

# CHALMERS



## Återtillverkning

Påverkan i produktion hos en cykelfabrikör

## Remanufacturing

Impact in production of a bicycle manufacturer

*Examensarbete inom maskiningenjörsprogrammet, inriktningen teknisk utveckling*

Christoffer Mårtensson

Rickard Stenberg

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation

*Avdelningen för Operations Management*

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige, 2012

Rapport No. E2012:022



EXAMENSARBETE

Återtillverkning

Påverkan i produktion hos en cykelfabrikör

*Examensarbete inom Maskiningenjörsprogrammet*

CHRISTOFFER MÅRTENSSON

RICKARD STENBERG

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation

*Avdelningen för Operations Management*

CHARLMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2012

Återtillverkning

Påverkan i produktion hos en cykelfabrikör

CHRISTOFFER MÅRTENSSON

RICKARD STENBERG

© CHRISTOFFER MÅRTENSSON, RICKARD STENBERG 2012

Chalmers tekniska högskola

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation

Avdelningen för Operations Management

SE-412 96 Göteborg

Telefon +46(0)31-772 1210

Fax +46(0)31-772 3485

Omslag: LiPo4 Electric Bicycle Conversion Kit

Göteborg, Sverige 2012

## Förord

Den här rapporten är ett examensarbete utfört av två maskiningenjörsstuderande vid Chalmers tekniska högskola våren 2012. Examensarbetet avser 15 högskolepoäng och avslutar studier motsvarande 180 högskolepoäng.

Tack till vår handledare Susanne Kullberg som hjälpt oss med vägledning genom hela examensarbetet.

Tack till Cykeltillverkare X som varit behjälpliga i alla frågor som uppstått under projektets gång.

Tack till Lina Olsson och Maja Hansson som delat kontor med oss under projektets gång och bidragit med många skratt.

Göteborg, juni 2012

*Christoffer Mårtensson & Rickard Stenberg*

## Abstract

This study has been carried out for a bicycle manufacturer that is currently developing a new electrified bicycle. The purpose of this study is to examine which components of the electric bicycle that is suitable for remanufacturing and how these components should be remanufactured.

Information about the re-manufacturing process, component durability, bicycle care, electrical bicycle systems and bicycle production was received from interviews with bicycle dealers and repairers, remanufacturers, an electrical manufacturer and a bicycle manufacturer.

Information obtained from interviews along with the theoretical models for remanufacturing resulted in a variety of work schedules. The work schedules contain specific information on how to remanufacture each component. Where actions such as dismantling, sorting, storing, cleaning, inspection, machining, reassembly and testing are accounted for.

The result presents the selected components appropriate for re-manufacturing. The selected components are motor, bottom bracket, battery, HMI, seat post, front hubs and hub-gear, brake disc, brake controls, shifter and rims. The result also presents the estimated lifetime of these components and how the re-manufacturing should be done, step by step.

## Sammanfattning

Denna studie har utförts på uppdrag av en cykeltillverkare som håller på att ta fram en ny elcykelmodell. Målet med studien är att undersöka vilka komponenter för denna elcykel som lämpar sig för återtillverkning samt hur processen bör utformas för de komponenter som ansetts lämpade för att återtillverkas.

Från intervjuer med cykelåterförsäljare och reparatörer, elsystemtillverkare och cykeltillverkaren har viktig information om återtillverkningsprocessen, komponenthållbarhet, cykelvård, elsystem och cykelproduktion erhållits.

Med hjälp av informationen som erhöles från intervjuerna har det tillsammans med teoretiska modeller för återtillverkning tagits fram ett flertal arbetsscheman för ett flertal lämpade komponenter. Momenten för återtillverkning är demontering, sortering, förvaring, rengöring, inspektion, bearbetning, återmontering och testning.

I resultatet presenteras de utvalda delarna som ansetts lämpliga; motor, vevlager, batteri, HMI, sadelstolpe, främre nav och nav-växel, bromsskiva, broms- och växelreglage samt fälgar. Resultatet presenterar även uppskattad livslängd för dessa samt hur återtillverkningen ska gå till, steg för steg.

# Innehållsförteckning

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Mål.....	1
1.4 Frågeställning .....	2
1.5 Avgränsningar .....	2
2 Teori.....	3
2.1 Fördelar med återtillverkning .....	3
2.2 Svårigheter med återtillverkning .....	4
2.3 De sju stegen för återtillverkning .....	4
2.3.1 Demontering.....	5
2.3.2 Förvaring .....	5
2.3.3 Rengöring .....	5
2.3.4 Inspektion .....	6
2.3.5 Bearbetning .....	6
2.3.6 Återmontering .....	6
2.3.7 Testning.....	6
2.4 De fem beslutsfaserna för återtillverkning .....	6
2.4.1 För-demonteringsfasen.....	7
2.4.2 Demonteringsfasen.....	8
2.4.3 Bearbetningsfasen .....	9
2.4.4 Återmonteringsfasen .....	9
2.4.5 Eftermonteringsfasen.....	10
2.4.6 Beslutsfattandet i de femfaserna .....	10
2.5 Design för återtillverkning.....	10
2.6 Produktsäkerhet enligt EN-standard.....	11
2.7 Elmotor .....	12
2.8 Oförstörande provningsmetoder .....	12
3 Metod .....	14
3.1 Intervju.....	14
3.1.1 Kvalitativa intervjuer.....	14
3.1.2 Strukturering och standardiseringsgrad för intervjuer.....	14
3.1.3 Intervjuteknik .....	15



3.2 Presentation av de olika aktörerna.....	15
3.2.1 Återförsäljare.....	15
3.2.2 Cykeltillverkare.....	15
3.2.3 Tillverkare av elcykelsystem.....	15
3.2.4 Återtillverkare.....	15
3.3 Utformningen av intervjuer.....	16
3.4 Genomförandet av intervjuer.....	16
3.4.1 Återförsäljare.....	16
3.4.2 Cykeltillverkare.....	16
3.4.3 Tillverkare av elcykelsystem.....	16
3.4.4 Återtillverkare.....	17
4 Sammanställning av branschspecifik data.....	18
4.1 Återförsäljare och Cykeltillverkare.....	18
4.1.1 Livslängder och återtillverkningstider.....	19
4.2 Cykeltillverkare.....	21
4.3 Tillverkare av elcykelsystem.....	22
4.4 Återtillverkare.....	23
4.4.1 Återtillverkare A.....	23
4.4.2 Återtillverkare B.....	24
5 Analys.....	26
5.1 Den generella återtillverkningsprocessen.....	26
5.1.1 Återtillverkningsprocessen steg för steg.....	27
5.1.2 Tekniker som används.....	31
5.2 Komponenter som är intressanta för återtillverkning.....	31
5.2.1 Livslängder.....	32
5.2.2 Arbetstid för återtillverkning.....	32
5.3 Kritiska faktorer för att lyckas med återtillverkning.....	33
6 Resultat.....	35
6.1 Komponenterna.....	35
6.1.1 Komponenternas hållbarhet.....	35
6.2 Tidsåtgång.....	37
6.3 Återtillverkningsprocessen för Cykeltillverkare X.....	38
Återtillverkningssteg på komponentnivå.....	40

7 Diskussion .....	45
Referenser.....	47
Bilaga 1 .....	I
Bilaga 2 .....	VI
Bilaga 3 .....	VII

## Terminologi

Användningsperiod – Detsamma som livscykel.

Batcher – Detsamma som partier, där ett större antal produkter bearbetas samtidigt.

Bill of Materials (BOM) – En lista med komponenter, material, specifikationer för dessa samt kvantiteter som behövs för att tillverka en slutprodukt.

De sju stegen – Är av författarna det namn som används för samtliga moment i återtillverkningsprocessen.

EN-standard – Är en europeisk standard, innehållande krav på en produkt som måste uppfyllas för att klassificeras som säker.

Human-Machine-Interface (HMI) – Gränssnitt mellan människa och maskin, som i detta fall är en cykeldator.

Kannibalisering – En hel produkt eller modul demonteras och utvalda delar används till återtillverkning.

Kärna – Hela produkten eller delkomponenten som är tänkt att återtillverkas.

Multipel återanvändning – En produkt eller dess komponenter används i fler än en användningsperiod.

R & D – Research and Development. På svenska forskning och utveckling.

# 1 Inledning

I denna studie presenteras ett förslag till hur Cykeltillverkare X kan gå tillväga för att *återtillverka* utvalda cykelkomponenter för den elcykel som företaget utvecklar och är på väg att lansera.

Mer ingående berör rapporten utvalda komponenter i en elcykel och vad som bör göras för att återställa dessa cykelkomponenter till ett nyskick genom återtillverkning. Kunskapen om detta bygger på intervjuer med personer som innehar expertkunskap inom cykelbranschen, elteknik, renovering av elmotorer, återtillverkningsprocessen samt tillverkare av elcykelsystem. Kunskapen har i sin tur kombinerats med existerande teori om återtillverkning.

## 1.1 Bakgrund

Cykeltillverkare X är ett företag som idag är beläget i Europa. Där tillverkar de cyklar under ett välkänt märke. Tillverkningen sker rent hantverksmässigt, utan löpande band och massproduktion. Cyklarna var ursprungligen producerade för elitecyklister, men kvalitén och designen genomsyrar nu hela sortimentet som också innehåller vanliga herr- och damcyklar.

Cykeltillverkare X vill nu bredda sitt sortiment med en elcykel då de funnit att marknaden har börjat mogna för en sådan produkt och att efterfrågan finns. De vill nu vara delaktiga fabriker och försäljare inom elcykelsegmentet.

Tillsammans med Chalmers tekniska högskola vill Cykeltillverkare X nu ha hjälp med produktframtagningsprocessen av denna elcykel. Chalmers tekniska högskola vill i sin tur undersöka, tillsammans med Viktoria-institutet, hur denna utveckling och produktion kan ske ur en mer miljömässig och hållbar utveckling.

Den metod som valts att anpassas för Cykeltillverkare X är *re-manufacturing*. Det är den engelska översättningen av *återtillverkning*. Med *återtillverkning* menas att ett återproducerande företag, i detta fall Cykeltillverkare X, tar tillbaka en produkt eller delar av den, för att sedan renovera produkten eller utvalda delar. Den renoverade produkten eller delarna kan sedan återlanseras på marknaden, vilket i sin tur ökar användningsperioden på det som renoverats (Östlin 2008).

## 1.2 Syfte

Denna studie har som övergripande syfte att skapa kunskaper som kan underlätta för Cykeltillverkare X att använda slutna materialcykler genom återtillverkning. Kunskaper som kan användas till att stärka Cykeltillverkare X's konkurrensförmåga genom ett hållbarhets- och lönsamhetsperspektiv.

## 1.3 Mål

Mer specifikt syftar denna studie till att kartlägga vilka elcykelkomponenter som är lämpliga att återtillverka hos Cykeltillverkare X i nuläget. Studien ska slutligen ge svar på hur processen för återtillverkning bör se ut i praktiken hos Cykeltillverkare X.

## 1.4 Frågeställning

För att Cykeltillverkare X ska få grundläggande kunskaper som är nödvändiga för att kunna implementera återtillverkning i sin produktion, behövs en undersökning av vad för teori som existerar inom återtillverkning. Cykeltillverkare X behöver vidare praktisk kunskap från aktörer som arbetar med cykelservice. Teorin och den praktiska kunskapen ska sedan kombineras för att Cykeltillverkare X ska få en grund till att påbörja återtillverkning av elcykeln.

För att skapa dessa grundläggande kunskaper i återtillverkning av elcykeln behöver följande frågor besvaras:

- Vilka komponenter är lämpade för återtillverkning för cykeln?
  - Hur länge håller de komponenterna?
  - Hur bör man återtillverka dem?
  - När sker återtillverkningen?
- Hur ser återtillverkningsprocessen ut?
  - Vilka tekniker och metoder använder man?
  - Går det att förutspå arbetstid för återtillverkning?

## 1.5 Avgränsningar

I undersökningen tas det inte hänsyn till de ekonomiska aspekterna som berör återtillverkning. Det gäller bland annat kostnaden för inköp av inventarier, lönekostnader och materialkostnader. Gällande inventarier och produkter som är lämpliga för användning i återtillverkningen ges endast förslag. Anledningen till detta är att tidsåtgången för att undersöka inventariers lämplighet till processen skulle bli allt för omfattande.

Gällande slitage och annan data kring komponenter kommer det att användas uppskattningar från tillverkare och andra kunniga inom den bransch som berör komponenten som utreds. På grund av tidsskäl kommer inga tester eller laborationer utföras.

Det kommer heller inte att tas hänsyn till vad som möjligtvis påverkar återtillverkning i form av lagar och CE-märkning. Området anses vara för stort för att hinna utvärderas inom projektets tidsram.

## 2 Teori

Remanufacturing, återtillverkning på svenska, är en industriell process där en utsliten produkt återtas från slutkonsument eller deponi, till ett återtillverkande företag. Där återställs produkten till dess ursprungliga funktioner genom ett antal olika moment (Sundin 2004). I rapporten kommer även namnet *kärnan* att användas som namn för den produkt eller de delar av produkten som återtillverkas (Sundin 2004).

Utöver att återställa kärnan till dess ursprungliga funktion kan kärnan också moderniseras och uppgraderas till nya specifikationer (Sundin 2004). Det finns en rad olika definitioner på återtillverkning som beskriver hur en sådan process går till. Utifrån dessa har Sundin (2004) definierat återtillverkning enligt följande:

*”Återtillverkning är en industriell process där produkter, kallade kärnor, blir återställda till en användbar produkt igen. Under denna process passerar kärnan genom ett antal återtillverkningssteg; inspektion, demontering, utbyte av delar/bearbetning, rengöring och testning för att säkerställa kärnans kvalitet” (citerad i Östlin J, 2008, s 5).*

De finns ett flertal anledningar till att använda sig av återtillverkning. I de undersökningar Sundin (2004) har gjort, påverkas svenska företag av lagdrivande orsaker som säger att företaget måste ta hand om sina tillverkade produkter efter att produkten är använd. Ett kanadensiskt företag har som största drivkraft till återtillverkning att marknaden vill ha återtillverkade produkter. Hos engångskameratillverkare i Japan ligger drivkraften i miljöintresse. Dessa återtillverkare har gemensamt att de också drivs av ekonomiska fördelar av att använda sig av återtillverkning (Sundin 2004).

### 2.1 Fördelar med återtillverkning

Återtillverkning tillåter förutom multipel återanvändning av material, också en möjlighet för uppgradering av produktens kvalitet och funktionalitet utan att tillverka nya produkter och kassera gamla. Det är inte enbart materialet i produkten som återanvänds vid återtillverkning, även resurser som arbete, energi och tillverkningsoperationer, som var adderade i ursprungsprodukten används igen vid återtillverkning (Sundin 2004).

Enligt Östlin (2006, fritt översatt av författarna) resulterar fördelarna med återtillverkning huvudsakligen i kostnadsminskningar, men andra anledningar till återtillverkning är också:

- Nya affärsstrategier
- Lagar och förordningar
- Moraliska och etiska skäl
- Grön marknadsföring
- Skyddande av varumärke
- Eftermarknadslösningar

## 2.2 Svårigheter med återtillverkning

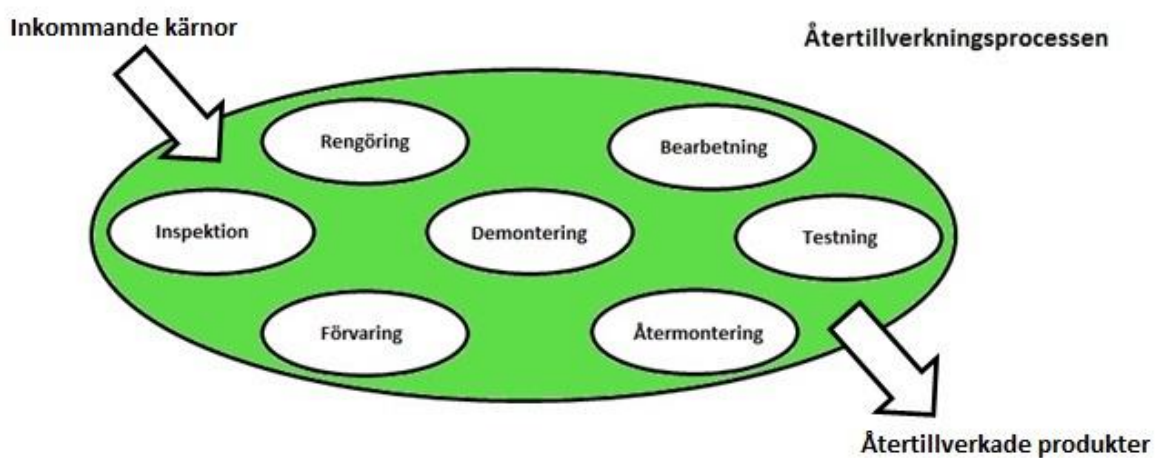
Det finns också många svårigheter med att återtillverka produkter och komponenter. Exempel på svårigheter är teknologisk utveckling som gör produkten omodern, kostnad för insamling av produkten, tvättning och återtillverkning kan vara hög, samt att det kan vara svårt att få återtillverkade komponenter att uppnå hög kvalitet (Kimura et al 2001).

Ännu en svårighet med återtillverkning är hanteringen av mindre partier av olika produkter eller produktversioner. Detta ställer krav på att återtillverkningsprocessen måste vara flexibel så att *de sju stegen* kan genomföras korrekt (Seitz och Peattie 2004). *De sju stegen* beskrivs i avsnitt 2.3.

Ytterligare en svårighet med återtillverkning är att återtillverkaren kan tvingas upprätthålla stora lager för att undvika flaskhalsar i återtillverkningsprocessen. Detta för att produktspridningen av ingående kärnor samt ingående kvalitet kan variera stort. Finns inte komponenten i lager kan det innebära en risk att beställning av ersättningskomponenter måste göras med längre ledtid som följd (Seitz och Peattie 2004).

## 2.3 De sju stegen för återtillverkning

Återtillverkning ser olika ut från företag till företag beroende på vilka behov och förutsättningar de har. Den generella processen för produkten hos tillverkande företag beskrivs i figur 2.1 (Sundin 2004):



Figur 2.1. Den generella modellen av de sju stegen för återtillverkning (Östlin 2008, s.95, fritt översatt av författarna).

Modellen ovan är en grafisk förklaring till hur återtillverkning sker generellt. Utifrån den generella modellen för återtillverkning beskrivs stegen i den ordning det kan ske hos ett tillverkande företag.

### 2.3.1 Demontering

Det första steget i återtillverkning är att demontera kärnan. För att förenkla demonteringen bör komplexiteten på delsystemet och antal demonteringssteg minskas. För att minska komplexiteten är det viktigt att komponenterna från början designas för återtillverkning. Det finns fyra delsteg i demonteringen som har stor påverkan på den totala tiden (Mabee, Bommer och Keat 1999):

1. Tiden som krävs för att få tillgång till komponenten/delsystemet i fråga.
2. Tiden som krävs för att få loss komponenten/delsystemet från helhetsprodukten.
3. Tiden som krävs för att plocka isär komponenten/delsystemet.
4. Tiden det tar för att nå delarna som behöver bytas, undersökas eller repareras.

Enligt Mabee, Bommer och Keat (1999) bör det redan vid konstruktionsstadiet av produkten diskuteras vilken tillverknings- och demonteringsmetod som kommer att användas i återtillverkningsprocessen.

### Sortering

Sortering av komponenterna görs efter demontering, där det finns två huvudsakliga sorteringsmetoder enligt Mabee, Bommer och Keat (1999). Båda är nödvändiga för effektiv återtillverkning. Den ena metoden är *visuell sortering* och går ut på att urskilja komponenter med ögat som hjälpmedel. Den *visuella sorteringen* kan anses vara enkel, men kan fort bli komplicerat om till exempel ett kugghjul endast skiljer sig med ett fåtal millimeter. Problematiken med den *visuella sorteringen* kan lösas genom olika färgmarkeringar eller tydliga nummermarkeringar på komponenterna. Den andra metoden är *kvalitetssortering* och görs genom att testa om delarna lever upp till den utsatta kvaliteten som utlovas för att fortsätta återtillverkningsprocessen. Kvalitetssorteringsarbetet underlättas genom olika verktyg som till exempel: räknare, mätverktyg för hårdhet och elektrisk ledningsförmåga (Mabee, Bommer och Keat 1999).

### 2.3.2 Förvaring

Lagerhållning är också en viktig punkt i återtillverkningen, då det är svårt att förutse antalet inkommande komponenter samt dess kvalitet. Därför är det viktigt med ett lager nyproducerade komponenter som kan användas om den inkomna produktens komponenter är av lägre kvalitet. Detta är framförallt viktigt för att inte drabbas av produktionsstörningar (Östlin 2008). Idealt används de återtillverkade komponenterna i första hand vid tillverkning av nya kärnor. Finns inte återtillverkade komponenter eller delar tillgängligt i lager ska komponenter från nyvarulagret användas (Östlin 2008).

### 2.3.3 Rengöring

Enligt Mabee, Bommer och Keat (1999) behöver ungefär 90 % av alla delar i en återtillverkningsprocess tvättas. Om komponenten inte är designad för återtillverkning kan flera tvättningsmetoder behöva användas, men målet är att hålla antalet tvättningsmetoder till så få som möjligt. Olika komponenter är i behov av olika rengöringsmetoder, exempelvis vattentvätt, rostborttagning, sandblästring, kemiska tvättar, ljudvågsbad, och tryckluft (Mabee, Bommer och Keat 1999).



### 2.3.4 Inspektion

Det är av stor vikt att inspektera de olika delarna innan de går in i återtillverkningsprocessen. Dels för att bedöma kvaliteten på de ingående kärnorna, och på så sätt veta vilka återtillverkningssteg som är relevanta (Guide och Wassenhove 2001). De olika inspektionsteknikerna är desamma som de tester som genomförs i slutet av återtillverkningsprocessen. Exempel på inspektionsmetoder av ingående kärnor kan vara mätning av komponenter och visuell inspektion (Sundin 2004).

### 2.3.5 Bearbetning

Bearbetningsdelen innebär att genom olika processer ge komponenten ett nytt liv. Detta kan innebära att kärnan tillges en eller flera nya komponenter, komponenter ges ny finish, omfräsning av komponenter eller att någon form av justering på komponenterna sker. Vissa processer sliter ut komponenter mer än andra varför det är viktigt att alltid mäta godstjocklek och andra toleranser före och efter bearbetning. Fräsning och borrarning kan inte göras allt för många gånger på grund av materialslitage. Ritningar med instruktioner om återtillverkningsmetoder, nya toleranser, materialtjocklekar och andra egenskaper bör finnas lättillgängligt vid bearbetningsstationerna (Mabee, Bommer och Keat 1999).

### 2.3.6 Återmontering

I detta återtillverkningsmoment monteras delarna ihop. Precis som i vanlig tillverkning är det önskvärt med så få justeringar som möjligt när den bearbetade komponenten återmonteras. Vid justeringarna är det dessutom viktigt att de inte påverkar andra komponenter och fästen i modulen (Mabee, Bommer och Keat 1999).

### 2.3.7 Testning

Det sista steget är att genomföra olika tester. Den återtillverkade kärnan ska uppfylla samma krav som en nyproducerad produkt och uppnå kundens behov och krav. Kärnans funktionalitet och hållbarhet testas med hjälp av olika tester, exempel på dessa tester är hållfasthetstest, syning för lackdefekter och mjukvarutester (Sundin 2004).

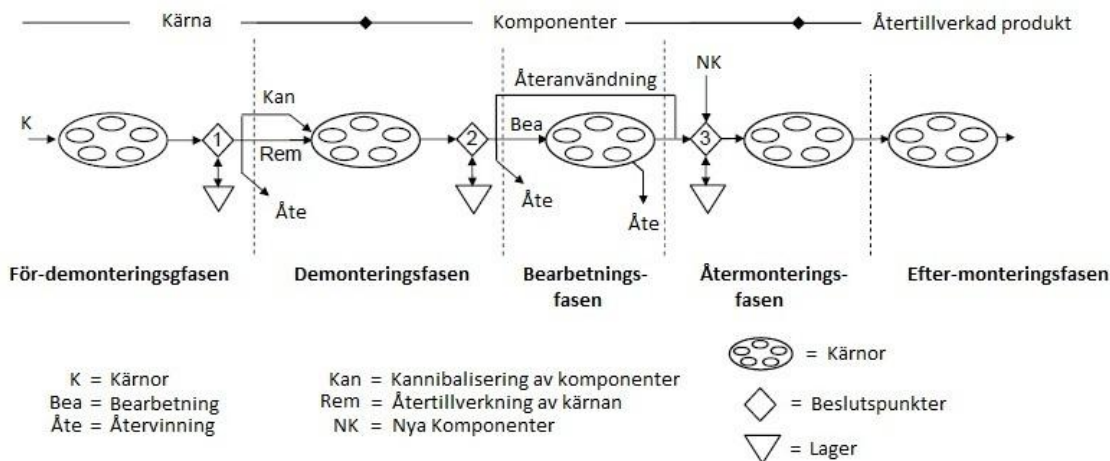
## 2.4 De fem beslutsfaserna för återtillverkning

Den generella modellen som är beskriven i *de sju stegen*, visar på hur en återtillverkningsprocess kan se ut för ett tillverkande företag. Även om processen kan se olika ut, finns det enligt Östlin (2006) *fem faser* som alla återtillverkare går igenom, där dessa innehåller viktiga beslut som måste tas under återtillverkningsprocessen.

Dem fem faserna:

- För-demonteringsfasen
- Demonteringsfasen
- Bearbetningsfasen
- Återmonteringsfasen
- Efter-monteringsfasen

I figur 2.2 ses en illustration på de fem olika faserna inkluderat dess olika operationer och beslut.



Figur 2.2. De fem faserna. Här syns hur kärnan går igenom de fem faserna inom återtillverkning (Östlin 2008, s.96, fritt översatt av författarna).

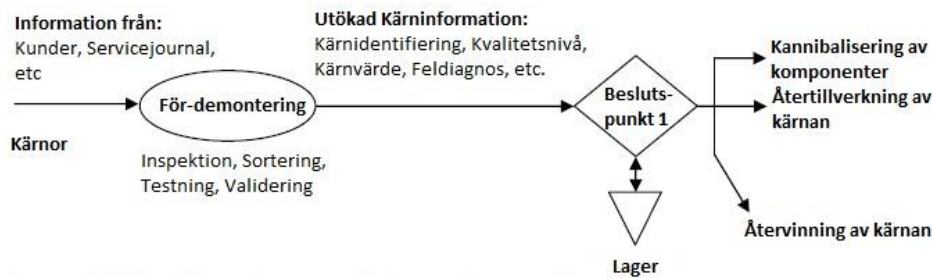
### 2.4.1 För-demonteringsfasen

Detta kan beskrivas som den fas som sker innan själva återtillverkningen börjar. Denna fas innehåller precis som resten av faserna ett flertal moment och beslut, som med en grafisk beskrivning tydliggörs i figur 2.3. När kärnan återhämtats från kund, måste kärnans kvalitet bedömas. Detta är viktigt för att kunna bestämma om det ska ske återtillverkning, kannibalisering av komponenter eller återvinning av kärnan (Östlin 2006).

Inspektion och testning görs i denna fas för att identifiera produkten, kvalitén på produkten eller dess marknadsvärde. Sortering beroende på kärnors kvalitet görs för att kunna kontrollera processen i ett senare skede. Ett exempel är att använda hög-kvalitativa kärnor när produktionen är högt belastad, för att sedan också kunna använda kärnor av lägre kvalitet när produktionen är mindre belastad. Att bara använda sig av hög-kvalitativa kärnor vid hög efterfrågan görs för att återtillverkningsprocessen då går mycket snabbare. Sortering är också viktigt för att kunna avgöra vilken ekonomisk potential kärnan har för återtillverkning (Östlin 2006).

För att ekonomiskt motivera återtillverkning, måste resurserna som används i återtillverkningen av kärnan ha ett mindre ekonomiskt värde än marknadsvärdet. Det finns många ekonomiska faktorer som påverkar valet om en kärna ska återtillverkas eller inte (Östlin 2006, s. 98, fritt översatt av författarna):

- Kostnader för att anskaffa kärnorna.
- Möjliga kostnader för demontering, återbearbetning, återmontering och så väl kostnader för nya produkter.
- Lagernivåer och värde på komponenter (nya, använda, återbearbetade komponenter) i demonterings- och återmonteringsfaserna.
- Kvalitetsnivå önskat av kund.
- Kostnader för logistik- och marknadsföringsaktiviteter.
- Kundens efterfrågan på att hålla produkten kvar i portfolien för återtillverkade produkter.



Figur 2.3. Bild av förloppet under för-demonteringsfasen (Östlin 2008, s. 97, fritt översatt av författarna).

## 2.4.2 Demonteringsfasen

Beroende på i vilken del av produktens livscykel produkten befinner sig kan olika alternativ av återtillverkning ske (Östlin, Sundin och Björkman 2009):

- Kärnåtertillverkning: Kärnan återtillverkas i helhet till ett nytt eller uppgraderat tillstånd. Används oftast när produkten bara har ett mindre fel. Fel som åtgärdas kan vara lättare transportskador eller garantiärenden.
- Komponentåtertillverkning: Komponenter och moduler återtillverkas till ett nytt eller uppgraderat tillstånd.
- Kannibalisering av komponenter: Hela produkten plockas isär och endast vissa delar återtillverkas. Dessa delar används sedan i nya eller återtillverkade komponenter/moduler eller produkter. Detta är oftast en stödjande aktivitet till företaget som redan återtillverkar produkter, komponenter eller moduler.

När beslut har tagits om en kärna ska återtillverkas eller kannibaliseras för komponenter, skickas kärnan till demontering. När sedan kärnan har demonterats kommer ytterligare ett viktigt beslut; om komponenterna är återanvändningsbara eller måste genomgå en återbearbetning. Vissa komponenter kan även beslutas att kasseras direkt (Östlin 2006).

Många företag har policys där vissa komponenter alltid byts ut, på grund av tillförlitlighet och säkerhetsskäl. Vissa komponenter kan även ha blivit för gamla när en produkt har uppdaterats till en högre innovationsgrad (Östlin 2006).

När det gäller lämpliga sätt att ta hand om varje individuell komponent finns följande aspekter att ta hänsyn till, varav några redan nämnda, bland annat (Östlin 2006, s. 99, fritt översatt av författarna):

- Möjliga kostnader för återbearbetning så väl som kostnad för nya komponenter
- Lagernivåer och värde på komponenter (nya, använda och återbearbetade komponenter)
- Ledtider för återbearbetning eller inköp av nya komponenter
- Minimala orderkvantiteter i förhållande till framtida behov och risken för föråldring
- Kvalitetsnivå önskat av kund
- Tillgänglighet till en uppgraderad version av komponenten

I figur 2.4 ges en överskådlig bild av demonteringsfasen och de faktorer som kan påverka besluten.



Figur 2.4. Bild av förloppet under demonteringsfasen (Östlin 2008, s. 99, fritt översatt av författarna).

### 2.4.3 Bearbetningsfasen

Komponenterna som är utvalda för bearbetning kan genomgå en rad olika processer som syftar till att antingen reparera eller öka kvalitén på komponenten. Ibland kan dock skador upptäckas i denna fas varvid komponenten istället återvinns (Östlin 2006).

I vissa fall kan komponenter efter bearbetning ha fått ändrade specifikationer. Östlin (2006) ger ett exempel där en cylinder till en motor har lagats genom att expandera diametern. Till följd av detta har det gjorts att en annan kolv istället måste användas. Komplexiteten ökas eftersom specifikationerna i Bill of Materials (BOM) ändras. Det påvisar det faktum att olika faktorer spelar in på om något ska återtillverkas eller inte.

### 2.4.4 Återmonteringsfasen

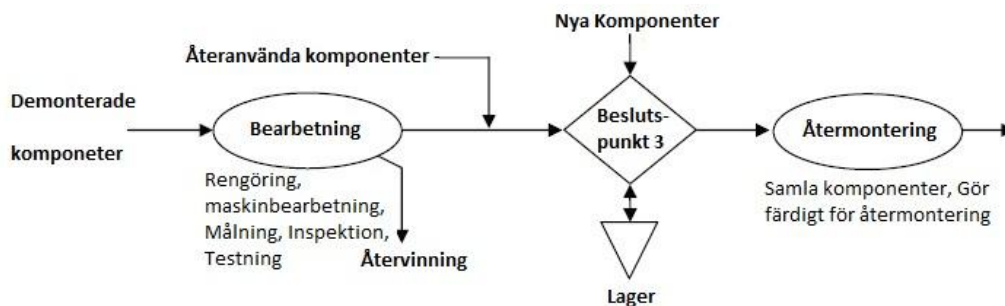
Det är i denna fas som de individuella komponenterna monteras ihop till den slutliga produkten, vilket kan göras på fyra olika sätt. I återmonteringsfasen används antingen en bearbetad komponent, en helt ny komponent, en återanvänd komponent eller slutligen, en komponent från en kannibaliserad produkt (Östlin 2006).

När beslut ska tas angående vilka typer av delar som ska användas i monteringsfasen, bör återtillverkade komponenter användas i första hand, då de bör ha lägst kostnad. Om dessa inte används borde de ha blivit återvunna i ett tidigare stadié. Vissa komponenter bör dock ersättas med nya komponenter, beroende på krav från kund (Östlin 2006). Ett exempel ges av Östlin (2006) där en studie på truckar har gjorts. I det fallet byts batterierna ut mot nya vid återmonteringen då de gamla inte har tillräcklig kapacitet.

Ett av de komplexa problemen med kontrollering av återtillverkning är att det inte är möjligt att veta hur många komponenter som kan återanvändas eller bli bearbetade. En lösning på detta problem är enligt Östlin (2006) att köpa in nya komponenter och lagerhålla dessa. Om efterfrågan blir stor är dessa lättillgängliga och kan användas direkt. Denna lösning är dock inte ideal då det kräver varulager, vilket leder till kapitalbindning som i sin tur ger en högre kostnad. Östlin (2006) påpekar att en lösning är den Volvo Parts använder sig av. Volvo Parts

gör en prognos på hur återflödet av varje komponent kan komma att se ut och antalet som är möjliga att använda igen. Efter det beställs då nya komponenter för att tillgodose behovet.

Bearbetnings- och återmonteringsfasen tydliggörs med illustrationen i figur 2.5.



Figur 2.5. Bild av förloppet under bearbetnings- och återmonteringsfasen (Östlin 2008, s. 100, fritt översatt av författarna).

#### 2.4.5 Eftermonteringsfasen

När kärnan är återmonterad, testas och justeras den till fungerande läge. Det kan exempelvis vara att göra mjukvaruuppdateringar, lackjobb eller förberedelse för sändning till kund (Östlin 2006).

#### 2.4.6 Beslutsfattandet i de femfaserna

Från *de fem faserna* finns tre viktiga beslut som måste fattas för att påbörja återtillverkning av en kärna (Östlin 2006). Dessa beslut tas i följande ordning:

1. *Beslut om återtillverkning av kärnan.* Beslut om vilka delar som ska återtillverkas i den insamlade kärnan. Beslut om hela kärnan ska återtillverkas eller om kärnan ska kannibaliseras och då enbart delkomponenter ska återtillverkas.
2. *Beslut om återtillverkningsmetod.* Beslut om vilken återtillverkningsmetod som ska användas i processen.
3. *Beslut om vilka komponenter som ska återmonteras.* Detta innefattar beslut om nya, bearbetade eller gamla komponenter ska användas.

### 2.5 Design för återtillverkning

*Design för återtillverkning* är produktutformning som underlättar något av momenten i återtillverkning. Det kan innebära fysisk utformning eller materialval som möjliggör enklare återtillverkning (Shu och Flowers 1999).

Genom smartare materialval och dimensionering kan design för återtillverkning innebära produktutveckling med fokus på hållbarhet. Något som resulterar i att produkten kan användas i fler livscykler (Gray och Charter 2008).

Med *design för återtillverkning* kan pengar sparas som en följd av minskade kostnader för avfallshantering, minskad demonteringstid och minskad kostnad för återtillverkning (Kerr 1999).

Ett exempel på *design för återtillverkning* är hur bilindustrin identifierat att korrosion och rost är ett stort hinder i demonteringen. Från ett designperspektiv, kan problemet med korrosion hjälpas med bättre isolering av delarna, användning av icke korroderande material eller användning av annan fastsättningsmekanism (Hammond, Amezquita och Bras 1998).

## 2.6 Produktsäkerhet enligt EN-standard

Svensk Produktsäkerhetslag (2004:451), kapitel 1, § 1 syftar till att varor och tjänster inte får orsaka skada på person (www.notisum.se 15 maj 2012).

Enligt följande fakta från en rapport av Svensk Maskinprovning, antogs år 2004 direktivet *Product Safety Directive 2001/95/EC* av EG-kommissionen. Detta direktiv kan sammankopplas med Svensk Produktsäkerhetslag, där grundidén med de båda är att åtaganden måste göras för att endast säkra produkter får finnas på marknaden (Svensk Maskinprovning 2009).

Åtaganden har tagits i form av så kallade EN-standarder som ska garantera säkerheten på produkter. Standaren innehåller olika testmetoder, testvärden och krav som produkten måste uppfylla för att klassas om en säker produkt (Svensk Maskinprovning 2009).

Svensk Maskinprovning, SMP, utför tester på cyklar. De köper in en mall innehållande specifikationer på standardiserade tester som avser att kontrollera produktens hållbarhet. Provmallen för de standardiserade testerna kallas EN-standard. Svensk Maskinprovning utför tester på cykeln och dess komponenter på beställning av det tillverkande cykelföretaget. Om cykeln klarar testerna enligt EN-standardens provmall anses cykeln vara säker utav Svensk Maskinprovning (Svensk Maskinprovning 2009).

Det finns idag två stycken standarder som berör framtagningen av en elcykel. Det är dels EN-standard 15194, som gäller för EPAC, vilket står för *Electrically Power Assisted Cycles*. Det är även en EN-standard 14872 som gäller för pakethållare (Svensk Maskinprovning 2009).

Exakta värden och tillvägagångssätt för de olika testerna är hemligt och enda möjligheten till att få reda på mer ingående information om testerna är att köpa provmallen för EN-standard. Enligt officiell information som SMP tillhandahåller, görs EN-standardiserade tester på följande cykelkomponenter (Svensk Maskinprovning 2009):

- Bromsar
- Ram och vevparti
- Sitt-stolpe och gafflar
- Pakethållare
- Styre och styrstam
- Hjul och pedalaxel

Testerna görs med hjälp av olika typer av maskiner och testar bland annat utmattning av delarna. Även statiska tester samt krocktester utförs. En del av testerna görs även i både våta och torra utrymmen (Svensk Maskinprovning 2009). Ett test av framgaffel kan ses i figur 2.6.



Figur 2.6. Test av framgaffel (smp.nu 15 maj, 2012).

## 2.7 Elmotor

Oftast är elcykelmotorer av typen BLDC-motor, som står för Brushless Direct Current-motor. Den vanligaste placeringen av elcykelmotorer är i navet, antingen fram eller bak på en cykel enligt Torstensson och Du-Bar (2009). En BLDC-motor har inga borstar och kommuterar på elektronisk väg (Yedamale 2003).

Det finns många fördelar med en borstlös elmotor jämfört med en likströmsmotor med borstar. Några av fördelarna är (Yedamale 2003):

- Högre hastighet och vridmoment
- Hög effektivitet
- Lång livslängd
- Ljudlös drift

Det ska också påpekas att BLDC-motorns effektivitet i vridmomentet är hög i förhållande till storlek, vilket gör den mycket användbar där utrymme och vikt är kritiska faktorer (Yedamale 2003).

## 2.8 Oförstörande provningsmetoder

Oförstörande provningsmetoder innebär att bestämma kvalitet och helhet på ett material utan att orsaka skada på materialet som undersöks. Eftersom ingen skada till materialet som undersöks sker, är oförstörande provning en metod som kan spara tid och pengar. Det finns flera sätt att genomföra oförstörande provning där tre av dem är ultraljud, röntgen och virvelströmsprovning. Provningsmetoderna lämpar sig för materialundersökning av aluminium och stål (Shull 2002).

Ultraljudsprovning är en av de mest använda metoderna för oförstörande provning idag. Ett ultraljudstest går ut på att ultraljudsvågor rör sig genom solida material vid en hög frekvens. Detta ljud, som sänds ut från en givare och tas upp av en sändare, visar sprickor i material, ojämnheter, typ av material, elasticitet och materialtjocklek (Shull och Tittmann 2002).

Radiografiska analystekniker, och då speciellt röntgenstrålar, har historiskt sett varit, och är för närvarande, en av de vanligaste metoderna av oförstörande tester vid materialkontroll.

Röntgen är en av de få oförstörande provningsmetoderna som kan undersöka insidan av objekt och den enda oförstörande provningsmetoden som fungerar på alla storters material. Med hjälp av bilden från en röntgenkamera kan sprickor och defekter upptäckas (Martz, Logan och Shull 2002).

Virvelströmsprovning innebär att konduktivitetssonder, där konduktivitet är *elektrisk ledningsförmåga*, mäter ett elektromagnetiskt fält från ett material vid det område som undersöks. Svaren från dessa magnetfält används för att tolka materialets hårdhet, tjocklek, och korrosion eller defekter som porositet och sprickor med hjälp av en dator (Shull 2002).



### 3 Metod

För att få branschspecifik kunskap, vilket anses nödvändigt för kunna besvara frågeställningen i denna studie, behövs information från aktörer med expertis inom fyra olika branscher. Det behövs ingående kunskap om service, användning och slitage gällande komponenterna på en elcykel. Denna information kommer att hämtas från *cykelreparatörer*. Från tillverkaren behövs information om hur elcykeln är utformad, förståelse om komponenter, samt deras krav och idéer på återtillverkning. Kunskap för mer förståelse om elcykelsystem och dess ingående komponenter behövs också, vilket kommer hämtas från *tillverkare av elcykelsystem*.

Det kommer slutligen att insamlas information om hur återtillverkning används i praktiken samt hur det sker specifikt för elkomponenter, vilket är kunskap som ska hämtas från *återtillverkare*.

Informationen kommer att tillgodoräknas genom intervjuer. I detta kapitel kan läsaren se vad för slags intervjuer som genomförts, vilka aktörer som intervjuats, varför just dessa intervjuats, intervjuförberedelser samt genomförandet av intervjuerna.

#### 3.1 Intervju

Intervju är en teknik för informationsinsamling som bygger på frågor. Med en intervju menas oftast ett möte mellan intervjupersonen och intervjuaren. Intervjuer kan även genomföras via telefonsamtal. En intervju kan vara mer öppen i sin frågeställning än om en enkät skulle besvaras, vilket ger personen som blir intervjuad en möjlighet att upplysa om personliga reflektioner i större grad (Patel och Davidson 2011).

##### 3.1.1 Kvalitativa intervjuer

Syftet med en kvalitativ intervju är att upptäcka och identifiera egenskaper samt finna essensen i det intervjupersonen beskriver, till exempel uppfattningar om ett fenomen. Både intervjuaren och intervjupersonen är delaktiga i ett samtal, men främst ansvar ligger hos intervjuaren. Det åligger intervjuaren att bygga upp ett meningsfullt och sammanhängande resonemang (Patel och Davidson 2011).

##### 3.1.2 Strukturering och standardiseringsgrad för intervjuer

Enligt Patel och Davidsson (2011) finns det två aspekter att ta hänsyn till vid framtagning av frågor. Den ena aspekten är *standardiseringen* på intervjun, vilket avser hur mycket ansvar som lämnas till intervjuaren. Det innebär hur väl förberedda frågorna är samt dess följd. När standardiseringen är av låg grad är frågorna mindre förberedda, något som kan ses mer som ett samtal mellan två parter. När standardiseringen där emot är av hög grad, ställs samma frågor i samma ordning till varje intervjuperson. På så sätt är det lättare att jämföra och generalisera (Patel och Davidson 2011).

Den andra aspekten är *struktureringen* på intervjun, som avser hur pass stort svarsutrymme intervjupersonen får. När strukturen på frågorna är låg lämnas ett stort utrymme för svar. När strukturen är hög lämnas istället ett litet utrymme för svar. Detta är viktigt att tänka på om intervjupersonen ska ges en möjlighet att tolka fritt beroende på sin inställning och tidigare erfarenheter (Patel och Davidson 2011).

### 3.1.3 Intervjuteknik

En intervjuteknik som kan användas vid intervjuer är den så kallade ”*tratt-tekniken*”. Denna teknik innebär att den som intervjuar ställer större och mer allmänna frågor i början av intervjun för att senare i intervjun övergå till mer specifika och inriktade frågor. Tekniken anses motiverande och aktiverande ur den synpunkt att intervjupersonen får en chans att uttrycka sig som denne vill i början och på så sätt skapar det en trygghet för den som blir intervjuad (Patel och Davidson 2011).

## 3.2 Presentation av de olika aktörerna

Nedan presenteras de fyra olika branschkategorierna med innehållande aktörer. Dessa aktörer har valts ut efter rekommendationer och genom efterforskningar om vilka aktörer som är lämpliga för att få kunskap inom varje specifik kategori.

### 3.2.1 Återförsäljare

Syftet med att intervju cykelåterförsäljare är, som nämnt innan, att få kunskap om service, användning och slitage, från experter inom cykelbranschen.

De tre cykelåterförsäljarna arbetar på olika cykelaffärer och har flera års erfarenhet av cykelbranschen. Återförsäljarna är också är cykelreparatörer rekommenderades alla av Cykeltillverkare X's marknadsansvarige tack vare deras erfarenhet och samarbete med Cykeltillverkare X. De rekommenderade cykelåterförsäljarna är:

- Återförsäljare A
- Återförsäljare B
- Återförsäljare C

### 3.2.2 Cykeltillverkare

Aktören som ska intervjuas är Cykeltillverkare X där syftet är att få insikt i deras produktion, deras inställning till återtillverkning, vad de tror att de kan återtillverka, vad de har för inventarier, hur deras arbetsytor är utformade samt hur deras inställning till nyinskaffning av maskiner är.

I intervjun med Cykeltillverkare X ställs även samma frågor som ställdes till återförsäljarna för att få deras synpunkter och bedömning inom området slitage och service.

### 3.2.3 Tillverkare av elcykelsystem

En telefonintervju kommer att ske med ett företag som producerar elsystem för cyklar. Syftet är att ta reda på livslängd för elcykelsystem innehållande batteri, drivenhet och HMI (Human-Machine-Interface). Frågor kommer även att ställas gällande slitage på batteri, drivenhet, HMI och hur det kan mätas. Syftet med intervjun är också att ta reda på hur återtillverkningsmöjligheter och reparation ser ut för dessa delar.

### 3.2.4 Återtillverkare

Det primära syftet med att intervju återtillverkare är att få reda på hur processen för återtillverkning ser ut inom dessa företag, speciellt med tanke på återtillverkning av elmotorer men även tankar, tips och annat som behövs ta i beaktande vid återtillverkning.

Det kommer att ske en intervju med återtillverkare A, då de har arbetat med återtillverkning under en längre tid inom fordonsbranschen. Det kommer också att ske en intervju med återtillverkare B som arbetar med renovering av elmotorer.

### 3.3 Utformningen av intervjuer

Anledningar till att just intervjuer kommer att genomföras är för att branschspecifik kunskap ska kunna tillgodoräknas, att få den senaste kunskapen inom återtillverkning och för att få de speciella förutsättningar som finns inom företaget som utreds i denna rapport. Den kunskap som är efterfrågad bygger i många fall på erfarenhet, framförallt när det kommer till service av cyklar. Det söks även information om hur återtillverkning sker praktiskt.

Kvalitativ intervjuteknik kommer att användas vid alla intervjuer. Detta för att låta intervjupersonerna tala mer fritt, ge egna reflektioner och tips samt att kunna få en bredare bild då olika synsätt förmodligen finns hos de olika intervjupersonerna. Frågeställningarna kommer att utformas med tanke på den intervjuades expertisområde.

*Tratt-teknik* som intervjuteknik kommer att användas där det är möjligt. Tanken med detta är att skapa en trygghet för de som blir intervjuade. Det är önskvärt att få så mycket information och engagerade svar som möjligt där intervjupersonerna talar fritt inom området som ligger till grund för intervjun.

### 3.4 Genomförandet av intervjuer

Nedan följer mer specifik information om varje intervju. I bilaga 1 går det att läsa igenom det slutliga frågeunderlaget för intervjuerna.

#### 3.4.1 Återförsäljare

Telefonkontakt togs till en början med de tre återförsäljarna för bokning av möten. Syftet och information om intervjuerna presenterades. Dessa personer jobbar som säljare och reparatörer i butikerna.

Efter att intervjuerna genomförts och de insamlade svaren börjat analyseras, upptäcktes att ett fåtal frågor saknade svar. Ett mail med kompletteringsfrågor skickades till återförsäljarna för att ge svar på de frågor som saknade svar.

#### 3.4.2 Cykeltillverkare

Intervjun hölls med Cykeltillverkare X's Product Manager. Efter intervjun gavs en rundvandring i lokalerna för observation. Under rundvandringen gavs information om monteringslayout och information om de inventarier som finns hos Cykeltillverkare X.

#### 3.4.3 Tillverkare av elcykelsystem

Genom Cykeltillverkare X's Product Manager tillhandahölls kontaktuppgifter till en av elcykelsystemtillverkarens Key Account Manager. Via denne kontakt upprättades mailkontakt med Senior Sales Manager för elcykelsystemtillverkaren. Med mail bokades en telefonintervju. På grund av att viss information var om elcykelsystemet var känsligt uteblev vissa svar vid intervjun.

### 3.4.4 Återtillverkare

Nedan följer information om intervjuerna med återtillverkarna A och B.

#### Återtillverkare A

Kontakt togs med en projektledare som är Team Leader för en grupp som har till uppgift att implementera återtillverkning på fler avdelningar inom Återtillverkare A. Via mail bestämdes möte med projektledaren samt två av dennes kollegor. Mötet kom att mer likna en diskussion med informationsutbyte, istället för en vanlig intervju. Dock lades fokus på att få svar på intervjufrågorna.

#### Återtillverkare B

Via telefonkontakt och mail med Återtillverkare B's VD bokades ett möte i deras lokaler. Efter intervjun gavs en rundvandring i lokalerna, där VD'n berättade hur Återtillverkare B går tillväga för att renovera en elmotor. Återtillverkare B's VD berättade vad som bör tänkas på, vilken utrustning som behövs samt kompetenskrav för att utföra renovering av en elmotor.

## 4 Sammanställning av branschspecifik data

De data och den information som framkommit från de intervjuer som gjorts med *återförsäljare* av cyklar, *cykeltillverkare*, *tillverkare av elcykelsystem* och *återtillverkare* presenteras nedan.

### 4.1 Återförsäljare och Cykeltillverkare

En standardservice bör göras en gång per år anser Återförsäljare B, om cykeln använts av en normal cykelbrukare. Enligt samtliga återförsäljare ingår följande komponenter i en standardservice som undersöks och åtgärdas:

- Riktning av hjul
- Undersökning av bromsklossar och bromsar
- Smörjning av kedja, kontroll att vajrar håller ett bra skick och inte fransar\*
- Undersökning av drivpaketet
- Kontroll av skick på hjul, däckkontroll, däcktryck.

*\*Uttrycket "fransar" menas med att trådarna i vajern släpper från varandra.*

Återförsäljare A, sammanfattar det hela med *"allt som rör sig och ska röra sig på cykeln undersöks och rättas till"*. Återförsäljare B påpekar även att: *"Varje cykel är individuell vad för slags service den behöver"* när det kommer till byte av slitagekomponenter och service.

Återförsäljare A, B och C delar alla samma syn om att cyklar kan hålla väldigt länge om de sköts väl och är av hög kvalitet. De menar att det är de individuella delarna som påverkar cykelns livslängd och att dessa delar ska bytas för att uppnå maximal livslängd.

Product Manager hos Cykeltillverkare X menar att en välskött cykel med komponenter som byts efter hand går att använda tio år för en "normal" cykelpendlare. Detta beror mycket på vem som använder den då det finns olika slags brukare, där samma cyklade distans ger olika slitage. Därför är det svårt att prognostisera hur cykeln skulle se ut efter tio år. Product Manager hos Cykeltillverkare X menar att under en tioårsperiod har hjul bytts, vilket inkluderar att alla delarna i hjulet är utbytta. Det kan även ha gjorts mer än en gång under perioden. Samma person menar även att stora delar av drivlinan<sup>1</sup> också är utbytt under cykelns livstid.

I figur 4.1 finns Återförsäljare A, B, och C samt Cykeltillverkare X svar på olika bedömningsfrågor. Cykeltillverkare X svar finns även presenterat senare i rapporten och återfinns under rubriken *4.2 Cykeltillverkare*.

---

<sup>1</sup> Drivlinan består av kedjor, kassetter, vajrar, växlar, vevlager, vevarm, främre och bakre krans.

Fråga \ Svarande	Återförsäljare A	Återförsäljare B	Återförsäljare C	Cykeltillverkare X
Hur slitage bedöms på olika delar:	<i>Ej svar*</i>	Däck: Syn. Fälj: Syn. Kedja: mäta med instrument samt syn. Vajrar: Syn och hörsel.	Kedja: Kedjemätare och visuell bedömning. Däck: Däckindikatorer som avläses visuellt. Hjul & fälj: mätning av fäljar. Annars sker mycket visuellt.	Mycket sker med vana, montörers expertis inom området. Kedjor finns kedjemätare. Bromsklossar: finns indikatorer eller mätning med mått.
Vad som ofta byts på en cykel:	Bromsklossar. Vajrar. Kedjor.	Däck (punktering). Bromsbelägg. Växlar.	Bromsbelägg. Växlar. Kedja. Vajrar. Höljen.	Bromsklossar. Kedja. Kassett. "Normala servicedelar" men även glödlampor. **
Vad som påverkas av dålig cykelskötsel:	<i>Ej svar*</i>	Växlar och kedja: korsläggning av kedjan. Däck: cykla med för dåligt däcktryck.	Drivpaket: trissor i bakväxeln. Kedja: Dålig avfettning/smörjning bidrar till kedjorost. Bromsar: bromsar ner för mycket. Däck: cykla med för dåligt däcktryck.	Hjul. Drev. Kedjekorsläggning.
Krävs för åtgärd för att återfå cykeln till nyskick:	<i>Ej svar*</i>	Byte av drivpaket, hjul, växlar, bromsar och däck.	Byta de kritiska komponenterna.	<i>Ej svar*</i>
Komponenter som håller länge:	Ram och Gaffel	Hjul, skivbromsar, styre, ram, sadelstång.	Vevparti, vevlager, skärmar, styre.	<i>Ej svar*</i>

Figur 4.1 – Frågor och dess svar från olika aktörer.

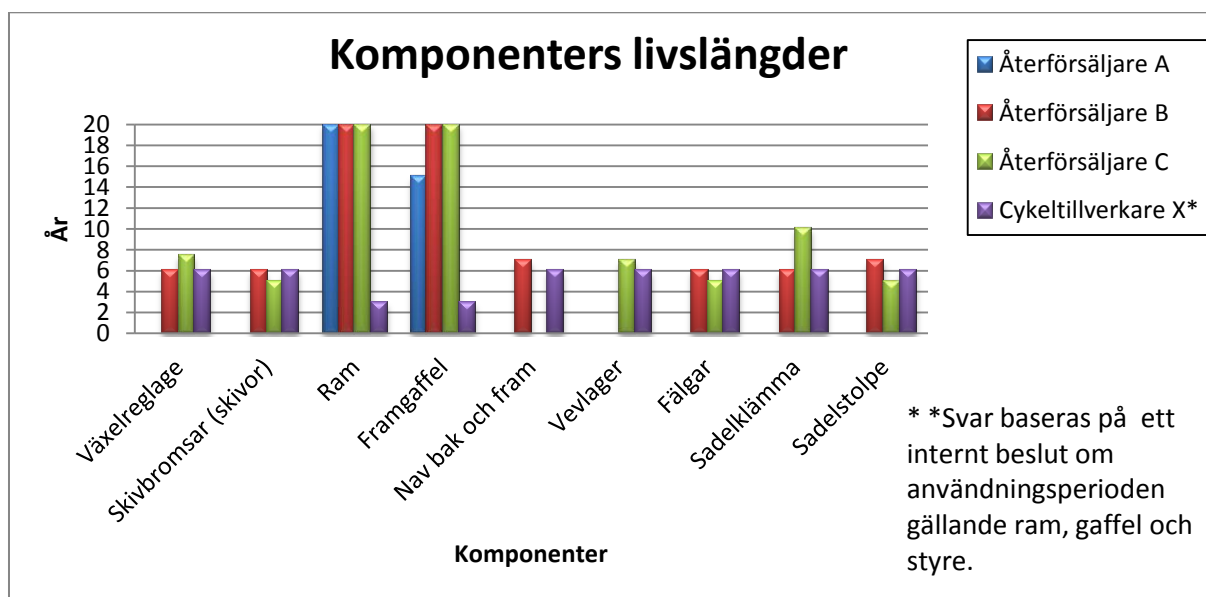
\* Frågan ställdes ej under intervjun.

\*\* Till figuren ska det tilläggas att Cykeltillverkare X även ser slitage på fäljar och nav, även om det är delar som inte byts frekvent.

#### 4.1.1 Livslängder och återtillverkningstider

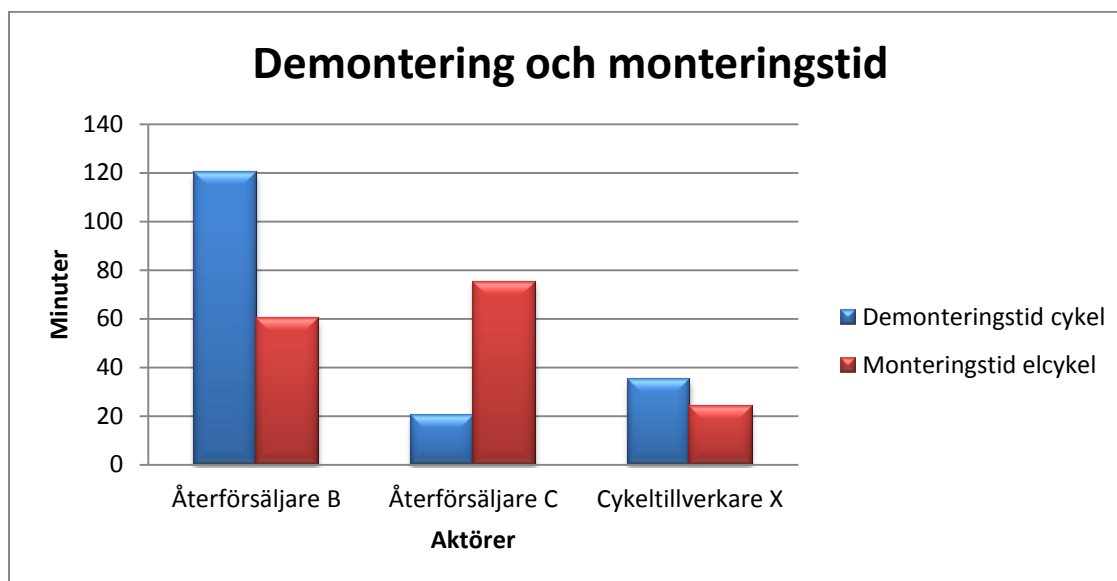
Gällande livslängder på komponenter, har de som intervjuats i vissa fall uppskattat sina svar till intervall liknande ”mellan 5 och 8 år” och ”över 20 år”. Dessa svar har sedan omvandlats till medeltider för årtal och minuter. En genomsnittsbereäkning för intervallen har utförts eftersom det troligtvis är den mest rättvisa bedömningen. Alla reparatörer och säljare samt Cykeltillverkare X's Product Manager påpekar att livslängden på komponenterna är uppskattningar och att livslängden beror på kvalitén, samt hur cykeln har använts. Frågorna

gällande livslängd har utformats med bakgrunden om att referensobjektet har varit en cykel som används av en pendelcyklist sex månader om året, inkluderat årlig service.



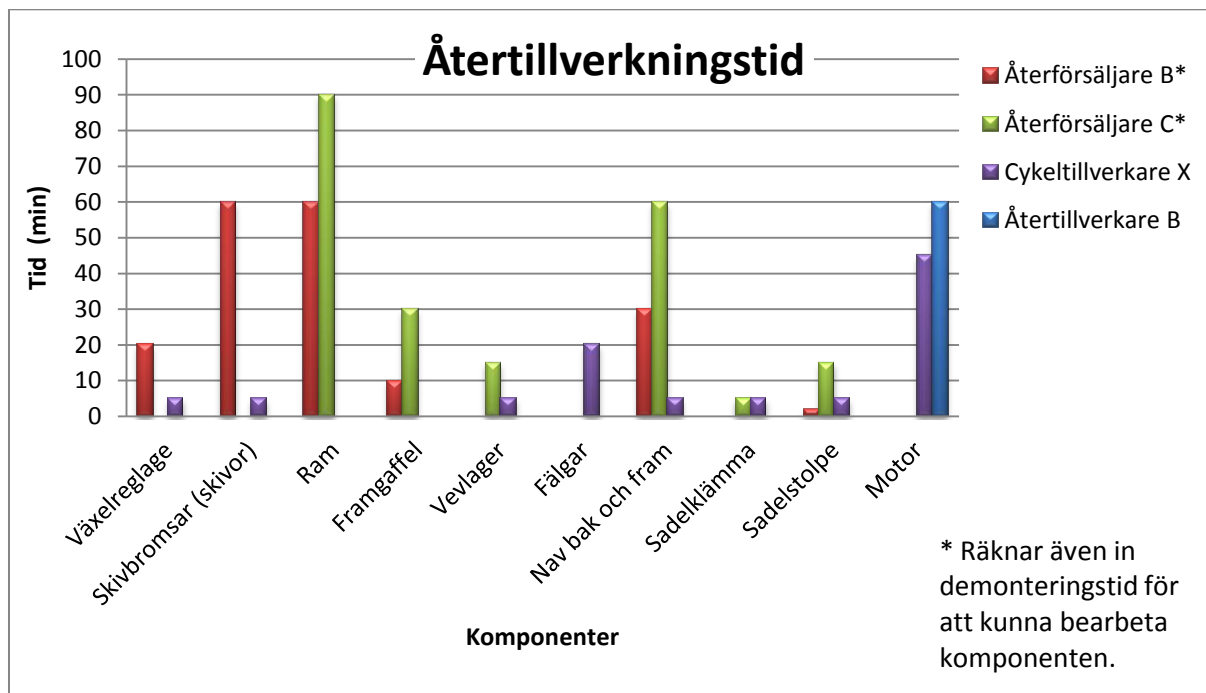
Figur 4.2. Aktörernas uppskattning av livslängd på olika komponenter. De komponenter där livslängden inte anges beror på ett av två skäl. Antingen svarade inte återförsäljaren på frågan eller att frågan uteblev.

I figur 4.3 anges de olika aktörernas tidsuppskattning för montering och demontering i minuter. De olika aktörerna gav svar i antal minuter men alla med olika motiveringar. Demonteringen för Återförsäljare C samt Cykeltillverkare X beskrevs demonteringen som en separering av de större komponenterna samtidigt som Återförsäljare B beskrev demonteringen som en separering av alla komponenter. För Cykeltillverkare X gäller monterings tiden för en elcykel medan för övriga en icke elektrifierad cykel. Cykeltillverkare X har i uppskattningen för monterings tid tagit hänsyn till att de kommer använda sig av flera montörer.



Figur 4.3 – Uppskattade tider i minuter för montering och demontering av en cykel, enligt aktörerna.

I figur 4.4 anges uppskattade tider för återtillverkning givet av Återförsäljare B och C, Cykeltillverkare X och Återtillverkare B.



Figur 4.4 – Uppskattade tider för återtillverkningsmomenten för olika komponenter. Cykeltillverkare X har valt att inte återtillverka ram och framgaffel vilket är anledningen till att data saknas för Cykeltillverkare X för de komponenterna.

Återförsäljare A är en av de tre butikerna som innehar elcyklar i sitt sortiment. De moment som genomförs på elcyklar vid service är endast felsökning av systemet. Ett vanligt fel som uppstår är enligt Återförsäljare A glapp i kontaktdon.

Återförsäljare B och C talar båda om rengöring av cykeln och dess påverkan på cykelns livslängd. Noggrann rengöring av bromsar, hjul, och drivlina rekommenderas. För detta bör en lättare tvätt genomföras och inte tvättning med högtryckstvätt. En allmän regel är enligt återförsäljare B att hålla alla mekaniska delar rena. Oljor kan enligt Återförsäljare B ”gågga” igen och påpekar vikten av att använda tunnare oljor och smörja ofta istället för användning av feta oljor.

Gällande rost nämner Återförsäljare C att det är vanligt förekommande på skruvskallar, klämskivor och pakethållare i fuktigare områden. Beläggningar på aluminium, på grund av saltvatten i kustområden är vanligt, vilket är något som bör tvättas bort. Återförsäljare C påpekar att beläggningen är något som påverkar ramen och styrsystemet negativt.

## 4.2 Cykeltillverkare

Cykeltillverkare X är ett företag där monteringspersonalen saknar tidigare erfarenhet från reparation och service gällande cyklar. Det är ett medvetet val av Product Manager hos Cykeltillverkare X med anledningen att produktionen ska bli mer standardiserad, som annars kan påverkas av montörers egna värderingar till hur komponenter ska monteras.



Enligt Cykeltillverkare X's Product Manager behöver endast rengöring utföras på växelreglage och växelkomponenter för att kunna bruka dem i ytterligare en användningsperiod. Cykeltillverkare X's Product Manager menar att rengöringsprocessen för växelreglage bör koncentreras till yttre kosmetisk sådan. Vid rengöring av växlar krävs en separering av trissorna för att rengöra dem. Om det är en utanpåliggande växel, används avfettning för rengöring och ledpunkterna smörjs in igen. Cykeltillverkare X's Product Manager uppskattar att momenten troligtvis tar en liten stund, men borde gå snabbare om det genomförs i större *batcher*. Det påpekas dock att Cykeltillverkare X med stor sannolikhet kommer att tillverka en elcykel med inkapslad navväxel.

För att återtillverka skivbromsar till nästa användningsperiod krävs enligt Cykeltillverkare X's Product Manager enkel rengöring och översyn så att funktionen är fullgod. Mekaniska delar i skivbromsen ska fungera och inget oljeläckage får finnas. Nya klossar till bromsarna behövs, men inget maskinellt ingrepp för återtillverkning är nödvändigt.

Cykeltillverkare X's Product Manager upplyser att ram, gaffel och styre påverkas under cykelns användning, då de komponenterna utsätts för större krafter och slitage jämfört med de andra komponenterna. För att kunna garantera en säker cykel till konsumenten måste en ny EN-standard tas fram för att kvalitetssäkra elcykeln. För att uppfylla standardens krav kommer det att bli dyrt och komplicerat återtillverka ram, gaffel och styre. Därför kommer det inte ske återtillverkning på dessa komponenter.

Enligt Cykeltillverkare X's Product Manager måste vevparti, vevarm och sadelstolpe genomgå tuffa tester för att klara EN-standardisering, men påpekar samtidigt att dessa bör kunna användas igen utan test inför nästföljande användningsperioder.

På elsystemets delar bör det ske någon form av bearbetning, nya höljen, nya ytterdelar på komponenter, så att de ser nya ut igen. Elsystemet är den enda komponenterna där det anses vara värt att ta fram rutiner för invändig slitagemätning, samt rutiner för hur både in- och utsida bör rekonditioneras på grund av dess stora ekonomiska värde anser Product Manager hos Cykeltillverkare X.

Cykeltillverkare X's Product Manager tror det finns en marknad för att skicka tillbaka till exempel elsystemet till tillverkaren för att få hjälp i vissa moment i återtillverkningen. Tillverkaren gör en kontroll av elsystemet, omlackerar kåpor eller förser med nya sådana. Batteriet anses kunna kontrolleras hos Cykeltillverkare X.

Cykeltillverkare X's Product Manager planerar att anskaffa en ultraljudsvätt eller liknande för att rengöra vissa komponenter och en specialanpassad arbetsstation för återtillverkning. De har idag tillgång till luft- och eldrivna verktyg, vilket de tror kommer behövas vid återtillverkning.

#### 4.3 Tillverkare av elcykelsystem

Elsystemtillverkare A tillhandahåller i sitt produktsortiment ett system med helhetslösning för en elassisterad cykel. Systemet består av en drivenhet, vilket inkluderar motor, sensorer och

styrenhet. Den innehåller också batteri samt HMI. Detta system är det som valts att undersökas för återtillverkning.

I en telefonintervju med Senior Sales Manager på Elsystemtillverkare A, hävdar denne att det är minimalt med slitage på de mekaniska delarna inuti drivenheten. Drivenheten har garanti på två år eller cyklad sträcka på 20 000 km. Den enda komponent som minskar i kapacitet är litiumbatteriet enligt Senior Sales Manager på Elsystemtillverkare A. Det är garanterat att hålla i 500 stycken 100 % -iga laddningar. Det finns inte någon definitiv ”död” på batteriet då kapaciteten avtar successivt med antalet laddningar. Det går inte att byta ut en eller flera litium-celler, utan hela batteriet måste bytas ut menar Senior Sales Manager på Elsystemtillverkare A.

Det finns ett instrument för att mäta statusen på batteriet som reparatörer/servicepersonal har tillgång till, kallat för ”*Battery Management System*”. Med instrumentet avläses antal gjorda laddningar samt kvalitet på batteriet. Instrumentet kan även avläsa hur många timmar användaren brukat cykeln påpekar Senior Sales Manager på Elsystemtillverkare A.

Elsystemtillverkare A är inte intresserade att i nuläget använda sig av ett återflöde för återtillverkning på elsystemet. Det påpekas att det endast är något som de diskuterar internt och att det just nu inte har kapacitet till återtillverkning.

För att demontera elsystemet från Elsystemtillverkare A behövs verktyg som kostar cirka 15 Euro. Det påpekas dock av Senior Sales Manager att det inte bara är att demontera systemet och ta ut komponenter samt reparera dem, då det är många delar som är farliga att hantera. Det nämns framförallt att batteriet kan orsaka personskador och att garantin förloras vid olovlig demontering.

#### 4.4 Återtillverkare

Nedan följer först en redogörelse av den information som erhöles vid intervjun med återtillverkare A.

Efter återtillverkare A följer den information som erhöles av återtillverkare B vid intervjun som hölls i deras lokaler.

##### 4.4.1 Återtillverkare A

På mötet hos Återtillverkare A intervjuades tre personer med nyckelroller inom återtillverkning på företaget. Representant A är den som är ansvarig för ett arbetsteam som är ansvarar för återtillverkning. Deras uppgift är införa återtillverkning i företagets alla avdelningar. De har fått genomslag på R & D och konstruktionsavdelningen, där de nu börjat använda sig av design för återtillverkning. Representant A's två kollegor deltog också under mötet. Dessa var Representant B, Technical Parts Manager och Representant C, Product Business Manager.

Hos Återtillverkare A återtillverkas idag elektronik och flera större komponenter, exempelvis startmotorer, generatorer och kompressorer. Batterier är idag inte möjliga att återtillverka, på grund av att tekniken inte existerar enligt Representant C. Representant B påpekar att det idag inte ses någon skillnad på produkter som är återtillverkade eller nyproducerade originaldelar.

Både nyproducerade och återtillverkade produkter håller samma mått, har lika bra kvalitet och uppfyller samma, eller bättre, funktionalitet. Nyproducerade och återtillverkade produkter har därför samma garantier.

Den största fördelen med återtillverkning för kundens del, enligt Representant C, är den ekonomiska. Representant A påpekar även de miljömässiga fördelarna med återtillverkade komponenter.

Återtillverkningsprocessen hos Återtillverkare A beskrevs av Representant A i följande steg:

1. Insamling av kärnan
2. Placering av kärnan i lager
3. Renovering

Insamlingen av kärnan styrs av efterfrågan på reservdelar. Reservdelar är något som förutspås och prognostiseras utefter försäljning. De förutspådda behoven på reservdelar jämförs med antalet reservdelar på lager. Prognostiseras det att delarna som återtillverkas är för få, fylls lagren upp med nya produkter för att täcka upp underskottet.

Innan kärnan återtillverkas tas beslut om kärnan håller kvalitet för återtillverkning eller inte. Om kärnan har blivit godkänd för återtillverkning sker processen hos extern aktör, som Återtillverkare A använder sig av. Där genomförs olika funktionstester på funktionsdelar, lager och friktionsdelar. Efter tester byts slitna delar i komponenten ut. Testerna, som är utformade av Återtillverkare A's ingenjörer, är bland annat visuella, måttmätningar, elektroniktester samt avläsning av komponenters som innehar lagringsminnen. I lagringsminnet lagras data som till exempel antal mil.

Representant A påpekar även att det är viktigt ställa krav på underleverantörer när det gäller inköp av material och komponenter. Denna person menar att hög kvalitet på komponenterna underlättar möjligheterna för återtillverkning.

#### 4.4.2 Återtillverkare B

Processen vid renovering av elmotorer beskrivs av Återtillverkare B's VD som följande: Elmotorn tas in till företaget och lagras eventuellt en kortare period tills ledig kapacitet för renovering finns. När kapaciteten tillåter utförs en felsökning för kontroll av kritiska komponenter i elmotorn. Kontrollen sker huvudsakligen visuellt men även med instrumentmätning för att upptäcka skador på elmotoraxeln. Motorn demonteras och märks med ordernummer för identifikation. De delar som anses kritiska byts till nya eller arbetas om. Dessa delar är vanligtvis packningar runt lager med värmeskador, som i sin tur påverkar lagrets kvalitet, vilket är delar som byts ut. Det är också kollektorkolets ytor som blivit slitna och därför bearbetas om samt lindningar som bränts och behöver bytas eller lindas om.

Återtillverkare B's VD berättar att utvalda delar tvättas i varmvatten med temperatur på 80 °C och vid behov tvättas delarna i en lutblandning och fettavlösningssmedel. Efter att delarna torkats i värmeskåp, tas smuts bort som inte släppt, antingen med sandblästring eller att det filas bort.

Hela elmotorn sätts ihop igen med samma renoverade ursprungsdelar eller helt nya delar. Det sker kontinuerliga tester av motorn under hela processen, men också ett sluttest av motorn för att kunna upptäcka fel berättar Återtillverkare B's VD.

För renovering av mindre likströmsmotorer anser Återtillverkare B's VD att det endast är nödvändigt med en mindre arbetsbänk med luftdragna verktyg. Tillgång till utbyteskomponenter i lager är viktigt att ha. Återtillverkningen av elmotorn bör ta ett par timmar från början till slut, men kan kortas ner om motorerna behandlas i större *batcher* tror Återtillverkare B's VD.

När renovering av en borstlös permanentmagnetiserad elmotor, BLDC-motor, ska ske krävs andra förutsättningar. Renovering sker i ett inneslutande rum som är rent, detta för att förhindra att magneterna, som är permanenta, inte ska dra åt sig spåndamm och metallstoft påpekar Återtillverkare B's VD.

Kompetensmässigt behövs en person med kunskaper inom elektronik, exempelvis en person med treårig gymnasieutbildning inom elektronik för att utföra renovering av en mindre likströmsmotor menar Återtillverkare B's VD.

Återtillverkare B renoverar inte mindre likström- eller borstlösa permanentmagnetiserade elmotorer idag, men Återtillverkare B's VD påpekar att det är fullt möjligt att utföra och att det samtidigt är något de skulle kunna tänka sig arbeta med om behov finns.

## 5 Analys

Med hjälp av erhållen teori om återtillverkning och information baserad på svar från *återförsäljare* av cyklar, *cykeltillverkare*, *tillverkare av elcykelsystem* samt *återtillverkare* kommer en analys att utföras.

I analysen granskas hur processen för återtillverkning ser ut, om någon generell teori nyttjas samt vilka tekniker och metoder som används. Det ska också undersökas vilka komponenter som är lämpade för återtillverkning, hur återtillverkningen bör se ut för dessa komponenter, hur länge dessa komponenter anses användbara samt beräknad tidsåtgång för momenten som krävs.

### 5.1 Den generella återtillverkningsprocessen

*De sju stegen* för återtillverkning, figur 5.1, är en teoretisk modell över de olika momenten som en kärna genomgår för att återtillverkas (Sundin 2004). Återtillverkare B, som själva återtillverkar elmotorer samt Återtillverkare A, som återtillverkar bland annat startmotorer och generatorer med hjälp av en extern återtillverkare, säger sig inte utgå ifrån denna teoretiska modell. Men när processen för återtillverkning beskrevs av återtillverkare A, användes uttryck som insamling av kärna, inspektion och renovering, figur 5.2.

Återtillverkare B's VD nämnde insamling av motor, lagring, felsökning, demontering, sortering och märkning, renovering och komponentbyte, tvättning och återmontering, figur 5.3. *De sju stegen* anses således användas, men i olika utsträckning av de båda företagen, samt med olika benämning på processen och utförandets ordning. Det ska också påpekas att Återtillverkare A använder sig utav namnet *kärna*, på en inkommande produkt för återtillverkning, vilket är samma namn som används i teori för återtillverkning av Sundin (2004).



Figur 5.1. Den teoretiska modellen för återtillverkning.



Figur 5.2 Återtillverkningsmodellen hos Återtillverkare A.



Figur 5.3. Återtillverkningsmodellen hos Återtillverkare B.

Både teori av Sundin (2004) och praktiken hos de undersökta återtillverkarna visar att återtillverkning ser olika ut från företag till företag. Precis som för Återtillverkare A och B kommer det behöva skapas en anpassad modell för återtillverkning till Cykeltillverkare X.

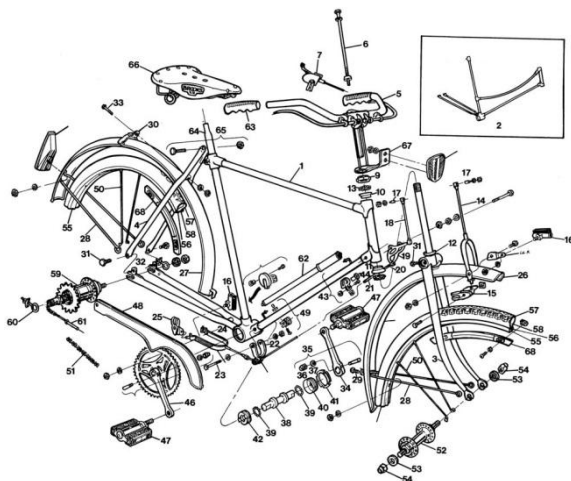
### 5.1.1 Återtillverkningsprocessen steg för steg

Nedan följer en stegvis redogörelse där analysen kopplas till de sju steg som enligt Sundin (2004) är en generell bild av återtillverkningsprocessen.

#### Demontering

Demonteringen av elmotorer hos Återtillverkare B sker med hjälp av luft- och eldrivna verktyg, vilket Cykeltillverkare X använder i sin produktion. Användningen av dessa verktyg skulle kunna bidra till en effektiv återtillverkningsprocess. Demontering görs fortare med hjälp av luft- och eldrivna verktyg, än om demontering skulle ske med vanliga manuella verktyg.

Demonteringstiden för att separera elcykelns komponenter, uppskattas av Product Manager hos Cykeltillverkare X till 30-40 minuter. Resonemanget bygger på Cykeltillverkare X's egen uppskattning som är i linje med Återförsäljare C's svar, där både Cykeltillverkare X och Återförsäljare C räknar med att separera alla komponenter från cykeln. Intervallet är en uppskattning och hänsyn tas till att Cykeltillverkare X's tid gäller för elektrifierad cykel och Återförsäljare C's gäller för en vanlig cykel. Utöver separeringen tillkommer sedan demonteringstider för varje enskild komponent. Återförsäljare B har en mycket högre demonteringstid jämfört med Återförsäljare C och Cykeltillverkare X har. Skillnaden i demonteringstid anses av författarna bygga på ett missförstånd vid intervjun, där Återförsäljare B utgår ifrån en mer detaljerad demontering av en cykel, se figur 5.4.



Figur 5.4. Detaljerad demontering av cykel (bild från: sheldonbrown.com).

Att redan i designarbetet ta hänsyn till återtillverkning möjliggör en snabbare demontering (Shu och Flowers 1999). Design för återtillverkning saknas i dagsläget för produkterna i Cykeltillverkare X's sortiment. Anledningen till det anses vara att företaget ej tidigare undersökt möjligheterna med återtillverkning, där design för återtillverkning skulle möjliggöra en kortare demonteringstid.

## Sortering

Design för återtillverkning handlar inte enbart om att fysisk formge något. Det handlar också om att formge faktorer som gör det möjligt att enklare utföra olika moment i återtillverkningsprocessen (Shu och Flowers 1999). Återtillverkare B verkar använda sig av teorin bakom design för återtillverkning. Märkning av komponenter sker vid sorteringen med ID-nummer för att det ska bli enklare att identifiera dem senare i processen. En elcykel innehåller många delar, därför är det viktigt att kunna hålla isär dem anser författarna.

Sortering inklusive märkning ses som ett viktigt moment att ta hänsyn till i utformandet av Cykeltillverkare X's återtillverkningsprocess. Sortering kan också möjliggöra ett tidigare beslut gällande kassering eller bearbetning, vilket nämns i teorin om *de fem faserna* av Östlin (2006).

## Förvaring

Både Återtillverkare A och B har reservdelar på lager då de är osäkra på de insamlade kärnornas kvalitet. Östlin (2008) menar att det är viktigt att ha komponenter på lager för att inte drabbas av driftstörningar i brist på komponenter att återtillverka, vilket ses som anledning till att Återtillverkare A och B använder sig av lager. Östlin menar också att vid högt belastad produktion är det viktigt att använda sig av hög-kvalitativa kärnor som gör att återtillverkningsprocessen går snabbare. Därför är det viktigt att också kunna lagerhålla kärnor med lägre kvalitet, som kan återtillverkas när produktionen är normalt belastad igen (Östlin 2006).

Återtillverkare A prognostiserar sin försäljning och kvalitet på inkommande kärnor, vilket är viktigt när det gäller att bestämma återflödet av kärnor. Genom prognostisering ges möjlighet till en mindre lagerhållning. Lagerhållning kan innebära svårigheter då det medför en kapitalbindning i form av reservkomponenter (Östlin 2006).

Cykeltillverkare X har idag lager med komponenter, där dessa går direkt till nytillverkning. Östlin (2008) samt Återtillverkare A och B framhäver vikten av lager, varför det ses som en viktig faktor för Cykeltillverkare X att utöka sitt lager med komponenter som kan ersätta inkommande kärnor av bristande kvalitet.

## Rengöring

Alla återförsäljare påpekar vikten av att rengöra en cykel för ökad livslängd. Mabee, Bommer och Keat (1999) poängterar också vikten av att rengöra en kärna vid återtillverkning, där ungefär 90 % av alla delar behöver rengöras. Återtillverkare B påpekar att de har ett flertal delar som är i behov av rengöring. De använder sig av tvättningstekniker som sandblästring, varmvattenbad, lutbad och fettavläsningsmedel vilka även är nämnda av Mabee, Bommer och Keat (1999).

Cykeltillverkare X bör utforma rutiner för hur rengöring av varje enskild komponent ska gå till. Vissa komponenter har en mer komplex geometri än andra vilket gör att en avancerad rengöringsmetod kan vara behövlig, precis som Återtillverkare B använder sig av i sin process.

## Inspektion

Både visuell inspektion och mätning med instrument är viktigt för att avgöra en kärnas kvalitet (Sundin 2004). Samtliga återförsäljare använder sig av dessa metoder för att avgöra slitage på komponenter, där visuell inspektion bygger på erfarenhet. Återtillverkare B utför inspektion av slitage på elmotoraxel med mätverktyg samt kontrollerar elektriska egenskaper med instrument.

Montörerna hos Cykeltillverkare X saknar kunskap om cykelslitage eftersom de inte rekryterats från cykelbranschen. Att bedöma komponenters kvalitet bygger på erfarenhet och kan därför bli ett problem för Cykeltillverkare X. Det är också nödvändigt med kunskap om hur elektriska instrument används vid mätning av elektriska detaljer, vilket bör säkerställas att montörerna hos Cykeltillverkare X har.

## Bearbetning

Återtillverkning ser olika ut för varje företag och produkt enligt Sundin (2004), vilket gör att även bearbetningen ser olika ut. Bearbetningsprocessen enligt Product Manager hos Cykeltillverkare X anses enkel för cykeldelarna, elkomponenter exkluderat, då det påpekas att inga maskinella ingrepp behövs. Hos återförsäljarna har heller inga speciella produktionsmetoder utvecklats för att återställa cykelkomponenterna till nyskick.

När det gäller renovering av elmotor har Återtillverkare B's VD påpekat att det behövs kunskap i form av utbildning för att utföra renovering på elmotorer. Det enda moment rörande el och service på elcyklar idag är beskrivet som felsökning enligt Återförsäljare A.

Renovering av elmotorn bör till en början ske externt eftersom Cykeltillverkare X, enligt deras Product Manager, i nuläget inte har kompetens att utföra renoveringsmoment. Product Manager hos Cykeltillverkare X vill skicka tillbaka elmotorn för renovering till Elcykelsystemtillverkare A. Återtagning och renovering av elmotor är dock något som Senior Sales Manager hos Elcykelsystemtillverkare A ej anser är genomförbart, då denne menar att det inte finns möjlighet att återtillverka deras produkt. Det påpekas emellertid av Återtillverkare B's VD att renoveringsprocessen är möjlig och relativt enkel med rätt verktyg och kompetens.

Cykeltillverkare X står således inför ett beslut gällande var de ska renovera elmotorn. Deras idé för renovering hos Elcykelsystemtillverkare A är ej möjlig. Alternativen som kvarstår är att investera i kompetens och utrustning eller förlägga renoveringen hos en extern aktör.

## Återmontering

Enligt vad som observerats ses Återtillverkare B använda sig av märkning med ID-nummer på komponenterna i sorteringsstadiet. Märkning underlättar vid återmonteringsstadiet, då det bör vara enklare att få rätt komponent på rätt plats. Framförallt om en särskild komponent är i behov av att monteras på en specifik cykel.

Någon ytterligare speciell teknik har inte observerats hos återtillverkarna gällande återmontering. Det ska dock påpekas att den fysiska utformningen av komponenterna skulle



kunna möjliggöra enklare återmontering genom design för återtillverkning (Shu och Flowers, 1999).

När det gäller tiderna som uppskattats för att återmontera en cykel är tiderna från Återförsäljare B och C relativt lika varandra, medan Cykeltillverkare X's tid skiljer från dessa återförsäljare. Cykeltillverkare X's Product Manager har uppskattat en återmonteringstid på cirka 25 minuter. Skillnaderna beror på att Cykeltillverkare X har en mer produktionsinriktad monteringssekvens där de har tänkt arbeta med *batcher*. De har också en större personalstyrka och kan på så sätt arbeta mer effektivt.

Cykeltillverkare X's svar för återmonteringstiden bedöms vara mer tillförlitlig för återtillverkning. Anledningen till detta är att de gjort uppskattningen med hänsyn till hur deras produktion ser ut idag och hur de har tänkt vid den eventuella återtillverkningen.

### Testning

Tester för att kontrollera funktionalitet sker idag hos Cykeltillverkare X löpande under monteringen. När bromsar monterats testas deras funktion. Löpande tester sker även hos Återtillverkare B när de renoverar elmotorer. Återtillverkare A utför via extern kontakt, tester på de kärnor som ska återtillverkas, med hjälp av egenutvecklade metoder, men det framgår ej i intervjun om detta sker löpande.

Funktionen hos nya cyklar och återtillverkade cyklar ska inte skilja sig åt. Idag är det cykelmontörerna hos Cykeltillverkare X som innehar kunskapen om hur funktionsdelar testas. Cykelmontörernas kunskaper gällande tester, gör att det förmodligen lämpar sig bäst med att fortsätta göra löpande tester under monteringen.

Gällande elmotorn, som är unik som komponent i jämförelse med övriga cykeldelar som ej är elektronisk karaktär, ställs förmodligen högre testkrav. Elektroniktester bör utformas med hänsyn till förmodade nya säkerhetskrav.

### Beslutspunkter

Enligt Östlin (2006) så syftar *de fem faserna* till att alla återtillverkande företag måste ta ett antal olika beslut i sin återtillverkningsprocess, beslut som noterats hos Återtillverkare A. De tar ett antal beslut innan kärnan återtillverkas, för att avgöra om en komponent håller tillräcklig kvalitet eller inte för att återtillverkas. Kvalitén avgörs genom validering och tester och utifrån dessa tester fattas beslut om ersättningskomponenter ska hämtas från lager eller återtillverkas. Återtillverkare B fattar samma typ av beslut när de ser att en komponent i elmotorn inte är av tillräcklig kvalitet för att renoveras. Besluten går att koppla till de beslutspunkter som behandlas i *de fem faserna* om för-demonterings-, demonterings- och återmonteringsfasen (Östlin 2006).

Östlins *fem faser om återtillverkning* (2006) anses vara viktigt för Cykeltillverkare X, då de bevisats vara viktig i praktiken hos samtliga återtillverkare. Precis som en återförsäljare tar beslut om en komponent ska kasseras eller ej, om en kedja ska smörjas eller ej, kommer Cykeltillverkare X också att ställas inför dessa beslut. Klara direktiv bör finnas för att enkelt kunna ta beslut gällande en komponents kvalitet.

### 5.1.2 Tekniker som används

Elsystemtillverkare A har ej bekräftat vilken typ av elmotor som används i deras elcykelsystem. Men den vanligaste typen av motor för elcyklar är en BLDC-motor (Torstensson och Du-Bar 2009), vilket också är något som Återtillverkare B's VD trodde vid intervjun. Av Återtillverkare B's VD har det framkommit att särskild utrustning krävs för att återtillverka elmotor och dess delkomponenter. Det behövs för arbete med en borstlös permanentmagnetiserad elmotor av mindre modell, ett rent inneslutande rum. Detta för att förhindra att metallspån och annat dras till magneterna på grund av dess permanenta magnetisering. Till det krävs enligt Elsystemtillverkare A ett ospecificerat verktyg, som endast uppgår till 15 Euro, för att demontera deras system. Cykeltillverkare X har idag inget inneslutande rum, men de har enligt deras Product Manager kapacitet till detta i form av lediga lokalytor. Vad det gäller kompetensen för återtillverkning av en elmotor menar Återtillverkare B's VD att en person som arbetar med detta bör ha elektriska kunskaper, exempelvis elektrikerexamen från gymnasiet.

Senior Sales Manager hos Elsystemtillverkare A påpekar att renovering av batteri och utbyte av litiumceller i batteriet inte är möjligt. Anledningen till det framkom i intervjun med representanterna från Återtillverkare A, där de påpekade att det idag inte existerar någon teknik för återtillverkning av litiumbatterier.

Återtillverkare A är den enda utav de intervjuade företagen som arbetar med design för återtillverkning. Cykeltillverkare X konstruerar inte sina cyklar för återtillverkning i nuläget, detta bör implementeras i deras design och konstruktion med anledning av att det kan bidra till ekonomisk vinning enligt Kerr (1999).

### 5.2 Komponenter som är intressanta för återtillverkning

Det finns en enad uppfattning mellan återförsäljarna och Cykeltillverkare X om vad som håller länge på en elcykel. Utöver motor och batteri, som Product Manager hos Cykeltillverkare X huvudsakligen vill återtillverka, har ytterligare komponenter angetts av flera återförsäljare till att hålla en längre tidsperiod. De komponenter som enligt intervjuer med återförsäljare håller länge är; ram, fälgar, framgaffel, sadelstolpe, vevparti<sup>2</sup>, växelreglage, styre, skrivbromsar och skärmar. Flera utav dessa komponenter finns även i den Excel-fil som visar Cykeltillverkare X's Product Managers syn på vilka komponenter som är intressanta att återtillverka.

Product Manager hos Cykeltillverkare X åsikt är dock inte i linje med den åsikt samtliga återförsäljare har gällande livslängder på tre viktiga komponenter i cykeln; ram, framgaffel och styre. Den splittrade åsikten beror på att ovan nämnda komponenter är de som är mest kritiska bland elcykelns komponenter när det gäller yttre påfrestningar enligt Cykeltillverkare X's Product Manager. Cykeltillverkare X har därför svårt att garantera en säker cykel i efterföljande användningsperiod, då cykeln genomgått en återtillverkningsprocess.

Samtliga cykelreparatörerna är enade om att ram och framgaffel är de delar som håller längst av alla komponenter med en livslängd på normalt sett över 20 år. Det som görs för att

---

<sup>2</sup> Vevparti innehåller delar som vevlager, vevarm och främre krans.

garantera en cykels säkerhet är att testa komponenterna för bland annat hållfasthet. För att garantera en elcykelns säkerhet testas komponenterna enligt provmallen, innehållande EN-standard 15194. EN-standarden 15194 är kopplad till Svensk Produktsäkerhetslag (2004:451), kapitel 1, § 1 som syftar till att varor och tjänster inte får orsaka skada på person. EN-standard 15194 innehåller krav på cykelkomponenterna som bland annat inkluderar tester på sadelstolpe, vevlager, skivbromsar och ram, framgaffel och styre.

Product Manager hos Cykeltillverkare X anser att sadelstolpe, vevlager och skivbromsar bör kunna återtillverkas och användas igen. På grund av hårdare krav i EN-standard 15194 för komponenterna ram, framgaffel och styre är det svårt för Cykeltillverkare X att kunna garantera en säker cykel i efterföljande användningsperiod. Product Manager hos Cykeltillverkare X har därför valt att inte återtillverka dessa.

Flera av komponenterna som enligt återförsäljarna anses hålla länge faller samman med de komponenter som Product Manager hos Cykeltillverkare X anser intressanta att återtillverka. För att återtillverkningen ska fungera är Cykeltillverkare X beroende av att komponenterna håller länge, annars blir kostnaden för hög om komponenterna ständigt behöver återtillverkas.

För att Cykeltillverkare X ska kunna återtillverka delarna ram, framgaffel och styre och på så sätt få en mer optimal återtillverkning, bör det tas fram en metod för att garantera säkerheten på cykeln in i efterföljande användningsperiod. En metod för att säkerheten är genom robustare konstruktion, vilket är en del i design för återtillverkning (Gray och Charter 2008).

### 5.2.1 Livslängder

Eftersom flera faktorer påverkar livslängden på cykelkomponenter har det varit svårt för återförsäljarna att ge exakta svar. Faktorer som påverkar är bland annat kvalitet och hur cykeln har brukats enligt Product Manager hos Cykeltillverkare X. Återförsäljarna och Cykeltillverkare X har på frågorna gällande livslängd angett svar som skiljer sig åt, men med skillnader som inte är så markanta.

Med hjälp av de tider som de olika återförsäljarna och Product Manager hos Cykeltillverkare X angivit i intervjuerna, har medelvärden av antal år en komponent kan brukas tagits fram. För en uträkning över hur länge komponenterna antas hålla i år, vid normalt bruk, räknas användningsperioden ut i antal år med hjälp av formeln:

$$\text{Hållbarhet i år} = \frac{\sum_{\text{svår aktör } n} \text{aktör}_1 [\text{aktör}_1 + \text{aktör}_2 + \dots + \text{aktör}_n]}{N}$$

Med tanke på att en komponent håller längre ju bättre kvalitet det är, är det precis som Återtillverkare A framhäver, viktigt att ställa krav på sin leverantör. Att ställa krav på leverantören (Representant A, Återtillverkare A), genom att öka kvalitet och därmed livslängd på komponenterna, kan ses som en del i design för återtillverkning enligt Gray och Charter (2008).

### 5.2.2 Arbetstid för återtillverkning

Tiden för att återtillverka de olika komponenterna skiljer sig åt mellan återförsäljare och Cykeltillverkare X. Det beror på att återförsäljarna räknar med momenten som krävs för att få

åtkomst till cykelkomponenten och tänker sig återtillverkningsprocessen styckvis. Product Manager hos Cykeltillverkare X har dock en syn som är mer industriell, genom arbete med större *batcher* i kombination med hjälpmedel som ultraljudstvätt. Cykeltillverkare X's Product Manager beräknade återtillverkningstiden till 45 minuter för att demontera elmotorn, avlägsna delar som inte är relevanta för återtillverkning av motorn samt skicka denna till en extern elmotorsåtertillverkare.

Återtillverkare B's VD poängterar vikten av att arbeta med större *batcher*. Det gäller framförallt för att få ekonomi och effektivitet i återtillverkningen av mindre elmotorer. Återtillverkningstiden för elmotorn uppskattas ta ett par timmar enligt Återtillverkarens B's VD, men skulle göras betydligt fortare om återtillverkningen gjordes *batchvis*. De moment som krävs för att reovera en borstlös elmotor är huvudsakligen byte av lager och packningslager enligt Återtillverkare B's VD.

Med Återtillverkare B's resonemang i kombination med att motorn anses vara en BLDC-motor, uppskattas återtillverkningstiden till cirka 60 minuter. Detta för att det normalt endast innebär byte av två komponenter. Troligt är att det längre fram i tiden behövs en grövre rengöring av motorn, vilket då ökar återtillverkningstiden, till något som skulle kunna likna svar från Återtillverkare B's VD, att en reovering tar ett par timmar. Ett par timmar bedöms som en grov uppskattning då det är svårt att avgöra vad för olika moment som krävs, då varje motor förmodligen kräver olika resurser.

Mer specifika tider gällande återtillverkning för övriga cykelkomponenter fås utifrån Cykeltillverkare X och deras Product Managers svar. Det framkom i intervjuer med återförsäljare hur lång tid en återtillverkning av varje komponent beräknades ta. Cykeltillverkare X's Product Manager har dock som nämnt innan, svarat med en mer produktionsinriktad uppskattning, där tiderna bygger på återtillverkning i större batcher och att allt sker med luft- och eldrivna verktyg, något som inte observerats hos återförsäljarna.

### 5.3 Kritiska faktorer för att lyckas med återtillverkning

Utifrån analysen har en rad viktiga faktorer identifierats för att Cykeltillverkare X ska lyckas med sin återtillverkning. De faktorer som anses mest kritiska för återtillverkningsprocessen hos Cykeltillverkare X presenteras nedan, utan någon rangordning av vilken faktor som bedöms som mest kritisk.

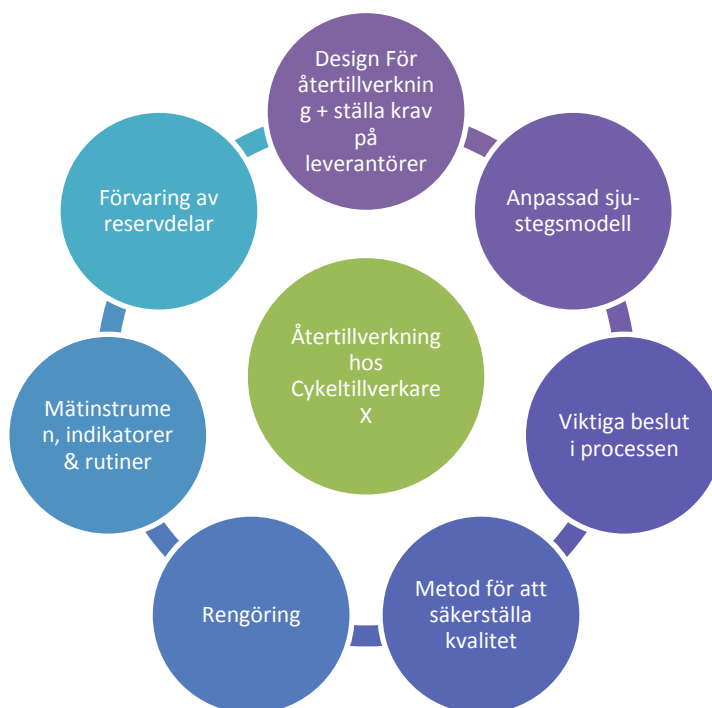
*Design för återtillverkning* (Shu och Flowers 1999) bedöms vara till nytta i flera moment som påverkar återtillverkningsprocessen, då bland annat livslängden på komponenterna skulle kunna öka, eller att demonteringen av dem görs enklare. Som en del i design för återtillverkning ses också att ”*ställa krav på leverantörer*” vara viktigt, vilket påpekats av Representant A hos Återtillverkare A. Genom att ställa krav på leverantörerna gällande kvalitet, bör ökad livslängd på komponenterna vara möjlig.

Cykeltillverkare X är i behov av en *anpassad sju-stegsmodell* (Östlin 2006) för sin återtillverkning, precis som Återtillverkare A och B innehar, då deras förutsättningar är unika i form av kunskap och tillgångar. Precis som Återtillverkare A och B behöver Cykeltillverkare X också ta *viktiga beslut i sin återtillverkningsprocess* (Östlin 2006),

framförallt när det gäller att bedöma kvalité av komponenter och om de ska återtillverkas eller ej. Som en del i att bedöma kvalité och att ytterligare optimera sin återtillverkningsprocess, bör Cykeltillverkare X ta fram en *testmetod för att säkerställa kvalité*. Denna metod bör framför allt rikta sig mot att säkerställa kvalité på ram, framgaffel och styre, vilket skulle göra det möjligt att återtillverka dessa komponenter.

*Rengöring* bedöms som väldigt viktigt del i återtillverkningsprocessen med tanke på att en elcykel vistas i utomhusmiljö samt att teorin lägger stor vikt i att flera delar behöver rengöras (Mabee, Bommer och Keat 1999). Instrument och indikatorer används idag hos Återtillverkare B och hos samtliga återförsäljare. Metoderna exemplifieras även av Sundin (2004), vilket gör att mätinstrument, indikatorer och rutiner anses viktiga då de hjälper till att avgöra kvalitén hos en komponent.

Den sista kritiska faktorn bedöms vara *förvaring av reservdelar* eftersom det enligt Östlin (2008) är svårt att avgöra kvalité på inkommande kärnor vilket kräver ett lager av reservdelar. Även Återtillverkare B har observerats använda sig av lager på grund av problematiken med att förutse inkommande kvalité på kärnor, vilket ger trovärdighet till teorin. De faktorer som redogjorts sammanfattas i figur 5.3.



Figur 5.3. Faktorer för Cykeltillverkare X för att lyckas med återtillverkning.

## 6 Resultat

I resultatet ses en redogörelse för vilka komponenter som slutligen valts ut för återtillverkning, deras uppskattade livslängder inkluderat potential vid förbättringsåtgärd, tidsåtgång för återtillverkning, återverkningsprocessen för Cykeltillverkare X och slutligen återtillverkningsförslag för de utvalda komponenterna.

Den presenterade lösningen har arbetats fram med teori om *återtillverkning, elmotorer, EN-standard* samt *oförstörande provning*. Den teoretiska kunskapen har kombinerats med branschspecifik kunskap från *återförsäljare, cykeltillverkare, tillverkare av elcykelsystem* samt *återtillverkare*.

### 6.1 Komponenterna

Komponenterna i elcykeln som är utvalda för återtillverkning är de som håller länge och kräver få moment för återställande till nyskick enligt återförsäljare och Cykeltillverkare X's Product Manager. Med *utvalda komponenter* menas de komponenter som har möjlighet att återtillverkas i nuläget hos Cykeltillverkare X. Motor och batteri har utpekats som speciellt intressanta av Cykeltillverkare X på grund av det ekonomiska värdet. De utvalda komponenterna är:

- Motorn inklusive vevlager
- Batteri
- HMI
- Sadelstolpe
- Främre nav och navväxel
- Bromsskiva
- Broms- och växelreglage
- Fälgar

Andra intressanta cykelkomponenter som kommer att redogöras för, exkluderat från de utvalda, är ram, framgaffel och styre. De anses intressanta på grund av att återförsäljare ansett dem som komponenter med lång livslängd. Komplikationer uppstår kring att kunna garantera kvaliteten för dessa delar till en ny användningsperiod på grund av EN-standard 15194 och Svensk Produktsäkerhetslag (2004:451), kapitel 1, § 1.

#### 6.1.1 Komponenternas hållbarhet

Hållbarheten för de olika komponenterna räknades ut som genomsnittsvärde med hjälp av de svar som erhöles från intervjuer med återförsäljare och Product Manager för Cykeltillverkare X. Svaren är byggda på ett referensobjekt motsvarande en pendelcyklist som cyklar till och från jobbet sex månader om året. Cykeln får även årlig service av en expert.

Livslängden för komponenter ökar om de återtillverkas (Sundin 2004). Ett antagande av författarna görs om att komponenter med mekanisk funktion ökar sin livslängd med tre år eller mer. De mekaniska komponenterna tvättas noggrant, utvändigt och invändigt samt att slitagedetaljer som lager byts.

Om komponenterna dessutom designas för återtillverkning med bättre material och dimensionering finns möjligheter till att användningsfasen förlängs ytterligare (Gray och Charter 2008). Författarna gör ett antagande om att komponentlivslängden förlängs med det dubbla eller mer om komponenterna är designade för återtillverkning med bättre material och dimensioner i kombination med att de återtillverkas vartannat eller tredje år. Exempel på förbättring i dimensionering skulle kunna vara att förbättra materialkvaliteten på en bromsskiva.

För att kunna garantera god kvalitet på ram, framgaffel och styre är det viktigt att utföra någon form av säkerställande metod. En metod som finns för att undersöka olika materials kvalitet är *oförstörande provning*, vilket förmodligen skulle vara passande när det gäller att säkerställa kvalitet på ram, framgaffel och styre (Shull 2002).

I figur 6.1 presenteras några utvalda komponenter som nämnts i resultatdel 6.1, där livslängden är uppskattad efter de olika antagandena.

Komponenter	Medelhållbarhet vid årlig service (år)	Antagande om: Mekaniska delar återtillverkas mellan kunder (+3år)	Antagande om: Återtillverkning + Design för återtillverkning + Oförstörande provning (x2 år)	Förslag till åtgärder för ökad livslängd
Bromsskiva	5, 7	5, 7	11+	Ökning av materialkvalité + öka tjocklek på skivor.
Ram*	20	20	40+	Genomför oförstörande provning + ökning av materialkvalité + robustare konstruktion.
Framgaffel*	18,3	18,33	40+	Genomför oförstörande provning + ökning av materialkvalité + robustare konstruktion.
Nav fram och navväxel	6	9+	12+	Ökning av materialkvalité + konstruera för utbytbara delar.
Vevlager	8	11+	16+	Ökning av materialkvalité + konstruera för utbytbara delar.
Styre*	15	15	30+	Genomför oförstörande provning + ökning av materialkvalité + robustare konstruktion.
Fälgar	5,7	5,67	11+	Ökning av materialkvalité + robustare konstruktion.
Broms- och växelreglage**	6,5	9,5+	13+	Ökning av materialkvalité + konstruera för utbytbara delar.
Sadelstolpe	6	6	12+	Ökning av materialkvalité.

Figur 6.1. Komponentlivslängder beräknade från återförsäljare och tillverkares svar samt antaganden om ökad hållbarhet.

\* Cykeltillverkare X ska endast använda dessa delar en användningsperiod med tanke på krav och säkerhet som måste utlovas.

\*\* Inga frågor ställdes kring bromsreglagens hållbarhet i år. Antagande görs att det håller minst lika länge som växelreglaget med motiveringen att de är placerade på samma område på cykeln. Växelreglaget är i plast och bromsreglaget i metall.

I figur 6.1 saknas redogörelse för livslängd av elmotorn eftersom ingen av de intervjuade har frågats om hur länge en elmotor kan tänkas hålla. En garantitid på två år utlovas av Elcykelsystemtillverkare A.

Livslängden på elmotorn anses dock vara längre än den garantitid som utlovas av Elcykelsystemtillverkare A. Det beror på ett antagande om att elmotorn är borstlös eftersom borstlösa elmotorer är branschstandard för elcykelmotorer (Torstensson och Du-Bar 2009). I en BLDC-motor är det lagerpackningen som bör bytas. Övriga slitagedelar finns ej i denna typ av motor (Återtillverkare B). Då lagerpackningen byts ut bör även lagret det sitter runt bytas ut eftersom det är troligt att en sliten lagerpackning medför insläpp av smuts till lagret. Lager och lagerpackning bör bytas då de är betydligt billigare jämfört med att byta en hel elmotor. Ett kullager med packning beräknas kosta mellan 15 och 50 SEK<sup>3</sup> vilket kan jämföras med en elmotor som uppskattas kosta cirka 3000 SEK i nypris. Byts lager och lagerpackning samt att motorn hålls ren så bedöms elmotorn hålla långt över garantitiden enligt författarna.

Batteriet är testat för att klara 500 kompletta laddningar. För att kunna garantera bra batterier till kunderna, bör batteriet bytas vid 500 laddningar. Någon återtillverkning av batteriet är idag inte möjlig, då tekniken inte existerar enligt Representant B, Återtillverkare A.

## 6.2 Tidsåtgång

Tiderna för återtillverkning gällande bromsskiva, vevlager, fälgar, nav, bromsreglage, växelreglage, navväxel och sadelstolpe är baserade på Cykeltillverkare X's Product Managers resonemang och tankesätt kring större *batcher* samt vetskapen om förutsättningarna för Cykeltillverkare X's produktion.

Den uppskattade återtillverkningstiden för komponenterna ram, framgaffel och styre är genomsnittsvaret från återförsäljarna. Denna tid inkluderar demontering och rengöring. Till denna tid behövs det adderas en inspektionstid som förslagsvis är av typen *oförstörande provning* (Shull 2002).

Arbetet med att renovera en elmotor uppgår till ett par timmar enligt Återtillverkare B. Arbetas det med elmotorerna i större *batcher*, samt att det är en BLDC-motor dras slutsatsen att en timma per elmotor krävs tidsmässigt. Tider för återtillverkning presenteras i figur 6.2.

---

<sup>3</sup> [http://www.kullagergrossisten.se/index.php?cPath=23\\_34&osCsid=btlmpa9rpbav7uvf2gu02t8d02](http://www.kullagergrossisten.se/index.php?cPath=23_34&osCsid=btlmpa9rpbav7uvf2gu02t8d02) (24 maj 2012)



Komponent	Uppskattad återtillverkningstid (min)
Bromsskiva	5
Ram	60*
Framgaffel	15*
Vevlager	5
Styre	20*
Fäljar	20
Nav fram och navväxel	5
Sadelstolpe	5
Broms- och växelreglage	5**
Elmotor	60

Figur 6.2 om återtillverkningstider för cykelkomponenter.

\* Tid för inspektioner behöver tilläggas.

\*\* Minuter för en av de två komponenterna.

### 6.3 Återtillverkningsprocessen för Cykeltillverkare X

Den metod för återtillverkning som de intervjuade företagen använder sig av påminner till stor del om teorin för *de sju stegen* (Sundin 2004) kombinerat med beslutfattandet som återfinns i teorin om *de fem faserna* (Östlin 2006). Företagen som arbetar med återtillverkning följer egna modifierade varianter av dessa teorier som bygger på deras bransch och förutsättningar.

Förslag lämnas här på hur processen för återtillverkning enligt *de sju stegen* och *de fem faserna* skulle kunna se ut för Cykeltillverkare X.

#### Beslutsfattande enligt de fem faserna

För att beslutsprocessen ska vara så kort och effektiv som möjligt bör en tydlig mall och fasta rutiner tas fram för beslutsfattande. Det gäller bland annat hur kvalitét av komponenter bedöms så att slitna komponenter kasseras och att komponenter i gott skick återtillverkas.

#### Demontering (och sortering)

Då det är ekonomiskt fördelaktigt att bearbeta komponenter i större *batcher* bör bearbetning påbörjas först när antalet elcyklar nått ett visst antal. Antalet anpassas efter vad som är möjligt i Cykeltillverkare X's produktion.

Det är redan i konstruktionsstadiet viktigt att tänka på demonteringen av kärnan för att detta moment ska göras så effektivt och snabbt som möjligt. Det bör vara så få moment och moduler som möjligt att separera, vilket gör *design för återtillverkning* (Shu och Flowers 1999) i konstruktionsfasen till en viktig aspekt när det gäller att påverka demonteringstiden av cykeln.

Idag bör demontering av en elcykel inte ta mer än 30-40 minuter om luftdragna verktyg och arbetsbänk finns tillgängligt. Även sortering av komponenter för återtillverkning och återanvändning bör vara inräknat i denna demonteringstid.

Vid sortering är det viktigt att komponenter märks för att de lättare ska kunna identifieras och hamna på rätt plats vid återmontering.

Vid sortering bör cykeldelar som har självklara defekter eller ej är menade att återtillverkas, skickas till plast- och metallåtervinning samt sopsortering.

### Förvaring

Att ha lager med reservdelar till komponenterna som ska återtillverkas och lagerkapacitet för obearbetade kärnor är att rekommendera till Cykeltillverkare X. Om Cykeltillverkare X under en period har högre belastning på sin produktion är det viktigt att kunna använda sig av högkvalitativa kärnor för en snabbare bearbetning. Kärnor med lägre kvalitet lagras under perioder med högre belastning och återtillverkas istället vid lägre produktionsbelastning. Desto mer omfattande återtillverkningssteg som behövs för en kärna desto längre tid tar det att återtillverka.

### Rengöring

Rengöring ses som en av de mest kritiska delarna i återtillverkningsprocessen av elcykeln. Ett stort antal komponenter kommer endast att behöva rengöras utvändigt, vilket troligen kommer att ske med rengöringsmedel och rengöringsduk. Ett flertal delar kräver mer arbete i rengöringsprocessen, framförallt funktionella och mekaniska komponenter, exempelvis motor och växlar. Dessa måste rengöras med avfettningsmedel, då det är komponenter som kommer i kontakt med olja och annan smuts som är svår att lösa upp. På grund av en del komplexa geometrier på komponenter ses också ultraljudstvätt som alternativ för rengöring. Med hjälp av ultraljudstvätt skulle ett flertal mindre komponenter, med komplex geometri kunna rengöras snabbare.

### Inspektion

Inspektionsfasen hos Cykeltillverkare X kan bli svår på grund av att montörerna där saknar erfarenhet från cykelreparationsbranschen och därför kan ha svårt att genomföra en fullgod visuell inspektion för alla komponenter. Därför anses det viktigt att utforma och använda sig av instrument samt indikatorer på många komponenter för att avgöra slitaget. Utformningen bör göras redan i konstruktionsstadiet.

I denna fas bör även *oförstörande provning* (Shull 2002) implementeras för att garantera att ram, framgaffel och styre håller kvalitet i nästa användningsperiod.

### Bearbetning

I dagsläget är Cykeltillverkare X inte i behov av att utföra komplicerade bearbetningar på komponenterna vid en eventuell återtillverkning. De moment som anses möjliga att utföra för att återställa olika komponenter, är kosmetisk ommålning av komponenter med avsaknad av färg, ifyllnad av repor med rep-/displaypolish eller att byta ut förslitningskomponenter till exempel lager.

### Återmontering

Återmontering av elcykeln görs med bearbetade delar, nya delar och återanvända delar som uppfyller tillräcklig kvalitet för detta ändamål. Återmonteringsmomentet görs effektivast om

komponenterna är märkta. Märkningen görs vid sortering, för att snabbt avgöra vilken del det är, samt för att se vilken placering på cykeln den ska ha vid återmonteringen. En annan viktig faktor för att underlätta återmonteringen är att vid konstruktionen av elcykeln *designa för återtillverkning* (Shu och Flowers 1999), för att få en så snabb och enkel återmontering som möjligt.

## Sluttest

Inget definitivt sluttest av elcykeln bör utföras utan istället bör kontinuerliga tester genomföras likt i Cykeltillverkare X's nuvarande produktion. De kontinuerliga testerna som utförs idag är enligt Cykeltillverkare X's Product Manager tillräckliga för att kunna garantera kvaliteten på cyklarna. Ett elektroniktest tillkommer som nytt moment.

## Återtillverkningssteg på komponentnivå

Nedan presenteras återtillverkningsprocessen för de utvalda delarna som i nuläget utgör grunden för återtillverkning av Cykeltillverkare X's elcykel. Processen är anpassad efter Sundins (2004) teori kring återtillverkning i *sju steg*.

Ram, framgaffel och styre är delar som i nuläget inte anses är möjliga att återtillverka hos Cykeltillverkare X's och är därför exkluderade från nedanstående återtillverkningsprocess.

Presentationen innehåller vilka moment som bör utföras i varje av *de sju stegen*, för att komponenten ska återfås till nyskick.

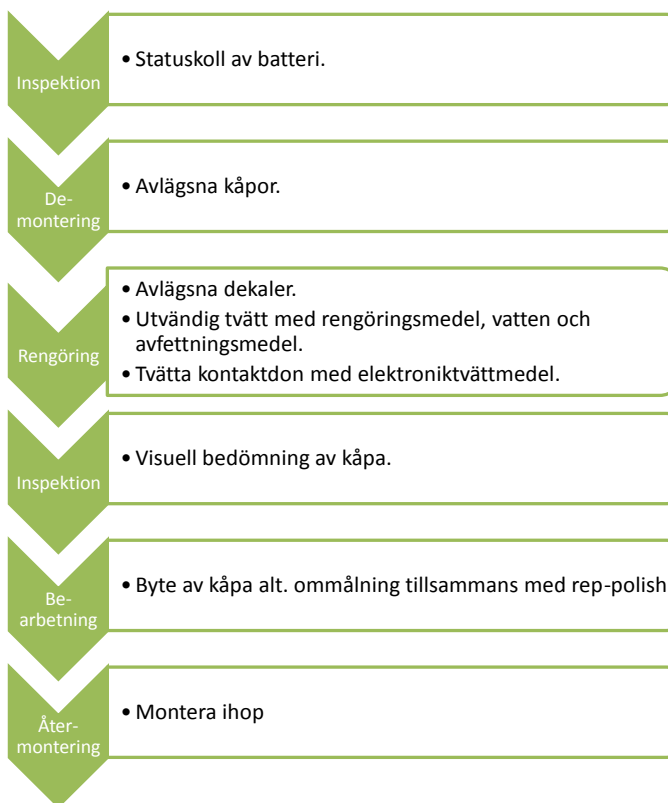


## Batteri



Enskilda slitna litiumceller går inte att byta ut.

### ÅTERTILLVERKNINGSSTEG

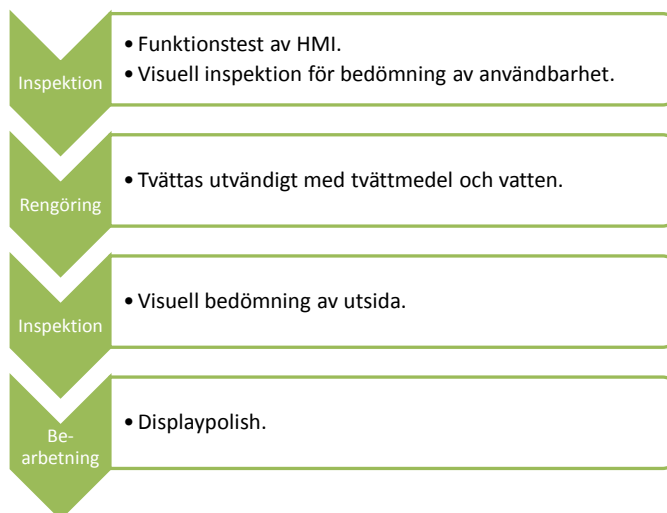


## HMI



Återtillverkning svår. Endast yttre renovering.

### ÅTERTILLVERKNINGSSTEG



## Sadelstolpe



Svårt att bedöma kvalité av sadelstolpens insida.

### ÅTERTILLVERKNINGSSTEG

Inspektion

- Visuell inspektion för bedömning av användbarhet.

Rengöring

- Utvändig tvätt med rengöringsmedel, vatten och avfettningsmedel.

Inspektion

- Syna utsida samt insida efter defekter och beläggningar.

Bearbetning

- Arbeta bort eventuell rost med sandpapper.
- Smörj in stolpens nedre del.

## Främre nav och navväxel



Navväxel innehåller många delar.



De mindre delarna bör kunna rengöras med ultraljud.

### ÅTERTILLVERKNINGSSTEG

Inspektion

- Visuell inspektion för bedömning av användbarhet.

De-  
montering

- Demontera främre nav och navväxel så att lagrena blir tillgängliga.

Rengöring

- Utvändig tvätt med rengöringsmedel, vatten och avfettningsmedel.
- Tvätta lager med rengöringsmedel, vatten och avfettningsmedel alt. ultraljudstvätt med tvättmedel. Låt lager torka.

Inspektion

- Undersök växeln efter defekter och justera.

Be-  
arbetning

- Smörj lagrena i navväxel och framnav.

Åter-  
montering

- Montera ihop nav och navväxel.

## Fälgar



Riktning görs för hand alternativt med riktningsmaskin.

### ÅTERTILLVERKNINGSSTEG

Inspektion

- Visuell inspektion för bedömning av användbarhet.

Rengöring

- Fälgarna tvättas med rengöringsmedel, vatten och avfettningsmedel.

Återmontering

- Nav med ekrar monteras på fälgen.

Inspektion

- Undersök fälgens eventuella skevhet.

Bearbetning

- Riktning av fälg.

## Bromsskiva



Livslängden är för kort jämförelse med enkla medel skulle kunna vara.



Bör kunna hålla längre genom materialval och ökad godstjocklek

### ÅTERTILLVERKNINGSSTEG

Inspektion

- Mät skivtjocklek.

Rengöring

- Rengör med bromsrengöringsvätska på skivan.

## Broms- och växelreglage



### ÅTERTILLVERKNINGSSTEG

#### Inspektion

- Undersök funktion.
- Undersök oljenivå på broms.
- Visuellt inspektion av repor.

#### Rengöring

- Rengöringsmedel, vatten och avfettning.

#### Bearbetning

- Rep-polish och ifyllnadsmålning.



Bör kunna återfås till nyskick genom kosmetisk rengöring och ifyllnadsmålning.

## 7 Diskussion

Denna studie har som mål att ge förslag, i form av en handlingsplan, till hur Cykeltillverkare X ska kunna återtillverka utvalda komponenter som ingår i en elcykel. Vi anser att resultatet av studien väl förmedlar de grundläggande kunskaper som krävs för att Cykeltillverkare X ska kunna påbörja återtillverkning av sin elcykel.

En fråga som ej besvarats i denna undersökning, som var en del av frågeställningen, är; *När sker återtillverkningen?*. Det uteblivna svaret beror på att hela konceptet kring återtillverkning, med alla dess ingående parametrar, ej var framtaget när undersökningen gjordes. Vi anser dock att det uteblivna svaret ej påverkar möjligheten för Cykeltillverkare X att påbörja återtillverkning.

De genomförda intervjuerna visar på gemensamma tankar om återtillverkning som process, samt hur länge olika cykelkomponenter håller och vad som krävs processmässigt för att säkerställa god kvalitet och skick. Fler intervjuer hade möjligen resulterat i en djupare förståelse men tidsbegränsningen i projektet medgav ej ytterligare kartläggning. Vi tror också att de hade varit mer gynnsamt för undersökningen om ett mer utvecklat frågeunderlag till den första intervjun som genomfördes hade använts.

Det som varit en stor svårighet under denna studie har varit bristfällig kunskap om en cykels uppbyggnad, inkluderat existerande komponenter och dess funktioner. Det är också den faktor vi anser ha påverkat frågeunderlaget och framförallt den första intervjun som genomfördes. Vi tror att intervjuernas utformning och förståelse av de svar som gavs hade varit enklare att formge och begripa, om vi hade haft bättre förkunskaper om en cykels uppbyggnad innan påbörjandet av denna undersökning.

En annan svår del i undersökningen har varit att tolka de svar som återförsäljare och Cykeltillverkare X givit, framförallt gällande komponenternas livslängd. Svaren bygger på uppskattningar som i vissa fall givits i intervall. I efterhand har det även diskuterats om det hade varit bättre att bygga livslängden på miltal och kilometer, istället för i antal år. Uppskattningar gör även att tillförlitligheten av svaren är svår att bedöma. Det har resonerats över om det en bra uppskattning eller om det var en uppskattning den intervjuade gjort för att denne känt sig pressad och velat gå vidare i intervjun. Vi bedömer att svaren från de genomförda intervjuerna är tillförlitliga och givit fullgod kunskap för att svara på frågeställningen. Intervjuerna bedöms tillförlitliga med anledning av att intervjuerna genomförts med personer som har flera års erfarenhet av sitt yrke samt att de vid intervjutillfällena varit lugna och bekväma med de frågor som ställts.

Cykeltillverkare X bör ta fram en rutin för hur de kan garantera en säker produkt när ram, gaffel och styre används i andra, tredje och efterföljande användningsperioder. En metod för att kunna garantera en säker produkt är något som anses vara möjligt med hjälp av *ickedestruktiv provning* vilket också bör undersökas av Cykeltillverkare X för att optimera återtillverkningsprocessen.

*Design för återtillverkning* är ett annat område Cykeltillverkare X bör fördjupa sig inom. Det är en viktig faktor till att ytterligare kunna optimera återtillverkningsprocessen hos



Cykeltillverkare X. Moment som demontering, montering och rengöring ses som kritiska och tidskrävande i Cykeltillverkare X's återtillverkningsprocess. *Design för återtillverkning* bör kunna effektivisera och minska tidsåtgången för dessa moment, om det tas hänsyn till detta redan i konstruktionsstadiet. *Design för återtillverkning* kan även möjliggöra en ökad livslängd på komponenterna, exempelvis genom fysisk utformning och materialval.

Cykeltillverkare X vidare undersöka om fler komponenter lämpar sig för återtillverkning. Vi anser att det troligen finns fler komponenter som är lämpliga att återtillverka, men tiden för detta projekt har satt stopp för ytterligare forskning. De bör också fördjupa kartläggningen om hur de utvalda delarna mer specifikt ska återtillverkas, exempelvis vilka verktyg och rengöringsmedel som är användbara under återtillverkningsprocessen.

## Referenser

### Tryckta källor

- Geyer R. och Jackson T. (2004) Supply Loops and Their Constraints: The Industrial Ecology of Recycling and Reuse, *California Management Review*, Vol. 46, No. 2, Winter2004, ss.55-73. Citerad i E. Sundin, (2004) *Product and Process Design for Successful Remanufacturing*. Linköping: Linköpings Universitet. (Department of Mechanical Engineering, dissertation No. 906).
- Grey, C., och Charter, M. Remanufacturing and product design. *International Journal of Product Development*, Vol. 6, Nos. 3/4, 2008 s. 385.
- Guide, D. och Wassenhove, L. (2001) Managing product returns for remanufacturing. *Production and Operations Management*, vol. 10, nr 2, ss. 142-155.
- Hammond, R., Amezcuita, T., och Bras, B. (1998).Issues in the Automotive Parts Remanufacturing Industry – A Discussion of Results from Surveys Performed among Remanufacturers. The George W. Woodruff School of Mechanical Engineering Georgia Institute of Technology. Citerad i C. Grey och M. Charter, Remanufacturing and product design. *International Journal of Product Development*, Vol. 6, Nos. 3/4, 2008ss 383-384.
- Kerr W. (1999) *Remanufacturing and Eco-Efficiency: A case study of photocopier remanufacturing at Fuji Xerox Australia*, M.Sc. Thesis, Environmental Management and Policy, International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE), Lund University, Lund, Sweden, ss. 56-68. Citerad i E. Sundin (2004), *Product and Process Design for Successful Remanufacturing*. Linköping: Linköpings Universitet. (Department of Mechanical Engineering, dissertation No. 906).
- Krikke H., le Blanc I., och van de Velde, S. (2004) Product modularity and the Design of Closed-Loop Supply Chain. *Californian Management Review*, 46/2, ss. 23-39. Citerad i J. Östlin (2008), *Management of Material Flows and Process Organisation*. Linköping: Linköpings Universitet (Department of Mechanical Engineering, dissertation ISSN0280-7971; 1192)
- Kimura, F., Kato, S., Hata, T. och Masuda, T. (2001) Product Modularization for Parts Reuse in Inverse Manufacturing. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, vol. 50, nr 1, ss. 89-92.
- Mabee, D., Bommer M., och Keat, W. (1999) Design charts for remanufacturing assessment. *Journal of manufacturing systems*, vol. 18, nr 5, ss. 358-366.
- Martz, H., Logan, C., Shull, P. (2002) *Nondestructive Evaluation - Theory, Techniques, and Applications*. Altoona, Pennsylvania: The Pennsylvania State University.
- Nasr, N. och Thurston, M. (2006) *Remanufacturing: A Key Enabler to Sustainable Product Systems*, Rochester Institute of Technology, Rochester, NY, USA. Citerad i M. Charter och C. Gray, Remanufacturing and product design. *International journal of Product Development*, vol. 6. (2008) ss. 375-392.

Patel, R., och Davidson, B. (2011) *Forskningsmetodikens grunder – att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Upplaga 4:1. Lund: Studentlitteratur AB.

Seitz M.A. och Peattie K. (2004) Meeting the Close-Loop Challenge: The Case of Remanufacturing, *California Management Review*, Vol. 46, No.2, winter 2004. Citerad i E. Sundin, (2004) *Product and Process Design for Successful Remanufacturing*. Linköping: Linköpings Universitet (Department of Mechanical Engineering, dissertation No. 906).

Shu L.H. och Flowers W.C. (1995) Considering Remanufacturing and other End-of-Life Options in Selection of Fastening and Joining Methods. *Proceedings of IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, (IEEE-95)*, Orlando, FL, USA, ss. 75-80. Citerad i E. Sundin, *Product and Process Design for Successful Remanufacturing*. Linköping: Linköpings Universitet. (Department of Mechanical Engineering, dissertation No. 906).

Shull, P. (2002) *Nondestructive Evaluation - Theory, Techniques, and Applications*. Altoona, Pennsylvania: The Pennsylvania State University.

Shull, P., Tittmann, B. (2002) *Nondestructive Evaluation - Theory, Techniques, and Applications*. Altoona, Pennsylvania: The Pennsylvania State University.

Sundin, E. (2004) *Product and Process Design for Successful Remanufacturing*. Linköping: Linköpings Universitet. (Department of Mechanical Engineering, dissertation No. 906).

Sundin, E. (2004) *Product and Process Design for Successful Remanufacturing*. Linköping: Linköpings Universitet. (Department of Mechanical Engineering, dissertation No. 906). Citerad i J. Östlin, *On Remanufacturing Systems – Management of Material Flows and Process Organisation*. Linköping: Linköpings Universitet (Department of Mechanical Engineering, dissertation ISSN0345-7524; 1192).

Torstensson, C. och Du-Bar, S. (2009) *s Regenerering med BLDC-motor och DC/DC-omriktare*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola (Kandidatarbete inom Civilingenjörsprogrammet Elektroteknik).

Östlin, J. (2006) *On Remanufacturing Systems – Management of Material Flows and Process Organisation*. Linköping: Linköpings Universitet (Department of Mechanical Engineering, dissertation ISSN0345-7524; 1192).

Östlin, J. (2008) *On Remanufacturing Systems – Analyzing and Managing Material Flows and Remanufacturing Processes*. Linköping: Linköpings Universitet (Department of Mechanical Engineering, dissertation ISSN0345-7524; 1192).

Östlin, J., Sundin, E., och Björkman, M. (2009) Product life-cycle implications for remanufacturing strategies. *Journal of Cleaner Production*, vol. 17, ss. 999-1009.

Lagar, författningar

SFS 2004:451 *Produktsäkerhetslag*. Stockholm, Justitiedepartementet.

## Webbkällor

Svensk Maskinprovning. (2009) *Presentation of SMP's accredited facilities for testing of bicycles and bicycle components.*

[http://www.smp.nu/rapporter/SMPs\\_accredited\\_bicycle\\_tests\\_2009.pdf](http://www.smp.nu/rapporter/SMPs_accredited_bicycle_tests_2009.pdf) (28 maj 2012).

Yedamale, P. (2003) AN885- Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals.

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00885a.pdf> (2012-04-25)

## Figurkällor

*Omslag:* thebikeguy.com.au. <http://myobatlas-production-apac.s3-ap-southeast-1.amazonaws.com/e940a3ba6df738388b772344a8a112e4/gallery/1314790320-Kit.jpg-original.jpg> (23 maj 2012)

*Figur 2.1. Östlin, J. (2008) On Remanufacturing Systems – Management of Material Flows and Process Organisation.* Linköping: Linköpings Universitet (Department of Mechanical Engineering, dissertation ISSN0345-7524; 1192) s. 95.

*Figur2.2. Östlin, J. (2008) On Remanufacturing Systems – Management of Material Flows and Process Organisation.* Linköping: Linköpings Universitet (Department of Mechanical Engineering, dissertation ISSN0345-7524; 1192) s. 96.

*Figur2.3. Östlin, J. (2008) On Remanufacturing Systems – Management of Material Flows and Process Organisation.* Linköping: Linköpings Universitet (Department of Mechanical Engineering, dissertation ISSN0345-7524; 1192) s. 97.

*Figur2.4. Östlin, J. (2008) On Remanufacturing Systems – Management of Material Flows and Process Organisation.* Linköping: Linköpings Universitet (Department of Mechanical Engineering, dissertation ISSN0345-7524; 1192) s. 99.

*Figur2.5. Östlin, J. (2008) On Remanufacturing Systems – Management of Material Flows and Process Organisation.* Linköping: Linköpings Universitet (Department of Mechanical Engineering, dissertation ISSN0345-7524; 1192) s. 100.

*Figur 2.6. Svensk*

*Maskinprovning.* [http://www.smp.nu/rapporter/SMPs\\_accredited\\_bicycle\\_tests\\_2009.pdf](http://www.smp.nu/rapporter/SMPs_accredited_bicycle_tests_2009.pdf) (15 maj, 2012).

*Figur5.4. Sheldonbrown.com.* <http://www.sheldonbrown.com/retroraleighs/catalogs/1977-drawings/pages/32-tourist.html> (17 maj 2012).

## Figurer i resultat

*Elmotor:* <http://www.electricbikeshed.co.uk/images/bosch-ebike-motor-s.jpg> (9 maj, 2012).

*Batteri:* [http://www.bosch-ebike.de/media/ebike/bilder/BOSCHeBike\\_Battery-Pack\\_Freisteller.jpg](http://www.bosch-ebike.de/media/ebike/bilder/BOSCHeBike_Battery-Pack_Freisteller.jpg) (9 maj, 2012).

*HMI:* <http://www.electricbikemag.net/Images//storyImages/2010/eurobike/07.jpg> (9 maj, 2012).

*Sadelstolpe:* <http://media.huddingecykel.se/2010/11/Sadelstolpe-Venzo-vit.jpg> (9 maj, 2012).

*Främre nav och navväxel:*

[http://www.dalescycles.com/components/com\\_virtuemart/shop\\_image/product/shimano\\_105\\_5600\\_freehub.jpg](http://www.dalescycles.com/components/com_virtuemart/shop_image/product/shimano_105_5600_freehub.jpg) (9 maj, 2012).

*Broms- och växelreglage:* <http://www.mistermoonbikes.com/390-499-thickbox/freno-delantero-shimano-deore-m595.jpg> (9 maj, 2012) *och* <http://veloatlaides.lv/3765-3432-thickbox/shimano-acera-slm360-8sp-sifteru-pris.jpg> (9 maj, 2012).

*Bromsskiva:* [http://www.mighty-sport.ru/content/products/2521\\_1000.jpg](http://www.mighty-sport.ru/content/products/2521_1000.jpg) (9 maj, 2012).

*Fälgar:* [http://www.cyclecomponents.com/images/artiklar/zoom/MAV167\\_1.jpg](http://www.cyclecomponents.com/images/artiklar/zoom/MAV167_1.jpg) (9 maj, 2012).

## Bilaga 1

### Intervju-underlag för återförsäljare

Intervju med återförsäljare / - 2012

Berätta om varför du jobbar på .....

- Intresse?
- Tävlatt?
- (berätta om kvalitéer)

Hur många arbetar i verkstaden?

När du utför en "Full service", vad gör du då?

- Hur såg de senaste 5 cyklarna ut?

Hur ofta gör du FULL SERVICE?

- Vad kostar en fullservice?

Vad tar längst tid?

Vilka delar servar du oftast utan att byta ut?

Berätta hur du servar dem.

Hur bedömer du slitage?

Vilka delar byts oftast ut på en cykel?

Hur lång tid tar varje del att byta ut?

Vilka delar byts ut på grund av naturligt slitage?

Hur ser du att VARJE DEL är utsliten?

Vilka delar byts ut på grund av dålig skötsel av brukare?

Hur många år uppskattar du att en välskött cykel går att använda?

Vilka delar är det som tar skada genom att de inte blivit tvättade?

Vart förekommer oftast rost? Berätta

- Finns det andra beläggningar som kan skada cykeln?

Om en cykel använts av en kund i en livslängd, vad hade du gjort för att kunden skulle kunna använda den lika länge? Berätta

Frågor för varje del:

- Hur länge uppskattar du att de går att använda för en pendelcyklist?
- Vad annat än rengöring bör man göra för att få delen till nyskick?
- Hur lång tid uppskattar du att det tar att förfina denna del till nyskick?

Delar: Växelreglage, Skivbromsar, Ram, Framgaffel, Bakre och främre nav, Klämma till sadel, Sadelstolpe, Vevlager, Fälgar.

Specifika frågor:

- Vilken broms slits mest? Fram eller bak?

Finns det andra delar som går att använda längre än vanligt?

Hur lång tid tar det att demontera en cykel?

Hur lång tid tar det att montera ihop en cykel?

Har du något du vill berätta?

Om det dyker upp frågor senare är det okej om vi återkommer?

Intervju-underlag för Cykeltillverkare X

Frågor till Cykeltillverkare X

Hur många arbetar i verkstaden?

Hur många cyklar bygger ni dagligen under ett år?

Följande frågor ställdes till cykelreparatörer och för att få det konfirmerat från er får ni samma frågor.

Vilka delar på cykeln byts ut på grund av slitage?

Hur bedöms slitage?

Hur många år uppskattar du att en välskött cykel går att använda?

Om en cykel använts av en kund i en livslängd, vad hade du gjort för att kunden skulle kunna använda den lika länge? Berätta.

Visa BILDER på delar

Frågor för varje del:

- Hur länge uppskattar du att de går att använda?
- Vad annat än rengöring bör man göra för att få delen till nyskick?
- Hur lång tid uppskattar du att det tar att förfina denna del till nyskick?

Delar: Växelreglage, Skivbromsar, Ram, Framgaffel, Bakre och främre nav, Klämma till sadel, Sadelstolpe, Vevlager, Fälgar.

Finns det andra delar som går att använda längre än vanligt?

Hur lång tid tar det att demontera en cykel?

Hur lång tid tar det att montera ihop en cykel?

Återtillverkningsfrågor:

Varför har ni valt att kolla på återtillverkning?

Vad har ni för kortsiktiga mål med återtillverkning?

Vad har ni för långsiktiga mål med återtillverkning?

Tankar om återtillverkning:

Hur ser kompetensen ut för återtillverkning? Göra det själva eller förlägga det någonstans?

Behöver ni anskaffa mer personal?

Hur ser det ut med utrymme i era lokaler? Lager, plats etc.

Hur ser ni på inköp av inventarier?

Inventarier: något som kan användas för återtillverkning nu?

Komponenterna med EN-standard:

- Hur löses detta? Ultraljud är en metod för att upptäcka sprickor.
- Vilken EN-standard?
- Ställa krav på leverantörer om bättre hållfasthet?

Vad har ni för tankar angående sluttest?

Något speciellt som bör testas extra hårt på en återtillverkad cykel?

Vad är det för typ av motor? Permanentmagnet eller likström.

Kostnad på de separata delarna till systemet (Batteri går i nuläget inte att återtillverka).

## Intervju-underlag för tillverkare av elcykelsystem

1. What is the estimated lifetime of the whole system for a normal bicycle user?
2. What is the estimated lifetime of the separate components: HMI, Drive unit, Battery pack?
3. Which components are interchangeable?
4. If some parts decay faster than others, is it possible to buy them separately for repair usage? Is it possible for a company to stock spare parts for repairs?
5. How much do you believe the price for the different parts to be?
6. Regarding the HMI, is there any wear on the buttons? Are you able to change them easily?
7. Is there any wear on the cables? On the connectors/plugs?
8. Do the pedals follow with the drive unit?
9. How should one take care of the battery to maximize its lifetime?
10. Is there some way to see how many times the battery has been charged? What's the name of that device?
11. Is it possible to change the lithium-cells in the battery when they are depleted (consumed)?
12. If so, how does one change lithium-cells?
13. If one would like to renew the system, what should one do?
14. XXX has remanufacturing for alternators for cars, does XXX have any future plans for remanufacturing the system?

We have reaching the end of the interview, if we get new questions about the system, can we contact you again?



## Intervju-underlag för återtillverkare Företag A

Vi håller på med ett examensarbete där vi undersöker om det går att återtillverka elcykelmotorer.

Är det OK att vi spelar in samtalet? Det är så att vi kan analysera och skriva ner svaren sen i lugn och ro.

Är det något du inte vill svara på som är hemligt så gör du givetvis inte det.

Du kan få en kopia på rapporten i mitten av maj så får du tycka till om något är konfidentiell och du inte tycker att vi ska nämna i siffror.

### Frågor

Berätta lite om er återtillverkningsavdelning.

Varför återtillverkar ni?

Vad är det ni återtillverkar?

Generatorer, Startmotorer?

Hur lång tid tar det (för startmotorer)?

Vad byts ut (för startmotorer)?

Håller ni på att utvidga återtillverkningen för mer produkter?

Återtillverkar ni delar i storlek för en cykel?

Kan ni berätta om stegen som en vanlig produkt går igenom vid återtillverkning?

- Hur ser tekniken ut för detta?
- Vilka verktyg behövs?
- Rengöringsmedel?
- Vid demontering, Hur sorterar ni? Hur kommer allt i rätt ordning? Märker ni delarna?

Hur bedömer ni slitage?

Kom modellen för återtillverkning naturligt eller har ni genomfört forskning inom området?

Har du något du vill berätta?

Om det dyker upp frågor senare är det okej om vi återkommer?

Är du intresserad så kan vi erbjuda en kopia av rapporten när den är färdig?

## Intervju-underlag för återtillverkare Företag B

Vi håller på med ett examensarbete för ett cykelföretag i Europa som tänkt lansera en elcykel, vi håller på att undersöka möjligheter för återtillverkning av hela cykeln. Den cykeln innehåller ju då ett elsystem. Vi har ju fått reda på att ni är experter på renovering av elmotorer så vi har lite frågor om detta.

Är det OK att vi spelar in samtalet? Det är så att vi kan analysera och skriva ner svaren sen i lugn och ro.

Är det något du inte vill svara på som är hemligt så gör du givetvis inte det.

Du kan få en kopia på rapporten i mitten av maj så får du tycka till om något är konfidentiell och du inte tycker att vi ska nämna i siffror.

Frågorna:

- Berätta lite om dig själv
- Berätta lite om företaget.
- Hur många är det som arbetar här?
- Hur kommer det sig att ni sysslar med renovering av elmotorer?
- Utöver elmotorer, vad renoverar ni för produkter då?
- Beskriv er process för hur ni renoverar en elmotor.
  - Hur ser tekniken ut för detta?
  - Vilka verktyg behövs?
  - Rengöringsmedel?
  - Vid demontering, Hur sorterar ni? Hur kommer allt i rätt ordning? Märker ni delarna?
- Vi har läst mycket om något som kallas de 7 stegen. Är det något ni går och planerar efter?
- Beskriv de mest typiska felen på elmotorer som måste åtgärdas vid renovering.
- Vi antar att alla delar i en elmotor går att renovera, vilka delar är det som sätts in nya i en renoverad elmotor?
- Hur lång tid tar det att renovera en elmotor av modell större respektive mindre från och med att den ni börjar arbeta på den?
- Hur bedömer ni slitage på de kritiska delarna i motorer?
- Det är ju en mindre likströmselmotor som används i en elcykel, är mindre likströmsmotorer något som ni arbetar med i nuläget?
- Är det möjligt att renovera en liten likströmsmotor?
- Om det är möjligt, är det då något speciellt man bör tänka på vid renovering av mindre elmotorer/likströmsmotorer?
  
- De 7 stegen: Något speciellt man ska tänka på vid:
  - Demontering.
  - Sortering.
  - Tvättning.
  - Inspektion.
  - Bearbetning.
  - Återmontering.
  - Sluttest.

Har du något du vill berätta?

Om det dyker upp frågor senare är det okej om vi återkommer?

Är du intresserad så kan vi erbjuda en kopia av rapporten när den är färdig?



## Bilaga 3

Livslängder	Återförsäljare A	Återförsäljare B	Återförsäljare C	Cykeltillverkare X
Skivbromsar (skivor)	-	6	5	6
Ram	20	20	20	3
Framgaffel	15	20	20	3
Nav bak och fram	-	6	-	6
Vevlager	-	-	10	6
Styre	-	15	-	3
Fäljar	-	6	5	6
Sadelstolpe	-	7	5	6
Broms- och växelreglage	-	6	7,5	6

Återtillverkningstid	Återförsäljare A	Återförsäljare B	Återförsäljare C	Cykeltillverkare X
Broms- och växelreglage	-	20	5 till 15	5
Skivbromsar	-	60	15 till 20	5
Ram	-	60	90	-
Framgaffel	-	10	30	-
Vevlager	-	-	-	5
Styre	-	20	25	-
Fäljar	-	-	-	20
Nav bak och fram	-	30	60	5
Sadelklämma	-	-	5	5
Sadelstolpe	-	2	15	5
Elsystem	-	-	-	45

	Återförsäljare A	Återförsäljare B	Återförsäljare C	Cykeltillverkare X
<b>Demonteringstid cykel</b>	-	120	20	35
<b>Monteringstid elcykel</b>	-	60	75	160