

# Ny teknik för att koppla kopparrör upp till 12 bar

*Muhanad Hussain och Tamar Jassim*

---

*Avdelningen för Maskinkonstruktion • Institutionen för Designvetenskaper  
Lunds Tekniska Högskola • Lunds Universitet • 2015*







Avdelningen för Maskinkonstruktion, Institutionen för designvetenskaper  
Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet  
Box 118  
221 00 LUND

## **Förord**

This thesis is performed as part of our Master degree in since of Mechanical Engineering/product development, at the Facility of Engineering in Lund University.

Beruca Company in Malmö has been a great help for us and gave all the resources that we need to accomplish this thesis. They have inspired us for new ideas and have made a lot of comments on our work, so we would like to thank them for their effort.

Our sincere thanks go to Per Kristav, our supervisor at LTH for his advice and support in the process of writing and presenting our thesis.

A special thanks to Alex Alameeri the CEO of Beruca for giving us time to make our practical part of our thesis in his workshop.

Lund, February 2015

Tamar Jassim & Muhanad Hussain



## **Abstract**

The Construction of water system whether it's installed in house or factory consists of pipes and its fittings. Welding, pressing and joining are different methods which can be used to join the pipes with fittings, and the best way to decide which method is more suitable than the other is to check its working condition.

All the methods that have been mentioned above have its advantages and disadvantages as far as time, cost and environmental effect.

The use of copper pipes system is one the most popular ways to build a water system, and in order to achieve a system that have no water leakage while connecting the pipe with fittings, relatively heavy machines is being used.

Replacing this machine with a new method that makes the job easier was a demand from many VVS workers that we have interviewed. And never the less focusing on the fitting that is always been thrown after renovating or doing service on the water pipe systems was one of the priorities for us.

**Keywords:**Product development, copper pipes, copper fittings, pipe connection.





## Sammanfattning

Detta arbete är skrivit som en del i en civilingenjörsutbildning på Lunds Tekniska Högskola, LTH. Idén bakom arbetet har uppkommit under arbetslivserfarenhet inom installation av kylanläggningar och rördragning. Vid rördragning används olika typer av kopplingar och i olika sammanhang används monteringsmetoder som kan bestämmas i förväg efter arbetsvillkor.

Tanken var att hitta en snabb och miljöanpassad teknik som underlättar hantering av kopparrör vid installation och service.

Metoden som används i detta arbete är *Product design and Development* utarbetad av Karl T. Ulrich och Steven D. Eppinger.

Det första som gjordes var att samla in kundbehov genom att intervjua sex tekniker som är inblandade i installationsbranschen. Det visade sig att det finns behov av en återanvändbar koppling som kan ersätta dagens kopplingar. En benchmarking gjordes för de existerande produkterna på marknaden med mätbara egenskaper för att uppnå optimala specifikationer. Därefter började konceptförslag genereras. Med hjälp av urvalmatris och konceptrankningsmatris valdes ett koncept som gick till vidareutveckling. Det slutliga konceptet testades och utsattes för verkliga driftsvillkor och det visade sig att det uppfyller alla krav och önskemål som fastställdes.

Det koncept som tagits fram består av den befintliga presskoppling och en roterande hylsa. Rotationen gör att teknikern kan montera kopplingen från olika vinklar. Hylsan har en stoppskruv som ersätter pressfunktionen som dagens maskin utför.

Kopplingen kan tillverkas genom att hylsan placeras på kopplingen där ett invändigt spår för gummiring finns.



# Innehållsförteckning

<b>1 Introduktion .....</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Mål och avgränsningar .....	1
1.3 Tillvägagångssätt .....	1
1.3.1 Identifiering av kundbehov .....	1
1.3.2 Upprättning av målspecifikation .....	2
1.3.3 Generering av produktkoncept .....	3
1.3.4 Val av koncept .....	3
1.3.5 Koncept testning .....	3
<b>2 Fakta om Kopparrör och kopplingar .....</b>	<b>5</b>
2.1 Användningsområde .....	5
2.1.1 Vattenledningar .....	5
2.1.2 Uppvärmning system .....	5
2.1.3 Kylning (indirekta kylsystem) .....	6
2.2 Olika kopplingstekniker .....	6
2.2.1 Löd kopplingar .....	6
2.2.2 Klämringkopplingar .....	7
2.2.3 Presskopplingar .....	8
<b>3 Identifiera kundbehov .....</b>	<b>9</b>
3.1 Samla in rådata från kunder .....	9
3.2 Tolka rådata till kundbehov .....	9
3.2.1 Kundutlåtande .....	9
3.2.2 Tolkat behov .....	11
3.3 Organisera behoven hierarkiskt i primära, sekundära (och eventuellt) tertiära behov .....	12
3.4 Fastställa behovets relativa betydelse .....	13
3.5 Reflektera över fasen och processen .....	13

<b>4 Upprätta målspecifikationer.....</b>	<b>14</b>
4.1 Sammanställa av en lista med mätbara storheter .....	14
4.2 Benchmarking .....	16
4.3 Ideala och marginella målspecifikationsvärden .....	17
4.4 Reflektera över fasen och processen. ....	18
<b>5 Generering av produktkoncept.....</b>	<b>19</b>
5.1 Problem definiering .....	19
5.2 Söka externt .....	19
5.3 Söka internt .....	20
5.3.1 Koncept A .....	20
5.3.2 Koncept B .....	22
5.3.3 Koncept C .....	23
5.3.4 Koncept D .....	25
5.3.5 Koncept E .....	26
5.3.6 Koncept F.....	28
5.3.7 Koncept G .....	29
5.3.8 Koncept H .....	30
<b>6 Val av koncept .....</b>	<b>31</b>
6.1 Koncept Screening .....	31
6.2 Koncept scoring .....	33
<b>7 Koncept testning .....</b>	<b>37</b>
7.1 Material.....	37
7.2 Genomförandet .....	37
<b>8 Slutsats och Reflektion .....</b>	<b>41</b>
<b>9 Utvärdering och Rekommendation .....</b>	<b>42</b>
9.1 Tidsplan.....	42
9.2 Alternativ .....	42
9.3 Brister .....	43
<b>10 Referenser.....</b>	<b>45</b>
10.1 Litteratur .....	45
10.2 Internet .....	45
10.3 Bilder .....	46
<b>Bilaga A : kund intervju.....</b>	<b>47</b>
<b>Bilaga B : Tidsplan .....</b>	<b>49</b>

<b>Bilaga C : Benchmarking .....</b>	<b>51</b>
--------------------------------------	-----------

# 1 Introduktion

## 1.1 Bakgrund

Konstruktionen av ett flödesystem omfattas av rördragning. Rördragningar i sin tur omfattas av själva röret och många olika kopplingar som böj-koppling, T-rör, förminskningar och muffar. Varje teknik har en egen typ av koppling, driftsvillkor och användningsområde som bestämmer vilken typ som bör användas.

Syftet med arbetet var att hitta en koppling som kan monteras och demonteras utan att skapa deformation i både kopplingen och röret, vilket ger möjligheten att de kan vara återanvändbara.

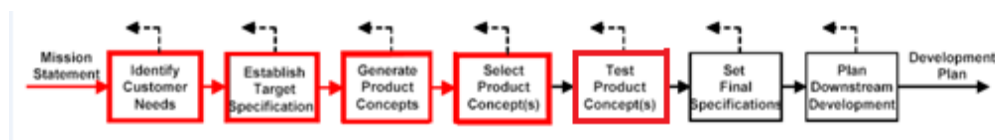
## 1.2 Mål och avgränsningar

Målet med arbetet är att hitta eller utveckla en ny teknik för att koppla kopparrör. Den önskade lösningen skall ersätta de existerande lösningar med bättre egenskaper som t.ex. monterings tid, monterings svårighet och med stort fokus på återanvändbarhet.

Arbetet ska fokusera bara på lågtryckssystem upp till 12 Bar. Användningsområde för detta tryck är väldigt stor som t.ex. i vattenledningar, uppvärmningssystem och indirekta kylsystem.

## 1.3 Tillvägagångssätt

Projektet kommer att följa samma tillvägagångssätt som beskrivs av Ulrich och Eppinger i *Product Design and Development* [1]. De delar av produktutvecklingsprocessen som kommer behandlas i projektet är: -



Figur 1.1 Produktutvecklingsprocessen, omarbetat efter [1, s. 94]

### 1.3.1 Identifiering av kundbehov

För att etablera kundbehov måste information samlas in från kunder som jobbar med den befintliga tekniken. Direkt kontakt med de kunder har hjälpt oss att åstadkomma lösningar som möter kundernas förväntningar.

För att identifiera kundens behov, följs stegen nedan: -

- **Samla rådata från kunder.** Detta har skett genom att intervjua kunder på deras arbetsplats eller när de handlar VVS-material hos *Ahlsell* som säljer installationsprodukter. Observationen då produkten används har gett oss förståelse av kundens behov. Kunderna har oftast varit kyltekniker och butiksäljare av VVS-material. Interaktionen med kunder har blivit dokumenterad med hjälp av fotografering och anteckningar.
- **Översätt rådata i termer av kundbehov.** Rådata som har samlats in från kunder har översatts till termer av kundbehov om vad produkten ska göra och hur den kommer att se ut.
- **Organisera behoven i en hierarki.** All information som samlades bör organiseras i en hierarki med primära, sekundära och om det behövs tertiära behov. Hierarkin börjar med det behov som har störst efterfrågan sedan kommer sekundära etc.
- **Etablera den relativa betydelsen av behoven.** De olika behoven viktades för att avgöra hur stor betydelse de har i förhållande till varandra. Vikten presenteras med ett heltal mellan 1 och 3 där 1 är icke önskvärt och 3 är ett måste för kunden.

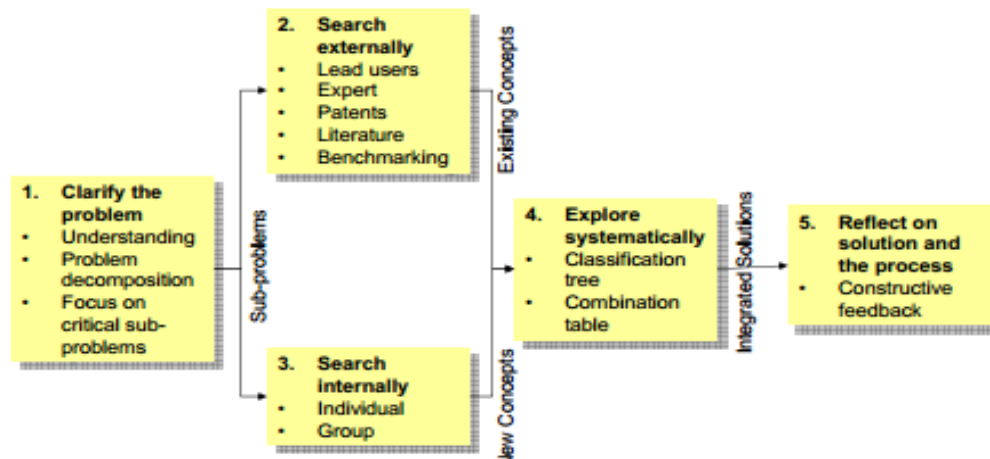
### 1.3.2 Upprättning av målspecifikation

Denna process åstadkommes genom att följa tre steg:

- Sammanställning av en lista med mätbara storheter som kopplar varje specifikation till en mätbar storhet.
- Insamling av data för benchmarking, d.v.s. att undersöka marknadens konkurrerande produkter. Detta är ett avgörande steg som avgör den nya produkten förmåga att konkurrera på marknaden.
- Bestämning av idealt och acceptabelt målvärde. Det ideala värdet motsvarar det värde man önskar sig att produkten ska leva upp till och det acceptabla värdet motsvarar en produkt som i stort sett uppfyller kundbehoven och som kunden skulle vara nöjd med.

### 1.3.3 Generering av produktkoncept.

Enligt U & E är produktkoncept en ungefärlig beskrivning av teknologin hos produkten, hur produkten ser ut och hur den ska fungera. Processen omfattas av olika steg som illustreras i figuren nedan.



Figur 1. 2 Fem- steg processen, omarbetat efter [1, s. 94]

### 1.3.4 Val av koncept

Olika metoder kan utnyttjas för att välja ett slutgiltigt koncept. Några av metoderna som projektet har använt sig av är urvalmatris och konceptrankningsmatris. Det koncept som fick högsta betyg fick fortsätta till vidareutveckling.

### 1.3.5 Koncept testning

Slutliga konceptet tillverkas i Lunds tekniska högskolas verkstad i IKDC. Testet utförs i Burecas verkstad genom att kopplingen utsattes för verkliga driftsvillkor och det visade sig att den uppfyller alla krav och önskemål som fastställdes.





## 2 Fakta om Kopparrör och kopplingar

Koppar är det mest populära rörmaterial som använts i rörsystem genom alla tider. Redan 4500 år sedan användes kopparrör i Egypten[2]. Kopparörens egenskaper beskrivs nedan.

1. Kopparrör har kraftigt motstånd mot korrosion. Koppar rostar inte på grund av luft, fukt och ultravioletta strålar och har starkt motstånd mot fett, lösningsmedel och oljor. Den långa livslängden utan att förändra sin egenskaper är en fördel som bara få andra rörtyper kan uppvisa.
2. Kopparrör kan återvinnas och nu återvinns 80 % av den koppar som bryts och betraktas som en energivinst.
3. De kan användas i många olika typer av kyl- och ång-system eftersom de bibehåller sina egenskaper från -200 till +250 °C.
4. Kostnader för kopparrör i förhållande till egenskaper är konkurrenskraftigt.
5. Koppar är brandsäkert och genererar inga giftiga gaser.
6. Det finns ingen risk för att koppar lagras i kroppen.
7. Koppar har en låg längdutvidgningskoefficient.
8. Kopparrörs styvhet gör att det kan bära komponenter som ventiler och filter och det krävs minimalt stödfäste. Rören kan installeras horisontellt och vertikalt utan risk för böjning.
9. Nya kopplingstekniker för kopparrör ger en snabb installation.

### 2.1 Användningsområde

De goda egenskaper och kvalitet i kopparrören ger ett brett användningsområde i olika driftsvillkor. Eftersom projektet bara fokuserar på lågtryckssystem som tål maximalt 12 bar så listas nedan bara användningsområden för dessa driftsvillkor.

#### 2.1.1 Vattenledningar

Kopparrör är det mest populära inom vattenledningar. Det kan ge perfekt resultat i mer än 100 år. Livslängden på vattenledningar som utförs med moderna kopparrör kan uppskattas till 50 år[3]. Maximalt tryck i vattenledningar är 5 bar enligt VASYD som är leverantör av rent vatten i Malmö, Lund, Eslöv och Burlöv.

#### 2.1.2 Uppvärmning system

I värmesystem används kopparrören eftersom koppar har en välkänd förmåga att leda värme. Dessutom har materialet många andra fördelar såsom korrosionsbeständighet, lätt att bearbeta och lång livslängd. Trycket i ett slutet värmesystem är oftast under 3 bar[4].

### 2.1.3 Kylning (indirekta kylsystem)

Kopparrör är de mest populära i alla kylsystem. Kylsystem kan delas in i två huvudtyper, direkt kylsystem och indirekt kylsystem.

I ett direkt kylsystem sker det ingen extra värmeväxling på kondensor- eller förångarsidan. D.v.s. förångaren står i direkt kontakt med luften eller vätskan som skall kylas ner och kondensorn avger värme direkt till omgivningen. Ett exempel på direkt kylsystem är hushålls-kyl och frysskåp. Tryckområde i detta systemet är (7-55) bar[5].

I ett indirekt kylsystem sker en extra värmeväxling på både förångar- och kondensorsidan. En central kylmaskin kan försörja flera kylmöbler med hjälp av en vätska som transporterar kylan som kallas för köldbärare. Köldbäraren pumpas till kylbatterier som placeras i kylmöbler. Där kyls luft och sedan kyls varor. På kondensorsidan överförs värmen till en vätska som kallas för kylmedel. Värmen kan återvinnas i luftvärmaren och vattenvärmaren eller släppas ut i luften med hjälp av kylmedelkylare. Trycket i rördagningar som innehåller köldmedium kan uppnå 25 bar men alla rördagningar som innehåller köldbärare och kylmedel har maximalt tryck på 2,3 bar [6].

## 2.2 Olika kopplingstekniker

Det finns flera olika sätt att koppla kopparrören och man tillämpar sättet efter behovet och driftsvillkor.

### 2.2.1 Löd-kopplingar

Löd-kopplingar är väldigt kraftfulla kopplingar som kan tåla extremt högt tryck och därför används de i högtryckssystem som t.ex. kylsystem med köldmedium som flödesämne.

Lödning är den vanligaste metoden och beskrivs som en fogning av materialföremål som sker genom uppvärmning av både röret och kopplingen som ska kopplas ihop genom smältning av en tillsatsmetall som har lägre smälttemperatur än den metall som ska sammanfogas, Se figur 2.1.

Processen består av 4 steg[7].

1. Först bör man rensa båda röret och kopplingen ordentligt då de måste vara exceptionellt rena och fria från oxider. Den vanligaste metoden för rengöring är sanering och mekanisk rengöring.
2. Röret och kopplingen skall vara nära monterad med anslutningstolerans på 0,03-0,08 mm.

3. Uppvärmning av både röret och kopplingen med Acetylen-flamma med en temperatur på över 450°C. Ibland använder man ett lödpulver som flussmedel.
4. Ett slaglod i mässing med en kopparhalt (det beror på arbetsvillkor och varierar mellan 2-55%) smälts där man nyttjar kapilläreffekten för att få sammanfogningsmaterialet att fylla ut fogen.

Att använda löd-kopplingar i lågtryckssystem har vissa nackdelar som t.ex:

- Det tar relativt lång tid att löda en koppling.
- En koppling kan bara lödas en gång och kan inte återanvändas.
- Det krävs tung löd-utrustning.
- Lödningen måste utföras av en certifierad tekniker och en medhjälpare med två brandsläckare.
- Brandfarligt med risken med av uppvärmning av koppling och röret som brukar vara mellan 450-1000 C°.



**Figur 2.1** Löd koppling

### 2.2.2 Klämringkopplingar

Klämring, se figur 2.2, är en vanlig typ av rörkopplingar som används i lågtryckssystem som t.ex. vattenrör som brukar vara 5 bar. Tekniken är oerhört effektiv men har vissa nackdelar som t.ex.

- Det tar relativt lång tid att koppla en koppling.
- I stora rördiametrar kan det vara svårt och kräver ett kraftigt moment för att spänna kopplingen.
- Kopplingsdiametern är större än rörets diameter vilket utgör svårighet vid isolering.



**Figur 2.2** Klämringkopplingar

### 2.2.3 Presskopplingar

En väldigt effektiv teknik som används i lågtryckssystem som är säker, smidig och snabb se figur 2.3. Man kan väldigt lätt montera kopplingen och pressa den med en pressmaskin. Nackdelar med den här tekniken är:

- Man kan inte demontera kopplingen för att utföra service t.ex. byte av gummiring om en koppling läcker.
- Pressmaskinen är relativt dyr och måste man ha en presskäft till varje rördiameter.
- Man kan inte återanvända kopplingen.



**Figur 2.3** Presskopplingar

## 3 Identifiera kundbehov

Insamling av data gjordes genom ett antal intervjuer med både VVS- och kyltekniker. Deras kundutlåtanden tolkades sedan om till kundbehov som sedan även delades upp i primära och sekundära behov. De olika behoven viktades för att avgöra hur stor betydelse de har i förhållande till varandra.

### 3.1 Samla in rådata från kunder.

För att samla in rådata från kunder gjordes intervjuer med sex stycken kyl- och VVS-tekniker om hur de upplever befintliga kopplingar och dess verktyg i deras arbetsuppgifter. Frågor och svar från intervjuerna med teknikerna hittas i BILAGA A kundbehov.

### 3.2 Tolka rådata till kundbehov.

De insamlade kunduttalande tolkades om till kundbehov som beskrivs nedan:

#### 3.2.1 Kundutlåtande

1. Jag vill kunna utföra reparation till kopplingen vid vattenläckage.
2. Jag tycker att det finns stor brandrisk vid lödning.
3. Det vore bra med en koppling som kan kopplas på kort tid.
4. Det är jobbigt och tidsförlust att man måste vänta två timmar efter lödning på arbetsplatsen för säkerhets kull.
5. Det är svårt att använda två verktyg för att spänna muttern i klämringkopplingar i trånga utrymmen eller löda. se figur 3.1 och 3.2.



**Figur 3.1** Svårighet att löda i trånga utrymmen



**Figur 3.2** svårighet vid montering av klämringsskoppling i trånga utrymmen

6. Ibland glömmar jag bort att pressa presskopplingen vid en stor installation med massor av kopplingar.
7. Jag brukar få ont i handen om jag monterar flera klämringkopplingar vid en stor installation.
8. Det vore bra med en koppling som passar med rörisoleringsmaterial. Se figur 3.3.



**Figur 3.3** Isolering av kopparrör

9. Det vore bra med en teknik som fungerar med alla rördiametrar.
10. Jag har ofta problem med att bära den tunga pressmaskinen under ett långt arbetspass.
11. Det är jobbigt att transportera löd-verktyget för att det är tungt och tar stort utrymme. Se figur 3.4.



**Figur 3.4** Lödutrustning

12. Jag tycker att pressverktyget är relativt dyrt.
13. Ibland behöver man demontera systemet och vill använda samma kopplingar och montera det igen.
14. Jag tycker att klämringskopplingar är dyra.
15. Jag tycker att löd-kopplingar är kraftiga och ingen läckage sker om jag använder dem.

### 3.2.2 Tolkat behov

1. Kopplingen har möjlighet att demonteras vid reparation och monteras igen.
2. Kopplingen har möjlighet att kopplas med minimal brandrisk.
3. Kopplingen monteras på kort tid.
4. Kopplingen kan monteras under en process som slutförs omedelbart.
5. Kopplingen kan monteras även i trånga utrymmen.
6. Kopplingen säkerställs att den är färdigmonterad.
7. Kopplingen har möjlighet att monteras med mindre kraft.
8. Kopplingen utvändiga diameter passar till rörisoleringsmaterial.
9. Kopplingen kan tillverkas i olika storlekar.
10. Kopplingen monteras med ett lättviktsverktyg.
11. Kopplingen och verktyget tar mindre utrymme vid transport.
12. Kopplingen kan monteras med ett billigt verktyg.
13. Kopplingen kan återanvändas.
14. Kopplingen har ett lämpligt pris.



15. Kopplingen tål trycket som systemet kräver.

### 3.3 Organisera behoven hierarkiskt i primära, sekundära (och eventuellt tertiära behov).

Kundbehoven organiseras i hierarkisk ordning vilket innebär att de organiseras i kategorier med primära och sekundära behov, se tabell 3.1. De primära behoven består av generella behov och dessa kategoriseras sedan i de sekundära behoven som uttrycker behoven mer detaljerade

Nr.	Behov
	<b>Kopplingen bidrar till smidigare service</b>
1	Kopplingen har möjligheten att demonteras vid reparation och monteras igen.
	<b>Kopplingen bidrar till ökad säkerhet.</b>
2	Kopplingen har möjligheten att kopplas med minimal brandrisk.
	<b>Minska monteringstid</b>
3	Kopplingen monteras på kort tid.
4	Kopplingen kan monteras genom en process som slutförs omedelbart.
	<b>Monteringsprocessen är smidig.</b>
5	Kopplingen kan monteras även på trånga platser
6	Kopplingen säkerställer att den är färdigmonterad.
7	Kopplingen har möjlighet att monteras med mindre kraft.
8	Kopplingens utvändiga diameter passar till rörisoleringsmaterial
9	Kopplingen kan tillverkas i olika storlekar
	<b>Smidigare monteringsverktyg</b>
10	Kopplingen monteras med ett lättviktsverktyg.
11	Kopplingen och verktyget tar mindre utrymme vid transport.
12	Kopplingen kan monteras med ett billigt verktyg
	<b>Kopplingen är miljövänlig.</b>
13	Kopplingen kan återanvändas.
	<b>Kopplingen har ett lämpligt pris.</b>
14	Kopplingen har ett lämpligt pris.
	<b>Kopplingen klarar det önskade trycket</b>
15	Kopplingen tål trycket som systemet kräver.

Tabell 3.1 Kundbehoven uppdelade i primära och sekundära behov. Primära behov står i fetstil.

### 3.4 Fastställa behovets relativa betydelse.

Genom en diskussion med kyltekniker på Bureca AB och med vår erfarenhet och kunskap kunde vi avgöra den relativa betydelsen hos kundbehoven. Poängsättning finns att se i tabell 3.2. Betydelseskalan sattes mellan 1 - 3, där betyg 1 rankas som mycket viktigt, 2 viktig och 3 mindre viktig. Denna poängsättning kommer att kunna användas i senare faser då genererade produktförslag ska utvärderas och diskuteras.

Nr.	Behov	Betydelse
1	Kopplingen har möjligheten att demonteras vid reparation och monteras igen.	1
2	Kopplingen har möjligheten att kopplas med minimal brandrisk.	2
3	Kopplingen monteras på kort tid.	2
4	Kopplingen kan monteras genom en process som slutförs omedelbart.	2
5	Kopplingen kan monteras även på trånga platser	2
6	Kopplingen säkerställer att den är färdigmonterad.	3
7	Kopplingen har möjlighet att monteras med mindre kraft.	2
8	Kopplingens utvändiga diameter passar till rörisoleringsmaterial	2
9	Kopplingen kan tillverkas i olika storlekar	2
10	Kopplingen monteras med ett lättviktsverktyg.	2
11	Kopplingen och verktyget tar mindre utrymme vid transport.	3
12	Kopplingen kan monteras med ett billigt verktyg	3
13	Kopplingen kan återanvändas	1
14	Kopplingen har ett lämpligt pris.	2
15	Kopplingen tål trycket som systemet kräver.	1

Tabell 3.2 Fastställande av kundbehovens relativa betydelse. Betygsskala 1=mycket iktig, 2=viktig, 3=mindre viktig.

### 3.5 Reflektera över fasen och processen.

För att samla kundutlåtanden gjordes ett antal intervjuer, detta har varit till stor hjälp för att identifiera kundbehoven. Intervjuerna utfördes i en Ahlsell butik i Malmö som betraktas som den största leverantörskedjan för rör och kopplingar. Det hade varit bättre om intervjun skedde i deras föreningsmöte men eftersom de inte hade möte på den tiden som satts till kundbehovsfasen i tidsplanen, gjorde det att kundbehovsfasen begränsat sig till de tekniker som är tillgängliga och har tid att besvara våra frågor. Intervjun har väckt intresse om vissa synpunkter som vi i början av projektet inte taget hänsyn till så som monteringskraft och inköpskostnader.

## 4 Upprätta målspecifikationer

För att upprätta målspecifikationer upprättades en lista över mätbara egenskaper utifrån kundbehoven. För att tydligt se vilka kundbehov som täcktes av vilka mätbara egenskaper upprättades en matris. För att kunna sätta ideala och marginella värden på de olika egenskaperna gjordes en enklare variant av benchmarking. Benchmarkingens yttersta syfte var att försäkra att ingen liknande produkt redan finns på marknaden. Det andra syftet var att undersöka vad de befintliga tekniker väger i dagsläget och var de har för mått. Utifrån benchmarkingen sattes ett antal ideala och marginella mätvärden för produkten upp.

### 4.1 Sammanställa av en lista med mätbara storheter

Mätbara egenskaper i Tabell 4.1.

Nr	Mätbara enheter	Enheter
1	Möjlighet att demonteras	Subjektiv
2	Risk vid montering	Subjektiv
3	Monteringstid	Sekunder
4	Monteringssvårighet	%
5	Monteringskraft	Nm
6	Ökning i utvändig diameter	mm
7	Inköpskostnad (Verktyg)	Kr
8	Inköpskostnad (Koppling)	Kr
9	Verktygsvikt	kg
10	Verktygsstorlek	m <sup>3</sup>
11	Återanvändning	Subjektiv
12	Livslängd	Subjektiv
13	Trycktålighet	bar

Tabell 4.1 Mätbara egenskaper



## 4.2 Benchmarking

När man utvecklar en ny produkt är det nödvändigt att undersöka marknaden så att man inte utvecklar en produkt som är sämre än de som redan finns på marknaden. För att undvika detta gör man en jämförelse av de produkter på marknaden som har samma eller liknande funktion och egenskaper som man vill uppnå. I vårt fall utförs jämförelsen av de befintliga tekniker som finns på marknaden. Värden är baserade på montering av en böj på 22 mm. I Tabell 4.3 finns samlade tekniska egenskaper. Mer information om hur data samlades finns i bilaga B.

	Mätbara enheter	Enheter	Löd	Klämring	Press
1	Möjlighet att demonteras	Subjektiv	Nej	Ja	Nej
2	Risk vid montering	Subjektiv	Ja	Nej	Nej
3	Monteringstid	Sekunder	180-240	60-120	30-45
4	Monteringssvårighet	%	50%	10%	15%
5	Monteringskraft	N.m	NA	51-80	0
6	Ökning i utvärdig diameter	mm	3	20	8
7	Inköpskostnad (Verktyg)	Kr	1500-10000	300	2700-10780
8	Inköpskostnad (Koppling)	Kr	20	150	62
9	Verktygsvikt	kg	2.0 - 15.0	0,75-1.25	5,2
10	Verktygsstorlek	m <sup>3</sup>	0,1	0,0015	0,048
11	Återanvändning	Subjektiv	Nej	Delvis	Nej
12	Livslängd	Subjektiv	NA	NA	NA
13	Trycktålighet	bar	24-feb	15	16

Tabell 4.3 Tekniska egenskaper.

### 4.3 Ideala och marginella målspecifikationsvärden

De ideala målvärdena är de optimala värdena för produkten, och de marginella målvärdena är de värden som är acceptabla för produkten. De ideala och marginella målvärdena för produkten finns att se i Tabell 4.4.

Nr	Mätbara enheter	Enheter	Marginelltvärde	Idealtvärde
1	<b>Möjlighet att demonteras</b>	Subjektiv	Ja	Ja
2	<b>Risk vid montering</b>	Subjektiv	Nej	Nej
3	<b>Monteringstid</b>	Sekunder	60-90	> 30
4	<b>Monteringssvårighet</b>	%	10%	10%
5	<b>Monteringskraft</b>	N.m	< 50	0
6	<b>Ökning i utvändig diameter</b>	mm	< 8	< 3
7	<b>Inköpskostnad (Verktyg)</b>	Kr	2000	300
8	<b>Inköpskostnad (Koppling)</b>	Kr	60	30
9	<b>Verktygsvikt</b>	kg	< 2,5	< 1,25
10	<b>Verktygsstorlek</b>	cm <sup>3</sup>	0,0015	< 0,0015
11	<b>Återanvändning</b>	Subjektiv	Ja	Ja
12	<b>Livslängd</b>	Subjektiv	NA	NA
13	<b>Trycktålighet</b>	bar	6.0 - 7.0	12

Tabell 4.4 Ideala och marginella målvärden.

Det ideala värdet för Möjlighet att demontera, Brandrisk vid montering, monteringssvårighet och återanvändningsbarheten har blivit specificerade utifrån projektets syfte. Därför har de ideala värdena satts till samma som respektive marginellt värde eller bättre.

Marginellt värde för monteringstiden har satts till högre värde än den ideala för att ge möjligheter att komma på en effektivare teknik som kan uppnå kraven på återanvändningsbarheten.

Det marginella värdet i monteringskraft har satts på högre värde än idealt eftersom projektet vill ge en möjlighet att komma på en koppling som kan monteras manuellt d.v.s. inget krav på specialtillverkat verktyg med en motor som i presskopplingsverktyg.

Kostnader på verktyget kan överstiga de ideala för att det betraktas som en engångsinvestering. Marginellt värde på inköpskostnad för kopplingen valdes till dubbla kostnaden eftersom målet är att komma på en återanvändbar och servicemöjlig koppling.

Isoleringen har en flexibel förmåga som gör att en viss ökning av utvändiga diametern kan utgöra problem eller svårighet vid isoleringsprocessen. Det marginella värdet på

verktygsvikten kan överstiga det ideala eftersom utvecklingen inte begränsas av ett lättviktsverktyg.

Det minsta värdet på verktygsstorlek är den vid klämringkopplingar och det baseras på storleken för två skiftnycklar. Därför valdes det som marginalvärde för att målet är att produkten inte ska behöva ett specialtillverkat verktyg.

Enligt VASYD, vatten leverantör i Skåne, anges det att vattentrycket inte får överstiga 5 bar i deras rör-anläggningar och i uppvärmningssystem får det inte vara mer än 3 bar, därför valdes det marginella värdet till 6-7 bar. Ideala värdet med 12 bar kan täcka ett stort användningsområde som projektet riktar sig mot.

#### **4.4 Reflektera över fasen och processen.**

Värden för mätbara enheter mäts för montering av en koppling med olika tekniker för att utvecklingen inte ska begränsa sig till de befintliga kopplingarna utan även försöka komma på en ny teknik. Dessutom finns det inte existerande produkter på marknaden.

På grund av att montering av en koppling kan ske med olika verktyg eller utrustning kan det vara svårt att fastställa samtliga egenskaper. T.ex. kan verktygsvikten variera på grund av löd-teknik för samma koppling (man kan löda med utrustning som väger 25 kg eller med en liten flaska på 3 kg) och monterings tid varierar beroende på teknikerns erfarenhet.

## 5 Generering av produktkoncept

För att kunna generera produktkoncept krävdes först en genomgång av hur problemet ser ut för att kunna ge en tydlig bild av vad som söks. Efter det har olika källor använts för att hitta information som kan bidra till problemlösningen. De källor som använts är extern och intern sökning. Den interna sökningen genererade flera produktkoncept som gick vidare till analys.

### 5.1 Problem definiering

Problemet utgörs av att hitta en ny teknik eller utveckla de befintliga kopplingarna för att koppla kopparrör. Kopplingen ska ha möjligheten att demonteras, återanvändas, monteras på kort tid med mindre kraft och utan brandrisk. Kopplingsprocessen kan utföras i trängs utrymmen och med lätta verktyg.

Ett läckage-test visade att presskopplingen kan tåla 12 bars tryck även om presskopplingen inte är sammanpressat med röret (om kopplingen och röret är kopplat tillsammans på ett annat sätt). Det observerades att gummiringen som sitter i själva kopplingen utgör hela täthetsfunktionen och pressprocessens uppgift är bara att fästa kopplingen med röret. Resultatet av detta experiment gör att huvudproblemet är att ersätta pressprocessen med en ny teknik som kan tåla arbetsvillkor och matcha den information som kundbehoven och målspecifikationerna gav.

### 5.2 Söka externt

För att få mer information inom området gällande kopplingar för kopparrör, utfördes en extern informationssökning på olika sätt. De informationskällor som främst gett användbart material är spetsanvändare, experter, internet, benchmarking och sökning på internet.

Ett besök på Ahlsells butik och ett besök på BURECAs kontor i Malmö genomfördes för att samla in data och annan information. Det huvudsakliga intresset har legat vid information om presskopplingen. Även benchmarking har gett information som kunnat användas då relaterade produkter har legat i fokus. Tekniker inom VVS- och kyl- branschen har varit en viktig informationskälla. En intervju genomfördes där framför allt den bild som servicefirmor har av dagens kopplingsteknik framgick.



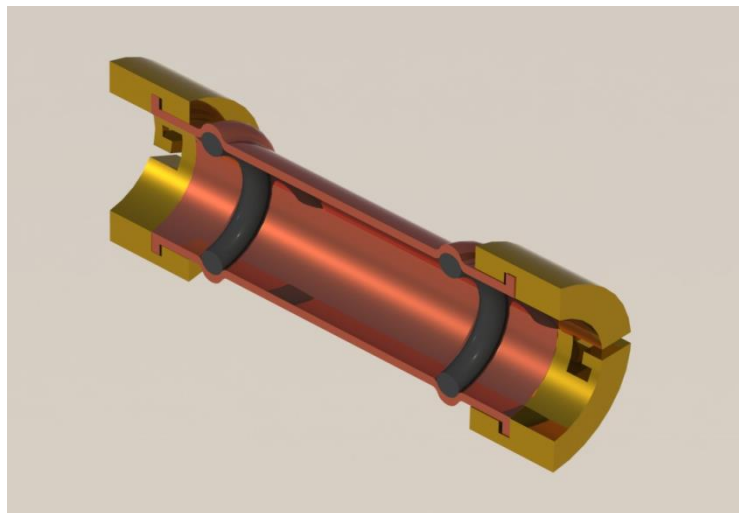
Sökning på internet har genomförts, för att ge information om hur kopparkoppling är uppbyggd idag och hur framtiden inom denna bransch ser ut.

### 5.3 Söka internt

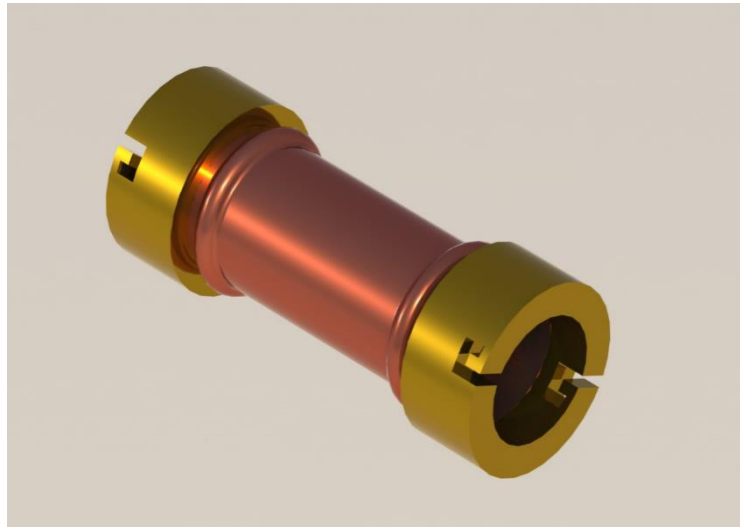
För att söka internt satt båda gruppmedlemmar till en början individuellt och spånade på lösningar. Sedan samlades gruppen och båda presenterade sina idéer. En brainstorming hölls inom gruppen där fler idéer och nya varianter av tidigare idéer kom till. Gruppen kom fram till ett grundkoncept på lösningen. Förslag på kopplingar är följande.

#### 5.3.1 *Koncept A*

Konceptförslaget består av modifierad presskoppling som har en kant i slutändan och en roterande hylsa med ett invändigt spår vilket gör att ringen kan roteras fritt och vara inkopplat i axial riktning. Hylsan har ett utvändigt spår som visas i figur 5.1 som har funktionen att låsa röret med kopplingen.

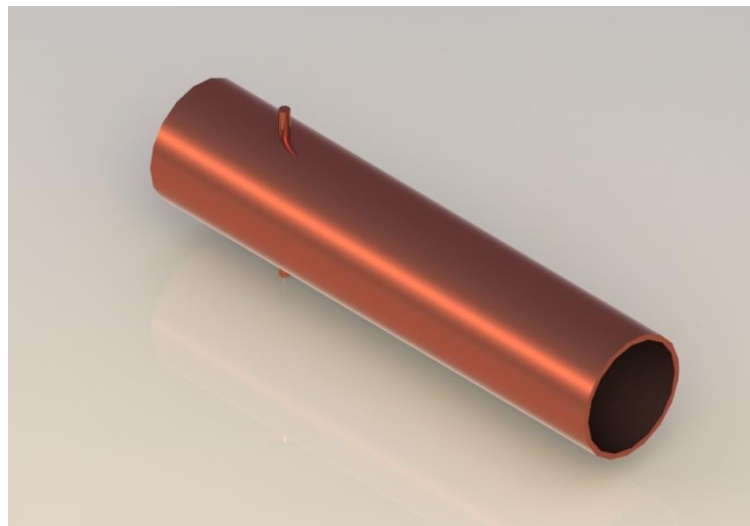


Figur 5.1. CAD-Bild, Tvärsnitt på Konceptförslag A



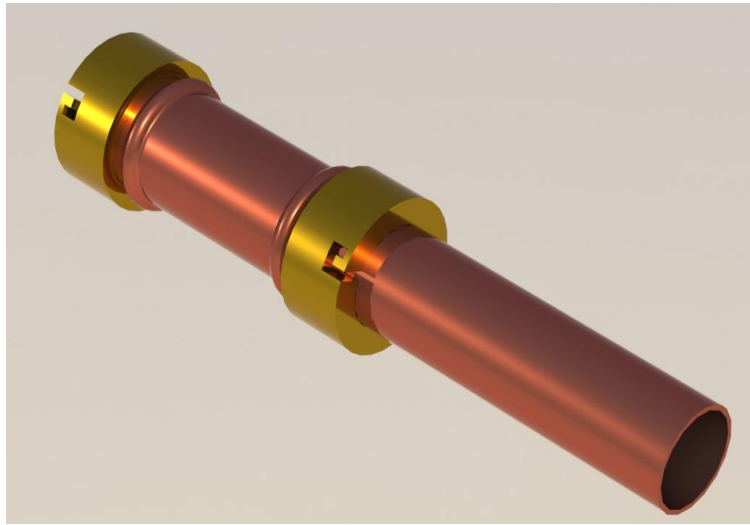
Figur 5.2 CAD- Bild Konceptförslag A

Montering utförs genom en två-steps-process. Det första steget går ut på att löda två pinnar i radial riktning på rörets utsida med hjälp av ett snabbt löd-verktyg som är specificerat för det syftet. Se figur 5.3.



Figur 5.3 CAD- Bild, rör med två pinnar

Andra steget är att sätta röret i kopplingen och vrida den roterande delen så att röret inte kan gå ur kopplingen Se figur 5.4



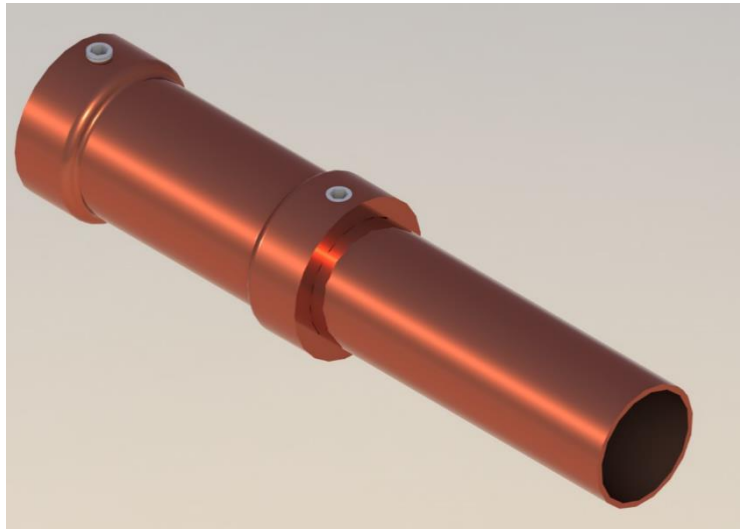
Figur 5.4. CAD- Bild, Röret monterad med konceptförslag A

### 5.3.2 *Koncept B*

Konceptförslaget B bygger på att en modifierad presskoppling som kan monteras ihop med röret med hjälp av en stoppskruv. Tjockleken för kopplingen bör ökas i gängområde som visas i figur 5.5.



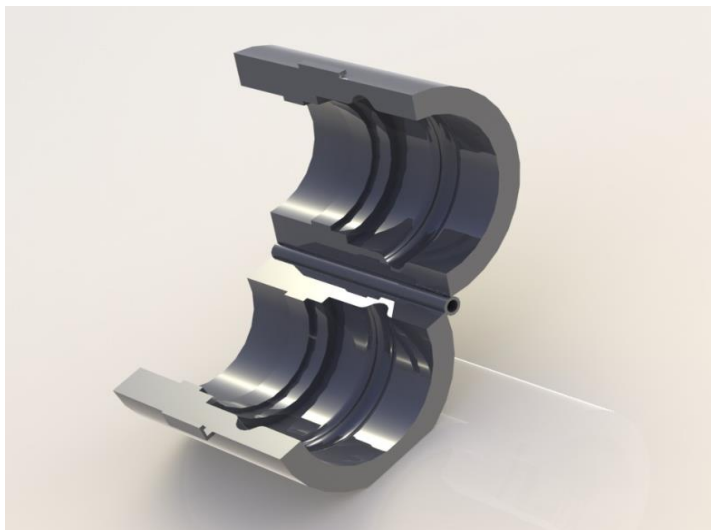
Figur 5.5. CAD- Bild, konceptförslaget B



Figur 5.6. CAD- Bild, röret monterad med konceptförslaget B

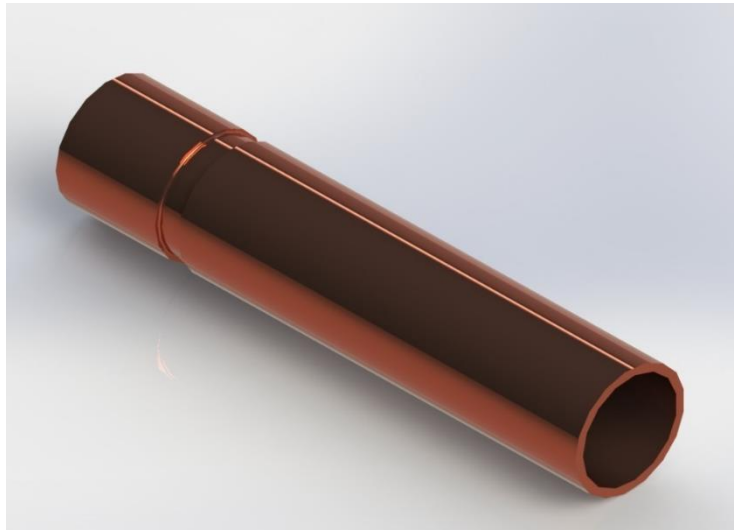
### 5.3.3 *Koncept C*

Konceptförslaget går ut på att använda den befintliga presskopplingen och en cylindrisk klämmare av plast som har två invändiga spår, ett konkavt och ett konvext spår som visas i figur 5.6. Polypropen (PP) kan användas för att tillverka klämmaren eftersom PP har mycket bra gångjärnsegenskaper samt en bra utmattningsbeständighet och kan klassas som konstruktionsplast[8].

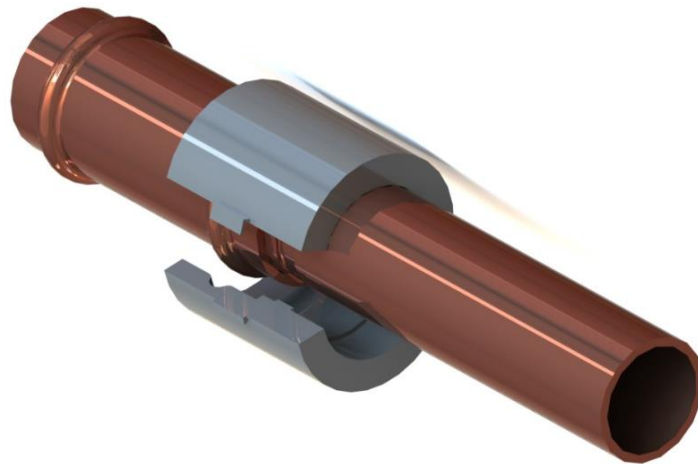


Figur 5.7. CAD- Bild, plastklämmare som används i konceptförslaget C

Monteringen går ut på att göra ett utvändigt konkavt spår i röret genom att använda ett verktyg som kan justeras efter rördiameter (i princip samma funktion som röravskärare), se figur 5.8. Kopplingen har redan ett konvext spår. När man sätter in röret i kopplingen så är det bara att montera plastklämmaren. Se figur 5.8



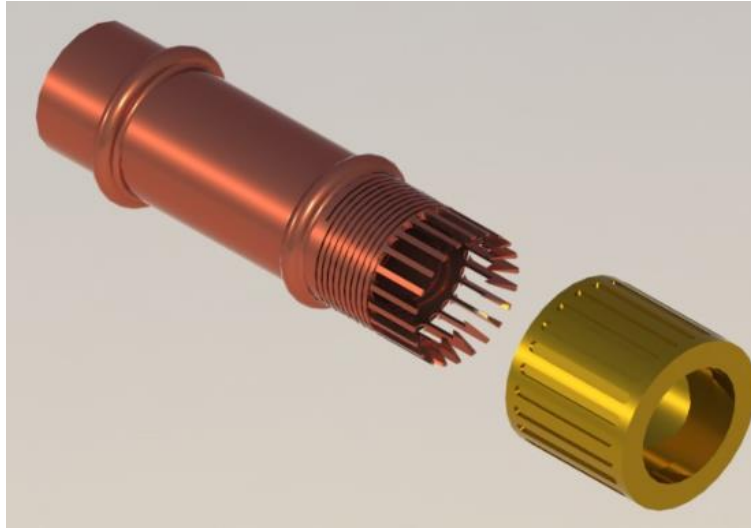
Figur 5.8. CAD- Bild, Rör har konkavt spår



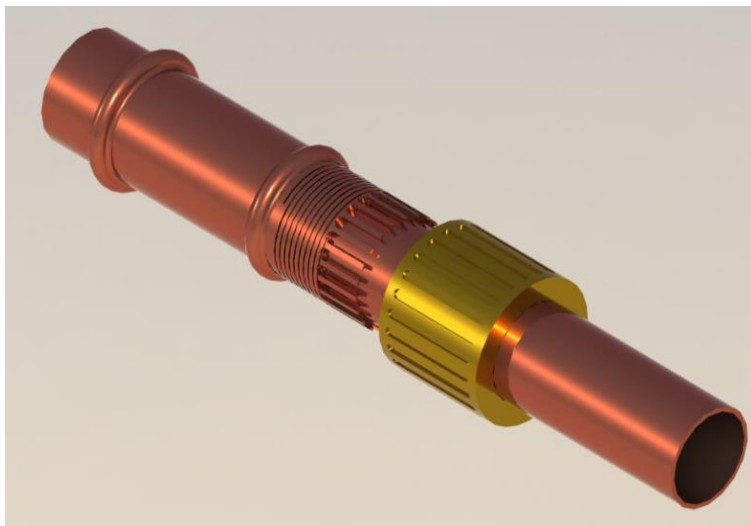
Figur 5.9. CAD- Bild, Röret monterad med konceptförslaget C

### 5.3.4 *Koncept D*

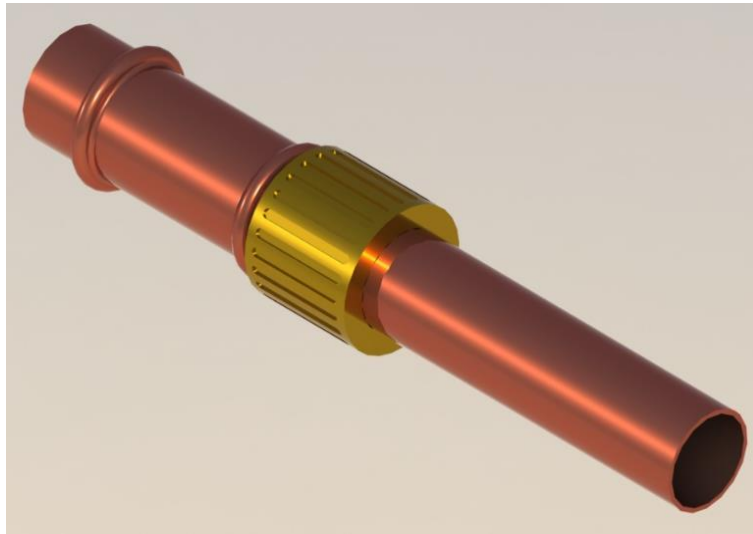
Konceptförslaget bygger på att modifiera kopplingstekniken som används i vattenslangar genom att tillverka en koppling som passar i kopparrör. Se figur 5.10



Figur 5.10. CAD- Bild, Konceptförslag D



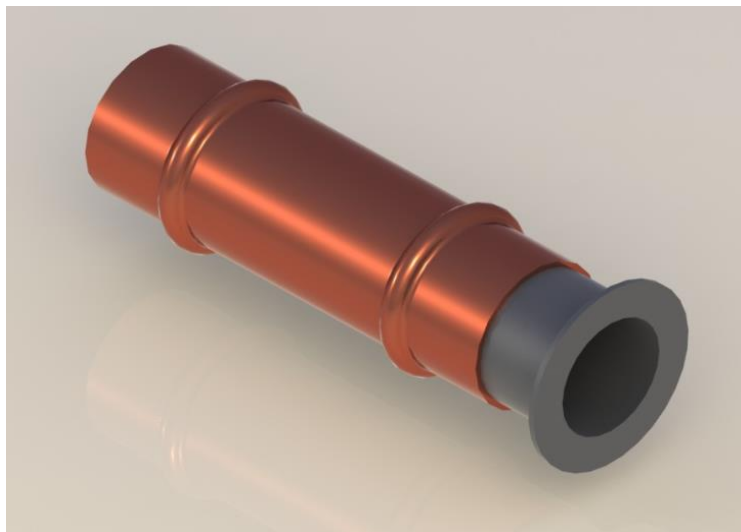
Figur 5.11. CAD- Bild, röret monterad med konceptförslaget D



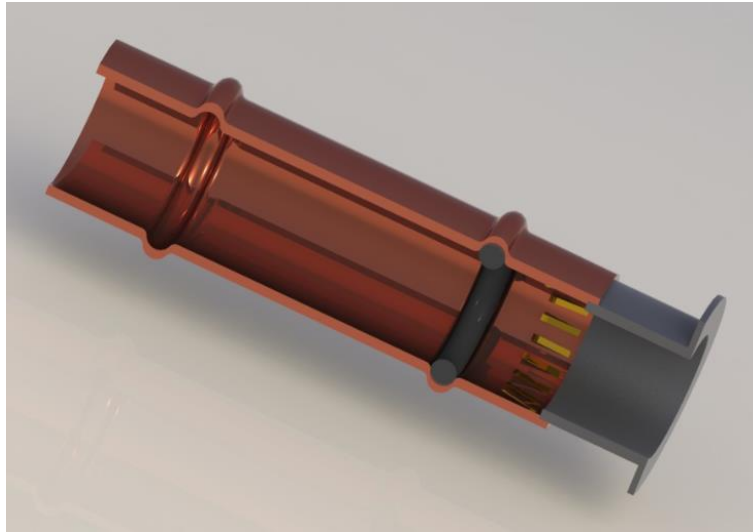
Figur 5.12. CAD- Bild, röret färdigmonterad med konceptförslaget D

### 5.3.5 *Koncept E*

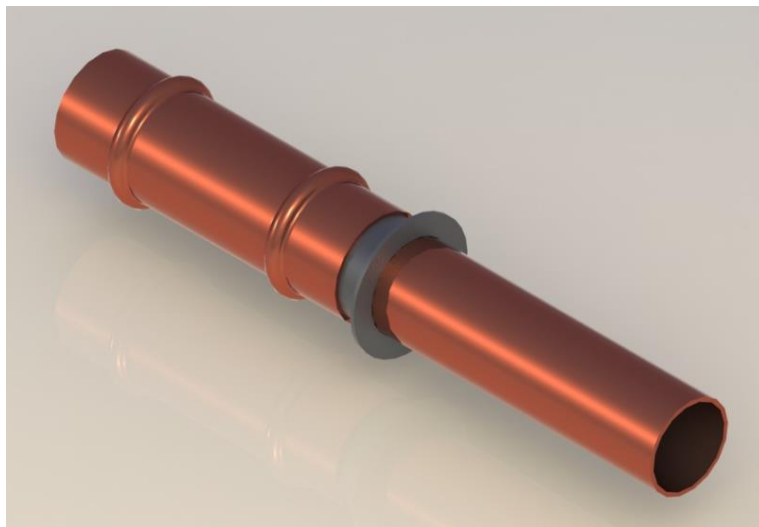
Konceptförslaget bygger på att utveckla tekniken som används i luftkopplingsventiler i lastbilar och bussar. Kopplingen har invändiga tänder som är riktade i rörets ingångsriktning och har en lämplig fjädring vilket gör att röret med viss kraft kan passa in i röret och tänderna hindrar röret att avskiljas från kopplingen. En väldigt tunn hylsa med en kant i slutet underlättar demontering av kopplingen. Se figur 5.13.



Figur 5.13CAD-Bild.konceptförslaget E

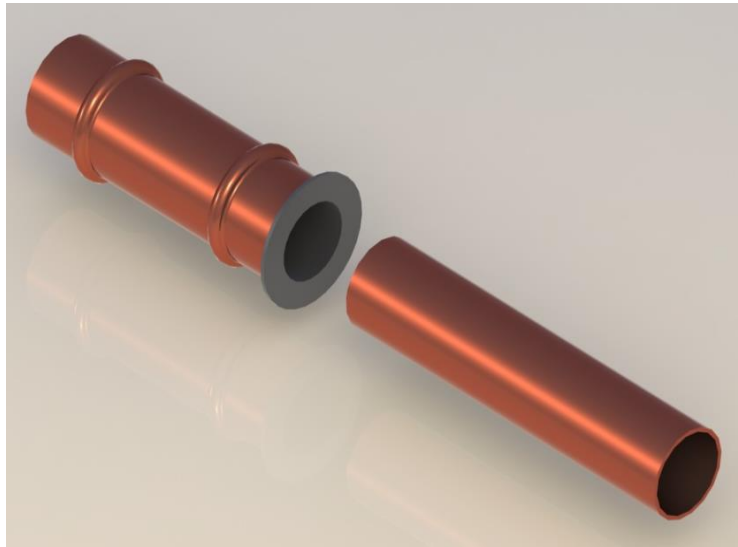


Figur 5.13 CAD- Bild. Tvärsnitt för konceptförslaget E som visar invändiga tänder



Figur 5.14 CAD- Bild. Röret är kopplat med konceptförslaget E



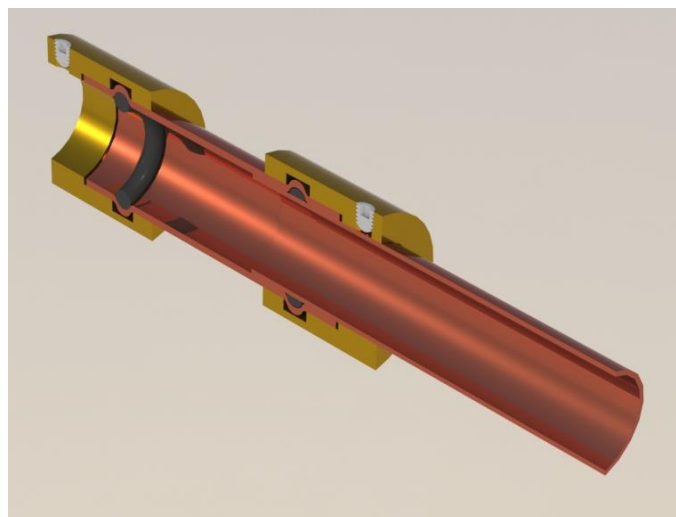


Figur 5.15 CAD-Bild. Demontering av konceptförslaget E

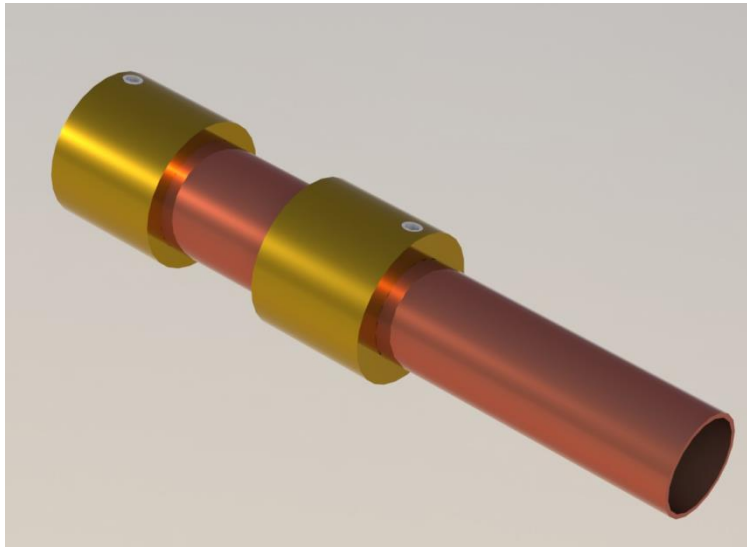
Genom att trycka den tunna hylsan mot kopplingen i axial riktning kan man lätt avskilja röret och kopplingen, Se figur 5.15.

### 5.3.6 *Koncept F*

Konceptförslaget är en kombination av koncept A och B. Där ersätter man spåret i hylsan i koncept A med en stoppskruv som vi har i koncept B. Konceptet ger möjligheten att montera kopplingen i trånga utrymmen och i olika vinklar. Hylsan kan roteras fritt för att välja bästa vinkel för enklast montering (spänna skruven). Se figur 5.16 och figur 5.17



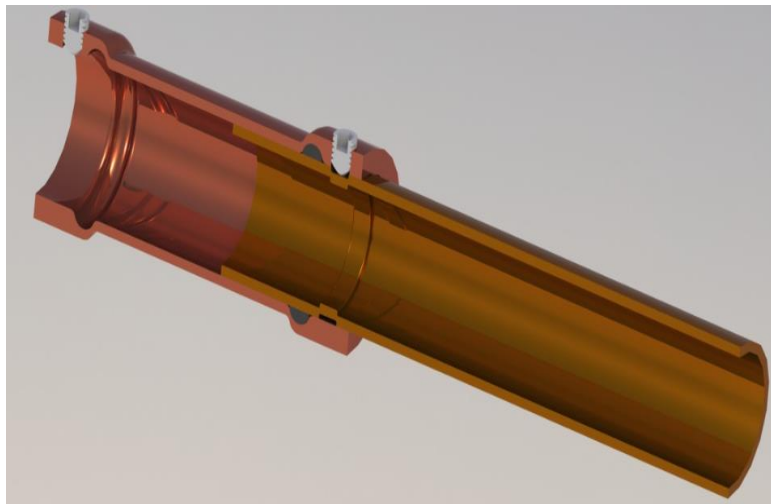
Figur 5.16 CAD-Bild. tvärsnitt för konceptförslaget F



Figur 5.17 CAD-Bild. Röret är monterad med konceptförslaget E

### 5.3.7 Koncept G

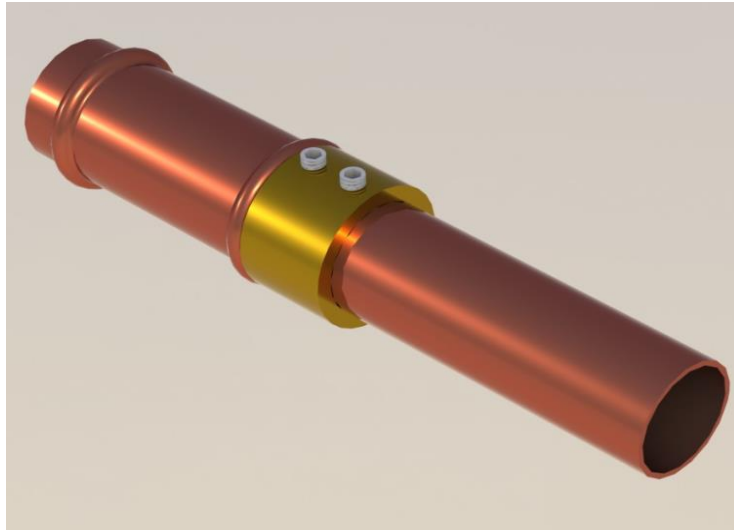
Konceptförslaget G är en kombination av koncept B och D. Det går ut på att göra ett konkavt spår i röret som i koncept D med hjälp av ett verktyg som kan justeras efter rördiameter (samma princip som röravskärare) och använda en stoppskruv som kan gå direkt i spåret. Se figur 5.18.



Figur 5.18 CAD-Bild. Tvärsnitt för konceptförslaget G

### 5.3.8 *Koncept H*

Konceptförslaget H är en modifiering av koncept F. Där ersätter man invändiga spåret i hylsan och kanten i kopplingen med en stoppskruv som visas i figur 5.19.



Figur 5.19. CAD-Bild. Konceptförslag H

## 6 Val av koncept

För att projektet ska resultera i en produkt som uppfyller målspecifikationerna och därmed kundens önskemål är det viktigt att göra väl genomtänkta val när man väljer vilket eller vilka koncept man ska fortsätta utveckla.

### 6.1 Concept Screening

För att kunna jämföra hur de olika koncepten uppfyller de olika behoven, valdes marknadens nuvarande lösning inte som referens då en jämförelse med denna inte ger något användbart resultat. Koncept C valdes som referens då vi gjorde en snabb jämförelse mellan koncepten sorterade den in sig som genomsnittlig. Alla koncept blev bättre på några kriterier och alla blev sämre på andra jämfört med referenskonceptet.

Därefter värderas alla andra koncepten och dess kriterier som bättre än (+), lika som (0) eller sämre än (-). Se tabell 6.1

Kriterier	Koncept							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Möjlighet att demonteras	0	0	0	0	0	0	0	0
Risk vid montering	-	0	0	0	0	0	0	0
Monteringstid	-	+	0	-	+	+	-	-
Monteringssvårighet	-	-	0	-	+	+	-	+
Montering Kraft	0	0	0	-	-	0	0	0
Ökning i utvärdig diameter	+	+	0	-	0	+	+	+
Tillverknings kostnad (Verktyg)	-	+	0	+	+	+	0	+
Tillverkningskostnad	-	-	0	-	-	-	-	-
Verktygs vikt	-	+	0	-	+	+	0	+
Verktyg storlek	-	+	0	-	+	+	0	+
Återanvändning	0	+	0	-	-	+	0	+
Livslängd	+	+	0	+	+	+	+	+
Tryck tålighet	-	+	0	0	-	+	+	+
Sum +'s	2	8	0	2	6	9	3	8
Sum -'s	8	2	0	8	4	1	3	2
Sum 0's	3	3	7	3	3	3	7	3
Summa	-6	6	0	-6	2	8	0	6
Rangordning	8	2	4	7	6	1	5	3
Fortsätta utveckling ?	Nej	Ja	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	Ja

Tabell 5.1 Urvalsmatris

Alla koncept bedöms lika bra som referensen utifrån möjlighet att demonteras eftersom alla koncepten har möjligheten att demonteras.

Monteringsprocess i koncept A innehåller uppvärmning av röret vid lödning av pinnar som leder till brandrisk, därför bedöms Koncept A sämre än referensen med risk vid montering medan alla andra koncept bedöms som lika bra.

Monteringstid för koncept A, D, G och H värderas sämre än referensen för att lödning av pinnar i koncept A tar längre tid. I koncept D behövdes det tid för sätta in röret i kopplingen utan att skada tänderna som finns runt om och att spänna mutter med tillräcklig kraft. Koncept G omfattas av en skruv som spänns nere på osynligt spår i röret medan koncept H innehåller spänning av två skruvar vid montering. Koncept B och F värderas bättre än referensen eftersom monteringen innehåller bara spänning av en skruv. Koncept E har minsta monteringsstid för att det är bara att stoppa in röret i kopplingen.

Svårigheten vid montering av koncept A ligger i precisionen vid lödning av pinnar på röret. Koncept B, D och G har ett gemensamt problem när det gäller montering på trånga platser. Koncept E, F och H har en fördel som gör att de kan monteras från olika vinklar.

Koncept D och E kräver mer spänning/ tryck kraft än referensen för att säkerställa att tänderna har tillräckligt med tryck på röret, medan alla andra koncepten kräver i princip samma kraft som referensen för att monteras.

Plastklämmaren i referenskoncept C leder till en stor ökning av utvändig diameter, så koncept A, B, F, G och H bedöms vara bättre än referensen eftersom de har inga plastdetaljer och tillverkas av metall medan muttern i Koncept D leder till ökning av utvändig diameter.

Monteringsprocessen i referenskonceptet kräver ett enkelverktyg som gör spåret på röret, koncept A bedöms vara sämre än referensen för att löd-verktyg är mer avancerade och har hög tillverkningskostnad medan andra koncept bedöms vara bättre än referensen eftersom de kräver inget specialtillverkat verktyg.

Tillverkningskostnaden för kopplingar i alla koncept bedöms vara högre än referensen eftersom de kräver relativt dyrare materiel än plast och mer bearbetning.

Löd-verktyg i koncept A och griptångsverktyg i koncept D bedöms ha mer vikt och storlek jämfört med referensen. Koncept B, F, G och H kräver endast insexnyckel för att monteras. Koncept E behöver inget verktyg.

Koncept D och E har låg återanvändbarhet eftersom risken att tänderna förstörs vid montering/demontering är stor. Koncept B, F och H bedöms vara bättre än referensen eftersom vid demontering blir det ingen deformation på röret och koppling.

Livslängden är baserat på utmattningsgränsen och vilket material som används vid tillverkning av kopplingarna. Referenskonceptet har en plastklämmare som tar mest belastning och alla andra koncept har mässing eller koppar som är bättre än plast när det gäller utmattning.

Koncept A har en viss risk att kopplingen inte tål trycket för att det är bara pinnar som tar belastningen i den axiala riktningen. Koncept E bedöms vara lägre trycktåligt än referensen eftersom risken för förskjutning i röret ökar med ökning av systemtrycket.

## 6.2 Concept scoring

Utifrån urvalmatrisen i concept screening-fasen valdes tre koncept som fick högsta poäng för vidareutveckling. Koncept B valdes som referens då den är en kombination av de andra två koncepten. I tabell 6.2 nedan viktades varje kriterium enligt funktion och betydelse. Koncepten värderas med en skala från ett till fem:

1. Mycket sämre än referens.
2. Sämre än referens.
3. Lika som referens.
4. Bättre än referens.
5. Mycket bättre än referens.

		Koncept					
		B (Ref)		F		H	
		Inbyggd hylsa		Roterande hylsa		Separat hylsa	
Kriterier	Vikt	Poäng	Viktad Poäng	Poäng	Viktad Poäng	Poäng	Viktad Poäng
		Möjlighet att demonteras	15%	3	0,45	3	0,45
Risk vid montering	5%	5	0,25	5	0,25	5	0,25
Monteringstid	7%	4	0,28	4	0,28	2	0,14
Monteringssvårighet	7%	3	0,21	5	0,35	5	0,35
Montering Kraft	5%	4	0,2	4	0,2	4	0,2
Ökning i utvändig diameter	4%	3	0,12	5	0,2	5	0,2
Tillverknings kostnad (Verktyg)	4%	4	0,16	4	0,16	4	0,16
Tillverkningskostnad	10%	4	0,4	2	0,2	3	0,3
Verktygs vikt	4%	4	0,16	4	0,16	4	0,16
Verktyg storlek	4%	4	0,16	4	0,16	4	0,16
Återanvändning	15%	3	0,45	5	0,75	5	0,75
Livslängd	10%	3	0,3	5	0,5	5	0,5
Tryck tålighet	10%	3	0,3	5	0,5	5	0,5
Summa	100%	3,44		4,16		4,12	
Rangordning		3		1		2	

Tabell 6.2 Konceptrankningsmatris

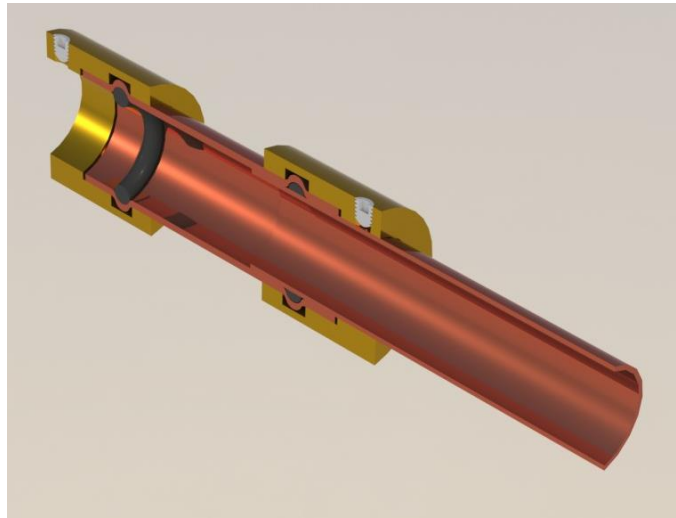
Huvudsyftet är att komma på en återanvändbar och demonterbar koppling, därför viktades det kriteriet högst. Tillverkningskostnad, livslängd och trycktålighet viktades förhållandevis högt då den nya kopplingen kräver samma specifikation som existerande kopplingar har.

Monteringstid och monteringssvårighet viktades relativt högt då ett av kundbehoven är att en koppling ska kunna monteras lätt och snabbt.

Risk vid montering och monteringskraft viktas som den har gjorts eftersom de är inte av kundens prioritet.

Tillverkningskostnad för verktyg har viktats lägst eftersom det är engångsinvestering. Ökning i utvändig diameter, verktygs- vikt och storlek har viktats lägst eftersom de jämfört med övriga kriterier enligt kunden inte anses ha lika stor betydelse.

Det koncept som fick högst betyg och valdes som det koncept som bör vidareutvecklas är koncept F.



Figur 6.1 CAD- Bild slutliga konceptet





## 7 Koncepttestning

För att säkerställa att slutliga konceptet fungerar måste ett test genomföras. Testet utfördes genom att göra ett experiment där kopplingen utsattes för verkliga driftsvillkor och en undersökning utfördes om hur kopplingen reagerar. Det är två krav som kopplingen måste uppfylla i testet:

1. Att gummiringen klarar ett tryck på 12 bar som satts i början av projektet som optimalt värde.
2. Att kopplingen och röret inte avskiljs under trycket d.v.s. att stoppskruven kan tåla axiala kraften som uppstår på grund av trycket.

### 7.1 Material

Materialen som används i experimentet är:

1. Två styck 22mm diameters kopparrör.
2. En presskoppling muff 22mm invändig diameter.
3. Två styck mässingringar som har ett gängat håll för stoppskruven.
4. Två stoppskruvar.
5. En schraderventil för att kunna fylla och tömma systemet.
6. En flaska kvävgas för att prova trycksystemet.
7. Silverlöd.

### 7.2 Genomförandet

Första steget var att framställa en prototyp genom att löda mässingringen med presskopplingen. Det var mycket lättare att löda mässingringen med presskopplingen istället för att tillverka en exakt koppling enligt ritningen. Att löda den påverkar inte testets resultat på att uppfylla kraven som satts. Se bild 7.1



Bild 7.1 en prototyp för test

För att få ett slutet system var det nödvändigt att blockera och löda en ända för båda rören samt att montera en scharderventil för att kunna fylla på och tömma systemet. Se bild 7.2



Bild 7.1 Två kopparrör efter lödning

Systemet monteras och stoppskruvarna spänns med en insett-nyckel. Systemet högtrycktestas utomhus för säkerhets skull med kvävgas som strömmar igenom slangar och en tryckmätare tills att trycket uppnår 12 bar. se figur 7.3



Bild 7.3 Systemet i högtryck

Systemet har varit under tryck i två timmar. Tryckmätare visade ett stabilt värde på 12 bar och det leder till att kopplingen kan klara verkliga driftsvillkor.



## 8 Slutsats och Reflektion

Med hjälp av de olika metoderna för att bestämma kundbehov och målspecifikation samt för att generera och välja koncept som beskrivits ovan resulterade projektet i ett koncept som förhoppningsvis uppfyller kundens krav och önskemål.

Eftersom det i detta projekt inte finns en direkt kund d.v.s. ett företag som sätter målspecifikation och krav var det nödvändigt att utföra en grundligare kundundersökning för att bestämma kraven på hur den nya produkten ska fungera.

Eftersom målet som satts var att hitta ett sätt att koppla kopparrör utan att deformera både röret och kopplingen, var det svårt komma på en lösning som uppfyller kravet. Detta krav och andra krav som monterings tid och ökning av utvändigt diameter har begränsat antalet idéer och kan leda till att koncepten i vissa funktioner är lika varandra.

Poängsättning i urvalmatris var avgörande i val av koncept-fasen. Dessutom att man tagit hänsyn till ett affärsmässigt perspektiv som leder till det slutliga konceptet.

Det var viktigt att konceptet testades genom att utsätta det för verkliga driftsvillkor och granska hur det reagerade. Tanken från början var att testa alla koncepten innan val av koncept-fasen men på grund av svårighet i tillverkning, kostnad och tidsbegränsning begränsades projektet till test av slutliga konceptet efter val av koncept-fasen.

## 9 Utvärdering och Rekommendation

### 9.1 Tidsplan

På det stora hela har den uppsatta tidsplanen inte följts, avvikelser har varit nödvändiga. Tack vare att intervjuer med alla kunder var på ett ställe gick delmomentet "Identifiering av kundbehov" mycket fortare än vad som var planerat. Det delmoment som krävde mest tid i tidsplanen var "Generering av koncept", detta moment har i stort följt planen men har till viss del pågått under hela projektets gång. Momentet "Rapportskrivning" tog längre tid än planerat.

### 9.2 Alternativ

Det hade varit bättre om man hade beräknat tillverkningskostnaden för det slutliga konceptet med hjälp av Apriori för att få en bild om hur produktpriset kan konkurrera på marknaden. Man vet redan att priset kommer att överstiga priset för presskopplingen eftersom vår produkt består av mässing och koppar medan presskopplingen bara består av koppar och dessutom kräver vår produkt två stoppskruvar också.

Tanken var i början att testa slutliga konceptet med hjälp av en simulation software men på grund av software för läckage simulation inte var tillgängligt utfördes ett koncepttest.

Det skulle varit bättre om man hade samarbetat med ett företag som tillverkar kopplingar så att man hade kunnat utnyttja deras erfarenheter och resurser men vi lyckades inte hitta det och utförde projektet med hjälp av Bureca och verkstaden på LTH.

Testet som utfördes var att trycktesta systemet som innehåller våra kopplingar med ett tryck på 12 bar och systemet var under tryck i 2 timmar, men testet innehöll inte verkliga driftsvillkor. Verkliga driftsvillkor bör innehålla många andra variabler som t.ex. vibration och ökning och minskning av flödestemperatur. En annan viktig faktor som man borde beräkna eller testa är utmattningsgränsen eller livslängden för hela kopplingen och för gummiringen. T.ex. om man kan montera en koppling i VVS-

rördragning hemma där flöden varierar mellan kallt eller varmt vatten många gånger per dag, bör man veta hur många timmar kopplingen kommer att hålla.

### **9.3 Brister**

Projektet innehåller vissa svagheter. Det innehåller brister i svenska språket som beror på att författarna har lärt sig svenska som vuxna och flyttat till Sverige för sju år sedan.

Det finns en diskussion om behovet av en koppling som kan återanvändas och om service och installationsfirmor är intresserade av sådana kopplingar. Det kan variera. Detta eftersom ett företag som utför en ny installation kan komma att köpa den billigaste och snabbaste kopplingen utan att tänka på återanvändbarhet.

Vid Servicearbete sker inköp av ett material av en tekniker eller montör som kommer att köpa den snabbaste och enklaste kopplingen eller den koppling som denna själv föredrar.

En annan diskussion om den aktuella kopplingen är om den verkligen är miljövänlig. Man kan inte bestämma om en produkt är miljövänlig utan att göra en livscykelanalys.





## 10 Referenser

### 10.1 Litteratur

[1] Ulrich, Karl & Eppinger, Steven (2012). Product Design and Development, 5th McGraw Hill, USA.

[8] Ulf Bruder (2013) Värt att veta om termoplast, 3ed. DotGain AB, Malmö

Geoffrey Boothroyd & Peter Dewhurst (2010), Product Design for Manufacture and Assembly Winston A. Knight

### 10.2 Internet

[2] <http://www.koppar.com/index.asp?page=35>

(01/11/2014)

[3] <http://www.cupori.com/rorbyte/nya-ror-eller-punktinsatser/kopparror-popularast>

[4] [file:///C:/Users/MOHANAD/Downloads/VVS\\_Handboken\\_Energi\\_Edition2\\_low.pdf](file:///C:/Users/MOHANAD/Downloads/VVS_Handboken_Energi_Edition2_low.pdf)

(01/11/2014)

[5] <http://www.kylteknikern.com/LATHUND%2020090313.pdf>

(01/11/2014)

[6] [http://www.sodertornsfjarrvarme.se/Documents/Viktiga%20dokument/Tekniska\\_Best%20A4mmelser\\_kyla\\_F102.pdf](http://www.sodertornsfjarrvarme.se/Documents/Viktiga%20dokument/Tekniska_Best%20A4mmelser_kyla_F102.pdf)

(01/11/2014)

[7] <http://sv.wikipedia.org/wiki/L%C3%B6dning>

(01/11/2014)

### 10.3 Bilder

[http://www.aga.se/sv/processes\\_ren/welding\\_related\\_processes/brazing\\_soldering/index.html](http://www.aga.se/sv/processes_ren/welding_related_processes/brazing_soldering/index.html)

( 20/09/2014)

<http://www.broen.se/Varme/Installations/Kompressionsfittings/VSH-SUPER.aspx>

(25/09/2014)

<http://www.pumpbrunnsteknik.se/produkter/presskopplingar/>

(25/09/2014)

<http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=105&artikel=5109246>

(26/09/2014)

<http://www.rinkabyror.se/artikel/remss-mini-pressverktyg-batteridrift/>

(27/09/2014)

<http://www.aga.se/internet.lg.lg.swe/sv/images/AGA%20ditt%20gasklara%20val586139131.pdf>

(01/10/2014)

#### **Foto**

Tamar Jassim

## Bilaga A: kund intervju

### Frågor

1. Upplever du något problem med användning av befintliga kopplingar för kopparrör? Vilka?
2. Upplever du svårigheter med löd koppling?
3. Upplever du svårigheter med klämring kopplingar?
4. Upplever du svårigheter med press koppling?
5. Skulle ni uppskatta en återanvändning bar koppling?
6. Vilka önskemål har du i den nya kopplingen?

### Svar

#### Tekniker A

1. Problemet med kopplingar, att det inte lätt att göra reparation till dem om vi upptäck vattenläckage.
2. Det kanske mest effektiva metod för att garantera att inget läckage kommer i framtiden men man upplever att det är farligt att löda i miljö där finns El eller brännbart vätska och gas runt omkring.
3. Ja. Ibland man behöver använda två verktyg för att spanna mutter och då finns inte så gott om plats.
4. Den är pressverktyg som väger ungefär 5kg, därför det blir mycket belastning på kroppen om man ska installera 100 koppling eller mer per dag.
5. Att man kan koppla röret med kopplingar direkt utan behov för att bära så pass tung maskin. Och minska risken från bränn om man ska använda lödningen.

#### Tekniker B

1. Ja. Man kan lätt glömma att klämma ihop koppling efter som man gör många koppling installation per arbetsmoment.
2. Inte så mycket. Men ibland man måste flytta hela verktygen alltså flaskan, lödning handtag och slangar från första våning till tredje våning och då blir lite extra tid och kraft som man ska förlora på det.
3. Nej

4. Det är samma som jag har sagt innan att man glömma att pressa en eller två koppling. Ett annat problem att pressverktygen nå inte all platser därför blir jag tvungen att lämna avstående mellan koppling och väggen.
5. En snabb koppling mellan rör och muff som kan tål hög tryck.

#### Tekniker C

1. Ja.
2. Ja, Det är risk med uppvärmning och tunga gasflaskor.
3. Bara om det många kopplingar som kopplas i kort tid brukar jag få ont i handen för det behöver att spännas kraftigt
4. Ja. Det funkar inte med stor dimensioner.
5. Ja. Det låter intressant.
6. En koppling som man kan koppla utan tunga verktyg eller att spänna kraftigt.

#### Tekniker D

1. Ja
2. Ja, det tar långtid att löda och man måste vara på plats två timmer efter lödning för säkerhet.
3. Nej.
4. Ja, Ibland har man svårt att nå kopplingen med maskinen om den ligger väldigt nära till vägen eller ett annat rör.
5. Ja. Ibland behöver man demontera systemet och vill använda samma kopplingar och montera det igen.
6. Ja, En koppling som kan kopplas på kort tid och kan återanvändas.

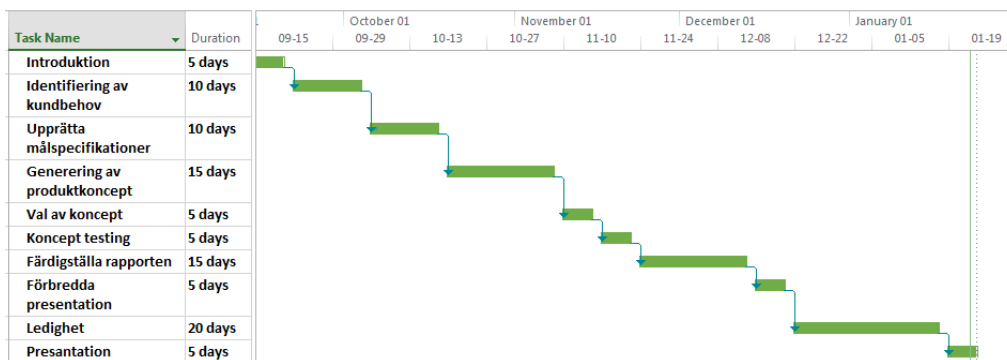
#### Tekniker E

1. Nej
2. Det tar lång tid, utgör risk och kräver en medhjälpare med brandsläckare.
3. Det är ok med klämring om det bara några kopplingar. Men om det är många kan det vara svårt för att det kräver att man spänna kraftigt.
4. Ja, Ibland läcker de och man måste kapa röret och förlänga med en muff för att byta den skadade kopplingen.
5. Ja,
6. Att den bli lätta att montera.

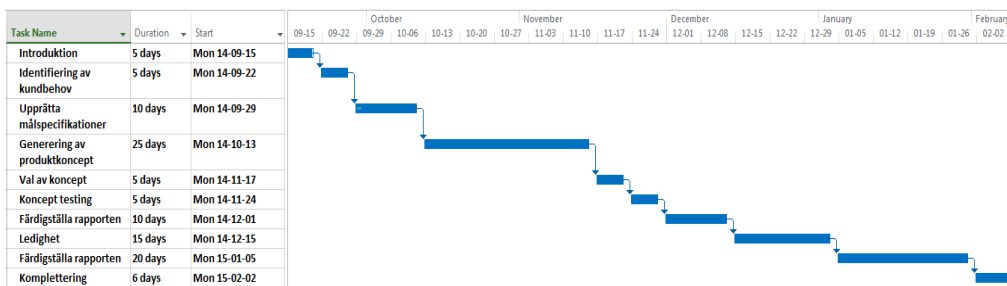
#### Tekniker F

1. Ja.
2. Ja, Det tar lång tid att löda och risken med uppvärmning.
3. Nej
4. Verktyget tar stor utrymme i bilen för att det består av är tre lådor.
5. Jag, Vi slänger massor när vi demontera ett system.
6. Om man kan komma på ett universellt verktyg som passar att rördiameter.

## Bilaga B: Tidsplan



Figur B.1 Projektets tidplan



Figur B.2 Faktiska utfallet



## Bilaga C: Benchmarking

	Mätbara enheter	Källa
1	Möjlighet att demonteras	Tekniska datan för varje teknik
2	Risk vid montering	Tekniska datan för varje teknik
3	Monteringstid	Ett experiment gjordes med hjälp av erfarna tekniker på Bureca AB
4	Monteringssvårighet	Enligt Teknikerna
5	Montering Kraft	Standard torque value.
6	Ökning i utvändig diameter	Genom att mäta det.
7	Inköp kostnad (Verktyg)	Dahl pris katalog
8	Inköp kostnad (Koppling)	Dahl pris katalog
9	Verktygs vikt	Genom att väga de i Burecas verkstad
10	Verktyg storlek	Mättas på Burecas verkstad
11	Återanvändning	Tekniska datan för varje teknik
12	Livslängd	Datan Saknas
13	Tryck tålighet	Tekniska datan för varje teknik