

2009-05-07



# Projektrapport B7

---

*Oljepåfyllare Lastbil*

*Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling*

*Handledare Lars Almefelt*

*Emil Bergman*

*Magnus Bratt Svensson*

*Anders Karlsson*

*Triinu Helena Laks*

*Emma Lundgren*

## **Förord**

Kursen Integrerad Konstruktion och Tillverkning (IKOT TME040) ges av institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling på Chalmers Tekniska Högskola. Kursen är tänkt att ge studenter en inblick i hur framtagning och vidareutveckling av produkter går till samt ge möjlighet att arbeta mot marknaden med verklighetsrelaterade problem.

Denna rapport görs av projektgruppen under handledning av Lars Almefelt för att Chalmers och uppdragsgivaren Volvo Lastvagnar ska få en inblick i gruppens framtagning av resultat och slutsatser under och efter projektets gång.

Under kursen ges studenterna möjligheten att tillämpa kunskaper inom materialval, konstruktion, tillverkningsprocesser och möta problemlösning på ett ingenjörsmässigt sätt samt utföra för projektet relevanta beräkningar.

Rapporten är skriven i egenskap av ett internt företagsdokument inom Volvo Lastvagnar och är således inriktad på en presentation av produkten och dess utveckling. Av den anledningen kommer väldigt lite vikt i fortsättningen läggas på att klargöra system och metoder som har rent projekt- och gruppdynamiska aspekter så som projektdefinitionen, gruppdynamiska övningar osv.

## Sammandrag

Syftet med projektet har varit att utveckla en ny oljepåfyllare till Volvo Lastvagnars FH modell. Anledningen till detta är att Volvo Lastvagnar genomfört en stabilitetshöjande åtgärd för hytten vilket har blockerat dagens oljepåfyllare.

Målet för projektgruppen har varit:

*”Att konstruera och presentera (i form av en slutrapport och en slutpresentation) en oljepåfyllare till AB Volvos FH-lastbilar, som uppfyller givna krav ställda av uppdragsgivaren, till och med den 13e maj 2009.”*

Gruppen har genomfört en mindre undersökning med åkare som visat att majoriteten av slutkunderna ansåg den nuvarande oljepåfyllaren sitta för högt samt svåråtkomlig vid användning. Detta resulterade i att gruppen främst inriktade sitt arbete på att göra den nya produkten mer lättåtkomlig för användaren. Placeringen av produkten var enligt Volvo Lastvagnar (förmedlat av kontaktpersonen Fredrik Lejestrand) inte möjlig att ändra.

Projektgruppens produkt är en förlängningsbar oljepåfyllare där förlängningen sker genom att en del av röret är formad som en gummi damask.

Tack vare damasken kan en förlängning av röret möjliggöras, vilket innebär att produkten når ett mer lätthanterligt läge för brukaren vid påfyllning. Förlängningen sker genom töjning av damasken. För att töjningen inte ska återgå till nolläge under användningen av produkten har en låsring konstruerats, som håller röret på plats. Förlängningen skulle enligt både undersökningen och projektgruppen vara till fördel för användaren, dels för att göra det tunga arbetet lättare genom avlastning mot mynningen och dels för att göra produkten mer lättåtkomlig vid användandet.

Genom att röret är uppbyggt i en del minimeras riskerna för att föroreningar tar sig in i röret, vilket olika skruv- och teleskoplösningar lättare medför.

Genom att följa väl utarbetade metoder i handboken för produktutveckling *”The Value Model”*<sup>1</sup> har gruppen tagit fram en produkt som utför huvudfunktionen *”transportera olja”* väl och uppfyller de av Volvo Lastvagnar ställda kraven.

Detta gör att gruppen anser att produkten väl uppfyller de ställda kraven och är en lämplig lösning på problemet.

---

<sup>1</sup> *The Value Model; How to Master Product Development and Create Unrivalled Customer Value, Lindstedt & Burenus, Nimba 2004.*

## Innehållsförteckning

Inledning.....	5
Metod och material.....	7
Metod.....	7
Analys av befintlig produkt.....	7
Kartläggning av kundens röst .....	8
Vidareutveckling.....	8
Utveckling av koncept .....	9
Material .....	10
Föreläsningar, övningar .....	11
The Value Model .....	11
Projektintroduktion .....	11
Swift.....	11
Resultat och diskussion .....	12
Slutsatser .....	19

## Inledning

Projektgruppen har fått i uppdrag av Volvo Lastvagnar genom Chalmers Tekniska Högskola att vidareutveckla den hos Volvo Lastvagnar idag använda oljepåfyllaren. Oljepåfyllaren är det rör som vid påfyllning av olja transporterar oljan från munstycket placerat i lastbilens front till dess motor. Oljepåfyllaren, fortsättningsvis kallad den nuvarande/befintliga produkten, möjliggör en enkel påfyllning utan att hytten behöver tippas varje gång olja ska fyllas på.

Problemet med den nuvarande produkten ligger i en stabilitetshöjande åtgärd som Volvo har för avsikt att genomföra i lastbilshytten, vilket skulle innebära att oljepåfyllaren blir oåtkomlig för användaren. Åtgärden består av en plåt som täcker större delen av det nuvarande fria utrymmet ovanför kylaren i lastbilens front (se Figur 1). För att ändå möjliggöra en viss åtkomst av produkten ämnar Volvo Lastvagnar konstruera två hål i plåten där ett av hålen placeras framför spolärvätskan och det andra framför oljepåfyllaren.



Figur 1: Grafisk modell över stabilitetshöjande åtgärd. Källa: Volvo Lastvagnar

Syftet med projektet är att ta fram en vidareutveckling av den idag använda oljepåfyllaren, för att lösa de problem stabilitetsplåten medför och som den nuvarande produkten inte kan lösa.

Projektgruppens målformulering löd följande:

*”Att konstruera och presentera (i form av en slutrapport och en slutpresentation) en oljepåfyllare till AB Volvos FH-lastbilar, som uppfyller givna krav ställda av uppdragsgivaren, till och med den 13e maj 2009.”*

Oljepåfyllaren fyller sin funktion i dagens utformning av lastbilshytten, men på grund av den ovan nämnda plåten innebär placeringen och utformningen ett problem för användaren. För att möjliggöra en lättare åtkomlig produkt har ett hål konstrueras av uppdragsgivaren i plåten framför oljepåfyllarens placering. Detta till trots är produkten svåråtkomlig för användaren på grund av dess höga placering eftersom användaren tvingas sträcka sig in i motorutrymmet genom hålet i stabilitetsplåten för att nå produkten.

Monteringen av produkten måste ske inuti motorrummet i det befintliga utrymmet samt möjliggöra en tippning av hytten, det vill säga produkten får enbart monteras i lastbilens chassi för att förhindra att produkten skadas. Volvo Lastvagnarna har som önskemål att produkten inte får överstiga en tillverknings- och monteringskostnad på €15. Volvos ledning har mål för sina produktkostnader och skulle en produkt utvecklas där priset ligger högre än vad Volvo Lastvagnar föreskriver kan dessa produkter ändå komma att vidareutvecklas. De måste dock i så fall motiveras väl och vara vinstgivande för företaget.

I problemspecifikationen finns även flera specifika och avgränsande mått angivna för produktdelar och det hål som ska konstrueras i plåten. Dessa mått måste tas hänsyn till vid produktutvecklingen eftersom produkten måste passas in på Volvo Lastvagnars FH-modeller, där omgivande delar samt det i plåten konstruerade hålet är styrande avgränsningar.

Projektgruppens tilldelade problem innebär därför att möjliggöra en lättare åtkomst av produkten för brukaren där krav och önskemål är tillgodosedda.

## Metod och material

### Metod

Vidareutveckling av en produkt kräver användandet av flera olika metoder och de som är relevanta för detta projekt presenteras nedan. Under projektets gång har arbetet främst följt de olika utvecklingsstegen i handboken för produktutveckling "The Value Model"<sup>2</sup>. Ur boken har större delen av metoderna funnits väl beskrivna och således varit en vägledning genom hela projektet.

### Analys av befintlig produkt

Under projektiniteringen användes ett flertal metoder för att ta fram bakgrundsfakta om tidigare produkter så väl som information om den idag använda oljepåfyllaren. Arbetet med att få en översiktsbild över tidigare produkter inleddes med skapandet av en livscykelanalys, där allt från framtagning av respektive produkt till hur väl dessa kan återanvändas utvärderades. Under livscykelanalysen togs även hänsyn till produktens miljöpåverkan. Samtliga faktorer som behandlas i analysen påverkar kundvärdet för produkten, vilket är ett abstrakt mått på hur attraktiv produkten är för kunderna ute på marknaden.

För att skapa en bättre bild av Volvo Lastvagnars befintliga produkts kundvärde, samt vad projektgruppens koncept skulle kunna få för motsvarande värde, skapades en kundvärdesmatris utifrån mallar ur "The Value Model"<sup>1</sup>. Med denna matris (se tabell 1) kunde den befintliga produktens funktioner utvärderas gentemot hur projektets framtida koncept uppskattades kunna lösa samma funktioner. Uppskattningen viktades och en bedömning av denna gentemot kostnaden för produkten gjordes av projektgruppen. För en noggrannare beskrivning av hur matrisen läses av samt förtydligande av nämnda funktioners innebörd, se projektdokumentation "Beskriv produkten" på IKOT:s hemsida<sup>3</sup>.

Tabell 1 - Kundvärdesmatris

Funktioner	Betydande vikt (viktat 1-5 där 5 är viktigast)	Mätetal (viktat 1-5 där 5 är viktigast)	Referens (viktat 1-5 där 5 är viktigast)	Viktad differens (mellan mätetal och referens)
1 Huvud	5	5	4	5
2 Tillägg	3	4	4	0
3	4	4	4	0
4	3	5	5	0
5	2	4	4	0
6	2	3	1	4
7 Önskad	1	1	1	0
8	3	4	3	3
9	4	3	2	4
<b>Kostnader</b>	-	<b>Mätetal</b> (Viktat som ovan)	<b>Referens</b> (Viktat som ovan)	-
Inköp	-	3	3	-
Drift	-	NA	NA	-
<b>Totalt</b>		<b>1,22</b>	<b>1,04</b>	

<sup>2</sup> The Value Model; How to Master Product Development and Create Unrivalled Customer Value, Lindstedt & Burenus, Nimba 2004.

<sup>3</sup> [www.ikot.se](http://www.ikot.se), välj menyval "B. Oljepåfyllare lastbil", sedan "B7" och vidare "2. Beskriv produkten"

Detta resulterade i att konceptet fick ett kundvärde på dagens marknad som beräknades bli högre än dess föregångare. Detta konstaterande motiverades genom att fler av användare önskade funktioner kunde infogas i konceptet jämfört med tidigare produkt samtidigt som hänsyn togs till att de positiva funktioner som föregångaren besatt kunde behållas eller vidareutvecklas i konceptet.

För att få en uppfattning om hur långt den av Volvo Lastvagnar befintligt använda produkten kommit i utvecklingen under hela sin levnadstid, dvs. sedan den först uppfanns, används metoden "S-kurvan". Kurvan består av fyra olika stadier: Barndom, Tillväxt, Mognad och Ålderdom där karaktäristika om samtliga steg återfinns i "The Value Model" vilket underlättade arbetet med att bestämma i vilket steg den befintliga produkten återfanns. Produkten "oljepåfyllare" har existerat i någon form sedan förbränningsmotorn togs i bruk och är i dagsläget en redan väl utvecklad produkt. Detta medför att de flesta idévariationerna under årens lopp sållats bort från marknaden och därmed motiveras att dagens produkt vid utformningen av S-kurvan placerades i ett stadium mellan faserna Mognad och Ålderdom.

### **Kartläggning av kundens röst**

När produktens stadium på S-kurvan hade fastställts var nästa relevanta metod att skapa en uppfattning om kundens röst vilket gjordes genom en undersökning bland användare av produkten. Kundens röst innebär kunders åsikter och attityder gentemot en viss produkt eller service. Åsikterna är en viktig aspekt att ta hänsyn till då det ger gruppen som utvecklar den nya produkten/service ett annat perspektiv på vilka funktioner som är mer önskvärda än andra av slutkunder, dvs. användare. Då även dessa kunder ses som projektgruppens målgrupp skapades en kundundersökning (se Bilaga) med syfte att ge gruppen en kreativ sporre och tänka utanför ställda ramar om hur produkten skulle kunna utvecklas.

I undersökningen fastställde att åkare (användare och således slutkunder) ansåg den nuvarande oljepåfyllaren sitta för högt upp samt att den var svåråtkomlig vid användning. Detta resulterade i att gruppen främst inriktade sitt arbete på att göra den nya produkten mer lättåtkomlig för användaren då placeringen på produkten var enligt Volvo Lastvagnar (förmedlat av kontaktpersonen Fredrik Lejestrand) inte möjlig att ändra.

### **Vidareutveckling**

Efter kundundersökningen påbörjade gruppen utvecklingen av den nya produkten. Den indirekta bakgrundsinformationen av föregångarna till den befintliga produkten har gett gruppmedlemmarna en bra grund och en klarare bild över vad som kan utvecklas och göras bättre på den nya oljepåfyllaren.

Nästa metod i utvecklingen av den nya produkten var skapande av ett Affinitydiagram som används för att ta fram lösningar till potentiella problem hos produkten. Det gjordes genom att skapa en huvudskrift över vad som är ett absolut krav på produkten, t.ex. hållbar. Därefter definierades denna rubrik med ett lite mer ingående påstående, exempelvis "Inte gå sönder", vilket slutligen resulterade i ett konkret krav som produkten skall kunna prestera. För gruppens oljepåfyllare kunde kraven handla om att den skall kunna tåla stötar, vibrationer, olja och höga respektive låga temperaturer. När ett flertal koncept väl var framtagna användes Affinitydiagrammet för att kunna konstatera om de nyutvecklade koncepten hade möjlighet att kunna prestera dessa krav. Om ett eller flera av dessa krav ej ansågs kunna lösas av ett koncept var lösningsalternativet inte ett fungerande, och därmed realiserbart, alternativ och skrotades därför direkt.

Då kraven är formulerade och angivna i Affinitydiagrammet var nästa steg att skapa en kravspecifikation. Denna är en matris vars uppgift är att förtydliga kraven och eventuella önskemål som är viktiga att fokusera på i utvecklingen av en ny produkt. Dessutom viktas önskemålen beroende på dess relevans för att produkten skall få ökat kundvärde då matrisens syfte är att ge en vägledning och förtydligande om vilka önskemål som gruppen bör satsa mer på.

Under projektinitieringen ställdes vissa krav på den nya produkten av uppdragsgivaren, vilka givetvis blev de mest betydelsefulla för projektgruppen att ta hänsyn till i utvecklingsarbetet. Dessa krav var exempelvis att produkten är tvungen att hålla sig intakt i ett visst temperaturspann, "svälja" ett visst antal liter olja per minut och vara konstruerad inom givna mått för bästa inpassning i motorutrymmet. Det är utefter kravspecifikationens (se Bilaga) presenterande krav och önskemål som urvalet av konceptuella lösningar sedan viktades gentemot varandra i konceptvalsfasen (se avsnitt nedan) och därigenom var ett nödvändigt hjälpmedel vid utvecklingen av den nya produkten.

### Utveckling av koncept

Då kravspecifikationen skapats och kraven på den nya produkten förtydligats påbörjades arbetet med framtagande av koncept. Detta arbete utfördes först genom en gemensam generering av idéer som på olika sätt utförde huvudfunktionen. De olika idéerna ritades upp i funktionsdiagram gentemot en vald referenslösning. Till referenslösning valdes den befintliga produkten då de nya konceptens förmåga att lösa ställda krav var mest intressant att jämföra med den idag använda produktens förmåga.

Genom tre loopar genererades idéerna till ett slutgiltigt koncept. Den första loopan innebar främst en grovsortering av lösningar där sex strategier för funktionell modellering från "The Value Model" fanns till hjälp för detta arbete.

Dessa strategier är: reuse, refine, reduce, reinforce, reform och replace, vars syfte är att klargöra en helhetssyn över idéerna samt deras förmåga att uppfylla ställda krav (vilka presenteras i kravspecifikationen). Strategierna ger direktiv om sällning bland idéernas delsystem och deras relevans inom koncepten, vilket kan resultera i eliminering av onödiga delsystem. Dessutom ger strategierna uppmaning om att korsbefrukta hela eller delar av idéer för att skapa ytterligare bredd bland koncepten.

Genom ovan nämnda strategier sällades ett par av gruppens idéer och utvecklade koncept bort på grund av att de hade (i dagsläget) orealiserbara geometrier, var ekonomiskt ohållbara eller var på annat sätt orealistiska att tillverka. Ett antal idéer blev även korsbefruktade med varandra och resulterande i ett fullständigt koncept som avancerade till nästa loop.

Andra och tredje loopen utfördes med hjälp av två Pugh-matriser. I dessa matriser jämförs hur väl samtliga koncept löser ställda krav jämfört med en referenslösning. I andra loopen valdes den befintliga produkten till referenslösning även här då konceptens förmåga att lösa ställda krav var det mest intressanta att jämföra med den idag använda produktens förmåga.

I den tredje loopen valdes det koncept som fick högst betyg i andra loopen till referenslösning. Detta val syftade till att gruppen skulle få konkreta belegg för att inget annat lösningsförslag var bättre lämpad som slutgiltigt koncept. Dessa två sista loopar hade därför som avsikt att utse det koncept som ansågs vara tillräckligt lovande för ytterligare vidareutveckling och detaljkonstruering.

Under slutskedet av produktframtagningen användes två datorbaserade designprogram, där Parametric Technology Corporations: *ProEngineer* användes för att ta fram tekniska ritningar över produkten medan Dassault Systemes: *Catia* användes för att beräkna den utvecklade produktens hållfasthet. Ritningarna gjorde det enklare att få en överblick över hur slutprodukten efter tillverkning är tänkt att se ut samtidigt som det möjliggjorde framställning av en prototyp i mindre skala. Dessutom kunde en simulering göras över produktens funktioner genom beräkningar i samma designprogram. Fördelen med denna metod är att om produkten mot förmodan inte kan leverera tänkta funktioner har en onödig kostnad inte lagts på framtagning av en verklig produkt.

## Material

Som förordet nämner är projektet en del i produktutvecklingskursen IKOT vilket gör att utgångsmaterialet för projektet även innehåller utbildningsmaterial och instruktioner för hur ett framgångsrikt projekt skapas och utförs.

### Föreläsningar, övningar

Inför arbetet med projektet anordnades ett par föreläsningar och övningar vars innehåll var en introduktion till kurslitteraturen, *The Value Model*, och dess uppbyggnad samt en genomgång av genomförandet av ett projekt.

Övningen handlade om att introducera ett arbetssätt med *Funktionell modellering*. Arbetssättet går ut på att skapa en översikt över och analysera produkten samt dess delsystem och de funktioner dessa har för att sedan rita upp dessa på ett systematiskt sätt så att en överskådlig bild över komponenterna fås.

### The Value Model

The Value Model är kurslitteratur i IKOT-kursen och används även som standard för produktutveckling på vissa företag.

Tanken med boken är att införa ett systematiskt tillvägagångssätt vid utvecklingsprojekt men samtidigt kunna ge en djupare förståelse kring samtliga presenterade delmoment för att uppnå en effektiv projekthandledning. Boken innehåller bland annat tillvägagångssätt vid projektinitiering där råd finns bland annat om regler, strukturer och målformuleringar. Boken tar även upp förslag på projektstruktur och innefattar råd för projektets ideala genomförande likaväl som tillvägagångssätt för analys av bakgrund till projekt, kundundersökningar och underlagsmaterial till kundvärdesanalyser.

### Projektintroduktion

Introduktionen till projektet bestod dels av en genomgång av bakgrunden och dels genom att ett exemplar av den gamla produkten visades upp. Till den gamla produkten hörde också att en lastbil fanns tillgänglig under introduktionen som syftade till att öka förståelsen för problemet med produkten och de nya förutsättningarna.

Bakgrunden till projektet var att Volvo ämnade stabilisera upp hytten genom att placera en plåt framför dagens munstycke för oljepåfyllning vilket skulle leda till att påfyllning av olja omöjliggörs utan att lastbilshytten tippas. Problemet hade vid projektets initiering till hälften lösts av Volvo Lastvagnar genom att ett hål konstruerats i plåten. För projektgruppen innebar det att lösa återstoden av problemet dvs. åtkomligheten av munstycket.

### Swift

Swift-metoden är en kostnadsanalys och beskrivs i handboken *Process Selection From Design to Manufacture*<sup>4</sup>. Metoden är en mall för beräkning av kostnaden vid tillverkning och montering av en

---

<sup>4</sup> *Process Selection From Design to Manufacture*, Swift och Booker, Butterworth Heinemann, 2nd Edition 2006.

produkt innan produktionsstart har påbörjats. Metoden är uppdelad i två huvudgrupper; DFA och DFM.

DFA, Design for Assembly, används för att beräkna monteringskostnaden av produktens olika komponenter till en färdig produkt och DFM, Design for Manufacturing, används vid beräkning av tillverkningskostnaderna för de respektive delarna i produkten.

Vid beräkningarna görs uppskattningar i tabeller och diagram bifogade i den ovan nämnda handboken vilket resulterar i ett approximerat slutvärde på kostnaderna. Uppskattningarna som görs kan vara allt från en- eller tvåhändig hantering av produkten vid montering till hur lättmonterade de minsta komponenterna är. Eftersom uppskattningarna och diagrammen kan vara svåra att uppskatta och avläsa resulterar det i att felmarginalen oftast varierar stort.

Tillverkningsmetoden vid framtagning av den nyutvecklade produkten kommer vara formblåsning. Då denna metod inte fanns tabellerat i Swift gjordes approximativa beräkningar av projektgruppens framtagna produkt för tillverkningsmetoden formsprutning. Formsprutning är en dyrare metod jämfört med formblåsning, vilket gruppen måste ta hänsyn till vid bedömning av tillverkningskostnaden.

## Resultat och diskussion

För att sälla fram ett slutgiltigt koncept efter idégenereringen utfördes två loopar där de framgenererade koncepten ställdes upp i Pughmatriser. Där viktas koncepten mot en av gruppen vald referens med avseende på hur väl koncepten uppfyller givna krav och önskemål jämfört med referensen.

I andra loopen valdes den av Volvo Lastvagnar befintligt använda produkt till referenslösning då konceptens förmåga att lösa ställda krav var mest intressant att jämföra med den idag använda produktens förmåga. I den tredje loopen valdes det koncept som fick högst betyg i andra loopen till referenslösning. Detta val syftade till att gruppen skulle få konkreta belegg för att inget annat lösningsförslag var bättre lämpad som slutgiltigt koncept. Den sistnämnda referensen är i matrisen markerad med X då denna är motivet vilket koncepten viktas gentemot (se Tabell 2).

Koncepten värderas med tre viktningsgrader, +, - och 0. Förväntas konceptet utföra en funktion bättre än referensen erhåller den värdet +. Utför konceptet däremot en funktion sämre fås värdet - och om konceptet och referensen löser funktionen likvärdigt erhålls värdet 0.

Tabell 2 - Pughmatris

	Minskar oljespill	Förhindrar återuppträngning	Skyddar mot nedsmutsning av motorn	Vikt på produkten	Tid att använda	Enkelhet att förbereda	Åtkomlighet	Ansträngning att fylla på	Producerbarhet	Monterbarhet	
2)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0
3)	0	0	0	-	-	+	-	0	0	-	3-
6)	0	-	-	0	0	0	0	0	-	0	3-
7)	0	-	-	0	0	0	0	-	-	0	4-
8)	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0	3-
12)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1-

Sållningen genom de båda Pughmatriserna resulterade i att det slutgiltiga konceptet blev en elastisk förlängning av oljepåfyllarröret kombinerat med en låsring som möjliggör fastlåsning i två lägen. Dessa lägen består av ett nedre transportläge och ett övre påfyllningsläge.

Anledningen till att just det konceptet ansågs vara bäst var främst för att den var en av få koncept där tätningar inte krävdes. Detta eftersom den är tillverkad i ett enda stycke samtidigt som den möjliggör en fördelaktig åtkomlighet för användaren.

Däremot var detta koncept inte helt färdigutvecklat vid det här stadiet eftersom förlängningen ansågs vara möjlig att utföras genom två olika varianter. Den ena varianten gör det möjligt att förlänga konceptet genom axiell deformation av rörets bälg. Den andra varianten förlänger konceptet genom ett S-format utförande med damaskliknande zoner, vilket då resulterar i en förlängning när röret rätas ut.

För att få en bättre bild av vilken utformning som bäst lämpar sig för produktion med tanke på materialval och tillverkning rådfrågades Antal Boldizar, Professor i polymerlära. Antal förtydligade att

ett S-format rör med stor sannolikhet skulle bli svår att tillverka och förmodligen inte klara av det av Volvo ställda utmattningskravet.

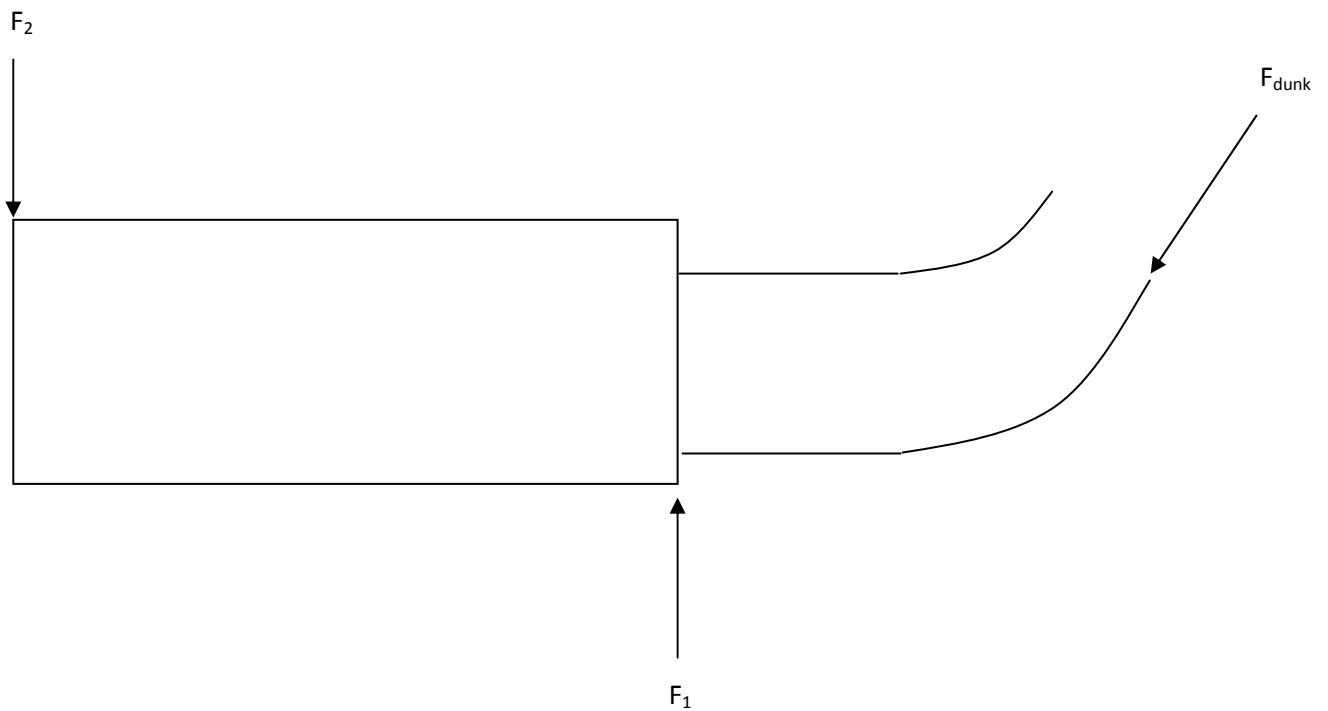
När det gällde material föreslog han materialgrupperna Nitrilgummi och Termoplastiska elastomerer som lämpliga material för den slutgiltiga konstruktionen. Dessa materialgrupper kan delas in i nedanstående undergrupper.

- Nitrilgummi
  - NBR
  - XNBR
- Termoplastiska elastomerer
  - TEEE 40D
  - TEEE 55D
  - TEEE 55D flame
  - TEEE 70D

Gemensamt för samtliga material är hög oljeresistens, goda elastiska egenskaper och förutsättningar att tåla av Volvo givna temperaturintervall (-40°C till 100°C).

Eftersom konsultationen med Antal Boldizar resulterade i en hänvisning till att använda ovan nämnda material till vårt koncept, anser vi oss ha stöd av en pålitlig källa för att ha gjort ett lämpligt materialval till konceptet. Detta val presenteras nedan.

Med hjälp av Antals rekommendationer kunde dimensioneringen av röret och materialvalet påbörjas. I början av dimensioneringsfasen användes materialparametrar (E-modul och Poisons tal för ovan nämnda material) och en friläggning av röret för att ta fram de krafter (tvärkraft, momentkraft och utdragskraft) som påverkar röret i utdraget läge (se Figur 3).



Figur 3 – Friläggning av rör och låsring

Jämviktsekvationer tagna direkt ur figur 3:

$$\downarrow: F_2 - F_1 = -F_{dunk} \sin \alpha$$

$$F_1 - F_2 = F_{dunk} \sin \alpha$$

$$\curvearrowright A: -F_1 * L + F_{dunk} \sin \alpha + F_{dunk} \cos \alpha = 0$$

$$-F_1 * L = F_{dunk} (L_2 \sin \alpha + L_1 \cos \alpha)$$

Dessa ger sedan matriserna **A** och **b**:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} F_1 & -F_2 \\ 0 & -L \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{b} = \begin{bmatrix} F_{dunk} \sin(\alpha) \\ F_{dunk} (L_2 \cos(\alpha) - L_1 \sin(\alpha)) \end{bmatrix}$$

**A** är en matris innehållande vänsterledet ur jämviktsekvationerna medan **b** är en matris innehållande högerledet av dem.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 0 & -0.12 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{b} = \begin{bmatrix} 5 * 9.81 \sin(\alpha) \\ 5 * 9.81(L_2 \cos(\alpha) - L_1 \sin(\alpha)) \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{F} = \mathbf{A} \setminus \mathbf{b}$$

$\mathbf{F}$  är sedan lösningen på ekvationssystemet  $\mathbf{Ax}=\mathbf{b}$

$$F_{lås} = 5 * 9.81 \cos(\beta) + A_{bälg} e E$$

Där  $e$  är procentuell förlängning av bälgen,  $E$  är elasticitetsmodulen och  $A_{bälg}$  är tvärsnittsarean på röret.

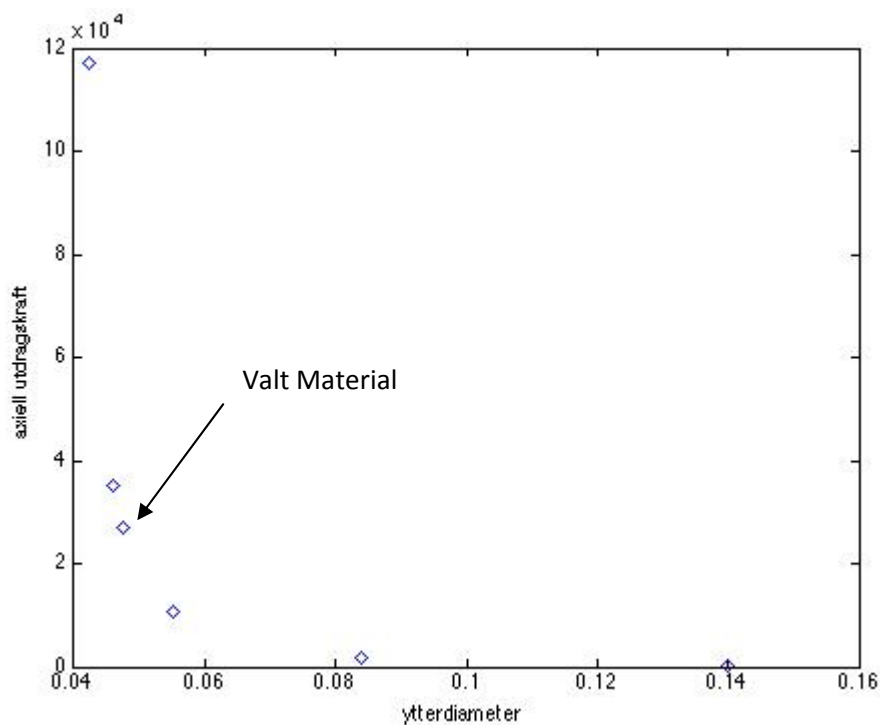
Därefter beräknades nedböjningen av munstycket enligt:

$$\omega = \frac{FL_1^3}{3EI}$$

$$I = \pi a^3 t$$

Beteckningen  $a$  står för medelradien och  $t$  för rörets godstjocklek.

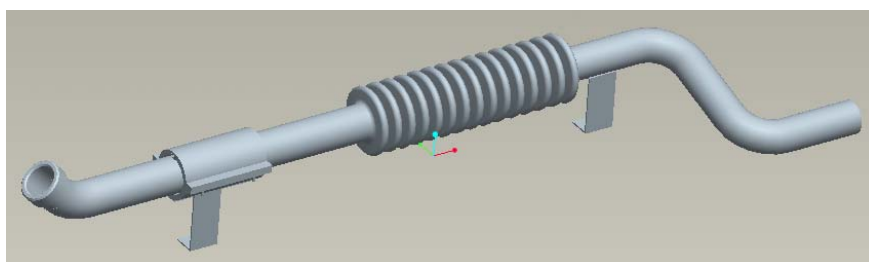
Dimensioneringen av ytterdiametern gjordes genom att sätta nedböjningen till 1 cm och därefter utföra en loop på nedböjningsberäkningen med ökande ytterdiameter. Den ökade ytterdiametern leder då till att rörets styvhet ökar, vilket leder till att nedböjningen minskar. Ytterdiametern plottades sedan mot  $F_{lås}$ , utdragskraften, för varje material och resulterade i grafen nedan. Ur grafen kunde sedan det slutgiltiga materialet, TEEE 55D, väljas, då det gav en realistisk ytterdiameter för en relativt låg utdragningskraft.



Figur 4 – Diagram över utdragskraft och nödvändig ytterdiameter för de olika material

För att få de sista dimensioneringskriterierna till bälgens utformning användes en virtuell approximation av produkten i CAD-programmet CATIA. På den virtuella produkten genomfördes en beräkning med Finita elementmetoden. I beräkningarna ändrade vi bälgens dimensioner tills önskad förlängning uppnåddes vid acceptabel dragkraft.

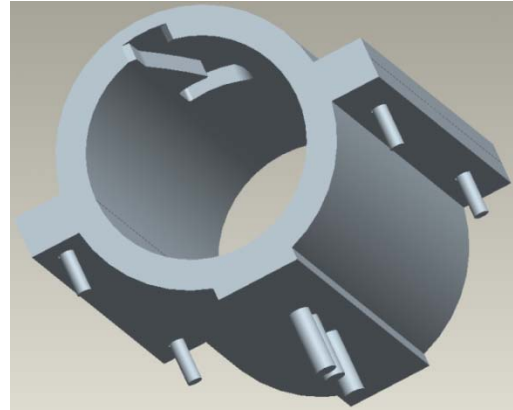
Resultatet av dimensioneringen blev att röret (se figur 5) fick en ytterdiameter på 48 mm och en innerdiameter på 40 mm. Bälgen erhöll då en innerdiameter på 35 mm och ytterdiameter på 90 mm, där godstjockleken är 1 mm och längden 311 mm. Vi bedömer att detta är tillfredsställande dimensioner som uppfyller ställda krav och önskemål. Dock behövs diverse tester i olika miljöer genomföras, vilket vi inte har möjlighet till att utföra då våra resurser är begränsade.



Figur 5 - Oljepåfyllaren

Låsringen (se figur 6) är utformad på ett sådant sätt att den skall vara enkel och säker att använda.

Den är självstyrande och självlåsand vid användning samt vid färd. Detta uppnås genom att låsringens spår är utformat på ett sådant sätt att produkten är låst vid färdläge (infällt läge). För att fylla på olja vrider man produkten medsols och drar den mot sig. Låspinnen glider då ut ur låsläget och följer spåret till nästa låsläge. När man når maximalt utdraget läge vrider man tillbaka den och den glider in i det yttre låsläget där den håller sig kvar med hjälp av



Figur 6 - Låsring

torsionskrafterna i damasken. För att återföra den gör man samma sak fast åt motsatt håll.

Användarvänlighet bidrar till ökat kundvärde då användaren på ett enkelt sätt kan fylla på oljan utan att behöva genomföra en lång och svår procedur.

Vi har valt att behålla Volvos lock och framdel (yttre rördelen med gängor och spillskydd).

Anledningen till detta är att minimera produktionsomställningar och möjliga kostnadsökningar gällande tillverkningsverktyg och reservdelar.

Produktens utformning har konstruerats med hänsyn till montering, där exempelvis låsringarna har tydliga geometriska skillnader i infästningspunkterna. Meningen med en sådan utformning är att det enkelt ska gå att montera för minimering av fel. Minimerad felmontering leder i sin tur till en kvalitetsökning samt kostnadsbesparingar då efterjustering inte blir en nödvändighet.

För att tillverka produkten med ovan nämnda dimensioner och former kom vi inom gruppen fram till att formblåsning skulle användas som tillverkningsmetod, då metoden är billig och lämpar sig bra för rörkonstruktioner. Låsringen och munstycket tillsammans med spillskyddet behöver dock tillverkas med formsprutning eftersom dessa geometrier är för komplexa för formblåsning. Då vi använder den befintliga produktens munstycke har gruppen konstaterat att svetsning är det enda monteringsalternativet.

Då en kostnadsuppskattning skulle göras över tillverkning och montering av produkten använde vi oss av Swift-metoden, som går ut på uppskattning av kostnader genom tabeller och diagram givna i *Process Selection From Design to Manufacture*<sup>5</sup>. De två framtagna kostnaderna läggs sedan ihop för att få den totala kostnaden för produkten. Kostnaden kan uppskattas för en process utan att utföra

---

<sup>5</sup> *Process Selection From Design to Manufacture*, Swift och Booker, Butterworth Heinemann, 2nd Edition 2006.

den. Resultatet av beräkningarna gav att den totala kostnaden enligt metoden blev 156 kr, vilket troligtvis kommer bli lägre då tillverkningen av produkten påbörjas.

Då det inte fanns korrekta Swift-diagram att tillgå för den av gruppen valda tillverkningsmetoden (formblåsning) rådfrågades handledare Lars Almefelt om fromsprutning istället kunde användas vid beräkningarna. Detta resulterade just i en något dyrare tillverkningsprocess, där vi kan anta en lägre kostnad för den korrekta tillverkningsmetoden, formblåsning. Vi kunde snabbt konstatera att Swift-modellen inte lämpade sig speciellt bra för vår produkt på grund av vår tillverkningsmetod. Dessutom blev det många tveksamma uppskattningar, vilket inte resulterar i något trovärdigt resultat

## Slutsatser

Projektgruppen hade som uppgift att vidareutveckla den av Volvo Lastvagnar idag använda oljepåfyllaren, dvs. omkonstruera det rör som vid påfyllning av olja transportera oljan från munstycket placerat i lastbilens front till dess motor. Oljepåfyllaren behöver förändras då Volvo Lastvagnar har för avsikt att genomföra en stabilitetshöjande åtgärd i lastbilshytten, vilket skulle innebära att oljepåfyllaren blir svåråtkomlig för användaren. Åtgärden består av en plåt i vilken Volvo ämnar konstruera två hål, där ett av dem placeras framför spolävskan och det andra framför oljepåfyllaren, vilket då möjliggör en viss åtkomst av produkten .

Syftet med projektet är med andra ord att ta fram en vidareutveckling av den idag använda oljepåfyllaren för att lösa de problem stabilitetsplåten medför och som den nuvarande produkten inte kan lösa.

Gruppens mål var att i möjligaste mån uppfylla Volvos inledande krav på pris, montering, mått, placering och flödes hastighet. Samtidigt fanns även önskemål ställda av projektgruppen att öka kundvärdet på produkten genom hänsynstagande till önskemål ställda av produktens användare.

I samband med kartläggningen av kunders åsikter, vilken genomfördes strax efter att projektet hade initierats, utfördes en mindre marknadsundersökning bland slutkunder, dvs. lastbilschaufförer i form av användare av produkten. Undersökningen syftade till att ge projektgruppen en kreativ sporre och tänka utanför ställda ramar om hur den nya produkten skulle kunna utvecklas samt vilka funktioner hos denna som av slutkunder anses vara viktiga att ha med hos en nytvecklade produkt.

Resultatet av undersökningen visar att majoriteten av slutkunder ansåg den nuvarande oljepåfyllaren sitta för högt upp samt att den var svåråtkomlig vid användning. Detta resulterade i att gruppen främst inriktade sitt arbete på att göra den nya produkten mer lättåtkomlig för användaren då placeringen på

produkten var enligt Volvo Lastvagnar och deras beräkningar (förmedlat av kontaktpersonen Fredrik Lejestrand) inte möjligt att ändra.

Genom att följa väl utarbetade metoder i handboken för produktutveckling "The Value Model"<sup>6</sup> har gruppen tagit fram en produkt som utför dess huvudfunktion "underlättar påfyllning av olja" väl och uppfyller de av Volvo Lastvagnar ställda kraven. Den nya produkten gör hanteringen av olja vid påfyllning mer lätthanterligt för brukaren då det är möjligt att förlänga röret. Detta är realiserbart genom att en damask är integrerad i rörets konstruktion som möjliggör elastisk förlängning av röret.

För att töjningen inte ska återgå till obelastat utgångsläge under användning av produkten har en låsring konstruerats som skall hålla röret på rätt plats. Denna låsring har två lägen där ett övre läge används vid oljepåfyllning och håller rörets munstycke utanför stabilitetsplåten medan ett undre läge är rörets normalläge inuti motorrummet. Denna förlängning anser projektgruppen vara till fördel för både uppdragsgivare och slutkunder. Detta motiveras genom att den nya produkten tillmötesgår både uppdragsgivarens krav på kostanden för tillverkning och montering av produkten (€15 per produkt) och resultatet av den utförda kundundersökningen på ett tillfredställande sätt. Det sistnämnda argumentet styrks dels genom att det tunga arbetet med att hålla uppe en oljedunk vid påfyllning nu är lättare eftersom avlastning mot produktens mynning är möjligt och dels är den nya produkten mer lätthanterlig då den på ett enkelt sätt är nåbar för användaren i samband med påfyllning.

För att nå de ovan nämnda fördelarna har gruppen dessvärre varit tvungna att göra avkall på två positiva egenskaper den befintliga produkten har. Dels har den nya produkten inte varit möjligt att tillverka i en enda hel komponent likt den idag använda modellen vilket beror på att en ny komponent, låsringen, har införts.

Dels har även den nya produktens materialval påverkats på grund av rörets nya geometri vilket möjligtvis leder till kostnadsförändringar på produkten. Tidigare har polypropen använts som material vilket gruppen valde att byta ut mot gummimaterialet TEEE då den nya geometrin kräver ett material med hög oljeresistens, goda elastiska egenskaper och ställda krav på temperaturtålighet (-40°C till 100°C). Även låsringens material skiljer sig från den tidigare produktens material och är valt till polyeten.

Även om projektgruppen stöder den nyutvecklade produkten till fullo finns det dock delar av konceptet som kan vidareutvecklas ytterligare för en än mer optimal produkt. I dagsläget består den nyutvecklade produkten av två komponenter där delarna dessutom är tillverkade i två olika material.

---

<sup>6</sup> *The Value Model; How to Master Product Development and Create Unrivalled Customer Value*, Lindstedt & Burenus, Nimba 2004.

Oftast kräver detta faktum två olika tillverkningsmetoder vilket innebär ökade kostnader för företaget. Optimalt vore det även med färre antal moment vid monteringen av produkten vilket kan resultera i lägre tillverknings- och monteringskostnader.

I nuläget kräver dock konceptets geometri två material för att tillräcklig stabilitet skall uppnås i låsringen. Detta eftersom rörets material TEEE, inte i sig är styvt nog för låsringens utformning. För att kunna producera produkten i ett enda material med dessa två detaljer krävs en tillverkningssteknik som ännu inte är utvecklad. Alternativt måste hela konceptet omkonstrueras då den geometri som gruppen valt att använda skulle vara möjlig att tillverka på annat sätt än det planerade (formblåsning).

Slutligen kan konstateras att produkten kan vara realiserbar om uppdragsgivaren satsar på produktidén så att ytterligare två faktorer uppfylls. För det första krävs mer resurser i form av specialiserade kunskaper kring material- och tillverkningssteknik för att göra om och eventuellt optimera val av produktens material eller tillverkningsmetod. För det andra krävs mer resurser i form av pengar för att möjliggöra tillverkning av fullgoda prototyper så att utvecklade tester på dessa kan utföras och utvärderas.

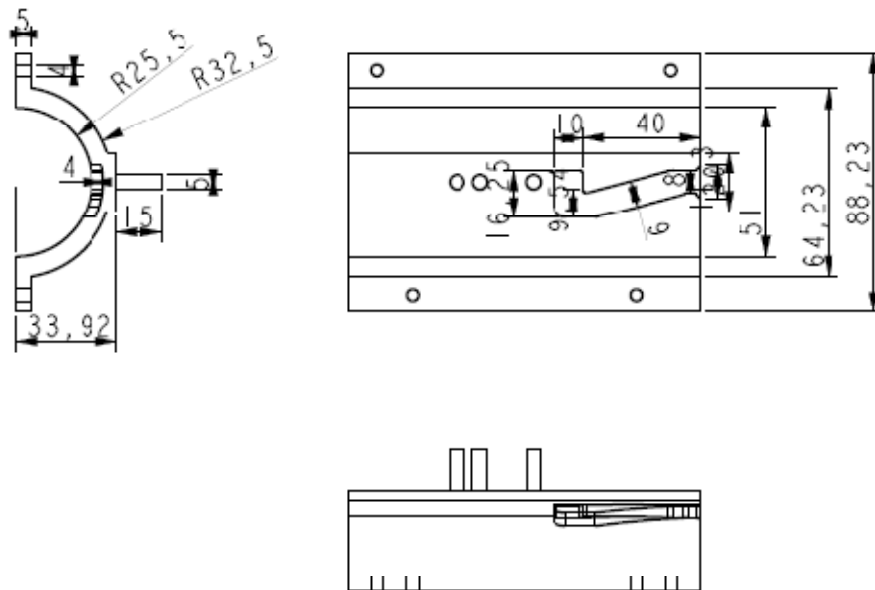
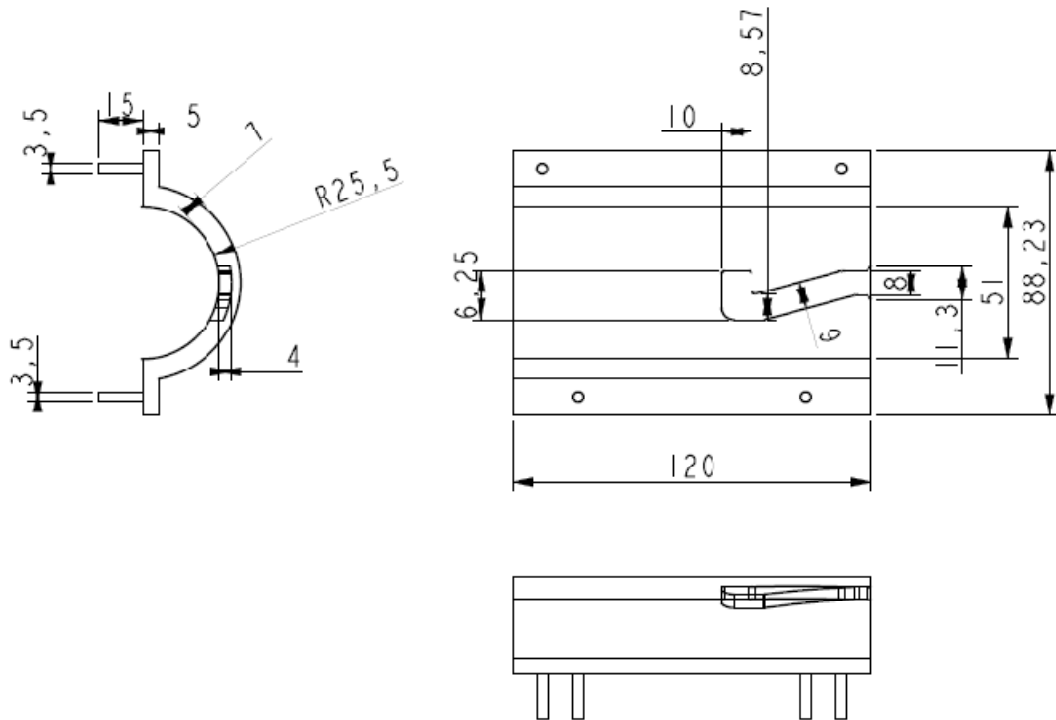
## Källförteckning

- Datorprogram för materialval, *CES*. Chalmers Tekniska Högskola
- IKOTs hemsida, [www.ikot.se](http://www.ikot.se). Eget material skrivet under projektets gång
- Lindstedt & Burenius (2004) *The Value Model; How to Master Product Development and Create Unrivalled Customer Value*. Nimba
- Personlig kontakt, *Antal Boldizar*; Professor i Polymerlära; Institutionen för Material- och tillverkningsteknik, Chalmers Tekniska Högskola
- Personlig kontakt, *Fredrik Lejestrand*; *Volvo Lastvagnar*, Uppdragsgivare
- Personlig kontakt, *Åkare*; *Stefan Holmberg*, *Anders Karlsson*, *Johan Mazetti*, *Mårten Newman*, *Daniel Samuelsson*, Kundundersökning
- Servicecenter, *Scania Lastbilar & IVECO Lastbilar*, Göteborg
- Swift & Booker (2003) *Process Selection From Design to Manufacture*. (2. ed.) Burlington: Butterworth Heinemann

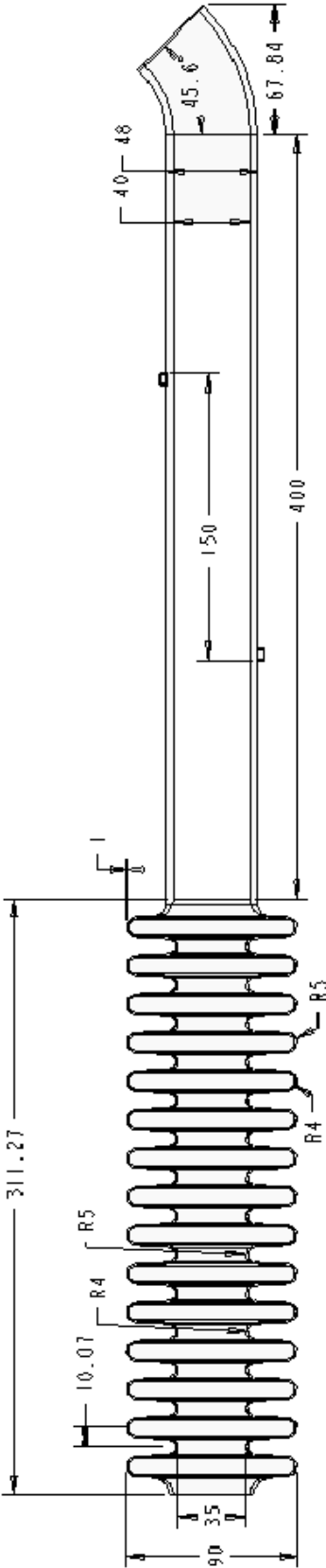
- 

## Bilaga A

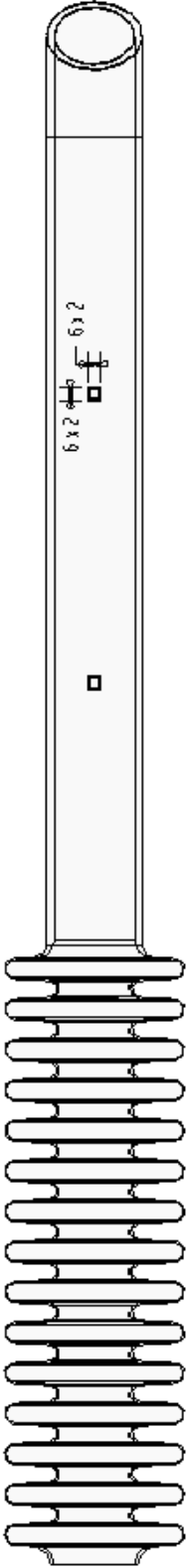
Låsring, över och under halva



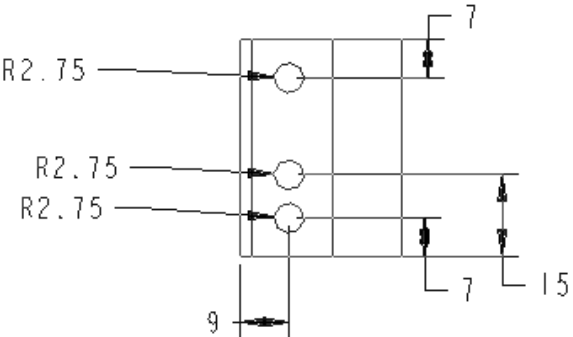
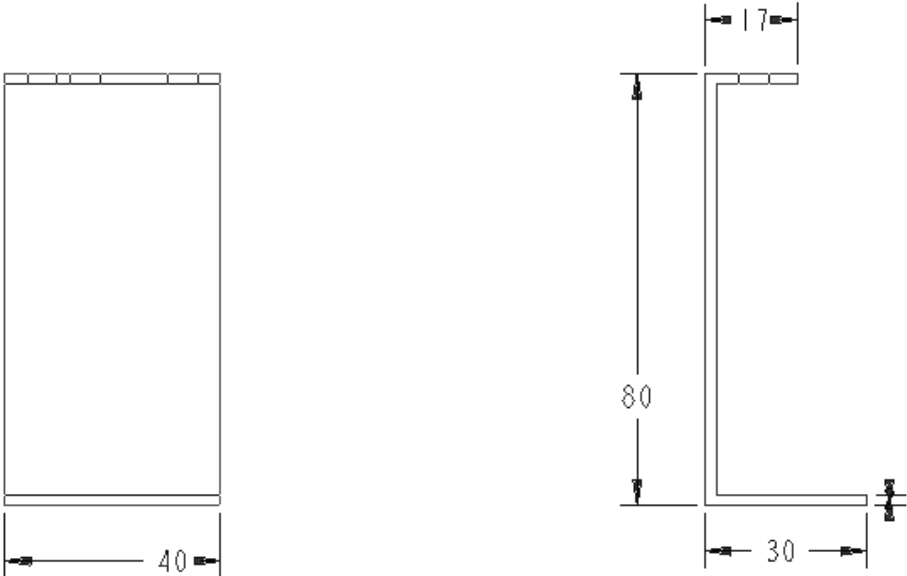
Rör



SCALE 0,500



Fäste



## Bilaga B

### Kundundersökning med fyra lastbilschaufförer (ej fiktiv)

#### Hur ofta fylls olja på per år och vem/vilka gör detta?

Svar:

1. Jag själv (chauffören) fyller på varannan månad och då maximalt två-tre liter per gång. Det fylls även på vid service.
2. Två gånger om året fyller jag på själv.
3. En gång i halvåret och det är jag (chauffören) och mina kollegor som gör det.
4. Två gånger per år.

#### Hur ser du på om/när du själv fyller på olja?

Svar:

1. Fyller på med fyraliterskanna eller fat med slang.
2. Fyller på med fyraliterskanna eller fat med slang.
3. Böktigt och krångligt att se. Jag använder plåtkanna med pip och sölar väldigt mycket och det är svårt att komma åt.
4. Pump, liknande sådan vid bensinstationerna.

#### Hur ser ditt förtroende ut för produkten i nuläget?

Svar:

1. Den är sämre än Scantias (kör både Volvo och Scania)
2. Jag tycker att den är helt okej (kör en Volvo)
3. Det håller väl (kör en Volvo).
4. Anser att Scantias är bättre (kör inte längre).

#### Vilka problem har du med produkten?

Svar:

1. Det går inte att tömma det sista ur dunken och påfyllaren sitter för högt upp.
2. Har inga problem.
3. Lätt att söla väldigt mycket, det är svårt att komma åt och svårt att "träffa rätt".
4. Den är svår att komma åt men pumpen underlättade något.

#### Av de olika tillverkarna du jobbat med, vem har bäst lösning och varför tycker du bäst om just den?

Svar:

1. Scania, eftersom det går att tippa ner det sista i femlitersdunken då den sitter nere på sidan.
2. Har bara kört Volvo så kan inte uttala mig om det.
3. Har kört andra märken än Volvo men har inte varit under huven och bytt olja på dessa.
4. Scania för att de förr i tiden använde momentomvandlare.

**Vems produkt fungerar minst bra och vad är det som gör det mindre bra?**

Svar:

1. Har bara kört Volvo och Scania och tycker bättre om Scania.
2. Har bara kört Volvo så kan inte säga något om det.
3. Har bara kört Volvo så kan inte säga något om det.
4. Har inte kört fler än Volvo och Scania så kan inte säga något speciellt om det.

**Hur skulle du vilja att den fungerar i framtiden (förslag till förbättringar)?**

Svar:

1. Vill ha den mer lättåtkomlig och den får gärna vara placerad lägre.
2. Skulle vilja ha den så lågt ner som möjligt och mer utrymme ovan så att jag kan fylla på med vad som helst (stor dunk eller liknande).
3. Ha den längre ut så att jag kan råka "spilla" utan att kleta ner hela motorutrymmet.
4. Mer lättåtkomlig, helst ha den placerad på sidan för att inte spilla på känsliga komponenter.

**Händer det att produkten går sönder och vad är det i så fall som har varit felet/problemet?**

Svar:

1. Nej det har aldrig hänt.
2. Har aldrig gått sönder.
3. Den har aldrig gått sönder.
4. Nej, aldrig.

<b>Chalmers</b>	<b>Dokumenttyp</b> <b>Projekt</b>	<b>Kravspecifikation</b> Extendable oil filling
<b>Utfärdare:</b> Grupp B7		<b>Skapad:</b> 090213 <b>Modifierad:</b> 090302
<b>Funktioner</b>	<b>Kriterier</b>	<b>K/Ö*</b> <b>Vikt**</b> <b>Verifieringsmetod</b> <b>Referens</b>

### Huvudfunktion:

Produkten underlättar påfyllning av olja

Påfyllningshastighet	10 liter/min	K	Test	Kund
Påfyllningshastighet	>10 liter/min	Ö	Test	Kund
Konstruktion	Låg/obefintlig bullernivå	Ö	Mätning av ljudnivå	Kund
Belastning vid påfyllning	Tåla en full fyralliters oljekanna	K	Test	Kund
Flexibilitet	Klara tippning av hytt	K	Test	Kund
Flexibilitet	Klara hytt rörelser på 35 mm i vertikalled	K	Test	Kund
Innerdiameter på mynningen	Ø53.2 mm	Ö	CAD-ritning	Uppdragsgivare
Innerdiameter på slutmynningen	Ø35 mm	K	CAD-ritning	Uppdragsgivare
Material	Oljebeständig	K	Materialval	Kund
Material	Vibrationstålig	K	Materialval	Kund
Material	Temperatur -40°C till 100°C	K	Kontroll av material	Kund
Förlängning	8 cm utanför plåten	Ö	Test	Kund

### Tilläggsfunktioner:

Produkten minskar konsekvenserna av oljespill

Spillskydd	Samla upp spilld olja	Ö	5	Test	Kund
------------	-----------------------	---	---	------	------

Produkten förhindrar återuppträning av olja (under färd)

Lock	Förhindra smutsnedträning till motorn	Ö	5	Test	Kund
------	---------------------------------------	---	---	------	------

Produkten anger oljekvalitet (genom märkning)

Markering	Markering med oljekvalitén	Ö	3	Visuell	Kund
-----------	----------------------------	---	---	---------	------

Produkten skyddar mot nedsmutsning av motorn (vid oljepåfyllning)

Tät	Förhindra smutsnedträning till motorn	K		Test	Kund
-----	---------------------------------------	---	--	------	------

## Oönskade funktioner:

Konstruktionen bidrar till ökad tjänstevikt

Produktvikt	Ca 700 gram	Ö	5	Beräkning mha CAD	Kund
Produktvikt	<700 gram	Ö	3	Beräkning mha CAD	Kund

Produktens placering främjar oljespill

Placering	Undvika höga lyft för användaren	Ö	4		Kund
-----------	----------------------------------	---	---	--	------

Miljöpåverkan

Material	Inga giftiga material	K		Materialval	Kund
Material	Ej miljöfarligt	K		Materialval	Kund

Slitage

Livslängd	3500 påfyllningscykler	K		Uthållighetstest	Kund
-----------	------------------------	---	--	------------------	------

## Utgifter:

Inköpskostnad

Tillverkningskostnad	Ca € 15	K		Beräkning	Kund
----------------------	---------	---	--	-----------	------

Driftkostnad

Tillsyn	Vid service av lastbil	Ö	3	-	Kund
---------	------------------------	---	---	---	------

\* Krav/Önskemål

\*\* Viktat mellan ett och fem där fem är mest önskvärd