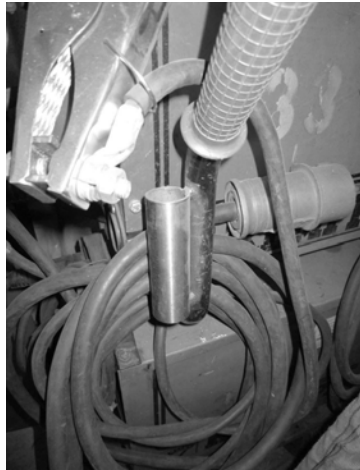


Figur 4.25: REBA Vagn 12 och Vagn 13.

Vagn	Vagn 12	Vagn 12
REBA-värde	9	8

Tabell 4.6: Värden från REBA-analysen, se appendix .4, REBA

Ett värde mellan 8 och 10 innebär en hög risk. De uppmätta värdena innebär att ställningarna bör undersökas och att åtgärder bör vidtas snarast, eftersom de är att anse som mycket oergonomiska.



Figur 4.26: Egentillverkad pistolhållare.

REBA genererade relativt höga värden men det bör tas i beaktande att ställningarna är delar i pågående rörelser. REBA är främst avsedd att beräkna statiska positioner - vilket inte är fallet här. Det ger dock en indikation på att det inte är ergonomiskt optimala rörelser som brukaren tvingas till för att komma över hinder. Positionerna är dock sällan förekommande eftersom det inte är brukarens primära arbetsuppgift att flytta vagnen.

Lyftöglor

Lyftöglor används för att med hjälp av exempelvis en kran kunna lyfta utrustningen. De är kraftiga fästanaordningar i vilka krokar, rep, band eller annat lyfthjälpmedel kan fästas.

ESAB noterade att det finns risk för klämning av matarverk finns om lyftöglor på vagnen är felplacerade.

¹⁷

Saknade funktioner på vagn

En funktion som ofta saknas enligt brukare är hållare för svetspistol, hållare eller koppling. I vissa fall har detta funnits på ESABs vagnar tidigare, men på nyare vagnar förekommer ej dessa. Brukare tillverkar gärna egna pistolhållare som de monterar på svetspaketet.

Det finns sällan ingen plats för förvaring av slitdelar och förbrukningsvaror. Brukarens önskemål skiljer angående hur de vill förvara dessa (på eller skilt från vagn), men speciellt viktiga är förvaringslösningar för kablage och slangar - som saknas på många modeller. I dagsläget används ofta toppen av svetsen (vid svetspaket utan matarverk) eller handtagen på vagnen. I den föregående lösningen bildas ett trassligt nystan som har lätt för att glida av svetsen. Brukaren bär ibland slangpaketet över axeln, om det saknas förvaringsmöjlighet.

¹⁷Lagerkvist (2012)



Figur 4.27: Kablage.

4.6.2 Knäckning, böjning och annan åverkan utav last

Gasflaskhållare

Gasflaskhållaren utsätts för tunga slag vid gasflaskemontering, samt böjmoment då flaskan är monterad. Detta kan leda till krökning och böjning av hållaren.

Brukare på flera platser har själva försökt lösa detta genom spjälor som stagar upp konstruktionen från yttersta nederkanten på hållaren till den övre inre kanten.

Kablagehållare

Kablagehållare kröks på grund av tyngden från slangpaketet. Detta är extra tydligt på vagn 2 i katalog, Trolley 0462 151 880.

Kabelinfästning

En vanlig skada på svetsen är att kabelinfästningen går sönder, då användaren drar i slangpaketet för att förflytta vagnen korta sträckor. Kabelinfästningen tar också skada på grund av slangpakets tyngd. ESAB säljer dragavlastare för att undvika detta problem.



Figur 4.28: Kabelinfästning samt dragavlastare för svetspistol.

Plastdelar

Plasthandtag går ofta sönder - det har noterats hos ESABs och konkurrenters vagnar. ESABs nyare handtag har en utstickande del som är extra känslig. Ibland används plasthandtag för lyft, vilket de ej

är dimensionerade för. Detta kan medföra knäckning av handtagen.

Själva maskinen har oftast längre livslängd än de externa delarna - vilken leda till att svetssystemet länge står med trasiga handtag. Vissa plaster blir skörare med temperatursänkning och har därmed lättare att knäckas.

4.6.3 Slitproblem

Utslitning

I fält har det noterats att många vagnar eller "wheel-kit" har böjda hjulaxlar. Detta leder till att hjulens övre del lutar inåt mot maskinen och resulterar till sist i haveri. Brukarna löser detta genom att byta ut hjulaxel - en procedur de själva tycker är relativt enkel. Hjul som fördärvas identifieras också som lätta att byta.

Korrosion

Vagnar och maskiner utsätts för slag som skadar ytbehandling. Detta leder till ett minskat korrosionsskydd. Ett område som är särskilt utsatt är hållare för gasflaska som tar tunga slag i form av gasflasksmonteringen. Då repas ytan lätt. Om materialet angrips av korrosion så kan gasflaskans tyngd bidra till haveri.

4.6.4 Uttalade önskemål från brukare

Hjul

Genomgående önskemål hos brukaren, vilket även poängteras hos återförsäljaren, är att öka storleken på hjulen. Detta för att underlätta framkomlighet och förmåga att föra vagnen över hinder, vilket lättare utförs med större hjul. Små hjul, framförallt länkhjul, är ett stort irritationsmoment hos brukaren.

Kabelupphängning

Då slangarna är tunga och långa och därmed svåra att transportera önskas bättre och fler upphängningsmöjligheter, gärna så att de olika kablarna kan skiljas åt.



Figur 4.29: Egen kabelförvaring.

Smidighet vid förflyttning

Brukarna önskar att vagnen är lätt att flytta på. Kombinationen osmidighet och storlek leder idag till minskad försäljning av vagnarna. Det finns även vagnar som är så pass undermåliga att maskinerna blir svårsålda.

4.7 Designelement



Figur 4.30: Origo Arc 4001i och matarverk tilll Orgiosvets.

ESABS maskiner har traditionellt varit kantiga, men nyare maskiner har krökta element som en gemensam faktor. Dessa återfinns i formen hos produkterna, i sidoytor samt i handtag.

4.7.1 Färger

Gult

Gult är ESABs signalementfärg. Dock är det som det är en svår färg att tillverka i korrekt nyans - vilket leder till att olika vagnar och vagnar/svetspaket blir svåra att matcha.

Svart

Färgkombinationen gult och svart används idag på maskiner samtidigt som många vagnar i sortimentet är svarta.

Grått

Tidigare har ESABs gula kombinerats med grått. Grått kan användas som komplement till kombinationen gult och svart för att minska kontrasten. Som referens kan den enda grå vagn i ESABs vagnssortiment användas.

4.8 Hållbarhetsanalys

Kapitlet behandlar företaget ESAB och referensprodukter med avseende på hållbar utveckling.

4.8.1 Hur ESAB förhåller sig till hållbar utveckling

Enligt egen utsago är hållbar utveckling ett område som prioriteras högt av ESAB och det är något de ständigt arbetar med.¹⁸ ESAB har formulerat en vision för hur de ska arbeta miljömedvetet ¹⁹. Visionen innefattar inverkan på miljön, ESABs och samhällets ekonomiska utveckling samt nyttan av deras produkter.

Intressanta punkter som ESAB strävar efter:

- All utrustning är gjord för att återvinnas eller renoveras
- Råmaterial och komponenter framställs av återvunnet material
- Farliga beståndsdelar, som inte är oundgängliga i produkter, har tagits bort
- Att produktionsanläggningar enbart använder förnyelsebara energikällor och slutna vattensystem
- Allt avfall från produktionen återanvänds, återvinns eller används som råmaterial vid annan framställning
- Ständigt förbättra påverkan på miljö, hälsa och säkerhet genom att hushålla med naturresurser och råvaror, förhindra förorening samt tillhandahålla säkra arbetsplatser och produkter.
- Att samtliga av produkter och anläggningar lever upp till, eller överträffar, tillämpliga lagar och bestämmelser samt ESAB: s standard.
- Användandet av ett livscykelperspektiv i arbetet med att minimera påverkan på miljö, hälsa och säkerhet; från utvinnandet av råvaror, till slutligt omhändertagande av produkten.

ESABs policy och visions dokument ger tydliga ramar att arbeta inom och mål att sträva efter i produktutvecklingsarbetet med avseende på hållbar utveckling.

4.8.2 Material och komponenter

Referensprodukterna består huvudsakligen av stål i olika former vilken sedan bearbetats och pulverlacks. Undantaget är hjul och i förekommande fall plasthandtag - vilka är formgjutna. Detta innebär att

¹⁸ESAB (a)

¹⁹ESAB (b)

materialet i produkterna generellt sett kommer från jordskorpan's icke förnybara resurser. För att minska miljöpåverkan så bör ett återvunnet eller förnybart material övervägas.

Emballaget består huvudsakligen av wellpappplådor som i vissa fall kompletteras med skumplast och eller plastpåsar runt individuella komponenter.

Wellpapp tillverkas av pappersmassa, vilket tillverkas av förnybara råvaror och kan återvinnas i god utsträckning så länge det inte utsätts för väta. Då kasseras istället materialet och energiåtervinns. Hurvida detta gäller för andra länder än Sverige är inte helt säkert även om förutsättningarna finns.

Plasten till emballage utgörs oftast av Polyetylene (PE). Det är möjligt att framställa PE från förnybara råvaror men det är än så länge bara en mindre del av all PE som framställs så. Den största råvarukällan är än så länge fossil och innebär därför ett problem vad gäller hållbarhet.

4.8.3 Tillverkning

Flertalet av ESABs vagnar tillverkas i Sverige vilket innebär att det finns en bättre möjlighet att påverka miljöaspekterna än om de tillverkats i exempelvis Kina. Tillverkningen sker visserligen hos en extern partner men insynen är ändå att betrakta som god.

Vagnarna tillverkas av stålplåt och stålrör. Plåtarna stansas och bockas maskinellt varefter de svetsas antingen manuellt eller med svetsrobot. Rören kapas, bockas och borrar och/eller svetsas. Att bearbeta stål är generellt sett mycket energikrävande. Lackningen förbrukar relativt lite energi, vilken dock innebär användandet av kemikalier och processer som kan vara skadliga för miljön. Alla moment i produktionen är energikrävande men störst åtgång sker i materialutvinning och förädlingsprocessen.

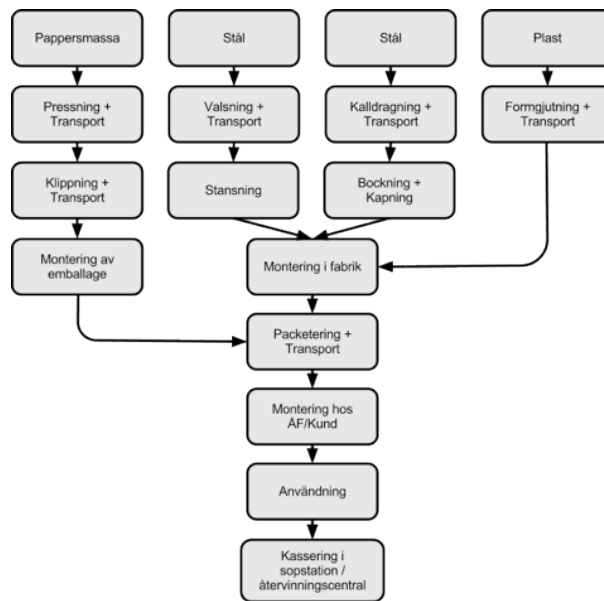
4.8.4 Resthantering

I dagsläget antas att produkten kasseras som järnskrot och kan återvinnas i möjligaste mån. Hur detta hanteras är svårt som tillverkare att styra helt men det finns möjligheter att påverka kunderna mot rätt riktning. I Sverige finns ett väl utbyggt system för återvinning med stationer och logistik. Detta har en viss betydelse för hur vagnarna hanteras när de kasseras eftersom det är tänkbart att vagnen skrotas ihop med svetsen som elektronikavfall. Hur återvinning sker för den typen av produkter har inte utretts.

Stor del av användningen i andra länder än Sverige. Därför saknas det en klar överblick över om återvinning faktiskt sker i slutändan.

4.8.5 Flödesanalys

För att erhålla en överblick över materialflöden och processer skapades en flödesanalys. De ingående delarna har presenterats under Material och komponenter, Tillverkning och Resthantering ovan. Analysen visar bland annat att det sker transporter i flera steg, övriga resultat har presenterats under respektive rubrik.



Figur 4.31: Flödesanalys.

4.8.6 LCA

Den LCA som genomförts, se appendix .2 Livscykelanalys Gammal Vagn, visar att Material och tillverkning är den faktor som har störst påverkan på koldioxidutsläpp, vattenförbrukning och restavfall. Material och tillverkning är också det område som mest kan påverkas vid utvecklingen av en ny serie svetsvagnar då valet av material har stor påverkan på resultatet. Exaktheten i beräkningarna är god men underlaget för beräkningarna är antaganden och därför finns det en osäkerhet vad gäller de exakta värdena. Det påverka dock inte vad resultaten påvisar då det enbart rör sig om den exakta mängden material inte om materialet i sig.

4.8.7 SLCA över referensprodukter

SLCA:n visar på tydliga problemområden inom material och tillverkning vilket främst härrör sig från den stora inverkan som gruvdrift innebär för miljön. Problem uppstår även av påverkan som förknippas med oljeborrning, eftersom olja behövs för produktens plastdetaljer. Metallen är visserligen en betydligt större bidragande faktor än plasten, till följd av den stora skillnaden i mängd som används till varje vagn, men oljan behövs även för transporter vilket innebär ytterligare miljöpåverkan.

Fabriker för tillverkning och förädling kan också bidra till att tränga undan natursystem. I förhållande till oljeborrning och gruvdrift får dess inverkan dock ses som mindre betydelsefull, om än inte obetydlig.

Vad gäller "Förmågan att kunna möta mänskliga behov" får produkten ett gott betyg på alla punkter utom för primäranvändaren - vilket är problematiskt då det är denna som hanterar produkten överlägset mest.

	Design och utveckling	Material (råmaterial och tillverkning)	Produktion	Förpackning (distribution och försäljning)	Användning	Resthantering
Material från jord-skorpan	Dator (metaller, olja,kisel) Energi	Stål (Järn) Lack Plast(Olja) Energi Vatten	Energi Metall till maskin (stål, alu-minium) Vatten	Drivmedel till lastbilar, fartyg och tåg. Olja för skumplast	Inga	Kasseras som me-tallskrot återvinns
ämnen pro-ducerade av samhället	Plasttillsatser i dator, Pen-nor	Plast till hjul Pul-verlack (Relativt småmängder)		Wellpapp Skumplast	Inga	
Undanträngni av natursys-tem	Skisspapper (ej återvunnet)	Oljeplattform Fabrik för råvaror Föroreningar	Fabriker Avfall Föroreningar	Kraftverk etc Vägar	Förbrukar inget i användning	
Kunna möta mänskliga behov	Arbetsvillkor bra	Arbetsvillkor okända	Tillverkning i Sverige vil-ket innebär bra arbets-villkor	Arbetsvillkor	Oergonomiska lyft	Arbetsvillkor

Tabell 4.7: SLCA-matris. För hållbarhetsaspekten innebär gröna fält bra”, gula fält godkänt”, röda fält dåligt”. Blåfält innebär att erforderlig information saknas.

5. Resultat av analys

Det här kapitlet är en sammanställning av de utmaningar och krav som ställs vid utformningen av svetsvagnar. Kapitlet behandlar även en kartläggning av funktionalitet och uttryck. Dessa är grunden till idégenereringen.

5.1 Utmaningar

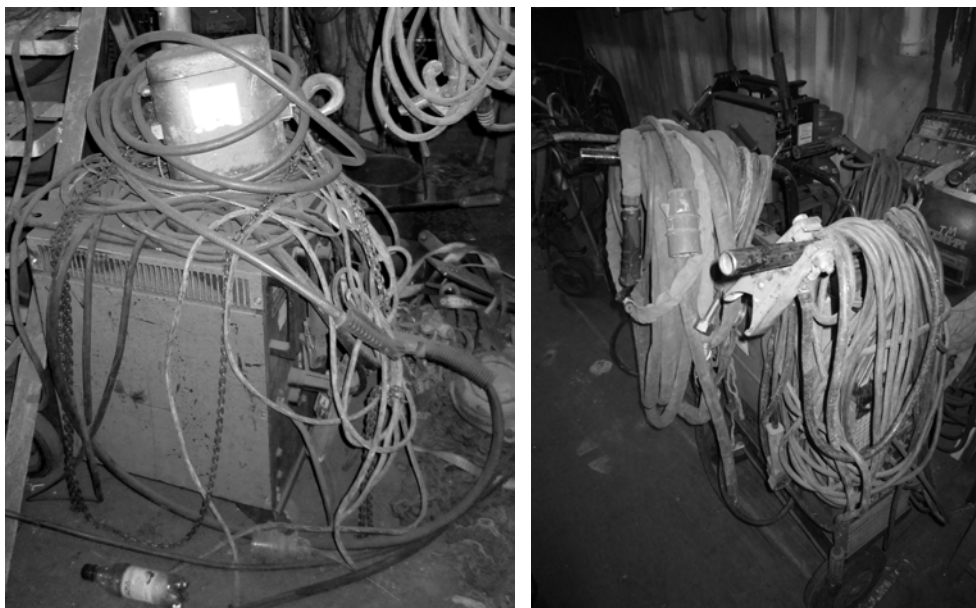
Utmaningarna identifierades ur datainsamlingen och utgjorde, tillsammans med kravspecifikation och frågeställning, grunden för idégenerering.

5.1.1 Bredd kontra stabilitet

Två motstridiga krav som identifierades tidigt var stabilitet kontra bredd. Vagnen behöver kunna komma in i trånga utrymmen och smala passager utan att göra avkall på stabiliteten vilken testas vid 12 graders lutning under sämsta tänkbara omständigheter. **Utmaningen: Att göra vagnen både smal och stabil.**

5.1.2 Kablar

Systemets utformning och tillämpning innebär en stor mängd kablar och slangpaket. Att frakta och ha ordning på dem kan vara både tungt och otympligt. Det är många meter kablage som ska lindas upp på en svetsvagn. **Utmaningen: Att på ett säkert och enkelt sätt transportera den mängd kablar som krävs för att utföra svetsningarbetet.**



5.1.3 Matarverksfäste

Vid MIG/MAG-svetsning finns i många fall ett behov att matarverket är monterat så att det kan rotera när brukaren rör sig runt vagnen och jobbar på olika ställen. Dessutom ska det vara avtagbart från vagnen så att brukaren kan föra med sig det, samt hindra brukaren från att montera lyftdon fel.

För att montera matarverket på vagnen används idag en "guide pin- vilket är en plastklädd stålpinne som matarverket är placerat på. Matarverket inklusive tråd kan väga över 25 kg. För att placera det på pinnen, som är 16 cm hög, måste det lyftas över vagnen och sedan passas in pinnen i hålet på matarverkets undersida - ett både tungt och otympligt moment. **Utmaningen: Att lösa placeringen och hanteringen av matarverket mer ergonomiskt samtidigt som rotationsförmåga och stabilitet bibehålls.**



Figur 5.1: Guidepin samt håll.

5.1.4 Gasflaska

Gasflaskan, som används under TIG/MIG/MAG-svetsning, väger upp till 80 kg. Dessutom måste flaskan kunna placeras på vagnen. Samtidigt måste en sådan vagn ha en viss markfrigång för att komma över olika hinder. Speciellt på fyrhjuliga vagnar innebär det att flaskan måste lyftas för att placeras på en hylla. Eftersom flaskan helt saknar handtag eller grepp är detta tungt och oergonomiskt. Vissa användare kanske överhuvudtaget inte kan lyfta den, då marknaden sträcker sig till Brasilien och Kina. Oavsett användare så innebär lyftet en risk för skador. Även om detta arbetsmoment inte utförs varje dag så innebär momentet ändå en stor påfrestning, speciellt i kombination med de obekväma arbetsställningar brukarna ofta arbetar i. **Utmaning: Tillse att gasflaskan kan placeras på vagnen utan onödigt tunga lyft.**



Figur 5.2: Gasflaskslyft, det så kallade “björnkramsliftet”.

5.1.5 Framkomlighet

I de studier som utfördes observerades brister i vagnarnas, både ESABs och konkurrenters, förmåga att förflyttas över en enklare hinderbana (bestående av ett slangpaket och en elkabel). En del klarade inte testet alls oavsett framföringssätt och en vagn var svår att förflytta överhuvudtaget då det saknades lämpliga greppytor eller handtag. För övriga vagnar var problemet framför allt att de främre hjulen, länkhjulen, inte kunde komma över hinder. Detta antogs bero på att hjulen var relativt små i förhållande till hindren och vagnens storlek. **Utmaningen: Att se till att vagnen kan ta sig fram i den miljö den ska verka.**



Figur 5.3: Framkomlighetstest, med tjockt slangpaket. Vagn 13.

5.1.6 Korrosion

Vagnen, liksom svetsystemet i övrigt, utsätts i många fall för en korrosiv miljö - vilket ställer krav på korrosionsskydd. Detta har kritiserats hos de befintliga produkterna och bör därför få ett tydligare fokus. Befintliga produkter är tillverkade i pulverlackat stål. Om ytan repas försvinner korrosionsskyddet på denna plats. **Utmaningen: Tillse att vagnen står emot korrosion bättre än befintliga produkter.**

5.1.7 Anpassningsbarhet

Utöver de kommande nya produkterna som vagnen ska passa till har ESAB sammanställt en lista över äldre produkter som det är önskvärt att vagnsfamiljen är kompatibel med. Det är dock inte uttryckt att en vagn ska passa alla svetspaket. Det är dock betydelsefullt att de koncept som tas fram är anpassade efter mer än en produkt eller kan modifieras så att det passar för flera. **Utmaningen: Uppnå god passform för en stor spridning i storlek och vikt för olika svetsar.**

5.1.8 Kommonalitet/Produktfamiljstillhörighet

Som ett led i produktutvecklingen av en ny vagnsfamilj uppkommer frågan om *visual branding* (visuell identitet) och kommonalitet. Begreppen bygger på samma princip, kortfattat att använda samma eller liknande delar i flera produkter, men används för att diskutera olika effekter. Omvärldsanalysen visade att det fanns konkurrenter som var bättre på detta och att det fanns utvecklingspotential för ESAB inom området.

Tanken med *visual branding* är att använda samma eller liknande delar till olika vagnar för att skapa ett gemensamt uttryck som delas av alla vagnar. Detta bidrar till bilden av en produktfamilj. Dessutom är detta positivt för att särskilja produkterna från mängden genom karaktäristiska unika drag.

Om detta förbättras finns det även s.k. kommonalitetsvinster att göra ur ett ekonomiskt perspektiv, genom att samma delar kan användas till olika vagnar. Detta skulle innebära en möjlighet att minska det totala antalet delar i vagnsfamiljen och därmed antalet verktyg samt bearbetningar som behövs. **Utmaningen: Att skapa ett enhetligt uttryck genom att använda gemensamma delar och på så vis skapa en familj och dra ned på kostnader.**

5.1.9 Kostnaden

Det sista och kanske på förhand svåraste problemet att lösa var kostnaden. Projektet gavs ursprungligen ett otroligt snävt kostnadsmål. Målet för tillverkningskostnaden sattes till 30 Euro. Dagens lösningar kostar mellan 1000 och 2000 kronor. Detta innebär i princip att en ersättningsprodukt skulle tas fram till 15-30% av priset på den existerande. **Utmaningen: Att hålla nere tillverkningskostnaden utan att göra för stora avkall på kvaliteten och funktionalitet.**

5.1.10 Frågeställning

Utmaningarna, tillsammans med, 5.2 Uttryck, bygger upp frågeställningen:

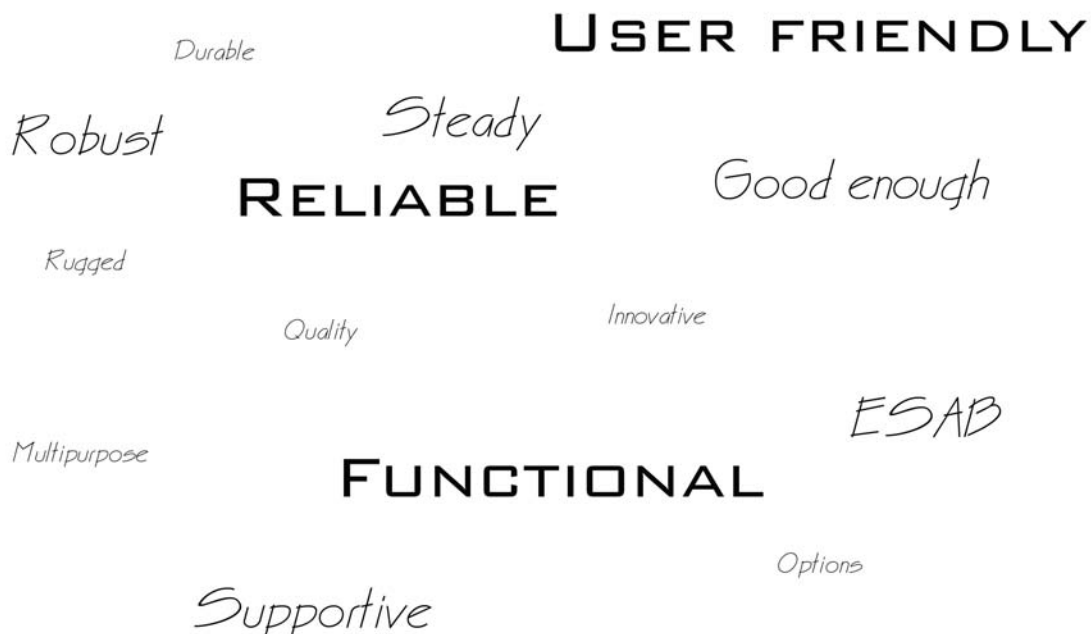
- Hur skapar vi ett tillräckligt användarvänlig, funktionellt samt pålitlig vagnkoncept, samtidigt som vi håller nere kostnaden?

5.2 Uttryck

Dessa uttryck används av ESAB för att representera de olika produktfamiljerna projektet riktades mot.

Aristo®	Origo™	Caddy®(portable)
Multipurpose (öv. Mångfunktionell)	Reliable (öv. Pålitlig)	Innovative (öv. Innovativ)
Supportive (öv. Stödjande)	User friendly (öv. Användarvänlig)	Options (öv. Alternativ)
Functionality (öv. Funktionalitet)	Robust (öv. Robust)	Durable (öv. Tålig)

EXPRESSION ASSOCIATION WEB



Figur 5.4: Expression Association Web.

Då många av orden likar varandra kombinerades dessa till:

- User friendly (öv. Användarvänlig)
- Functional (öv. Funktionell)
- Reliable (öv. Pålitlig)

ESAB uttryckte ett behov att belysa att produkten skulle vara tillräcklig, snarare än överdimensionerad, och därför adderades ytterligare:

- Good enough (öv. Tillräcklig)

De studier som genomfördes på miljö och brukare bekräftade att de här orden var lämpliga då det krävs av produkten att den klarar av en tuff miljö och sin uppgift samt underlätta svetsarens arbete.

Uttrycksanalysen bygger även upp en del av grundfrågeställningen, se 5.1.10 Frågeställning, genom uttrycken tillräckligt, användarvänligt, funktionellt och pålitligt.

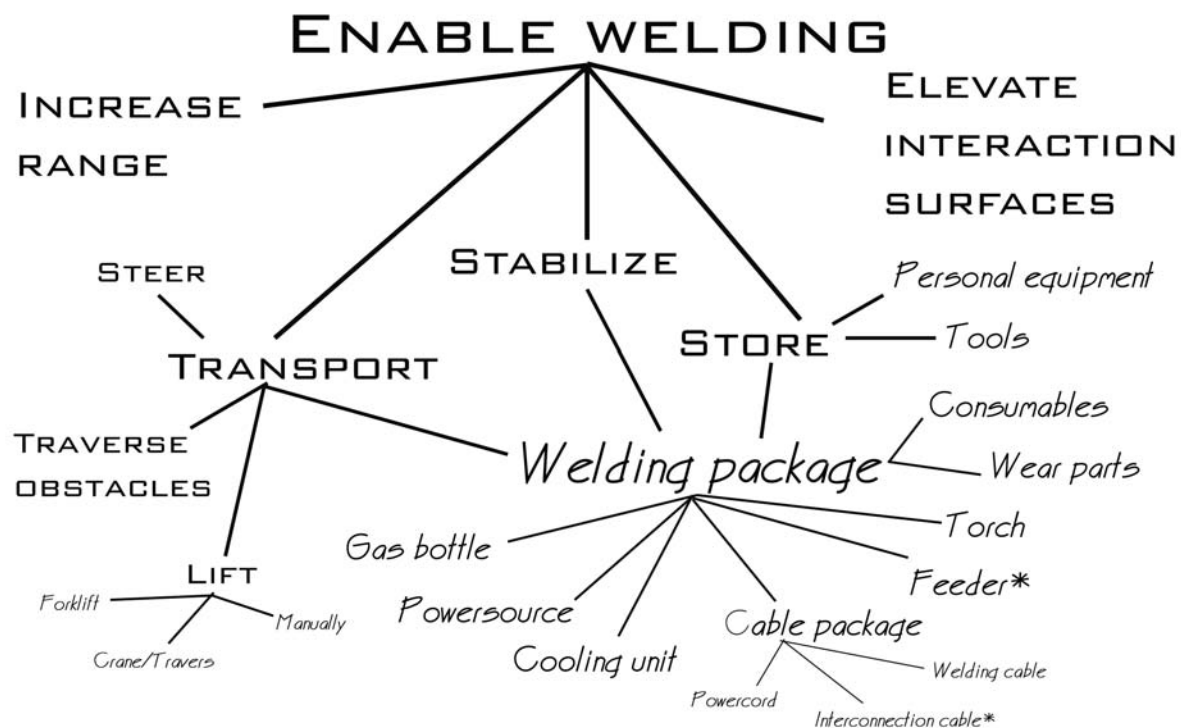


Figur 5.5: Expressionboard

5.3 Funktionsmindmap

Funktionsmindmapen beskriver systemet, bestående av svetspaket och vagn, huvud- och delfunktioner.

FUNCTION ANALYSIS



Figur 5.6: Funktionsmindmap. * behandlar endast MIG/MAG.

5.4 Kravspecifikation

Kravspecifikation innehåller följande områden: bl.a. prestanda, miljö, livslängd, tillverkning och kostnad, estetik och ytfinish, produktlivscykel, ergonomi, testföreskrifter och säkerhet. Både krav och önskemål återfinns, och kraven är viktade mot varandra.

Kravspecifikation finns bifogad som appendix .6, Kravspecifikation. Det bör noteras att många av kravens värden är uppskattade, snarare än exakta.

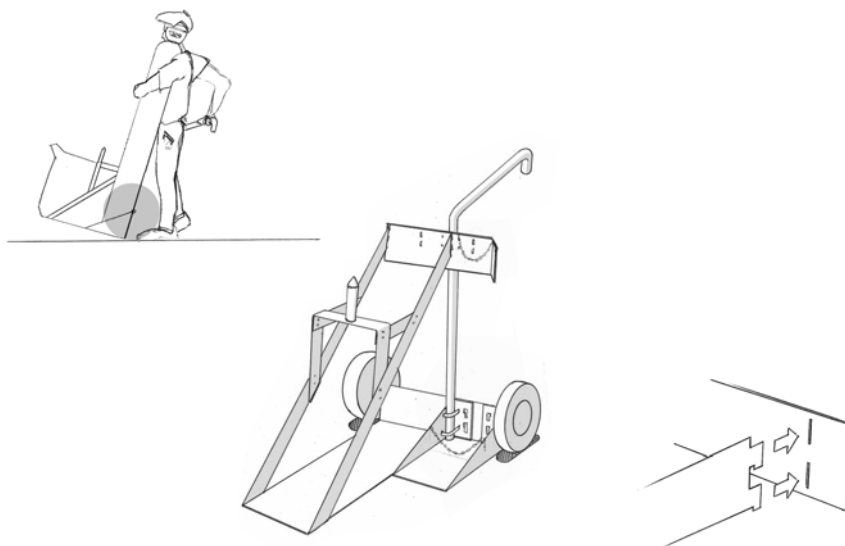
6. Delkoncept

Till delredovisning sammanställdes lösningarna på de individuella problem och utmaningar som identifierats i tidigare analyser. En uppdelning i klass och storlek skapades, två klasser med vardera två storlekar.

Resultatet blev Basic-Small, Basic-Large, Premium Small och Premium-Large. Alla koncept designades med avseende på kommande svetspaket och dimensionerades därefter. Detta var enbart tänkt som ett sätt att kommunicera dellösningar. Vilket innebär att inget av koncepten skall anses som färdigt eller komplett. Delkoncepten designades alla i stål, eftersom detta är den nuvarande tillverkarens styrkeområde.

I utvecklingsprocessen övervägdes en stor mängd lösningsförslag på de problem som identifierats. Efter att ha delat upp projektet i delar enligt ovan fördelades lösningarna.

6.1 Basic Small



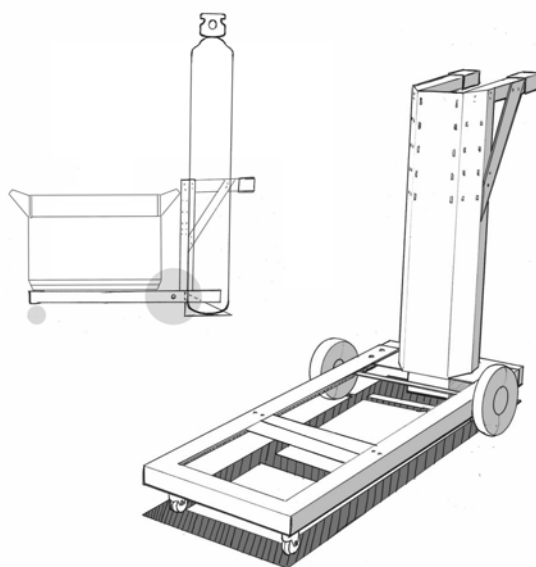
Figur 6.1: Small Basic. Haksystem.

För Basic-koncepten var låg kostnad det primära målet. För att komma så nära det kostnads mål som satts upp så skalades vagnen av i så stor utsträckning som möjligt. Infästningar i form av ett haksystem (se högra bild ovan) innebär att ingen svetsning behövs. Eftersom svetsning är ett av de mest kostnadsdrivande momenten så innebär ett minskat svetsningsbehov en inbesparing. De flesta delar stansas ut ur plåt som sedan bockas - undantaget är handtaget som består av bockat rör. Valet att enbart ha ett handtag är en följd av de hårda kostnadskrav på material och bearbetning som projektet verkat inom. Istället används gasflaskans ventilskydd som ett andra handtag. Denna princip återfinns idag hos en av

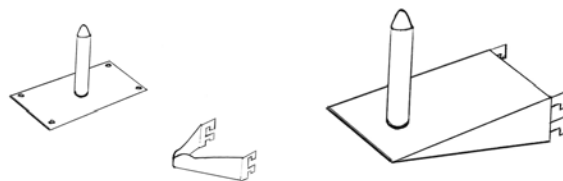
de konkurrenter som analyserats (Kemppi). Dessutom agerar enligt intervjuer åtminstone vissa svetsare, så även om vagnen har två handtag. Detta för att få bättre kontroll över gasflaskan.

- Inga svetsningar
- Minimera materialåtgång
- Minska antalet komponenter
- Ett handtag, gasflaskan dubblerar som handtag
- Matarverksfäste i form av *guide pin* (dagens lösning).
- De individuella delarna sammanfogas med ett haksystem istället för svetsning.

6.2 Basic Large



Figur 6.2: Large Basic

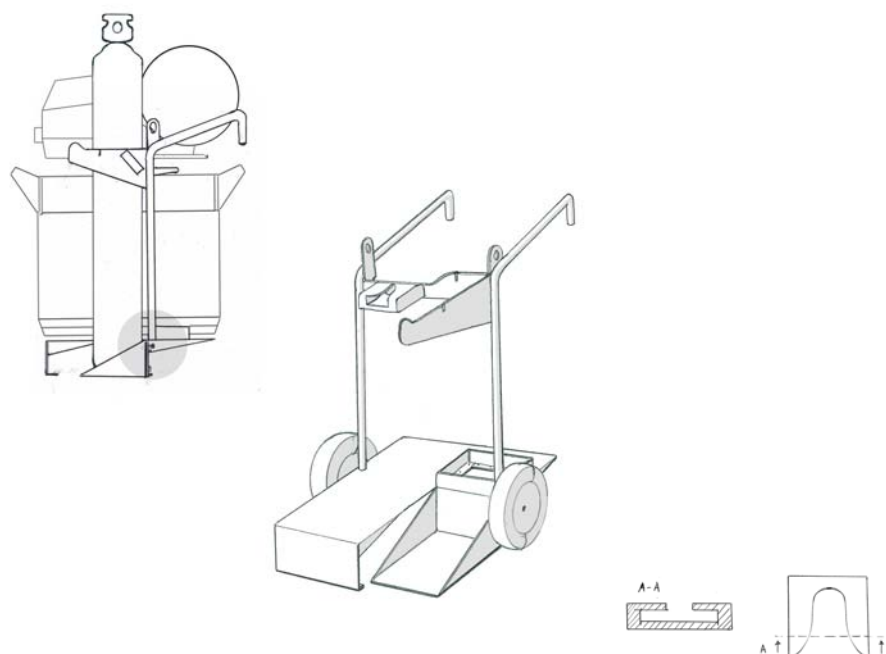


Figur 6.3: Large Basic matarverksfäste, hyllsystem, matarverkshylla för infästning i rygg.

Likt Basic Small bygger konceptet på att använda så liten mängd material som möjligt. Detta koncept bygger uteslutande på stansad plåt som monteras på ett sådant sätt att ingen svetsning krävs. I stort sett hela formen viks ut ur en plåt och de delar som monteras kan alla stansas ut i rektangulära former med minimalt spill som följd.

- Haksystem utan svetsning, se ovan.
- Endast ett material
- Hela produkten viks ur en plåt
- Rambotten istället för hel bottenplatta
- Konventionell hjullösning
- Alternativ med matarverksfäste monterat direkt på strömkällan
- Tillbehör i form av matarverkshylla som fästs med hakar

6.3 Premium Small



Figur 6.4: Premium Small, t-spår.

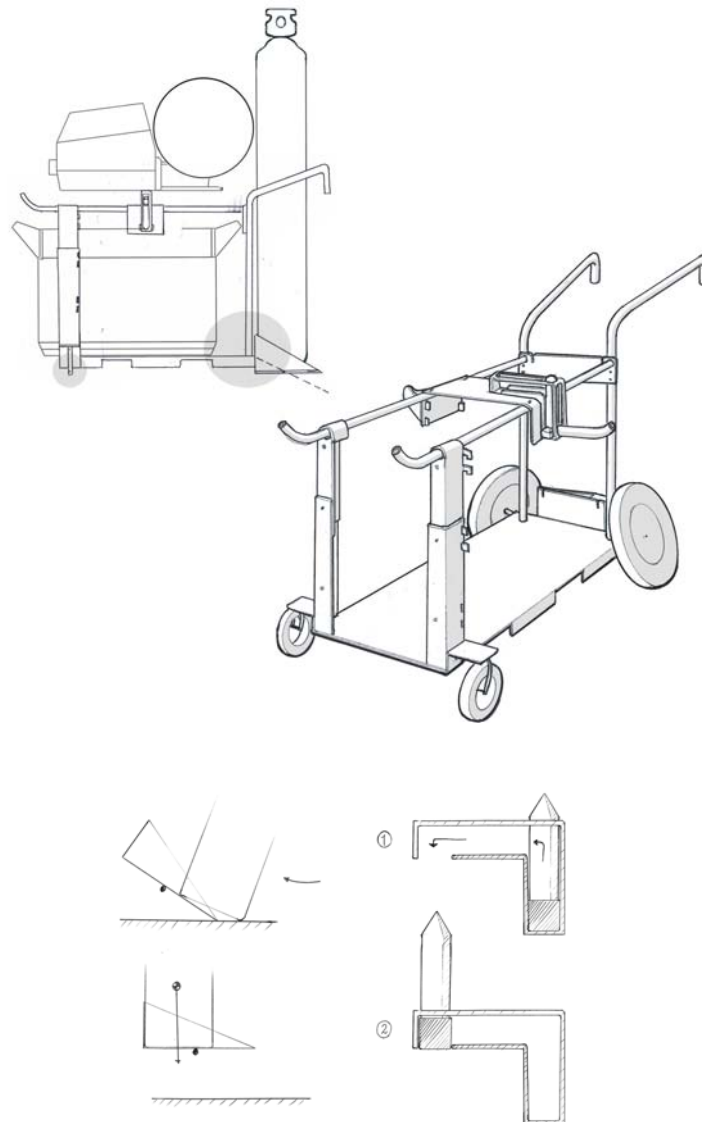
För exklusiverare svetsar ansågs det att det fanns utrymme för mer utrustning samt dyrare men bättre lösningar på funna utmaningar.

Premium Small bygger på en konventionell pirra vars handtag förlängs för att skapa en längre hävarm, samt för att få plats för mer slangupphängning.

Dessutom utformades ett nytt matarverksfäste, som bestod av ett T-spår i vilket en utstickande del på matarverket skulle kunna skjutas in. Detta skulle innebära att matarverket inte behöver lyftas så högt. Det fanns en osäkerhetsfaktor kring huruvida det skulle vara möjligt att ha matarverk på en tvåhjuliga vagn. Detta visade sig möjligt rent fysiskt, men ett stabilitetstest planlades om konceptet skulle fortsätta utvecklas.

- Stora hjul
- Långa handtag/slangupphängning
- T-spår för matarverksfäste

6.4 Premium Large



Figur 6.5: Gasflaskeskopa. Matarverksfäste.

För Premium-Large sattes inte lika höga kostnadskrav. Detta innebar större möjligheter än för andra koncept, därför angreps problemet relativt förutsättningslöst. Olika konfigurationer av hjul och andra sätt att framföra vagnen identifierades. De lösningar som inte utvecklades vidare ansågs dock inte kunna motivera de ökade kostnader som dessa skulle ha inneburit.

Fler överväganden av kostnad och tekniska principer resulterade i en lösning som påminner om Trolley nr 12 (0460 565 880). Denna lösning anses vara ändamålsenlig. Vagnen har stora hjul bak, små fram och gasflaskan mellan handtagen bak.

För att ytterligare öka stabiliteten föreslogs att använda *camber* på bakhjulen. Detta innebär att hjulaxeln snedställs så att hjulen lutar in mot mitten. Andra produkter som använder den här typen av teknik är formel 1 bilar, STCC bilar och idrottsrullstolar.

- Vagnen ska primärt skjutas framför brukaren.
- Stora bakre hjul med en diameter över 300 mm, vilket bedöms som större hjul och därför ger en bättre vagn

- *Camber* på bakre hjulpar för att öka stabilitet och minska vältrisk.
- Styrhjul fram monterade på sidorna och upphöjda för att medge större hjuldiameter.
- Handtag med längre hävarm förenklar tippning bakåt av vagnen, detta för att lättare komma över större hinder.
- Främre handtag kombinerat med slangupphängning för tvåmanslyft.
- Matarverksfäste som går att dra ut till kanten och sänka ner för att minimera lyftet av matarverket. Handtaget för det är kombinerat med slangupphängning.
- Gasflaskan monteras på en tippbräda som trycks ner av gasflaskans tyngd när den monteras.

6.5 Utvärdering av koncept

Efter att ha utvärderat alternativen för tillverkningen av vagnarna ansågs delkoncepten inte vara tillräckligt innovativa. Projektgruppen fick ett förslag om att titta närmare på andra material än referensproduktens. En ny indelning av vagnarna skapades baserat på matriser om svetspaketens dimensioner, funktioner och krav. Den nya indelningen bekräftades med ESAB och låg till grund för slutkoncepten på vagnar.

En del av lösningar som presenterades under delredovisningen utvärderades vidare. Lösningen med *Camber* på bakhjulen förkastades efter handledning från Pontus Engelbrektsson (Design and Human Factors, Chalmers) då denna tekniska principen ej har den eftersökta funktionen. Det framkom att *Camber* inte påverkar stabiliteten på det sätt som antagits. Istället är anläggningsytan mot marken och därmed friktionen som ökas. Därför ger hjulens lutning ingen inverkan, då hjulbasens bredd är det som är väsentligt. Dessutom visade sig lösningen vara onödigt dyr och komplex att genomföra.

De lösningar som presenterades för matarverksrotation fick betydelsefull input. Vagnen får inte lyftas i matarverket, då denna kan förstöras. Med dagens lösning är detta omöjligt, eftersom matarverket inte är fastmonterat i vagnen. Dock skulle T-spåret innebära att ett försök att lyfta i matarverket resulterar i att det går sönder varpå en ökad risk för fall uppstår. Vidare skulle det matarverksfästet som presenterats på Premium-Large vara komplicerat att tillverka och utsättas för allt för stora skjuvkrafter. Detta skulle kunna resultera i att den skjutbara *guide pin* som utgör matarverksfästet kärva och hamna snett.

Flertalet funktioner hos delkoncepten ansågs välfungande och valdes därför att utvecklas vidare, t.ex. upphöjda länkhjul.

6.5.1 Pris

Ursprungligen sattes ESAB ett kostnadsmål för den billigaste vagnen på 30 Euro. Detta reviderades efter delredovisning då det ej ansågs möjligt att uppnå, även om lösningarna i Basic-Koncepten skulle komma nära målet. Kravet på kostnaden lämnades öppet med förbehållet att fortsätta arbeta med att hålla nere kostnaderna. Ett acceptabelt pris för vagnen sattes till ca 5% av systemets totalpris.

7. Materialstudier

Efter delredovisningen togs frågan om materialval upp och det påpekades att det kunde finnas möjlighet att frånga rådande principer med stål och ersätta det med andra material. Detta föranledde genomförandet av en materialstudie.

7.1 Utformning för styrka

Genomgående för alla undersökta metaller är att de kan utnyttja liknande tekniker med syfte att öka styrkan i konstruktionen. Förstyvningar/avstyvningar och förstärkningar kan utgöras av mindre bockningar i vilket materialet plasticerar och därmed stärker den bockade delen. Förstärkningar kan även skapas genom användandet av stag.^{1 2}

7.2 Svartstål

Svartstål är det material som idag är det mest förekommande på vagnarna. Denna lackas för att undvika korrosion, men saknar i övrigt korrosionsskydd. Med större plättjocklekar kan även plåten vara bärande i konstruktionen, t.ex. med funktionen att bära upp hjulaxlar. Priset för svartstål uppgavs vara ca 7,90 kr/kg obearbetat. Faktorer som ökar kostnaden hos dagens tillverkare är manuellt arbete, såsom svetsning och borrar.³

7.3 Galvaniserat stål

Galvaniserat stål innebär att stålet har belagts med en zinkyta i en elektrokemisk process. Detta gör att materialet blir mer motståndskraftigt mot korrosion. Zinken är mer resistent än järn mot korrosion, och på grund av olika elektrisk laddning skyddar zinket järnet i materialet. Skyddet består även om zinkbeläggningen repareras denna självläker genom jonvandrings. Beläggningen förstörs om materialet svetsas. Om så ändå sker måste materialet efterbehandlas.⁴

Galvanisering är populärt på grund av dess låga kostnad, enkla tillämpning och jämförelsevis långa underhållsfria livslängd. Materialet är vanligt förekommande i lyktstolpar. Det finns idag svetsvagnar konstruerade av galvaniserat stål. De är i förekommande fall generellt sett avsedda för *off*-shore industrin såsom oljeriggar och dylikt.

Galvaniserat stål karaktäriseras av den gråspräckliga ytan. Det finns även möjligheter att lacka plåten. Priset för galvaniserat stål uppgavs vara ca 8,90 kr/kg obearbetat.⁵

¹SAPA Profiler AB (2012)

²Plåt (1993)

³Skövde Maskin Konstruktioner, Joakim Holm, Vd

⁴Smith (2005)

⁵Skövde Maskin Konstruktioner, Joakim Holm, Vd

7.4 Rostfritt stål

Rostfritt stål ges ett ökad korrosionsmotstånd genom att krom tillsätts till stålet. Då kromhalten överstiger 12% bildas en tunn skyddande hinna på stålets yta, ytskiktet återbildas mycket snabbt vid skador.⁶

Termen rostfritt är missvisande, och det finns många grader av rostfritt som är mer eller mindre effektiva. Prisbilden mellan dessa skiljer.

7.5 Aluminium

Aluminium har andra tillverkningsmöjligheter än stål. Exempelvis strängpressning är lättare att utföra på aluminium än stål då aluminiumet är mer formbart. Materialet är mångsidigt, och många olika processeringstekniker kan användas.^{7 8}

Aluminium är förhållandevis lätt (1/3 av ståls densitet) och har relativt hög hållfasthet. I olika legeringar har den liknande styrka som stål⁹. Det har en hög värme- och elektrisk ledningsförmåga. Vid återvinning av aluminium är energiåtgången endast ca 5% av åtgången för framställning av primäraluminium.¹⁰ Detta innebär att aluminium kan vara miljövänligare än stål då det krävs mindre energi för att produceras genom återvinning. Aluminium finns dessutom i stora mängder, både i samhället i form av produkter och med avseende på dess naturliga förekomst. Metallen är det tredje vanligaste ämnet i jordskorpan efter syre och kisel - vilket borgar för god tillgång i överskådlig framtid. Dessutom finns möjlighet att återvinna till fullo utan minskad materialkvalitet.^{11 12}

Materialet tappar hållfasthet i värmepåverkade zoner, t.ex. vid svetsning. I kombination med att svetsning är dyrt bör detta därför undvikas.

Aluminium är inte känsligt för sprödbrott vid låga temperaturer, det finns ingen omslagstemperatur. Aluminium blir istället styvare, segare och starkare även om skillnad mot rumstemperatur är liten.¹³

Metallen har också ett bättre korrosionsmotstånd än stål och kan infärgas genom kemiska processer, med mycket gott resultat till en låg kostnad gentemot att pulverlacka stål.

7.6 Plast

Detta avsnitt behandlar enbart termoplaster¹⁴, då dessa är mer praktiska och återanvändningsbara än hårdplaster.

Termoplaster påverkas av temperaturer, de smälter vid hög värme - vilket kan göra att detaljer går sönder eller förfulas. Det finns även en låg omslagstemperatur där plaster blir sprödare, vilket leder till en ökad risk för brott. Plaster blir också sprödare med ålder.

Plasten som eftersöks ska ha låg friktion och vara tillräckligt hållfast men ej inneha för hög hårdhet. Dessutom behöver den ha god UV-resistans, klara temperaturskillnader, vara kostnadseffektiv.

- Polyoxymethylene (POM): Hållfast, låg friktion, hög precision (små delar möjliga), miljövänligt

⁶Smith (2005)

⁷Smith (2005)

⁸European Aluminium Association (2012)

⁹European Aluminium Association (2012)

¹⁰Aluminiumriket (2012)

¹¹Aluminiumriket (2012)

¹²SAPA Profiler AB (2012)

¹³SAPA Profiler AB (2012, s.168)

¹⁴Nyström (2012)

- Polyamid (PA): låg friktion, jämförelse mot POM mer miljövänligt, höghållfast, tillräcklig precision (för ändamålet), eventuellt dyrt
- Polypropen (PP) : låg friktion, jämförelse mot POM mer miljövänligt, tillräcklig precision (för ändamålet)
- Lågdensitets/högdensitets polyeten (Hd/Ld-PE): Billigt, UV-känsligt

8. Slutkoncept

Kapitlet innefattar presentation av vagnsfamiljen och en listning över vagnarnas användningsområden samt syften. Tekniska funktioner och detaljerade lösningar förklaras, samt position av dessa markeras på slutkoncepten. Dessutom tas en analys av de nya konceptens hållbarhet upp.

Slutkonceptet innehåller flera vagnar som är baserat på en aluminiumprofil.

Valet att tillverka vagnarna i aluminium istället för stål innebar helt andra möjligheter för utformningen av de individuella delarna. Tillverkningsprincipen med extruderade aluminiumprofiler innebär att ett helt eget uttryck kan skapas samtidigt som unika funktioner kan integreras från grunden. Eftersom profilen utformades unikt enbart för ESAB så kan den gemensamma formen för vagnarnas ingående delar identifieras, oberoende av övriga produkter och utrustning i sortimentet, som sammanhörande.

8.1 Vagnsfamilj



Figur 8.1: Vagnsfamiljen. Aristo-4, Origo-4, Origo/Aristo-2, Caddy-2.

Vagnsfamiljen består av fyra vagnar:

- Caddy-2 - en tvåhjulig vagn för Caddy (TIG/MIG/MAG/MMA).
- Origo/Aristo-2 - en tvåhjulig vagn för Origo och Aristo utan matarverk (TIG/MMA).

- Origo-4 - en fyrhjulig vagn för Origo (TIG/MIG/MAG/MMA).
- Aristo-4 - en fyrhjulig vagn för Aristo (TIG/MIG/MAG/MMA).

Önskas separata tvåhjuliga vagnar för produktfamiljen finns möjlighet att skapa en variant av Origo/Aristo-2 enbart för Aristo. Detta kan uppnås genom att använda mer kvalitativ ytbehandling samt med möjlighet till ökade funktioner, såsom extra förvaring och kabelupphängning.

Ska finnas på vagnen	Caddy-2	Origo/Aristo-2	Origo-4	Aristo-4
Plats för gasflaska	X	X	X	X
Förvaring tillsatsmaterial	X	X	*	*
Kabelförvaring	X	X	X	X
Pistolhållare	X	X	X	X
Matarverksfäste			X	X
Möjlighet att montera avlastingsarm				X

Tabell 8.1: vad som skall finnas på de olika vagnarna, samt möjliga tillval (*).

Beroende på användningsområde får vagnarna olika krav på funktionalitet och förflyttningssträcka utan hjälpmedel. De tvåhjuliga ska vara enkla att flytta långa sträckor och utan problem kunna föras över hinder medan de fyrhjuliga är avsedda att användas som mer stationära arbetsplatser. Även prisbild skiljer - där svetsvagnarna ska stå i relation till svetspaketen de saluförs med.

8.1.1 Caddy-2



Figur 8.2: Caddy-2

För Caddy MMA, MIG/MAG och TIG

Vagnens syfte och funktionalitet	Användningsområden
• Höja upp interaktionsområden • Förflytta svetssystem långa sträckor • Mycket portabel vagn, enkel att ta med sig • Mycket enkel förflyttning över hinder • Skall vara enkel att lyfta manuellt för 1 person (utan gas) • Lätt att ta av maskinen men eventuellt med ett lås för att motverka stöld • Komma igenom smala utrymmen • Möjliggöra lyft med kran/travers	Primärt: • Verkstäder • Skeppsvarv • Bygge • Utomhus • Transport i mindre bil (baklucka kombi)

Tabell 8.2: Caddy-2.

8.1.2 Origo/Aristo-2



Figur 8.3: Origo/Aristo-2.

För Origo TIG samt MMA och Aristo utan matarverk.

Vagnens syfte och funktionalitet	Användningsområden
• Möjlighet att passera mycket trånga utrymmen, minst 70 cm • Möjlighet att lyftas manuellt- 1-2 personer • Enkel förflyttning över hinder • Förflytta svetssystemet medellånga sträckor, t.ex. tvärs över byggarbetsplatser • Möjliggöra lyft med kran/travers	Primärt: • Verkstäder • Skeppsvarv • Byggen • Utomhus • Transport i större bil (lätt lastbil/pickup)

Tabell 8.3: Origo/Aristo-2.

8.1.3 Origo-4



Figur 8.4: Origo-4.

För kommande Origo MIG/MAG.

Vagnens syfte och funktionalitet	Användningsområde
• Kostnadseffektiv • Möjliggöra lyft med kran/travers (och truck med tillval) • Gå att lyfta manuellt för 2 personer (utan gas) • Förflytta svetssystem kortare stäckor, t.ex. inom verkstäder • Möjliggöra förflyttning över hinder	Primärt: • Verkstäder • Inomhus Sekundärt: • Byggen • Skeppsvarv • Utomhus • Transport på lastbil

Tabell 8.4: Origo-4.

8.1.4 Aristo-4



Figur 8.5: Aristo-4.

För Aristo (kombimaskin)

Vagnens syfte och funktionalitet	Användningsområde
• Multifunktionell • Skall vara en mobil arbetsstation • Flytta svetspaket kortare sträckor, ofta stationär • Ergonomisk • Maximerad funktionalitet enligt behov • Möjlighet att köpa till och fästa komponenter om dessa ej är standard • Möjliggöra förflyttning över hinder • Lätt att lyfta med kran/travers (och truck vid tillval) • 2 personer skall enkelt kunna lyfta manuellt	Primärt: • Verkstäder • Inomhus Sekundärt: • Byggen • Skeppsvarv • Utomhus • Transport på lastbil

Tabell 8.5: Aristo-4.

8.1.5 Placering av kylvanhet

Kylvanheten kommer att behålla sin plats under strömkällan. Detta anses vara den mest lämpliga positionen och medför även att vagnarna passar befintligt sortiment.

8.1.6 Placering av strömkälla

Strömkällorna kommer vara placerade i längsled då kablageinfästingar är placerade på strömkällans kortsidor och systemets bredd önskas minimeras. Strömkällan skruvas fast i en bottenplatta av aluminiumplåt med L-formade skenor.

8.2 Material

8.2.1 Metall

Till följd av 4.8 Hållbarhetsanalys och 7 Materialstudier beslöts att ersätta produktens huvudsakliga material, stål, med aluminium som är mer miljövänligt, formbart och lättare.

Aluminium har stora fördelar gentemot stål ur ett tillverkningsperspektiv eftersom samma extruderade aluminiumprofil kan användas genomgående i alla varianter av vagnar. Detta innebär ökade volymer, lägre kostnader, minskade ställtider och antal verktyg, mindre manuell hantering i tillverkningen och ökad gemensam visuell identitet. Vidare erbjuder aluminiumprofiler större möjligheter till anpassningsbara infästningar. Aluminium har också ett bättre korrosionskydd än stål och behöver inte lackeras. Därför bedöms det som ett bättre val.

Den aluminiumlegering som valts har en inblandning av Kisel och Magnesium och har beteckningen AlMgSi. Preliminärt väljs Sapas vanligaste legering 6060f22 (upplösningsbehandlat och varmåldrat (t6))¹. Sträckgränsen är 170 MPa vilket uppskattningsvis är tillräckligt för att klara svetspaketets tyngd. Med vanliga legeringar kan en sträckgräns på 250 MPa uppnås (SAPA 6082) om detta skulle visa sig vara nödvändigt.

Ytkraven bedöms som relativt låga (d.v.s. normala ytkrav på synliga områden, och inga på osynliga), eftersom produkten är en industriprodukt. Normala ytkrav innefattar bl.a. byggsystem och ledstänger.

² Dessa anses jämförbara med svetsvagnar. Kravet på ytan styr pris.

8.2.2 Plastdetaljer

Till plastdetaljer, så som kåpor och ändbitar, anses polyamid vara ett bra alternativ för att uppfylla kraven på hållbarhet, friktionsmotstånd, UV beständighet samt miljövänlighet. Exakt val av typ bör utvärderas vidare. Samma material används för *guide pin*, för att minimera behovet av att uppdatera komponenter.

Då systemet består av liknande delar till alla vagnsfamiljer minimeras antalet artikelnummer. Dessutom förenklas administrationen av reservdelar. Plastdelarna binder dessutom samman delarna uttrycksfylligt på ett snyggt och billigt sätt vilket bidrar till att vagnens helhetsintryck. Plast ger också större möjlighet till olika färgval.

8.2.3 Val av muttrar och skruvar

Svetsvagnarna befinner sig ofta i korrosiva miljöer, exempelvis skeppsvarv, och därför bör skruvar lämpade för marin miljö väljas.

¹SAPA Profiler AB (2012, s.193)

²SAPA Profiler AB (2012, s.108)

Förslag på skruvtyp är Rostfritt 18/8 med dacrolit ytbehandling (mycket god livslängd i marin miljö) då denna skruv medför längst livstid av de angivna förslagen antas denna skruv vara ett dyrare alternativ än övriga med kortare livslängd. Andra skruvar att rekommendera är rostfritt 18/8 elförsinkrad med blankkromatering och kolstol med dacrolit- alternativt geometbehandling (god livslängd i marin miljö) eller elförzinkad rostfri 2302 med blankkromatering (acceptabel livslängd i marin miljö) ³.



Figur 8.6: Zink/järnytbehandlad stålskruv och mutter, dacrolit-behandlad stålskruv och mutter.

Då olika metaller används i en konstruktion ökas risken för galvanisk korrosion. De rekommenderade skruvarna antas ej ge upphov till detta. Om andra skruvar används kan också tätning med tätningsmassa, dubbelhäftade tejp eller lim behövas. ⁴

8.3 Ingående delar

En ny lösning är framtagen för stommen av vagnarna. Den består av en specialutformad aluminiumprofil som används i olika längder till samtliga vagnar. Handtagen är aluminiumrör och delarna i vagnarna monteras enkelt ihop med anpassade kopplingar och skyddande plastkåpor. Den nya lösningen medför möjlighet till valfri placering av kabelförvaring och olika tillval.

8.3.1 Profilen



Figur 8.7: Aluminiumprofilen.

Utformningen på profilen är framtagen för att skapa en enhetlig vagnsfamilj med enkel fastsättning av handtag och tillbehör.

³SAPA Profiler AB (2012, s.153, 154)

⁴SAPA Profiler AB (2012, s.148)

Aluminiumprofilen är en sluten profil med jämn godstjocklek, med undantag för möten mellan håligheter, och är helt symmetrisk förutom anhåll för plåt (den utstickade kanten på profilens vänstra sida, se 8.8, Anhåll.). Symmetrin, samt den jämna godstjockleken, underlättar strängpressning och den slutna profilen medför hög vrid- och böjstyvhet. Slutna profiler medför att verktyget blir dyrare, dock kan verktygskostnaden slås ut på en stor serie och har därmed inte så stor inverkan på tillverkningskostnaden för en enskild vagn.⁵

Då profilen har flera inre väggar stärker dessa konstruktionen. Om mer styrka önskas kan aluminiumrör placeras i det cirkelformade hålet i navet hos profilen. Hålet i mitten av profilen kan användas för att fästa handtag. Hålet är satt till 30 mm i innerdiameter, för att passa handtagets dimension.

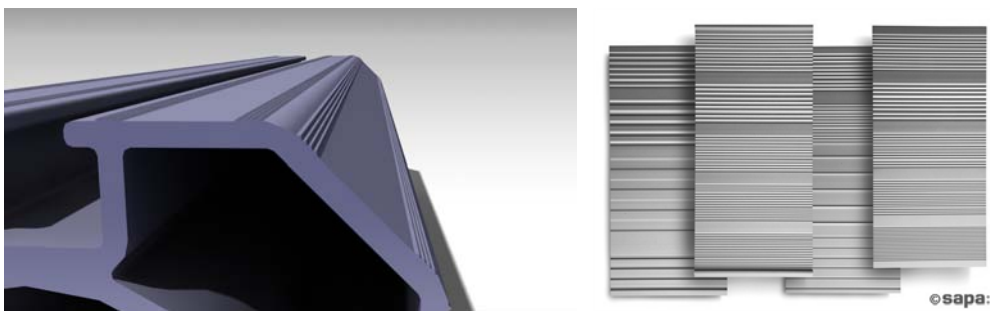
För att underlätta pressningen och därmed öka produktiviteten har även mjuka övergångar eftersträfvats. Profilens minsta radie är satt till 0.5 mm då en radie mellan 0,5-1 mm är tillräckligt⁶. Minimum godstjocklek är 1-1.5 mm för valda legeringar. Toleranser och den exakta godstjockleken lämnas åt ESAB att utvärdera och avgöra, eftersom pris och produktkvalitet avgör.⁷



Figur 8.8: Anhåll.

Detaljen för anhåll av skivmaterial används för att ge stabilitet och underlätta vid montering av plåt mellan profilerna.

För att dölja vissa feleffekter som kan uppstå vid tillverkning samt öka stryktåligheten och förhindra repor, läggs dekor i form av räfflade ytor längs aluminiumprofilen.⁸



Figur 8.9: Dekor.

⁵SAPA Profiler AB (2012, s.37)

⁶SAPA Profiler AB (2012, s.37)

⁷SAPA Profiler AB (2012, s.36,37)

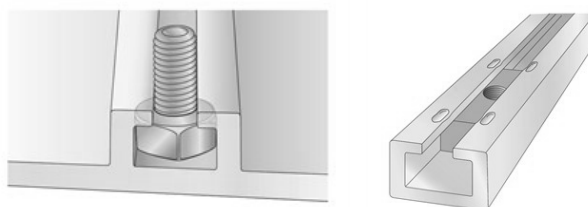
⁸SAPA Profiler AB (2012, s.40)



Figur 8.10: Feleffekter och räfflade ytor.

Dekor på föreslagen profil, exempel på variationsmöjligheter, illustration feldefekter efter tillverkning, illustration av dekorens skyddande effekt ⁹

Profilen är försedd med mutterspår i fyra riktningar, där skruvar kan fästas direkt med skruvskalle i spåret eller i block med gängade hål (se bilden nedan till höger). Då mutterspåren är en del av profilen kan kopplingar göras och detaljer (exempelvis tillbehör, kabel- och pistolhållare) fästas steglöst utan att efterbehandling krävs. ¹⁰



Figur 8.11: Mutterspår, mutterspår med gängat block.

Det finns en viss risk för gropfrätning till följd av vattenansamlingar i spåren. Detta påverkar inte hållfastheten utan enbart det estetiska, dock är ytorna där detta riskerar att ske skymda. Detta kan motverkas med anodisering eller dräneringshål. ¹¹

Behöver andra metaller än aluminium användas i konstruktionen kan en offeranod av zink eller magnesium, likt de som finns för utombordsmotorer ¹², fästas inne i profilen utan att påverka uttrycket. Denna offeranod utsätts för de skadeangrepp som uppstår vid (galvanisk) korrosion, och medför att aluminiumen förblir opåverkad.

8.3.2 Koppling

Vid rätvinkliga möten mellan två profiler används en koppling som monteras i skruvspåren. ¹³

- Kopplingen är utförd i aluminium (för att undvika galvanisk korrosion).
- Genom sin form tar kopplingen upp alla krafter utom i profilernas axialriktning.
- Kopplingen sitter i mutterspår på vardera profil. För att ta upp krafter i axialriktning fixeras profilerna med skruvar genom att nypa mot spårkanten likt fig nedan.

Efter översiktberäkningar och konsultation med expert (inom bl.a. konstruktionsteknik) på Chalmers ¹⁴, identifierades kontaktarean mellan skruvskallen och profilen som dimensionerande för konstruktionen.

⁹SAPA Profiler AB (2012, s.40)

¹⁰SAPA Profiler AB (2012, s.48,49)

¹¹SAPA Profiler AB (2012, s.147)

¹²SAPA Profiler AB (2012, s.146)

¹³SAPA Profiler AB (2012, s.61)

¹⁴Brännare



Figur 8.12: Koppling, exempel på montage i profil t-förbindelse.

För att maximera kontaktytan, samtidigt som brickor undviks (vilket minskar antalet delar), föreslås specialtillverkning¹⁵ av M6-skruv med fläns. Specialtillverkning krävs på grund av att kortaste standardutförandet är 10 mm och skruvspåren endast tillåter 7-7.5 mm. Om standardutförandet används krävs just brickor för att fixera skruven p.g.a. längden.

Kopplingen medför att all montering kan utföras av kunden. Om ett minskat antal monteringsmoment önskas kan ett rör svetsas fast i ena profilen och fästas i den andra med en bult genom ett i efterhand borrarat hål. Detta medför även att ökad kraft i axialled kan tas upp. Om det endast är ökat hållfasthet som önskas kan bult även monteras genom koppling och profil.

8.3.3 Plastkåpa



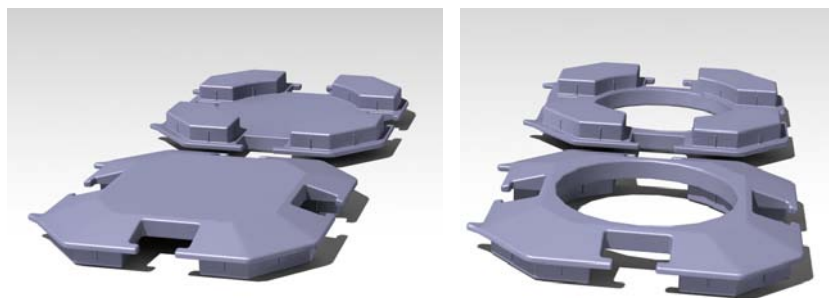
Figur 8.13: Koppling, skarv och plastkåpa.

Plastkåpornas huvudsakliga syfte är att täcka över det glapp som uppstår vid ett profilmöte, på grund av profilens oktagonform. Kåpan bidrar även till att ge ett stadigt och robust uttryck till vagnen. Plastkåpan fästs ihop med inbyggda plastpluggar med ribbor som deformeras vid monteringsstillfället¹⁶. Förhoppningen är att denna princip ska vara tillräcklig, men om den inte är det kan separata delar med en annan princip användas. Om komponenten skall göras i samma verktyg är detta den enda fungerande principen som uppkommit i studien.

¹⁵Sifvert Skruv (2012)

¹⁶Sifvert Skruv (2012, s.143)

8.3.4 Ändbit



Ändbiten finns i två varianter med eller utan cirkulärt hål för handtag. Dessa kan tillverkas med två olika verktyg alternativt så kan hålet borraras i efterhand.

För att hålla ned olika typer av material, och därmed komplexitet, användes samma plast i kåpor och ändbitar. Ändbiten följer profilens form och monteras med samma princip som plastkåporna monteras (ribbor som deformeras). Delen är något bredare än själva profilen, detta är för att motverka glapp som kan uppkomma av toleransvariation ¹⁷.

Profilen av mutterspårerna är utskurna ur ändbiten så att användaren kan fästa tillbehör utan att behöva montera av och på ändbiten. Detta gör också att vatten kan rinna ut från mutterspårerna istället för att ansamlas och därmed öka risken för gropfrätning.

8.3.5 Handtag

Handtagen består av bockade aluminiumrör med diameter 30 mm, då 30+- 2 mm är en ergonomiskt bra diameter ¹⁸. Samtliga handtag, med undantag för de som fästs i profilens mutterspår, monteras fast i det cirkulära mittenhålet av profilen. Handtagen fixeras med en bult eller skruv tvärs genom profilen och röret (med borrarat hål). Handtagen på vagnarna kommer även att fungera som kabelupphängning. En uppstickande plåt från profilen hindrar kablarna från att falla av vid lutning av vagnen.

Handtagen skiljer i utformningen mellan de fyrhjuliga och tvåhjuliga vagnarna då dessa hanteras olika vid förflyttning. Vid brukarstudier framkom att användarna föredrar olika typer av grepp. Därför utformas handtagen så att flera olika grepp är möjliga - vilket även medför möjlighet för bättre ergonomi då greppet kan anpassas efter arbetsställning. "Den bästa arbetsställning är nästa arbetsställning" ¹⁹ vilket gör denna typ av handtag till en klar fördel.

Aluminium har hög värmeledningsförmåga och därför kan det bli aktuellt att använda en ytbeläggning eller ett standardiserat plasthandtag på greppytan så att inte brukaren besväras av värme eller kyla ²⁰.

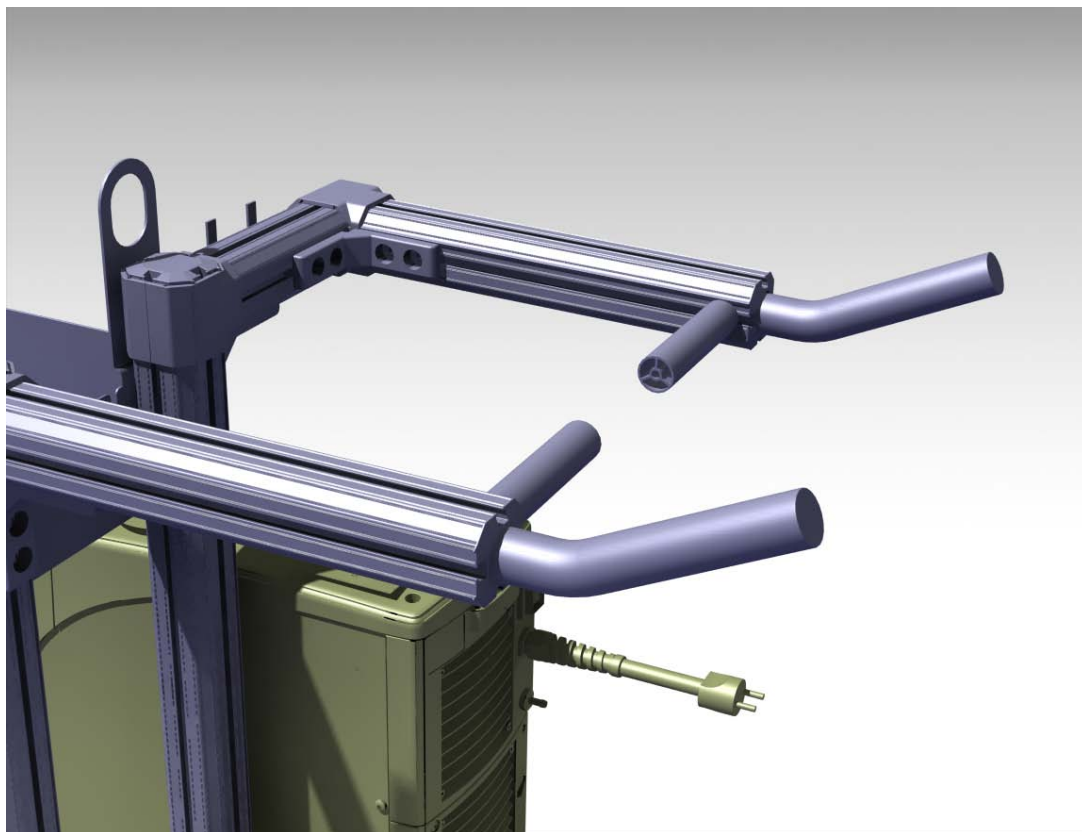
¹⁷SAPA Profiler AB (2012, s.71)

¹⁸Blixt (2012)

¹⁹Osvalder (2010)

²⁰SAPA Profiler AB (2012, s.168)

Handtag tvåhjulig



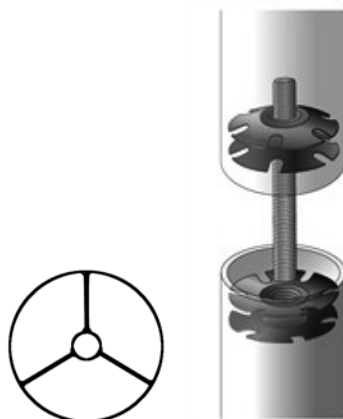
Figur 8.14: Handtag, tvåhjulig.

Handtagen på de tvåhjuliga vagnarna består av rör på var sida, som går bakåt från profilens mitt och är bockad något snett uppåt för att ge ett bra grepp då vagnen lutas bakåt. Dessa är även försedda med en horisontell sektion, i riktning in mot vagnens mitt, som möjliggör ett rakt grepp. Infästningen sker direkt i profilens skruvspår, i en genomgående skruvficka som gängas för en M6-skruv. På grund av den belastning som läggs på skruven krävs en relativt höghållfast skruv, och eventuellt ett gängat block i spåret. Alternativt kan ett specialclipset användas som dessvärre inte är lika hållfast ²¹.



Figur 8.15: Skruvfickor.

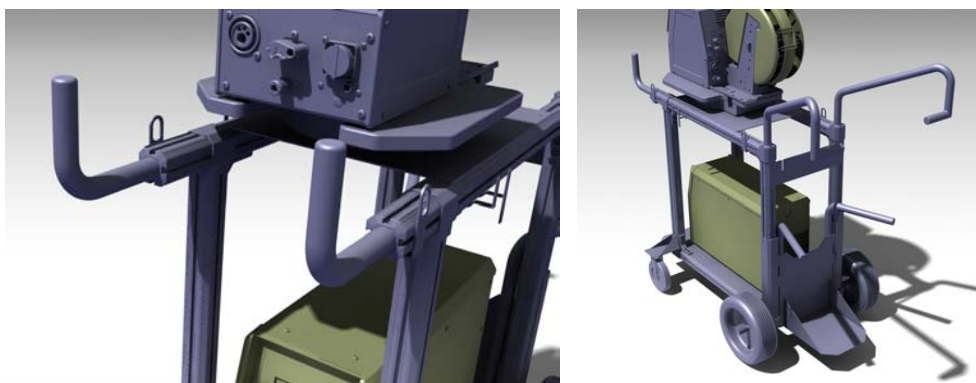
²¹SAPA Profiler AB (2012, s.46, 48)



Figur 8.16: Genomskäring rör och Specialclips.

När vagnen är lutad för förflyttning blir handtagen horisontella. Då hamnar även en stor gasflaskas tyngdpunkt rakt ovanför hjulaxeln. Handtagen ska då vara på 750 mms höjd, ca knoghöjd för snittet av manliga 50:e procentilerna i Sverige, Brasilien och Kina. Se 4.3.4 Antropometrisk mått.

Handtag fyrhjulig



Figur 8.17: Handtag fram (Aristo-4), handtag bak.

På de 4-hjuliga vagnarna består handtaget av rör som går snett uppåt bakåt, sedan bockade ned mot marken och till sist bockade in mot mitten. Detta medför att vagnarna kan användas på flera olika sätt och därmed kan brukaren själv välja hur denne vill greppa och anpassa greppet efter situation. Det finns möjlighet att med hjälp av handtagen tippa vagnen och därmed underlätta att föra vagnen över hinder.

På Aristo-4 finns även handtag framtill på vagnen. Detta för att möjliggöra lyft för två personer samt för att ge brukaren möjlighet att välja riktning vid förflyttning av kortare sträckor. Detta medför även ytterligare plats för kabelupphängning. Rören kan monteras åt olika hål (då de har flera hål), beroende på brukarens preferens. Handtagen kan vara riktade uppåt - vilket ger ökat stöd för kabelupphängning men kan vara i vägen för svetskabeln när matarverket vrids. Om det monteras åt sidan finns fortfarande möjlighet till kabelupphängning, de är inte lika mycket i vägen för svetskabeln. Dock ökas bredden (men så brett som bakre handtagen). Minst stöd för kabelupphängning ges när röret är riktade nedåt, då ges möjlighet med ett bra grepp vid lyftning.

8.3.6 Hjul

Hjulen är så stora som möjligt för att underlätta körning över hinder. Hjulets storlek kommer begränsas av närliggande plåt- och profildelar samt av kostnad. Genom att i så stor utsträckning som möjligt använda samma hjul inom vagnsfamiljen ökar gemensamma delar samt tillhörighet mellan de olika vagnarna.

Val av hjul för enskilda vagnar baseras på hur vagnen skall användas och vad som är ekonomiskt möjligt. Därför kommer Caddy-2 samt Origo/Aristo-2 att förse med fyllda hjul (skum/luft/gas) hjul med en diameter på ca. 300mm. Detta då dessa vagnar är tänkta att klara av att köras långa sträckor och enkelt ska kunna ta sig över hinder, vilket underlättas av så stora och bra hjul som möjligt. Luftfyllda hjul är ett billigare alternativ än skumfyllda, men kan drabbas av punktering och behöver underhåll.

Aristo-4 utrustas med skumfyllda hjul trots att den generellt förväntas flyttas kortare sträckor. Denna vagn är ej lika priskänslig såsom Origo-4 och är därför utformad med multifunktionalitet i fokus, varpå skumfyllda hjul anses vara motiverade. För att tillåta styrning används länkhjul framtill. Länkhjulets diameter har satts så stor som möjligt då det är något som verkligen bör prioriteras trots den ökade kostnaden. Därför är infästningen upphöjd.

Origo-4, som är avsedd för mer stillastående arbete, utrustas med mindre länkhjul fram (likt de som används idag) och helgjutna plathjul bak för att hålla nere kostnaden.

8.4 Dellösningar

Beroende på vagn finns olika typer av dellösningar (vad gäller placering av gasflaska, fäste av matarverk, pistolhållare, kabelupphängning, förvaring, stöd vid tippning, tillval samt möjlighet till lyft). Det här kapitlet presenterar principen för dessa.

Somliga lösningar har behållits från dagens vagnar och förklaras därför ej grundligt.

8.4.1 Placering och lyft av gasflaska

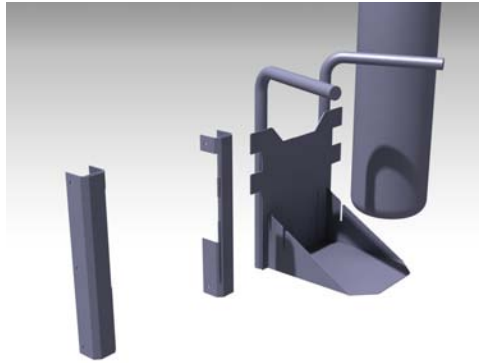
På de tvåhjuliga vagnarna placeras gasflaskan på en skopa i marknivå framför hjulen och säkras fast med två kedjor i olika höjd. Detta medför att gasflaskan ej behöver lyftas upp utan kan istället skjutas/rullas på skopan och därmed krävs inga höja lyft.

På Origo-4 placeras gasflaskan på en hylla mellan handtagen. Hyllan befinner sig 100mm över marknivå för att få den markfrigång som krävs. Likt de tvåhjuliga vagnarna säkras gasflaskan fast med två kedjor. Gasflaskan lyfts på vagnen på samma sätt som de gamla vagnarna. Lösningen är ej optimal ur ergonomisk synpunkt men anses vara tillräcklig då kostnaden måste hållas nere.



Figur 8.18: Lyft av gasflaska, Aristo-4.

På Aristo-4 har en ny typ av gasflaskhållare utvecklats vilket underlättar för brukaren då gasflaskan monteras av och på vagnen. Gasflaskhållaren är fäst i ett spårssystem som lyfts upp och ned med handtag.



Figur 8.19: Delar för gasflaskhållare Aristo-4.

Vid byte av gasflaska ställs hållaren ner på marken, vilket gör det möjligt att gasflaskan kan rullas eller skjutas av och på. Användaren lyfter sedan i handtagen och genom ett spårsystem hakas hållaren på plats på vagnen. Detta gör lyftet av gasflaskan mer ergonomiskt jämfört med björnkramstekniken (greppning runt gasflaskskroppen) - då handtaget medför ett stadigt grepp och en bättre ställning vid lyftet.

Lyftet från marken är 150 mm och med raka armar framför kroppen bör handtagen vara placerade ca 130 mm under knoghöjd. Detta för att lyften skall göras med böjda ben, rak rygg och raka armar. Höjden på handtagen sätts till 618 mm (vid lägsta punkten) över marknivå för att passa snittet av 50:e percentilerna (män i Sverige, Kina och Brasilien). Att böja lite mer på benen är bra, men krävs för mycket finns risk att användaren kröker ryggen - vilket är sämre ur ergonomisk synpunkt. Därför har det anpassats så att det inte blir skadligt för de längsta användarna. En konsekvens blir att de kortaste användarna får lyfta lite med armarna.

8.4.2 Matarverksfäste



Figur 8.20: Dagens lösning.

På Origo-4 placeras matarverket på en hylla som går ut från ryggen ut över strömkällan (se bild). Här används den nuvarande lösningen med guidepin, även detta för att hålla nere kostnaden.



Figur 8.21: Matarverk för Aristo-4.

På Aristo-4 används en ny teknisk lösning med två diskliknande plattor som glider mot varandra. På- och avmontering av matarverket förenklas och ergonomin blir avsevärt förbättrad. Denna princip medför att matarverket inte behöver lyftas och passas in lika högt vid montering som vid användning av en *guide pin*. Följden är att de skadliga lyft uppkommer i samband med placering av matarverk minimeras. Kontaktytans bredd utnyttjas i högre utsträckning än höjd för stabiliteten. Matarverket stabiliseras genom att matarverkets fötter placeras i hål. Plattans form är anpassad för att ett *wheel kit* skall kunna vara monterat på matarverket.

8.4.3 Pistolhållare

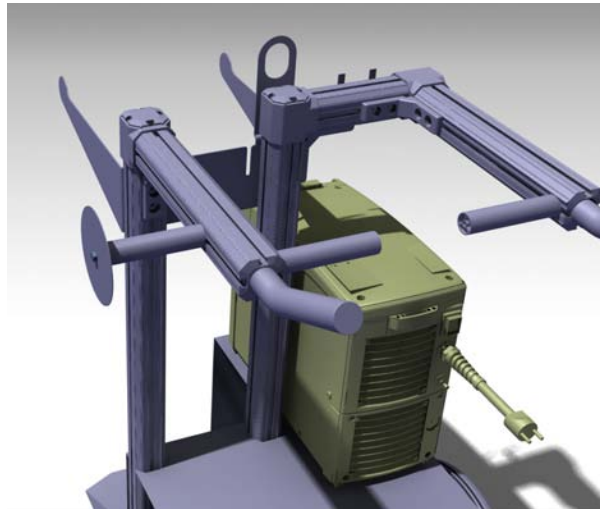
Pistolhållaren är en universalhållare för TIG-brännare, MIG/MAG-pistol och MMA-koppling. Konstruktion är uppbyggd av två krokar ur ett plåtstycke, där krokarna är olika utformade så att den T-formade TIG-brännare hakas på rakt från sidan. MIG-pistolen går över den första böjen och under den andra. MMA-koppling hängs över.



Figur 8.22: Pistolhållare för TIG-brännare, MMA-koppling, MIG/MAG-pistol.

På de tvåhjuliga vagnarna placeras denna på samma sida som strömkällan och på Origo-4 på vänster sida (när brukaren är riktad för att köra vagnen framåt). På Aristo-4 finns en på varje sida vid fronten av strömkällan.

8.4.4 Kabelupphängning

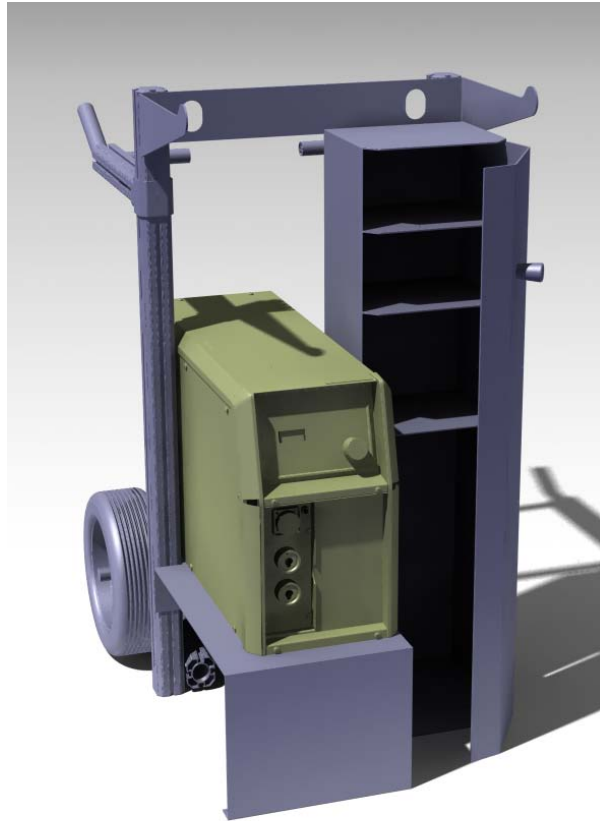


Figur 8.23: Extra kabelupphängningstillbehör.

Kablage och slangpaket kan hängas över handtag och extra kablageförvaring kan monteras på profilen. Att delar primärt avsedda för andra ändamål också kan används för kabelupphängning har eftersträövats, t.ex. lyftöglor.

8.4.5 Förvaring

Aluminiumprofilerna medför att det finns möjlighet att enkelt fästa extra förvaring på önskad plats. Därmed kan brukaren anpassa vagnen efter behov. På Caddy-2 och Origo/Aristo-2 vagnarna finns förvaringsutrymme för tillsatsmaterial bakom gasflaskan.



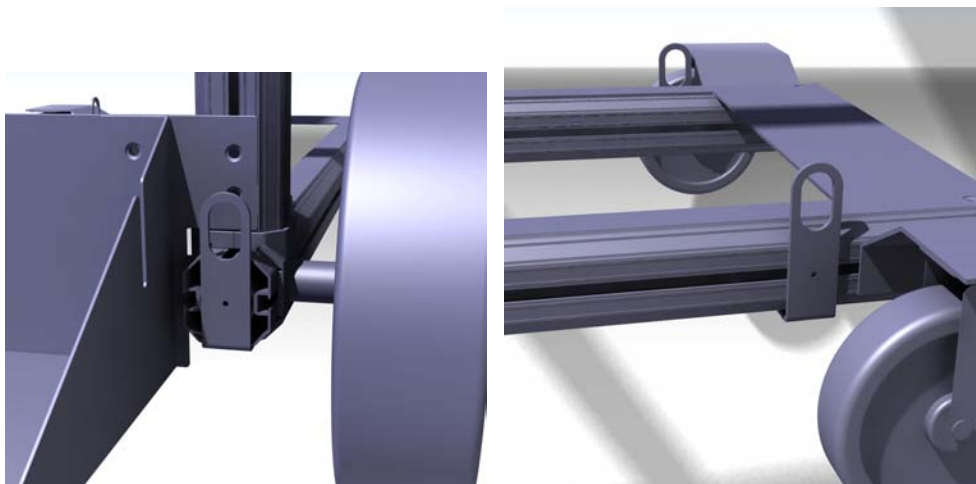
Figur 8.24: Tillval förvaringsskåp.

Om gasflaska ej används finns möjlighet att köpa ett tillhörande förvaringsskåp som kan monteras på platsen för gasflaskan.

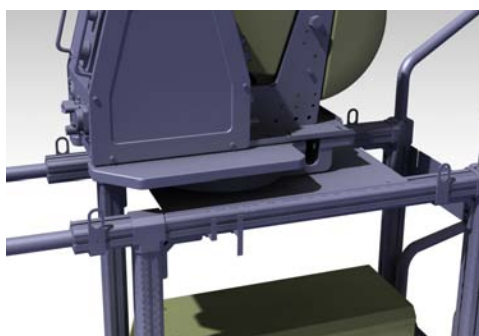
Origo-4 vagnen saknar förvaringsfack för att minimera kostnaden, men detta kan köpas som tillval och enkelt monteras i aluminiumprofilen. Dessa tillval skall finnas med från början för Aristo-4 där tillvalen kan monteras på valfri plats. De fyrhjuliga vagnarna utrustas med mindre förvaring för tillsatsmaterial eftersom de i högre utsträckning förväntas användas i verkstäder, där detta finns närmare till hands, och dessutom riktas mot MIG/MAG (som har ett mindre behov av förvaring).

8.4.6 Kranlyft

Den centralt placerade vertikala aluminiumprofilen på Caddy-2 ger möjligheten till en centrerad lyftögla, likt den nuvarande vagnen för Caddy-TIG (nr 0460 330 880). Origo/Aristo-2 är försedd med två lyftöglor som sitter på de vertikala profilerna vilket ger en högre stabilitet då denna utrustning är större.



Figur 8.25: Lyftöglor, Origo-4 fram och bak.

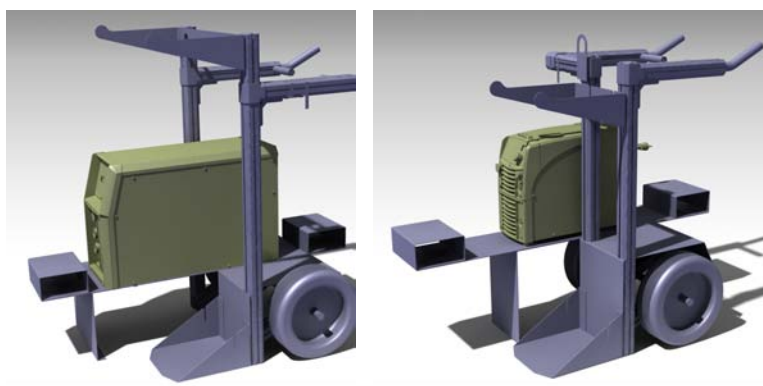


Figur 8.26: Lyftöglor, Aristo-4.

Origo-4 lyfts i lyftöglor som är fästa nertill i ändarna på de undre längsgående profilerna (bottenen), likt de vagnar som finns idag. För Aristo-4 sitter dessa vid ändarna på de övre längsgående profilerna. Detta för att öka stabiliteten och minska risken att matarverket kläms mellan slingorna.

8.4.7 Trucklyft

Lyft av de tvåhjuliga vagnarna med truck sker på samma sätt som med kran, med slingor som fästs i lyftöglorna och i truckens gafflar. Det finns även gaffelskenor att köpa som tillval.



Figur 8.27: Trucktillbehör Aristo-2 och Caddy-2.

För de fyrhjuliga vagnarna säljs trucklyftslösning som tillval. Gaffelskenor fästs längsmed på de övre längsgående profilerna på Aristo-4.



Figur 8.28: Trucktillbehör Artisto-4.

Om tillräcklig säkerhet kan uppnås föreslås markering för gafflar med etsning eller lättare bearbetning. I annat fall behövs ett tillbehör i form av skenor som fästs längsmed de längsgående undre profilerna, likt för Aristo-4.

8.4.8 Stöd vid tippning bakåt

För att öka möjligheten att föra vagnen över hinder ges vagnarna möjlighet att tippas. De fyrhjuliga vagnarna tjänar mycket på detta, då de mindre hjulen fram (som är svårare att föra över hinder) istället kan lyftas över.

Gasflasksskopen på fyrhjuliga görs längre för att ge möjlighet för fotsstöd vid tippning. Skopen och dess infästning måste dimensioneras för att klara denna belastning.



Figur 8.29: Fotstöd, tvåhjuliga. Fotstöd, fyrhjuliga.

Baktill på de tvåhjuliga vagnarna täcks de profiler som håller hjulaxeln. Detta av en plåt som är bockad snett nedåt. Plåten fungerar som skydd för hjulen och även som stöd för foten, som då kan hjälpa till att ge kraft då vagnen tippas bakåt. Plåten är även försedd med *griptape* (tejp med grov yta) för att öka friktionen mellan fot och plåt samt ge en tydlig ledtråd om vart interaktionen sker.

8.4.9 Tillval

Utformningen tillåter en mängd olika tillval (förvaringslösningar, avlastningsmöjligheter), vilket gör att kunderna själva kan utforma sin produkt och välja funktionalitet. Vissa tillval kan komma med vagnpaketet som standard, t.ex. för de dyrare produkterna. En avvägning av standardutformning mot antal artikelnummer (på tillval) behöver göras för att komma fram till bästa lösning.

8.5 Hållbarhetsanalys av nytt koncept

Avsnittet innefattar en jämförelse mellan gamla produkters och det nya konceptets miljöpåverkan.

8.5.1 Tillverkning och noggrannhet

Aluminiumprofilerna innebär en ny process i förhållande till referensprodukterna och antaganden om hållbarhet baseras i stort på generella antaganden om aluminiumprofiler. Då det är upp till ESAB exakt hur koncepten ska fortsätta utvecklas (t.ex. val av tillverkare) är det svårt att göra precisa beräkningar. Dessa är uppskattningar. Resultaten är precisa med avseende på de hypoteser som gjorts, men underlaget är som nämnts baseras på antaganden och avrundade siffror. Därför ska resultaten i denna del av rapporten ses som enbart vägledande.

8.5.2 LCA

LCA:erna, se appendix .2, Livscykelanalys Gammal Vagn och .3, Livscykelanalys Redesign, visar tydligt att Co2 utsläppen från "material och processer" minskar från 0,17 ton ekvivalenter till 0,08 ton. Vidare minskar vattenåtgången från 42,69 m³ till 7,071 m³ för samma moment.

Totala mängden Co2 utsläpp minskar från 0,189512 ton till 0,09226 ton/år. Total vattenåtgång minskar från 43,7503 m³ till 7,662 m³ - vilket är en minskning med 82,5%. Totala mängden avfall som produceras minskar från 2,16663 kg till 0,64554 kg.

Ovanstående siffror tyder på att konceptet innebär en klar förbättring ur hållbarhetsperspektiv. Siffrorna kan komma att justeras när hänsyn tas till fler detaljer, så som skruvar, muttrar och plastkåpor. Dock kommer skiftet från stål till aluminium innebära en klar förbättring.

8.5.3 SLCA över redesign

SLCA:n visar tydliga förbättringar inom Material - vilket är den mest avgörande delen av livscykeln. Då produkten till största del består av samma lättåtervunna material (aluminium) förbättras resthanteringsprocessen ur miljöaspekt.

Faktorer som kan försämra konceptets hållbarhet

Om lim behöver användas för att förhindra spaltkorrosion mellan vagnsdelar, minskar möjligheten att skilja olika material till materialåtervinning. Lim kan även vara giftigt och därmed inverka negativt på vagnens hållbarhet.

	Design och utveckling	Material (råmaterial och tillverkning)	Produktion	Förpackning (distribution och försäljning)	Användning	Resthantering
Material från jord-skorpan	Dator (metaller, olja,kisel) Energi	Aluminium (återvunnen) Plast(Olja) Energi Vatten	Energi, Metall till maskin (stål, aluminium), Vatten	Drivmedel till lastbilar, fartyg och tåg. Olja för skumplast	Inga	Möjlig att återvinna
Ämnen producerade av samhället	Plasttillsatser i dator, Pennor	Plast till hjul		Wellpapp Skumplast	Inga	
Undanträngning av natursystem	Skisspapper (ej återvunnet)	Oljeplattform, Fabrik för råvaror, Föroreningar	Fabriker, Avfall, Föroreningar	Kraftverk etc, Vägar	Förbrukar inget i användning	
Kunna möta mänskliga behov	Arbetsvillkor bra	Arbetsvillkor okända	Tillverkning i Sverige vilket innebär bra arbetsvillkor	Arbetsvillkor		Arbetsvillkor

Tabell 8.6: SLCA-matris. För hållbarhetsaspekten innebär gröna fält “bra”, gula fält “godkänt”, röda fält “dåligt”. Blå fält innebär att erforderlig information saknas.

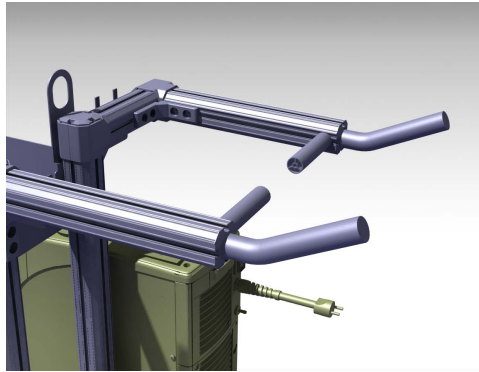
8.6 Formgivning

8.6.1 Identitet

Då samma aluminiumprofiler och plastkopplingar kommer att användas i alla vagnar styrks vagnarnas relation till varandra. Många andra delar går igen mellan vagnarna, såsom hjul och handtag (olika typer till tvåhjuliga och fyrehjuliga).



Figur 8.30: Handtag Origo/Aristo-4.

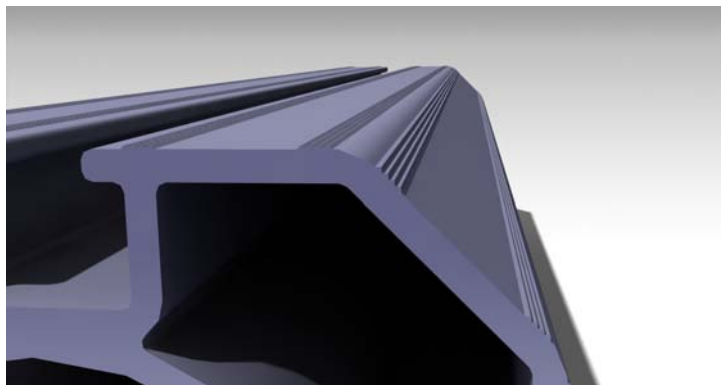


Figur 8.31: Handtag Caddy-2

Aluminiumprofiler är en ovanlig utformning i jämförelse med andra svetsvagnar - något ESAB blir ensamma om att använda. Detta styrker ESABs visuella identitet.

8.6.2 Uttryck

Det finns en konflikt i att minimera mängden material, och samtidigt få vagnen att se så pålitlig ut som möjligt. Profilens oktagonliknande form bidrar till ett kompakt, stabilt och därmed pålitligt uttryck.



Figur 8.32: Dekor.

De räfflade ytorna, vars främst uppgift är att förhindra repor samt gömma stråk- och pressränder, ger likt profilen en intressant struktur som hjälper vagnen att se robust och kraftig ut.

Det är viktigt med lagom grova element för att vagnen ska kännas stabil utan att vara klumpig. Känslan av säkerhet förstärks i de svarta platskopplingarna, som osynliggör glapp och ger intryck att profilerna är inkapslade och skyddade. Dessa finns även som svarta detaljer på svetspaketet, som har likande uppgift att skydda produkten från stötar och slag.



Figur 8.33: Plastkopplingar, exempel Origo Arc 4001i.

Visionen är att lyfta fram svetspaket formmässigt, istället för att vagnen ska bli uppseendeväckande. Eftersom ESABs logga förekommer på många delar av deras utrustning, anses denna ej nödvändig på vagnen. Dock kan *screen tryck* eller dekorlist användas om dekoration är önskvärd.

8.6.3 Färgsättning



Figur 8.34: Förslag 1.



Figur 8.35: Förslag 2.

Interaktionsområden, såsom handtag och lyftöglor, kan förstärkas med gult eller svart för att belysa dessa områden. Då interaktionsytor på dagens svetspaket är svarta kan det vara konsekvent att låta detta gå

igen i vagnen. Gult är en klar färg som kräver uppmärksamhet och som idag används som signalfärg. Det finns en möjlighet att färgsätta plastdelar eller lägga plastöverdrag. Lyftöglor behöver vara infärgade, snarare än lackade, för att färgen inte ska repas bort.

Om gula plastdelar är något som eftersträvas bör nyans noga matchas mot svetspaketet detta då det är svårt att matcha lacken på metall mot plats. Dessutom bör helhetsintrycket observeras, då gula plastdelar kanske inte förmedlar samma robusthet som mörkare och gråare färger. Dessutom syns skador på materialet tydligare. Därför är det bättre att låta mindre delar vara gula, om några alls.

Förslaget är att ESAB låter aluminiumet förbli ofärgad och plastdetaljer svarta. Detta då grått går igen i äldre produkter, samt i bakgrunden på svetspaketens skärmar. Det finns möjlighet att färga in aluminiumet i svarta nyanser om detta skulle vara önskvärt. Även gula nyanser finns, dock är dessa svåra att matcha mot befintliga produkter. Speciellt med tanke på hur den gula färgen skiljer mellan produkter och batcher i dagsläget.

Ett annat alternativ är att aluminiumet färgas svart, med gula eller svarta plastdetaljer. Eventuellt kan profiler och plastdelar försees med *screenryck*²² eller färgade lister. Med föregående diskussion som underlag överläts slutgiltigt beslut till ESAB.



Figur 8.36: Svart färganodisering HX50-U, Aluminiumfärg.

23

8.7 Hantering utanför användningsfasen

8.7.1 Frakt

Frakten underlättas av aluminiumprofilernas förmåga att packas tätt. I konceptet ingår traditionell förpackning, med en vagn i kartongpaket. Vart vagnen packteras beror av vart vagnsdelarna samlas in, hos tillverkare eller i centrallager. Vagnarna kan fraktas styckvis, eller så kan delarna för sig skickas separat till ett monteringscenter närmare kunden.

De billigaste vagnarna kan brukaren montera själv. Detta tar ned kostnaden för både montering och frakt.

SAPA har tillverkning på flera kontinenter - detta innebär att ritningar kan skickas digitalt till fabriker som lokalproducerar aluminiumprofilerna (förutsatt att dessa beställs i tillräckliga volymer) vilket leder till att fraktsträckor samt volymer kan minimeras.

8.7.2 Resthantering

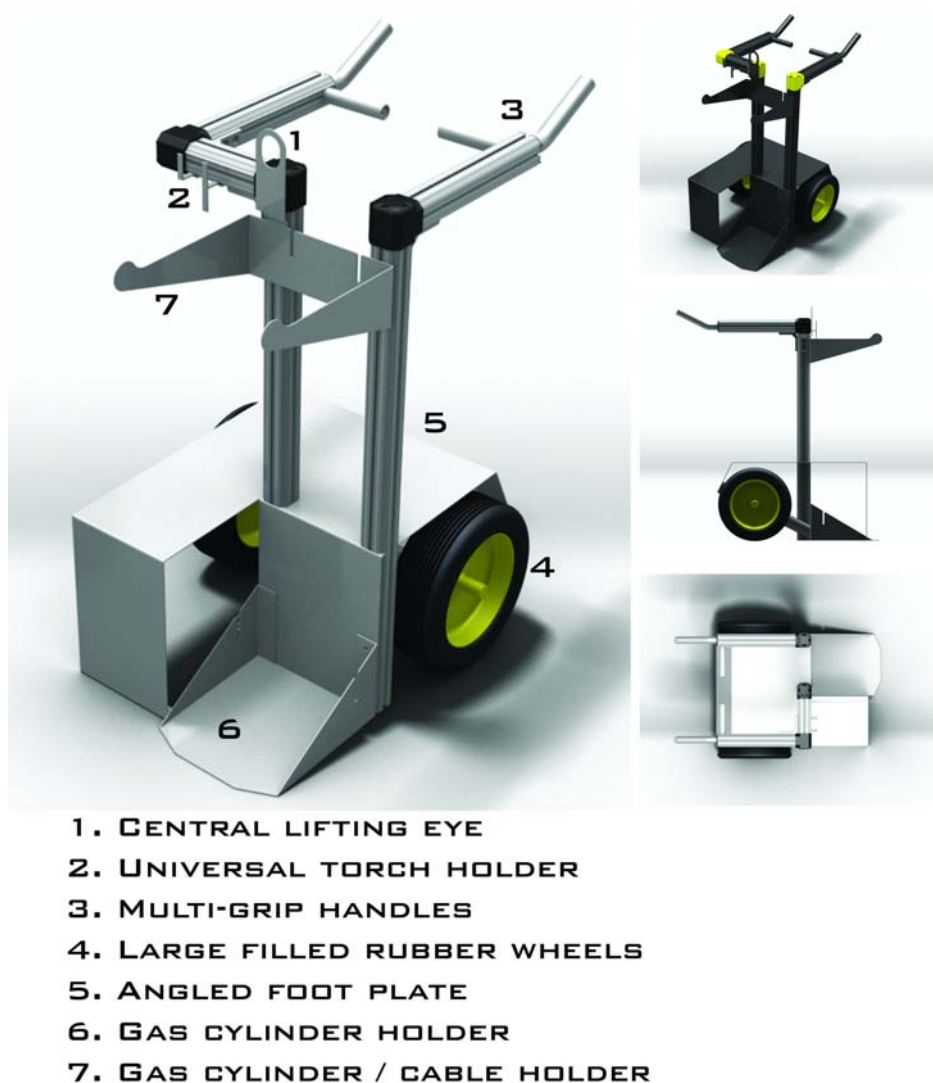
Då produkten till stor del består av ett material finns stora möjligheter till återvinning. Plast och metalldelar kan lätt skiljas åt och återvinnas på vanliga miljöstationer.

²²SAPA Profiler AB (2012, s.141)

²³SAPA Profiler AB (2012, s.132)

8.8 Sammanfattning av slutkoncept

8.8.1 Caddy-2

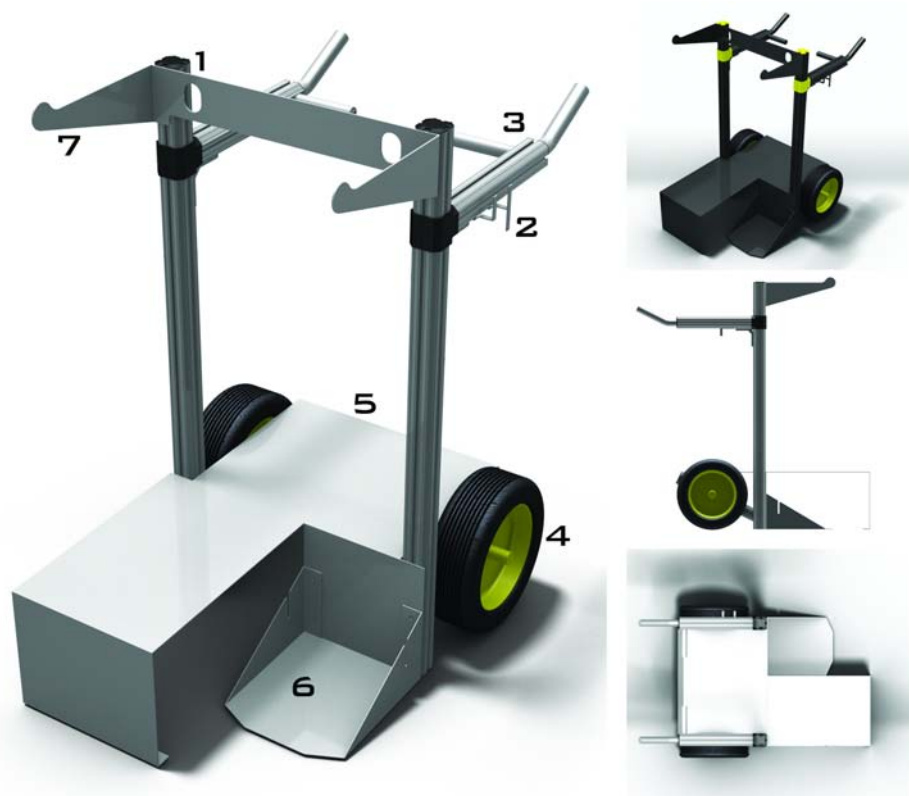


Figur 8.37: Caddy-2

Caddy-2 har fotstöd med *griptape*, handtag med möjlighet till två olika grepp, centrerad lyftögla, skopa för gasflaska i markhöjd, förvaringsmöjlighet, lyft/skumfyllda hjul, kombinerad kablage-/gasflaskhållare, pistolhållare, yta för förvaringsmöjligheter.

Pris för profiler 217,5 kronor/vagn. Total längd profiler 3,50 m/vagn. Se .11, Priser på profiler.

8.8.2 Origo/Aristo-2



- 1. LIFTING EYE X2
- 2. UNIVERSAL TORCH HOLDER
- 3. MULTI-GRIP HANDLES
- 4. LARGE FILLED RUBBER WHEELS
- 5. ANGLED FOOT PLATE
- 6. GAS CYLINDER HOLDER
- 7. GAS CYLINDER / CABLE HOLDER

Figur 8.38: Aristo-2

Origo/Aristo-2 har fotstöd med *griptape*, handtag med möjlighet till två grepp, skopa för gasflaska, lyft/skumfyllda hjul, skopa för gasflaska i markhöjd, dubbla lyftöglor, kombinerad kablage-/gasflaskhållare, pistolhållare, yta för förvaringsmöjligheter.

Origo/Aristo-2 är breddare, högre och har plats för större strömkällor än Caddy-2.

Pris för profiler 222,15 kronor/vagn. Total längd profiler 3,57 m/vagn. Se .11, Priser på profiler.

8.8.3 Origo-4



Figur 8.39: Origo-4

Origo-4 har handtag med möjlighet till flera olika grepp, tippningsmöjlighet (för förflyttning över hinder), *guide pin*, helgjutna plasthjul, små länkhjul, hylla för gasflaska, konventionell gasflasksskopa.

Pris för profiler 234,5 kronor/vagn. Total längd profiler 4,27 m/vagn. Se .11, Priser på profiler.

8.8.4 Aristo-4



- 1. HIGH LIFTING EYE X4**
- 2. UNIVERSAL TORCH HOLDER X2**
- 3. MULTI-GRIP HANDLES**
- 4. LARGE FOAM FILLED RUBBER WHEELS**
- 5. HIGHTENED, LARGE SWIVEL WHEELS**
- 6. GAS CYLINDER LIFTING SYSTEM**
- 7. LOW ROTATING FEEDER PLACEMENT**
- 8. FRONT HANDLES / CABLE HOLDER**

Figur 8.40: Aristo-4

Aristo-4 har gasflaskhållare med lyftfunktion, handtag med möjlighet till flera olika grepp, tippningsmöjlighet (för förflyttning över hinder), sladdupphängning/handtag fram/lyft för 2 personer, lyftanordning gasflaska, upphöjda länkhjul, skumfyllda hjul, nytt matarverksfästa, lyftöglor, dubbla pistolhållare.

Aristo-4 är även tänkt att kunna användas med avlastningarm. Eventuellt kan hjulbasen behöva breddas, på just de vagnar som använder armen, för att detta skall vara möjligt.

Pris för profiler 372,5 kronor/vagn. Total längd profiler 6,38 m/vagn. Se .11, Priser på profiler.

9. Diskussion

9.1 Genomförande

Initialt i projektet rådde en viss oklarhet om vad som skulle genomföras och till vilken grad. Dialogen med ESAB och övriga intressenter har genomgående varit bra och frågor har kunnat besvaras snabbt. Dock har inte alltid svaren från ESABs olika representanter överrenstämmt. Detta har inneburit en del problem och förseningar i projektet då det uppstått behov av att klargöra och utreda frågor inom ESAB. Hänsyn har dessutom tagits till krav från flera av ESABs avdelningar vars medverkan i projektet inte var uttalad från början. Projektet anses dock ha gynnats mer än vad det belastats av mängden infallsvinklar.

Vad gäller materialvalet så kan det konstateras att det hade gynnats projektet om en större materialstudie genomförts tidigare. Att studien genomfördes så sent beror på att gruppen fastnade för de tillverkningsätt och principer som gällt för tidigare vagnar. Omfattningen av studien påverkades därför till viss del av tidsbrist vilket kan ha påverkat resultatet.

Det kunde ha varit fördelaktigt att ha större tillgång till de fysiska produkterna, både vad gäller ESABs egna samt analyserade konkurrenters, då det kunde underlättat exempelvis funktionskontroll.

9.2 Studier

Projektets avgränsningar innebär att empiriska studier endast har utförts i Sverige. ESAB har för att kompensera detta tillhandahållit material från studier utförda på andra marknader. Resultaten förefaller överensstämma med vad som framkommit från de svenska studierna. Dock är det osäkert om eventuella dolda krav skiljer mellan brukare i olika länder.

Då enbart en kvalitativ studie, i jämförelse mot en kvantitativ studie, genomförts kan viss typ av information ha förbisetts.

Urvalet för studierna har till viss del styrts av logistiska begränsningar, men även av de svårigheter som finns kring att få besöksstillstånd till vissa användningsmiljöer såsom byggarbetsplatser. En mättnadsgrad vad gäller verkstadsmiljöer har uppnåtts, men det samma gäller inte för exempelvis skeppsvarv då enbart ett besök kunnat genomföras. Dock har bilder från ESABs interna studier kunnat studeras vilket stöder antagandet att de studerade miljöerna kan anses vara representativa.

Vad gäller observationer så har de främst utförts i "labbmiljö" eftersom förlyttningen av vagnen i verkligheten endast sker sporadiskt. Hinderbanan, som genomfördes som ett led i produktanalysen, utfördes utan externa testpersoner. Om tid funnits hade utförligare tester kunnat genomföras med externa testpersoner. Eventuellt hade då fler dolda krav kunnat identifieras. Utökade sådana tester skulle även kunna användas för att verifiera lösningar och prototyper.

9.3 Analysresultat

Kravspecifikationen innehåller antaganden som delvis är baserade på information från ESAB och delvis på empiriska studier. Vissa beräkningar bygger enbart på uppskattningar. Detta kan medföra att vissa krav inte angivits med ett exakt värde. Dock anses kravspecifikationen fylla en viktig funktion då den gör krav och önskemål mer överskådliga för produktutvecklaren, samt ger klara riktlinjer för eftertraktade mål.

En stor del av de antaganden som gjorts baseras på material som tillhandahållits av ESAB. Informationens validitet och reliabilitet har därför antagits vara god. Dessa har dock inte verifierats i större utsträckning.

9.4 Koncept

9.4.1 Utseende

Vad gäller produktens utseende så har målet under hela projektets gång varit att skapa en tilltalande och innovativ design. Aluminiumprofilerna anses uppfylla detta mål. Valet av aluminium särskiljer koncepten från de produkter som finns idag hos både ESAB och konkurrenter. Även om vagnarnas utformning är relativt konventionell så finns för flera lösningar i dagsläget ingen direkt motsvarighet på marknaden.

Aluminiumprofilen som utformats av gruppen är konceptens stora innovation och innebär ett stort steg i arbetet att utmärka ESABs produkter från vad andra tillverkare erbjuder. Utvecklandet av en unik profil ger ESAB möjlighet att skapa en visuell tillhörighet mellan produkterna i vagnsfamiljen. Den speciella formen medför dessutom en ökad funktionalitet då tillval kan monteras efter behov. Dessa skulle kunna vara till exempel kabelupphängning och förvaring. Det finns stora möjligheter för ESAB att bygga vidare på detta.

9.4.2 Konstruktion

Koncepten har inte tillverkats som prototyper, vilket innebär att funktionalitet ej har testats fullt ut. Detta bör göras för att kunna bekräfta att de uppfyller kravspecifikationen. Framförallt bör nya dellösningar testas empiriskt. Det är viktigt att kontrollera så systemets delar passar ihop med varandra, för att undvika kollision t.ex. att luckor lätt kan kommas åt och öppnas, skruvar monteras etc. Detta har tagits i beaktande men behöver också testas.

Hållfastheten är en osäkerhetsfaktor som behöver beräknas och testas. Antaganden som gjorts anses rimliga. För kritiska områden har experter på Chalmers konsulterats för verifikation. Vid eventuell underdimensionering finns utrymme för korrigerande utan att konstruktionen behöver ändras nämnvärt. Generellt så lämnas det till ESAB att göra hållfasthetsberäkningar för att fastställa dimensioner, förstärkningar, godstjocklek etc, exempelvis vad gäller kabelupphängning.

Valet av en M6 skruv bör vara fullt tillräckligt men kan om så önskas ersättas av exempelvis en M8-skruv. Detta skulle medföra en utökning av mutterspåret och därmed en minskning av diametern på det inre hålet i profilen eller en ökning av yttermåttet.

En utvärdering bör göras av det anhåll som används för att underlätta montering av plåt mellan profilerna. Anhållet medför svårigheter vid utformning och tillverkning av andra delar. Det kan ifrågasättas om nyttan det bidrar, med vad gäller stabilitet och förenklad montering, motiverar detta.

Pistolhållaren innebär en klar förbättring men behöver måttbestämmas och testas. Den skulle med fördel kunna fästas på så väl strömkällor som matarverk.

Specialfall då brukare önskar använda ytterligare utrustning (så som flera matarverk, avlastningsarmar och gasflaskor) anser vi inte bör ingå på de ordinarie vagnarna. Istället kan det vara möjligt att erbjuda detta som tillval med Aristo-4 som bas. Konstruktionen är stabil och är avsedd att tåla hög belast-

ning. För att säkerställa att bibehållen stabilitet vid användning av extra utrustning kan det krävas en breddning av hjulbasen.

Plastdetaljer är något som ofta har varit skadade under observationerna. Det är osäkert om de matchar livslängden på resten av systemet. Detta kan jämföras med matarverkens handtag. Studier inom ESAB har visat att just handtagen är en del som ofta går sönder på dagens sortiment. Därför rekommenderas att dessa förstärks för att lösa problemet. För vagnen innebär det att plastdetaljer kan vara ett problemområde och bör tas särskild hänsyn till under den vidareutveckling som kommer att ske. Om plastdetaljer ej skulle vara tillförlitliga kan möjligtvis stansad aluminiumplåt användas.

9.4.3 Tillverkning

Vid tillverkning är förslaget att minimera antalet verktyg för att öka tillverkningsvolymerna - vilket medför att en del efterbehandling kan behövas. ESAB får göra en bedömning om det istället är mer ekonomiskt att öka antalet verktyg.

Några av de detaljer som är tänkta att utformas i plåt kan troligtvis med fördel ersättas av profiler. Minskat behov av att manuellt bearbeta material, som användning av tillverkningsmetoden strängpressning innebär, kan mycket väl leda till minskade tillverkningskostnader.

Det slutgiltiga tillverkningspriset på vagnarna kommer bero på en rad faktorer, bl.a. materialkostnad, bearbetning samt beställningsvolym. En uppskattningsvis korrekt prisuppgift på profilerna har tillhandahållits från SAPA medan en osäkerhet finns för kostnaden att bearbeta plåt och rördetaljer. Beställningsvolymen har en viktig inverkan på priset och därmed kommer kostnaden bero på hur ESAB väljer att hantera inköp. Väljer de att fortsätta köpa in små volymer i taget kommer tillverkningskostnaderna förbli höga. Kommonaliteten är hög i koncepten och bör utnyttjas.

9.4.4 Logistik

Stora beställningsvolymer kan även leda till minskade fraktkostnader då möjlighet finns att koordinera transporter bättre - vilket minskar förluster i outnyttjad fraktkapacitet. Dessutom skulle delar kunna skickas i bulk istället för att skickas som individuellt förpackade vagnar. För att minska fraktkostnader ytterligare kan tillverkningen ske lokalt inom stora marknader så som Europa, Asien och Nordamerika.

Vad gäller montering av vagnarna finns alla alternativ från att låta kunden montera ihop alla delar själv till att leverera den helt färdigmonterad. Då detta är beroende av en mängd okända variabler inom frakt och försäljning lämnas beslutet att fattas av ESAB.

9.4.5 Användning

I slutänden är det brukarna som är viktigast, hur deras arbetssituation påverkas och hur de upplever användningen av vagnarna. De nya vagnskoncepten erbjuder flexibla vagnar med lösningar och tillval som medför att vagnarna går att anpassa efter behov. En förbättring av ergonomin och möjlighet att anpassa höjder och variera grepp kommer minska de skadliga arbetsställningar som brukaren lätt utsätts för. Användningen blir mer effektiv då nya lösningar och en minskad vikt medför att vagnen lättare kan föras fram över olika underlag och hinder.

9.4.6 Miljö

Det finns stora möjligheter att skapa ett hållbart vagnskoncept där användning av återvunnen aluminium är en stor bidragande faktor. Även återvinning av vagnarna kan utföras i samarbete med Sapa. Dock är detta inget som kan garanteras och sker tillverkningen istället med primäraluminium kommer detta innebära en sämre miljömässig hållbarhet för vagnskonceptet.

9.4.7 Alternativa lösningar

För Origo-4 finns en målgrupp som inte anser att en vagn är ekonomiskt aktuellt. Istället kan lösningen vara en möjlighet att montera endast hjul direkt på svetsen (*wheel-kit*), något som finns som tillval i dagens sortiment.

En alternativ lösning för placering av gasflaska på Aristo-4 har undersökts. Den andra lösningen utgörs av en tippbräda, en variant av Lincolns nuvarande lösning. Efter utvärdering framkom att gasflaskehållaren med spårssystem, som är ämnad för Aristo-4, troligen är en bättre lösning, dock har detta ej kunnat verifieras genom tester. Skulle tippbrädan åter bli aktuell vid fortsatt utveckling av Aristo-4 krävs att kontroll av patent genomförs. För den här lösningen är det även viktigt att se till så att markfrigången bibehålls.

10. Slutsatser

Målet med projektet var att dels utföra en förstudie, och dels att komma fram till ett tidigt koncept.

Det framkom tydligt att vagnen och svetsmaskinen bör behandlas som ett system då de faktiskt är en enhet på arbetsplatsen. Vagnen stödjer svetsaren i att utföra sitt arbete, och bör därför ha så många underlättande och hjälpanande funktioner som möjligt.

Vagnen är dessutom i många fall mer än transport - den bör behandlas som en arbetsplats.

Studien kom fram till att kravbilden sträcker sig över: funktioner (framkomlighet, avlastningsmöjligheter), miljö (motståndskraft), brukare (attityder, skador) och produkter (svetspaketen). Uttrycket som eftersträvas av brukaren är robusthet och att vagnen ska klara sina uppgifter, men i övrigt hyser brukaren ej höga krav på utformning.

Det visade sig vara omöjligt att möta ställda kostnadskrav med konventionella konstruktioner. Därför togs ett nytt förslag på koncept fram, som är baserat på aluminiumprofiler. Aluminiumprofilerna har klara fördelar då utformningen medger inbyggda funktioner, de kan t.ex. användas som skruvhål och medge påbyggnadsdelar. Det är en ovanlig lösning, som kan utnyttjas till att styrka ESABs varubild.

Kollektionen består av flera vagnar, då det är ogenomförbart och opraktiskt att endast ha en vagn som passar alla svetspaket.

Projektet kräver ett fortsatt arbete på vagnskoncepten hos ESAB då projektet endast behandlar ett första konceptutkast.

Litteraturförteckning

- AGA, 2012. Gasflaskors storlek, konversation via mail kundservice@se.aga.com.
- Aluminiumriket. Egenskaper hos aluminium, 2012. URL <http://www.aluminiumriket.com/sv/egenskaper/egenskaper.php>. (Hämtad (2012-05-10)).
- Arbetsförmedlingen. Svetsare, 2012. URL <http://www.arbetsformedlingen.se/yrkena-o;jsessionid=5967A0C366398778202EC7A5035C3386?url=-491989159%2FYrken%2FYrkesBeskrivning.aspx%3FiYrkeId%3D377&sv.url=12.78280711d502730c1800072>. (Hämtad (2012-04-29)).
- Arbetsmiljöverket. Instruktion/förordning. URL <http://www.av.se/omoss/Instruktion/>. (Hämtad 2012-05-24).
- Arbetsmiljöverket. Afs 2006:6 användning av lyftanordningar och lyftredskap, 2006.
- Arbetsmiljöverket. Passage och korridorer, 2012. URL http://www.av.se/teman/kontorsarbete/hur_stort/Passage/. (Hämtad (2012-05-10)).
- L-O. Bligård. *Utvecklingsprocessen ur ett människa-maskinperspektiv*. Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, 2011.
- Maria Blixt, 2012. ESAB.
- Göran Brännnare.
- CRAMO. Bygghissar, 2012. URL <http://www.cramo.se/Web/Apps/Products/ProductGroup.aspx?id=7898&epslanguage=SV>. (Hämtad 2012-05-15).
- Pontus Engelbrektsson. Kurskompendie i kursen behov och krav, 2010a. Presentation, Behov och Krav För Teknisk Design.
- Pontus Engelbrektsson. Analys av data, 2010b. Presentation, Behov och Krav för Teknisk Design.
- ESAB. Esab och miljön, a. URL <http://www.esab.se/se/se/about/miljo.cfm>. (Hämtad 2012-05-03).
- ESAB. Vår vision, b. URL <http://www.esab.se/se/se/about/sustainability-vision.cfm>. (Hämtad 2012-05-03).
- ESAB. Migsvetsning, 2008a. URL http://esabsp.esab.net/templates/docOpen.asp?file=files__Brochures__Corporate%20and%20General__XA00139210.pdf. (Hämtad 2012-02-10).
- ESAB. Tigsvetsning, 2008b. URL http://esabsp.esab.net/templates/docOpen.asp?file=files__Brochures__Corporate%20and%20General__XA00139110.pdf. (Hämtad 2012-02-10).
- ESAB. Svetsutrustning produktkatalog 2012-2013, 2012.
- European Aluminium Association. Properties, 2012. URL <http://www.alueurope.eu/about-aluminium/properties/>. (Hämtad (2012-05-10)).
- A. Griffin and J.R. Hauser. The voice of the customer. *Marketing Science*, 12(1):2-2, Winter 1993.
- Lars Hanson, Lena Sperling, Gunvor Gard, Staffan Ipsen, and Cindy Olivares Vergara. Swedish anthropometrics for product and workplace design. *Applied Ergonomics*, 40(4):797-806, July 2009. ISSN 0003-6870. URL <http://antropometri.se>.

- H. Johannesson, J.-G. Persson, and D. Pettersson. *Produktutveckling effektiva metoder för konstruktion och design*. Liber, 2004.
- L. Karlsson, A. Osvalder, and S. Rose. *Arbete och teknik på människans villkor*. Prevent, 2008.
- Arne Lagerkvist. Presentation för trolley concept group, 2012. ESAB.
- J. Löwgren and E. Stolterman. *Design av informationsteknik: materialet utan egenskaper. 2*. Lund: Studentlitteratur, 2004.
- Nitator. Säljbesök, mars 2012.
- T. Nyström. Föreläsning i miljöteknik för teknisk design samt personlig kontakt, 2012.
- Thomas Nyström. Hållbarhetsanalys, 2010a. Presentation, Kurs i Miljöteknik.
- Thomas Nyström. Slca, 2010b. Presentation, Kurs i Miljöteknik.
- Thomas Nyström. Systemmodeller för hållbar utveckling, 2011. Presentation.
- Anna-Lisa Osvalder. Föreläsningar i ergonomi för teknisk design, 2010.
- S. Pheasant. *Bodyspace Bodyspace Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work 2nd Edition*. Taylor Francis e-Library, 2003.
- SSAB Plåt. *Plåtkonstruktioner*. Lygner Marknadskontakt AB, Göteborg, 1993.
- Räddningstjänsten (Lycksele Kommun). Lokalers personkapacitet brandskyddsmeddelande nr: 2, 2012. URL <http://www.lycksele.se/upload/Dokument/R%C3%A4ddningstj%C3%A4nsten/Personantal%20Nr%202.pdf>. (Hämtad (2012-04-29)).
- Alexandra Rånge, 2012. ESAB, Företagskontakt, Industrihandledare.
- SAPA Profiler AB. Handbok för konstruktörer, 2012.
- SETAC Society of the Environmental Toxicology And Chemistry. Lca workshop cth toys eco design, 2010. Presentation, Kurs i Miljöteknik.
- Sifvert Skruv. Katalog rostfritt, 2012. URL <http://www.sifvert-skruv.se/katalog/1-55Rostfritt.2010.pdf>. (Hämtad (2012-04-29)).
- Skövde Maskin Konstruktioner, Joakim Holm, Vd. Besök.
- W.F. Smith. *Foundations of Materials Science and Engineering*. New York: McGraw-Hill, 2005.
- K. Österlin. *Design i fokus för produktutveckling: Varför ser saker ut som de gör?*. Malmö: Liber, 2003.
- Li Wikström. Föreläsningar i semiotik för teknik design, 2010.

CW och PHEA

Kranlyft

CW

Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?

- Ja

Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?

- Beroende på produkt, vad det finns för indikationer
 - Bilder (klistermärken)
 - Hål
- Användaren kanske vet att man gör fel, men struntar i det (lyfter med för mycket saker)

Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?

- Ja

Om rätt handling är utförd, kommer användaren att förstå att handlingen har fört uppgiften närmare målet?

- Ja

PHEA

Vad kan användaren göra fel?	Vad händer om fel görs?	Noterar användaren att felet görs?	Kan felet åtgärdas?
Lyfta oergonomiskt	Brukaren skadas	Ja, fast kanske långt senare	Nej, vid belastningsskador Ja, vid smärre skador
Ej fästa tillräckligt • Kablage • Småförvaring	Saker kan falla av • Kablage • Småförvaring	Om saker ramlar ner, ja. Annars nej	Nej Kanske, vid småförvaring
Sätta in lyftanordning i fel hål	Tyngpunkten hamnar ej under lyftpunkten. Instabilt lyft	Utrustning kan skadas genom fall, klämning etc	Ja, genom reparation Nej, vid personskador
Kablar spänns fast fel (genom användarfel, konstruktionsfel)	Matarverket/utrustning kläms under lyftet - Matarverket/utrustning kan skadas. Tyngpunkten hamnar ej under lyftpunkten	Ja/nej	Ja, genom reparation/ ersättning av utrustning
Lastas med för hög vikt	Tyngpunkten hamnar ej under lyftpunkten. Utrustning kan gå sönder/ osäkert genom fall/ klämning.	Ja/nej	Ja, genom reparation/ ersättning av utrustning Nej, vid personskador

Lyfta med gasflaska	Gasflaska kan ramla av, tyngpunkten förändras Tyngpunkten hamnar ej under lyftpunkten	Skador på person Instabilt lyft	Ja, genom reparation/ ersättning av utrustning Nej, vid personskador
Lyfta i matarverkantag	Matarverket lossnar, vagnen står kvar	Ja	Ja

Trucklyft

CW

Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?

Ja

Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?

Om det finns tydliga markeringar/ledtrådar på produkt.

Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?

Ja

Om rätt handling är utförd, kommer användaren att förstå att handlingen har fört uppgiften närmare målet?

Ja

PHEA

Vad kan användaren göra fel? Vad kan gå fel?	Vad händer om fel görs?	Noterar användaren att felet görs?	Kan felet åtgärdas?
Felpassing vid insättning av gafflar i lyftanordningar	Truckgafflarna kan skapas produkten	Ja	Ja, genom reparation
Gafflar sätts in på fel sätt	Lyftet kan bli instabilt och produkten falla.	Ja, efteråt	Nej, vid personskada
Vagn lyfts med gasflaska	Produktens tyngdpunkt förflyttas, produkten blir tyngre. Kan falla.	Ja, efteråt	Nej, vid personskada.

Handragen förflyttning

CW

Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?

- Ja

Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?

- Beror av handtag, hur tydliga dessa är att de är handtag

Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?

- Beror av handtag, beror på hur tydliga dessa är att

Om rätt handling är utförd, kommer användaren att förstå att handlingen har fört uppgiften närmare målet?

- Ja

PHEA

Vad kan användaren göra fel? Vad kan gå fel?	Vad händer om fel görs?	Noterar användaren att felet görs?	Kan felet åtgärdas?
Dra i slangen istället för handtag	Slangen går sönder	Endast vid brott	Ja, genom reparation
Dra/lyfta över på ett oergonomisk sätt	Brukaren skadas	Ja, fast kanske långt senare	Nej, vid belastningsskador Ja, vid smärre skador
Dra i något som ej är handtag	Kan gå sönder Ineffektivt	Om något går sönder ja, annars nej	Ja, genom reparation Ja
Skjuta/dra istället för dra/skjuta	Ineffektivt	Nej	Ja
Vagnen kommer ej över hinder	Brukaren får lyfta över	Ja	Nej
Markfrigång dålig (kanske på grund av hyllor som ej är uppfällda)	Svårt att ta sig över hinder Kablage/hinder kan gå sönder	Ja	Nej
Vagnen för tung/högt moment	Svårt att ta sig över hinder	Ja	Nej
Vagnen instabilt lastad	Välter	Ja	Ja, lasta om om möjligt
Vagnen dras över ojämt underlag.	Går sönder/skruvar lossnar.	Nej, vid skruvlossning. Ja, vid haveri.	Ja, genom reparation.
Slå i dörr/vägg vid passsage	Vagnsdelar kan gå sönder	Ja	Ja, genom reparation
Skruvar ramlar av när vagnen rullar över oplan/skakig mark	Skruvar försvinner, vagnsdelar lossnar	Ja, efter att skruven ramlat av och ev. försvunnit	Ja, genom reparation
Slingar fastnar i hjul	Sladdar kan gå sönder	Ja, efteråt	Ja, genom reparation/byte av slingar.

Förvaring

CW

Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?

- Ja vid sladdar
- Osäkert vid förvaring av andra saker. Användaren kanske lägger saker i andra förvaringslösningar (t.ex. fickor) istället.

Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?

- Ja (eventuellt nej) om det finns hylla/låda

Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?

- Ja

Om rätt handling är utförd, kommer användaren att förstå att handlingen har fört uppgiften närmare målet?

- Ja

PHEA

Vad kan användaren göra fel?	Vad händer om fel görs?	Noterar användaren att felet görs?	Kan felet åtgärdas?
Hänga sladdar fel	Krokar går sönder Sladdar ramlar av Sladdar är i vägen	Nej, men blir krångligare för användaren Ja, om sladdar ramlar av	Ja, genom att förflytta sladdar Ja, men svårt om krokar gått sönder
Ej använda förvaringsutrymmen	Inget	Nej	Ja
Lägga saker fel/instabilt	Saker ramlar ut	Ja	Ja
Ej hänga upp svetspistol	Svetspistol slår emot saker, kan gå sönder	Ja	Ja, genom reparation
Förvarade artefakter sticker ut	Slår i väggar/dörrar	Ja	Nej/ja beroende på artefakt
Vagnen för tungt lastad	Vagnen tar skada. T.ex. hjulaxeln böjer sig. Gasflaskhållaren böjer sig	Ja, ibland	Ja, genom reparation/förstärkning

Referensprodukt: Byte av gasflaska

CW

Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?

- Ja

Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?

- Ja

Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?

- Ja

Om rätt handling är utförd, kommer användaren att förstå att handlingen har fört uppgiften närmare målet?

- Ja

PHEA

Vad kan användaren göra fel?	Vad händer om fel görs?	Noterar användaren att felet görs?	Kan felet åtgärdas?
Lyfta oergonomiskt	Brukaren skadas	Ja, fast kanske långt senare	Nej, vid belastningsskador Ja, vid smärre skador
Sätta fast gasflaskan fel	Gasflaska kan ramla av	Nej, endast om gasflaska ramlar	Ja
Glömma att spänna fast säkerhetskedja	Gasflaska kan ramla av	Nej, endast om gasflaska ramlar	Ja
När det finns: glömma att sänka ner hylla	Tungt lyft för brukare	Brukare kan drabbas av personsador	Nej, vid belastningsskador Ja, vid smärre skador
När det finns: glömma att höja upp gasflaska	Markfrigång förstörs, kan riva upp kablage/fastna	Ja, om brukaren stöter på hinder	Ja
Flytta gasflaskan långt istället för vagnen	Oergonomisk, brukaren kan skadas	Ja, fast kanske långt senare	Nej, vid belastningsskador Ja, vid smärre skador
Montera kablage in i gasflaska fel			

Byte av trådrulle (MIG/MAG)

CW

Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?

- Ja

Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?

- Brukaren kommer att förstå att denne ska byta tråd, men är det uppenbart vart den ska?

Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?

- Ja

Om rätt handling är utförd, kommer användaren att förstå att handlingen har fört uppgiften närmare målet?

- Ja

PHEA

Vad kan användaren göra fel? Vad kan gå fel?	Vad händer om fel görs?	Noterar användaren att felet görs?	Kan felet åtgärdas?
Montera tråd fel in i matarverk	Tråden matas ej	Ja	Ja
Lyfta oergonomiskt	Brukaren skadas	Ja, fast kanske långt senare	Nej, vid belastningsskador Ja, vid smärre skador

Montering av vagn

CW

Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?

- Ja

Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?

- Ja

Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?

- Ja

Om rätt handling är utförd, kommer användaren att förstå att handlingen har fört uppgiften närmare målet?

- Ja

PHEA

Vad kan användaren göra fel? Vad kan gå fel?	Vad händer om fel görs?	Noterar användaren att felet görs?	Kan felet åtgärdas?
Ej följa monteringsanvisning-ar i rätt ordning	Vissa fall, nej Senare monteringssteg blir svåra/omöjliga	Kanske aldrig Efter ett tag	Ja, genom nedmontering
Montera handtag i fel riktning	Gasflaska går ej in på plats	Ja, i slutet	Ja, genom nedmontering

Ej skruva åt skruvar ordentligt	Skruvar ramlar ut	Om det upptäcks att skruven ramlat ut	Ja, om skruven återfinns Nej, om skruven ej återfinns, något går sönder i fallet
Ej rätt skruv/rätt hål	Skruven passar ej.	Ja	Ja, men blir krånligt för montören att hitta rätt skruv
Montörens hand får inte plats	Monteringssteg omöjligt	Ja	Nej Möjligtvis, genom användningen av verktyg
Toleransfel	Monteringssteg omöjligt	Ja	Om montören förändrar vagnen

(Svetsning (i relation till vagn))

CW

Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?

Ja

Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?

-

Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?

-

Om rätt handling är utförd, kommer användaren att förstå att handlingen har fört uppgiften närmare målet?

-

PHEA

Vad kan användaren göra fel? Vad kan gå fel?	Vad händer om fel görs?	Noterar användaren att felet görs?	Kan felet åtgärdas?
Vagn felplacerad	Vagn i vägen vid svetsning	Ja	Ja
MIG/MAG: Feldesign: Matarverket kan slå i handtag/gasflaska vid vridning	Matarverket kan ej roteras på guidepin	Ja	Nej
Feldesign: Luckan som skyddar interfacet feldesignad	Luckan går ej att ha öppen utan att hålla i den	Ja	Nej

Miljö

PHEA

Vad kan användaren göra fel? Vad kan gå fel?	Vad händer om fel görs?	Noterar användaren att felet görs?	Kan felet åtgärdas?
Vagnen placerad i skadlig miljö.	Korrosion	Nej, eventuellt ja	Nej
Vagnen placerad i skadlig miljö.	Haveri/skada på vagn	Ja	Ja, genom reparation

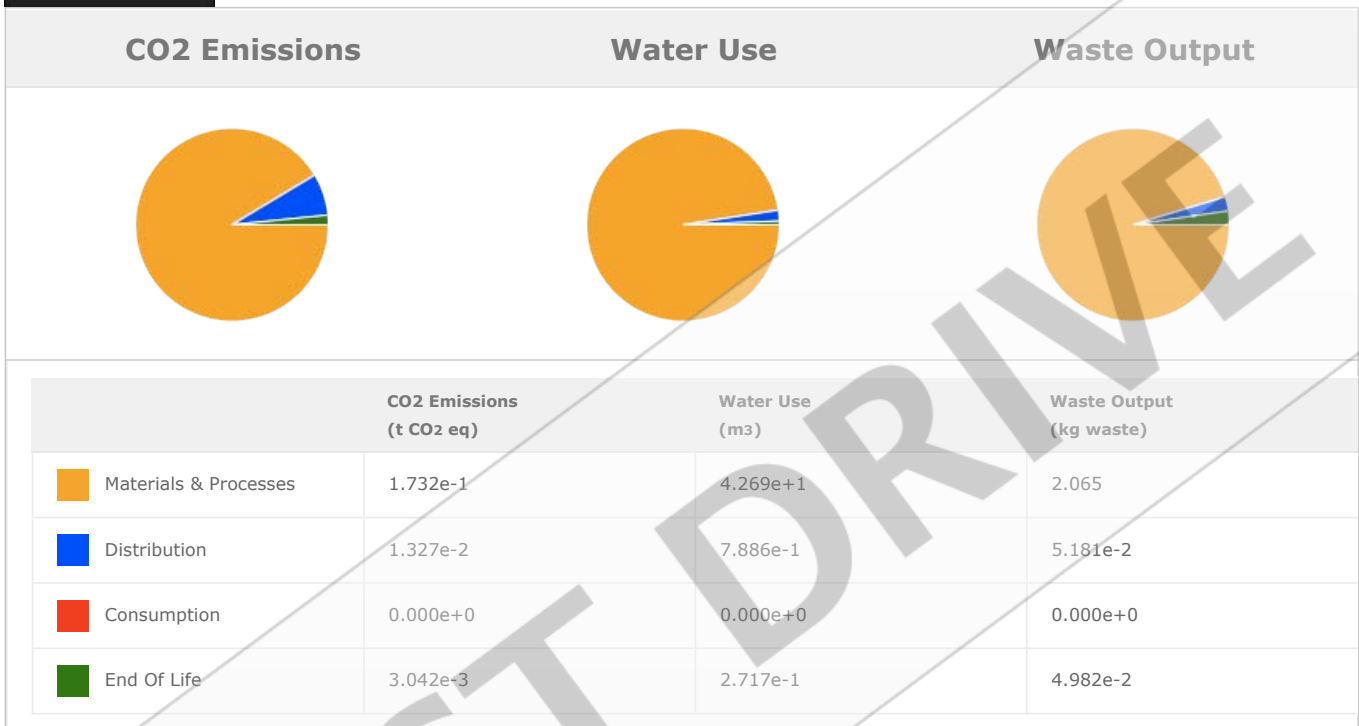
Summary

Product image

Design	Svetsvagn old
Product	Svetsvagn old



Design Impacts



Lifecycle Overview

Product Breakdown and EoL Destination					
Component	Part	Material	Process	Amount	EoL Destination
Bottenplatta					
	Stansad plåt	steel, low-alloyed, at plant		20 kg	disposal, steel, 0% water, to municipal incineration
			powder coating, steel	1 m2	
			metal product manufacturing, average metal working	20 kg	
			section bar rolling, steel	20 kg	
Hjul					
	Hjul	polyvinylidenchloride, granulate, at plant		1 kg	disposal, plastics, mixture, 15.3% water, to municipal incineration
			injection moulding	1 kg	

Överdel					
	Rör	steel, low-alloyed, at plant		20 kg	disposal, steel, 0% water, to municipal incineration
			metal product manufacturing, average metal working	20 kg	
			powder coating, steel	1 m2	
			drawing of pipes, steel	20 kg	

End of Life Overview

Description	Process	Amount
-------------	---------	--------

Distribution Overview

Description	Transport Mode	Distance
To factory from plant	operation, freight train	1000 km
from factory to central	transport, lorry 16-32t, EURO3	1000 km
from central to customer	transport, transoceanic freight ship	9000 km

Consumables Overview

Description	Consumable	Amount Consumed
-------------	------------	-----------------

Summary

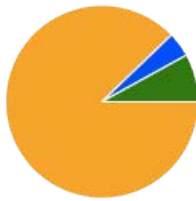
Product image

Design **Redesign of ESAB trolley 11**

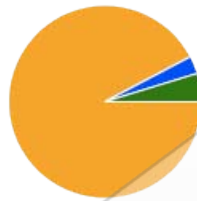
Product **Svetsvagn old**

Design Impacts

CO2 Emissions



Water Use



Waste Output



	CO2 Emissions (t CO2 eq)	Water Use (m3)	Waste Output (kg waste)
Materials & Processes	8.103e-2	7.071	6.166e-1
Distribution	3.833e-3	2.278e-1	1.497e-2
Consumption	0.000e+0	0.000e+0	0.000e+0
End Of Life	7.397e-3	3.632e-1	1.397e-2

Lifecycle Overview

Product Breakdown and EoL Destination

Component	Part	Material	Process	Amount	EoL Destination
Hjul					
	Swivelhjul	polyvinylidenchloride, granulate, at plant		1 kg	disposal, plastics, mixture, 15.3% water, to municipal incineration
			injection moulding	1 kg	
Untitled Component					
	Aluminiumprofiler	aluminium alloy, AlMg3, at plant		10 kg	disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration
			cold impact extrusion, aluminium, 3 strokes	10 kg	

End of Life Overview

Description	Process	Amount
-------------	---------	--------

Distribution Overview

Description	Transport Mode	Distance
To factory from plant	operation, freight train	1000 km
from factory to central	transport, lorry 16-32t, EURO3	1000 km
from central to customer	transport, transoceanic freight ship	9000 km

Consumables Overview

Description	Consumable	Amount Consumed
-------------	------------	-----------------

based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA). Hignett, McAtamney, *Applied Ergonomics* 31 (2000) 201-205.

SCORES

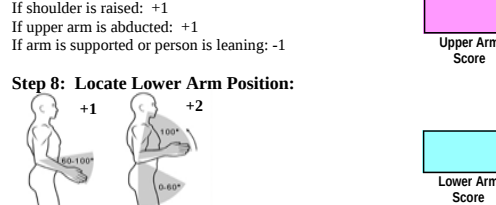
B. Arm and Wrist Analysis



Figure 1 illustrates the classification of shoulder postures into five levels of extension, labeled +1 through +4. The diagrams show the range of motion for each level:

- +1:** 20° extension.
- +2:** In extension, 20°+ extension, and 20-45° extension.
- +3:** 45-90° extension.
- +4:** 90° extension.

Step 7a: Adjust...



Step 8: Locate Lower Arm Position:

$$\text{C}^+ + \text{C}^+ +$$


Step 9: Locate Wrist Position:

Wrist Score

Step 9a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted : Add +1

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid rang power grip, **good: +0**
Acceptable but not ideal hand hold or coupling
acceptable with another body part, **fair: +1**
Hand hold not acceptable but possible, **poor: +2**
No handles, awkward, unsafe with any body part,
Unacceptable: +3

Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in **Table C** and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Step 13: Activity Score

- +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
- +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
- +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

provided by Practical Ergonomics

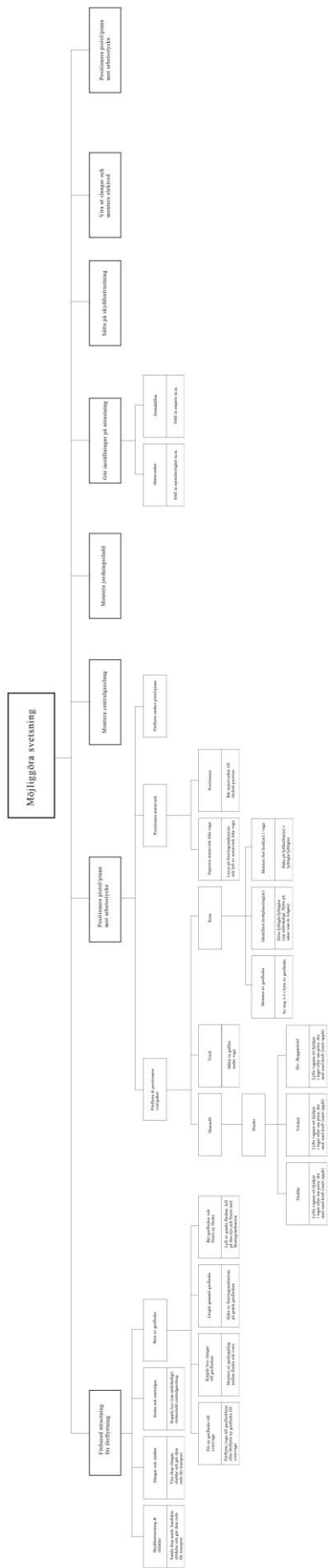
rbarker@ergosmart.com (816) 444-1667

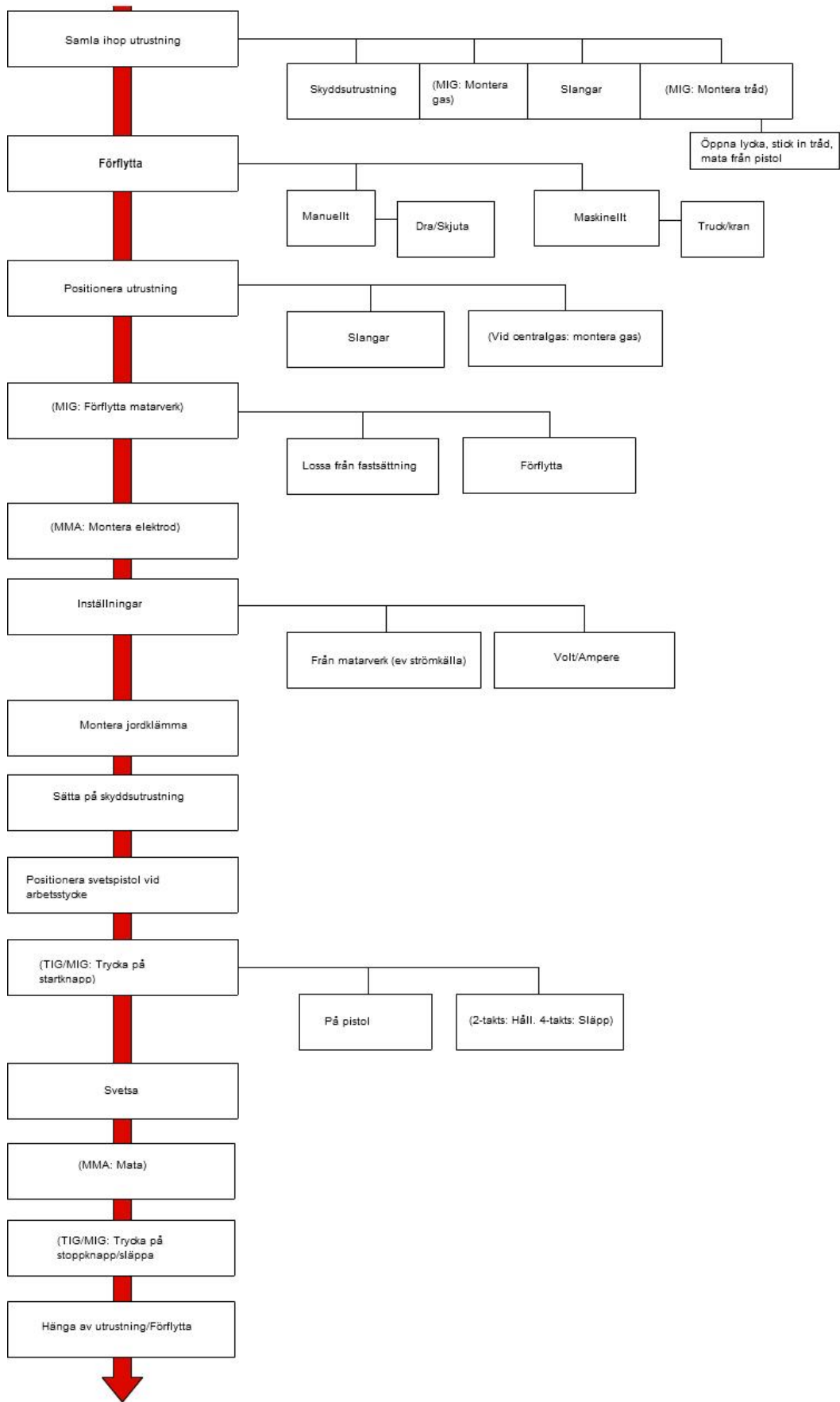
Uttryck	På vilka olika sätt
Robust (öv. Robust)	Kraftiga element /tjocklek, materialval, rustnings-/staketfunktion (täcka vitala delar), stag
Steady (öv. Stadig)	Stadig bas: bredare bas, "stadig" färg på bas (mörkare)
Reliable (öv. Pålitlig)	Stadigt, inte för tunna element
Durable (öv. Tålig)	Kraftig, motståndskraftig, korrosionsbeständigt material
Rugged (öv. Robust/Skrovlig)	Grov, materialval, texturerad finish
User friendly (öv. Användarvänlig)	Enkelt, riktad mot användaren, lätt att komma åt, inget vasst/ovasst, klart budskap
Supportive (öv. Stödjande)	Omslutande, upplyftande
Functional (öv. Funktionell)	Leder/krokar, Tålig, Låter användaren ha kontroll, Klarar uppgift
Multipurpose (öv. Mångfunktionell)	Mycket detaljer, detaljer som kan användas till fler saker
Quality (öv. Kvalitet)	Stark, oplastig, omslutande, raffinerad
Innovative (öv. Innovativ)	Annorlunda
Options (öv. Alternativ)	
Good enough (öv. Tillräcklig)	
ESAB	Gult, svart, grått

Chalmers	Dokumenttyp <i>Projekt</i>	Kravspecifikation Vagn för svetsmaskin						Sid 1
Utfördare: Malin Almers, Niclas Drevinger, Emelie Dymling, Nils Berg, Viktor Sjöstrand		Skapad: 120321 Modifierad: 120510						
Kriterier		Krav	Önskemål	Område	För svetstyp	Viktning 1 viktigast 5 minst viktigt	Verifierings- metod	Referens (kravställare)
Funktion								
1. Prestanda								
1.1	Medge placering av matarverk	(11,3 -19kg, spoldiameter , 200-440 mm) (max 12,5 kg för vissa paket) + max 18kg trådrulle		Tråd	MIG/MAG	1		ESAB
1.2	Medge matarverksrotation	Minimum: 90 grader (+/-45°). Maximum: 180 grader	Maximum: 180grader	Tråd	MIG/MAG	2		ESAB
1.3	Medge verktygslös demontering av matarverk			Tråd	MIG/MAG	3		
1.4	Medge transport av slangpaket	10 - 25 m	50 m	Kabel	MIG/MAG, MMA:kortare	2		
1.5	Medge transport av kablar (elkablar etc)	Inbyggd elkabel	x m	Kabel	Alla	2		
1.6	Minimera kabelöverhäng			Kabel	Alla	3		
1.7	Medge stabil upphängning av kabel	Tåla x kg	Tåla x kg	Kabel	Alla	2		
1.8	Medge styrning	Två händer: möjlighet att svänga x grader vid x m/s		Hjul	Alla	1		
1.9	Medge förflyttning (medelst handkraft)	Med två händer	Med en hand	Hjul	Alla	1		
1.10	Medge stabilitet	Tåla svetsens vikt. Lutningstest 12 grader.			Alla	3		
1.11	Medge placering av gasflaska	Liten samt stor. AGA: 20 liters, 1065mm hög, 204mm ytterdiameter. 50 liters, 1775mm hög, 230mm ytterdiameter ytans mått: Ø>230mm		Gas	MIG/MAG, TIG	2		
1.12	Medge fastspänning av gasflaska	Hålla för 3 ggr maximal last från gasflaskan vid tippning	Hålla för 10 ggr maximal last från gasflaskan vid tippning	Gas	MIG/MAG, TIG	2		
1.13	Medge säker placering av gassäkerhetsventil	Gasflaska vertikalt placerad vid ställastående vagn.		Gas	MIG/MAG, TIG	1		
1.14	Medge placering av tillsattsmaterial	MIG/MAG: 30 elektrodrulle	450 mm MMA elektrod. TIG: x mm tillsattsmaterial	Tråd	Alla	3		
1.15	Medge placering av svetspistol	MIG/MAG	MMA, TIG		Alla	2		
1.16	Medge placering av jordklämma				Alla	4		
1.17	Medge förvaring av små/mindre reservdelar		ESABs standardkit för slitdelar		MIG/MAG, TIG	5		
1.18	Medge trucktransport		Säkra gaffelhål. Bör vara två ytor per gaffel, bredd mellan ska helst motsvara bredden på en europapall (ca 40 cm mellan gafflars mittpunkt)	Gas	Alla	5		
1.19	Medge kranlyft	Lyfts med 4 punkter. Lyftöglor som klarar (systemets totalvikt* 10) kg. Tyngpunkt under lyftögla.	Lyfts med en punkt. Lyftöglor som klarar (vikt fullt lastad vagn* 10) kg. Tyngpunkt under lyftögla.		Alla	2		
1.20	Underlätta kranlyft	Ej förhöjd risk för personskada vid lyft 5 mm större än tjockaste slangpaket diameter.Inga vassa kanter på vagnens undersida.	Placering av lyftöglor så att utrustning (specifict matarverk) ej skadas		Alla	1		
1.21	Medge markfrigång vid förflyttning		100 mm		Alla	1		
1.22	Tillåta åtkomst till interaktionsytor, inklusive öppning av skyddsanordningar för dessa	Tillåta sikt och utrymme för händer av 5-samt 95-procentil svetsare	Skyddsanordning skall gå att statistiskt vila då den är öppnad.		Alla	1		
2. Miljö								
2.1	Tåla underlagsojämnhet			Hjul	Alla	4		
2.2	Medge hindertraversering	15 cm		Hjul	Alla	3		
2.3	Uppfylla samma miljökrav som svetsen/matarverket	Enligt IEC 60974-5 ("transport and storage conditions" för wire feeder)	-40 grader till + 80 grader		Alla	2		
2.4	Tåla svetsmiljön	Vatten och rostskydd			Alla	2		
3. Livslängd								
3.1	Minimera kabelskador			Kabel	Alla	5		
3.2	Tåla underlagsojämnhet			Hjul	Alla	4		
3.3	Minimera slitage på vagn				Alla	5		
3.4	Minimera slitage på svetspaket				Alla	5		
3.5	Minimera slitage på slangpaket			Kabel	Alla	5		
3.6	Vagn ska tåla last	Systemets totalvikt			Alla	1		
3.7	Hjul ska tåla last	Systemets totalvikt/(antal hjul-1)		Hjul	Alla	1		
4. Underhåll								
4.1	Medge byte av tråd	En person skall kunna byta		Tråd	MIG/MAG	1		
4.2	Underlätta byte av tråd	Inget i vägen för lucken på en sida av vagnen	Inget i vägen för trådluckan på båda sidor av vagnen	Tråd	MIG/MAG	5		
4.3	Medge åtkomst till skruvar för monteringsanordningar				Alla	2		
4.4	Medge serviceåtkomst	10 minuter för att lossa sidor eller maskin			Alla	2		

	4.5	Underlätta lastning av gasflaska	Minimera lyftbehovet	Eliminera lyftbehovet	Gas	MIG/MAG, TIG	5		
	4.6	Medge lastning av gasflaska	En svensk medelsvetsare ska klara	En brasiliansk 5-procentil svetsare ska klara	Gas	MIG/MAG, TIG	1		Antropometrisk mått
	4.7	Medge lossning av gasflaska	En svensk medelsvetsare ska klara	En brasiliansk 5-procentil svetsare ska klara	Gas	MIG/MAG, TIG	1		Antropometrisk mått
	4.8	Medge installation av svets	(endast med hjälp av handverktyg)			Alla	1		
	4.9	Medge avinstallation av svets	(endast med hjälp av handverktyg)			Alla	3		
	4.10	Medge reparation av vagn	Kunna byta skadade delar utan att skada konstruktionen			Alla	2		
5.	Tillverkningskostnad								
	5.1	Minimera kostnad	Ej mer än 200 euro	Max 30 euro för billigaste		Alla	2	Offert från tillverkare	ESAB
6	Distributionssätt								
	6.1	Minimera transportkostnad	8 vagnar/pall	12 vagnar/pall		Alla	5	Offert från transportör	ESAB
	6.2	Passa container	Maxvikt vagn: 167 kg (167 kg räknas som en mm ³ vid frakt)	Enligt maxvikt passar 360 vagnar/container (40' PW).		Alla	3	Mått, vikt	
	6.3	Passa pall (EUR)	Bredd 800 mm, längd 1200 mm	2 vagnar per 800 x 1200 mm		Alla	2		
7	Paketering								
	7.1	Minimera emballagekostnad				Alla	5	Offert från tillverkare	ESAB
8	Tillverkning								
	8.1	Medge tillverkning				Alla	1		
	8.2	Medge montering				Alla	1		
9	Montering av kund								
	9.1	Medge montering	Medelst handkraft. Svensk medelsvetsares hand ska passa alla i utrymmen som kräver handmontage. Delar som har monterats skall ej blockera efterföljande monteringssekvenser.	95-procentilsvetsares hand ska passa alla i utrymmen som kräver handmontage. Medelst handkraft. Minimera antalet olika delar (exempelvis skruvar). Förhindra att delar kan monterats åt fel håll/på fel plats.		Alla	1		Antropometrisk mått
	9.2	Underlätta montering				Alla	3	Usabilitytest	
	9.3	Minimera antal moment för montering av vagn				Alla	4		
10	Storlek								
	10.1	Minimera utstickande delar				Alla	5	Mått	
	10.2	Medge passform för olika svetsar	Mått strömkälla : PS1: 800x350x500, PS3: 610x256x445 (lxbxh)	Mått befintliga strömkälla : (418-652) X(188-256)X(208-445) (*b*h)		Alla (med olika vagnar?)	1	Mått	
	10.3	Medge passform för kylpaket	Kylagregat: PS1: 800x350x256, PS3: 610,256,256 (lxbxh) mm	Befintliga Strömkälla + kylagregat: (418?-714) X(188-250)X(345-693), 15,9-63,5 kg		MIG/MAG, TIG	1	Mått	
	10.4	Medge utrymme för matarverk	PS1: 560x250x320, PS3: 616x230x452 (lxbxh) mm	Befintliga matarverk: (560-690) x (230-275) x (320-452) mm (lxbxh)	Tråd	MIG/MAG	1	Mått	
	10.5	Medge utrymme för slangpaketsfästen	Svensk 95-procentilsvetsare ska ha att komma åt att sätta i och ta ur kabel ur fäste		Kablage	Alla	1		
	10.6	Minimera parkeringsstorlek	1.5 kvadratmeter	0.5 kvadratmeter		Alla	3	Mått	
	10.7	Medge passering av innerdörr och utrymningsväg	0,8 m utrymningsväg	0,7 m gångväg		Alla	1	Mått	
11	Vikt								
	11.1	Minimera vikt	Max 50 kg	10 kg		Alla	5		
12	Estetik och yttfinish								
	12.1	Motstå korrosion	Material som motstår korrosion och avnötning av rostskydd under 7 år.	15 år		Alla	4		Mekanikavdelningen, ESAB
13	Material								
	13.1	Motstå korrosion	Material som motstår korrosion och avnötning av rostskydd under 7 år.	15 år		Alla	4		Mekanikavdelningen, ESAB
14	Produktivscykel								
	14.1	Medge återvinning	materialåtervinning till 90 %	100%		Alla	2		
	14.2	Möjlighet att separera olika typer av material				Alla	4		
	14.3	Minimera miljöpåverkan	Max 0.19 ton co2-ekvivalenter, 45 kubikmeter vatten, 2.2 kg avfall per år och vagn			Alla	4	LCA	
	14.4	Minimera mängden använt material					4		
	14.5	Uppfylla miljömål				Alla	3		ESAB
	14.6	Minimera miljöpåverkan				Alla	5		
	14.7	Minimera spill i tillverkningsstadiet				Alla	5		
	14.7	Minimera spill i tillverkning				Alla	5		
15	Standarder och lagkav								
	15.1	Förhindra vältnig	Klara 12 graders lutning med värsta tänkbara last	klara 20 grader		Alla	3		ESABs mekanikavdelning

		Uppfylla kraven i Dangerous Substances Directive (67/548/EEC) (hanteringen av gas)			Gas	MIG/MAG, TIG	1	Direktiv	
		15.2							
	Ergonomi (fysisk och kognitiv)								
		16.1	Minimera uppmuntran av att dra i slangpaket		Kablage	Alla	5		
		16.2	Underlätta användande av svets			Alla	5		
		16.3	Medge brukarinteraktion med svetsgränssnitt			Alla	1		
		16.4	Medge synlig placering av gränssnitt	Ej skymmas av andra delar. Svensk medelsvetare ska ha möjlighet att se gränssnitt stående raktlång	Nära svensk medelsvetsares ögonhöjd	Alla	2		Antropometiska mått
		16.5	Medge brukarinteraktion med kabelfästen	Svensk 95-procentilsvetsare ska ha att komma åt att sätta i och ta ur kabel ur fäste.		Alla	2		Antropometiska mått
		16.6	Medge intuitiv förståelse			Alla	5	Usabilitytest	
		16.7	Minimera missförstånd			Alla	5	Usabilitytest	
		16.8	Minimera lyftbehov			Alla	5		
		16.9	Förhindra tunga lyft	max 25kg		Alla	4		
		16.10	Medge global förståelse /Minimera språkberoende			Alla	5		
		16.11	Förhindra ergonomiska skador	RULA, REBA maxresultat		Alla	3	RULA/REBA	
		16.12	Minimera blockering av sikt	Ej skymma mer än gasflaska	0 graders skymning	Alla	5		
		16.13	Minimera utstickande vassa delar				4		
		16.14	Medge åtkomst av gasreglage			Gas	MIG/MAG, TIG	2	
	17 Kundkrav								
		17.1	Bibehålla hållbarhet	3 år	7 år	Alla	4		
	Kvalitet och tillförlitlighet								
		18.1	Garantitid	0 år på vagn		Alla	3		
	19 Säkerhet								
		19.1	Förhindra vältnings	Tåla 12 graders lutning		Alla	3	Enligt stabilitetstest	ESAB
		19.2	Medge stabilitet med gasflaska		Gas	MIG/MAG, TIG	3		
		19.3	Medge stabilitet utan gasflaska			Alla	3		
		19.4	Medge säker placering av gasflaska	En person monterar		Gas	MIG/MAG, TIG	2	
		19.5	Uppfylla kraven i Dangerous Substances Directive (67/548/EEC) (hanteringen av gas)		Gas	MIG/MAG, TIG	1	Direktiv	
		19.6	Medge skydd av svets			Alla	5		
	20 Patent och litteratur								
		20.1	Ej inkräkta på patent			Alla	1	ESABs patentansvarig	
	Politiska och sociala konsekvenser								
		21.1	Ej utsätta tillverkare för skadligt arbete			Alla	1		





Referensprodukter

Enhet	Kg		mm					
Strömkälla	Vikt	Vikt (inkl. fylld kylvanhet)	Längd	Bredd	Höjd	Längd-2*	Bredd-2*	Höjd-2*
<u>Caddy</u>								
Caddy Arc 151i	7,9	-	418	188	208	-	-	-
Caddy Arc 201i	8,3	-	418	188	208	-	-	-
Caddy Arc 251i	10,5	-	418	188	208	-	-	-
Caddy Mig C160i	11,4	-	449	198	347	-	-	-
Caddy Mig C200i	11,5	-	449	198	347	-	-	-
Caddy Tig 1500i	9,2	15,9	418	188	208	418	188	345
Caddy Tig 2200i	9,4	16,1	418	188	208	418	188	345
Caddy Tig 2200i AC/DC	15	21,7	418	188	345	418	188	482

Origo

Origo Arc 4000i	40	-	652	249	423	-	-	-
Origo Tig 1500i								
Origo Tig 3001i	33,5	54	625	249	423	714	249	693

Aristo

Aristo Mig 3001i	33	53	652	249	423	714	249	693
Aristo Mig 4001i	43,5	63,5	652	249	423	714	249	693
Aristo 300	38	54	610	250	445	610	250	675
Aristo 400	39	55	610	250	445	610	250	675
Aristo 500	40	56	610	250	445	610	250	675

*Mått inkl. kylaggregat

Matarverk	Vikt (kg)	Max spool	Max spool	Längd	Bredd	Höjd
		diameter (mm)	weight (kg)			
Aristo® Feed 3004	15	300	18	690	275	420
Aristo® Feed 4804	19	300	18	690	275	420
Origo™ Feed 3004	15	300	18			
Origo™ Feed 4804	19	300	18			
Aristo® YardFeed 2000	11,3	200	5			
Origo™ YardFeed 2000 MA23	?	?	?			
Aristo® F300	14	300	18			
PS1 wirefeeder	?	?	?	560	250	320
PS3 wirefeeder	?	?	?	616	230	452

Chalmers	Pughmatris					
			Skapad: 120231			Sid 1
			Modifierad: 120321			
Kriterier			Alternativ			
	ESAB	A Fronius	B Miller	C Migatronc	Kemppi	Lincoln
Pris		- (snäppet dyrare)	~	- (dyrare)		-
Handtag		- Dåliga	"- orobusta	- (otydligt)	- (Saknar handtag, svår att köra)	"+ (stora handtag som sticker ut och ger hävarm)
Hjul		'+ (enl återförsäljare) ~ lika i te	~ skindlösning på ett v	'+(Större)	"~ Ser ut att vara gummibeläggning	"+ & - (större, kom ej över kablar-låg markfrigång
Yta		'+	~	'+	'-	'+
Samhörighet		"~ nyare modeller har rygg	~	"~ flera modeller i va	'~ Använder modulkonstruktion	'- många olika varianter på vagnar
Förvaring		~ ingen? kan ställa i rygg?	~ hylla på vissa, låda p	?	'- ? Ser inte så mycket förvaringsmöjligheter	'~ Stora förvaringsfack
Kabelupphängning		~gamla maskiner har kant som	- dåligt på nästan alla ("	"~ rejäla kabelupphä	"~ mycket krok	'~ mycket plats för upphängning på handtaget
Uttryck/Design		'~+	~	"~	'~Arbetat med design. Mycket bockad plåt	
Skydd		'-	~ oftast inte, ibland sky	'-	'- Inte så mycket skydd på sidor om svets	'~&- En del skyddar mycket, svetsen nästan helt inbygg
Ergonomi		'-	'~ uppvänd hylla vid sn	'-	"- Den vi såg hade inga handtag	"-
Gashantering		- lyfts på	- ~ måste lyfta in flask	- lyfts på	"~ GasMate - inga lyft krävs	'~
Tråd		~	-	~	Lika på vissa, någon hade den lägre ned	
Kranlyft		~	-	+ finns speciella offs		
Bredd		~ bredhjulbas vissa svivelhjul	~ en del 2-hjuliga	+Kan ha flera CBA/k		"- Den stora vi såg
Stabilitet				+		"~ stor och stabil
Antal +		4	1	7	5	8
Antal 0		0	0	1	0	5
Antal -		5	3	5	5	1

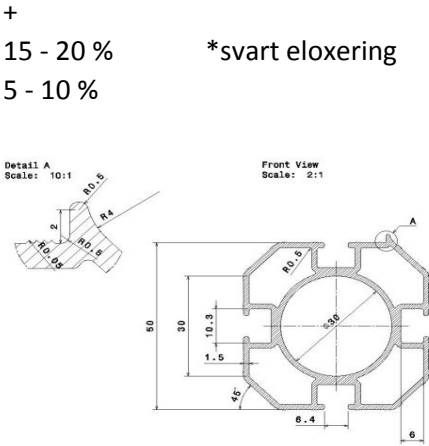
Slutkoncept - priser, längder, vikter, antal

Profiler												
Vagn	Volym/år	Antal:										
Caddy-2	1070	2	2	1	2							
O/A-2	700		2		2	2						
Origo-4	5100						2	2	2			
Aristo-4	3000								2	2	2	2
Längd [mm]:		905	320	205	423	1044	860	450	825	900	705	760
Pris [kr/st]		52,98	19,98	14,98	28,33	62,98	45,88	25,33	45,94	53,38	40,78	46,18
MOQ/artikel		300	300	200	400	300	1000	1500	2500	500	500	500
Tot. Antal / år		2140	3540	1070	3540	1400	10200	10200	16200	6000	6000	6000
Tot. Längd [m] / år		1936,7	1132,8	219,35	1497,4	1461,6	8772	4590	13365	5400	4230	4560

Profiler				
	[delar/vagn]	Pris [kr/vagn]	Pris [kr/år]	Längd [m/vagn]
Caddy-2	7	217,56	232789	3,501
O/A-2	6	222,58	155806	3,574
Origo-4	6	234,3	1194930	4,27
Aristo-4	8	372,56	1117680	6,38

MOQ/order	4000	HX*	15 - 20 %	*svart eloxering
Packning	Pall	Lack	5 - 10 %	
Ytbehandling	Na20μ			
Ytklass	5 (ringa)			

Materialkostnad						
	Plåt [kg]	Rör [kg]	Koppling: [st]	Ändbit [kg]	Kåpa [st]	
Caddy-2	3,156	0,2347	3	0,321	5	3
O/A-2	3,216	0,2436	2	0,214	4	2
Origo-4	2,197	0,8974	4	0,428	6	4
Aristo-4	5,503	1,284	6	0,642	8	8



Kandidatarbete PPUX03

Utformning av vagnsfamilj till svetspaket

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Teknisk Design

© Malin Almers, Nils Berg, Niclas Drevinger, Emelie Dymling, Viktor Sjöstrand

Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg, Sverige
Telefon +46(0) 31-772 1000

Tryck: Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling

