

CHALMERS



Utveckling av textilt skydd för svetstänger

Kandidatarbete inom Teknisk design

JULIA DAVIDSSON
MARIA DICKMARK
HANNA HASSELQVIST
REBECCA LANNSJÖ

Institutionen för produkt- och produktionsutveckling
Avdelningen Design & Human Factors
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2009

KANDIDATARBETE PPUX03

Utveckling av textilt skydd för svetstänger

Kandidatarbete inom Teknisk design

JULIA DAVIDSSON, MARIA DICKMARK,
HANNA HASSELQVIST, REBECCA LANNSJÖ

Institutionen för produkt- och produktionsutveckling

Avdelningen Design & Human Factors

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2009

Utveckling av textilt skydd för svetstänger
Kandidatarbete inom Teknisk design
JULIA DAVIDSSON, MARIA DICKMARK, HANNA HASSELQVIST,
REBECKA LANNSJÖ

© JULIA DAVIDSSON, MARIA DICKMARK, HANNA HASSELQVIST,
REBECKA LANNSJÖ, 2009

Kandidatarbete PPUX03
Institutionen för produkt- och produktionsutveckling
Avdelningen Design & Human Factors
Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg
Sverige
Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Omslag:
Fotografi på slutmodellen av tångskyddet som togs fram i detta projekt.

Tryckeri / Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling
Göteborg, Sverige 2009

Förord

Denna rapport är en dokumentation av produktutvecklingsprojektet "Utveckling av textilt skydd för svetstänger". Projektet har genomförts under vårterminen 2009 i samarbete med Industri Textil Job AB och ingår i kursen Kandidatarbete som ges av Institutionen för produkt- och produktionsutveckling på Chalmers i Göteborg. Kursens omfattning är 15 högskolepoäng, vilket motsvarar tio veckors heltidsarbete. Vi som genomfört projektet är studenter i tredje årskursen på civilingenjörsprogrammet Teknisk design.

Det finns många personer som bidragit till att projektet kunnat genomföras och att processen och resultatet blivit lyckat. Vi vill framförallt tacka vår handledare Tobias Johansson på Industri Textil Job AB för visat förtroende och viljan att göra projektet givande både för oss och för företaget. Ett stort tack även till produktutvecklare Peter Edensvärd och mönsterkonstruktör Kerstin Johansson.

Projektet har innefattat ett antal besök på karossmonteringen på Volvo Cars i Göteborg och vi vill tacka Matz Jonsson för behjälplighet vid rundvandringar och frågor. Tack även till övrig personal som ställt upp på intervjuer.

Vi vill också tacka vår akademiska handledare Oskar Rexfelt, vår formhandledare Alexandra Rånge och masterstudenterna i vår mentorgrupp på Teknisk design.

Göteborg 2009-05-15,

Julia Davidsson, Maria Dickmark, Hanna Hasselqvist och Rebecka Lannsjö.

Sammanfattning

Projektet har genomförts i samarbete med Industri Textil Job AB som utvecklar och tillverkar högteknologiska textilier. Företaget har fått en förfrågan från Volvo Cars i Göteborg om att utveckla ett skydd för de tänger som sitter på svetsrobotarna i karossmonteringen och projektets mål har varit att ta fram en fungerande modell av ett sådant skydd.

Tängerna är uppbyggda av två tångarmar, som har varsin svetselktrod av koppar längst ut, och en tångkropp där armarna är fästa. På tångkroppen är även tångens mekanik och elektronik placerad. Vid svetsning bildas glödande metallstänk som kan skada elektroniken och mekaniken på tångkroppen och därför behövs ett skydd.

Fokus i utvecklingsarbetet har legat på att skyddet ska vara smidigt att hantera eftersom det största problemet med de befintliga skydden är att de är komplicerade att använda och därför ibland monteras på ett felaktigt sätt eller inte används alls. Andra viktiga aspekter är kostnad och anpassningsbarhet till de runt 250 varianter av tänger som finns i karossmonteringen.

Projektet inleddes med observationer och intervjuer för att samla information om tängerna, miljön och befintliga skydd. Sedan följde analys, idégenerering och konceptframtagning i en iterativ process som resulterade i fyra olika koncept. Koncepten utvärderades mot de krav som sammanställts för produkten och ett av koncepten, ett skydd bestående av en cylinderformad tygdel som fästs runt tångkroppen och en förstärkningsdel som fästs mellan tångarmarna, valdes för vidare utveckling. Modeller av konceptet syddes upp och testades parallellt med utvecklingsarbetet. Slutligen bestämdes skyddets detaljutformning och vilket material det ska tillverkas i.

Skyddet har en enkel utformning och det krävs få moment för montering och demontering. Hanteringen underlättas även av att endast välkända interaktionsdetaljer som kardborre, dragsko och spännremmar används. Samtidigt med konceptutvecklingen togs ett storlekssystem för skyddet fram. Detta resulterade i att antalet modeller kunde begränsas till tolv stycken, vilket är betydligt färre än hos de befintliga lösningarna. Endast storleken och proportionerna skiljer modellerna åt, hanteringen är identisk. Detta bidrar till att skyddet blir lätt att lära sig hantera.

Abstract

This project has been developed in collaboration with Industri Textil Job AB, a company that develops high-performance textile materials. The assignment has been in the interest of Volvo Cars in Gothenburg and was to develop a cover to protect the welding guns in the factory of the company.

The welding guns have cablings attached on their body, which can be damaged due to welding sparks and therefore need protection. Another reason to use covers is that service on the gun will be easier if the cablings are kept clean. The focus of the project has been to develop a product easy to handle. The existing covers are complicated and time consuming to use, why covers sometimes are not used at all. Another important aspect is adaptableness of the cover, since there are approximately 250 different models of welding guns in the factory.

The project started with collection of information about the problem. Research about existing covers and the environment of the welding gun was made. Information was analyzed and used for brainstorming of new ideas which resulted in four different concepts. The work proceeded with evaluation of the concepts with consideration to specification of requirement. One of the concepts, consisting of a piece of textile in the shape of a cylinder with a separate reinforced piece between the arms of the welding gun, was chosen for further development. Models of the concept were sewn to support the evaluation and the final product is a simply shaped cover that needs little effort to put on and off. The new cover needs only twelve different sizes to fit all of the welding guns in the concerned factory, which is a big improvement from existing covers. The result of the project is a product with many improved functions and since models of all sizes are managed the same way it is easy to learn how to use the cover.

1. Innehåll

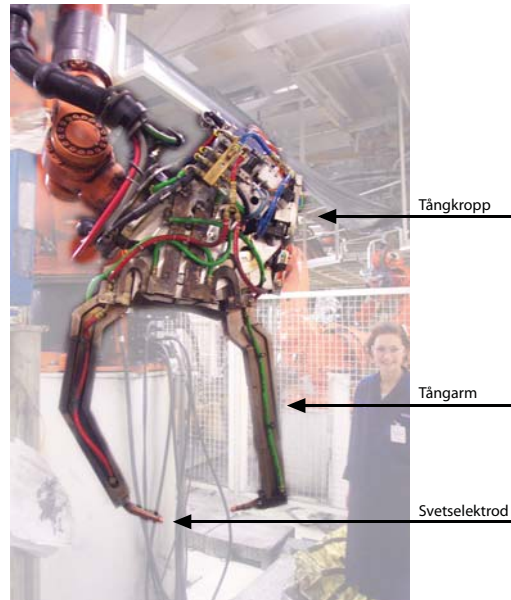
1.	Inledning	1
1.1.	Bakgrund	1
1.2.	Problembeskrivning	1
1.3.	Syfte och mål	2
1.4.	Avgränsningar	2
2.	Teori: Metoder och verktyg	3
2.1.	Datainsamling	3
2.2.	Analysmetoder	3
2.3.	Idégenerering	5
2.4.	Moodboard	6
2.5.	Utvärdering	6
3.	Genomförande	7
3.1.	Problemidentifiering	7
3.2.	Kravlistning	8
3.3.	Idégenerering	9
3.4.	Konceptframtagning	9
3.5.	Utvärdering och utveckling	10
4.	Delresultat	13
4.1.	Datainsamling och analys	13
4.2.	Kravspecifikation	21
4.3.	Idéer	23
4.4.	Koncept för delredovisning	24
4.5.	Konceptutvärdering	26
4.6.	Utveckling av valt koncept	26
4.7.	Teoretisk utvärdering	30
4.8.	Jämförelse med befintligt skydd	31

5.	Slutresultat	32
5.1.	Detaljlösningar	34
5.2.	Material	38
5.3.	Storlekssystem	38
5.4.	Mönster och ritningar	39
6.	Diskussion	40
6.1.	Resultat	40
6.2.	Metoder	42
6.3.	Genomförande	43
6.4.	Vidareutveckling	45
7.	Slutsats	46
	Källförteckning	47

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Inom fordonsindustrin är svetsning en viktig monteringsmetod. På Volvo Cars i Göteborg, hädanefter benämnt endast Volvo, punktsvetsas karosserna ihop med hjälp av robotar. På varje robot sitter en svetstång, totalt finns det cirka 450 tånger. Det är tången som utför svetsningen och den styrs och förflyttas av roboten den är fäst vid. Tången är uppbyggd av två tångarmar, som har varsin svetselktrod av koppar längst ut, och en tångkropp där armarna är fästa. På tångkroppen är även tångens mekanik och elektronik placerad. Vid svetsning bildas slagg, smuts och glödande metallstänk, så kallat svets-sprut och svetsloppor, som kan skada elektroniken och mekaniken på tångkroppen.



Figur 1. Svetstång.

För att förhindra skador på tångkroppen har Volvo köpt in skydd till tångarna. De har för närvarande tre olika typer av skydd som alla är tillverkade i textil men som skiljer sig åt i konstruktion, material, livslängd och pris. Volvo är inte helt nöjda med något av skydden och vill därför inte köpa in fler. En av skyddstyperna, en provkollektion från en engelsk leverantör, fungerar bra men eftersom det geografiska avståndet till leverantören är stort blir det krångligt och dyrt att ta fram skydd anpassade till de specifika tångerna på Volvo.

Volvo har kontaktat företaget Industri Textil Job AB, hädanefter benämnt endast Industritextil, för utveckling av nya skydd till sina tånger. Industritextil är ett företag, med bas i Kinna, som sedan 1963 utvecklat tekniska textilier. Företaget utvecklar, tillverkar och säljer produkter av tekniska textilier inom olika produktområden exempelvis filterutrustning, skydd och säkerhetsprodukter.

1.2. Problembeskrivning

Det metallstänk som bildas vid svetsningen har en temperatur av ca 1500 grader precis när det lämnar arbetsstycket. Svetsloppan slutar lysa, det vill säga övergår från flytande till fast form, när den är ungefär 800 grader. När tångkroppen är oskyddad träffas den av svets-sprut och elektroniken och mekaniken kan ta skada. Det största problemet är dock att svets-sprutet består av varm metall som när det träffar utrustningen kyls av och fastnar där. Med tiden bildas hårda kakor av metall och smuts. Detta sliter hårt på utrustningen och försvårar underhåll och reparationer.

Det tångskydd som idag är det vanligaste på Volvo har många brister,

främst när det gäller hanteringen. Reparatörerna och operatörerna i fabriken behöver ibland komma åt tångkroppen för att utföra reparationer och underhåll, och då måste skydden helt eller delvis tas av. Vid reparationer stannar produktionen i karossmonteringen och det är viktigt att minimera tiden för stoppet eftersom all tid produktionen står still innebär kostnader. De befintliga skydd som i huvudsak används är svåra att montera och sitter därför ofta fel, eller sätts inte tillbaka över huvud taget, eftersom monteringen sker under tidspress. Detta gör att tången inte skyddas tillräckligt. När skydden sitter riktigt monterade på tångkroppen klarar de däremot påfrestningarna bra.

En del av problemet ligger i att det finns ungefär 250 olika variationer av tänger beroende på tångtyp, storlek och var robotens infästning är. Med infästning menas den del där roboten fäster fast i tångkroppen. Skydden är gjorda för att passa ett par olika tångvarianter och är förhållandevis formsydd. Passformen är trots detta inte perfekt och det är dessutom svårt för operatörerna och reparationerna att veta vilket skydd som passar till vilken tång. Detta gör att tängerna ibland får fel skydd vilket ytterligare försvårar monteringen.

Uppgiften är alltså att finna en lösning som kan passa många varianter av tänger, är smidig att hantera, skyddar elektroniken väl samt har en rimlig kostnad. Alla dessa områden är viktiga, men projektets fokus kommer att ligga på hanteringen.

1.3. Syfte och mål

Syftet med projektet är att förhindra elektronikskador på svetstängerna och därmed minimera produktionsstopp i Volvos karossmontering. Detta genom att åt Industritextil utveckla en fungerande skyddsprodukt som är attraktiv för Volvo.

Mål:

- Projektet ska resultera i en fungerande modell.
- Produkten ska vara lättare att hantera och gå snabbare att montera än befintliga lösningar.
- Produktens uttryck ska stämma överens med såväl Industritextils värderingar som miljön på Volvo.
- Produkten ska vara bättre än befintliga lösningar ur miljösynpunkt.

1.4. Avgränsningar

Projektet är avgränsat till att i första hand lösa problemet som finns på Volvo. Andra fordonstillverkare är potentiella kunder, men observationer och intervjuer kommer endast att göras på Volvo.

En annan avgränsning är att lösningen ska vara i form av ett skydd. Vi ska inte förändra monteringsprocessen av karosserna, utformningen av svetsroboten eller förhindra att svetsloppor uppkommer.

Produkten är också begränsad till att huvudsakligen tillverkas i textilt material. Detta innebär ett material som är virkat, stickat, vävt eller nålat. Textilfibrerna kan vara av naturmaterial, metall, keramer, glas eller plast. I projektet ingår inte att ta fram ett nytt material, utan de textilier som Industritextils har tillgång till, eller kan beställa, kommer att användas.

2. Teori: Metoder och verktyg

2.1. Datainsamling

2.1.1. Observationer

Observationsmetoder kan delas in i direkt observation, deltagande observation och självobservation. Direkt observation sker genom att en person iakttar användaren och dokumenterar sina iakttagelser med hjälp av till exempel filmkamera eller noteringsblock. I en deltagande observation är observatören med och deltar i det som sker. Självobservation sker genom att användaren själv till exempel skriver dagbok. Fördelar med observationsmetoder är att man minskar eller eliminerar intervjuareffekter, det vill säga att personens svar medvetet eller omedvetet påverkas av den som intervjuar. Man kan också komma åt de beteenden som intervjupersonen själv inte är medveten om. Det negativa med observationer ligger i svårigheten att observera känslor eller attityder. (Karlsson 2007)

2.1.2. Intervjuer

Intervjuer används till exempel då man vill ta reda på användarnas åsikter eller attityder till en produkt. Det finns olika typer av intervjuer och de kan delas in i strukturerade och ostrukturerade former. Den helt strukturerade formen av intervju är strukturerad vad gäller frågor, tid och ordning. Fördelarna med denna intervjuform är att den går enkelt och snabbt. Detta gör att man kan öka kvantiteten av insamlad data, men samtidigt finns ingen möjlighet att fördjupa sig i svaren eller ställa följdfrågor, det vill säga intervjuerna får mindre kvalitet. Den ostrukturerade intervjun används i fokusgrupper eller i djupintervjuer. Här får användaren möjlighet att uttrycka sig fritt och i sina egna termer. Intervjuaren får också möjlighet att använda sig av "probing", det vill säga att ställa följdfrågor för att väcka eftertanke och reflektion hos användaren. Fördelarna är att man får ett kvalitativt och uttömmande resultat medan nackdelarna ligger i tidsåtgången och att svaren ofta inte kan ses som representativa för användargruppen. Det finns risk att intervjuaren har en egen inställning till produkten och då färgas samtalet. (Karlsson 2007)

2.2. Analysmetoder

2.2.1. KJ-analys

KJ-analys används då man vill sammanställa en helhetsbild över en stor mängd insamlad data. Metoden är bra för att gruppera information som sedan kan formuleras till krav. Den går till så att insamlad data skrivs ned på "post-it"-lappar med ett påstående per lapp. Varje lapp placeras sedan ut

på en stor yta en och en i valfri ordning. Om lappen är relaterad till någon av de tidigare lapparna så placeras dessa ihop. Lapparna kommer till sist vara grupperade i tematiska grupper och undergrupper. (Karlsson 2007)

2.2.2. Fiskbensdiagram

Fiskbensdiagram är ett sätt att analysera problem genom att strukturera upp samband mellan orsak och verkan gällande problemet. Först definieras problemet som ska studeras. Sedan identifieras de aspekter som kan tänkas påverka problemet och därefter definieras delaspekter. (Karlsson 2007)

2.2.3. Funktionsanalys

En funktionsanalys görs för att åskådliggöra en produkts syfte och hur det kan uppfyllas. Först definieras produktens huvudfunktion, det vill säga anledningen till att produkten finns. Därefter identifieras de funktioner som krävs för att huvudfunktionen ska uppnås. Dessa kallas delfunktioner och kan i sin tur delas upp i ytterligare delfunktioner. Produkten kan även ha stödfunktioner som inte är nödvändiga för huvudfunktionen, men som ändå bidrar med något.

Funktionerna kan sammanställas hierarkiskt med huvudfunktionen överst varifrån de underordnade funktionerna grenar ut sig. En rörelse nedåt i hierarkin talar om hur funktionerna ska uppfyllas, medan en rörelse i motsatt riktning talar om varför funktionerna finns. (Österlin 2003)

2.2.4. Heuristic Task Analysis (HTA)

Heuristic task analysis, HTA, är en metod för att bryta ner en uppgift, exempelvis kopplad till en produkt, i mindre delar för att få en överblick över produktens olika funktioner och hur dessa används steg för steg. HTA är en snabb metod som lämpar sig bra för vidare analys, till exempel med CW eller PHEA. (Jordan 1998)

2.2.5. Cognitive Walkthrough (CW)

Cognitive walkthrough, CW, kan med fördel användas efter att en HTA gjorts och en CW utförs då på de lägsta stegen i denna. CW är en metod för att utvärdera användarvänlighet hos exempelvis en produkt och för att försöka följa användarnas kognitiva processer. I en CW ställer sig utvärderaren följande fyra frågor; "Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?", "Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?", "Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?" samt "Om rätt handling är utförd, kommer användaren att förstå att handlingen har fört uppgiften närmare målet?" Genom dessa frågor kan utvärderaren utreda både om användaren troligtvis förstår vad som ska göras och hur det ska göras samt om användaren sannolikt får tillräcklig återkoppling då han eller hon har utfört något. Om någon av frågorna besvaras med ett nej fortsätter utredaren genom att fundera över problemet bakom, vilket blir ett underlag till vidareutveckling av produkten. (Jordan 1998)

2.2.6. Predictive Human Error Analysis (PHEA)

CW och Predictive human error analysis, PHEA, är två metoder som kompletterar varandra och med fördel kan användas parallellt efter att en HTA gjorts. Genom att använda sig av en PHEA kan de eventuella användningsfel som skulle kunna uppstå i interaktionen med en produkt undersökas och de konsekvenser dessa fel skulle kunna få utredas. PHEA är till för att besvara frågorna; "Vad kan användaren göra fel?" och "Vad händer om fel görs?". Utvärderaren måste försöka tänka sig in i användarens situation och ju mer påhittig och fantasifull utvärderaren är desto fler fel upptäcks på detta stadium. (Jordan 1998)

2.2.7. Livscykelanalys

En livscykelanalys, LCA, är utvärdering av en produkts miljöpåverkan och resursförbrukning under hela dess livscykel. En livscykelanalys består dels av en kvalitativ och en kvantitativ del, där storleken på emissioner och resursförbrukning tas fram och miljöeffekten bestäms och resultatet utvärderas. Genom att använda sig av ett räknesystem EPS, Environmental Priority Strategies in product design, fås ett sammanlagt index för en produkts miljöpåverkan från "vaggan till graven" fram. Ett index som kan jämföras med andra produkter. LCA-analyser är alltid jämförande. (Berglund 1996)

2.3. Idégenerering

2.3.1. Brainstorming

Brainstorming betyder "hjärnstorm" och är en idégenereringsmetod som syftar till att de deltagande försöker komma upp med en så stor mängd idéer som möjligt. Dessa idéer ska gärna ha en så stor bredd som möjligt och flera av idéerna får gärna vara av det vildare slaget. Brainstorming går till så att ett antal personer, gärna tre till sex stycken, träffas och att var och en hela tiden får uttrycka de idéer som de hittar på under mötet. Under ett brainstormingmöte är det viktigt att tänka på att ingen kritik är tillåten, utan för att gynna att en så stor kvantitet av idéer med så stor bredd som möjligt genereras så ska stämningen eftersträvas till att vara positiv och avspänd. Alla får givetvis vidareutveckla andra i gruppens idéer genom att kombinera och komplettera dessa. (Österlin 2003)

2.3.2. Slumpordlista

För att ge inspiration till en idégenerering kan en slumpordlista användas. En slumpordlista är en lista med ord slumpvis plockade ur till exempel ett veckomagasin eller en vanlig ordlista. Dessa ord kan sedan användas som de är och på så vis ge nya tankespår, som till exempel orden pasta, bläckfisk eller symaskin. Orden kan också kombineras för att helt nya idéer ska uppkomma, som till exempel bläckfisk-symaskin eller pasta-bläckfisk. (Österlin 2003)

2.3.3. Morfologisk matris

En morfologisk matris är ett verktyg för att ta fram många varianter på lösningar. Egenskaper eller delfunktioner som är viktiga för produkten listas i matrisens vänsterkolumn. Varje funktion får en egen rad som sedan fylls med olika förslag på lösningar. Genom att kombinera en lösning från varje rad kan ett stort antal olika förslag på helhetslösningar tas fram. (Österlin 2003)

2.4. Moodboard

För att ge inspiration, men även för att säkerställa att alla i utvecklingsprocessgruppen strävar mot samma uttryck, kan en moodboard göras. En moodboard är ett bildcollage med en serie bilder som symboliserar och visar på miljöer, färger, typiska detaljer och de värderingar produkten ska uttrycka. En moodboard kan se till att idéskapandet leds åt rätt håll. (Österlin 2003)

2.5. Utvärdering

2.5.1. Pugh-matris

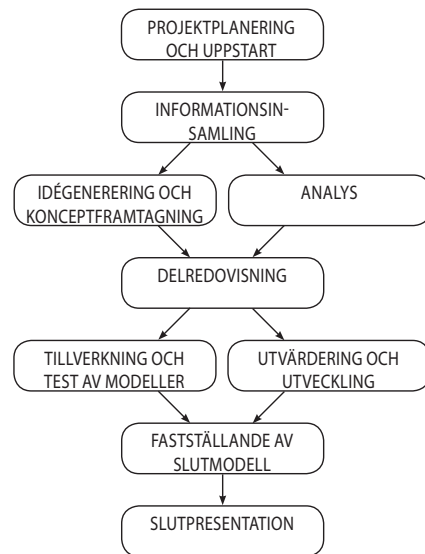
En Pugh-matris är en utvärderingsmetod som kan användas för att jämföra olika koncept med avseende på de krav som finns för produkten. För varje krav jämförs koncepten med en referenslösning för att se om koncepten uppfyller kraven bättre, sämre eller likvärdigt. Detta markeras med "+", "-" respektive "0". Referenslösningen kan vara en befintlig produkt eller det koncept som tros vara det bästa. Genom att vikta krav och önskemål kan de ges olika prioritet, till exempel för att låta krav få större inverkan på resultatet än önskemål. Slutligen summeras antalet "+" och "-", med hänsyn tagen till eventuell viktning, och summan anger vilket koncept som uppfyller kraven bäst. (Karlsson 2007)

2.5.2. Graderingsmatris

En graderingsmatris är, liksom en Pugh-matris, en värderingsmetod för att utreda hur väl olika koncept uppfyller de krav som satts upp för produkten. Skillnaden är att man i en graderingsmatris nödvändighetsgraderar kraven enligt en skala från 1-5, där 1 motsvarar obetydlig önskvärdhet och 5 motsvarar helt nödvändigt. Därefter bedöms varje koncept mot var och ett av kraven och erhåller då ett uppfyllelsetal, enligt en skala 0-4, där 0 motsvarar helt otillräcklig uppfyllelse av kriteriet och 4 motsvarar utmärkt uppfyllelse av kriteriet. Nödvändighetstalet multipliceras med uppfyllelsetalet och alla produkter summeras ihop för varje koncept. Det maximala antalet poäng ett koncept kan få blir då 4 x 5 x antal krav. För att ett koncept ska gå vidare till fortsatt bearbetning bör summan bli minst 75 procent av maximalt antal möjliga poäng. (Design- och användaranpassning, 2008)

3. Genomförande

Projektet startades med en övergripande planering med bestämning av mål för projektet, vilka delar som skulle ingå i projektet och när i tiden varje del skulle göras. Allt detta sammanfattades i en kortare projektbeskrivningsrapport. Sedan startade informationsinsamlandet, vilket hade sin största del i början av projektet men sedan till viss del fortsatte fortlöpande under projektet. Idégenerering, konceptframtagning och analys skedde samtidigt i en iterativ process fram till delredovisningen då idéerna sammanfogats till fyra övergripande koncept. Efter delredovisningen utvärderades de fyra koncepten ytterligare och genom en uppreparande process i tillverkning och tester av modeller utvecklades ett slutkoncept. Samtidigt utvecklades och testades ett storlekssystem för produkten. En slutmodell fastställdes slutligen, tillverkades och presenterades. Fortlöpande under hela processen skedde dokumentation och genom denna växte rapporten fram. Gruppmedlemmarna har gemensamt och i lika stor utsträckning skrivit och omarbetat delarna i rapporten. En gång per vecka har veckomöte hållits för att summera och reflektera över arbetet och för att uppdatera planeringen.



Figur 2. Bild över arbetsprocessen.

3.1. Problemidentifiering

Delar av bakgrunden till problemet förmedlades vid första mötet med Industritextil. Största delen av informationen samlades dock in genom observationer och intervjuer på Volvo. För att identifiera och specificera problemet analyserades sedan materialet.

3.1.1. Datainsamling

Under datainsamlingsfasen besöktes Volvo tre gånger. Första gången var syftet att få en övergripande bild av miljön, svetstängerna och de befintliga skydden. Detta för att bättre kunna förbereda kommande observationer och intervjuer.

Vid andra besöket genomfördes både observationer och intervjuer. Produktionen var inte igång, vilket möjliggjorde deltagandeobservationer i form av montering och demontering av de befintliga skydden. Även skyddens konstruktion, passform och material studerades närmre. Semistrukturerade intervjuer hölls med den underhållsingenjör på Volvo som är beställare av tångskydden, den ingenjör som ansvarar för tångerna och fyra reparatörer på karossmonteringen. Två intervjumallar användes, se *bilaga 1*. Intervjuerna genomfördes i avskilda rum. Eftersom produktionen inte var igång fanns inga operatörer på plats och kunde därför inte heller intervjuas.

Tredje observationstillfället valdes till en dag då produktionen var igång.

Svetsningen observerades, av säkerhetsskäl från ett ganska stort avstånd. En kort, semistrukturerad intervju hölls i produktionslokalen med två operatörer som tog en paus i arbetet.

Alla intervjuer spelades in och tänger och skydd fotograferades för att kunna studeras vidare. Efter besöken skickade kontaktpersonen på Volvo ytterligare information i form av dels dokument angående de material som är förbjudna vid produktionen på Volvo samt ritningar på alla tänger som används i produktionen.

Information om Industritextils önskemål om produktuttryck togs fram genom intervjuer med Industritextils VD och en av produktutvecklarna som också är vår kontaktperson på företaget. Information samlades också in genom studier av Industritextils befintliga produkter och presentationsmaterial.

Skyddets kostnad har tagits hänsyn till i stora delar av projektet. Från intervjuer på Volvo och egna efterforskningar har pris på nuvarande skydd kunnat uppskattas. Med hjälp av Industritextil har även beräkningar gjorts på kostnad för materialåtgång och tillverkning av ett skydd.

3.1.2. Analys av insamlad data

Resultatet från observationerna och intervjuerna bearbetades i en KJ-analys. All data grupperades och varje grupp fick i sin tur undergrupper. Problemen och dess orsaker, samt andra möjliga problem och orsaker, analyserades med hjälp av fiskbensdiagram. Utifrån detta gjordes sedan en funktionsanalys som sammanställdes till en funktionslista. Problemanalysen och funktionslistan låg till grund för problembeskrivningen och formulerandet av projektets syfte, mål, uppgift och avgränsningar.

För att beskriva produktens kontext gjordes en sammanställning av bilder över miljön och användarsituationen på Volvo. Ytterligare en sammanställning av bilder gjordes för att beskriva Industritextil som företag och deras värderingar.

Efter datainsamlingen på Volvo och Industritextil gjordes en övergripande livscykelanalys med en enkel listning av rubriker över de olika stegen i skyddets livscykel. Denna listning gjordes för att ge en övergripande bild över ett allmänt skydds totala miljöpåverkan och för att se vilken typ av miljöpåverkan de olika faserna av skyddets livscykel innebär. Under varje fas i den förenklade LCA:n listades också vilka möjligheter som finns till att styra skyddets miljöpåverkan under livscykeln, vilket också tydliggjorde vilka steg i skyddets livscykel som gruppen eventuellt skulle kunna påverka. Att göra en fullständig livscykelanalys var svårt då uppgifter om materialen samt transporter med mera var mycket svåra att hitta. Därför gjordes endast en enklare variant av LCA över ett allmänt, ej specifikt, skydd där inga EPS-beräkningar heller kunde göras.

3.2. Kravlistning

Utifrån funktionslistan gjordes en grund till en kravspecifikation. Funktionerna omformulerades till krav och önskemål som sorterades in i olika kategorier. Kravspecifikationen omarbetades och kompletterades

sedan parallellt med utvecklingsarbetet. Nya krav tillkom, andra specificerades ytterligare och önskemålen viktades.

3.3. Idégenerering

De idéer på skyddslösningar som dykt upp under arbetets gång har diskuterats och dokumenterats för att inte glömmas av vid idégenereringen. För att även ta fram idéer på ett organiserat sätt användes metoden brainstorming, först i par och sedan alla fyra tillsammans. Som hjälp för fantasin användes dels slumpordlistor och dels lösningar på hur andra produkter skyddas. Tid har även avsatts till individuell idégenerering för att alla ska få en chans att tänka färdigt sina tankebanor.

Idéerna organiserades utifrån delfunktioner, som till exempel anpassningsbarhet och fästnanordningar. Det fanns också en grupp för helhetslösningar. Med utgångspunkt från dessa grupper skedde sedan ytterligare idégenerering. Slutligen sammanställdes alla idéer i en morfologisk matris.

3.4. Konceptframtagning

Idéerna och lösningarna i den morfologiska matrisen utvärderades och kombinerades ihop till koncept. Arbetet skedde parvis, där varje par gjorde utvärderingen oberoende av det andra paret för att inte resultaten skulle påverkas. Båda grupperna utgick från de krav och önskemål i kravspecifikationen som i det här stadiet av processen var relevanta.

Bägge grupperna utgick från den morfologiska matrisen. Den ena gruppen utvärderade de olika dellösningarna från varje grupp i matrisen. Utvärderingen gjordes med hjälp av Pugh-matriser, där ett av de befintliga skydden användes som referenslösning. Eftersom de olika dellösningarna fortfarande var relativt konceptuella gjordes en del antaganden för att kunna avgöra huruvida dellösningen var bättre eller sämre än de lösningar som fanns hos referensskyddet. De bästa dellösningarna sattes sedan samman till fem olika helhetskoncept.

Den andra gruppen satte först samman olika dellösningar från morfologiska matrisen till elva helhetslösningar innan utvärdering gjordes. Utvärderingen av dessa helhetslösningar skedde med hjälp av en graderingsmatris. Eftersom önskemålen i den här fasen ännu inte var viktade var även graderingsmatrisen oviktad, däremot gjordes en gradering från noll till fyra för hur väl varje lösning uppfyllde kraven och önskemålen. Även här gjordes antaganden i de fall lösningarna inte var tillräckligt utvecklade för att kunna få en säker gradering.

Då de båda grupperna hade tagit fram förslag på koncept jämfördes och diskuterades dessa. Av förslagen valdes fyra stycken ut för vidareutveckling. Koncepten som valdes var dels de som båda grupperna kommit fram till var de starkaste och dels koncept som kombinerats fram av båda gruppernas förslag. För att få så mycket feedback som möjligt prioriterades vid konceptvalet även att visa på bredden av dellösningar. De fyra koncepten

presenterades sedan för övriga kursdeltagare och för Industritextil.

3.5. Utvärdering och utveckling

3.5.1. Kategorisering av tänger

För att kunna minimera antalet olika sorters skydd och antalet storlekar på skydden gjordes en kategorisering av de cirka 250 olika varianter av tänger som finns på Volvo. Till detta användes de ritningar som Volvo tillhandahöll. Några tänger saknade ritningar och dessa har därför inte studerats.

Den första indelning som gjordes var efter vilken typ av armar tången hade, eftersom det var det enda kategoriseringssätt Volvo hade av tängerna. Därefter grupperades de efter vilken sida infästningen satt på samt i undergrupper efter form på tångkroppen. Sedan mättes den största och minsta tången i varje grupp för att få ett storleksintervall på de olika typerna av tänger och för att se om några av grupperna med olika typ av armar rent storleksmässigt och formmässigt sammanföll.

3.5.2. Konzeptutvärdering

För att ha möjlighet att fysiskt testa koncepten, utan att behöva åka till Volvo, byggdes två grova och olika stora modeller av tångkroppar i ungefärligt verklig storlek upp. Sedan syddes och häftades enkla tygmodeller av koncepten snabbt ihop och testades på tångmodellerna. Ett av de fyra koncepten föll bort innan detta test och syddes därför aldrig upp. Detta på grund av att det var för komplicerat att utveckla och utvärdera och att gruppen såg ett större värde i att lägga den tiden på något av de övriga tre koncepten. Se *avsnitt 4.4 Koncept för delredovisning* för presentation av koncepten. Efter att ha testat tygmodellerna på tängerna listades både för- och nackdelar med de olika koncepten. Koncepten vägdes även i en graderingsmatris och allt detta tillsammans med gruppens egen bedömning gjorde att ett av koncepten valdes ut till vidareutveckling.

3.5.3. Utveckling av storlekssystem

Parallellt med utvecklingen av det valda konceptet togs ett storlekssystem för skydden fram. Eftersom konceptet var anpassningsbart efter alla olika infästningar och typer av tångarmar lämnades den tidigare huvudindelningen. Fokus flyttades till tångkroppens form istället för vilken typ av armar tången hade och var dess infästning satt.

Då det koncept som valts var starkt beroende av tängernas längd och omkrets mättes detta på ett urval ritningar för att få en god överblick över tångkropparnas olika proportioner. Urvalet, som var representativt, bestod av 50 av de 250 ritningarna och innefattade ritningar till alla de tänger på Volvo som saknade skydd, de varianter på tänger som är vanligast förekommande på Volvo samt de största och minsta tängerna i de undergrupper som tagits fram under den tidigare kategoriseringen. Utöver detta gjordes även ett antal stickprov för att minska möjligheten att några tänger hamnade utanför storleksspannet.

Ritningarna i urvalet ordnades i typer efter förhållandet mellan tångkroppens längd och omkrets. Varje typ-grupp delades sedan in i storlekar efter tångkroppens omkrets. Systemet omarbetades två gånger för att optimera antalet typer och storlekar. För att kunna omarbeta systemet testades modeller av skyddet på olika tänger på Volvo. Därefter gjordes en avvägning mellan att minimera antalet varianter av skydd och att maximera passformen, samtidigt som onödig materialåtgång skulle undvikas.

3.5.4. Gestaltning

För att få ledning i gestaltungsarbetet vid utformning av skyddets detaljer och helhetsuttryck gjordes en moodboard som beskrev det önskade produktuttrycket. Moodboarden gjordes även för att få en gemensam utgångspunkt vid detta arbete. Målsättningen var att produktuttrycket skulle stämma överens med Industritextils värderingar och samtidigt passa in i miljön på Volvo.

3.5.5. Utveckling av valt koncept

De problem som fanns hos det valda konceptet sågs över. Vidareutveckling skedde genom att ta lösningar från andra koncept och från den morfologiska matrisen samt genom framarbetning av helt nya lösningar. Olika idéer på detaljlösningar skissades även fram med hjälp av moodboard och brainstorming.

När de flesta av detaljerna hade bestämts syddes två tygmodeller i lakansväv upp efter det valda och vidareutvecklade konceptet. Tygmodellerna testades sedan på några utvalda tänger på Volvo för att undersöka funktionen och passformen hos konceptet. Några nya problem och aspekter dök upp efter detta besök, vilket mynnade ut i att gruppen skissade på och förbättrade detaljerna ytterligare.

Nästa steg var att träffa Industritextil och tillsammans med dem bestämma vilka detaljer som skulle finnas på den färdiga produkten och vilket material som skulle kunna vara lämpligt. Vid valet av material var utgångspunkten de önskemål och krav som tagits fram i kravspecifikationen gällande materialet. Samtal och diskussion med Industritextil ledde till att flera förslag på olika material lades fram och därefter kunde val av material till slutprodukten göras.

Mötet därefter med en mönsterkonstruktör gav större fokus på produktionen av skyddet. Stor vikt lades vid vad som skulle kunna göra tillverkningen smidigare och snabbare, eftersom det också gör produkten billigare. En modell från en utvald typ och storlek av det valda konceptet syddes sedan upp efter att ett mönster konstruerats. Den hade i princip samma funktioner och detaljer som slutprodukten, men materialet var billigare och hade inte lika hög värmetålighet.

Denna modell testades sedan hos Volvo på flera olika tänger för att utvärdera att storleken och typen stämde. Det undersöktes även vilket spann storlekar som den kunde passa till, samt vilka justeringar som skulle behöva göras i storlekssystemet. Ett materialprov med det tänkta materialet för den

mer tåliga delen av skyddet lämnades kvar i produktionen för utvärdering av dess hållbarhet.

Innan de slutgiltiga besluten togs angående skyddets utformning gjordes även en teoretisk utvärdering för att förebygga eventuella fel och brister som inte framkommit under testerna. En HTA gjordes över de moment som ingår vid hanteringen av skyddet då en reparation utförs. Momenten analyserades sedan med metoderna CW och PHEA.

Efter ett möte på Industritextil bestämdes den slutliga utformningen av skyddet, med alla ingående detaljer. Två skydd, av olika typ-grupp men med samma storlek, syddes upp för att storlekssystemet skulle kunna testas. Båda syddes upp i det billigare materialet eftersom det riktiga materialet inte fanns inne på Industritextil. Modellerna testades sedan på Volvo. Detta gjordes för att utreda om storlekssystemet fungerade. Underhållsingenjören som är ansvarig för inköp av tångpåsar fick även prova att montera och demontera skyddet.

När alla detaljer för skyddet var bestämda gjordes en ritning på skyddet som komplement till de mönster som tidigare gjorts.

För att hålla isär de olika typerna av skydd med inbördes olika storlekar krävs att de har en märkning. Märkningen ska dels ha Industritextils logga samt tydligt visa på vilken grupp och vilken storlek det specifika skyddet tillhör. Flera olika etiketter modulerades fram varav ett alternativ valdes.

4. Delresultat

4.1. Datainsamling och analys

4.1.1. Miljö

Monteringen av karosserna på Volvo sker i en stor bullrig industrilokal. Lokalen har högt i tak och är upplyst av lysrör och ett antal fönster. Produktionen är indelad i linor, så kallade "lines". På varje lina sker en viss del av monteringen och därefter förs bildelarna vidare till nästa lina. Linorna innefattar ofta flera robotar som alla hanterar karosserna, till exempel svetsar ihop dem. På grund av säkerhetsrisker är hela linan inklusive robotarna och karosdelarna inhägnade i metallstängsel. Operatörerna befinner sig utanför stängslet och styr roboten från datorer och manövreringsdon där. För att justera något på själva roboten måste produktionen stoppas och grinden in till roboten öppnas. Roboten har då av operatören ställts i önskat läge för att underlätta reparationen.

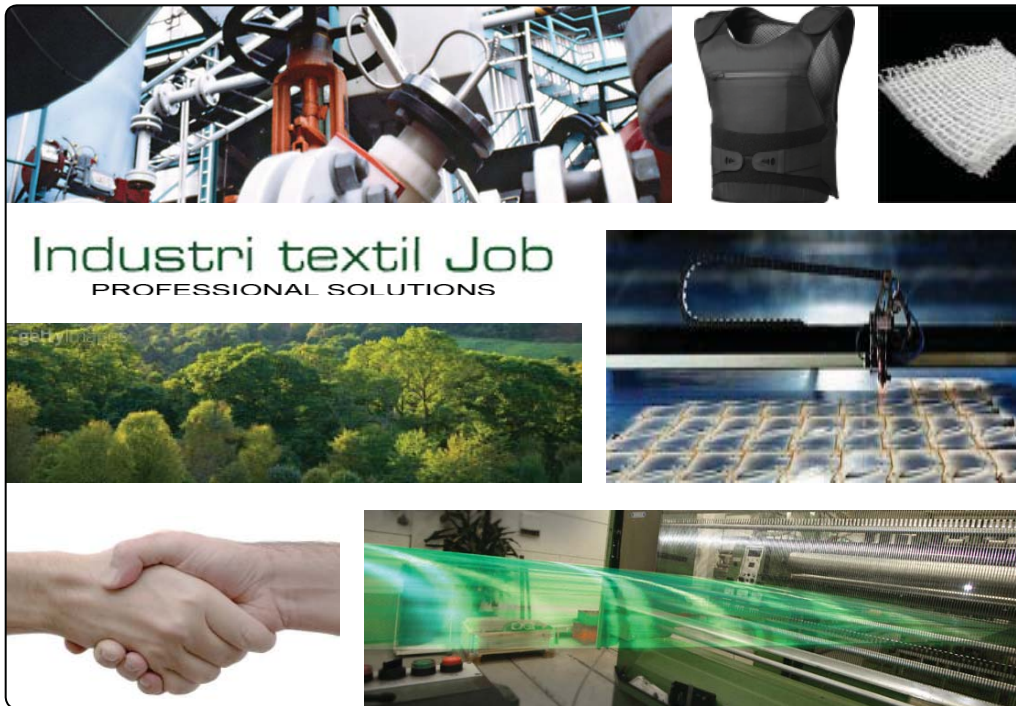
Då roboten svetsar i karossen bildas glödande metallstänk, svetsloppor, som sprutar ut från svetsen. Svetslopporna har en temperatur av cirka 1500 grader när de lämnar karossen och är därmed i flytande form när de färdas genom luften. En stor del av svetslopporna träffar tångkroppen som utför arbetet. De kyls då snabbt av och fastnar på tången. Svetslopporna sprutas i samma riktning vilket medför att en stor andel av dem samlas på samma ställe på tången och bildar stora kakor av metall. Metallkakorna kan förstöra elektroniken och sätter igen mekaniken vilket försvårar underhållningsarbetet av roboten. Eftersom flera robotar arbetar nära varandra träffas tångkropparna även av metallstänk från omgivande svetsning. Därför är det viktigt med ett skydd som i så stor utsträckning som möjligt täcker hela tångkroppen.



Figur 3. Bilder som beskriver miljön på Volvo.

4.1.2. Industritextils värderingar

Industritextil har i dagsläget ingen designpolicy när det gäller produktuttryck, däremot har de ett antal värderingar som har tagits hänsyn till vid utvecklingen av skyddet. Dessa är; kvalitet, hi-tech, smarthet – produkten ska öka kundens produktivitet – och hållbarhet ur ett miljömässigt perspektiv. Industritextil har med hjälp av en reklambyrå tagit fram informationsbroschyrer till sina produkter som de tycker uttrycker de värderingar företaget har. För att visualisera värderingarna, och få en bild av Industritextil, gjordes följande sammanställning av bilder.



Figur 4. Sammanställning av bilder som beskriver Industritextil.

4.1.3. Användare

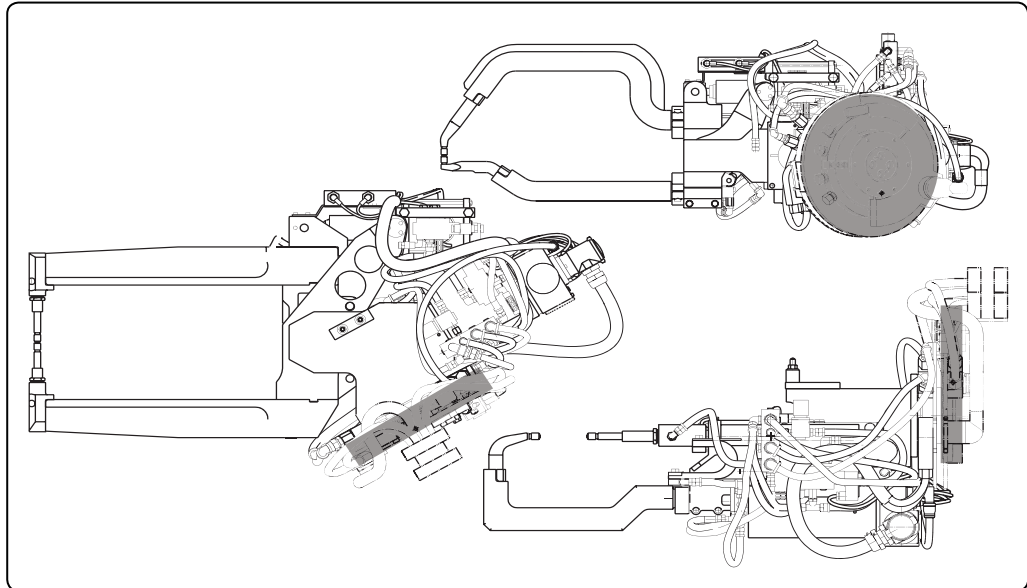
Operatörerna befinner sig ute i fabriken och är stationerade vid en viss lina. Majoriteten av operatörerna är män, men en viss andel kvinnor finns också. Reparatörerna rör sig i hela fabriken och kallas in till de linor där det uppstår problem. De är alla män och har oftast de verktyg de behöver med sig i fickorna. Det är en blandning av människor från olika kulturer och ursprung som arbetar i fabriken och alla bär arbetskläder och skyddsglasögon. Alla som arbetar bär också handskar.

4.1.4. Tängerna

Det finns, som tidigare nämnts, runt 250 olika varianter av tänger på Volvo och totalt finns 443 tänger i produktionen. Alla dessa levererades helt oskyddade till Volvo, men numera tillverkas nya tänger med ett inbyggt skydd i form av en plastkåpa. Det kommer dock dröja länge innan alla tänger på Volvo har inbyggt skydd eftersom livslängden på tängerna är minst 15 år.

Den enda indelning som finns av tängerna är en indelning efter vilka tångarmar de har. Tångarmarna finns i tre olika varianter där det som skiljer

dem åt är sättet armarna rör sig, deras storlek och materialet de är gjorda av. Avståndet mellan armarna och armarnas tjocklek samt hela tångkroppens utseende och storlek skiljer sig dock mycket åt inom grupperna. Tångarmarna rör sig mycket, men i själva tångkroppen är delarna relativt stilla.



Figur 5. Ritningar på olika varianter av tänger. Det gråa området markerar var infästningen sitter.

Roboten kan fästas in på olika sidor av tångkroppen och när service ska utföras kan tången placeras i önskat läge. Tångkropparna varierar i storlek och form, med längd mellan cirka 40 och 90 cm och omkrets mellan cirka 110 och 230 cm.

En del robotar använder sig av flera tänger i produktionen och byter därför mellan dessa under svetsningen. Då en tång byts placeras denna på en ställning, vilket kallas att tången dockas. För att tångerna ska kunna placeras rakt vid dockningen finns en del på tången som passas in på ställningen vid dockning. Denna del får inte vara täckt av ett skydd om tången ska kunna dockas.

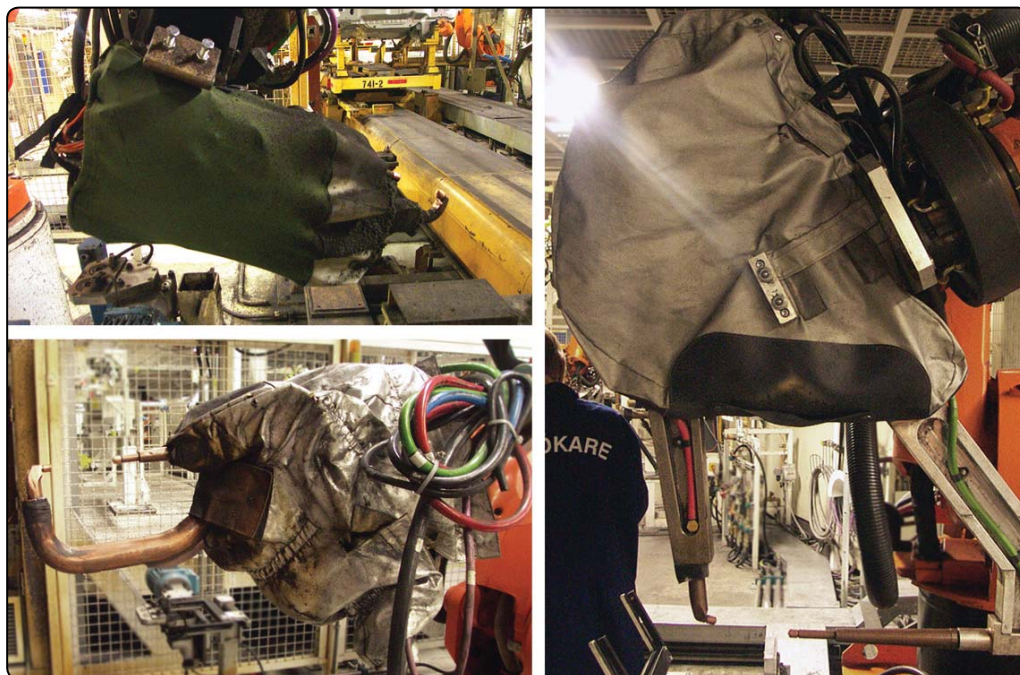
4.1.5. Skyddets funktion

Skyddet fästs på tångkroppen för att skydda den från metallstänk. På så sätt förlänger skyddet livslängden på tången. Det håller även tångkroppen ren vilket medför att servicebehovet på tången minskar och därmed också att antal produktionsstopp blir färre.

En viktig funktion på skyddet är att den är av- och påtagbar. Detta beror på att viss service måste kunna utföras på tångkroppen. Exempel på service som utförs är byte av kabel, givare eller luftventiler. Det utförs också förebyggande underhållskontroller, så kallad FU-kontroller på tångerna. Vid felsökning och underhåll står alltid produktionen still. Det är därför viktigt att det går snabbt att demontera och montera skyddet för att reparationen ska bli klar fort.

Vid funktionsanalysen bestämdes att skyddets huvudfunktion är ”att skydda tångkroppen”. Viktiga delfunktioner är: medge passform för flera tångmodeller, möjliggöra svetsning, möjliggöra smidig och snabb montering och demontering samt kommunicera användning och motverka felanvändning. För fullständig funktionslista, se *bilaga 2*.

4.1.6. Befintliga produkter



Figur 6. Befintliga skydd. Ovan vänster påsskyddet, nedan vänster silverskyddet, till höger det skräddarsydda skyddet.

Påsskyddet

Det nyaste skyddet hos Volvo är en påse som dras över tångkroppen och knäpps ihop vid öppningen i bak. Framre delen av skyddet, där tångarmarna sitter, är särskilt utsatt för svetsnsprut och består därför av mocka för extra förstärkning. Resten är gjort i tøjbart, brandsäkert textilt material som klarar en temperatur på 360°C utan att förkolnas eller antändas. Livslängden på skyddet är enligt leverantören cirka sex månader, men enligt Volvo har skyddet visat sig hålla betydligt längre än så.

Åsikterna om påsskyddet är till stor del positiva. Skyddet är lätt att hantera och går snabbt att dra på och av. Det tøjbara materialet gör att påsen sitter tätt, men också att samma påse passar till flera olika tångmodeller. De negativa aspekterna av skyddet är att mockadelen inte är utbytbar och att spännena är svåra att knäppa. Att påsen inte är formsydd gör också att det är svårt att se hur den ska monteras på tången.

Silverskyddet

Silverskyddet är idag det vanligaste skyddet hos Volvo och har en livslängd på flera år. Det är gjort i tunn aluminiumbelagd väv och fästs ihop med hjälp av kardborreband. Skyddet är delvis formsydd och monteras på ett bestämt

sätt. Mellan hålen för tångarmarna sitter en utbyttbar läderbit som skyddar extra, då detta ställe är hårdast utsatt för metallsprut.

Användarna har en i allmänhet negativ inställning till silverskyddet. De menar att det tar lång tid att sätta på vilket leder till att de i stressade stunder låter roboten köra utan skydd. Flera av användarna tycker också att det silvriga materialet är hårt och svårt att hantera. Kardborrebanden som fäster skyddet slits ut snabbt vilket tvingar användarna till hemmalösningar, som att till exempel fästa skyddet med buntband. Detta försvårar i sin tur nedmonteringen nästa gång och förlänger processen ytterligare. På grund av att silverskydden delvis är formsydda ser de olika ut, vilket försvårar för användaren att lära sig hur de ska sättas fast. Volvo har cirka 100 olika varianter av silverskydd.

Skräddarsytt

En annan typ av skydd, som bara finns på ett fåtal robotar i fabriken, är helt skräddarsydda och har därmed bra passform och är tydliga i hur de ska monteras. Nackdelen med dessa skydd är de blir mycket dyra eftersom de är sydda till specifika tänger. Detta bidrar också till att det skulle finnas lika många modeller av skydd som det finns tänger, vilket skulle försvåra hantering och organisering av en stor mängd skydd. På grund av detta är dessa skydd inget alternativ för Volvo.

4.1.7. Hanteringen

Skydden monteras ibland av helt och ibland bara delvis beroende på vilket ingrepp som ska göras. Hur mycket skyddet öppnas beror dels på reparations omfattning, men även på personliga preferenser. Användarna klarar oftast av att montera av och på skydden själva. Alla har fått utbildning i hur skydden ska monteras, men trots det är felhanteringen stor. Svårigheterna med att hantera skydden ligger oftast i att användaren inte kan identifiera hur skyddet ska sitta, vilket gör att monteringen tar tid. Monteras skyddet på fel sätt går det inte att knäppa fast ordentligt vilket leder till att delar hänger löst och riskerar att fastna i omgivningen när roboten arbetar. Hanteringen försvåras ytterligare av att det i vissa fall är trångt med utrymme runt roboten. För många innebär hanteringen av skyddet frustration.

4.1.8. Problemanalys

De problem och orsaker som identifierats i datainsamlingen kunde härledas till det övergripande problemet att tången inte skyddas. Detta har två huvudorsaker. Antingen beror det på att produkten inte skyddar tången tillräckligt eller så beror det på att tången saknar skydd. Utifrån dessa två aspekter kunde två olika fiskbensdiagram utvecklas där delasppekter analyserades. Fiskbensdiagrammen finns i *bilaga 3*. Nedan följer en sammanfattning av analysen.

Skyddet skyddar inte

De flesta orsaker som identifierats till att produkten inte skyddar tången tillräckligt beror på att skyddet sitter fel. Anledningar till det kan vara

okunskap eller brist på tid. Att skydden inte är tydliga i hur de ska sitta ökar risken för felhantering. Finns det även många olika modeller av skydd kan det försvåra för användaren att memorera hur skyddet ska hanteras.

En annan anledning till att produkten inte skyddas kan vara att det är trasigt eller inte klarar påfrestningarna. Beroende på vilket material produkten är gjord av går det olika lätt sönder vid mekanisk påfrestning eller höga temperaturer. Risken för mekanisk påfrestning, att skyddet till exempel fastnar i något, ökas om skyddet är för stort eller sitter fel.

Tången saknar skydd

Att tången saknar skydd kan bero på att det inte finns skydd att tillgå men det kan också vara så att det finns skydd men att de inte används. Anledningen till att skyddet ibland inte används är enligt användarna själva slarv, lathet och stress eller att skyddet är trasigt. En anledning kan även vara viljan att undvika långa produktionsstopp då monteringen av skyddet tar lång tid.

Om det inte finns skydd i fabriken beror det på att skydd inte köps in vilket kan ha många olika anledningar. Priset kan vara en avgörande faktor med det kan också bero på att användaren inte är nöjd med produkten. Här återkommer många tidigare nämnda problem som att det har dålig passform, skyddas dåligt, går sönder eller är svårt och tar tid att hantera.

4.1.9. Livscykelanalys

Den förenklade LCA:n består av åtta rubriker; Framställning av textilfibrer, Transport till textilframställning, Textilframställning, Transport till produkttillverkning, Produkttillverkning, Transport till användningsplats, Användningsfas och Resthantering, vilka är listade och beskrivna nedan. LCA:n ger en överblick över hela skyddets livscykel. LCA:n visade dock på få aspekter vilka gruppen kunde påverka i de olika faserna.

Framställning av textilfibrer

Framställning av textilfibrer är generellt en ur miljösynpunkt dålig process då textilfibrerna framställs med hjälp av miljöfarliga kemikalier. Vilka kemikalier som används är svårt att ta reda på eftersom tillverkarna inte alltid vill dela med sig av den informationen. Processen i sig kan vara svår att påverka, men ofta finns möjligheten att välja ett så miljövänligt grundmaterial som möjligt. Däremot finns det få tillverkare av denna typ av material och därför blir möjligheten att välja en miljövänlig tillverkare ofta liten.

Transport till textilframställning

Materialet framställs antagligen i Europa. Transportsträckan mellan framställningen av textilfibrer och framställningen av textilierna kan eventuellt påverkas genom att välja tillverkare nära, men vissa fibrer har endast en tillverkare och då finns inget att välja mellan. Om möjligheten finns att välja mellan olika materialalternativ som är likvärdiga ur teknisk synpunkt, kan hänsyn tas till vilket material som har transporter med minst miljöpåverkan.

Textilframställning

Textilierna tillverkas på ett begränsat antal platser. Industritextils egna material framställs i Kinna. Vissa textilier kan behöva en beläggning för att klara satta materialkrav, vilket gör att de behöver skickas till ytterligare ett ställe för att beläggas innan de är färdiga för sömnad. Vad gruppen skulle kunna påverka i denna fas är att, om valmöjlighet finns, i så stor mån som möjligt välja material gjorda av Industritextil samt välja material som inte behöver skickas för beläggning.

Transport till produkttillverkning

Beroende på vad för material eller detaljer till produkten det gäller varierar möjligheten att välja leverantör och därmed även transport. Används Industritextils egna material sker ingen transport mellan textilframställning och produkttillverkningsplats då produkterna tillverkas i samma fabrik som textilierna framställs. Gruppen bör därför, liksom tidigare, sträva efter att välja textilier som Industritextil tillverkar i så stor mån som möjligt. Då det gäller detaljer till skyddet som inte är textila kommer transporter av dessa att behöva göras på något sätt. Material som ska användas som inte är textilier kommer därför att behöva transporteras från leverantören till Kinna. Kan gruppen påverka att dessa detaljer kommer från en och samma leverantör är det en fördel.

Produkttillverkning

Produkttillverkningen kommer att ske i Kinna. Miljöpåverkan i detta steg är dels energiåtgång för maskinerna samt eventuellt materialspill. Att minimera materialspill är mycket viktigt då de flesta dylika material inte är bra för miljön. Gruppen kan påverka genom att utforma skyddet så att den minimerar materialspill vid tillskärning samt är enkel och snabb att tillverka genom att ha så få delar, sammansättningspunkter och sömmar som möjligt.

Transport till användningsplats

Skydden kommer att transporteras från Kinna till Volvo. Det är något oklart hur många skydd som kommer att levereras åt gången då de sys upp efter behov. I dagsläget finns ett behov av 20-30 skydd. Möjligen kan gruppen påverka Industritextil att välja ett så miljövänligt transportsätt som möjligt.

Användningsfas

Själva användandet av skydden kräver i sig ingen energiåtgång eller annan negativ miljöpåverkan. Snarare innebär skydden en miljöförbättring eftersom de minskar slitaget på tängerna. Om delar på skyddet, som inte är utbytbara, håller olika länge kommer bra material att behöva kastas i onödan. Därför är det viktigt för gruppen att tänka på att utforma skyddet så att delarna kan uppskattas hålla lika länge, eller se till att skyddet har en utbytbar del där slitaget är störst. Denna utbytbara del bör i så fall väljas så att den är så miljövänlig som möjligt.

Resthantering

Volvo slänger i nuläget förbrukade skydd i "sorterat avfall". Vid produkttillverkningen kan gruppen tänka på att material som sorteras olika ska gå att separera när produkten ska resthanteras. Produkten skulle även kunna ha en märkning om hur den bör resthanteras.

4.2. Kravspecifikation

Produkten ska ha tre övergripande funktioner: skydda tångkropp, möjliggöra svetsning och tåla omgivande miljö. Dessa uppfylls genom de krav som listas i kravspecifikationen. För utförligare beskrivning av kraven och hur de kan kontrolleras, se *bilaga 4*.

Kriterier och målvärde	K/Ö
K = Krav Ö = Önskemål viktade från 1-5 där: 1 = plus 2 = gärna 3 = bör 4 = högt önskemål 5 = i stort sett krav	
Teknisk funktion 1.1 Produkten ska tillåta svetsning för tången 1.2 Produkten ska medge full rörlighet åt tångarmarna 1.3 Produkten ska kunna fästas på tångkroppen 1.4 Produkten ska tåla de dynamiska rörelser den utsätts för 1.5 Produkten bör minimera möjligheten att fastna i andra robotar eller omgivande miljö 1.6 Produkten bör ha god passform 1.7 Produkten bör skydda hela tångkroppen mot smuts	K K K K Ö4 Ö3 Ö2
Hantering 2.1 Produkten ska tillåta att tången kan repareras och kontrolleras 2.2 Produkten ska kunna monteras och demonteras av en person 2.3 Produkten ska kunna monteras och demonteras med handskar 2.4 Produkten ska ta max 2 minuter att montera respektive demontera 2.5 Produkten ska kunna kommunicera i bullrig miljö över 80 dB 2.6 Hantering av produkten bör ej innebära risk för skada hos användaren 2.7 Produkten bör tåla smuts 2.8 Produkten bör kunna monteras resp. demonteras även då den är smutsig 2.9 Montering och demontering ska kunna hanteras oberoende av språkkunskap 2.10 Produkten bör kommunicera på vilket sätt montering och demontering ska ske 2.11 Produkten bör ha tydliga interaktionsområden	K K K K K Ö5 Ö5 Ö5 Ö5 Ö4 Ö4

2.12	Montering och demontering bör kunna utföras med få moment	Ö3
2.13	Montering och demontering bör vara möjlig i trånga utrymmen	Ö3
2.14	Montering och demontering bör kunna utföras utan utbildning	Ö2
Anpassningsbarhet		
3.1	Produkten ska kommunicera vilka tänger den passar till	K
3.2	Produkten bör passa tänger med olika placeringar av infästningen	Ö4
3.3	Produkten bör passa tänger med olika typ av tångarmar	Ö3
3.4	Produkten bör passa tänger med olika form på tångkroppen	Ö3
3.5	Produkten bör passa tänger med olika storlek	Ö2
Material		
4.1	Materialet ska tåla temperaturer upp till 360° utan att förkolnas eller antändas	K
4.2	Materialet ska tåla peaktemperaturer upp till 800°	K
4.3	Materialet ska ej innehålla silikon	K
4.4	Materialet ska följa Fords övriga materialkrav	K
4.5	Materialet ska ha ett LOI-värde på minst 25	K
4.6	Materialet bör inte repa upp sig vid eventuell skada	Ö4
4.7	Användaren bör tydligt se om materialet är smutsigt eller trasigt	Ö2
4.8	Materialet bör vara följsamt	Ö4
4.9	Materialet bör vara elastiskt	Ö1
Uttryck och gestaltning		
5.1	Produkten bör uttrycka smarthet och kvalitet	Ö3
5.2	Produktens uttryck bör passa in i omgivande miljö på Volvo	Ö2
Hållbar utveckling		
6.1	Produkten ska uppfylla kraven för certifiering ISO 14001	K
6.2	Produkten bör ur hållbarhetssynpunkt vara bättre än befintliga skydd	Ö2
6.3	Delar som resthanteras på olika sätt bör kunna separeras vid kassering	Ö3
Marknad och ekonomi		
7.1	Produktens pris bör ej överstiga 4000 kr per användningsår	Ö4
7.2	Produktens olika delar bör ha samma livslängd eller vara utbytbara	Ö4
7.3	Produkten bör ha maximerad livslängd i förhållande till pris	Ö3

4.3. Idéer

En stor variation på lösningar framkom i idégenereringen. Dessa sammanställdes i en morfologisk matris, se *bilaga 5*, med uppdelning i fem olika grupper utifrån typ av lösning: smidig hantering, anpassningsbarhet, armhål, fästansordning och helhetslösningar.

I gruppen "Smidig hantering" finns lösningar som till exempel att materialet är extremt töjbart, att materialet är som en strumpa att lätt dra på tångkroppen, att tångkroppen har någon form av skenor som ett skydd lätt kunde glida över eller att skyddet knäpps fast runt infästningen.

I gruppen "Anpassningsbarhet" finns lösningar som till exempel att skyddet skulle kunna lindas på som en mumie, att materialet är så formbart och töjbart som en kondom och kan rullas på, att den för infästning och armhål skulle kunna ha flera perforerade hål där de önskvärda kan tryckas ut, att skyddet har flera armar som utgår från en främre topp och kan slås om tångkroppen eller att materialet är av en flerlayerssort där ett inre lager är av en formpressningsbar typ.

I gruppen "Armhål" finns lösningar som till exempel att det finns skurna kryss för armarna, att det finns små muddar runt armarna, att en tygbit kan fästas mellan armarna eller att armarna kan dras genom en tygbit formad som en ansiktsmask som spänns fast bak på skyddet.

I gruppen "Fästansordning" finns lösningar som till exempel dragsko, cykelhjälmsspänne, karbinhake, dragkedja, material som fäster mot sig själv, magnet, gummispännband, resår och kardborreband.

I gruppen "Helhetslösningar" finns lösningar som till exempel att skyddet är helt platt och går att slå om tångkroppen, att skyddet är som en cylinder, att skyddet är som ett nät där hål kan tas fram och lappar fästas ovanpå, att skyddet har öppnings- och stängbara hål och öppnings- och stängbara möjligheter till extra lager tyg och att skyddet var uppdelat i två delar – en framtill för tångarmsdelen och en baktill för tångkroppen.

4.4. Koncept för delredovisning

Inför delredovisningen kombinerades fyra koncept ihop. Detta gjordes för att visa bredden på idéer samt att framhålla de idéer med störst potential. Utvärderingarna som gjordes för att komma fram till dessa finns i *bilaga 6 och 7*.

4.4.1. Koncept Bläckfisken

Konceptet består av en front i tåligare material. Denna front har två krysshål för armarna. Fastsytt, i omlott, vid fronten finns 4-6 tygstycken med fästansordningar längst ut i kanten. Skyddet träs på via tångarmarna och efter det läggs tygstyckena om kroppen. Styckena fästs i det tyg som ligger under och det understa stycket fästs eventuellt i robotkroppen. Krysshålens funktion är både att hålen blir anpassningsbara till olika stora tångarmar men också att de medger flexibilitet vid påtagningen av skyddet då tångarmarna inte har sitt bredaste mellanrum precis invid kroppen.

Fördelarna med skyddet tros vara att monteringen är förhållandevis snabb men framför allt att skyddet passar varianter med infästning på olika sidor. Detta eftersom det finns öppningar mellan tygstyckena och tyget då kan dras undan för infästning på olika ställen.



Figur 7. Koncept Bläckfisken.

4.4.2. Koncept lottoringen

Lottoringen består precis som bläckfisken av ett flertal tygstycken. Till skillnad från bläckfisken utgår lottoringen ifrån infästningen där den fästs med en öppningsbar metallring. Detta gör att även lottoringen är anpassningsbar för varianter med infästningen på olika ställen. Tygstyckena består av ett material i olika skikt som är deformerbart inuti. Metallringen fästs kring infästningen och tygstyckena trycks till längs kroppen, efter det läggs stycken mellan armarna och trycks till. Tygstyckena kan behöva kompletteras med extra fästansordningar och skyddet eventuellt även med ett tåligare material längst ned.

Fördelar med lottoringen tros vara att den ger god passform eftersom materialet är



Figur 8. Koncept Lottoringen.

deformerbart men även god anpassning för olika varianter med olika infästning eftersom skyddet utgår ifrån infästningen. Konceptet lottoringen skulle även kunna fungera utan det deformerbara materialet och vara i tyg utrustat med spännen.

4.4.3. Koncept cylindern

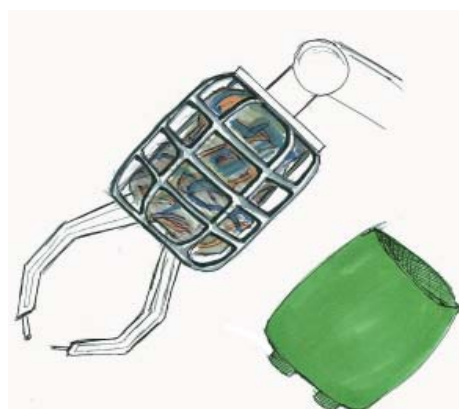
Konceptet består av två delar, en cylinder i textil och en förstärkningsdel i extra tåligt material. Det finns dragskor i bägge ändar av cylindern. Cylindern träs på tångkroppen via armarna och väl påträdd dras de båda dragskorna åt så att det sluter ihop i bak och sitter åt runt tångarmarna. Vid tångarmarna fästs förstärkningsdelen över dragskon så att cylindern och biten tillsammans bildar två hål. För att anpassa cylindern till tänger som inte har infästningen rakt bak utan på någon av sidorna så finns ett hål på sidan av cylindern. Detta hål kan vara öppnings- och stängbart eller vara av det slag att tyget är helt från början och att hålet sedan är perforerat eller dylikt så att det kan bildas ett hål om det behövs. Eftersom det går att snurra på cylindern, då det inte finns några hål för armarna som låser den vid dess position, så behövs det bara ett hål på sidan för att anpassa den för en infästning.



Figur 9. Koncept Cylindern.

4.4.4. Koncept Skelettet

Även detta koncept består av två delar, ett metallskelett och en elastisk strumpa. Metallskelettet fungerar som skenor som strumpan ska glida lätt över och är alltid monterat på tångkroppen. Skelettet kan ha olika täthet och utformning beroende på vad som behövs kommas åt på tångkroppen. Strumpan dras alltså på utanpå skelettet och har muddar för tångarmarna. En fördel med skelettet är att eftersom formen blir jämn så underlättar det påtagningen av sockan. En nackdel är dock att skelettet kan bli kostsamt och ett extra steg i utvecklingen.



Figur 10. Koncept Skelettet.

4.5. Konzeptutvärdering

Utvärdering gjordes med hjälp av uppbyggda tångkroppsmodeller och enkla tygmodeller. Konzeptet Skelettet testades aldrig utan föll bort redan innan utvärderingen. Detta eftersom principen var så pass komplicerad och uppenbart dyrare att tillverka än de andra koncepten eftersom den, förutom skyddet, består av en metallkonstruktion. Det var också svårt att göra en modell av skelettet som stämde överens med verkligheten.

Då Bläckfisken och Lottoringen, båda koncept som bestod av lösa delar som lades runt tångkroppen, testades upptäcktes att det blev mycket tyg hängande och betydligt svårare att hålla reda på än vad som var väntat. De ingav inte heller en särskilt intuitiv känsla för hur de skulle användas eller sättas på. Det var svårt att föreställa sig hur de skulle passa på en mer oregelbunden kropp eftersom tygstyckena redan i detta stadium behövde vara stora för att det inte skulle bli glipor mellan.

Den öppning som Cylindern behövde på sidan för att passa olika infästningar gjordes som en längsgående omlottöppning liknande dem som finns på Bläckfisken och Lottoringen. Öppningen sträcker sig ifrån den bakre dragskon fram till en bit från den främre. Öppningen kan fästas ihop med till exempel kardborreband eller tryckknappar. Om infästningen sitter mitt bak stängs hela öppningen och om infästningen sitter på sidan öppnas det så långt som behövs för att infästningen skall få plats. En modell av Cylindern med denna typ av öppning syddes och testades. Det visade sig att en öppning som gick ifrån den bakre delen av Cylindern även underlättade monteringen av skyddet. Detta eftersom den längsgående öppningen gör att den bakre öppningen kan bli betydligt större. Cylindern blev därmed betydligt enklare och smidigare att hantera än de båda koncepten med lösa tygstycken.

De tre koncepten utvärderades även med hjälp av en graderingsmatris och en Pughmatris. Kraven och önskemålen var graderade och i Pughmatrisen användes dagens befintliga påsskydd som referens. Båda matrisutvärderingarna visade att Cylindern var det starkaste konceptet. Kriterier där Cylindern var bättre än de andra var till exempel att kommunicera användning, att kunna monteras med få moment och att inte riskera att fastna i omgivningen. För fullständig Pugh- och graderingsmatris, se *bilaga 8 och 9*.

Då matrisutvärderingen stämde överens med det som setts under testerna av de enkla modellerna valdes Cylindern för vidare utveckling.

4.6. Utveckling av valt koncept

Konceptet vidareutvecklades redan under testerna allteftersom problem och nya idéer uppkom. Främst utvecklades den bakre dragskon till att vara kombinerad med ett spänne. För att dragskon ska vara lätt att dra åt behöver den vara en sluten cirkel, men om öppningen där bak ska kunna bli större med hjälp av den längsgående öppningen så måste den slutna cirkeln gå att öppna.

Omlottöppningen utvärderades och ändrades till att vara en öppning med omlott endast så bred som kardborren var. Det bestämdes att kardborreband

var det bästa fästalternativet eftersom det gör att placeringen av öppningen kan varieras. Däremot är kardborreband mindre bra med tanke på den smutsiga miljön. De kardborredelar som exponeras för svetsstrut riskerar att sättas igen av svetsloppor. Detta är dock inte ett problem eftersom de delar av kardborren som används är stängda och på så sätt skyddas ifrån svetsstrut. Eftersom varje skydd endast används till en och samma tång, stängs öppningen alltid på samma sätt. Därför är det inte ett problem om övriga delar av kardborren slutar att fungera.

För förstärkningsdelen gjordes några olika modeller som sedan testades direkt på Volvo. Det visade sig att varianten med två kryss var det bästa alternativet. Den gjordes sedan i tre olika storlekar baserade på avståndet mellan tångarmarna. Det beslutades att även förstärkningsdelen ska fästas med kardborre. På samma sätt som med den långsgående öppningen kan kardborre vara negativt ur smutssynpunkt men eftersom samma förstärkningsdel kommer användas till samma skydd kommer nedsmutsning inte påverka funktionen.

4.6.1. Storlekssystem

Det storlekssystem som togs fram består av tre typer (1, 2, 3) av skydd med fyra storlekar (S, M, L, XL) av varje typ, vilket totalt ger tolv olika modeller. Typerna skiljer sig i förhållandet mellan omkrets och längd, där typ 1 är kort med relativt stor omkrets och typ 3 är lång med relativt liten omkrets. Storleksbeteckningen S-XL valdes eftersom det är ett välkänt system som dessutom fungerar internationellt.

		S	M	L	XL
Grupp	Förhållande: längd/ omkrets	Omkrets [cm]	Omkrets [cm]	Omkrets [cm]	Omkrets [cm]
1	0,2-0,35	110<O<140	140<O<170	170<O<200	200<O<240
2	0,35-0,5	110<O<140	140<O<170	170<O<200	200<O<240
3	0,5-0,65	110<O<140	140<O<170	170<O<200	200<O<240

Tabell 1. Storlekssystem för indelning av tångerna. De tre typerna är indelade efter förhållandet mellan längd och omkrets, som ger ett mått på tångens proportion. Efter det är storlekarna indelade enbart efter omkretsen.

Omkretsen på varje skydd är alltid den största tillåtna omkretsen i modellgruppen medan längden på skyddet i varje storlek är medellängden av det tillåtna intervallet av tånglängder. På detta görs sedan ett påslag på varje sida på 8 % av omkretsen för att täcka ändarna på tången. Beroende på storlek varierar detta påslag mellan 11 och 19 cm.

Påslaget är uträknat genom att ta skillnaden mellan medellängden på tångerna och den längsta eller minsta tången i modellgruppen och dela den med två för att få skillnaden på längd i varje ände. Det är alltså så mycket som skyddet max är för kort eller för långt. Från denna skillnad subtraheras sedan cylinderns radie. Då fås den längd gör att den minsta tångens skydd går ihop helt vid de båda dragskorna. Den längden är också tillräcklig för att, när skyddet sitter på den största tången i gruppen, täcka en bit

av änden. Påslagets längd blev för alla grupper ca 10 % av omkretsen med denna beräkning. När tester gjordes visade de att påslaget var lite stort och då sänktes procentsatsen till 8 % vilket visade sig passa bättre. En sammanställning av de olika tabellerna för storlekssystemet finns i *bilaga 10*.

Det fanns tidigt en tanke att skilja typerna åt med någon form av kodning som inte endast bestod av en etikett. Detta hade till viss del varit önskvärt då robotarna är inne i burar och man ibland ser dem på håll. Ett koncept med olika färg på kardborrebanden och remmar testades. Detta störde dock uttrycket avsevärt och istället skiljdes typerna åt genom tydliga etiketter, se *avsitt 5.1.7*.

4.6.2. Tester på Volvo

Testerna av de första sydda modellerna i lakansväv visade att storlekssystemet fungerade i stort, dock krävdes lite justering. När modellerna testades kontrollmättes samtidigt tängerna och det visade sig att ritningarnas mått inte alltid stämmer med de verkliga måtten. Detta påverkar dock inte storlekssystemet eftersom det endast innebär att tången får en annan storlek på skyddet inom systemet. Då skydd ska sys upp bör man tänka på att ta mått direkt från tängerna.

Själva konceptet fungerade mycket väl, då det gick snabbt och smidigt att montera och demontera. Passformen var dessutom förhållandevis god. Däremot var tängerna inte lika cylindriska som skyddet och överflödigt tyg hängde i vissa fall löst.

Under den andra testomgången på Volvo testades den modell som sytts upp på Industritextil i provmaterialet BV-blå. Modellen som syddes upp i typ 2 storlek M testades på flera tänger och satt bra. Den gick även snabbt att montera. Lösa remmar testades utanpå modellen för att snöra ihop det överflödiga tyget, vilket fungerade väl. Modellen passade dessutom till fler tänger än vad som beräknats och därför drogs slutsatsen att en av storlekarna i storlekssystemet kunde strykas.

Vid det tredje testbesöket på Volvo, då storlekssystemet säkerställdes, testades modeller i storlek M från typ 1 och typ 3. Båda modellerna testades på tre till fyra tänger vardera och satt på samtliga tänger perfekt utifrån de krav och önskemål som ställts.

Den förstärkningsdel som lämnats kvar vid det andra testbesöket på Volvo för att utvärdera materialet hade klarat två veckors slitage. Materialet hade placerats på en av de mest utsatta tängerna och var något skadat på vissa ställen men det hade skyddat tången. Huruvida materialet uppfyller satta krav i tillräcklig utsträckning är svårt att avgöra efter så kort provtid.

4.6.3. Produktuttryck

För att få ett entydigt uttryck lades fokus på två av Industritextils fyra värderingar när moodboarden för produktuttrycket utformades. Orden kvalitet och smartheit bedömdes som viktigast. Betydelsen av ordet hi-tech tolkade gruppen som kvalitet och smartheit. Ordet hållbarhet prioriterades ner

eftersom miljöaspekten inte är en dominerande del av resultatet.

Inflytandet över produktens uttryck begränsades delvis av vilka material utav de som fanns tillgängliga som klarade de uppsatta kraven. Varje material har en speciell färg och struktur som följer av funktionen. Att färga material är möjligt, men mycket dyrt. Det valda materialet stämde i grundutförande väl överens med det önskade uttrycket vilket gjorde att detta inte var något problem.



Figur 11. Moodboard som beskriver det önskade produktuttrycket.

Vad som kunde påverkas var till stor del helhetsuttrycket genom utformningen av skyddet och placeringen av dess detaljer. Formen är symmetrisk och mycket enkel. Flera mått går igen genom medvetna val av bredd på fällor, band och detaljer. Genom att alla detaljer också är i samma färg och symmetriskt placerade blir produkten enhetlig och får ett uttryck av kvalitet och smarthet.

4.6.4. Tillverkning och kostnad

En viktig aspekt i utveckling av skyddet har varit kostnaden. Volvo har ett skydd som de i stort sett är nöjda med men de vill utmana Industritextil för att se om de kan utveckla något som kan konkurrera pris- och funktionsmässigt med nuvarande skydd. Silverskyddet har ett pris på mellan 3000 och 6000 kronor beroende på utformning och storlek. Påsskyddet kostar enligt leverantörens hemsida cirka 1700 kronor där kostnad för service och frakt inte är inkluderat. Det skräddarskydda skyddet är betydligt dyrare och dess kostnad därför inte relevant i sammanhanget.

I den beräkning som Industritextil gjorde för att beräkna vilken prisklass materialet på det nya skyddet högst får ha var utgångssiffran ett

försäljningspris på 2000 kronor per skydd. Efter avdrag för vinstmarginal på 40 procent och tillverkningskostnader beräknades materialet få kosta maximalt 550 kronor per m². Materialet som senare valdes, efter diskussioner kring olika aspekter, kostar cirka 270 kronor per m² och cirka 170 kronor per m² för materialet på förstärkningsdelen. Siffrorna ligger alltså bra inom gränsen för vad det får kosta.

För att se till att hålla kostnaden nere har flera medvetna val gjorts i utformningen av produkten. Produktuttrycket har fått konkurrera med kostnaden. Tidigt beslutades att dekorsömmar som skulle ge produkten ett rejälare uttryck skulle väljas bort till förmån för kortare produktionstid. Diskussion fördes också huruvida en oljett ska sitta i hålet för snöret eftersom den slås i tyget och därmed tillför ett extra moment i tillverkningen. Här valdes kvalitet framför kostnad. För att göra produktionen smidig har flera mått på detaljer och dess placeringar standardiserats. Till exempel är alla kardborreband i samma bredd och de kardborrebitar som ligger längs med omlottdelen har samma längd på alla storleksmodeller.

Dagens utformning av skyddet kräver ingen ny produktionsmetod eller nya maskiner för Industritextil. Eftersom deras produkter sys upp individuellt går det lätt att göra justeringar av produktionen i efterhand, utan att det innebär några större kostnader, om någon robot har mycket ovanlig form eller om någon detalj skulle visa sig behöva förbättras.

4.7. Teoretisk utvärdering

CW:n och PHEA:n visade inte på några allvarliga problem eller risker för fel vid hanteringen av skyddet. Volvo är vana att ha skydd till sina tänger och de förväntar sig att skyddet ska kunna fästas runt tången och justeras så att det sitter bra. Därför kommer de att försöka uppnå rätt resultat även om det inte är självklart för en person som inte är insatt.

Vid analysen togs hänsyn till att användaren någon gång kommer montera skyddet för första gången, och då framkom några aspekter som eventuellt skulle kunna innebära problem. Det handlade om den visuella tydligheten, att användaren ska se spännen och dragskoklämmor för att kunna använda dem. Detta är dock inte ett längre ett problem när användaren har monterat sitt första skydd eftersom det är så få interaktionsområden att användaren kommer komma ihåg att det är en dragsko fram, en dragsko bak och spännen på ett par ställen. Om användaren inte hittar interaktionsområdena är upptäckten omedelbar eftersom skyddet annars inte kan monteras.

De typer av detaljer som ska hanteras, det vill säga dragsko, spännen och kardborreband, är alla välkända och användaren bedömdes inte ha några problem med att hantera dessa korrekt.

En risk som framkom i analysen är att moment vid montering och demontering utförs i fel ordning. Detta gäller till exempel vid knäppning och åtdragning av dragskon bak, men skulle även kunna gälla för montering av skyddet i stort. För att få så bra passform som möjligt bör skyddet monteras enligt HTA:n, genom att först lägga skyddet rätt och dra åt dragskon fram. Börjar användaren till exempel med den bakre dragskon kommer felet

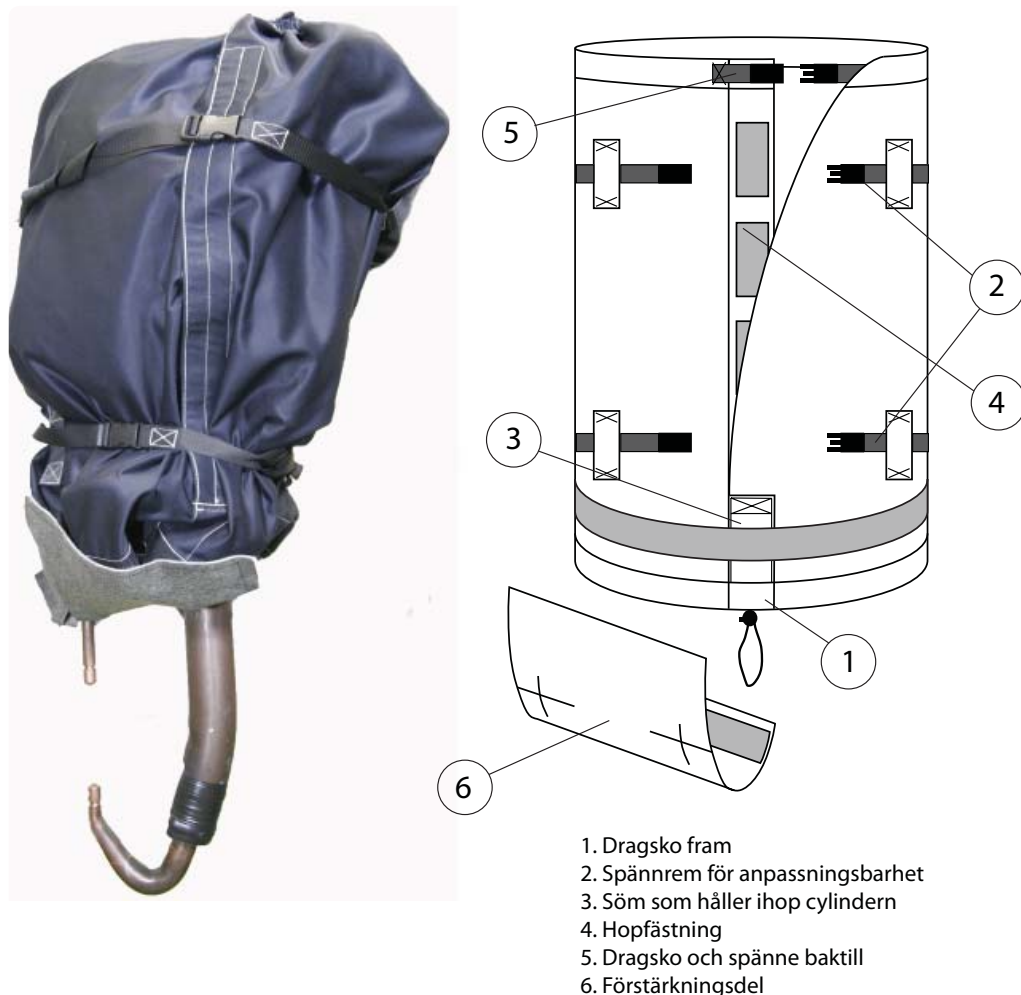
att upptäckas när den främre dragskon ska dras åt. Återhämtningen blir då att användaren får göra om vissa av momenten. Även i det här fallet kommer användaren troligtvis att lära sig produkten och nästa gång göra rätt från början. För fullständig HTA, CW och PHEA, se *bilaga 11 och 12*.

4.8. Jämförelse med befintligt skydd

Då påsskyddet bara finns i två exemplar på Volvo får jämförelse ske mot det silvriga skyddet som mest information kunnat inhämtas om. Vid det tredje besöket på Volvo, då storlekssystemet fastställdes, fick den underhållsingenjör som är beställare av de befintliga skydden montera provmodellen. Han gav mycket positiv respons och uttalade lite skämtsamt att han tänkte behålla skyddet på. Att den nya modellen av skydd finns i tolv varianter, jämfört med cirka 100 olika varianter av silverskyddet, är också en stor fördel. Att alla varianter av det nya skyddet har samma modell förenklar också både tillverkningen och hanteringen eftersom alla kan tillverkas på samma sätt och även montering sker på samma sätt oavsett variant. Detta kan jämföras med dagens silverskydd som alla har olika modeller och därmed också monteras olika.

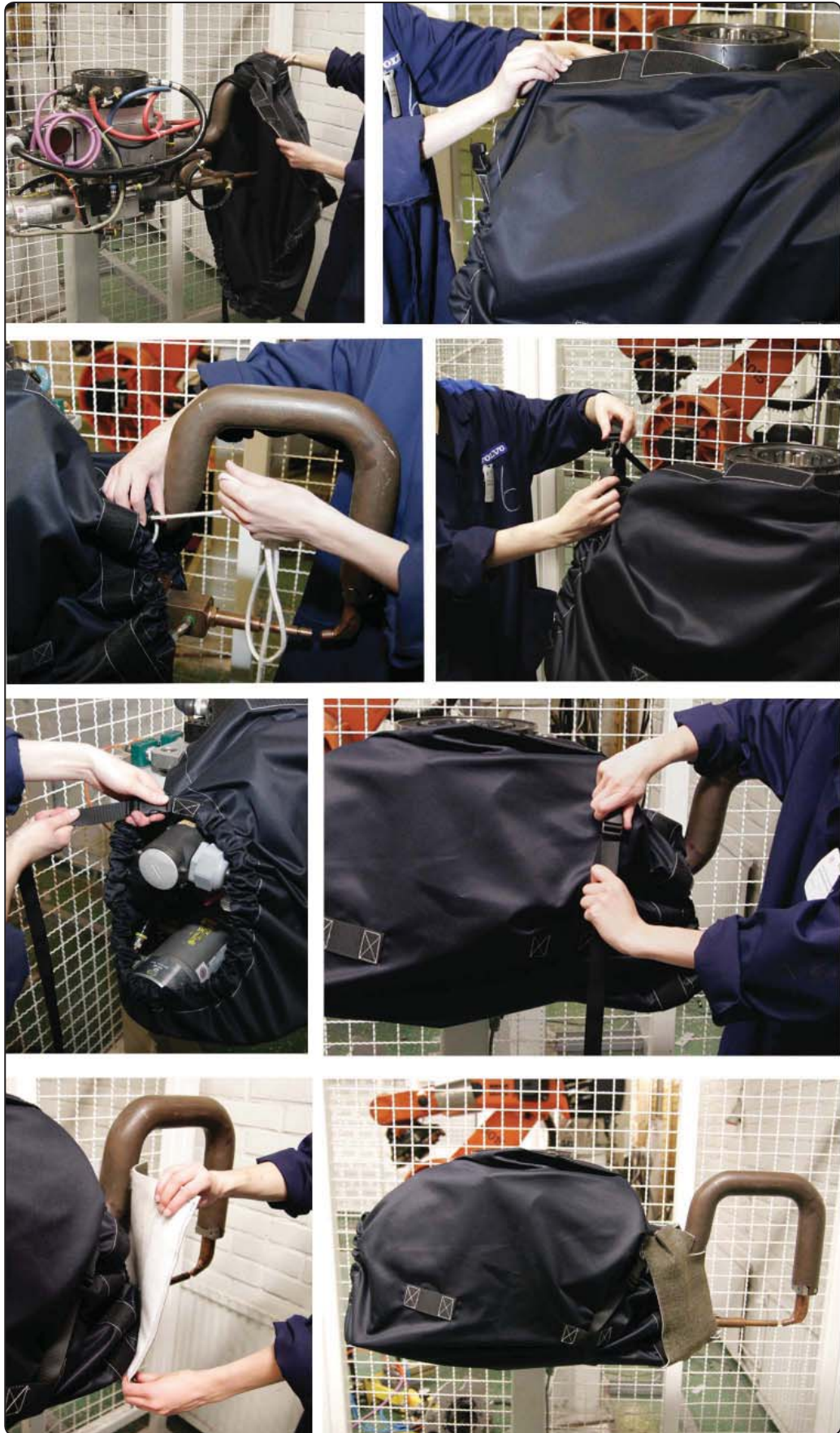
5. Slutresultat

Skyddet är i huvudsak uppbyggt av två delar; en cylinder i ett vävt textilt material samt en förstärkningsdel i ett tåligare textilt material som fästs på cylindern med kardborreband. Fram och bak på cylindern finns dragskor och vid den längsgående öppningen sitter kardborreband för hopfästning.



Figur 12. Skyddet och dess delar.

Då skyddet monteras kan hela den längsgående öppningen öppnas upp, vilket tillsammans med den bakre öppningen på cylindern bildar ett stort hål som gör det enkelt att dra på. När skyddet dragits på stängs kardborrebanden vid den längsgående öppningen och dragskon framtill dras ihop kring tångarmarna. Sedan knäpps spännet baktill på cylindern och därefter kan även denna dragsko dras ihop. I de fall tångkroppens form är oregelbunden kan en rem fästas mitt på cylindern för att samla överflödigt tyg och förbättra passformen. Sist fästs förstärkningsdelen mellan tångarmarna. Se figur 13 för bilder på hur monteringen sker.



Figur 13. Montering av skyddet.

Vid reparation av tången kan skyddet antingen tas av helt eller delvis beroende på vad som behöver komma åt på tångkroppen. Om skyddet ska tas av delvis lossas förstärkningsdelen, främre dragskon öppnas och tyget viks bak över tångkroppen. Likaså kan skyddet öppnas bakifrån genom att spännet baktill knäpps upp och kardborrebandet öppnas.



Figur 14. Skyddet öppet framtill.

5.1. Detaljlösningar

5.1.1. Dragsko fram

Längst fram på cylindern finns en dragsko. Dess bredd är vald till fem centimeter, trots att snöret är betydligt smalare, för att dragskon lätt ska gå att dra åt och att lossa. En dragsko fram har fördelen att cylindern sluter tätt kring alla sorters tångarmer men ändå går lätt att öppna upp och vika undan framtill. Detta är speciellt en fördel i de fall något behöver repareras framtill på tången och inte hela skyddet behöver öppnas upp.

De flesta detaljer på skyddet är svarta, trots minskad visuell tydlighet mot cylindern som i övrigt också är svart. Detta valdes framför kontrasterande färger eftersom de svarta detaljerna uttryckte så pass mycket mer kvalitet. Dessutom kommer eventuella problem att se detaljerna försvinna så fort användaren har monterat sitt första skydd. Ett undantag är den främre dragskon som har ett snöre i vitt. Eftersom det ska tåla värme är det av materialet Nomex som i sitt grundutförande är naturvitt. Att färga snöret skulle innebära en stor extra kostnad och det är därför inte ett alternativ. Snöret är en del som inte syns när skyddet sitter monterat.



Figur 15. Dragskon fram.

Den del av snöret som hänger ut när dragskon är ihopdragen samlas och stoppas in i hålet framtill. Förstärkningsdelen fästs sedan utanpå och hindrar snöret att åka ut. För att snöret ska löpa lätt sitter en oljett i hålet där snöret kommer ut ur tyget. Oljetten bidrar också till en känsla av kvalitet hos produkten.

5.1.2. Spännrem för anpassningsbarhet

För att göra skyddet anpassat till oregelbundna former på tänger av samma typ och storlek finns en spännrem så att hängande tyg kan samlas ihop. Spännremmen löper genom två hållor utanpå cylindern. Hållorna sitter tajt om remmen för att den inte ska glida ur av misstag.

För att inte riskera att remändar hänger lösa efter att de blivit åtdragna kan dessa viras runt den delen av remmen som är åtspänd. Endast en rem levereras med varje skydd, men det finns två olika valmöjligheter hur den ska fästas. Det finns både hållor fram till och baktill på skyddet, och remmen fästs runt den del där behov av storleksreglering finns. Extra remmar till ett skydd kan tas från ett annat skydd som inte behöver storleksjustering, alternativt kan extra remmar beställas separat.



Figur 16. Spännremmen åtdragen runt främre delen av skyddet.

5.1.3. Söm som håller ihop cylindern

Cylindern har en 15 cm lång söm som löper från den främre dragskon fram till där kardborrebandet börjar. Denna söm finns för att ge skyddet ökad stabilitet och för att det aldrig ska kunna öppnas upp helt, vilket skulle kunna ha gjort skyddet mer svårförståeligt och svårhanterligt. Den gör det till exempel lättare för användaren att skilja mellan vad som är fram och bak på skyddet. Sömmens längd är vald så att den är så lång som möjligt men ändå möjliggör för den längsgående öppningen att nå runt alla infästningar.

5.1.4. Hopfästning

Cylindern har ett fem centimeter brett kardborreband vid hela den längsgående öppningen. På ena sidan av öppningen sitter en lång remsa av den mjukare delen av kardborren. På den andra sidan sitter den hårda varianten i tre till fem kortare bitar, beroende på skyddets storlek. Mellan dessa hårda kardborrebitar är det små mellanrum för att minska draget i kardborren då den sitter runt en infästning.



Figur 17. Kardborren som fäster ihop den längsgående öppningen.

Valet av kardborreband som hopfästningsanordning beror på att kardborreband går lätt och snabbt att fästa och dra isär vid montering eller demontering, samt går lätt att montera vid tillverkningen. Kardborreband har också fördelen att det är flexibelt genom att det inte behöver fästas ihop på exakt samma sätt varje gång.

Den mjuka delen av kardborren är mer känslig för smuts och bör därför vara mest skyddad. Denna del av kardborren är därför placerad på undersidan av den övre tygdelen där den är mest gömd.

5.1.5. Dragsko och spänne baktill

I den bakre dragskon löper en rem med ett spänne som gör att cylindern kan öppnas upp helt baktill. Spännet går lätt att knäppa och dragskons bredd är även här vald till fem centimeter för att remmen ska löpa lätt i dragskon. Då skyddet ska tas av behöver inte alltid hela dragskon dras upp, utan skyddet kan ofta öppnas tillräckligt genom att endast knäppa upp spännet och låta dragskon vara hopdragen. Den bit av bandet som hänger löst efter att dragskon dragits igen stoppas in i hålet baktill på cylindern.



Figur 18. Dragsko och spänne baktill.

5.1.6. Förstärkningsdel

För att täcka cylinderns främre del samt för att hålla ihop cylindern finns en förstärkningsdel. Denna förstärkningsdel är formad som en rektangel där två kryss är utskurna på sidorna för tångarmarna. Kryssen gör att förstärkningsdelen sluter tillräckligt tätt om tångarmarna.

Förstärkningsdelen fästs med kardborre på cylinderns främre del. Då kardborren löper runtom hela cylindern är förstärkningsdelen anpassningsbar och kan fästas åt det håll som krävs för den specifika tången. Hela förstärkningsdelen behöver inte lossas för att kunna öppna dragskon där fram utan den kan hänga kvar på ena sidan då skyddet öppnas upp.

För att passa tångerna så bra som möjligt finns förstärkningsdelen i tre olika storlekar



Figur 19. Förstärkningsdelen monterad.

där längden på delen samt mellanrummet mellan kryssen skiljer sig. De olika storlekarna är 15, 20 och 40, vilket är måttet i centimeter mellan centrum på tångarmarna. De olika storlekarna kan hållas isär exempelvis genom att de märks med 15, 20 eller 40 på den vita baksidan med en vanlig märkpena.

Förstärkningsdelen sitter på den plats som är mest utsatt för svets sprut och tas av för att skakas ren eller byts ut om så behövs. Då förstärkningsdelen till en specifik tång alltid kommer att fästas på samma ställe kommer den del av kardborren som används alltid skyddas från smuts. Som förklarar tidigare är den mjuka delen av kardborren känsligast för smuts och är därför placerad på undersidan av förstärkningsdelen medan den hårda kardborren sitter runt cylindern.

5.1.7. Märkning



Figur 20. Etikett till skydd av typ 3, storlek M.

För att kunna skilja de olika storlekarna och modellerna åt har en etikett till skyddet utformats. Den består av tre delar; en allmän informationsdel som är lika för alla skydd, en del som visar skyddets typ (1, 2, 3) och en del som visar storlek (S, M, L, XL). Genom denna uppdelning kan delarna sedan kombineras till rätt märkning för varje skydd, vilket minimerar antalet olika etiketter som behöver tillverkas. Etiketterna är vävda, vilket ger en god visuell tydlighet. De är tillverkade i samma material som Industritextils övriga etiketter. I *bilaga 13* finns bilder på alla etiketter.

Den första delen av etiketten består av Industritextils logga och namnet på produkten. På denna del av etiketten finns även information om sortering och av säkerhetsskäl en uppmaning att inte lämna några löst hängande remmar. Därefter finns en färgad del som berättar vilken typ påsen tillhör och sist kommer ytterligare en svart del med vit text som visar skyddets storlek.

Etiketten sitter vid den längsgående öppningen på den bakre delen av



Figur 21. Märkningen är placerad på den bakre delen av skyddet

skyddet. Det är ett ställe som alltid syns vid interaktion med skyddet eftersom kardborret stängs där och det är nära spännet och den bakre dragskon. En annan fördel med att den sitter långt bak är att den blir mindre utsatt för svetsssprut och således håller sig tydlig längre.

5.2. Material

Till slutmodellen används ett vävt material av Nomex och Kevlar som på insidan är belagt med Kloropren. Materialet klarar de i kravspecifikationen önskade kraven på värmetålighet och det är mjukt och följsamt. Det går även att skära hål i materialet för att göra plats för dockningen, i de fall tången använder sig av det. Materialet är svart och uttrycker med sin vävda yta kvalitet.

Till förstärkningsdelen används en nålfilt i två lager där det undre skiktet är i Meta-Armid och det övre, skyddande skiktet är i Kolfiber. Även detta material uppfyller kraven på värmetålighet. Det skyddande skiktet är grått och ytan uttrycker tålighet. Materialet är några millimeter tjockt och relativt styvt. Detta gör att bitarna kring kryssen inte blir fladdriga utan ligger bra runt tångarmarna.

Kardborren är av polyestertypen PET och klarar en temperatur på 150°C, vilket bör räcka eftersom de delar av kardborren på skyddet som används sitter skyddade. Även remmarna består av PET och är inte heller nämnvärt utsatta för direkt svetsssprut. Spännena är av Nylon, det vill säga polyamid. Både remmar, kardborre och spännen är svarta för att ge skyddet ett enhetligt uttryck.

Tråden som skyddet är sytt med består av Nomex för att klara höga temperaturer. Det är av stor betydelse att sytråden är värmetålig, då hela skyddet skulle kunna falla samman om tråden brann upp. Sytråden finns att köpa som svart och för att stämma överens med övriga detaljer har den färgen valts. Dragskosnöret är även det gjort i Nomex eftersom det behöver vara värmetåligt då det sitter nära den mest utsatta delen av skyddet.

Se *bilaga 14* för utförligare materialbeskrivning.

5.3. Storlekssystem

Då en tång behöver ett skydd används en tabell, se tabell 1 i avsnitt 4.6.2, för att bestämma vilken modell skyddet ska ha. Först kontrolleras vilken som är tångkroppens största omkrets och dess längd. För att sedan veta vilken typ av skydd som behövs divideras längden med omkretsen. Detta ger det förhållande som typerna är indelade efter. Då typen av skydd är bestämt styr omkretsen vilken storlek skyddet ska ha.

I tabell 2 finns skyddets mått för varje typ och storlek. Dessa mått är den totala längden på skyddet. I dessa mått finns även påslaget på längden inräknat men inga fällor, sömsmån eller dylikt.

[cm]	S		M		L		XL	
Grupp	Omkrets	Längd	Omkrets	Längd	Omkrets	Längd	Omkrets	Längd
1	140	47	170	57	200	68	240	81
2	140	66	170	80	200	86	240	114
3	140	84	170	103	200	124	240	147

Tabell 2. Mått på skydden.

5.4. Mönster och ritningar

En konstruktionsritning av skyddet finns som bilaga 15. Mönster för tillverkning av skydd i storlek 1M, 2M och 3M finns på Industritextils mönsterkonstruktionsavdelning.

6. Diskussion

6.1. Resultat

6.1.1. Funktion

Ett av huvudmålen med projektet har varit att förenkla hanteringen av de skydd som finns på Volvo. Detta har uppnåtts genom att projektet resulterat i ett skydd som har en enkel utformning och där få moment krävs för montering och demontering. Skyddet har tydliga interaktionsområden vilket också underlättar hanteringen. Att skyddet finns i tolv olika modeller är en stor förbättring från de cirka 100 varianter som finns av silverskyddet. Alla modeller har dessutom samma utformning och hanteras därmed på samma sätt vilket underlättar för användare att lära sig hantera det. Ett annat tydligt tecken på att målet har nåtts är att beställaren av tångskydden var mycket positiv då han provade att montera en modell av skyddet. Han var också nöjd över att antalet modeller minskat drastiskt.

Under de slutgiltiga testen på Volvo var det endast projektgruppen och den kontaktperson på Volvo, som följt oss under projektet, som provade modellen. Om möjlighet genom tid och resurser funnits hade det varit bra att göra användartest på skyddet med verkliga användare. Med anledning av industritextils egen produktion så finns dock stora möjligheter att justera och förbättra detaljer i efterhand, vilket är en stor fördel då inga direkta användartester har gjorts.

Genom att skyddet har en universal lösning, till skillnad från de gamla skydden som hade mer specifika lösningar för tängerna, finns möjligheten att ett skydd kan passa flera tänger. Detta kan dock medföra både för och nackdelar. En fördel kan vara att trots att fel skydd används så skyddas ändå tången förhållandevis bra, det vill säga att det finns en tolerans i systemet för fel vid till exempel uppmätning av tången. Däremot kan möjligheten att ett skydd passar flera tänger eventuellt bidra till slarv vid val av skydd samt att passformen kan bli bristfällig hos de tänger som fått fel skydd.

Trots att det under datainsamlingen framkom nackdelar med att ha kardborreband som fästelement har kardborre valts att användas på skyddet. Detta eftersom det finns så pass många fördelar med kardborre gentemot andra fästansordningar. Exempelvis så medger kardborrefästning stor justerbarhet och det går fort och smidigt att både stänga och dra upp en kardborreöppning. På de ställen där kardborre används på modellen har dessa dock placerats så skyddat som möjligt för att undvika de problem som nämnts i datainsamlingen.

Att fokus för projektet valdes att läggas på hantering har hjälpt gruppen genom arbetet. Fokus har hållits genom hela projektet och alltid varit närvarande i de val som gjorts. Den stora utmaningen låg i att konkurrera med andra skydd och eftersom hanteringen varit en stor frustration för användarna fanns här stora möjligheter till förbättringar. Hanteringen kan ses som den avgörande aspekten för om produkten används eller inte. Därför hade ett annat fokus antagligen resulterat i ett betydligt mindre lyckat resultat.

6.1.2. Material

Materialet som används i skyddet är inte elastiskt vilket från början var ett önskemål från Volvo. Längre såg gruppen som en möjlighet att göra skyddet elastiskt och även om många av de tidiga tankarna var abstrakta och kunde passa både stumt och elastiskt tyg. Vad som kunde vunnits med elastiskt tyg skulle kunna vara en ännu större tolerans och därmed eventuellt färre storlekar. Användningen av de extra spännremmarna skulle möjligen också ha kunnat undvikas. Fördelarna med materialet som används till cylindern i skyddet nu är att det uppfyller materialkraven mycket väl och dessutom har ett önskvärt uttryck. Materialet är även mycket följsamt och konstruktionen hos skyddet tillåter ett stumt material eftersom cylindern kan öppnas upp till stor del.

Angående förstärkningsdelen och det materialprov som lämnades på Volvo är det svårt att utvärdera detta efter en så kort provtid som endast två veckor. När provbiten togs tillbaka var den redan påverkad av svetsstruket, så eventuellt behöver materialet till förstärkningsdelen bytas ut mot något tåligare material. Detta kan dock endast påvisas av vidare tester.

6.1.3. Miljö

Ett av målen med projektet, att skyddet ska vara bättre än befintliga lösningar ur miljösynpunkt, är ett mål som gruppen tidigt insåg skulle bli svårt att mäta. Detta för att information om många delar i livscykeln inte fanns tillgänglig. Målet ansågs dock vara viktigt att behålla för att miljöaspekten inte skulle försvinna ur projektet. Målet kan alltså inte säkerställas som uppnått, men miljöaspekten har fått prägla projektet och de val som gruppen har gjort i den mån det varit möjligt.

Vid flera diskussioner med Industritextil har miljöaspekter tagits upp från gruppens sida. Det framkom att företaget gjort en av sina senaste produkter klimatneutral, vilket även skulle varit möjligt för skyddet. Tyvärr ansåg Industritextil att det skulle krävas för mycket resurser för att göra det i det här projektet. Gruppen förde miljöaspekten återigen på tal vid val av material till produkten. Detta gav inte heller något resultat eftersom alla material som klarar de höga användningskraven, enligt Industritextil, kunde anses lika dåliga ur miljösynpunkt. Framställning av textila material som klarar kraven är generellt dålig för miljön och det är problematiskt att resthantera materialen eftersom de innehåller ämnen som är svåra att ta omhand. Ett annat problem är hur man från skyddet ska separera det metallstänk som fastnat. Om högteknologiska material som är bättre ur miljöaspekt utvecklas i framtiden finns möjligheten att byta till dessa. Skyddet är inte utformat för att enbart passa det valda materialet utan kan fungera med andra material som uppfyller kraven.

Det som kan konstateras är att Industritextil är svenskt och att transporten från produkttillverkning till kund därmed kommer att bli kortare än för de gamla skydden som tillverkas i Europa. Materialet till förstärkningsdelen tillverkas dessutom av Industritextil i Kinna vilket ytterligare minskar transporterna. Andra fördelaktiga miljöaspekter är att det nya skyddet är konstruerat så att alla delar hos skyddet ska hålla lika länge. En fördel med skyddet i allmänhet är att den skyddar tången, vilket minskar slitaget och

medför att den håller längre.

6.1.4. Storlekssystemet

Projektgruppen hade inte från början planerat att ta fram ett storlekssystem utan det var något som efter hand blev viktigt. Systemet är både enkelt att följa och förstå, det krävs dock en enklare beräkning för att veta vilken modell av skyddet en tång behöver. Det hade varit bättre om det räckte att mäta längd och omkrets, och att storleken sedan gick att avläsa direkt i en tabell, men eftersom hela systemet bygger på proportionen mellan längd och omkrets är det inte möjligt.

Vad som skulle kunna vara ett problem är att de tre olika typerna i storlekssystemet endast testats i storlek M. Det är inte bekräftat att alla de övriga storlekarna stämmer, då detta hade blivit ett alltför omfattande och tidskrävande arbete för att hinnas med i projektet. Vi tror dock att systemet fungerar för alla storlekar.

6.1.5. Uttryck

För att få ett enhetligt, kvalitetsmässigt och professionellt uttryck begränsades färgerna på slutmodellen. Då färgen, på grund av begränsade möjligheter i färgval på textilierna, blev svart kan det eventuellt uppstå vissa svårigheter i att se om håll uppstått på skyddet eller om skyddet blivit mycket smutsigt. Detta är dock bara antaganden då möjligheter att testa en slutmodell i produktion en längre tid inte varit möjligt. Den genomgående svarta färgen på cylindern, banden och knäppena ger slutmodellen ett rent och enkelt uttryck som tillsammans med förstärkningsdelens gråa färg bidrar till att modellen förmedlar kvalitet.

Tester gjordes med att ändra kardborrefärgen till vit, men detta gav ett billigt uttryck och det antogs att detta intryck inte skulle förbättras då kardborren blev smutsig. Den vita kardborren tillsammans med det vita dragskosnoret blev väl starkt kontrasterande mot den svarta textilen och gav även ett uttryck som mer associerades med sjöfart än med en fabrikslokal.

En stor fördel med utseendet på slutmodellen är att den utseendemässigt markant skiljer sig från de tidigare skydden och därför inte automatiskt kommer att associeras med dessas nackdelar samt de negativa känslor som förknippats med dessa.

6.2. Metoder

De metodval som gjorts i projektet har varit väl genomtänkta för att inte lägga tid på onödigt arbete. Det har också varit ett medvetet val att använda många av de verktyg och metoder som lärts ut tidigare i utbildningen. Dessa har fungerat bra och metoderna har även i efterhand känts relevanta.

I vissa fall hade det varit önskvärt att använda ytterligare metoder. Vid observationerna på Volvo hade det varit bra att även göra direkta observationer för att se hur operatörerna och reparatörerna hanterar skydden

och tängerna på riktigt. Tider för montering och demontering hade även kunnat mätas. Direkta observationer var dock svåra att ordna eftersom det inte gick att förutsäga var eller när en tång skulle behöva repareras. Det var inte heller möjligt att stoppa produktionen för att iscensätta en reparation. Vid de besök då produktionen stod stilla var inte operatörerna eller reparatörerna på plats.

En riskanalys för projektet gjordes aldrig eftersom denna metod kom till gruppens kännedom först en bit in i arbetet. I efterhand kan gruppen se att en sådan hade kunna varit till nytta. Det mesta i projektet flöt på bra, till exempel har Volvo varit flexibla när det gäller att komma på besök och testa. Dock blev leveransen av det slutliga materialet försenad, vilket ingen hade räknat med. Planeringen av slutarbetet fick omarbetas efter scenariot att en slutmodell eventuellt inte skulle bli klar i tid för projektredovisningen.

En del metoder var mer användbara än förväntat. Till dessa hörde testerna av de uppsydda modellerna, både de enkla tygmodellerna i lakansväv och de mer välsydda. Tillverkningen av tygmodellerna samt tillverkningen av de enkla tångmodeller, som de tidiga koncepten testades på, tog mycket tid. Tiden var dock väl investerad eftersom modellerna bland annat gjorde att de beslut som togs var välgrundade.

I arbetet med att ta fram flera koncept gav användningen av morfologisk matris en viktig bearbetning av de idéer som fanns, däremot blev resultatet av hur idéerna sattes ihop mindre viktigt. När idéerna sattes i ett sammanhang kunde de lättare utvärderas och sedan flyttas om till nya koncept. På så sätt speglade de fyra utvalda koncepten en bra kombination av idéer snarare än fyra färdiga koncept.

Stor del av informationsinsamlingen skedde genom intervjuer och observationer på Volvo och Industritextil. Eftersom mycket av informationen som söktes var upplevelsebaserad kan källorna i det hänseendet anses pålitliga. Under intervjuerna med operatörerna var dock deras arbetsledare närvarande och operatörerna kan ha påverkats av hans närvaro genom till exempel nervositet eller minskad uppriktighet. Det finns även en risk att gruppen påverkat intervjuobjekten genom så kallad intervjuareffekt. De av intervjuerna som skedde i karossmonteringen var också tidspressade vilket kan ha påverkat resultatet. Detta skulle kunna ha en inverkan genom att vissa aspekter på användandet av de tidigare skydden kanske inte kommit fram ordentligt eller belysts nog. För att säkra informationen kunde fler intervjuer gjorts och med fler olika personer. Däremot ger det faktum att många intervjuer gjordes på samma sak en trygghet i att projektet har haft rätt fokus och att gruppen kunnat lösa stora problem som funnits med tidigare skydd.

6.3. Genomförande

Projektet har genomgående gått smidigt och gruppen har hamnat i få återvändsgränder eller råkat ut för oförutsedda händelser. En av de största utmaningarna, att behandla den omfattande mängden modeller på tänger, tog mycket tid och var något som fick arbetas om flera gånger. Men tiden kan

anses välinvesterad och nödvändig eftersom gruppen, i arbetet med tängerna, mer bekantade sig med hur variationen såg ut och därmed fick bättre grund för att utveckla ett bra system. Trots den lilla erfarenhet gruppen tidigare hade av robotar och tänger kunde ett system tas fram som fungerar universalt oavsett hur en tång ser ut.

För att arbeta så effektivt som möjligt optimerades hela tiden antalet personer för uppgifterna som skulle lösas. Vid många tillfällen skedde arbetet två och två, då det ofta är mer effektivt att arbeta två och två än i helgrupp. Samtidigt är det bra att kunna ventilera åsikter och idéer tillsammans med någon, och därför har parvis arbete ofta valts framför individuellt. Detta har fungerat mycket bra, vilket till stor del beror på att kommunikationen i gruppen var god under projektet. Genom veckomötena har alla i gruppen fått inblick i de andras arbete och det har gemensamt beslutats vad som ska göras nästa vecka. Regelbundna mötena har också varit en anledning till att projektplaneringen kunnat följas så pass väl.

Då konstruktionen för provmodeller skulle tas fram och detaljer skulle bestämmas hade det underlättat mycket om mönsterkonstruktören hade varit med från början. Hon hade med sin erfarenhet kunnat komma med tankar och idéer, men framför allt hunnit fundera mer över problemet innan vi träffade henne på tillverkningsdagen. Det som lärts ut i utbildningen, att alla delar i produktutvecklingsprocessen ska involveras så tidigt som möjligt, blev extra tydligt här. Att involvera mönsterkonstruktören tidigare i arbetet hade antagligen inte påverkat resultatet i stor utsträckning, men hade troligtvis underlättat vägen dit.

Att gruppen själva fick sy upp modellerna var oförberett, men visade sig vara mycket värdefullt trots att det var tidskrävande. En helt annan förståelse för tillverkningsprocessen kunde då nås och anpassning kunde ske efter vilka delar i tillverkningen som är kritiska. En annan fördel med att gruppen involverades i tillverkningen var att den kunde ta beslut om de problem som uppkom. Tidsåtgången blev däremot något av ett stressmoment vilket ledde till flera snabba beslut. Då gruppen inte hade stor erfarenhet av mönsterkonstruktion var det en del små aspekter som inte helt klarlagts innan tillverkningen skedde. Även här hade antagligen en del av de snabba besluten undvikits med hjälp av tidigare dialog med mönsterkonstruktören.

Att de testmodeller som togs fram för att utvärdera konceptets funktion och utformning gjordes i provmaterialet BV-blå kan i efterhand omvärderas. Den extra kostnaden som hade tillkommit för att göra modellerna i riktigt material hade kunnat motiveras med att en grundligare utvärdering av helheten hade kunnat göras. Hade materialet tidigare aktualiserats kanske också leveransen av det kommit tidigare, vilket skulle underlättat slutskedet av projektet och tillverkningen av slutmodellen. Att en slutmodell i riktigt material nu inte kan testas innebär en viss osäkerhet i resultatet. Den stora skillnaden mellan BV-blå och riktiga materialet ligger i den gummiliknande beläggning som den senare har på insidan. Beläggningen kan försvåra för dragskon att dras ihop genom större friktion mot snöret, men samtidigt kan detta antagligen motverkas genom att göra en bredare dragsko.

6.4. Vidareutveckling

Då projektet har varit skarpt och direkt till ett tillverkande företag har redan en fungerande modell tagits fram som är redo för produktion. Vidareutveckling av projektet behöver främst inledas med olika typer av utvärderingar. Då materialet inte kunnat testas skulle en modell behöva användas av Volvo under en längre tid för att därefter studeras. Datainsamling i form av användartester och intervjuer skulle också kunna göras för att lägga grund till förbättringar.

En del av de detaljer som finns på skyddet skulle redan innan utvärderingar äger rum kunna arbetas vidare på. De lösa ändarna på de remmar som sitter mitt på skydden behöver fästas. Förmodligen snurrar de flesta användare fast änden kring remmen, men riskfaktorn finns att det glöms bort. Det är därför etiketten har en instruktion om att inga lösa remmar ska lämnas.

Ramarna för kandidatarbetet har varit att endast undersöka behovet och de förhållanden som råder på Volvo i Göteborg. I en utveckling av projektet kan en större marknad undersökas för att utvärdera hur universal lösningen är. Vissa justeringar kan göras beroende på hur behovet ser ut. Förmodligen finns det en hel del oskyddade tänger på andra ställen än bara Volvo. Möjligheten att sälja till fler kunder kan därför vara stor.

7. Slutsats

Syftet med projektet, som har varit att förhindra elektronikskador och minimera produktionsstopp på Volvo, har uppfyllts genom att en fungerande modell utvecklats som till stor del uppfyller de uppsatta målen. En lyckad slutmodell har kunnat tas fram genom att välinvesterad tid lagts på att utvärdera de tänger som finns på Volvo idag för att därefter utveckla ett universalt storlekssystem som fungerar oavsett tångens storlek och form. Hanteringen har blivit smidigare genom den enkla konstruktionen och de tydliga interaktionsområdena. Även tiden att montera skyddet har kunnat minskas genom den enklare hanteringen och skyddets anpassningsbarhet. Vidareutveckling av skyddet skulle kunna ske genom att utvärdera och förbättra de funktioner den har idag. Möjligheter finns även att utöka målgruppen till fler kunder, både i Sverige och utomlands, som har samma problem som Volvo.

Källförteckning

Österlin, Kenneth. (2003) Design i fokus för produktutveckling. Första upplagan. Malmö: Liber.

Jordan, Patrick, W. (1998) An Introduction to Usability. Tredje upplagan. London: Taylor & Francis Ltd.

Berglund, Sixten. (1996) Livscykelanalys med EPS-metoden. Kursmaterial. Chalmers Tekniska Högskola, inst. för Maskin och Fordonskonstruktion.

Karlsson, MariAnne. (2008) Lyssna till kundens röst. Kurskompendium. Chalmers Tekniska Högskola, inst. för Produkt- och produktionsutveckling.

Design- och användaranpassning. (2008) Seminarium 2 TD2 2008. Kurskompendium. Chalmers Tekniska Högskola, inst. för Produkt- och produktionsutveckling.

Industri Textil Job AB (2009). Industri Textil Job. <http://www.industritextil.se>. (3 feb. 2009)

Automated Systems Services Ltd (2009). Automated Systems Services.

<http://www.auto-systems.co.uk> (12 feb 2009).

Bilagor

Bilaga 1 – Intervjumall
Bilaga 2 – Funktionslista
Bilaga 3 – Fiskbensdiagram
Bilaga 4 – Kravspecifikation
Bilaga 5 – Morfologisk matris
Bilaga 6 – Utvärdering av dellösningar
Bilaga 7 – Utvärdering av sammansatta koncept
Bilaga 8 – Konceptutvärdering, Pugh-matris
Bilaga 9 – Konceptutvärdering, graderingsmatris
Bilaga 10 – Storlekssystemet
Bilaga 11 – HTA
Bilaga 12 – CW och PHEA
Bilaga 13 – Etikett
Bilaga 14 – Materialinformation
Bilaga 15 – Ritningar

Bilaga 1 – Intervjumall

INTERVJU MED REPARATÖRER OCH OPERATÖRER

Denna grundstruktur utgick vi från vid våra intervjuer med reparatörer och operatörer på Volvo.

Berätta vilka vi är och hur intervjun kommer användas.

Fråga om det är okej att spela in.

1. Vad är dina arbetsuppgifter?
2. Hur länge har du jobbat? Tidigare jobb? Utbildning?
3. Beskriv vilken kontakt du har med ROBOTEN:
4. Hur ofta?
5. Vad gör du? Vad byts, vilka delar kan behöva justeras/kontrolleras? (vad gör andra?)
6. Hur gör du?
7. Beskriv vilken kontakt har du med SKYDDET:
8. Hur ofta?
9. När? Vilken situation/varför?
10. Vad gör du?
11. Hur gör du?
12. Vad har du för kläder, utrustning och verktyg just då? Vad har de andra? samma?
13. Varför behövs skydd?
14. Vilka delar behöver skyddas?
15. Har du kontakt med båda typerna av skydd?
16. Hur tycker du att skydden fungerar?
17. När den sätts på?
18. När roboten är igång?
19. Hur åtgärdas eventuella problem?
20. Vad tycker du är bra med dagens skydd?
21. Är skyddet alltid på? Hur förvaras det annars?
22. Vad är rimlig monteringsstid?
23. Vad skulle du önska av ett nytt skydd?
24. Övrigt? Är det något annat som du vill tillägga eller tror är bra för oss att veta?
25. Eventuella frågor från antecknaren.

FRÅGA MATZ

26. Finns det regler/gränser för hur lång/kort man får vara som operatör/reparatör?
27. Hur mycket kontakt har du normalt med skydden?
28. Hur fungerar roboten? Beskriv funktionerna.
29. Hur många olika storlekar finns det och hur många olika varianter?
30. Hur många svetsrobotar finns på Volvo och hur många behöver skydd?
31. Hur ofta behöver man reparera/kontrollera något under skyddet?
32. Är skyddet alltid på? Hur förvaras det annars?
33. Hur tycker du dagens skydd fungerar? Vad tycker du är bra/dåligt?
34. Vad skulle du önska av ett nytt skydd?
35. Finns det några säkerhetskrav på skyddet? T.ex. lösa delar eller nödsituationer?
36. Temperaturer

OBSERVERA

1. Hur interagerar brukaren med roboten?
2. Kroppsstorlek på brukare.
3. Klädsel, utrustning, verktyg
4. Hur fungerar roboten, vilka funktioner?
5. Hur stor är delen som ska täckas?
6. Vilken/vilka höjder befinner sig tången i vid bytet?
7. Vad kan finnas i vägen?
8. Hur ser de gamla skydden ut? T.ex. känsla och tyngd?
9. Hur monteras skydden?
10. Tid?
11. Hjälpmedel?
12. Skissa av.
13. Var slits skydden mest? Vilken typ av slitage?
14. Hur stort är området där montering/demontering av skyddet sker?
15. Skissa av svetsprocessen.
16. Hur är arbetsmiljön?
 - Temperatur
 - Smuts?
 - Ljusförhållanden?
 - Ljud?

Bilaga 2 – Funktionslista

SKYDDA TÅNGKROPP

Möjliggöra svetsning

- Medge robotinfästning på tångkroppen
- Medge rörlighet för tångarmarna

Tåla omgivande miljö

Motverka att skyddet skadas eller skadar

- Motverka löst tyg
- Motverka lösa delar
- Medge god passform

Möjliggöra smidig och snabb montering och demontering

- Medge stängning och öppning av skydd
- Möjliggöra montering och demontering med få moment
- Möjliggöra montering och demontering av skyddet i trånga utrymmen
- Möjliggöra att montering och demontering kan ske av en person
- Förebygga slarv och lathet
- Möjliggöra montering och demontering med handskar

Medge passform för flera tångmodeller

- Medge anpassning för olika tångkroppar
- Medge enkel justering

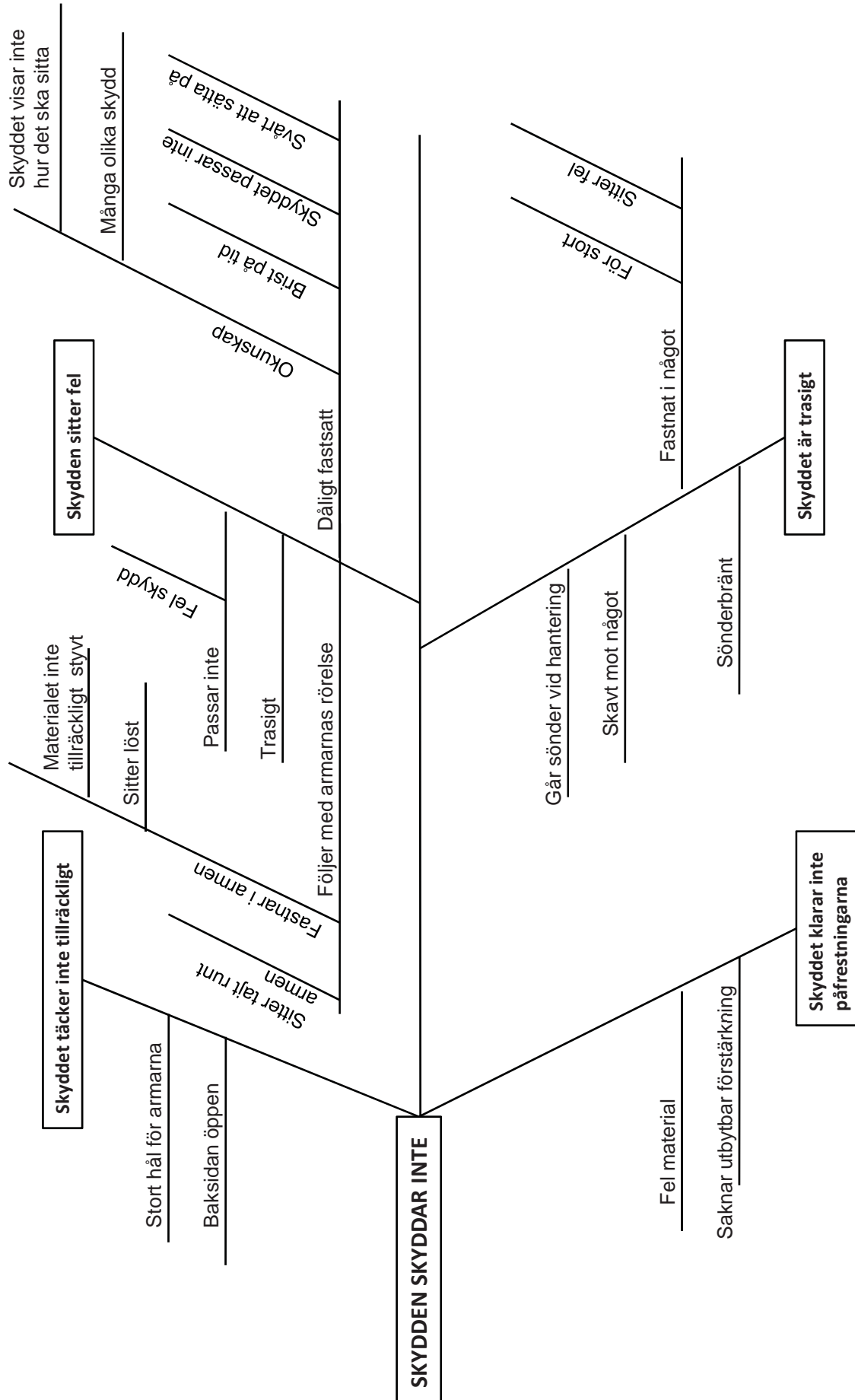
Maximera Livslängd i förhållande till pris och miljöpåverkan

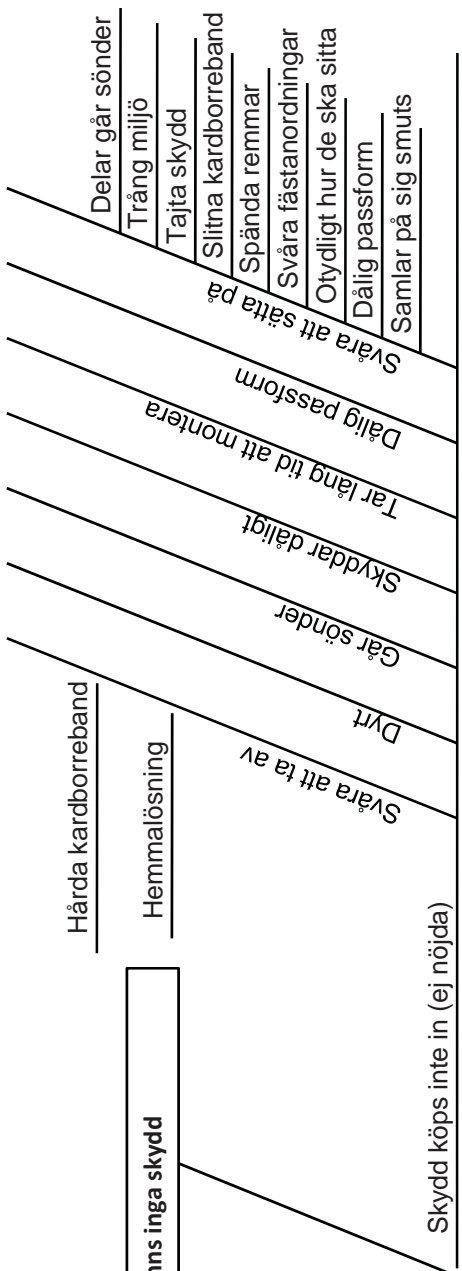
- Motverka förslitning pga. dynamisk rörelse

Kommunicera användning och motverka felanvändning

- Kommunicera interaktionsområden
- Möjliggöra användning oberoende av språkkunskap
- Möjliggöra montering utan utbildning
- Medge enkel identifiering av vilken påse som hör till vilken tång
- Kommunicera om påsen är trasig eller smutsig
- Kunna kommunicera i bullrig miljö

Bilaga 3 – Fiskbensdiagram





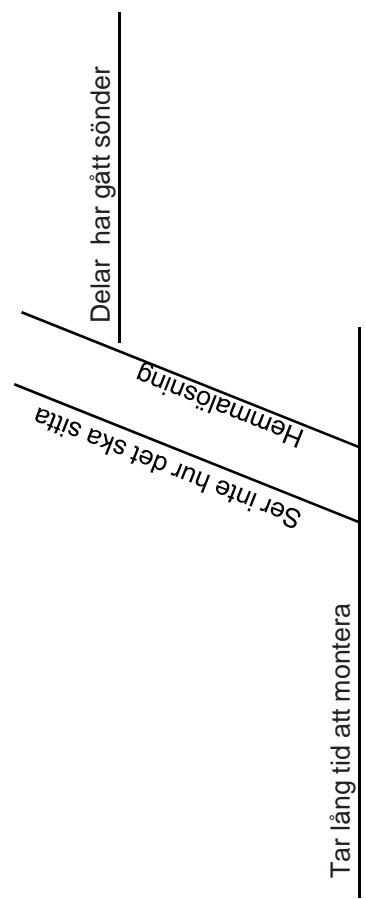
Skydd köps inte in (ej nöjda)

TÄNGERNA SAKNAR SKYDD

Skyddet är trasigt

Stress

Slarv



Tar lång tid att montera



Bilaga 4 – Kravspecifikation

KRITERIER OCH MÅLVÄRDE	NOT	K/Ö	KONTROLLMETOD
<i>Teknisk funktion</i>			
1.1 Produkten ska tillåta svetsning för tången		K	Kvalitetstest
1.2 Produkten ska medge full rörlighet åt tångarmarna		K	Kvalitetstest
1.3 Produkten ska kunna fästas på tångkroppen		K	Användartest
1.4 Produkten ska tåla de dynamiska rörelser den utsätts för		K	Kvalitetstest
1.5 Produkten bör minimera möjligheten att fastna i andra robotar eller omgivande miljö		Ö4	
1.6 Produkten bör ha god passform		Ö3	
1.7 Produkten bör skydda hela tångkroppen mot smuts	1	Ö2	
<i>Hantering</i>			
2.1 Produkten ska tillåta att tången kan repareras och kontrolleras		K	Användartest
2.2 Produkten ska kunna monteras och demonteras av en person		K	Användartest
2.3 Produkten ska kunna monteras och demonteras med handskar		K	Användartest
2.4 Produkten ska ta max 2 minuter att montera respektive demontera		K	Tidtagning
2.5 Produkten ska kunna kommunicera i bullrig miljö över 80 dB		K	Decibelmätare
2.6 Hantering av produkten bör ej innebära risk för skada hos användaren	2	Ö5	PHEA
2.7 Produkten bör tåla smuts	1	Ö5	
2.8 Produkten bör kunna monteras respektive demonteras även då den är smutsig	1	Ö5	
2.9 Montering och demontering ska kunna hanteras oberoende av språkkunskap		Ö5	
2.10 Produkten bör kommunicera på vilket sätt montering och demontering ska ske		Ö4	
2.11 Produkten bör ha tydliga interaktionsområden		Ö4	
2.12 Montering och demontering bör kunna utföras med få moment		Ö3	
2.13 Montering och demontering bör vara möjlig i trånga utrymmen		Ö3	
2.14 Montering och demontering bör kunna utföras utan utbildning		Ö2	

<i>Anpassningsbarhet</i>			
3.1	Produkten ska kommunicera vilka tänger den passar till		K Användartest
3.2	Produkten bör passa tänger med olika placeringar av infästningen		Ö4
3.3	Produkten bör passa tänger med olika typ av tångarmar		Ö3
3.4	Produkten bör passa tänger med olika form på tångkroppen		Ö3
3.5	Produkten bör passa tänger med olika storlek		Ö2
<i>Material</i>			
4.1	Materialet ska tåla temperaturer upp till 360° utan att förkolnas eller antändas		K Materialspecifikation
4.2	Materialet ska tåla peaktemperaturer upp till 800°		K Materialspecifikation
4.3	Materialet ska ej innehålla silikon		K Kvalitetstest
4.4	Materialet ska följa Fords övriga materialkrav	3	K Kvalitetstest
4.5	Materialet ska ha ett LOI-värde på minst 25	4	K Kvalitetstest
4.6	Materialet bör inte repa upp sig vid eventuell skada		Ö4
4.7	Användaren bör tydligt se om materialet är smutsigt eller trasigt		Ö2
4.8	Materialet bör vara följsamt		Ö4
4.9	Materialet bör vara elastiskt		Ö1
<i>Uttryck och gestaltning</i>			
5.1	Produkten bör uttrycka smarthet och kvalitet		Ö3
5.2	Produktens uttryck bör passa in i omgivande miljö på Volvo	5	Ö2
<i>Hållbar utveckling</i>			
6.1	Produkten bör ur hållbarhetssynpunkt vara bättre än befintliga skydd		Ö2 LCA/Eco-it
6.2	Delar som resthanteras på olika sätt bör kunna separeras vid kassering		Ö3

<p><i>Marknad och ekonomi</i></p> <p>7.1 Produktens pris bör ej överstiga 4000 kr per användningsår</p> <p>7.2 Produktens olika delar bör ha samma livslängd eller vara utbytbara</p> <p>7.3 Produkten bör ha maximerad livslängd i förhållande till pris.</p>	6	Ö4	
<p>K = Krav Ö = Önskemål viktade från 1-5 där: 1 = plus 2 = gärna 3 = bör 4 = högt önskemål 5 = i stort sett krav</p>			
<p><i>Noter</i></p> <p>1 Med smuts menas även svetsloppor, svetsprut och stelnade svetskakor</p> <p>2 Gäller både material, konstruktion och dålig ergonomi</p> <p>3 Stencil finns hos Industritextil</p> <p>4 LOI står för Limitet Oxygen Index, vilket mäter materialets förmåga att stå emot brand med öppen låga</p> <p>5 Omgivande miljö syftar till roboten och omgivningen</p> <p>6 Förutsatt full produktion</p>			

Bilaga 5 – Morfologisk matris

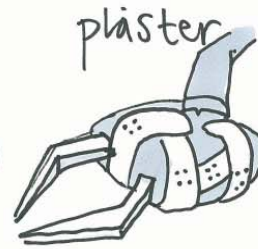
<p>Helhet</p>	<p>slå om kartongvikning</p>  <p>påse</p>  <p>cylinder</p>  <p>luftblås</p> 
<p>Fästanordning</p>	<p>dragsko</p> <p>fjäder</p> <p>deformation</p> <p>karbinhake</p> <p>Cykelhjälmsspänne</p> 
<p>Armhål</p>	<p>skurna kryss</p>  <p>resår muddar</p>   
<p>Anpassningsbarhet</p>	<p>stretch gummi</p> <p>kondom</p>  <p>manet</p> <p>mumien</p>  <p>dragspel</p> 
<p>Smidig hantering</p>	<p>halt siden</p> <p>socka</p>  <p>skenor skelett</p>  <p>töjbart</p>

riva av
skal

nät som går
att dra i och
fästa bitar på



brynja
(ta loss
bitar vid
häl)



magnet



basfiolen

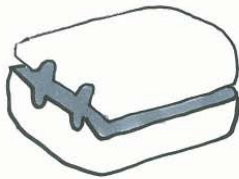
spännrem

knapphål
tryckknapp
ögleknapp

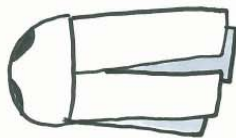
resårband
(badmössa)



tvärdelad



bläckfisk



disktrasa



vattenpåse

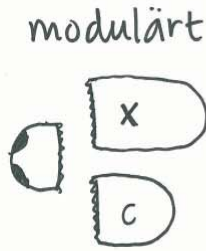


lektunnel



ring runt
infästningen



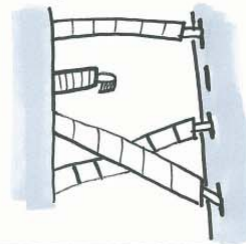
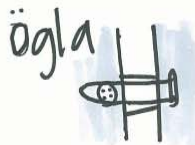


riva av skal



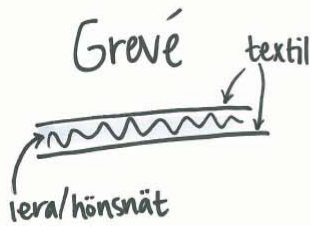
~~press~~ resårbandskrok

kardborreband



vacuum sug

skära ut egna hål



lossa i ett moment
(spåk, knapp)



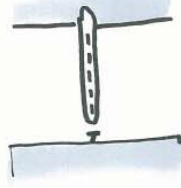
Sydväst



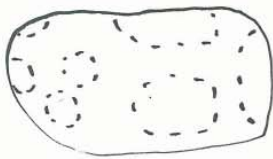
dragkedja

material som
fäster i sig självt

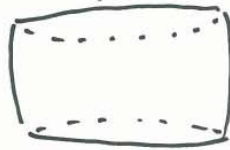
lastbilshake



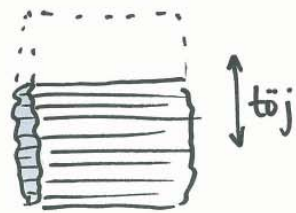
perforerade hål



Sopi



krepptopp



Bilaga 6 – Utvärdering av dellösningar

Armhål Se den morfologiska matrisen, <i>bilaga 5</i> , för beskrivning av de olika lösningarna för armhål. <i>Poängsättning</i> – mindre bra än referenslösningen 0 lika bra som referenslösningen + bättre än referenslösningen	Skurna kryss	Resår	Muddar	Bjöjan	Fantomen	Vikingen	Referens: Befintligt påskydd
<i>Teknisk funktion</i>							
Ska ej hindra svetsning	0	0	0	0	0	0	0
Ska medge full rörlighet och tillgänglighet för tångarmarna	+	+	+	+	0	-	0
Ska kunna fästas på tångkroppen							
Ska ej fastna i andra robotar eller omgivande miljö							
Ska tåla de dynamiska rörelser den utsätts för							
Ska kunna kommunicera i bullrig miljö							
Bör ha god passform	+	+	+	+	0	0	0
Bör medge skydd för hela tångkroppen	+	+	+	0	0	0	0
Bör fungera väl i smutsig miljö (efter nedsmutsn)	-	-	-	+	+	0	0
<i>Hantering</i>							
Ska medge reparation och kontroll av tång							
Ska kunna monteras och demonteras av en per- son							
Ska kunna monteras och demonteras med hand- skar							
Ska ta max två minuter att montera respektive demontera							
Hantering av skyddet ska inte innebära risk för skada hos operatören eller reparatören							
Skyddet ska kunna hanteras oberoende av språk- kunskap							
Montering och demontering bör kunna utföras med få moment	0	0	0	-	-	0	0
Montering och demontering bör vara möjlig i trånga utrymmen							
Bör kommunicera på vilket sätt det ska monteras	0	0	0	-	-	0	0

Bör ha tydliga interaktionsområden							
Montering och demontering bör kunna utföras utan utbildning							
<i>Anpassningsbarhet</i>							
Ska kommunicera vilka tänger den passar till							
Bör passa olika typer av tänger	+	+	+	+	0	-	0
Bör passa tänger av olika storlek							
Bör passa tänger med olika infästning							
<i>Material</i>							
Ska tåla temperaturer upp till 800 grader utan att förkolnas eller antändas							
Ska ej innehålla silikon							
<i>Uttryck</i>							
Uttrycket bör överrensstämma med Industritextils värderingar							
Uttrycket bör överrensstämma med roboten och omgivningen på Volvo							
<i>Rengöring och underhåll</i>							
Det bör synas då skyddet är trasigt eller smutsigt							
<i>Hållbar utveckling</i>							
Bör ur hållbarhetssynpunkt vara bättre än befintliga skydd							
<i>Marknad</i>							
Bör ha maximerad livslängd i förhållande till pris	0	0	0	+	+	0	0
Priset per tångpåse bör ej överstiga 5000kr							
<i>Summa:</i>	+3	+3	+3	+3	0	-2	0

<p>Helhetskoncept Se den morfologiska matrisen, <i>bilaga 5</i>, för beskrivning av de olika helhetskoncepten.</p> <p><i>Poängsättning</i> - mindre bra än referenslösningen 0 lika bra som referenslösningen + bättre än referenslösningen</p>	Kartongvikning	Påse	Cylinder	Luftblås	Bubblan	Nät + bitar	Brynja	Plåster	Sydväst	Referens: Befintligt påsskydd
<i>Teknisk funktion</i>										
Ska ej hindra svetsning										
Ska medge full rörlighet och tillgänglighet för tångarmarna										
Ska kunna fästas på tångkroppen										
Ska ej fastna i andra robotar eller omgivande miljö										
Ska tåla de dynamiska rörelser den utsätts för										
Ska kunna kommunicera i bullrig miljö										
Bör ha god passform										
Bör medge skydd för hela tångkroppen										
Bör fungera väl i smutsig miljö (efter nedsmutsn)										
<i>Hantering</i>										
Ska medge reparation och kontroll av tång										
Ska kunna monteras och demonteras av en person										
Ska kunna monteras och demonteras med handskar										
Ska ta max två minuter att montera respektive demontera										
Hantering av skyddet ska inte innebära risk för skada hos operatören eller reparatören										
Skyddet ska kunna hanteras oberoende av språkkunskap										
Montering och demontering bör kunna utföras med få moment	0	0	0	0	-	-	0	-	0	0




Montering och demontering bör vara möjlig i trånga utrymmen										
Bör kommunicera på vilket sätt det ska monteras										
Bör ha tydliga interaktionsområden										
Montering och demontering bör kunna utföras utan utbildning										
<i>Anpassningsbarhet</i>										
Ska kommunicera vilka tänger den passar till										
Bör passa olika typer av tänger	0	0	0	-	+	+	+	+	0	0
Bör passa tänger av olika storlek	+	0	+	-	+	0	0	+	0	0
Bör passa tänger med olika infästning	+	0	+	-	+	0	+	+	0	0
<i>Material</i>										
Ska tåla temperaturer upp till 800 grader utan att förkolnas eller antändas										
Ska ej innehålla silikon										
<i>Uttryck</i>										
Uttrycket bör överrensstämma med Industritextils värderingar										
Uttrycket bör överrensstämma med roboten och omgivningen på Volvo										
<i>Rengöring och underhåll</i>										
Det bör synas då skyddet är trasigt eller smutsigt										
<i>Hållbar utveckling</i>										
Bör ur hållbarhetssynpunkt vara bättre än befintliga skydd										
<i>Marknad</i>										
Bör ha maximerad livslängd i förhållande till pris										
Priset per tångpåse bör ej överstiga 5000kr										
Summa:	+2	0	+2	-3	+2	0	+2	+2	0	0

Montering och demontering bör kunna utföras med få moment																
Montering och demontering bör vara möjlig i trånga utrymmen																
Bör kommunicera på vilket sätt det ska monteras	0	-	0	0	+	0	0	0	0	-	-	-	+	0	0	0
Bör ha tydliga interaktionsområden																
Montering och demontering bör kunna utföras utan utbildning																
<i>Anpassningsbarhet</i>																
Ska kommunicera vilka tänger den passar till																
Bör passa olika typer av tänger	0	+	0	0	+	+	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
Bör passa tänger av olika storlek	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	0
Bör passa tänger med olika infästning	+	+	+	0	+	+	+	+	0	0	0	+	+	0	0	0
<i>Material</i>																
Ska tåla temperaturer upp till 800 grader utan att förkolnas eller antändas																
Ska ej innehålla silikon																
<i>Uttryck</i>																
Uttrycket bör överrensstämma med Industritextils värderingar																
Uttrycket bör överrensstämma med roboten och omgivningen på Volvo																
<i>Rengöring och underhåll</i>																
Det bör synas då skyddet är trasigt eller smutsigt																
<i>Hållbar utveckling</i>																
Bör ur hållbarhetssynpunkt vara bättre än befintliga skydd																
<i>Marknad</i>																
Bör ha maximerad livslängd i förhållande till pris																
Priset per tångpåse bör ej överstiga 5000kr																
Summa:	+1	+1	+1	0	+4	+4	+1	+4	-1	-1	-1	+4	+2	+2	0	0

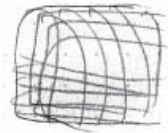


Bilaga 7 – Utvärdering av sammansatta koncept

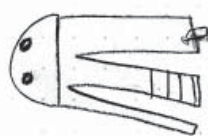
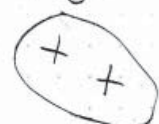

Beskrivning av koncepten finns på nästa uppslag											
<i>Poängsättning</i>											
4 – Utmärkt uppfyllelse av kriteriet											
3 – Mycket god uppfyllelse av kriteriet											
2 – Godtagbar uppfyllelse											
1 – Dålig uppfyllelse av kriteriet											
0 – Helt otillräcklig uppfyllelse av kriteriet											
o – poängen beror mest på en del											
* – poängen beror på utförandet											
	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3	Koncept 4	Koncept 5 *	Koncept 6	Koncept 7	Koncept 8	Koncept 9 *	Koncept 10	Koncept 11 *
<i>Teknisk funktion</i>											
Ska ej hindra svetsning	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
Ska medge full rörlighet och tillgänglighet för tångarmarna	3	3	4	4	4	3	2	2	3	3	3
Ska kunna fästas på tångkroppen	2	2	3	3	3	3	3	4	4	3	4
Ska ej fastna i andra robotar eller omgivande miljö	2	1o	3	3	2	4	3	4	3	3	2
Ska tåla de dynamiska rörelser den utsätts för	3*	3	3	3*	2	1	2	3o	2	3	3
<i>Ska kunna kommunicera i bullrig miljö</i>											
Bör ha god passform	1	3	4	3	4	4	3	4	3	2	3
Bör medge skydd för hela tångkroppen	3	2*	1	3	3*	4	3	4	4	3	2
Bör fungera väl i smutsig miljö (efter nedsmutsn)	1	3	1	2	3	3	4	4	3	3	2
<i>Hantering</i>											
Ska medge reparation och kontroll av tång	1	3	1	3	4	1	2	1	1	3	3
Ska kunna monteras och demonteras av en person	4	2	3	3	2	3	3	4	4	3	4
Ska kunna monteras och demonteras med handskar	2	3	3	3	4	3	2	3	4	2	4
Ska ta max två minuter att montera respektive demontera	2o	2	2	3	2	2	3	3	3	2	4
Hantering av skyddet ska inte innebära risk för skada hos operatören eller reparatören	2	3	4	3	4	2	4	4	4	2	4
Skyddet ska kunna hanteras oberoende av språkkunskap	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
Montering och demontering bör kunna utföras med få moment	2o	1	3	2	2	3	2	4	3	2	3
Montering och demontering bör vara möjlig i trånga utrymmen	2	1	3	2	1	2	3	4	2	3	3

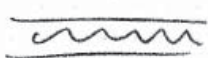
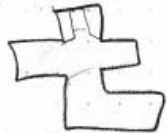

Bör kommunicera på vilket sätt det ska monteras	4*	1	1	2	1	2	3	3	2	2	3
Bör ha tydliga interaktionsområden	2	3*	1	3	1	3	3	3	3	3	3
Montering och demontering bör kunna utföras utan utbildning	3	1	1	2	1	1	2	3	2	2	3
<i>Anpassningsbarhet</i>											
Ska kommunicera vilka tänger den passar till											
Bör passa olika typer av tänger	4*	2	4	4	3	2	4	3	2	3	3
Bör passa tänger av olika storlek	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2
Bör passa tänger med olika infästning	4*	2	4	3	2	2	4	2	1	3	3
<i>Material</i>											
Ska tåla temperaturer upp till 800 grader utan att förkolnas eller antändas											
Ska ej innehålla silikon											
<i>Uttryck</i>											
Uttrycket bör överrensstämma med Industritextils värderingar											
Uttrycket bör överrensstämma med roboten och omgivningen på Volvo											
<i>Rengöring och underhåll</i>											
Det bör synas då skyddet är trasigt eller smutsigt	1	3	2	3	2	4	2	3	3	2	2
<i>Hållbar utveckling</i>											
Bör ur hållbarhetssynpunkt vara bättre än befintliga skydd											
<i>Marknad</i>											
Bör ha maximerad livslängd i förhållande till pris											
Priset per tångpåse bör ej överstiga 5000kr											
Minimera felanvändning	3	1	3	3	2	1	1	2	3	2	4
Summa:	63	54	59	70	62	62	67	68	68	64	75

KONCEPT 1.  + ^{badmössan}  + 

KONCEPT 2.  + ^{blöjan}  + ^{lastbil} 

KONCEPT 3.  + ^{dragsko}  + ^{blöjan (läderlappen)} 

KONCEPT 4. ^{bladetstok}  + ^{knypsen}  + ^{karbinhake}  } skicka med produkt för att utlösa dispenseringen

KONCEPT 5. ^{Greve}  +  + ^{blöjan} 

KONCEPT 6. ^{Valensug} + ^{badmössa} + ^{muddar}

KONCEPT 7. ^{Perforerade hål} + ^{snörning} + ^{dragsko}

KONCEPT 8. ^{Kondomen} + ^{vikningen} + ^{dragsko} runt infästn.

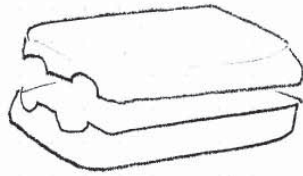
Koncept 9

Skelett + socka + muddar + dragsko



Koncept 10.

trödelat + resårbandsströva + flerlagerblöja



Koncept 11.

Behåver aldrig
lansar helt + karolborreband +



Bilaga 8 – Konzeptutvärdering, Pugh-matris

Gällande viktning		Gällande utvärdering av koncepten		Viktning	Bläckfiskan	Lottringen	Cylindern
1 – plus	-	Sämrre än referenslösningen		6	+	-	+
2 – gärna	0	Lika bra som referenslösningen		4	-	-	0
3 – bör	+	Bättre än referenslösningen					
4 – högt önskemål				2	+	+	+
5 – i stort sett krav				5	-	-	0
6 – krav							
Kriterier och målvärde							
Produkten ska medge full rörlighet åt tångarmarna							
Produkten bör minimera möjligheten att fastna i andra robotar eller omgivande miljö							
Produkten bör skydda hela tångkroppen mot smuts							
Produkten bör kunna monteras resp. demonteras även då den är smutsig							
Produkten bör kommunicera på vilket sätt montering och demontering ska ske							
Montering och demontering bör kunna utföras med få moment							
Montering och demontering bör kunna utföras utan utbildning							
Produkten bör passa tänger med olika placeringar av infästningen							
Produkten bör passa tänger med olika typ av tångarmar							
Produkten bör passa tänger med olika form på tångkroppen							
Produkten bör passa tänger med olika storlek							
Summa:					2	-10	18

Bilaga 9 – Konzeptutvärdering, graderingsmatris

<p><i>Gällande viktning</i></p> <p>1 – plus 2 – gärna 3 – bör 4 – högt önskemål 5 – i stort sett krav 6 – krav</p>		<p><i>Gällande utvärdering av koncepten</i></p> <p>4 Utmärkt uppfyllelse av kriteriet 3 Mycket god uppfyllelse av kriteriet 2 Godtagbar uppfyllelse av kriteriet 1 Dålig uppfyllelse av kriteriet 0 Helt otillräcklig uppfyllelse av kriteriet</p>			
<i>Kriterier</i>	<i>Viktning</i>	<i>Bläckfisken</i>	<i>Lottoringen</i>	<i>Cylindern</i>	
Produkten ska medge full rörlighet åt tångarmarna	6	3	2	3	
Produkten bör minimera möjligheten att fastna i andra robotar eller omgivande miljö	4	1	1	3	
Produkten bör skydda hela tångkroppen mot smuts	2	2	2	4	
Produkten bör kunna monteras resp. demonteras även då den är smutsig	5	2	1	3	
Produkten bör kommunicera på vilket sätt montering och demontering ska ske	4	1	1	3	
Montering och demontering bör kunna utföras med få moment	3	2	2	3	
Montering och demontering bör kunna utföras utan utbildning	2	1	0	2	
Produkten bör passa tänger med olika placeringar av infästningen	4	3	4	3	
Produkten bör passa tänger med olika typ av tångarmar	3	3	3	3	
Produkten bör passa tänger med olika form på tångkroppen	3	3	3	2	
Produkten bör passa tänger med olika storlek	2	3	3	2	
<i>Summa:</i>		<i>84</i>	<i>75</i>	<i>109</i>	

Bilaga 10 – Storlekssystem

UTRÄKNING AV TYP OCH STORLEK

För att finna vilken storlek och typ av skydd en tångkropp behöver mäts dess största omkrets och längd. Med längd avses i detta fall den del av tångkroppen som behöver täckas av skyddet. Längden divideras med omkretsen så att ett förhållande erhålls. Detta förhållande berättar vilken typ av skydd tångkroppen behöver. Storleken bestäms sedan av tångkroppens omkrets.

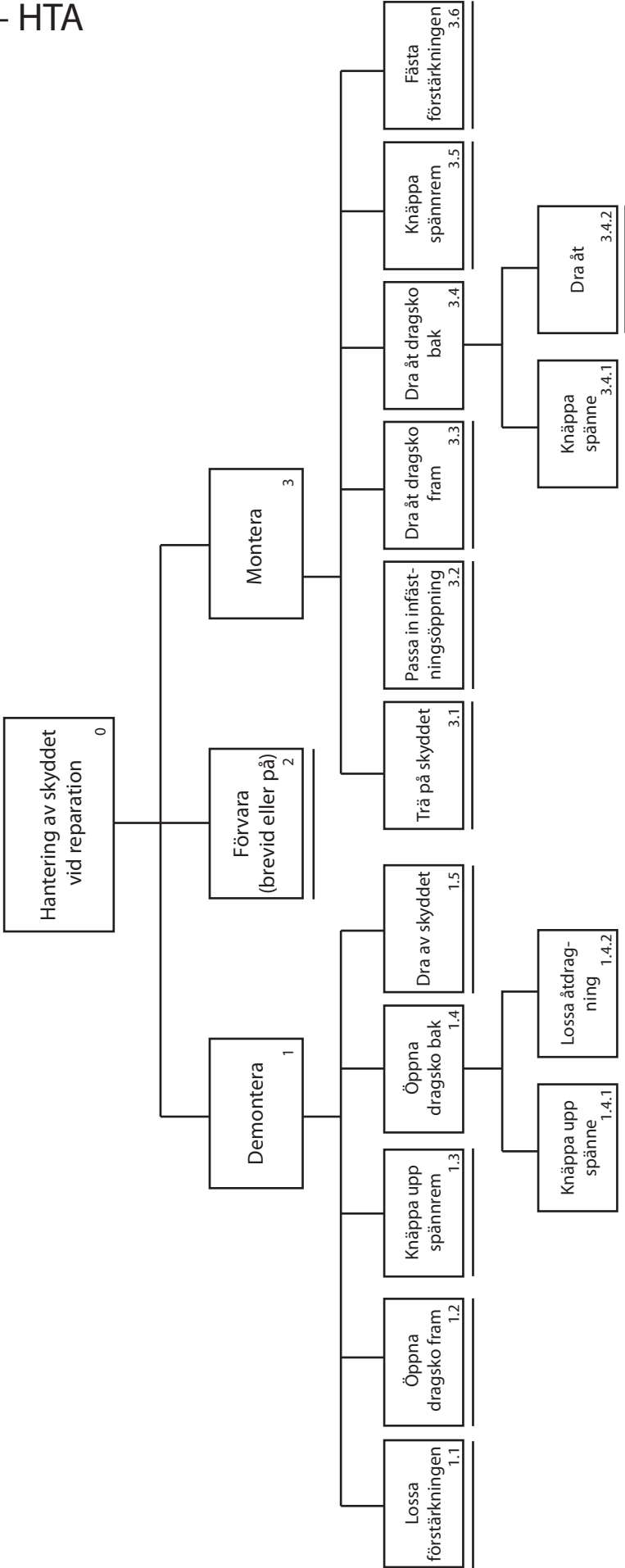
INDELNING AV TÅNGKROPPAR

		S	M	L	XL
Typ	Förhållande: längd/omkrets	Omkrets	Omkrets	Omkrets	Omkrets
1	0,2-0,35	110<O<140	140<O<170	170<O<200	200<O<240
2	0,35-0,5	110<O<140	140<O<170	170<O<200	200<O<240
3	0,5-0,65	110<O<140	140<O<170	170<O<200	200<O<240

MÅTT PÅ SKYDD, INKLUSIVE PÅSLAG

	S		M		L		XL	
Typ	Omkrets	Längd	Omkrets	Längd	Omkrets	Längd	Omkrets	Längd
1	140	47	170	57	200	68	240	81
2	140	66	170	80	200	86	240	114
3	140	84	170	103	200	124	240	147

Bilaga 11 – HTA



Bilaga 12 – CW och PHEA

<i>CW och PHEA Handling nr 1.1 i HTA:n</i>				
	J/N	Varför?	Problem	Anteckningar
1. Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?	Ja	För att det som finns under förstärkningsbiten behöver komma åt.		
2. Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja	För att kardborrefästningen syns och förstärkningsbiten ser avtagbar ut.		
3. Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Eftersom kardborre är en allmänt känd fästanordning.		
4. Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmre målet?	Ja	Biten lossnar.		
Vilken handling kan användaren göra fel vi rätt tillfälle?				
Vilken handling kan användaren göra rätt vi fel tillfälle?				
Vad händer om användaren ej utför en fullständig handling eller utesluter en handling?				
Vad händer om användaren utför handlingarna i fel ordning?				
Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning

<i>CW och PHEA Handling nr 1.2 i HTA:n</i>				
	J/N	Varför?	Problem	Anteckningar
1. Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?	Ja	För att det krävs för att kunna ta av skyddet.		
2. Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja/nej	Det finns en dragskoclämman och ett snöre som blir synligt när förstärkningsbiten tagits av.	Om klämman och snöret inte är tillräckligt visuellt tydliga för att noteras kan det bli problem.	Tänk på vid val av dragskoclämman och snöre!
3. Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Dragsko är en allmänt känd anordning.		
4. Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmre målet?	Ja	Öppningen vidgas.		
Vilken handling kan användaren göra fel vi rätt tillfälle?				
Vilken handling kan användaren göra rätt vi fel tillfälle?				
Vad händer om användaren ej utför en fullständig handling eller utesluter en handling?				
Vad händer om användaren utför handlingarna i fel ordning?				
Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Tro att öppningen är elastisk (typ resårband)	Tidigare erfarenhet av den typ av öppningar. Veckad dragsko fram.	Inget händer, öppningen vidgas inte. Vid mycket stor kraft skulle dragskon kunna gå sönder.	Ja, inget händer.	
Användaren öppnar dragskon halvt	Tror att det är tillräckligt.	Skyddet går inte att ta av om tångarmarna sitter brett.	Ja, skydder går inte att ta av.	

CW och PHEA Handling nr 1.3 i HTA:n

	J/N	Varför?	Problem	Anteckningar
1. Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?	Ja	Annars går inte skyddet att ta av.		
2. Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja/nej	Knäppen sitter synliga på interaktionssidan.	Om knäppet och remmarna inte är tillräckligt visuellt tydliga för att noteras kan det bli problem.	Tänk på vid val av knäppe och rem!
3. Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Ja, knäppen associeras med uppknäppning.		
4. Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmre målet?	Ja	Knäppet öppnas.		
Vilken handling kan användaren göra fel vi rätt tillfälle?				
Vilken handling kan användaren göra rätt vi fel tillfälle?				
Vad händer om användaren ej utför en fullständig handling eller utesluter en handling?				
Vad händer om användaren utför handlingarna i fel ordning?				
Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Försöker ta av skyddet utan att knäppa upp spännremmen.	Ovana vid att behöva käppa upp spännen på skydd.	Det går inte att ta av.	Ja, det går inte att ta av.	

CW och PHEA Handling nr 1.4.1 i HTA:n

	J/N	Varför?	Problem	Anteckningar
1. Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?	Ja	För att öppna upp den stängda delen är det intuitivt att öppna spännet.		Eventuellt skulle hela dragskon kunna dras upp innan spännet knäpps upp.
2. Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja	Det första som ses är dragskon, då letas dragskons öppning upp och där finns spännet.		
3. Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Ett plastspänne på en rem är starkt kopplat till att öppna remmen.		
4. Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmre målet?	Ja	För att spännet öppnas och öppningen blir större.		
Vilken handling kan användaren göra fel vi rätt tillfälle?				
Vilken handling kan användaren göra rätt vi fel tillfälle?				
Vad händer om användaren ej utför en fullständig handling eller utesluter en handling?				
Vad händer om användaren utför handlingarna i fel ordning?				
Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Att hela dragskon dras ut utan att först knäppa upp spännet.	Eftersom spännet och dragsko kläman är kombinerad så kanske man inte ser spännet utan tänker att man ska dra ut dragskon	Det blir lite klumpigare att dra ut hela dragskon. För att sedan ta av skyddet måste man ändå knäppa upp spännet.	Det kanske märks när det blir klumpigare men det är inte säkert.	Knäppet kan när som helst knäppas upp.

CW och PHEA Handling nr 1.4.2 i HTA:n

	J/N	Varför?	Problem	Anteckningar
1. Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?	Ja	För att hålet behöver bli större för att få av skyddet.		
2. Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja	Eftersom dragskon är synlig och det allmäntvedertaget att en dragsko går att lossa.		
3. Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Eftersom en dragsko är en allmänt känd lösning.		
4. Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmre målet?	Ja	Eftersom dragskon lossas och hålet blir större.		
<p>Vilken handling kan användaren göra fel vi rätt tillfälle?</p> <p>Vilken handling kan användaren göra rätt vi fel tillfälle?</p> <p>Vad händer om användaren ej utför en fullständig handling eller utesluter en handling?</p> <p>Vad händer om användaren utför handlingarna i fel ordning?</p>				
Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Användaren kan öppna dragskon innan spännet är uppknäppt.	Dragskon syns tydligare och är mer vedrtagen.	Det blir lite klumpigare att öppna dragskon och det tar lite längre tid att göra öppningen större.	Det kanske märks eftersom det blir klumpigare och tar längre tid.	

CW och PHEA Handling nr 1.5 i HTA:n

	J/N	Varför?	Problem	Anteckningar
1. Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?	Ja	Tångkroppen behöver kommas åt och skyddet är ivägen.		
2. Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja	Skyddet har stora, tydliga öppningar.		
3. Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja			
4. Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmre målet?	Ja	Tångkroppen är tillgänglig.		
<p>Vilken handling kan användaren göra fel vi rätt tillfälle?</p> <p>Vilken handling kan användaren göra rätt vi fel tillfälle?</p> <p>Vad händer om användaren ej utför en fullständig handling eller utesluter en handling?</p> <p>Vad händer om användaren utför handlingarna i fel ordning?</p>				
Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Försöker ta av skyddet åt fel håll (inte över armarna)	Andra hållet kan se lättare ut om användaren inte noterar att skyddet är ihopsytt framtill	Det går inte att ta av.	Ja, det går inte att ta av.	

CW och PHEA Handling nr 3.1 i HTA:n

	J/N	Varför?	Problem	Anteckningar
1. Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?	Ja/nej	Tången är oskyddad och behöver skyddet som togs av för att reparationen skulle utföras.	Om skyddet ser komplicerat ut att montera eller är svårmonterat kommer skyddet inte användas.	Antagligen inte ett problem eftersom Matz var så positiv.
2. Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja	Skyddet har stora öppningar so möjliggör påklädnad.		
3. Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Det finns inga andra sätt att få skyddet om tången.		
4. Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmre målet?	Ja	Skyddet sitter på.		
<p>Vilken handling kan användaren göra fel vi rätt tillfälle?</p> <p>Vilken handling kan användaren göra rätt vi fel tillfälle?</p> <p>Vad händer om användaren ej utför en fullständig handling eller utesluter en handling?</p> <p>Vad händer om användaren utför handlingarna i fel ordning?</p>				
Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Försöker trä på skyddet från fel håll på tången (bakifrån).	Ser inte att det inte går.	Det går inte att trä på skyddet helt.	Ja, det går inte att trä på.	Ta av skyddet.
Försöker trä på skyddet felvänt.	Ser inte vad som är fram och bak på skyddet.	Det går inte att trä på skyddet helt.	Ja, det går inte att trä på.	Ta av skyddet.

CW och PHEA Handling nr 3.2 i HTA:n

	J/N	Varför?	Problem	Anteckningar
1. Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?	Ja	för att det går inte att sätta på skyddet utan att passa in infästningen.		
2. Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja	Eftersom det endast finns en öppning på sidan.		Skulle kunna bli problem om någon försöker passa in den bakre dragskon runt infästningen.
3. Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?				
4. Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmre målet?	Ja	Skyddet kan monteras korrekt.		
<p>Vilken handling kan användaren göra fel vi rätt tillfälle?</p> <p>Vilken handling kan användaren göra rätt vi fel tillfälle?</p> <p>Vad händer om användaren ej utför en fullständig handling eller utesluter en handling?</p> <p>Vad händer om användaren utför handlingarna i fel ordning?</p>				
Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
användaren ska försöka fästa den bakre dragskon runt infästningen, vilket är korrekt om infästningen sitter rakt bak, men blir fel om infästningen sitter på sidan.	Att användaren inte förstår att kardborre öppningen är till för infästningen.	Skyddet sitter på fel, eventuellt går det inte att montera skyddet överhuvudtaget.	Om det inte passar alls märks det, om det bara blir lite felmonterat är det inte säkert att det märks.	Ta av skyddet igen.

CW och PHEA Handling nr 3.3 i HTA:n

	J/N	Varför?	Problem	Anteckningar
1. Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?	Ja	Skyddet sitter inte åt annars.		
2. Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja/nej	Det finns en dragskoklämma och ett snöre.	Om klämman och snöret inte är tillräckligt visuellt tydliga för att noteras kan det bli problem.	
3. Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Dragsko är en allmänt känd anordning.		
4. Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmre målet?	Ja	Dragskon dras åt.		
<p>Vilken handling kan användaren göra fel vi rätt tillfälle?</p> <p>Vilken handling kan användaren göra rätt vi fel tillfälle?</p> <p>Vad händer om användaren ej utför en fullständig handling eller utesluter en handling?</p> <p>Vad händer om användaren utför handlingarna i fel ordning?</p>				
Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Dragskon dras inte åt tillräckligt.	Användaren glömmer att det behövs.	Skyddet sitter löst. Det går inte att fästa förstärkningsdelen.	Ja, det syns att skyddet sitter dåligt och om inte förstärkningsbiten går att fästa kan inte skyddet helt monteras.	Det är bara att dra åt senare.

CW och PHEA Handling nr 3.4.1 i HTA:n

	J/N	Varför?	Problem	Anteckningar
1. Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?	Ja	Skyddet kommer inte att sitta på om inte öppningen sluts till.		
2. Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja	Det finns ett spänne och en stor öppning med löst tyg.		
3. Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Det är allmänt verdertaget att stänga en öppning med ett spänne.		
4. Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmre målet?	Ja	Öppningen blir tillsluten och redo att dras ihop.		
<p>Vilken handling kan användaren göra fel vi rätt tillfälle?</p> <p>Vilken handling kan användaren göra rätt vi fel tillfälle?</p> <p>Vad händer om användaren ej utför en fullständig handling eller utesluter en handling?</p> <p>Vad händer om användaren utför handlingarna i fel ordning?</p>				
Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning

CW och PHEA Handling nr 3.4.2 i HTA:n

	J/N	Varför?	Problem	Anteckningar
1. Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?	Ja	För att det finns mycket löst tyg som behöver smitas åt för att skyddet ska sitta rätt.		
2. Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja	Eftersom dragskon är synlig och det allmäntvedertaget att en dragsko går att dra åt.		Skulle kunna vara så att dragskon inte riktigt syns, eftersom det är en rem och inget snöre och om allt är i mörka färger.
3. Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Eftersom en dragsko är en allmänt känd lösning.		
4. Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmre målet?	Ja	Eftersom dragskon dras åt och hålet blir mindre.		
<p>Vilken handling kan användaren göra fel vi rätt tillfälle?</p> <p>Vilken handling kan användaren göra rätt vi fel tillfälle?</p> <p>Vad händer om användaren ej utför en fullständig handling eller utesluter en handling?</p> <p>Vad händer om användaren utför handlingarna i fel ordning?</p>				
Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Användaren kan dra åt dragskon innan spännet är knäppt.	Dragskon syns tydligare när skyddet är öppet.	Det blir lite klumpigare att stänga dragskon och det tar lite längre tid att göra öppningen mindre.	Det kanske märks eftersom det blir klumpigare och tar längre tid.	

CW och PHEA Handling nr 3.5 i HTA:n

	J/N	Varför?	Problem	Anteckningar
1. Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?	Ja	Skyddet sitter inte löst annars.		
2. Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja/nej	Knäppen sitter synliga på interaktionssidan.	Om knäppet och remmarna inte är tillräckligt visuellt tydliga för att noteras kan det bli problem.	
3. Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Knäppen är till för att knäppas, och en spännrem är också vanlig.		
4. Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmre målet?	Ja	Knäppet knäpps och passformen blir bättre när remmen dras åt		
<p>Vilken handling kan användaren göra fel vi rätt tillfälle?</p> <p>Vilken handling kan användaren göra rätt vi fel tillfälle?</p> <p>Vad händer om användaren ej utför en fullständig handling eller utesluter en handling?</p> <p>Vad händer om användaren utför handlingarna i fel ordning?</p>				
Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Användaren knäpper spännremmarna innan skyddet är anpassat för infästningen.	Ingen tidigare erfarenhet och skyddet talar inte om i vilken ordning saker ska göras.	Det går inte att passa in infästningen.	Ja, när infästningen ska passas in.	Knäpp loss spännremmarna.

CW och PHEA Handling nr 3.6 i HTA:n				
	I/N	Varför?	Problem	Anteckningar
1. Kommer användaren försöka uppnå rätt effekt?	I/N	Ja, om förstärkningsbiten finns tillgänglig och användaren vet att extra skydd behövs. Nej om förstärkningsbiten inte finns tillgänglig och användaren inte har kunskap om att det extra skyddet behövs.	Problemet är att skyddet är i två delar och att användaren måste ha kunskap om att de båda behövs.	
2. Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja	Om användaren vet att förstärkningsbiten ska monteras, syns det att det finns kardborre att fästa den på.		
3. Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Eftersom kardborre är en allmänt känd fästansordning.		
4. Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmre målet?	Ja	Biten fastnar.		
<p>Vilken handling kan användaren göra fel vid rätt tillfälle?</p> <p>Vilken handling kan användaren göra rätt vid fel tillfälle?</p> <p>Vad händer om användaren ej utför en fullständig handling eller utesluter en handling?</p> <p>Vad händer om användaren utför handlingarna i fel ordning?</p>				
Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning

Bilaga 13 – Etikett



			<p>Pantone koder Solide matte Grupp 1 gul: 109 M Grupp 2 blå: 2935 M Grupp 3 röd: 186 M</p>

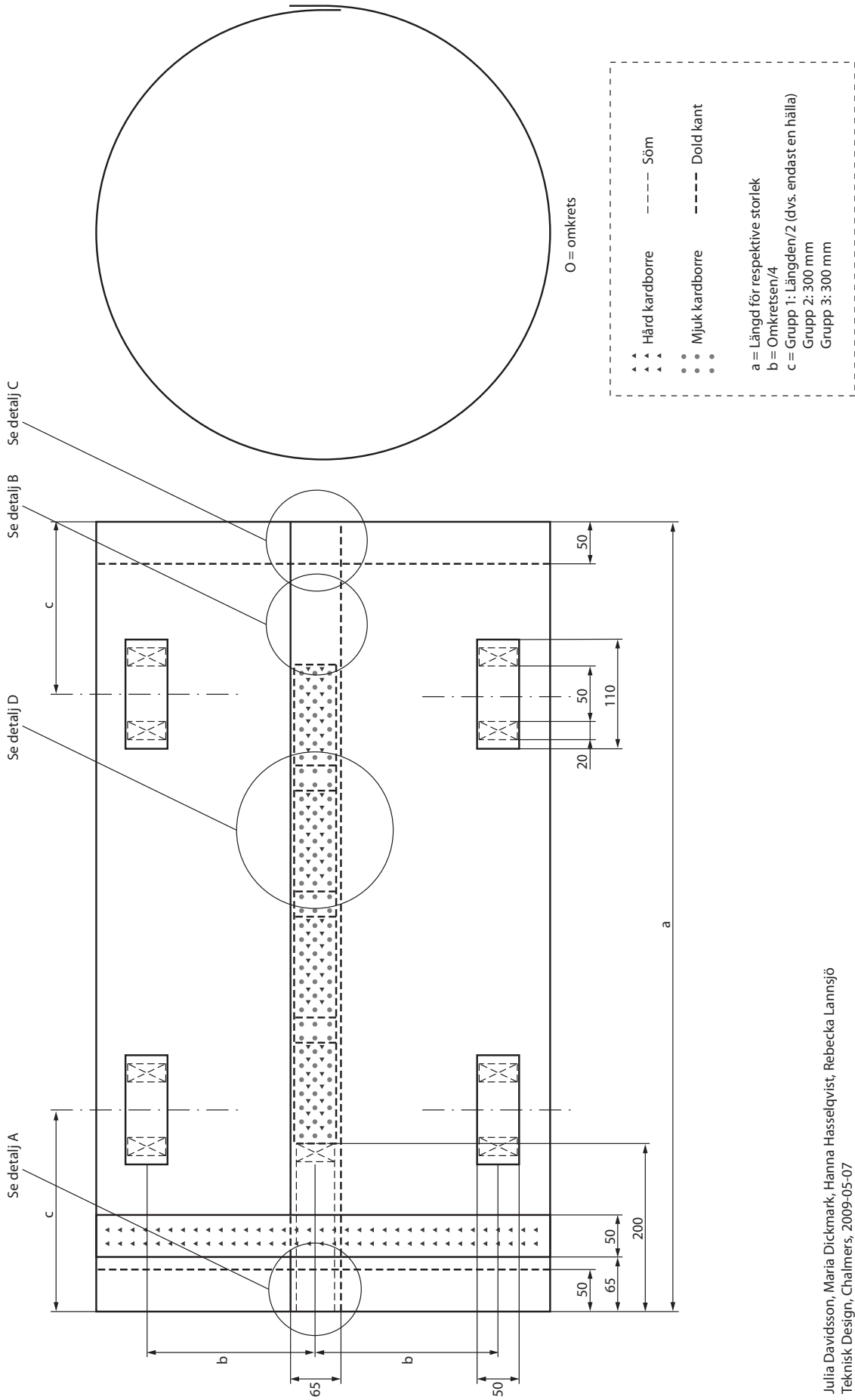
Bilaga 14 – Materialinformation

<i>Skyddets huvudmaterial</i>		
Materialnamn:	NV 1045/CR	
Råmaterial:	Meta-Armid + Para-Armid i kombination	M-Ar + P-Ar
Handelsnamn:	Nomex-Kevlar	
Tillverkning:	Vävd korskypert (bindning)	
Beläggning:	Kloropren	
Kontinuerlig driftstemperatur:	M-Ar: 200 grader C P-Ar: 240 grader C	
Spetstemperatur (sönderfallandetemperatur):	M-Ar: 380 grader C P-Ar: 425 grader C	
Draghållfasthet:	M-Ar: 660 N/mm ² P-Ar: 3000 N/mm ²	

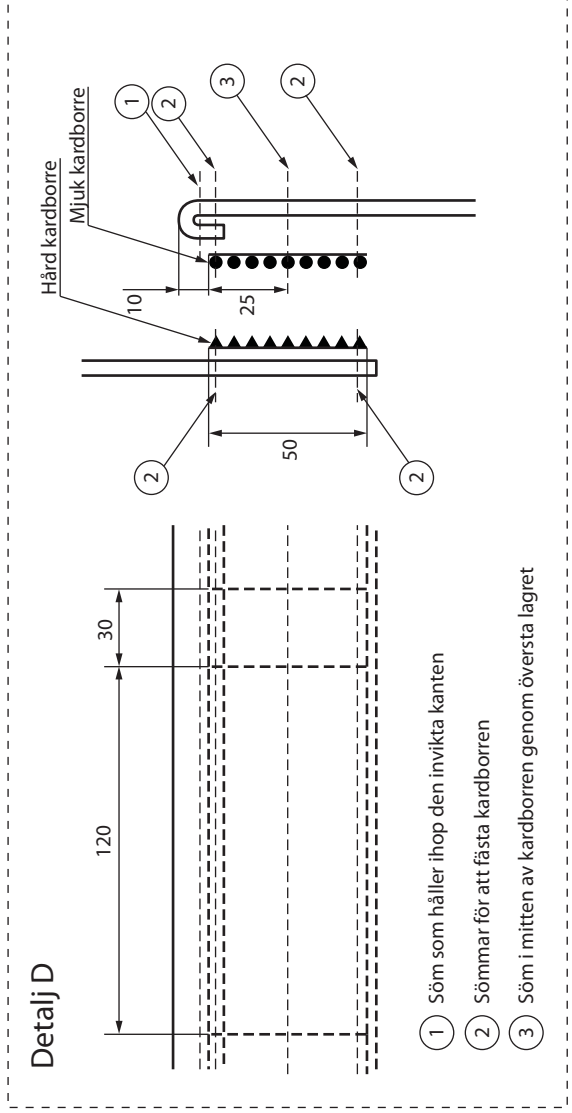
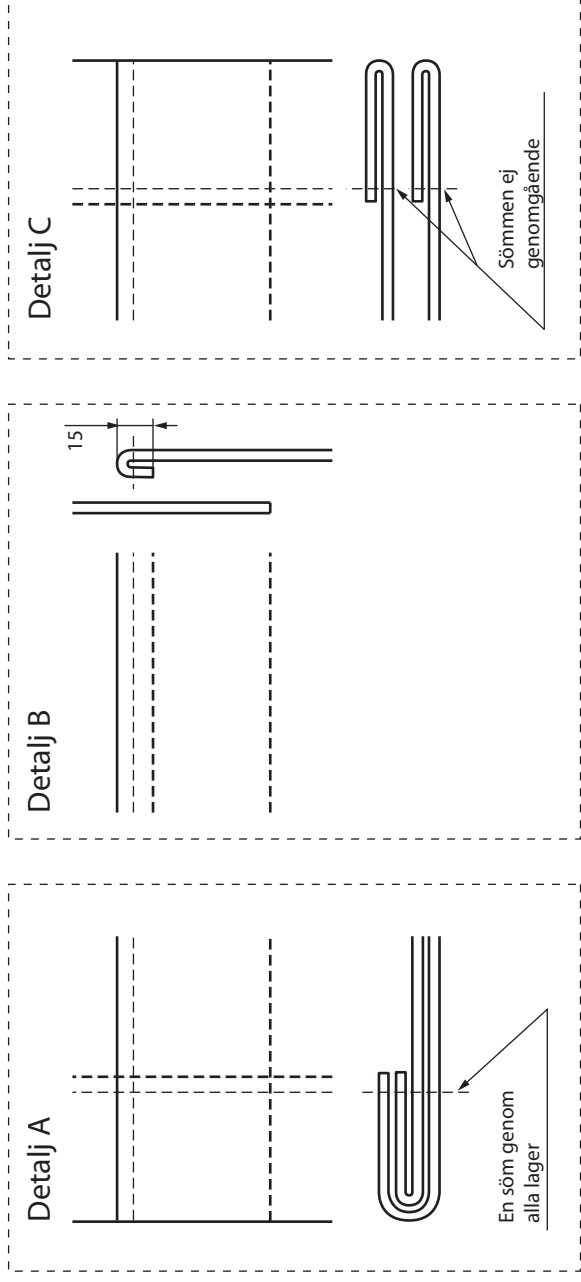
<i>Förstärkningsdelen</i>		
Materialnamn:	N 1006/JobTex(r)	
Råmaterial:	Meta-Armid + Kolfiber i kombination	M-Ar + CF
Tillverkning:	Nålfilt i 2 skikt. Undre skikt i M-Ar och övre (skyddande skikt) i CF	
Kontinuerlig driftstemperatur:	M-Ar: 200 grader C CF: 530 grader C	
Spetstemperatur (sönderfallandetemperatur):	M-Ar: 380 grader C CF: över 1700 grader C	
Draghållfasthet:	M-Ar: 660 N/mm ² CF: 3000 N/mm ²	

Bilaga 15 – Ritningar

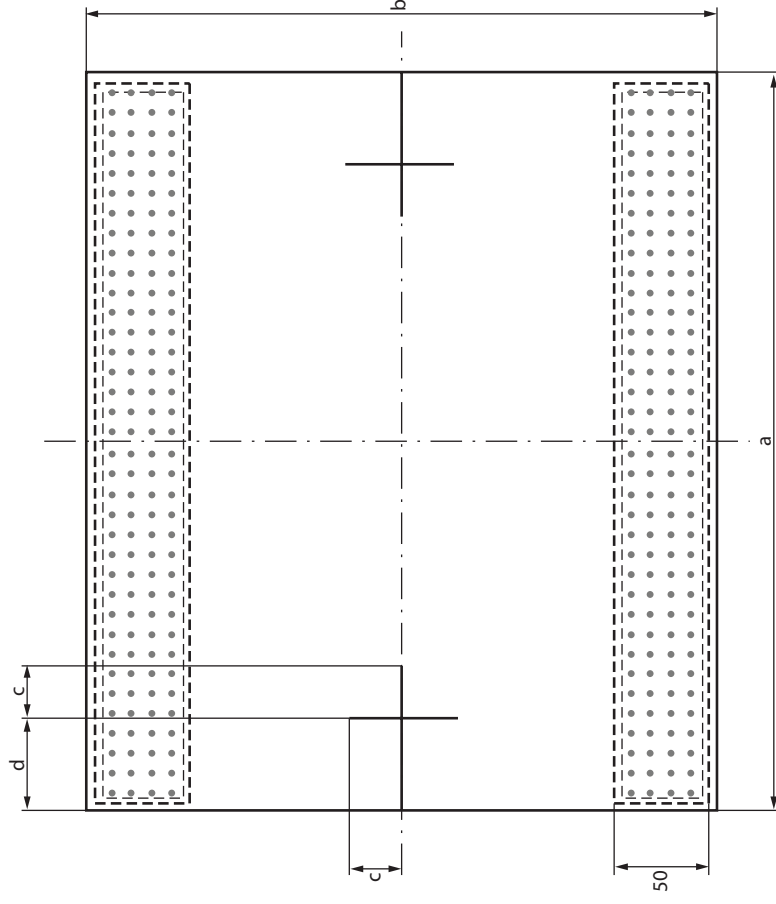
Svettskydd – cylinderdel



Svettskydd – detaljer



Svetskydd – förstärkningsdel



▲ ▲ ▲ ▲	Hård kardborre	-----	Söm
● ● ● ●	Mjuk kardborre	-----	Dold kant
a = Stl 15: 310 mm		c = Stl 15: 40 mm	
Stl 20: 360 mm		Stl 20: 40 mm	
Stl 40: 520 mm		Stl 40: 60 mm	
b = Stl 15: 310 mm		d = Stl 15: 80 mm	
Stl 20: 360 mm		Stl 20: 80 mm	
Stl 40: 400 mm		Stl 40: 60 mm	