



UPPSALA  
UNIVERSITET

TVE-F 17 024 juni

Examensarbete 15 hp  
Juni 2017

Kategorisering och kvantifiering av ärenden  
för att optimera samt lokalisera tidsåtgång  
för SAP-supportgruppen på ABB Robotics

---

Eric Pettersson  
Elin Brännström



UPPSALA  
UNIVERSITET

**Teknisk- naturvetenskaplig fakultet  
UTH-enheten**

Besöksadress:  
Ångströmlaboratoriet  
Lägerhyddsvägen 1  
Hus 4, Plan 0

Postadress:  
Box 536  
751 21 Uppsala

Telefon:  
018 – 471 30 03

Telefax:  
018 – 471 30 00

Hemsida:  
<http://www.teknat.uu.se/student>

## Abstract

### **Kategorisering och kvantifiering av ärenden för att optimera samt lokalisera tidsåtgång för SAP-supportgruppen på ABB Robotics**

*Eric Pettersson, Elin Brännström*

I detta projekt har en undersökning relaterad till tidsåtgång för inkommande ärenden gjorts inom SAP-supportgruppen på ABB Robotics i Västerås. Syftet med studien har varit att skapa ett verktyg i form av en algoritm som estimerar tidsåtgången för inkommande ärenden. Genom intervjuer med SAP-supportgruppen samt tillgång till en databas med historiska ärenden kunde olika kategoriseringar och parametrar sättas upp. Varje ärende ansågs dels ha en återkommande tid som inte antogs variera beroende på ärendetyp, men även en varierande del som består av det beredningsarbete som SAP-supportgruppen utför. För kvantifiering av beredningsarbetet behandlades tre olika metoder.

Det bästa resultatet erhöles då beredningsarbetet kvantifierades med hänsyn till antal beredningsnivåer. Kvantifiering då hänsyn togs till arbete per beredningsnivå stämde dåligt överens med de uppskattade tiderna. Denna kvantifiering innehåller huruvida mest information och bör vara den som utvecklas vidare. Anledningen till det försämrade resultatet anses bero på felaktigheter i modellen samt noggrannheten i det historiska underlaget.

Studien har visat att kvantifiering och kategorisering av ärenden är möjligt men problematiskt. Vidare implementation och förändring i modellen av algoritmen kommer göra det möjligt att i fortsättningen estimerar tid för inkommande ärenden.

Handledare: Sebastian Kleberger  
Ämnesgranskare: Teresa Zardán Gómez de la Torre  
Examinator: Martin Sjödin  
ISSN: 1401-5757, TVE-F 17 024 juni

# Populärvetenskaplig sammanfattning

SAP-supportgruppen på ABB Robotics i Västerås arbetar med beredning till produktionslinjer. I dagsläget saknas ett verktyg för att kvantifiera de inkommande ärendena och uppskatta den momentana arbetsbeläggningen. I detta projekt har det undersökts huruvida detta är möjligt och olika modeller för kvantifiering av arbetsbeläggning har undersökts.

Genom att utgå från historiska ärenden, intervjuer och tidsmätningar av olika arbetsmoment har ett statistiskt underlag byggts upp och en algoritm för tidsuppskattning har konstruerats. Denna algoritm baseras på att det dels finns återkommande moment hos alla inkommande ärenden, men även en varierande del bestående av beredning. Beredningen kategoriserades och kvantifierades baserat på olika utgångspunkter och det visade sig att genomsnittliga felet var minimalt när ärenden kategoriserades efter antalet beredningsnivåer. Detta är dock inte den modell som bör arbetas vidare på, då den innehåller få parametrar och möjligtvis inte är tillräckligt djupgående. Istället bör den modell som dessutom tar hänsyn till en uppskattning av hur mycket arbete respektive beredningsnivå genomsnittligt ger upphov till, för respektive ärende, vara den modell man i framtiden utvecklar ytterligare.

Resultaten kommer att användas för att kapacitetsplanera samt redovisa SAP-supportgruppens arbetsbeläggning. Detta är viktigt för att kunna motivera de resurser som används och behövs inom gruppen. Resultatet väcker även frågeställningar kring vad som är värdeskapande tid för SAP-supportgruppen och kan i fortsättningen leda till ett effektivare arbetssätt.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Introduktion</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrund: Instansen ABB Robotics och dess beredningsgång . . . . .	1
1.1.1	Engineer Change Management-processen . . . . .	1
1.1.2	Program . . . . .	2
1.2	Frågeställning: Kategorisering och kvantifiering av ärenden . . . . .	2
1.3	Ansatser och antaganden . . . . .	3
1.3.1	Kvantifiering av beredningsarbetet baserat på antalet beredningsnivåer . . . . .	4
1.3.2	Kvantifiering av beredningsarbete baserat på överskott av artiklar . . . . .	5
1.3.3	Kvantifiering av beredningsarbete baserat på överskott av artiklar per beredningsnivå . . . . .	5
1.4	Teori . . . . .	6
1.4.1	Beredningsarbete baserat på antal beredningsnivåer . . . . .	6
1.4.2	Beredningsarbete baserat på överskott av artiklar . . . . .	7
1.4.3	Beredningsarbete baserat på överskott av artiklar per beredningsnivå . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Metod</b>	<b>7</b>
2.1	Kvantifiering av beredningsarbetet baserat på antalet beredningsnivåer . . . . .	8
2.2	Kvantifiering av beredningsarbetet baserat på antalet artiklar i överskott . . . . .	9
2.3	Kvantifiering av beredningsarbetet baserat på överskott av artiklar per beredningsnivå . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Resultat</b>	<b>9</b>
3.1	Beredningsarbete baserat på antalet beredningsnivåer . . . . .	10
3.2	Beredningsarbete baserat på överskott av artiklar . . . . .	12
3.3	Beredningsarbete baserat på överskott av artiklar per beredningsnivå . . . . .	14
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>16</b>
4.1	Vidare implementation . . . . .	17
<b>5</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>Referenser</b>	<b>18</b>
6.1	Muntliga källor . . . . .	18

# Nomenklatur

# - Antal.

< ... > - Medelvärde.

**BOM** - Bill of Material. Materiallista som beskriver alla ingående komponenter i ett montage.

**CP** - Change Package. Knyter ihop ändringar som görs på olika Master Data, vilket kan vara artikeldata, BOM, operationslista eller dylikt. Ett Change Package knyts vanligtvis an till en LCM och ärver då sitt giltighetsdatum därifrån. Detta gör att organisationen kan koordinera flera ändringar. För varje beredningsnivå skapar SAP-supportgruppen ett Change Package.

**ECO** - Engineer Change Order. Samlingsnamn för de ändringar som går genom affärs-systemet SAP.

**LCM** - Leading Change Master. Agerar som samlingsnummer för de CP som skapas för motsvarande ärende.

**Operationslista** - Lista som innehåller arbetsinstruktioner för ett moment. Varje operationslista är knuten till en BOM. Internt benämns operationslista som routing.

**RI-rapport** - Revision Information Report. Varje ECO har en medföljande RI-rapport som innehåller all information om uppdateringen.

**Överskott av artiklar** - I varje RI-rapport listas gamla och nya material under varje BOM-nivå. Om en ny artikel tillförs samtidigt som en artikel med samma item-nummer tas bort, så innebär detta inget överskott av artiklar. Om en artikel tillförs utan att någon artikel tas bort räknas denna som ett överskott av artikel, se Figur 1.

Itm	New material									
	Qty	Unit	Material no	Description				Obj dep		
0013	1	PC	3HAC049801-001	Leather Protection D=98, L=140				Changed		
	Plant	Traceability	Mat status	MRP type	MRP contr	Proc type	Price	Unit	Leadtime	Stock
	0501		Z3	PD	OB1	F	59,00	SEK	28	31
-----										
Itm	Old material									
	Qty	Unit	Material no	Description				Obj dep		
0013	1	PC	3HAC049801-001	Leather Protection D=98, L=140						
	Plant	Traceability	Mat status	MRP type	MRP contr	Proc type	Price	Unit	Leadtime	Stock
	0501		Z3	PD	OB1	F	59,00	SEK	28	31
Itm	New material									
	Qty	Unit	Material no	Description				Obj dep		
0013	1	PC	3HAC049803-001	Leather Protection D=98, L=550						
	Plant	Traceability	Mat status	MRP type	MRP contr	Proc type	Price	Unit	Leadtime	Stock
	0501		Z3	PD	OB1	F	214,00	SEK	28	24

Figur 1: Utdrag från en RI-rapport över uppdateringar av material.

# 1 Introduktion

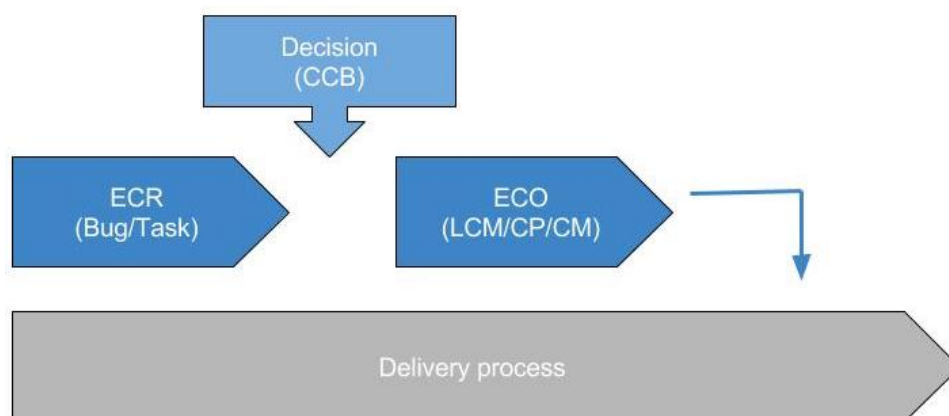
## 1.1 Bakgrund: Instansen ABB Robotics och dess beredningsgång

ABB Robotics är en globalt ledande tillverkare av industrirobotar och företaget finns representerat i ett flertal länder. Tillverkningsprocessen inkluderar många delprocesser där allt från design av nya produkter/reservdelar, till färdig slutprodukt och leverans till kund ingår. För att genomdriva nya designar och upprätthålla en storskalig produktion behövs en god planering och kommunikation mellan den administrativa sidan och de olika produktionslinjerna. Detta benämns som beredning och innebär att man förbereder produktionslinjerna på uppdateringar i form av underhåll eller nya produkter genom uppdatering av operationslistor, vilket man internt refererar till som routings.

På ABB Robotics SAP-supportgrupp arbetar man med beredning till produktionslinjer på Robotics i Västerås. I dagsläget finns det inte något effektivt sätt att planera samt organisera arbetsgången i gruppen då ett verktyg för att lokalisera tidsåtgång saknas. För att effektivisera arbetet finns ett behov av att mäta, övervaka och förutsäga arbetsbeläggningen. Detta är även viktigt för att andra instanser inom ABB ska få en överblick av vilket arbete som för tillfället utförs och hur kapacitetsplaneringen ser ut.

### 1.1.1 Engineer Change Management-processen

Ett förändringsarbete startar med att en Engineer Change Request (ECR) skapas. En ECR innehåller ett förslag på en ändring, förbättring eller nyskapande av en produkt. Change Control Board (CCB) har sedan beslutanderätt över vilka ECR som genomförs respektive vilka som får avslag. För varje godkänd ECR bildas då en Engineer Change Order (ECO). Varje ECO analyseras och granskas av SAP-gruppen, vilket i de flesta fall leder till arbete i form av uppdateringar av operationslistor. En förenklad skiss av ECM-processen kan ses i Figur 2.



Figur 2: Schematisk skiss över ECM-processen.

Beroende på omfattningen av varje ECO samt hur många beredningsnivåer denna berör varierar SAP-supportgruppens inblandning och därmed arbetsbeläggning. Vanligtvis innehåller en ECO förändringar på en eller flera materiallistor, internt refererat till som Bill of Material (BOM).

### **1.1.2 Program**

För att hantera information inom företaget används affärssystemet SAP. SAP innehåller all nödvändig information gällande de material och produkter som ABB hanterar. Ett exempel på sådan information är de operationslistor som SAP-supportgruppen hanterar. Varje ECO är knuten till en Revision Information Report (RI-rapport), och alla dessa rapporter finns tillgängliga i SAP. SAP tillhandahåller därmed all information som behövs för att analysera ett ärende och är således ett viktigt verktyg för detta projekt.

För att SAP-supportgruppen på ett effektivt sätt ska kunna hantera sina arbetsuppgifter används det lokala databasverktyget ProdDesk, där inkommande ärenden läggs i kö för att sedan behandlas. I ProdDesk finns ECO-ärenden men även andra typer av ärenden kan placeras i kön. I ProdDesk lagras historik över avslutade ärenden där bland annat en parameter för uppskattad tidsåtgång finns att tillgå. Detta gör ProdDesk till ett effektivt verktyg för att analysera SAP-gruppens arbetsbeläggning. Genom att samköra de avslutade ärendena från ProdDesk med diverse transaktioner i SAP kan all relevant information gällande gamla ärenden extraheras.

De historiska ärendena med tillhörande information exporterat från SAP hanteras med databehandlingsprogrammet Microsoft Excel där programmeringsspråket Visual Basic for Applications används för storskaliga beräkningar på relevant data.

## **1.2 Frågeställning: Kategorisering och kvantifiering av ärenden**

Syftet med detta projekt är att med hjälp av befintligt historiskt underlag, samt eventuella egna statistiska undersökningar, skapa ett underlag för tidsbedömning av SAP-gruppens arbetsuppgifter. Arbetet som gruppen utför är av varierande karaktär. Ett ärende kan till exempel vara att hantera en ändring inom en materiallista till en produkt och det finns flera källor till ärenden som måste definieras, kategoriseras och analyseras. Källor till beläggning kan bland annat vara kö i det lokala databasverktyget ProdDesk, affärsrelaterade mejl och muntliga uppgifter.

Målet med projektet är att utveckla ett underlag som kan användas för att förutspå tidsåtgång för framtida, inkommande ärenden. Målet är även att kunna skapa en kvantifierbar mätfunktion för de olika arbetsuppgifterna för att koppla dessa till en tidsåtgång. Projektet innefattar dessutom en utredning huruvida detta är genomförbart. Ett sådant verktyg kommer i framtiden att underlätta kapacitetsplanering och prioritetsordning för SAP-gruppen.

### 1.3 Ansatser och antaganden

För respektive ändring i en BOM finns gamla och nya material. Ersätts ett gammalt material med ett nytt material med samma nummer i operationslistan så ärver det nya materialet allokeringen. Resultatet måste dock kontrolleras och i de flesta fall leder detta inte till någon beredning. I det här projektet har approximationen att detta fall aldrig leder till någon beredning gjorts. I de fall då ett nytt material läggs till i operationslistan behöver SAP-gruppen göra en allokering, vilket innebär ett större beredningsarbete.

Parametern uppskattad tidsåtgång för de historiska ärendena exporterade från ProdDesk antas representera den verkliga tidsåtgången exakt. Detta innebär att dessa värden betraktas som de korrekta och anledningen till detta antagande är bristen på ett historiskt underlag med högre noggrannhet.

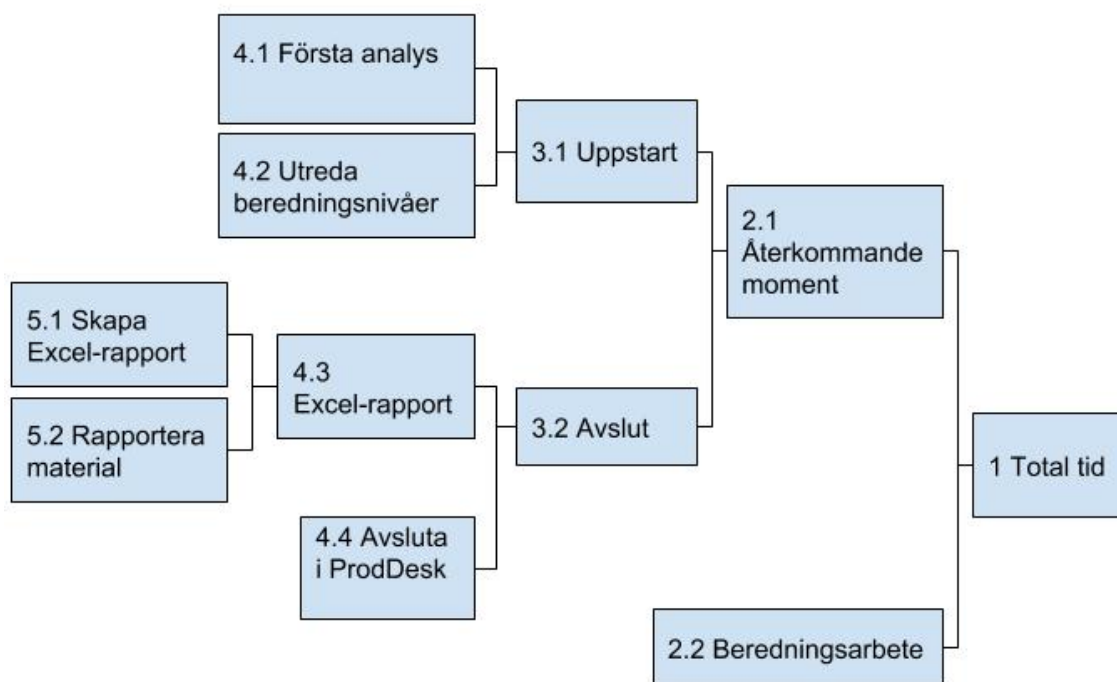
Alla ECO-ärenden går att kategorisera efter ärendetyp. De olika typerna beskriver ärendets karaktär, och innehåller information om ursprung. En beskrivning av respektive ärendetyp kan ses i Tabell 1.

Tabell 1: Förklaring av de olika ärendetyperna för en ECO.

Ärendetyp	Ursprung	Beskrivning
SCS		Reservdel
SRD	Sverige	R&D
SCUS		Kund
CRD	Kina	R&D
SE	Sverige	Underhåll
CN	Kina	Underhåll

Varje ärende består av beredningsarbete samt återkommande moment, där de återkommande momenten är gemensamma för alla ECO. Dessa återkommande moment kan skalas av från tidsuppskattningen för varje historiskt ärende för att få fram en tid på beredningsarbetet, som består av varierande moment. Detta görs genom att först definiera de återkommande momenten och sedan göra uppskattningar av de motsvarande tiderna, baserat på inkommande samt rekonstruerade ärenden. De återkommande momenten kan delas upp i statiska respektive dynamiska tider. De dynamiska tiderna definieras som schablon-tider multiplicerat med en parameter specifik för respektive ärende och de statiska tiderna är fasta och gemensamma för alla ECO. För uppstart av varje nytt ärende definieras öppning av ärendet och en första analys som en statisk tid då denna tid inte varierar nämnbart mellan ärenden. Att utreda antalet beredningsnivåer är en dynamisk tid definierad som en schablon-tid multiplicerad med antalet berörda BOM-nivåer. För avslut av ett ärende är avslutningsarbetet i ProdDesk och uppförandet av en avslutande rapport i Excel statiska tider, då dessa tider inte varierar mellan olika ärenden. Införandet av material i Excel-rapporten är en dynamisk tid och definieras som en schablon-tid multiplicerad med antalet artiklar per beredningsnivå. För att kvantifiera beredningsarbetet, se block 2.2 Beredningsarbete i Figur 3, så kan modeller baserade på historisk data användas. En schematisk bild över denna ansats kan ses i Figur 3.





Figur 3: Schematisk blockskiss över den första parametreringen.

Alla ärenden kommer inte att kunna behandlas enligt samma modell då det alltid förekommer avvikelser. Ärenden som oförklarligt avviker kraftigt från det generella mönstret hanteras således separat. Avvikelse kan bero på bristfällig information och bör därför inte inkluderas i det statistiska underlaget, då detta är svårt att kvantifiera samt förutse.

### 1.3.1 Kvantifiering av beredningsarbetet baserat på antalet beredningsnivåer

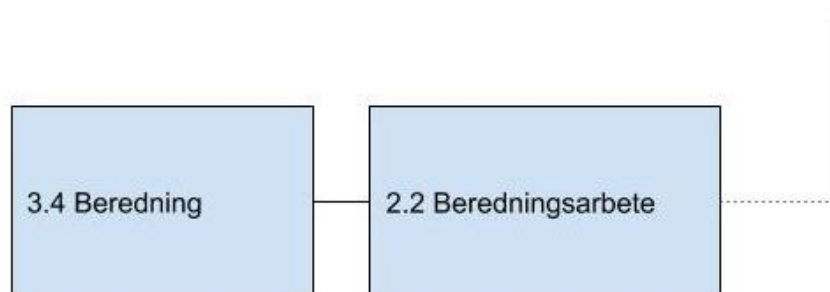
För varje enskilt historiskt ärende kan det totala antalet beredningsnivåer tas fram. Genom att kategorisera efter de olika ärendetyperna, se Tabell 1, är det därefter möjligt att beräkna ett medelvärde för hur mycket tid en enskild beredningsnivå, vilket motsvaras av ett av SAP-supportgruppen skapat CP, ska tilldelas i algoritmen. För respektive ärende multipliceras denna tid med en parameter given som antalet beredningsnivåer för att bedöma den totala tidsåtgången för block 2.2 Beredningsarbete. För varje beredningsnivå läggs en fast tid till, vilket kan ses som block 3.3 i Figur 4. Denna tid definieras som den totala tid det tar att skapa ett CP för respektive beredningsnivå.



Figur 4: Schematisk blockskiss över parametrering av beredningsarbetet, baserat på antalet beredningsnivåer.

### 1.3.2 Kvantifiering av beredningsarbete baserat på överskott av artiklar

För att kvantifiera beredningsdelen av arbetsgången kan man studera överskott av artiklar per ärende, istället för antalet beredningsnivåer. Ett medelvärde för tidsåtgång per artikel i överskott, beroende på ärendetyp, kan därefter beräknas utifrån de historiska ärendena. Denna tidspareparameter multipliceras sedan med antalet artiklar i överskott för respektive ärende för att uppskatta tidsåtgången för block 2.2 Beredningsarbete. I denna parametrering existerar inte ytterligare fasta tider och block 2.2 Beredningsarbete består endast av själva beredningen, se Figur 5.



Figur 5: Schematisk blockskiss över parametrering av beredningsarbetet, baserat på överskott av artiklar.

### 1.3.3 Kvantifiering av beredningsarbete baserat på överskott av artiklar per beredningsnivå

För att djupare parametrera arbetsgången är det möjligt att kombinera information från såväl antalet beredningsnivåer som överskott av artiklar. Enligt individerna i SAP-supportgruppen läggs mindre tid per artikel i överskott inom en individuell beredningsnivå om antalet är större eftersom arbetsmomenten blir repetitiva. Detta gäller dock inte för

det totala överskottet av artiklar per Leading Change Master (LCM) så det är nödvändigt att studera varje enskild beredningsnivå var för sig. För att bedöma antalet artiklar i överskott per beredningsnivå för en inkommande ECO krävs ett mjukvaruverktyg som i dagsläget ej är tillgängligt. Det är således ett medelvärde för artiklar i överskott per beredningsnivå som används i denna ansats. Beroendet mellan antalet artiklar i överskott och tidsåtgången för varje enskild artikel i överskott förutsätts vara linjärt och avtagande.

Även i denna modell tillkommer det en fast tid i form av den totala tid det tar att skapa ett CP för respektive beredningsnivå och kan beskrivas av blockschemat i Figur 4.

## 1.4 Teori

Den återkommande tiden för varje ärende kan beräknas enligt ekvation (1), där de olika ingående parametrarna definieras enligt Figur 3. Återkommande tiderna har inget beroende på ärendetyp. För varje ärendetyp kan ett medelvärde på det absoluta felet beräknas enligt ekvation (2).

$$\begin{aligned} \text{Återkommande tid} = & \text{första analys} + \text{utreda beredningsnivåer} \times \text{antal BOM} + \\ & \text{skapande Excel-rapport} + \text{rapportera material} \times \\ & \times \text{antal artiklar} + \text{avsluta i ProdDesk.} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\langle \text{Absolut fel} \rangle = \frac{\sum_{\text{ärenden}} |(\text{tidsuppskattning} - \text{beräknad tid})|}{\text{antal ärenden}} \quad (2)$$

### 1.4.1 Beredningsarbete baserat på antal beredningsnivåer

För de olika ärendetyperna kan ett medelvärde av tidsuppskattningen per beredningsnivå beräknas enligt ekvation (3). Den totala beräknade tiden för varje ärende som funktion av ärendetyp med avseende på antalet beredningsnivåer kan beräknas enligt ekvation (4) då antalet beredningsnivåer är skilt från noll, där skapande av CP är den fasta tid det tar att skapa ett CP. I de fall då det inte finns några beredningsnivåer bestäms den beräknade tiden per ärende som funktion av ärendetyp enligt ekvation (6), där ett medelvärde för tid per ärende exklusive de återkommande momenten definieras av ekvation (5).

$$\langle \text{Tid/CP} \rangle = \frac{\sum_{\text{ärenden}} (\text{uppskattad tid} - \text{återkommande tid})}{\text{antal CP}} \quad (3)$$

$$\text{Beräknad tid/ärende, CP} \neq 0 = \text{Återkommande tid} + (\langle \text{Tid/CP} \rangle + \text{Skapande CP}) \times \# \text{CP} \quad (4)$$

$$\langle \text{Tid/ärende, noll CP} \rangle = \frac{\sum_{\text{ärenden}} (\text{uppskattad tid} - \text{återkommande tid})}{\text{antal ärenden}} \quad (5)$$

$$\text{Beräknad tid/ärende, noll CP} = \text{Återkommande tid} + \langle \text{Tid/ärende, noll CP} \rangle \quad (6)$$

### 1.4.2 Beredningsarbete baserat på överskott av artiklar

För de olika ärendetyperna kan ett medelvärde av tidsuppskattningen per artikeln i överskott beräknas enligt ekvation (7). Den totala beräknade tiden för varje ärende som funktion av ärendetyp med avseende på antal överskott av artiklar kan beräknas enligt ekvation (8). För ärenden som saknar överskott av artiklar kan tidsåtgången beräknas enligt ekvation (10) med avseende på ärendetyp, där ett medelvärde för tid per ärende exklusive de återkommande momenten definieras av ekvation (9).

$$\langle \text{Tid/överskott artikel} \rangle = \frac{\sum_{\text{ärenden}} (\text{uppskattad tid} - \text{återkommande tid})}{\text{antal överskott av artiklar}} \quad (7)$$

$$\text{Beräknad tid/ärende, överskott artiklar} \neq 0 = \text{Återkommande tid} + \langle \text{Tid/överskott artikel} \rangle \times \#\text{överskott av artiklar} \quad (8)$$

$$\langle \text{Tid/ärende, noll överskott artiklar} \rangle = \frac{\sum_{\text{ärenden}} (\text{uppskattad tid} - \text{återkommande tid})}{\text{antal ärenden}} \quad (9)$$

$$\text{Beräknad tid/ärende, noll överskott artiklar} = \text{Återkommande tid} + \langle \text{Tid/ärende, noll överskott artiklar} \rangle \quad (10)$$

### 1.4.3 Beredningsarbete baserat på överskott av artiklar per beredningsnivå

Den totala tiden för ett ärende som funktion av ett medelvärde av antalet artiklar i överskott per beredningsnivå kan beräknas enligt ekvation (11).

$$\text{Beräknad tid/ärende, överskott av artiklar per CP} = \text{Återkommande tid} + (\text{Tid/CP som funktion av överskott artiklar enligt modell} + \text{Skapande CP}) \times \#\text{CP} \quad (11)$$

## 2 Metod

För att bedöma tidsåtgången för ett ECO-ärende enligt den parametrisering som åskådliggörs grafiskt i Figur 3 var det nödvändigt att dels utgå från en export av historiska ärenden från ProdDesk, men även nya mätningar av tidsåtgången för de återkommande momenten på nutida ärenden var nödvändiga.

För att bestämma tidsåtgången för parameter 4.1 i Figur 3 gjordes tidsmätningar när olika individer i SAP-supportgruppen utförde detta moment på nya ärenden, men varje individ fick dessutom ge en oberoende tidsuppskattning av momentet. Genom att sedan ta ett medelvärde av den insamlade datan var det möjligt att uppskatta tidsåtgången

för detta moment. När parameter 4.2 kvantifierades så gjordes uppskattningar baserade på intervjuer<sup>1</sup> med SAP-supportgruppen för att bestämma tidsåtgång per ingående BOM för respektive ärende där antalet BOM läses av från respektive RI-rapport. För varje specifikt ärende gavs sedan hela parameter 4.2 som den uppskattade schablontiden multiplicerat med antalet BOM. Analysen av parameter 5.1 baserades på tidsmätningar av nya ärenden, men även på återskapade historiska ärenden. För att estimeras parameter 5.2 så multiplicerades summan av antalet nya och gamla artiklar med en uppskattad schablontid för att rapportera en enskild artikel. Denna schablontid estimerades genom tidsmätningar på återskapade historiska ärenden. En uppskattning av parameter 4.4 gjordes med data baserad på intervjuer<sup>1</sup> med de olika individerna i SAP-supportgruppen.

Genom att utgå från de bestämda parametrarna för de återkommande momenten var det sedan möjligt att beräkna en specifik tid för de återkommande momenten för respektive historiskt ärende. För dessa tider sattes en övre gräns på två timmar, vilket innebär att tider som överskred detta automatiskt sattes till två timmar. Detta infördes eftersom inga av de mätta tiderna överskred två timmar. De återkommande tiderna kunde därefter, för varje enskilt ECO-ärende i historiken, subtraheras från den uppskattade tiden och en tid för det återstående beredningsarbetet (se Figur 3, block 2.2) kunde således tas fram. För att sedan ytterligare kategorisera denna del av arbetsgången, beredningsarbetet, gjordes en uppdelning efter ärendenas ursprung (se Tabell 1).

Då historiska ECO-ärenden med mycket hög tidsuppskattning i många fall inkluderar arbetsmoment som problemsökning till följd av bristfällig ärendebeskrivning, är dessa statistiskt missvisande och bör inte tas med i den databas av historiska ärenden som den slutgiltiga algoritmen hämtar information från. För att ta hänsyn till denna problematik sorterades således de övre 10% med hänsyn till den uppskattade tiden bort från den slutgiltiga databasen av historiska ärenden.

## 2.1 Kvantifiering av beredningsarbetet baserat på antalet beredningsnivåer

Utifrån den indelning som beskrivits under 2 Metod var det möjligt att beräkna ett medelvärde för hur lång tid arbetet med en beredningsnivå tar, beroende på ärendetyp, genom att summera de avskalade tiderna och dividera med det totala antalet beredningsnivåer.

För att förfina kategoriseringen av ECO-ärendena gjordes ytterligare en uppdelning där hänsyn togs till huruvida antalet beredningsnivåer är nollskilt eller ej. Denna kategorisering är nödvändig då ärenden utan skapade CP historiskt sett inte följer något uppenbart mönster och har mycket varierande tidsåtgång, utan identifierbara parametrar. För att uppskatta den beläggning arbetet med ett sådant ärende ger upphov till används ett medelvärde beräknat från avskalade historiska ärenden, endast beroende på ärendetyp. Därefter kan de återkommande momenten och denna snittid adderas för respektive ärende.

---

<sup>1</sup>Informant 1: Enskilda intervjuer med fyra medarbetare i SAP-supportgruppen, ABB Robotics, Västerås. Maj 2017.

## 2.2 Kvantifiering av beredningsarbetet baserat på antalet artiklar i överskott

Vid kvantifiering av block 2.2 Beredningsarbete med antalet artiklar i överskott som utgångspunkt beräknades ett medelvärde för hur lång arbetstid en enskild artikel i överskott ger upphov till. Detta gjordes genom att summera de avskalade tiderna och sedan dividera med det totala överskottet av artiklar, för alla historiska ärenden. I denna kvantifieringsmetod gjordes skillnad på ärenden med noll artiklar i överskott och de resterande, då ärenden med noll artiklar i överskott ej ansågs följa modellen. På ett liknande sätt som vid kvantifiering av beredningsarbetet efter antalet beredningsnivåer, se avsnitt 2.1 Kvantifiering av beredningsarbetet baserat på antalet beredningsnivåer, så kvantifieras arbetsbeläggningen hos dessa ärenden som ett medelvärde beroende på ärendetyp. Därefter kan de återkommande momenten och denna snitttid adderas för respektive ärende.

## 2.3 Kvantifiering av beredningsarbetet baserat på överskott av artiklar per beredningsnivå

För att kvantifiera beredningsarbetet efter såväl antalet beredningsnivåer samt överskott av artiklar användes en något annorlunda metodik. I denna parametrisering så användes en linjär funktion för att vikta hur stor arbetsbeläggning en enskild artikel i överskott ger upphov till, beroende på hur stort överskottet av artiklar är per beredningsnivå. Genom att utgå från de historiska ärendena kunde extremvärden tas fram för den tid en enskild artikel i överskott beräknas ta i beredningen. För varje ärende var det därefter möjligt att beräkna kvoten mellan den återstående beredningstiden och det genomsnittliga antalet artiklar i överskott per beredningsnivå och dessa extremvärden kunde definieras som det lägsta respektive högsta värdet på denna kvot. Eftersom antalet artiklar i överskott var känt för respektive extremvärde kunde den linjära viktningsfunktionen därefter anpassas mellan dessa två punkter. Denna linjära funktion definierades för respektive ärendetyp utom SRD och CRD då det historiska underlaget inte var tillräckligt omfattande för dessa typer. Det diskreta sambandet mellan den totala tiden för en beredningsnivå och antalet artiklar i överskott kunde därefter definieras som en kumulativ summa, baserad på den linjära viktningsfunktionen.

## 3 Resultat

En databas över historiska ärenden har skapats, där det för varje ärende har hämtats relevant information från SAP. För varje ärende finns information om totalt antal CP, antal CP skapade av SAP-supportgruppen, antal BOM-nivåer per ärende, antal nya och gamla artiklar samt överskott av artiklar.

De återkommande parametrarna samt deras tidsåtgång kan observeras i Tabell 2. Dessa definierades enligt metodiken i avsnitt 2 Metod. För tidsåtgången på de återkommande momenten sattes en övre gräns på två timmar, vilket innebär att tider som enligt ekvation (1) översteg denna tid automatiskt fick tidsåtgången två timmar.

Tabell 2: Återkommande parametrar samt deras tidsåtgång.

Parameter	Tid [h]
Öppna ärende	0.08
Tid per BOM	0.02
Rapportskapande	0.03
Bokföring material	0.02
Avslutning ProdDesk	0.03

### 3.1 Beredningsarbete baserat på antalet beredningsnivåer

Antalet ECO för den reducerade historiken sorterad efter ärendetyp kan ses i Tabell 3. Antal CP syftar till antal skapade CP av SAP-supportgruppen.

Tabell 3: Antal ECO per ärendetyp uppdelat i kategorierna ett eller flera CP samt noll CP.

Ärendetyp	# ECO	# ECO, #CP=0	# ECO, #CP ≠ 0
CN	101	63	38
CRD	30	20	10
SCS	597	53	544
SCUS	77	38	39
SE	402	259	143
SRD	28	17	11

Medelvärde för tidsåtgång per CP då de fasta tiderna, enligt Tabell 2, skalats av kan ses i Tabell 4. Medelvärdet på tidsåtgången för dessa värden beräknades enligt ekvation (3). Ärenden med noll CP behandlades enligt ekvation (5). Resultatet för dessa ärenden kan ses i Tabell 5.

Tabell 4: Medelvärdet för tidsåtgången på ett CP för SAP-gruppen beroende på ärendetyp då de fasta tiderna skalats av.

Ärendetyp	<Timmars/CP för SAP-supportgruppen, fasta tider avskalade>
CN	2.3
CRD	1.0
SCS	1.0
SCUS	0.9
SE	0.6
SRD	1.0

Tabell 5: Medelvärde för tidsåtgången per ärende med noll CP då fasta tider skalats av.

Ärendetyp	<Timmars/ärende med 0 CP, fasta tider avskalade>
CN	2.7
CRD	1.2
SCS	0.7
SCUS	0.8
SE	0.9
SRD	1.0

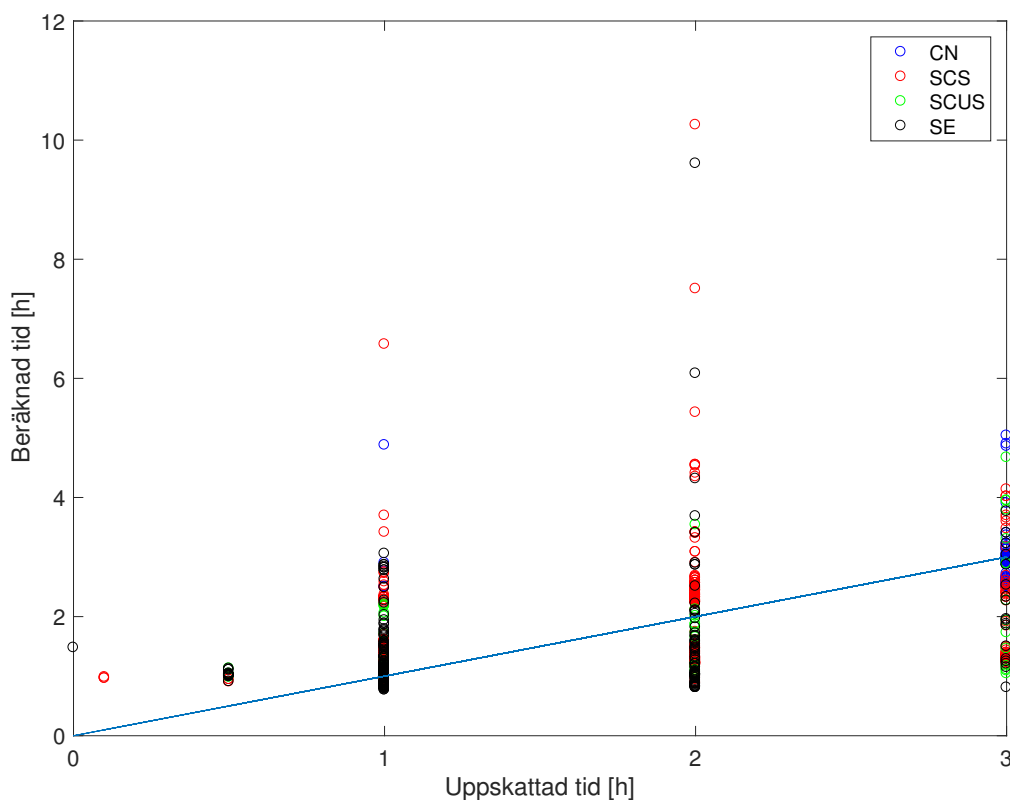
För varje ärende jämfördes den beräknade tiden, enligt ekvation (4) och (6), med den uppskattade tiden. Ett medelvärde på det absoluta felet, beräknat enligt ekvation (2), som funktion av ärendetyp kan ses i Tabell 6.

Tabell 6: Medelvärdet på absoluta felen mellan beräknad och uppskattad tidsåtgång beroende av ärendesort.

Ärendetyp	<Absolut fel> [h], #CP=0	<Absolut fel> [h] , #CP ≠ 0
CN	0.1	0.7
CRD	0.5	0.7
SCS	0.4	0.7
SCUS	0.2	0.7
SE	0.3	0.7
SRD	0.3	0.8

En grafisk representation över den uppskattade samt beräknade tiden för alla ärenden som funktion av ärendetyp kan ses i Figur 6. Den heldragna linjen motsvarar ett helt korrekt förhållande mellan uppskattad och beräknad tidsåtgång. Det är observerbart att spridningen för den beräknade tiden är stor.





Figur 6: Grafisk representation över varje ärendes uppskattade samt beräknade tid baserad på antalet beredningsnivåer. Sorterat på ärendetyp. Den heldragna linjen motsvarar det ideala sambandet mellan beräknad och uppskattad tid.

### 3.2 Beredningsarbete baserat på överskott av artiklar

Antalet ECO för den reducerade historiken sorterad efter ärendetyp och på överskott av artiklar kan ses i Tabell 7.

Tabell 7: Antal ECO per ärendetyp uppdelat i kategorierna en eller flera artiklar i överskott samt noll artiklar i överskott.

Ärendetyp	#ECO	# ECO, överskott artiklar=0	# ECO, överskott artiklar $\neq$ 0
CN	101	63	38
CRD	30	17	13
SCS	597	125	472
SCUS	77	37	40
SE	402	258	144
SRD	28	17	11

De fasta tiderna definierades enligt Tabell 2. Tidsåtgång per överskott av artiklar då de

fasta tiderna skalats av kan ses i Tabell 8. Medelvärdet på tidsåtgång för dessa värden beräknades enligt ekvation (7). Ärenden med noll överskott av artiklar behandlades enligt ekvation (9). Resultatet för dessa ärenden kan ses i Tabell 9.

Tabell 8: Medelvärdet för tidsåtgången per artikel i överskott beroende på ärendetyp då de fasta tiderna skalats av.

Ärendetyp	<Timmars/överskott artiklar, fasta tider avskalade>
CN	0.6
CRD	0.1
SCS	0.2
SCUS	0.03
SE	0.1
SRD	0.1

Tabell 9: Medelvärde för tidsåtgången per ärende för noll artiklar i överskott då fasta tider skalats av.

Ärendetyp	<Timmars/ärende med 0 överskott artiklar>
CN	2.8
CRD	1.1
SCS	1.3
SCUS	0.8
SE	0.9
SRD	1.1

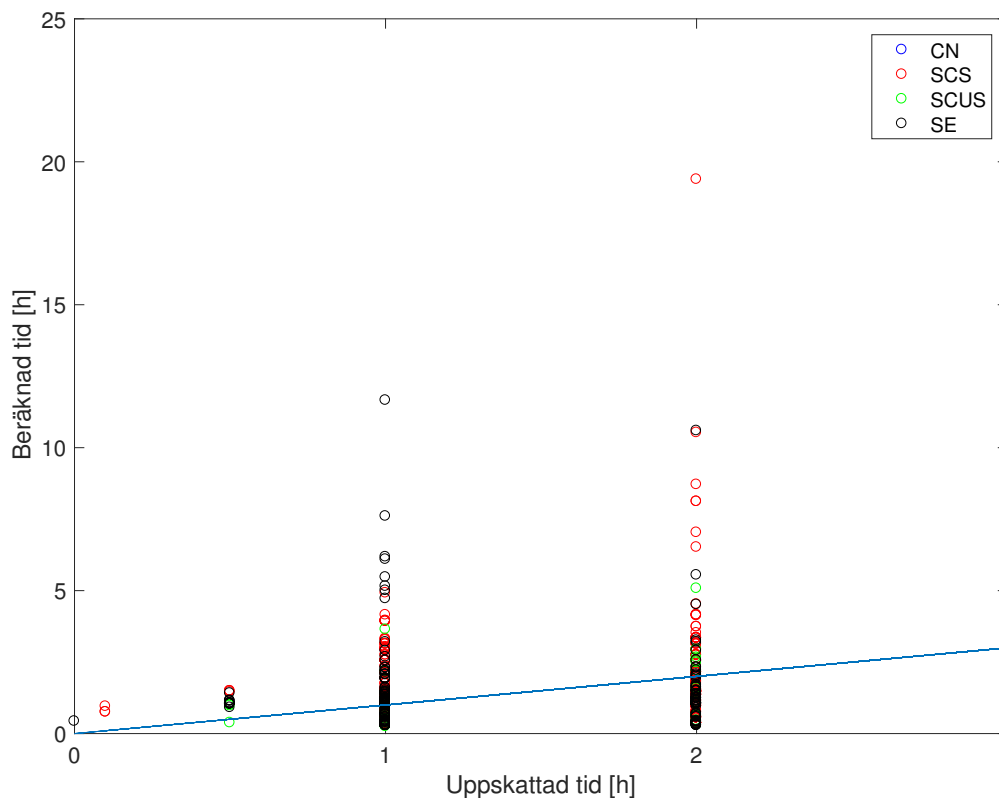
För varje ärende jämfördes den beräknade tiden, enligt ekvation (8) och (10), med den uppskattade tiden. Ett medelvärde på det absoluta felet, beräknad enligt ekvation (2), som funktion av ärendetyp kan ses i Tabell 10.

Tabell 10: Medelvärdet på absoluta felen mellan beräknad och uppskattad tidsåtgång beroende av ärendesort.

Ärendetyp	<Absolut fel> [h], överskott artiklar=0	<Absolut fel> [h], överskott artiklar $\neq$ 0
CN	0.1	2.3
CRD	0.4	1.4
SCS	0.6	1.1
SCUS	0.2	1.2
SE	0.3	1.2
SRD	0.4	1.2

En grafisk representation över den uppskattade samt beräknade tiden för alla ärenden som funktion av ärendetyp kan ses i Figur 7. Den heldragna linjen motsvarar ett helt

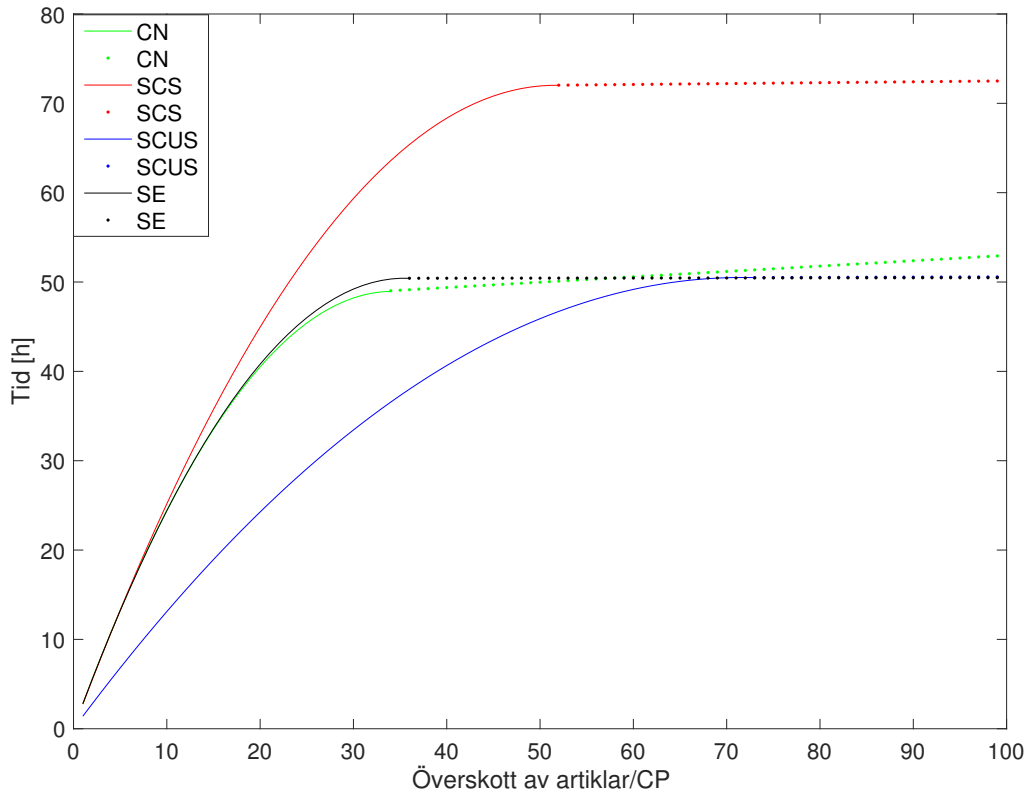
korrekt förhållande mellan uppskattad och beräknad tidsåtgång. Det är observerbart att spridningen för den beräknade tiden är stor.



Figur 7: Grafisk representation över varje ärendes uppskattade samt beräknade tid för antalet artiklar i överskott sorterat på ärendetyp. Den heldragna linjen motsvarar det ideala sambandet mellan beräknad och uppskattad tid.

### 3.3 Beredningsarbete baserat på överskott av artiklar per beredningsnivå

Den beräknade tiden per beredningsnivå som funktion av antalet artiklar i överskott bestämdes enligt modellen i Figur 8. Ärendetyperna CRD och SRD exkluderades då det historiska underlaget inte var tillräckligt omfattande för att skapa en linjär modell.



Figur 8: Modell som beskriver beräknad tidsåtgång som av antalet artiklar i överskott per beredningsnivå. Då antalet artiklar i överskott per beredningsnivå överskrider antalet artiklar i överskott per beredningsnivå för extremvärdena viktas resterande artiklar i överskott med det lägsta extremvärdet vilket representeras av de streckade linjerna.

För varje ärende beräknades en total tid enligt ekvation (11). För varje ärende jämfördes den uppskattade tiden med den totala beräknade tiden där varje beredningsnivå fick en tidsskalning enligt modellen beskriven i Figur 8. Ett medelvärde på det absoluta felet, beräknat enligt ekvation (2), som funktion av ärendetyp kan ses i Tabell 11. För de ärenden som saknar beredningsnivåer beräknades tidsåtgång enligt avsnitt 3.1 Beredningsarbete baserat på antalet beredningsnivåer.

Tabell 11: Medelvärdet på de absoluta felen mellan beräknad och uppskattad tidsåtgång beroende på ärendetyp.

Ärendetyp	<Absolut fel> [h], #CP=0	<Absolut fel> [h], #CP ≠ 0
CN	0.1	5.4
CRD	0.5	-
SCS	0.4	13.8
SCUS	0.2	24.9
SE	0.3	13.5
SRD	0.3	-

## 4 Diskussion

Resultatet då kvantifiering skedde endast med hänsyn till antalet beredningsnivåer stämde över lag bättre överens med de uppskattade tiderna jämfört med kvantifieringen efter överskott av artiklar. Modellen som tar hänsyn till överskott av artiklar per beredningsnivå gav ett kraftigt försämrat resultat. Denna metod innehåller huruvida en linjär viktningsfunktion och bör vara den metod som byggs vidare på då den innefattar mest information om ärendet. En anledning till de starkt avvikande resultaten för denna metod anses vara felaktigheter i viktningsfunktionen. En linjäranpassning som sträcker sig mellan extremvärdena i tidsåtgång per artikel i överskott verkar inte spegla verkligheten och bör därför ses över. En annan anledning till det avvikande resultatet anses vara att överskott av artiklar och uppskattad tidsåtgång inte förhåller sig till varandra enligt något tydligt mönster. Detta innebär att överskott av artiklar möjligtvis inte bör användas som parameter i dagsläget. Detta tros bero på att de uppskattade tiderna hos de historiska ärendena inte alltid speglar verkligheten, vilket gör att mycket av noggrannheten i beräkningarna går förlorad. Parametern överskott av artiklar kan således vara en för fin parameter i förhållande till noggrannheten hos det historiska underlaget.

Då målet med algoritmen är att denna ska kunna implementeras för inkommande ärenden bör även hänsyn tas till implementation och genomförbarhet. Att uppskatta antalet beredningsnivåer för ett inkommande ärende kräver en beräkningsmodell, som i sig eventuellt har en osäkerhet, medan överskott av artiklar kan läsas av direkt från RI-rapporten. Ur denna synpunkt verkar modellen baserad på endast överskott av artiklar vara den bättre modellen då denna är enklare att implementera. Det kan inte med säkerhet fastställas att resultatet för denna implementation blir sämre än för metoden baserat på antalet beredningsnivåer, då antalet beredningsnivåer eventuellt har en osäkerhetsfaktor beroende på beräkningsmodellens noggrannhet.

De största felkällorna i projektet anses vara bristen på noggrannhet i tidsuppskattningen i det historiska underlaget samt ej tillräcklig rensning i detta. Eventuellt skulle fler historiska ärenden av annan extrem karaktär, som till exempel ett stort antal beredningsnivåer i förhållande till tidsuppskattning, kunna rensas bort från underlaget. Rimligtvis hade resultatet också förbättras om historiken hade begränsats till att bara innefatta nyare ärenden. Detta för att minimera påverkan på resultatet då medarbetare samt arbetsmoment troligtvis har förändrats.

Under projektets gång upptäcktes att exporter från SAP över antalet artiklar i överskott inte tar hänsyn till ändringsnumret knutet till ett CP. Exporten hämtar datumet från givet CP och returnerar alla ändringar gjorda för artikeln i vald BOM på det datumet. Detta innebär att alla artiklar i överskott för det datumet inkluderas i statistiken, även då inte alla hör till givet CP. Förekomsten av detta i den skapade databasen är av slumpmässigt slag och svårt att förutspå samt kontrollera. Detta kan potentiellt ha en allvarlig inverkan på resultatet.

## 4.1 Vidare implementation

Vidare utveckling av projektet skulle innefatta en mer utförlig rensning i historiken där äldre ärenden rensas bort. Noggrannheten i historiken, och således noggrannheten på resultatet, skulle troligtvis förbättras markant om SAP-supportgruppen började uppdatera den uppskattade tiden efter ärendet avslutats.

Modellen baserad på antalet artiklar i överskott per beredningsnivå bör korrigeras. Rimligtvis blir resultatet bättre om modellen baseras på medelvärde för tidsåtgång per artikel i överskott, istället för de extremvärden som använts i denna första implementation. Ett förslag till uppdaterad modell är att man skulle kunna vikta tidsåtgång per artikel i överskott linjärt kring medelvärdet. Hur denna viktning ser ut är sin tur ett optimeringsproblem. Den slutgiltiga mjukvaruimplementeringen bör också ha en interaktiv del där den frågar efter anledning till tidsavvikelse då uppskattad tid varierar kraftigt från slutgiltig tid. Detta för att ständigt hålla modellen uppdaterad.

I projektet behandlades även ärenden som inte kunde kategoriseras på ett enkelt sätt. Dessa ärenden innefattade ProdDesk-ärenden samt ECO-ärenden med för få antal ärenden per ärendetyp för att kunna analyseras separat. För ProdDesk-ärenden beräknades ett medelvärde baserat på ärendetyp. Denna kategori av ärenden skulle kunna kategoriseras ytterligare om det i fortsättningen sparas mer information om varje ärende. ECO-ärendena med för få ärenden per ärendetyp bör läggas ihop i en egen kategori. Innan det historiska underlaget är tillräckligt stort för att skapa tidsuppskattningsmodeller även för dessa ärendetyper, SRD samt CRD, så är denna gemensamma kategori nödvändig. Även de ECO som inte tillhör någon av de kategorier som definierats i Tabell 1 bör falla under denna gemensamma kategori.

## 5 Slutsatser

Det bästa resultatet erhöles då beredningsarbetet kategoriserades med hänsyn till antalet beredningsnivåer. Modellen som tog hänsyn till överskott av artiklar per beredningsnivå avvek kraftigt från de uppskattade tiderna. Orsaken till detta anses vara en bristfällig viktningfunktion samt noggrannheten på de uppskattade tiderna i historiken. Vidare implementation av algoritmen skulle innefatta en uppdatering av modellen där linjär viktning kring ett medelvärde bör vara något som tas i beaktande. Detta bör vara den modell som utvecklas vidare då den tar hänsyn till fler parametrar än de andra modellerna och beskriver det verkliga beredningsarbetet på fler plan.

Denna studie har visat att kvantifiering och kategorisering av inkommande ärenden för SAP-gruppen är möjligt. Det underlag som skapats, i form av en databas med historiska ärenden samt de modeller som studerats, kan ligga till grund för en framtida mjukvaruimplementation av ett verktyg för tidsuppskattning. Detta verktyg kommer underlätta kapacitetsplanering och prioritetsordning för SAP-gruppen.

## 6 Referenser

### 6.1 Muntliga källor

Informant 1: Enskilda intervjuer med fyra medarbetare i SAP-supportgruppen, ABB Robotics, Västerås. Maj 2017.