



**CHALMERS**

# **Implementation av skanning i manuella monteringsflöden**

Hur skanning kan implementeras med avseende på teknik, användbarhet och lönsamhet.

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och Produktionsteknik.

Mikaela Drott  
Sabina Nuhic

**INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP**  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

---

Göteborg, Sverige 2021  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH  
MATERIALVETENSKAP  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2021  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**



# **Implementation av skanning i manuella monteringsflöden**

Hur skanning kan implementeras med avseende på teknik, användbarhet och lönsamhet

**MIKAELA DROTT**

**SABINA NUHIC**

Institutionen för industri- och materialvetenskap  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2021

Implementation av skanning i manuella monteringsflöden  
Hur skanning kan implementeras med avseende på teknik, användbarhet och lönsamhet  
MIKAELA DROTT  
SABINA NUHIC

© MIKAELA DROTT, 2021  
© SABINA NUHIC, 2021

Handledare: Dan Li, industri- och materialvetenskap, Chalmers tekniska högskola

Examinator: Åsa Fasth Berglund, industri- och materialvetenskap, Chalmers tekniska högskola

Institutionen för industri- och materialvetenskap  
Chalmers tekniska högskola  
SE-412 96 Göteborg  
Sverige  
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Chalmers digitaltryck  
Göteborg, Sverige 2021

## Sammanfattning

En effektiv och kvalitetssäker produktion är avgörande för ett företags framgång. Införande av automation, exempelvis i form av skanning, i produktionsmiljön är ett verktyg för att uppnå detta. I studien har därav implementation av handskanning i manuella monteringsflöden undersökts med avseende på tekniska möjligheter och begränsningar, användbarhet samt lönsamhet. Datainsamling har främst skett genom intervjuer och observationer. Framställningen av resultat var en iterativ process där problematiska arbetsmoment identifierades och skanningslösningar togs fram för de moment där det ansågs finnas lönsamhetspotential med skanning. Slutligen användes investeringskalkylering för att bedöma lönsamheten av en framtida investering. Resultatet i studien visar att nyttan av handskanning vid manuell montering beror på hur de tekniska förutsättningarna ser ut. Det är inte givet att skanning ökar effektiviteten och kvaliteten i produktionen eftersom det inte bara beror på hårdvaran och mjukvaran, även det kringliggande informationssystemet måste främja god funktionalitet med skanning. Avsaknaden av nätverksuppkoppling har identifierats som en kraftigt begränsande faktor för potentialen av handskanning. Är så fallet bedöms skanning kunna vara lämpligt för arbetsmoment som inte sker spontant och som utgår från i förväg skapade underlag som kan föras över till skannern.

Nyckelord: Handskanner, Informationssystem, Användbarhet, Investeringskalkylering, Manuella monteringsflöden, Automation

## **Abstract**

A production that is efficient and quality assured is crucial for a company's success. Implementation of automation, scanning for example, in the production environment is a way for a company to achieve this. Therefore, this study has explored the area of implementation of hand scanning in manual assembly flows, with regards to technical possibilities and limitations, usability, and profitability. Collection of data has mainly taken place through interviews and observations. The rendering of results was an iterative process where problematic work activities were identified and scanning solutions were then developed for the activities that could potentially generate profitability with the aid of scanning. Finally, capital budgeting was used to assess the profitability of a future investment. The study shows that the usefulness of hand scanning in manual assembly flows is contingent on the technical preconditions. It is not a given that scanning leads to increased efficiency and quality in production as it depends not only on the hardware and software, the surrounding information system must also promote good functionality with scanning. Lack of a network connection in the production environment has been identified as a major factor that limits the potential of hand scanning. When that is the case, scanning is considered to be suitable for work activities that do not take place spontaneously and that are based on pre-compiled data that can be transferred to the scanner.

Keywords: Handscanner, Informationssystem, Usability, Capital budgeting, Manual assembly flows, Automation

## **Förord**

Det finns flera personer som vi skulle vilja uttrycka vår tacksamhet till för den hjälp och stöttning de givit oss i arbetet med vårt examensarbete. Ett särskilt tack till vår examinator Åsa Fasth Berglund samt vår akademiska handledare Dan Li för att ha guidat oss rätt under projektet och alltid besvarat alla våra frågor. Vi vill också uttrycka vår tacksamhet till vår handledare på RUAG Space, Bengt Mattsson, för att ha gett oss värdefull vägledning som hjälpt till att forma denna uppsats.

Dessutom vill vi tacka all personal på RUAG Space som varit involverade i projektet och verkligen bemött oss väl och bidragit massor till detta arbete.

Mikaela Drott och Sabina Nuhic, juni 2021

# Innehållsförteckning

<b>1. Introduktion</b>	1
<b>1.1 Bakgrund</b>	1
<b>1.2 Syfte och mål</b>	2
<b>1.3 Precisering av frågeställningar</b>	2
<b>1.4 Avgränsningar</b>	3
<b>1.5 Företaget</b>	4
<b>1.5.1 Ruag Space AB</b>	4
<b>1.5.2 Produktionsbeskrivning</b>	4
<b>2. Teori</b>	5
<b>2.1 Kognitiv arbetsbelastning</b>	5
<b>2.2 Effektivt användande av informationssystem</b>	5
<b>2.3 Användbarhet</b>	6
<b>2.3.1 Generella användbarhetsprinciper</b>	7
<b>2.4 Investeringskalkylering</b>	8
<b>2.4.1 Nuvärdesmetoden</b>	9
<b>3. Metod</b>	10
<b>3.1 Nulägesanalys</b>	10
<b>3.1.2 Intervjuer</b>	11
<b>3.1.3 Dokument</b>	11
<b>3.2 Tekniska lösningar och eliminering av moment</b>	12
<b>3.2.2 Användbarhet</b>	12
<b>3.2.2.1 Validering</b>	12
<b>3.2.3 Lönsamhetsbedömning</b>	12
<b>4. Resultat</b>	14
<b>4.1 Premisser för studien</b>	14
<b>4.2 Identifiering av problematiska moment och behov</b>	15
<b>4.2.1 Pressfitmaskinen</b>	15
<b>4.2.2 Etikettskrivning</b>	16
<b>4.2.3 Plock av material</b>	18
<b>4.2.4 Uttag av kemi-material</b>	20
<b>4.2.5 Tidrapportering</b>	22
<b>4.2.6 Inventering</b>	23
<b>4.2.7 Sammanfattning av problematiken hos varje moment</b>	23

<b>4.3 Tekniska lösningar och eliminering av moment</b>	24
4.3.1 Pressfitmaskinen	24
4.3.2 Etikettskrivning	24
4.3.3 Plock av material	24
4.3.3.1 Streckkoder / QR-koder	26
4.3.4 Uttag av kemi-material	27
4.3.5 Tidrapportering	27
4.3.6 Inventering efter lista	29
4.3.7 Sammanfattning av lösningsförslag och eliminering av moment	30
<b>4.4 Validering av användbarheten</b>	31
4.4.1 Plock av material	31
4.4.2 Inventering efter lista	31
<b>4.5 Lönsamhetsbedömning</b>	32
4.5.1 Kostnader	32
4.5.1.1 Hårdvara	32
4.5.1.2 Mjukvara	33
4.5.1.3 Projektkostnader	34
4.5.2 Besparingar	34
4.5.2.1 Plock av material	34
4.5.2.2 Inventering efter lista	35
4.5.3 Investeringskalkyler	36
4.5.3.1 Investeringskalkyl 1	36
4.5.3.2 Investeringskalkyl 2	37
4.5.3.3 Investeringskalkyl 3	38
4.5.3.4 Investeringskalkyl 4	39
<b>5. Diskussion</b>	40
5.1 Frågeställning 1	40
5.2 Frågeställning 2	41
5.3 Metoddiskussion	44
5.4 Rekommendationer för vidare forskning	45
<b>Referenslista</b>	47
<b>Bilaga 1</b>	50

# 1. Introduktion

I introduktionskapitlet innefattas studiens bakgrund, syfte och mål. De frågeställningar som studien ämnar besvara redogörs för och studiens avgränsningar presenteras.

## 1.1 Bakgrund

Under det senaste årtiondet har det skett en kraftig tillväxt samt förändring i rymdindustrin, så kallat New Space. Detta gör det möjligt för de traditionella rymd-företagen att expandera samt söka intäkter i nya territorier, men samtidigt uppstår nya utmaningar (De Concini & Toth, 2019). Det kommer ställa krav på effektivisering av produktionen, då New Space-produktioner kräver minskade ledtider och kostnader, vilket leder till ett mer konkurrensutsatt landskap. Samtidigt finns höga krav på säkerhet och kvalitet på produkter inom rymdindustrin eftersom när en produkt väl skickats ut i rymden så är det för sent att göra ändringar (Bärring, 2017). Därför är kvalitet en viktig drivkraft och omfattar varje steg i tillverkningsprocessen av rymdprodukter.

Automation är teknologi som aktivt väljer data, förvandlar information, tar beslut eller kontrollerar processer (Lee & See, 2004). Sådan teknik medför stor potential för företag att utöka den mänskliga prestandan och förbättra kvaliteten i produktionen. Automation är således ett medel för att kunna konkurrera på en mer krävande marknad (Frohm et al., 2006), vilket rymdindustrin blivit på grund av New Space. Därför är automation en kritisk faktor för att uppnå New Space-kraven och önskad kvalitet i produktionen.

Ökad effektivitet och kvalitet i produktionen genom automation är vad som väckte intresset för den här studien. Genom implementering av handskanning i produktionens manuella eftermonteringsflöden hoppas företaget Ruag Space AB uppnå dessa effekter. Studien ämnar därför att undersöka potentialen av en sådan implementering med avseende på användbarheten och lönsamheten av en framtida investering.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med studien är att undersöka användbarheten, de tekniska möjligheterna och begränsningarna, samt slutligen lönsamheten av att införa handskanning i manuella monteringsflöden som ett steg i en automatiseringsprocess. Detta avser mobila, smarta handdatorer med skanningsfunktion som kan kopplas direkt till ett företags affärssystem via en plattform för affärsapplikationer. Lönsamheten kommer bedömas utifrån parametrar som användning, tidsbesparingar samt andra direkta och indirekta kostnader.

Målet är att skapa ett beslutsunderlag för var det kan vara lönsamt att införa skanning i manuella monteringsflöden samt presentera förslag på hur detta kan göras, det vill säga hur arbetsmoment skulle kunna fungera med skanning.

## 1.3 Precisering av frågeställningar

Baserat på syfte och mål med studien har arbetet delats upp i två frågeställningar som speglar studiens innehåll.

### Frågeställning 1

- Vilka moment och problem kan skanning underlätta för i manuella monteringsflöden?

I den här frågeställningen ingår att undersöka vilka typer av moment i manuella monteringsflöden som kan effektiviseras med skanning. Främst baserat på vad som i dagsläget är problematiskt med momenten ur operatörers perspektiv.

### Frågeställning 2

- Hur ska skanningsflöden utformas och implementation av dem utföras för att uppnå tillräcklig användbarhet och effektivitet i relation till lönsamhet?

För att besvara frågeställningen ska de tekniska möjligheterna och begränsningarna undersökas. Därtill ska nyttan av skanning utvärderas med avseende på användbarhet samt kostnader och besparingar som skanning skulle medföra. Moment kommer allt eftersom sällas bort från fortsatt arbete i studien om de inte bedöms ha tillräcklig potential.

## 1.4 Avgränsningar

Undersökningen innefattar inte varför skanning har valts som metod för automatisering i produktionen och ingen utvärdering av val av hårdvara för framtida tillämpning görs.

Hur produktionens layout och processflöden ser ut i dagsläget är utgångspunkten för studien och planerade förändringar bortses från då dessa ännu bara är vaga koncept och därför svåra att jämföra med. Undersökningen begränsas dessutom till flöden för manuell eftermontering.

Arbetet fokuserar på att effektivisera den dokumentation och det informationsutbyte som redan sker i produktionsflödena och inte på att undersöka huruvida innehållet är relevant.

Den tekniska delen med att implementera kopplingen mellan handdator och affärssystem behandlas översiktligt och konceptuellt. Det vill säga, tekniska möjligheter och begränsningar undersöks och konceptuell framtagning av skanningsflöden görs, men arbetet går inte in på exakta tekniska detaljer såsom kodning då det inte är syftet med studien.

## 1.5 Företaget

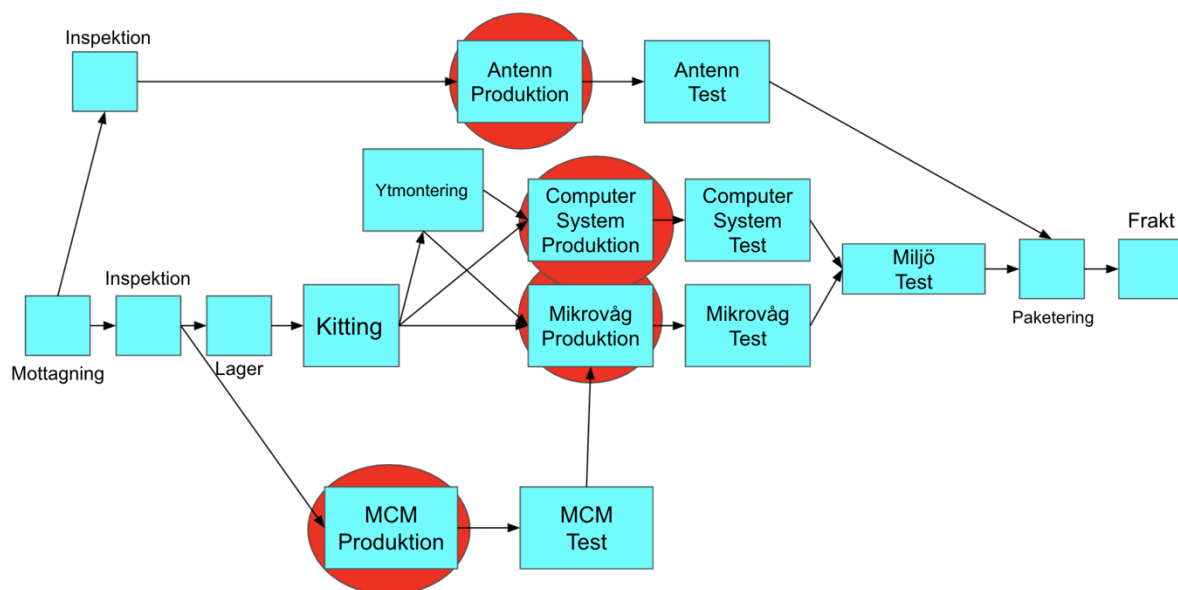
I det här avsnittet presenteras företaget som undersökningen ägde rum på. Det förklaras också närmare hur deras produktion fungerar.

### 1.5.1 Ruag Space AB

Undersökningen gjordes hos företaget Ruag Space AB på deras anläggning i Göteborg som producerar kretskort, antenner, mikrovågs- samt digitala produkter för rymdanvändning. Barring (2017) beräknade i ett samarbete mellan Chalmers Tekniska Högskola och Ruag Space att produktionsvolymen till den privata rymd-sektorn kommer att öka med 400 procent de kommande åren. Om Ruag Space ska kunna möta denna efterfrågan måste de fokusera på privata kunder, vilket innebär att kraven för ökad produktivitet kommer behöva uppfyllas. Som tidigare nämnt är ökad automation en kritisk faktor för detta.

### 1.5.2 Produktionsbeskrivning

Produktionen karaktäriseras av hög kvalitet och komplexitet, individualiserade produkter samt låga volymer (Barring, 2017). Vidare har produktionen en hög grad av manuellt arbete med långa ledtider. *Figur 1* visar produktionens avdelningar varav de rödmarkerade är de som ingår i studien. Moment i tillverkningen såsom lödning och limning av framför allt små och känsliga komponenter utförs mestadels manuellt i noga kontrollerade miljöer. Produktionen har en varierande efterfrågan, det kan vara högt tryck under vissa kundprojekt och lågt tryck när det inte finns några pågående projekt. Det är även höga krav på spårbarhet av komponenterna i produkter, vilket resulterar i att det mesta arbetet som sker i produktionen dokumenteras i företagets affärssystem.



Figur 1. Produktionens olika avdelningar på Ruag Space AB i Göteborg.

## 2. Teori

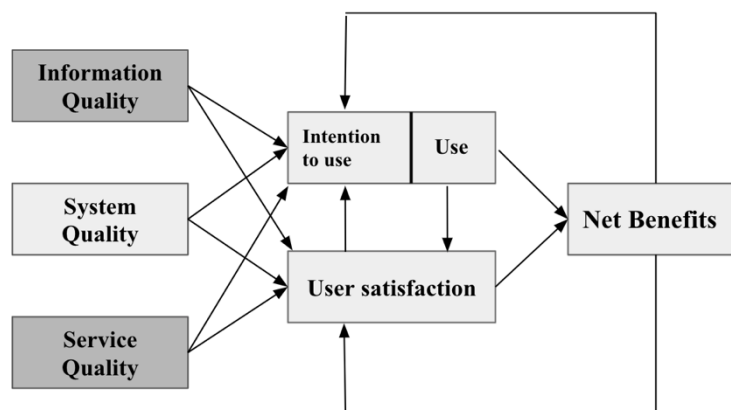
I det här kapitlet presenteras teori som är relevant för arbetet med studien. Detta innefattar områdena kognitiv arbetsbelastning, informationssystem, användbarhet och investeringskalkylering.

### 2.1 Kognitiv arbetsbelastning

Tillverkningsindustrier konkurrerar om att möta hög variation i enlighet med kundernas efterfrågan, vilket i sin tur leder till stor komplexitet för operatörer på grund av många produktvariationer och kundspecifika produkter (Li et al., 2020). Sweller et al. (2002) menar att kognitiv support, exempelvis i form av automation, kan minska den mentala arbetsbelastningen för operatörer. Vidare kan komplexiteten i arbetsmoment minskas genom reducerad informationsmängd och att information presenteras på ett effektivare sätt, vilket kan leda till en ökad arbetsprestation (Mattsson, 2018).

### 2.2 Effektivt användande av informationssystem

När något görs som påverkar en organisations användning av ett informationssystem är det viktigt att förstå hur förändringar kan påverka individ och organisation, för att därigenom kunna styra resultatet i önskad riktning. DeLone & McLean (2003) presenterar en kausalitets-modell för hur effektiviteten av användandet av informationssystem beror på flera variabler, *Figur 2*. De variabler som identifierats är systemkvalitet, informationskvalitet, servicekvalitet, avsikt att använda, användning, användarnöjdhet samt nettofördelar. Enligt modellen är det användande och användarnöjdhet som är direkt avgörande för huruvida ett informationssystem genererar värde för individen och organisationen som helhet, det vill säga nettofördelar (DeLone & McLean, 2003). Användandet påverkas i sin tur av kvaliteten på system, information samt service och ställer därför krav på att dessa främjar god användbarhet.



*Figur 2.* DeLone & McLeans kausalitets-modell för effektivt användande av informationssystem (DeLone & McLean, 2003).

Med avseende på studiens avgränsningar, det vill säga att arbetet fokuserar på att effektivisera den dokumentation och det informationsutbyte som redan sker i produktionsflödena och att arbetet inte går in på exakta tekniska detaljer utan snarare funktion, är det endast delarna systemkvalitet, avsikt att använda, användning, användarnöjdhet och nettofördelar som anses relevanta.

*Systemkvalitet* syftar till hur information behandlas inom systemet och beror på användningen av teknik, vilka funktioner som finns, huruvida programvaror är användarvänliga et cetera (Gorla et al., 2010).

*Avsikt att använda och användning* syftar till i vilken utsträckning respektive vilket sätt ett system används av användare (Müller & Urbach, 2012). Exempelvis att användare väljer att nyttja systemet framför andra alternativa arbetsätt (Müller & Urbach, 2012).

*Användarnöjdhet* handlar om hur tillfredsställande användare upplever att användning av systemet är (Müller & Urbach, 2012). Det är en av de viktigaste aspekterna för att användningen av ett system ska vara framgångsrikt.

De *nettofördelar* som genereras är ett av de viktigaste måtten på framgång av användningen av ett system (DeLone & McLean, 2003). Det kan vara både på individ- och/eller organisationsnivå och relevanta mätvariabler är exempelvis tidsbesparingar och kostnadsbesparingar som bidrar till lönsamhet.

### **2.3 Användbarhet**

Eftersom användandet av ett system är avgörande för att uppnå nettofördelar (DeLone & McLean, 2003), är det väsentligt att gå djupare in i användbarheten av ett system. Användbarhet kan definieras av fem fundament som sätter grunden för själva begreppet (Nielsen, 1993). Dessa är lärbarhet, effektivitet, minnesvärdhet, fel och förebyggande av fel samt tillfredsställelse.

*Lärbarhet* anges vara det viktigaste fundamentet för användbarheten av ett system (Nielsen, 1993). Detta på grund av att det första en användare gör med ett nytt system är att lära sig använda det och då är det viktigt att systemet är enkelt att lära sig så att användaren snabbt kan börja utföra sina arbetsuppgifter (Nielsen, 1993).

*Effektivitet* i användandet av ett system är även det en viktig aspekt (Nielsen, 1993). Arbetsuppgifter ska kunna utföras effektivt och med hög produktivitet så snart användaren lärt sig arbeta i systemet. Om så inte är fallet kan användandet av systemet inte anses vara effektivt.

*Minnesvärdhet* åsyftar enligt Nielsen (1993) att ett system ska vara enkelt att komma ihåg så att det efter ett uppehåll kan användas igen utan att användaren behöver lära sig systemet på nytt.

*Fel och förebyggande av fel* går ut på att användare endast ska kunna göra ett fåtal fel i systemet och att de snabbt ska kunna återhämta sig från dessa misstag (Nielsen, 1993). Ett misstag definieras som en handling en användare utför som leder till att målet inte uppfylls.

*Tillfredsställelse* syftar på att ett system med god användbarhet ska vara tillfredsställande för en användare att arbeta med (Nielsen, 1993). Detta mäts genom användbarhetstester där användare får svara på hur tillfredsställande det är att använda sig av systemet (Nielsen, 1993).

### **2.3.1 Generella användbarhetsprinciper**

Nielsen (1993) menar att det finns designprinciper som kan appliceras på system för att öka användbarheten, så kallade generella användbarhetsprinciper. Likadant presenterar även Shneiderman et al. (2016) ett flertal generella principer för att öka användbarheten. De principer som anses relevanta för studien beskrivs nedan.

#### **Lätt och naturlig dialog**

Ett system ska vara så lätt som möjligt för att en användare ska kunna förstå det (Nielsen, 1993). Vidare ska systemet matcha användarens uppgift på ett så naturligt sätt som möjligt. Detta innebär att skärmen bör innehålla så få funktioner som möjligt, då fler funktioner på skärmen kan leda till missförstånd. Det medför även att det tar längre tid för användaren att lära sig systemet samt ökar navigationen i systemet. Enligt Nielsen (1993) kan detta leda till minskad effektivitet.

#### **Minimera användarens minnesbelastning**

Systemet bör komma ihåg relevanta datamängder så att användaren själv inte behöver komma ihåg dessa (Nielsen, 1993). Därför är det viktigt att systemet visar och påminner användaren vad som gjorts i systemet och på så sätt minskar minnesbelastningen. Ett exempel på detta är att systemet bör generera flera alternativ som användaren kan välja mellan, exempelvis menyer (Nielsen, 1993). Detta stärks av Shneiderman et al. (2016) som också menar att systemet ska reducera minnesbelastningen, då människor har en begränsad minneskapacitet.

#### **Konsekvent system**

Systemet, och funktionerna i systemet, ska vara konsekvent utformade (Nielsen, 1993). Detta medför att om användaren exempelvis vet att en knapp alltid gör samma sak så kommer användaren bli mer säker och uppmuntrad till att utforska i systemet. Vidare menar även Shneiderman et al. (2016) att det är viktigt att sträva efter ett konsekvent system genom att funktionerna i systemet ser likadana ut för likadana situationer.

## Återkoppling

Ett system ska kontinuerligt ge återkoppling till användaren och inte endast när användaren gjort fel. Systemet ska kunna berätta för användaren vad som utförs samt hur det som utförs tolkas av systemet (Nielsen, 1993). Bra återkoppling från systemet leder till att användaren gör färre fel. Ett exempel på detta är att systemet informerar användaren när ett fel är på väg att göras. Detta stärks av Shneiderman et al. (2016) som menar att för varje moment som användaren utför i systemet ska systemet då kunna ge återkoppling.

## Tydligt markerade utvägar

Nielsen (1993) menar att användaren vill ha frihet i sin navigation inom systemet, alltså ska systemet kunna erbjuda användaren sätt att gå tillbaka om något fel gjorts. Ett exempel är att systemet ska ha en "ångra-knapp" som gör att användaren enkelt kan gå tillbaka till förra steget. Det ska även vara möjligt för användaren att avbryta under en operation mitt i flödet utan konsekvenser (Nielsen, 1993). På samma sätt menar Shneiderman et al. (2016) att det är viktigt att handlingar som gjorts i systemet ska gå att ångra, vilket leder till minskad stress då användaren vet att felet kan åtgärdas.

## Förhindra fel

Systemet bör vara utformat så att det är svårt för användaren att göra fel (Nielsen, 1993). Exempelvis genom att användaren måste bekräfta ett val innan systemet utför uppgiften. Detta stärks av Shneiderman et al. (2016) som menar att systemet ska vara utformat så att fel inte kan ske.

## 2.4 Investeringskalkylering

Investeringskalkylering är ett verktyg som används för att kunna göra långsiktiga lönsamhetsbedömningar (Lantz et al., 2018). I en investeringskalkyl behövs uppgifter om storleken på ett flertal olika betalningsströmmar för investeringen. Dessa är vanligen *grundinvestering (G)*, *inbetalningar (I)*, *utbetalningar (U)*, *planeringshorisont (N)*, *restvärde (R)* och *kalkylränta (r)* (Lantz et al., 2018). Nedan följer en beskrivning av varje post.

- Grundinvestering (G) - Den initiala engångskostnaden för investeringen.
- Inbetalningar (I) - Avser investeringens återkommande inbetalningar under planeringshorisonten, alternativt de besparingar som investeringen medför.
- Utbetalningar (U) - Avser investeringens återkommande utbetalningar under planeringshorisonten.
- Planeringshorisont (N) - Den tidshorisont som beräkningarna i kalkylen sker för.
- Restvärde (R) - Tillgångens kvarvarande värde vid planeringshorisontens slut.

- Kalkylränta ( $r$ ) - Är en ränta som räknas med för att kompensera för väntan, förlorad köpkraft och risk som investeringen ger upphov till. Kalkylräntan bestäms ofta av företaget själva.

Betalningsströmmarna för respektive år adderas separat i kalkylen för att visa varje års betalningsöverskott eller underskott.

### 2.4.1 Nuvärdesmetoden

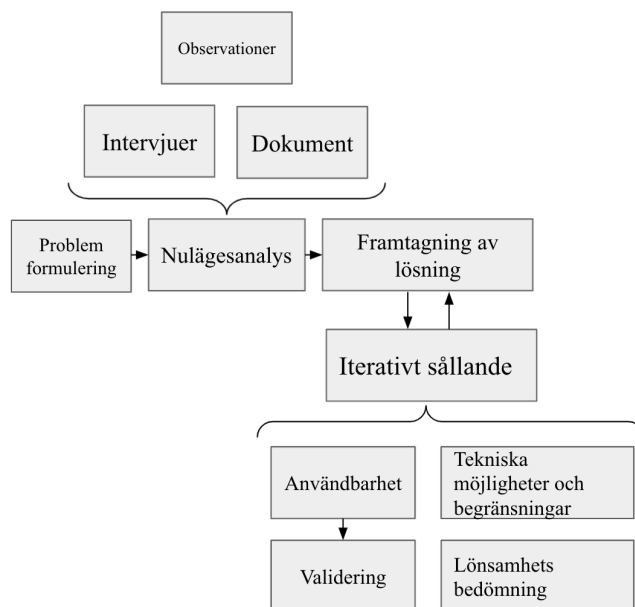
Nuvärdesmetoden är en kalkylmetod som används för att beräkna lönsamheten av en investering (Lantz et al., 2018). Den ger ett absolut kalkylmått, det vill säga exakt hur mycket investeringen genererar i kronor, men tar inte hänsyn till relationen mellan resultat och hur stora investeringsutgifterna varit. Poängen med nuvärdesmetoden är att kunna jämföra värdet av betalningar som sker vid olika tidpunkter (Lantz et al., 2018). Detta görs genom att värdet av betalningsströmmarna räknas om som om de skett vid en och samma tidpunkt, vanligtvis år noll i kalkylen. Nuvärdet för varje år i kalkylen kan adderas till ett gemensamt nuvärde för investeringen under den aktuella planeringshorisonten och detta beräknas enligt formeln;

$$\text{Nuvärdet} = -G + \frac{a_1}{(1+r)} + \frac{a_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{a_n}{(1+r)^n}$$

$G$  är grundinvesteringens värde,  $a$  är betalningsöverskottet eller underskottet för ett specifikt år och  $r$  är kalkylräntan (Lantz et al., 2018). Ett positivt nuvärde innebär att investeringen är lönsam med hänsyn tagen till de variabler som inkluderats i kalkylen.

### 3. Metod

I det här kapitlet presenteras den metod som använts för genomförandet av studien.



Figur 3. Undersökningens arbetsgång presenterad i ett flödesschema.

Undersökningen har baserats på flödesschemat som visas i *Figur 3*. Problemformuleringen för studien följdes upp med en nulägesanalys för att förstå situationen på företaget och nulägesanalysen kompletterades sedan kontinuerligt även i senare skeden av metodstegen. Framtagning av lösningar gjordes i en iterativ process där användbarhets-, tekniska - och lönsamhetsaspekter utvärderades parallellt med följd att vissa lösningar avfärdades och andra gick vidare till valideringssteget. Resultaten validerades med avseende på användbarhet genom att en fokusgrupp med operatörer fick utvärdera koncepten. Slutligen gjordes beräkningar för att kunna bedöma lönsamheten av skanning och därmed konkluderades framtagningen av studiens resultat.

#### 3.1 Nulägesanalys

Datainsamling för nulägesanalysen gjordes genom observationer, semistrukturerade- och ostrukturerade intervjuer samt genomgång av dokument.

##### 3.1.1 Observationer

Observationsmetoder används till att samla in data gällande de fysiska och verbala aspekterna i en uppgift (N. A. Stanton et al., 2005). Vidare är den generella fördelen med observationer att stora volymer av datainsamlingar i många olika kategorier kan erhållas från ett system. Dock är denna metod tidskrävande och människor är benägna att ändra sitt beteende när de observeras. För nulägesanalysen genomfördes observationer med flera olika intressenter. Syftet med observationerna var att få en klarare bild över hur företagets produktion fungerar och förstå

informationen som operatörer och andra intressenter på företaget gav. Detta gjordes genom att observera olika arbetsmoment som operatörer och expertanvändare av affärssystemet demonstrerade. Den observerade datan samlades in genom att resultaten noterades och sedan sammanställdes.

### **3.1.2 Intervjuer**

En kvalitativ metod med semistrukturerade intervjuer med relevanta nyckelpersoner valdes för nulägesanalysen med syfte att identifiera produktions-avdelningarnas specifika problem och behov. Metoden ansågs lämplig då semistrukturerade intervjuer är flexibla och ger intervjuaren möjligheten att ställa frågor utöver de som ingår i den ursprungliga intervjustrukturen (N. A. Stanton et al., 2005). Intervjuerna hölls endast med operatörer och respondenterna valdes baserat på deras kunskap om arbetet som utförs i produktionen. Det totala antalet operatörer på de berörda avdelningarna i produktion var lågt, sammanlagt 25 stycken, och arbetet skiljde sig åt mellan avdelningarna. Detta var en ytterligare anledning till det kvantitativa metodvalet som lämpar sig när svarsgruppen är mindre (N. A. Stanton et al., 2005).

Även ostrukturerade intervjuer hölls för vidare komplettering av nulägesanalysen samt för framtagning av lösningar. Fördelen med denna typ av intervju är att intervjuaren får möjligheten att undersöka olika aspekter av ämnet då intervjun inte är uppstyrd (N. A. Stanton et al., 2005). Av samma anledning finns dock en risk att viktig information utelämnas, men metoden valdes ändå på grund av möjligheten att kunna ha en öppen konversation utan planering. Respondenterna i dessa intervjuer var projektledare, objektledare, personal från Ruag i Linköping samt en konsult från bolaget som tillhandahåller mjukvaran för skanningslösningarna.

### **3.1.3 Dokument**

Genomgång av dokument med statistik från företagets affärssystem gjordes i syfte att hämta kompletterande data till lönsamhetsberäkningarna. Statistiken som användes var över transaktioner som gjorts i affärssystemet för att dokumentera olika typer av arbetsmoment som var väsentliga för skanningsprojektet. Framför allt antalet transaktioner för arbetsmomenten var av intresse för att kunna kvantifiera förekomst och tidsåtgång. Dokument med underlag för skanningsprojektet på Ruag i Linköping studerades för inspiration samt insamling av information som är väsentlig och gällande även för skanningsprojektet på Ruag i Göteborg. Vidare hämtades kostnadsuppgifter till lönsamhetsberäkningarna från dokument tillhandahållna av konsultbolaget som utvecklar mjukvaran samt företaget som hårdvaran ska köpas från.

## **3.2 Tekniska lösningar och eliminering av moment**

Framtagningen av lösningsförslag var en iterativ process där aspekterna användbarhet, teknik, och lönsamhet beaktades. Lösningar som inte ansågs kunna uppfylla tillräckliga krav på användbarhet, teknik eller lönsamhet avfärdades allt eftersom arbetet med projektet fortskred. De lösningar som ansågs ha potential arbetades vidare med för att sedan utvärderas under valideringsfasen.

### **3.2.1 Tekniska möjligheter och begränsningar**

De tekniska möjligheterna och begränsningarna identifierades främst tillsammans med en expertanvändare på företagets affärssystem. Även konsultbolaget som tillhandahåller mjukvaran för skanningen samt personer som arbetar med skanningsprojektet på Ruag i Linköping har konsulterats. Arbetsgången har bestått av ostrukturerade intervjuer och demonstrationer av arbetsmoment både i affärssystemet och i skanningsmjukvaran. De behov och önskemål som framkom under intervjuer med operatörer var utgångspunkten. Dessa presenterades och diskuterades om för att komma fram till hur tekniska lösningar skulle kunna utformas för att möta behoven och önskemålen. Eftersom det inte fanns tillgång till hårdvara eller färdig mjukvara för test av skanningslösningar så skapades lösningsförslagen som koncept snarare än färdig produkt. Detta i form av beskrivningar samt enkla illustrationer över hur de är tänkta att tekniskt fungera.

### **3.2.2 Användbarhet**

Användbarheten av skanningslösningar har genomgående varit ett fokus i studien. Anledningen till detta är att skanningslösningarna behöver bidra med tillräcklig nytta jämfört med det nuvarande arbetssättet för att skanning överhuvudtaget ska börja nyttjas av operatörer. Användbarheten har framför allt bedömts genom att analysera hur effektiva skanningslösningarna kan bli relativt det arbetet som utförs av operatörerna idag samt genom uppskattningar av potentiella tidsvinster.

#### **3.2.2.1 Validering**

Den metod som användes för att validera resultaten med avseende på användbarhet var respondentvalidering, vilket Harvey (2015) menar är en bra valideringsteknik för kvalitativa studier. Metoden används för att validera resultat och slutsatser som dragits från intervjuer är korrekta, genom att samla in återkoppling från respondenter. I undersökningen utfördes respondentvalideringen med fem tidigare respondenter från olika avdelningar. Den bestod av en semistrukturerad intervju med demonstrationer på förslag på hur skanningsflöden kan fungera.

### **3.2.3 Lönsamhetsbedömning**

Samtliga kostnader för hårdvara, mjukvara och arbetstid som kommer belasta skanningsprojektet, om företaget går vidare till implementering, sammanställdes. Detta gjordes för scenariot att alla operatörer får varsin skanner, det vill säga 25 skannrar totalt, samt för scenariot att företaget köper in 10 skannrar totalt. Då underlaget inte var exakt, eftersom det

gäller en framtida eventuell upphandling av tjänster, uppskattades storleken av flera kostnadsposter i samråd med företagsanställda samt konsultbolaget som utvecklar mjukvaran för skanningslösningarna. De uppskattade kostnadsposterna avsåg främst mjukvara och projektkostnader.

Därefter beräknades potentiella kostnadsbesparingar av skanningslösningar. Till detta användes statistik från företagets affärssystem som underlag. En separat beräkning gjordes för varje potentiellt skanningsflöde för att kunna bedöma lönsamhetspotentialen för det enskilda flödet. I dessa beräkningar fanns många variabler som inte gick att fastställa på grund av brister i underlaget. Detta medförde att flera poster behövde uppskattas med hjälp av antaganden gjorda tillsammans med företagspersoner med stor kunskap om produktionens arbete.

Efter beräkningar av kostnadsbesparingar återstod att bedöma lönsamheten av en eventuell investering. Detta gjordes genom investeringskalkylering då det är ett verktyg som i stor utsträckning används av företag för att göra långsiktiga lönsamhetsbedömningar (Lantz et al., 2018). Resultatet beräknades med nuvärdesmetoden, vilken ansågs lämplig då den gör det möjligt att jämföra värdet av betalningar som sker vid olika tidpunkter (Lantz et al., 2018). Lönsamheten av investeringen kunde således beräknas för ett godtyckligt antal år framåt. Metoden tar även hänsyn till risk och eventuell låneränta för investeringen samt för den alternativa vinst som pengarna skulle kunna generera på annat håll (Lantz et al., 2018), vilket ansågs ha betydelse för hur korrekt resultatet skulle bli.

## 4. Resultat

Det här kapitlet redogör för resultat från intervjuer och observationer, framtagning av lösningsförslag, validering samt lönsamhetsberäkningar.

### 4.1 Premisser för studien

Den skanner som avses i studien är Zebra MC9300, se *Figur 4*, vilken är mobil och trådlös. Studien utgår från att skannern kommer vara offline vid användning då den inte är dockad vid en dator. Detta är på grund av att en del produkter nere i produktionen är känsliga för störningar som uppkoppling skulle innebära. Det vill säga, skannern har en sändare och signaler från den kan plockas upp som störningar när operatörerna mäter på utrustningar i produktionen. Detta eftersom uppkopplingen kommer ligga i GHz, och mätinstrumenten bara klarar av MHz. Skannern behöver därför kunna skanna in streckkoder eller QR-koder och ta emot kommandon i offline-läge samt spara all information till dess den dockas och ansluter till ett nätverk för överföring av informationen till affärssystemet. Effektiv användning av skanning i produktionen ställer därför krav på att dockning och informationsöverföring fungerar effektivt och med hög säkerhet. Detta kommer dock inte undersökas närmare i studien.



*Figur 4.* En handskanner av typen Zebra MC9300 (Interna dokument Ruag Space AB, 2021).

I skannern kommer applikationen Novacura Flow installeras, vilket är en plattform där appar för de olika skanningsflödena samlas. Plattformen fungerar som en koppling mellan skanner och affärssystem och möjliggör ett informationsflöde dessa emellan, vilket innebär att plattformens funktion blir begränsande för vilka tekniska möjligheter som finns gällande utformning av skanningsflöden. Framtagning av skanningsflöden samt licenser för användning av plattformen tillhandahålls från konsultbolaget Novacura. Detta påverkar skanningsprojektet på så sätt att utveckling av skanningsflöden behöver göras i nära samarbete mellan Ruag Space och Novacura då Ruag har kunskap om sin produktion men saknar kunskap om skanningsmjukvarans funktionalitet som Novacura besitter. Eftersom studien är en förstudie har Novacura endast kopplats in översiktligt i arbetet med de tekniska lösningarna och därför

kvarstår många oklarheter kring de tekniska möjligheter som finns för utformning av skanningsflöden.

På Ruag Space i Linköping pågår ett liknande projekt om implementering av skanning i produktionen. Där har en första version av ett flertal skanningsflöden i Novacura Flow tagits fram, men de har ännu inte testats i praktiken med en skanner. Några av dessa flöden är relevanta även för arbetet med den här studien och kommer därför utnyttjas som resurs i framtagning och utvärdering av skanningslösningar för Ruag i Göteborg.

## 4.2 Identifiering av problematiska moment och behov

Det här kapitlet redogör för arbetsmoment i produktionen som upplevs vara problematiska och för vilka önskemål om effektivisering framkommit. Informationen har erhållits från observationer och intervjuer med operatörer och objektledare.

### 4.2.1 Pressfitmaskinen

Den digitala pressfitmaskinen i produktionen, se *Figur 5*, används av avdelningen Build to print ett fåtal gånger per år. Maskinen beskrivs som ej användarvänlig av operatörer då den inte är programmerad på ett bra sätt och inte innehåller alla de program som behövs. Vid användning loggar operatörer in på den tillhörande datorn och letar manuellt fram det program som ska användas. Koderna för verktyg som ska nyttjas skrivs sedan in manuellt. Bättre användbarhet och effektivisering uppges av operatörer kunna leda till att maskinen börjar användas upp emot två gånger per vecka.



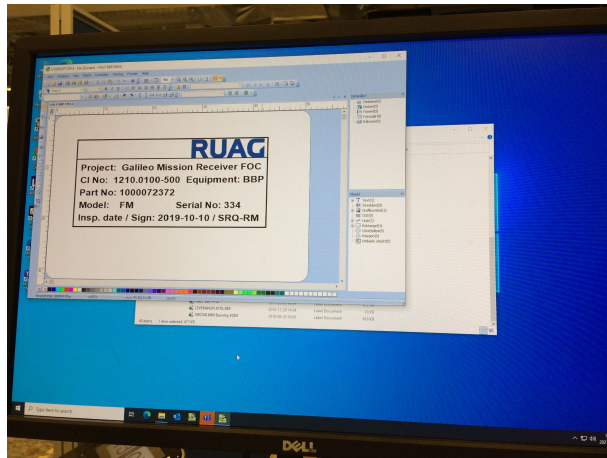
*Figur 5.* Den digitala pressfitmaskinen med tillhörande datorskärm.

## 4.2.2 Etikettskrivning

Operatörer i eftermonteringen skriver ut etiketter, se *Figur 6*, för monterade komponenter och färdiga produkter. Etikettmallar hittas antingen färdiga i affärssystemet eller utformas utefter gamla etiketter, vilket kan ta tid. I *Figur 7* visas ett exempel på hur en etikett kan se ut innan utskrift. Ett flertal fält på etiketterna fylls i manuellt av operatörer och detta uppfattas som besvärligt samt leder ibland till att skrivfel uppstår. Felen kan gå obemärkta förbi och sedan upptäckas av kunder, vilket inte är bra för företagets anseende. Automatisering av etikettskrivning är därför ett önskemål från operatörer.



*Figur 6.* Utskrift av etiketter.



*Figur 7. Exempel på en etikett innan utskrift.*

### 4.2.3 Plock av material

Till varje tillverkningsorder bokas material och det betyder att inget annat projekt får ta av det materialet. Innan materialet kan plockas av en operatör måste det även reserveras till en tillverkningsorder och detta förfarande sker på två olika sätt. Det ena sättet är att material som ingår i en tillverkningsorder är för-reserverat, det vill säga att när operatören hämtar en tillverkningsorder kan denne direkt skriva ut en materiallista och börja plocka då någon annan redan specificerat exakt vilka artiklar som ska plockas. Detta innebär att om en artikel med ett särskilt partinummer finns att hämta på exempelvis tre olika lagerplatser, så har den som för-reserverat materialet bestämt från vilken av dessa tre lagerplatser artikeln ska plockas. Det alternativa sättet att plocka material är att det inte blivit reserverat i förväg. Tillverkningsordern anger fortfarande det material som ska plockas och artikelnummer samt partinummer är bestämt. Skillnaden är att operatören själv går in i affärssystemet och reserverar materialet. Operatören får då välja från vilken lagerplats denne vill plocka ifall att en artikel med samma partinummer finns på flera lagerplatser. Sedan skrivs en plocklista ut från affärssystemet, se *Figur 8*, som operatören plockar efter.

RUAG Space AB							
Report:	Execution Time:			Printed by:		Current Date:	
Shop Order Pick List	2021-06-17 08:21			SVANBM		2021-06-17	
INFORMATION ABOUT SHOP ORDER							
Shop Order No	Part Number	Lot Size					
65477	100075574	1					
	MPC50_5_2_IAIWR PW ASSY						
Pick List No	Site	Project ID					
77018	GBG	101376					
RESERVED PARTS							
Part Number	Description	Lot Batch No	DC Mf	Location No	Qty Assigned	Qty Required	Notes
Revision	Activity Sequence	Serial No	DC Re	Mark			
1000065657	66224 LCCC6	46573-1-1	1652	BRICKOR FM KIT SK6	2	2	
1	100098220	*		66224-300			
1000045502	CH52 DIL 8.2uF	37082-1-1	1437A	KOMPONENTER FM ZON3 5 5 1	1	1	
1	100098220	*		300103018C825KE			
1000026990	CUP SPRING M2	54951-1-1	*	SAT KIT SKR1	2	2	
R01	100098220	*		S-QSTD-MSPC-51004-SE			
1000055582	E14 CLAMP	38582-1-4	*	MEKANIK ZON3 69 4 5	4	4	
R01	100098220	*		9248756-002AX			
1000058438	E18 CLAMP	53832-1-1	*	MEKANIK ZON3 93 13 8	1	1	
1	100098220	*		9248755-002A			

Report: "Shop Order Pick List" för plocklista nr 77018

Page 1 (2)

*Figur 8.* Exempel på en fysisk plocklista.

När en operatör plockat material ur lager, likt *Figur 9* och *Figur 10*, återstår att rapportera lageruttagen i affärssystemet för att justera saldon. Detta görs manuellt, antingen för varje artikel enskilt, för flera artiklar samtidigt eller för en hel plocklista på en gång och det förstnämnda kan uppta mycket arbetstid. Därtill händer det att operatörer plockar fel material,

exempelvis fel partinummer av en artikel-sort, vilket är problematiskt på grund av de höga kraven på spårbarhet som innebär att det måste gå att spåra exakt vilken artikel som sitter var på produkterna. Ett fel som inte upptäcks direkt kan därför leda till en hel del omarbete i efterhand. En reduktion av tiden det tar att plocka material till en tillverkningsorder samt färre felplock hade därför varit välkommet.



*Figur 9.* Skåp med material som ska plockas.



*Figur 10.* Materialpåse med streckkod.

#### 4.2.4 Uttag av kemi-material

Kemi-material är material som finns inom tillverkningsordrarna, exempelvis lim, lack och tråd, se *Figur 11*. Materialet ankommer till ett låst lager som operatörer inte själva kan reservera ifrån och i stället läggs en förpackning fram i ett öppet lager som de plockar från.



*Figur 11.* Kemi-material i form av två tuber lim.

Det nuvarande arbetssättet innefattar att operatörer manuellt skriver in kemi-materialens partinummer i affärssystemet efter att de tagit av materialen för en operation, vilket sker från vyn som visas i *Figur 12*. Detta upplevs vara osmidigt och det glöms enkelt av. Vidare registreras det inte i affärssystemet vilken mängd kemi-material som förbrukas för varje tillverkningsorder och således är det svårt för operatörerna att hålla koll på ifall det finns tillräckligt med material kvar i det öppna lagret. När påfyllning av lagret behövs görs detta inte av operatörerna själva, utan de behöver kontakta en person som är ansvarig för påfyllning och som sedan ser till att nytt material läggs fram. Både att det är svårt att veta hur mycket som finns kvar i det öppna lagret samt processen att få lagret påfyllt anses av operatörerna vara problematiskt.

Shop Order - 56393 **											
Order No:	Rel:	Seq:	Part No:	Description:	Site:	Revision Text:	Secrecy:				
56393	*	*	1000074519	AIOA2 PW ASSY	GBG	1					
Shop Order Type:	Earliest Start Date:	Start Date:	Lot Size:	Engineering Part Revision:							
Manufacturing	2020-04-01	2020-08-12	1	R02							
Sched Direction:	Need Date:	Finish Date:	Status:	Revision Structure:							
Backwards Scheduling	2020-08-14	2020-08-13	Closed	1							
Detail	Material	Operation	Operation Tools	Tracking and History	By-Product	By-Product Cost Distribution	Shop Order Splits	Multilevel Repair Structure	Salvage Part	Historical	
Line Item No	Drawing Position No	Component Part	Part Description	Material Line Status	Consumption Item	Supply Type	Quantity per Assembly	Notes	Cor		
✓ 1	C51011	1000028357	CH43 DIL 8.2uF	Closed	Consumed	Project Inventory	1				
✓ 2	C52011	1000028357	CH43 DIL 8.2uF	Closed	Consumed	Project Inventory	1				
✓ 3	C53011	1000028357	CH43 DIL 8.2uF	Closed	Consumed	Project Inventory	1				
✓ 4	IC4612	1000025997	LT1009 TO-46	Closed	Consumed	Project Inventory	1				
✓ 5	IC4815	1000025997	LT1009 TO-46	Closed	Consumed	Project Inventory	1				
✓ 6	IC5101	1000042312	UC1845A 8-DIL	Closed	Consumed	Project Inventory	1				
✓ 7	IC5201	1000042312	UC1845A 8-DIL	Closed	Consumed	Project Inventory	1				
✓ 8	IC5301	1000042312	UC1845A 8-DIL	Closed	Consumed	Project Inventory	1				
9	R44250	1000011109	RM1206 2.1kOhm	Closed	Consumed	Invent Order	1				
10	R45250	1000011109	RM1206 2.1kOhm	Closed	Consumed	Invent Order	1				
11	43	1000025317	EC2216 EPOXY ADHESIVE	Closed	Not Consumed	Project Inventory	0	56821-1-28/2-28			
✓ 12	44	1000025319	SILICON DIOXIDE (AEROSIL 380)	Closed	Not Consumed	Project Inventory	0				
✓ 13	C51029	1000030362	CH63 DIL 22uF	Closed	Consumed	Project Inventory	1				
✓ 14	C51029	1000071570	CH63 DIL 22uF	Closed	Alternative	Project Inventory	0				
✓ 15	12	1000026804	SPACER	Closed	Not Consumed	Project Inventory	0				
16	12	1000026828	SPACER	Closed	Consumed	Project Inventory	3	10351-1-1			
17	12	1000026836	SPACER	Closed	Not Consumed	Project Inventory	0	n/a			
18	12	1000026850	SPACER	Closed	Not Consumed	Project Inventory	0	n/a			
19	12	1000026851	SPACER	Closed	Not Consumed	Project Inventory	0	n/a			
✓ 20	Q54002	1000046333	2N3810 LCCC6	Closed	Consumed	Project Inventory	1				
✓ 21	Q55003	1000046333	2N3810 LCCC6	Closed	Consumed	Project Inventory	1				
✓ 22	Q55019	1000046333	2N3810 LCCC6	Closed	Consumed	Project Inventory	1				

Figur 12. Rapportering av förbrukning av kemi-material i affärssystemet.

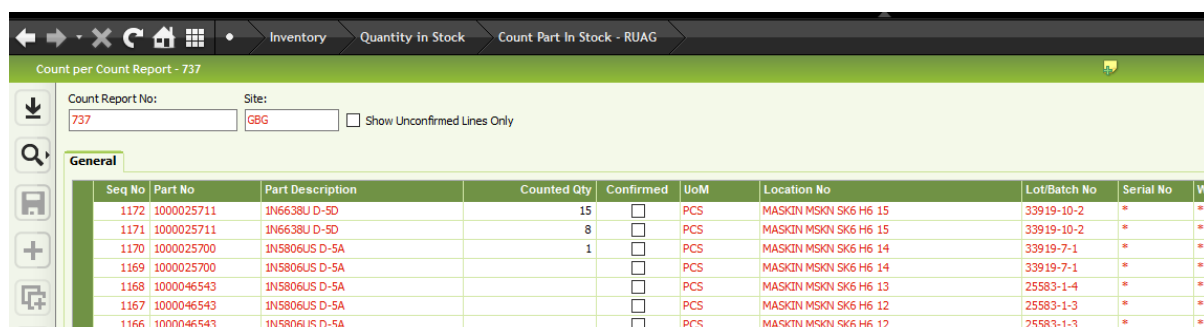
## 4.2.5 Tidrapportering

Tidrapportering för start samt stopp av operationer inom en tillverkningsorder omfattar samtliga operatörer i produktionen och det görs direkt i företagets affärssystem från respektive operatörs jobbdator. I affärssystemet finns en funktion för tidrapportering som kallas *start & stopp*, vilken idag används av många operatörer. Funktionen innebär att operatören loggar in i affärssystemet, klickar in sig på fliken *Shop floor work bench* och manuellt skriver in numret för den tillverkningsorder de arbetar med, 5 siffror. Därefter dyker en lista upp över alla operationer som ingår i den tillverkningsordern och operatören identifierar vilken operation denne avser arbeta med och klickar på den. Från vyn som då presenteras syns två knappalternativ, det ena är start och det andra är stopp, se *Figur 13*. Operatören klickar på start för att starta tidrapporteringen för operationen, alternativt klickar på stopp för att stoppa tidrapporteringen. Funktionen *start & stopp* har beskrivits av operatörer som tidsödslände eftersom det måste göras från en jobbdator. Därtill upplevs det besvärligt att leta upp rätt flik i affärssystemet och manuellt starta eller stoppa operationer. Om tiden rapporteras inkorrekt, exempelvis på grund av att operatören glömt stoppa en operation när arbetet med operationen avslutades, behöver detta manuellt justeras av operatören i efterhand, vilket lätt kan bli fel med manuell inskrivning. Därför hade det varit välkommet av operatörer om momentet kunde simplificeras genom skanning.

Figur 13. Fönster i affärssystemet över start och stopp av operationer.

## 4.2.6 Inventering

Inventering ska göras en gång per år för de partinummer som anses vara i behov av det och går till på två olika sätt. Det ena är spontan inventering som sker utanför inventeringsperioden och inte baseras på något inventeringsunderlag. Detta görs främst när ett potentiellt fel i lagret upptäckts men det framkommer inga önskemål om att förändra det här momentet. Den andra och absolut mest förekommande metoden är inventering efter inventeringslista. Detta innebär att fysiska inventeringslistor skrivs ut från underlag i affärssystemet. Operatörerna arbetar sig sedan igenom alla poster och antecknar lagersaldona direkt i listan. Efter det rapporteras varje saldo manuellt in i affärssystemet och *Figur 14* visar vyn i affärssystemet där detta görs för varje post i inventeringslistan. Proceduren med fysiska inventeringslistor beskrivs som onödigt besvärlig och operatörerna ser gärna att listorna och rapporteringen i affärssystemet automatiseras då det skulle förenkla momentet och spara tid. Med skanning minskar även risken för att montörerna anger fel saldon i affärssystemet.



Seq No	Part No	Part Description	Counted Qty	Confirmed	UoM	Location No	Lot/Batch No	Serial No	W
1172	1000025711	IN6638U D-5D	15	<input type="checkbox"/>	PCS	MASKIN MSKN SK6 H6 15	33919-10-2	*	*
1171	1000025711	IN6638U D-5D	8	<input type="checkbox"/>	PCS	MASKIN MSKN SK6 H6 15	33919-10-2	*	*
1170	1000025700	IN5806US D-5A	1	<input type="checkbox"/>	PCS	MASKIN MSKN SK6 H6 14	33919-7-1	*	*
1169	1000025700	IN5806US D-5A		<input type="checkbox"/>	PCS	MASKIN MSKN SK6 H6 14	33919-7-1	*	*
1168	1000046543	IN5806US D-5A		<input type="checkbox"/>	PCS	MASKIN MSKN SK6 H6 13	25583-1-4	*	*
1167	1000046543	IN5806US D-5A		<input type="checkbox"/>	PCS	MASKIN MSKN SK6 H6 12	25583-1-3	*	*
1166	1000046543	IN5806US D-5A		<input type="checkbox"/>	PCS	MASKIN MSKN SK6 H6 12	25583-1-3	*	*

Figur 14. Fönster i affärssystemet för inmatning av inventeringsresultat.

## 4.2.7 Sammanfattning av problematiken hos varje moment

I *Tabell 1* sammanställs problematiken för varje moment.

Tabell 1. En överblick över vad som anses vara problematiskt med varje moment.

Moment	Problem
Pressfitmaskinen	Inte användarvänlig eller effektiv
Etikettkrivning	Skrivfel och tidsödslande
Plock av material	Felplock och tidsödslande
Uttag av kemi-material	Inte effektivt
Tidrapportering	Tidsödslande och fel vid manuell inskrivning
Inventering	Besvärligt och tidsödslande

### **4.3 Tekniska lösningar och eliminering av moment**

Nedan redogörs för förslag på hur skanningsflöden kan utformas för att lösa de problem som framkommit i 4.2 *Identifiering av problematiska moment och behov*.

#### **4.3.1 Pressfitmaskinen**

För att den digitala pressfitmaskinen ska fungera bättre med hjälp av skanning behöver maskinen först programmeras ytterligare. Vidare krävs framtagning av ett skanningsflöde specifikt för det här momentet då inga fler liknande moment nämnts vara i behov av skanning. Baserat på detta samt den låga användningsfrekvensen bedöms nyttan av skanning vara låg jämfört med de kostnader som implementering skulle medföra. Därför kommer momentet inte vidare behandlas i studien.

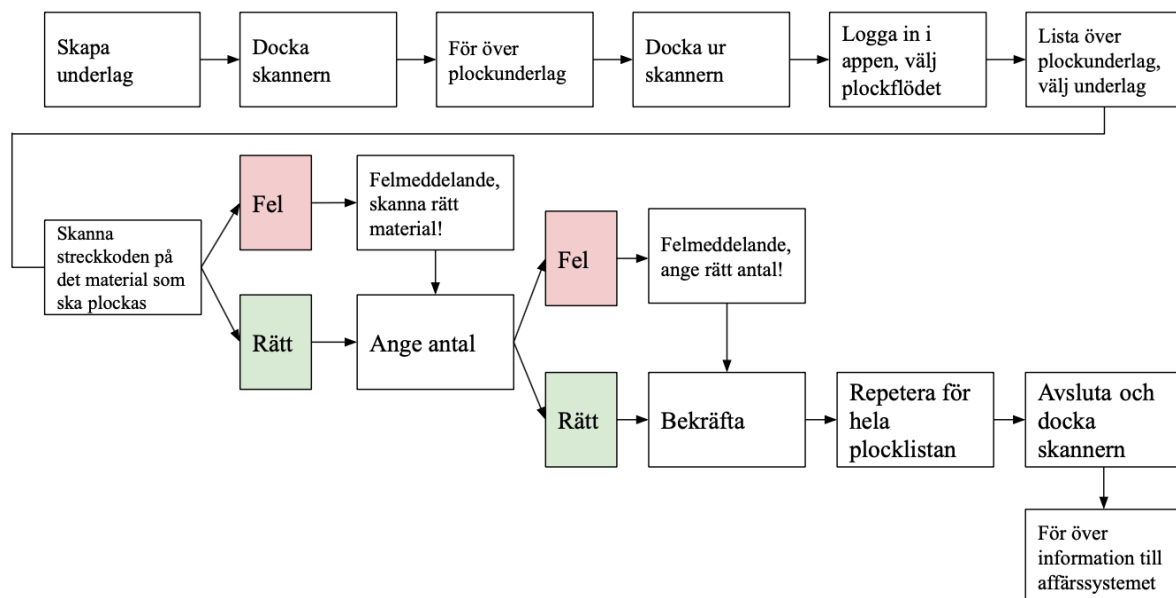
#### **4.3.2 Etikettskrivning**

Önskemål om automatiskt ifyllda etiketter med hjälp av skanning avser flera skilda arbetsmoment samt ett antal olika typer av etiketter. Etiketterna skiljer sig bland annat åt i hur de specificeras, format, storlek och information som anges. Detta gör det besvärligt att ta fram ett flöde i Novacura Flow med mallar för samtliga typer av etiketter och som kan kopplas till en specifik tillverkningsorder. Ett sådant skanningsflöde bedöms därför av företaget inte vara en prioritet i dagsläget. Alternativet att ta fram ett flöde för endast en typ av etikett eller ett flöde för varje etiketttyp anses inte vara värt kostnaden då nyttan i jämförelse inte bedöms vara tillräckligt stor.

#### **4.3.3 Plock av material**

Tanken är att skanningsflödet för plock av material ska gå att använda både för material som är för-reserverat när operatörer tar emot en tillverkningsorder och för sådant material som operatörer själva behöver reservera. Eftersom skannern måste kunna användas mobilt för plock av material ställs krav på att flödet ska fungera i offline-läge. Det innebär att färdiga plockunderlag behöver skapas i affärssystemet och sedan föras över till skannern för att det ska gå att använda plockflödet i skannern. Vidare gäller det att de plockunderlag som skannern ska arbeta efter endast innehåller de plockposter som ligger utanför lagerverket och som inte är material som ska in i ytmonteringsmaskinen. Anledningen till detta är att skannern inte kommer kunna plocka artiklar från lagerverket då dessa behöver stå på en egen plocklista som avrapporteras direkt i lagerverkets dator. Därtill går reserveringen av material till ytmonteringsmaskinen till på ett särskilt sätt, som företaget vill behålla, vilket gör det olämpligt att plocka detta material samtidigt som övrigt material. För att skapa plockunderlag till skannern kan operatörer börja med att reservera allt material som ingår i tillverkningsordern, det vill säga från lagerverk, ytmonteringsmaskin och det som ska plockas med skanner, för att se så allt finns i lager. Sedan avreserveras materialet till ytmonteringsmaskinen och skannern så att det bara är material i lagerverket som är reserverat. Plocklistan för lagerverket kan då sparas separat. Efter detta reserveras materialet för ytmonteringsmaskinen och skannern på nytt och återigen avreserveras materialet för skannern så det bara är material för ytmonteringsmaskinen på listan. Också denna plocklista kan sparas separat. Till sist reserveras

enbart materialet för skannern och den plocklistan tankas över som underlag till skannern. När plockunderlagen förts över till skannern väljer operatören att gå in i flödet för plock av material. En prototyp på ett sådant flöde har tagits fram på Ruag i Linköping och denna har lösningsförslaget i studien utgått från, vilket visas i *Figur 15*. När operatören gått in i appen för flödet ska den första vyn vara en lista över de plockunderlag som finns tillgängliga och operatören väljer det underlag denne vill arbeta med. Som prototypflödet ser ut i nuläget presenteras posterna i plocklistan i den ordning som de sorterats i när listan skapades i affärssystemet. Översta posten dyker alltså upp först i skannern och då visas information om den artikeln som ska plockas, bland annat vilken lagerplats den ligger på. Operatören klickar och bekräftar och vyn ändras till att visa ett blankt fält. I detta steg skannar operatören streckkoden på den materialpåse som plockats och fältet fylls i. Operatören klickar okej för att bekräfta och om det är rätt streckkod som skannats byts vyn och operatören anger det antal som plockas. Är det fel streckkod som skannats kommer ett felmeddelande ges av skannern och det kommer inte gå att kvittera artikeln förrän rätt streckkod skannats. På det här sättet förhindras felplock. Även i steget där operatören anger det antal som plockas kommer skannern reagera ifall att antalet avviker från det som står i plockunderlaget. När korrekt antal angetts bekräftar operatören uttaget av material och nästa post i plocklistan dyker upp och så fortsätter flödet tills dess operatören plockat klart eller väljer att avsluta. Användaren kan även i varje steg välja att gå tillbaka till valfritt föregående steg eller stänga ner appen.



*Figur 15.* En schematisk figur på hur ett skanningsflöde för plock av material kan utformas.

En funktion som skulle göra flödet mer flexibelt är om det gick att avvika från ordningen i plocklistan. Exempelvis genom att operatören klickar för att bläddra och nästa post i listan dyker upp, men de poster som hoppats över måste då också gå att återkomma till vid en senare tidpunkt. Allra smidigaste hade möjligen varit om operatören kunde få en bra överblick över listan och möjligheten att bläddra fritt för att enkelt kunna plocka i valfri ordning.

Eftersom Ruag i Linköping redan tagit fram en prototyp av ett skanningsflöde för plock av material bör Ruag i Göteborg undersöka om de kan använda sig av ett likadant flöde. Detta skulle bli billigare än att skapa ett annorlunda flöde för Göteborg, men det förutsätter också att Linköping och Göteborg kommer överens om flödets funktioner samt att det kommer gå att använda flödet i båda produktionerna.

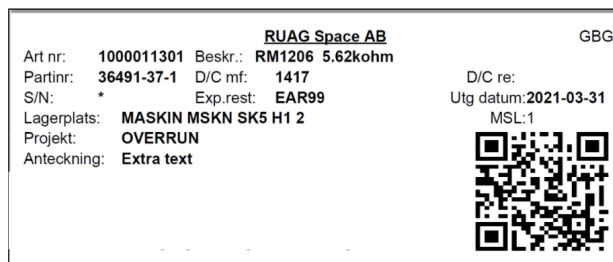
#### 4.3.3.1 Streckkoder / QR-koder

De befintliga plocketiketterna i produktionen, se *Figur 16*, innehåller en streckkod med information om artikelnummer och partinummer. Om formatet på etiketterna behålls kommer en skanner enbart kunna identifiera en artikel baserat på dessa två nummer. Det innebär att risken finns för plock av en artikel med fel serienummer, från fel lagerplats eller med fel revisionsläge. Därför är ett förslag att ändra streckkoderna på etiketterna till att innehålla artikelnummer, partinummer, serienummer, lagerplats och revisionsläge för att minimera risken för felplock. Skannern ska reagera och skicka ett felmeddelande ifall att fel material är på väg att plockas, baserat på samtliga fem informationsfält. Om rätt material plockas så ska skannern inte reagera. Detta ställer krav på att skannern kan identifiera vad som är artikelnummer och vad som är partinummer et cetera och någon form av separation mellan fälten måste göras.



*Figur 16.* Befintlig plocketikett.

Utgångspunkten är att formatet på etiketterna ska förbli detsamma och därför är det inte säkert att tre extra fält med information ryms i streckkoden rent storleksmässigt. Ett förslag är därför att företaget går över till att använda QR-koder, se *Figur 17*. QR-koder växer i kvadrat och kan därför inkorporera mer information innan de blir för stora för etiketten. Det går även enkelt att få ut QR-koder i stället för streckkoder på etiketterna och fälten ska gå att separera genom att de tilldelas varsin enskild rad. Företaget utgår från att samtliga plocketiketter som sitter på material idag kommer behöva bytas ut inom en snar framtid, oberoende av om skanning införs. Skanningsprojektet skulle därför enbart belastas av själva skapandet av en ny design för etiketterna. Ifall att ny design av etiketterna visar sig vara en dålig idé av någon annan anledning, exempelvis på grund av att det nya lagerverket inte kan hantera det, finns alternativet att behålla etiketterna som de ser ut idag. Då missas dock fördelarna med säkrare identifiering av materialet som plockas.



Figur 17. Förslag på hur en ny etikett kan se ut.

#### 4.3.4 Uttag av kemi-material

Om uttag av kemi-material ska göras med hjälp av skanning måste det fungera genom samma skanningsflöde som för övrigt material inom en tillverkningsorder, det vill säga plock av material-flödet. Det betyder att funktionen som skanning kan fylla för det här arbetsmomentet blir densamma som för övrigt material som plockas. Motiveringen till att inte utveckla ett separat flöde för att lösa problemen vid uttag av kemi-material är att nyttan inte bedöms vara tillräcklig jämfört med vad det skulle kosta.

Det måste alltså gå att inkludera kemi-materialet i det plockunderlag som skapas för skannern. I underlaget behöver i så fall information om lagerplats, partinummer, mängd/antal inkluderas för allt kemi-material som ska förbrukas. Detta skulle vara problematiskt därför att det i tillverkningsordrarna endast står specificerat vilken sort av kemi-material som ska användas, men partinummer, mängd eller antal står inte angivet. Anledningen till det är att det i många fall inte går att förutsäga hur mycket material som kommer förbrukas i en tillverkningsorder samt att det inte går att säga säkert vilket partinummer som kommer finnas kvar i lager när uttag sker. Således bedöms uttag av kemi-material inte kunna fungera med flödet för plock av material och därför kommer momentet inte inkluderas i det fortsatta arbetet med studien.

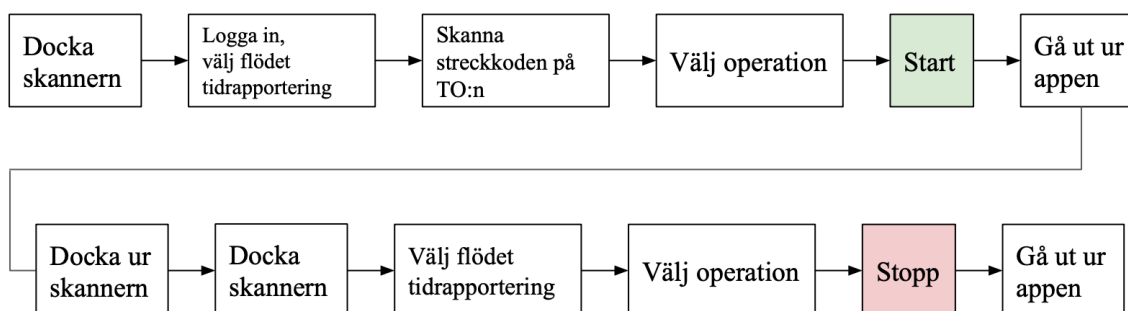
#### 4.3.5 Tidrapportering

Tidrapportering med hjälp av skanning kan tänkas ske på två sätt. Det ena är via funktionen *start & stopp* i direkt koppling till affärssystemet och det andra är att skannern registrerar start och stopp av operationer fristående från affärssystemet och *start & stopp*-funktionen.

##### I direkt koppling till affärssystemet

Om skannern ska användas med *start & stopp*-funktionen direkt i affärssystemet behöver skannern vara uppkopplad mot affärssystemet när start och stopp av operationer sker. Själva skannern håller alltså inte koll på tidsåtgången, utan den skickar endast signalen som säger till när tidrapporteringen ska startas eller stoppas i affärssystemet. Eftersom skannern och affärssystemet bara har kontakt när skannern är online måste då tidrapportering via funktionen *start & stopp* ske när skannern är trådlöst uppkopplad till ett nätverk eller dockad till en jobbdator och uppkopplad. Att skannern används trådlöst uppkopplad är inget alternativ och således skulle *start & stopp* via skanner behöva ske vid operatörens arbetsplats och inte mobilt.

Det förslag som tagits fram i studien för tidsrapportering i skannern via *start & stopp*-funktionen är som följer, se *Figur 18*. Operatören börjar med att logga in i Novacura Flow på skannern när den är dockad och online, klickar in sig på appen för tidsrapportering och skannar av streckkoden på tillverkningsorderns framsida. Då ska en lista över den tillverkningsorderns operationer presenteras och operatören klickar på en operation. Två valmöjligheter ska sedan dyka upp på displayen, den ena är ett tryck på start och den andra är ett tryck på stopp. En signal skickas till affärssystemet som startar eller stoppar operationen. Om start anges kommer tiden för operationen fortsätta ticka i affärssystemet även om skannern dockas ur och går offline. Tidsräkningen stoppas först när skannern återigen dockas och kopplas upp gentemot affärssystemet och operatören anger kommandot stopp i appen på skannern. När operatören går in appen för tidsrapportering och skannar streckkoden på sin tillverkningsorder så ska det direkt dyka upp på displayen om någon operation är i gång. Denna måste alltid stoppas innan en ny operation kan startas. Detta regleras av att skannern skickar en felsignal och inte tillåter start av en ny operation förrän den som redan är i gång stoppats. Operatören får valet att antingen fortsätta med den operation som är i gång eller att ange stopp, varefter tidsåtgången för den operationen anges i affärssystemet. Ifall tidsåtgången stämmer ska det gå att klicka på en ny operation och starta tidsrapporteringen för den, men ifall tiden måste justeras ska detta vara möjligt att göra direkt i skannern. Det ska även gå att rapportera arbetet med en operation som helt färdigt direkt i skannern i samband med att tidsräkningen av operationen stoppas.



*Figur 18.* En schematisk bild över hur tidsrapportering i direkt koppling till affärssystemet kan utformas.

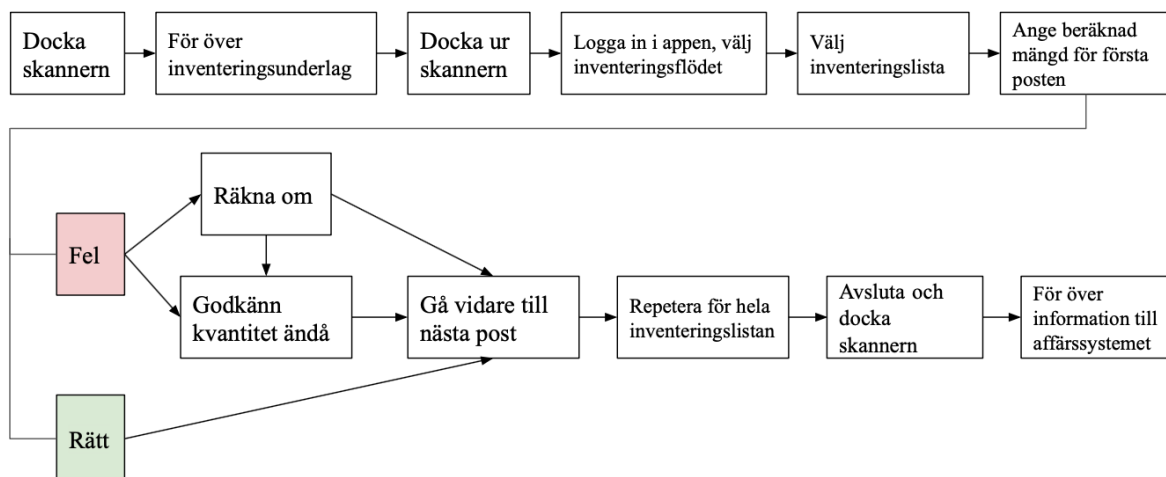
Problemet med förslaget om ett skanningsflöde som kan sköta *start & stopp*-funktionen är att det inte skulle innebära att tidsrapporteringen blir mer effektiv än den är i nuläget. Detta på grund av att momentet fortfarande måste ske vid operatörernas arbetsplatser samt att det inte eliminerar några av de arbetssteg som idag ingår i momentet. På grund av detta kommer tidsrapportering i skanner via *start & stopp*-funktionen inte att utredas vidare i studien.

### **Frikopplat från affärssystemet**

Den alternativa lösningen att sköta tidrapporteringen frikopplat från affärssystemet skulle innebära att underlag för operationerna i en tillverkningsorder först måste laddas över till skannern medan skannern är dockad och uppkopplad till ett nätverk. Därefter skulle det vara möjligt att använda skannern i offlineläge och låta skannern hålla koll på tidsåtgången för operationer. Skannern skulle dock inte veta vad som skett i affärssystemet efter att den gick offline och det skulle inte gå att få notis om andra pågående operationer. På samma sätt skulle det inte vara synligt i affärssystemet vad som gjorts i skannern efter att den gick offline. Den här lösningen skulle kräva att tiderna för start och stopp av operationer förs över till affärssystemet när skannern återigen dockas och att de anges korrekt i affärssystemet samt på ett effektivt sätt. Det är i nuläget oklart hur ett skanningsflöde som detta mer precist skulle kunna fungera och vidare undersökningar behövs, men det kommer inte att ske i studien.

#### **4.3.6 Inventering efter lista**

Ett skanningsflöde för inventering efter lista ställer krav på att inventeringsunderlag kan föras över från affärssystemet till skannern så att skannern kan användas mobilt i offline-läge. Det rör sig om, en för skannern, hanterligt stor datamängd som skulle behöva överföras och således bör det gå att utveckla en sådan funktion. Skanningsflödet för inventering efter lista, se *Figur 19*, kan således starta med att operatören tankar över inventeringsunderlaget till skannern medan den är dockad och online. Operatören dockar sedan ur skannern, loggar in och klickar in sig på rätt skanningsflöde. Då kommer vyn över alla tillgängliga inventeringslistor visas och operatören väljer en lista att arbeta med, vilken förslagsvis kan vara sorterad efter lagerplats. Den översta artikeln på listan visas först och operatören räknar mängden som finns i lager och anger denna. Ifall att mängden stämmer överens med vad som står i affärssystemet kommer skannern direkt gå vidare till nästa post på listan. Om mängden avviker dyker en vy upp där operatören väljer att antingen godkänna kvantiteten eller att räkna om. Alla poster som sedan avviker för mycket gentemot vad som tidigare angetts i affärssystemet, detta definieras på förhand, kommer företaget utreda närmare. Identifieras en förpackning som inte är med på inventeringslistan men som har en bruten etikett så ska förpackningen tas med till operatörens arbetsplats för närmare inspektion. Är förpackningen obruten behöver operatören inte inspektera förpackningen närmare. Poster som dessa behöver manuellt rapporteras in i affärssystemet utan skanner, då det saknas inventeringsunderlag i skannern. Slutligen, för att göra flödet mer flexibelt bör operatören ha möjligheten att hoppa över artiklar i listan och sedan återgå till dem vid ett senare tillfälle eller helt enkelt strunta i att inventera de artiklarna.



Figur 19. En schematisk figur över hur inventering ska utformas.

### 4.3.7 Sammanfattning av lösningsförslag och eliminering av moment

I Tabell 2 presenteras en sammanfattning över vilka moment som går vidare för framtagning av lösningsförslag samt vilka moment som elimineras.

Tabell 2. En överblick över vilka moment som går vidare i studien och vilka som elimineras.

Moment	Går vidare	Elimineras
Pressfitmaskinen		Låg användningsfrekvens och liten nytta.
Etikettskrivning		Tekniskt besvärligt och begränsad nytta.
Plock av material	Förekommer ofta, värt att testa då ett prototyp-flöde redan finns.	
Uttag av kemi-material		Kan inte inkorporeras i plockflödet och ger inte tillräcklig nytta för att motivera ett eget flöde.
Tidrapportering		Många oklarheter, vidare studier rekommenderas.
Inventering efter lista	Stor potential för tidsbesparing.	

## **4.4 Validering av användbarheten**

Resultatet från valideringen av lösningsförslag kommer i det här avsnittet presenteras. Det är baserat på information som kommit direkt från operatörer i produktionen. Valideringen gjordes med avseende på användbarheten av de skanningsflöden som föreslås i kap 4.3 *Eliminering av moment och tekniska lösningar* för momenten plock av material och inventering efter lista.

### **4.4.1 Plock av material**

Det här skanningsflödet var operatörerna generellt positiva till. Om det inte skulle gå att operatörer plockar artiklar i valfri ordning så var de positiva till att kunna sortera listorna efter lagerplats för att det ska bli smidigt när artiklarna plockas. Allra bäst enligt operatörer hade varit om det gick att välja helt själva i vilken ordning de plockar och om de kunde hoppa över poster och sedan återkomma till dem. Detta hade varit det mest flexibla arbetssättet för dem och skulle öka användbarheten. De uttryckte även att det skulle vara bra att kunna få en överblick på listan i skannern och inte att det bara går att se en post i taget.

Operatörerna var positiva till att ändra streckkoden/QR-koden till att inkludera lagerplats, serienummer och revisionsläge utöver artikelnummer och partinummer. Då plocksäkerheten nämnts som det primära problemet skulle förbättring av plocksäkerheten vara en viktig aspekt för funktionen och användbarheten av flödet enligt operatörerna.

### **4.4.2 Inventering efter lista**

Operatörerna var positiva till flödet för inventering efter lista och tror att det har bra potential att spara tid och vara smidigare än nuvarande arbetssätt eftersom krånglet med fysiska inventeringslistor och manuell inrapportering av saldon i affärssystemet försvinner. Förslagen om att göra flödet mer flexibelt genom att det ska vara möjligt att hoppa över poster i inventeringslistan, samt möjligt att bläddra tillbaka till föregående poster, ansåg operatörerna vara bra för användbarheten. De gillade även förslaget om att det ska gå att få fram en vy med en överblick över hela inventeringslistan ifall att den som inventerar vill titta efter något särskilt.

## 4.5 Lönsamhetsbedömning

I kapitlet kommer kostnader för hårdvara och mjukvara samt projektkostnader att redogöras för. Beräkningar av potentiella besparingar med skanning för flödena plock av material och inventering efter lista redovisas. Slutligen bedöms lönsamheten för en potentiell investering genom investeringskalkylering för ett antal olika scenarion. Viktigt att poängtera är att mycket av siffrorna i beräkningarna är grova uppskattningar eftersom det inte gått att utveckla helt färdiga flöden, testa flöden i praktiken eller få fram all önskad statistik et cetera. Anledningen till detta var att projektet är i ett tidigt stadium och mjukvaran är därför inte färdigutvecklad, det fanns inte tillgång till handskannrar, samt att statistik i företagets affärssystem angående fel och omarbete inte var sorterad nog för att kunna tolka den. Därav kommer beräkningarna gällande besparingar och kalkyler göras för ett flertal ansatser som visar på hur skillnaderna i utfall blir beroende på hur effektiva skanningslösningarna görs. Resultaten från beräkningarna kommer alltså utgöra ett riktmärke för företaget gällande vad som behöver uppnås för att en investering ska gå med vinst.

### 4.5.1 Kostnader

De följande tre avsnitten redogör för kostnader som tillkommer för hårdvara, mjukvara och övriga projektkostnader för företaget.

#### 4.5.1.1 Hårdvara

En investering för implementering av skanning i eftermonteringen skulle medföra kostnader för hårdvara. Dessa kostnadsposter är samlade i *Tabell 3* för 10 skannrar och i *Tabell 4* för 25 skannrar.

*Tabell 3.* En uppställning av kostnadsposter för hårdvara som tillkommer vid köp av 10 stycken skannrar.

Hårdvara	Antal	Styckpris ( SEK )	Delsumma ( SEK )
Scanner	10	18,155	181,547
Laddnings - /dockningsstation	15	1,391	20,871
Zebra strömadapter	15	284	4,263
Zebra strömkabel	15	41	615
Zebra service (per år)	1	2,886	2,886
Extrabatterier 10-pack	1	7,099	7,099
<b>Totalt (SEK)</b>			<b>217,280</b>

Tabell 4. En uppställning av kostnadsposter för hårdvara som tillkommer vid köp av 25 stycken skannrar.

Hårdvara	Antal	Styckpris ( SEK )	Delsumma ( SEK )
Scanner	25	18,155	453,868
Laddnings - /dockningsstation	25	1,391	34,785
Zebra strömadapter	25	284	7,105
Zebra strömkabel	25	41	1,025
Zebra service (per år)	1	2,886	2,886
Extrabatterier 10-pack	1	7,099	7,099
<b>Totalt (SEK)</b>			<b>506,767</b>

I Tabell 3 är det ett lägre antal i skannrar än dockningsstationer, strömadaptrar och strömkablar. Denna ansats har gjorts för att öka flexibiliteten av användandet av skannrarna eftersom det här investeringsalternativet skulle innebära att varje operatör inte får en egen skanner.

#### 4.5.1.2 Mjukvara

Även kostnader för mjukvara skulle tillkomma vid en investering för implementering av skanning. Dessa kostnader är för den tjänst som konsultbolaget som tillhandahåller mjukvaran utför. Kostnadsposterna är samlade i Tabell 5 och inkluderar flödena plock av material och inventering efter lista.

Tabell 5. En uppställning av de kostnadsposter som tillkommer för den tjänst som köps från konsultbolaget. Timkostnad är 1,400 kr.

Mjukvara	Antal	Styckpris (SEK)	Delsumma ( SEK )
Användarlicens Novacura Flow (per år)	25	6,000	150,000
Installation av template-flöden (h)	8	1,400	0
Workshop – definiera konfigurationsändringar (h)	8	1,400	11,200
Dokumentation - konfigurationsändringar (h)	4	1,400	5,600
Nicelabel installation & connector	1	47,700	0
Nicelabel PowerForms Suite printers-licenser (per år)	5		14,154
Underhåll PowerForms (1 år, 20 % av årskostnaden)	1		2,831
<b>Utformning av template-flöden</b>			
Inventering efter lista	0	40,000	0
Plock av material	0	40,000	0
<b>Modifiering till offline-läge</b>			
Inventering efter lista (h)	12	1,400	0
Plock av material (h)	12	1,400	16,800
<b>Övriga modifieringar, 2 flöden inräknat (h)</b>	6	1,400	8,400
<b>Totalt (SEK)</b>			<b>208,985</b>

Kostnaderna i tabellen är oberoende av hur många skannrar som köps in. Antalet användarlicenser har satts till 25 då det mest kostsamma scenariot är att samtliga 25 operatörer behöver varsin licens. Installation av template-flöden, installation av programmet Nicelabel och en Nicelabel connector är poster som bara behöver betalas en gång om Göteborg och Linköping kan använda sig av samma. Antagandet har gjorts att så är fallet och eftersom kostnaderna för dessa redan täckts av Linköping har de exkluderats från beräkningarna. Kostnader för utformning av template-flöden för inventering efter lista samt plock av material faller bort för Ruag i Göteborg eftersom de kan använda Linköpings flöden. Modifiering till offline-läge avser endast plock av material då Linköping redan köpt till den modifieringen för inventeringsflödet. För att ta höjd för ytterligare modifieringar som kan behövas har en kostnadspost lagts till för detta.

#### 4.5.1.3 Projektkostnader

I projektkostnader ingår de kostnadsposter som uppstår på själva företaget om de väljer att gå vidare med projektet att implementera skanning i produktionen, se *Tabell 6*. Dessa kostnadsposter är uppskattningar baserade på en offert för skanningsprojektet i Linköping samt i samråd med personal i Göteborg.

*Tabell 6.* En uppskattning av de projektkostnader som tillkommer på själva företaget. Timkostnad är 900 kr.

<b>Projektkostnader Ruag</b>	<b>Antal (h)</b>	<b>Delsumma (SEK)</b>
Projektledning	20	18,000
Installation av NiceLabel	8	7,200
Workshops med Novacura	12	10,800
IT-kostnader (konfigurering)	8	7,200
Arbetsträning	30	27,000
Test och utvärdering av scanner	12	10,800
Uppdatera processbeskrivningar	16	14,400
Framtagning av nya plocketiketter	10	9,000
Underhåll/reparation (per år)	7.5	6,750
Förbereda konton med rätt rättigheter	25	22,500
<b>Totalt (SEK)</b>	<b>148.5</b>	<b>133,650</b>

#### 4.3.2 Besparingar

De följande två avsnitten redogör för potentiella kostnadsbesparingar som skanning kan resultera i för momenten plock av material och inventering efter lista.

##### 4.5.2.1 Plock av material

Gällande plock av material med hjälp av skanner är det enbart material som ligger utanför produktionens lagerverk och som inte ska laddas i ytmonteringsmaskinen som skanning kan användas till. I *Tabell 7* går det att utläsa att dessa plockposter, 47,000 stycken, år 2020 bara utgjorde 39 % av det totala antalet plockade poster. År 2021 och framåt kommer denna andel

bli mindre då företaget är på väg att köpa in ett nytt lagerverk som kommer rymma mer material än det nuvarande. Det går dock inte i nuläget att kvantifiera hur många plockposter det kommer röra sig om. Vidare bedöms flödet plock av material, som det är beskrivet i rapporten, inte kunna leda till några stora tidsvinster. Dels för att det bara kommer kunna användas till en relativt liten andel plock, dels för att det nya arbetssättet inte förväntas bli mycket mer tidseffektivt. Eftersom Ruag i Linköping redan utvecklat ett skanningsflöde för plock av material är en möjlighet att Ruag i Göteborg också använder sig av det flödet, förutsatt att flödet anpassas till att fungera även i Göteborgs produktion. Således är bedömningen att det kan vara värt för Göteborg att testa använda sig av flödet för plock av material. Följaktligen kommer flödet inte avfärdas som olönsamt, utan det kommer inkluderas i fortsatta lönsamhetsberäkningar.

Tabell 7. Statistik över plockposter utanför lagerverk och ytmonteringsmaskin.

<b>Plock av material</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Antal tillverkningsordrar	2,339	3,937	Okänt
Totalt antal plockade poster	187,000	122,000	Okänt
Antal plockade poster utanför maskin och lagerverk	66,000	47,000	Okänt
Andel plockade poster utanför maskin och lagerverk	<b>35%</b>	<b>39%</b>	<b>&lt;39%</b>

Då det i nuläget inte går att konstatera ifall ett plockflöde faktiskt skulle bidra med kostnadsbesparingar eller inte så kommer investeringskalkylerna längre fram i rapporten inte att räkna med det. Vidare skulle en potentiell förbättring med skanning vid plock kunna vara reducerat omarbete till följd av färre felplock. Dock finns ingen bra statistik tillgänglig för att kunna räkna på detta, varför inte heller det tas med i beräkningarna.

#### 4.3.2.2 Inventering efter lista

Via statistik från företagets affärssystem gick det att få fram siffror på hur många lagerposter som inventerats inom inventeringsperioden för år 2020, se *Tabell 8*. Det är dessa lagerposter som inventerats efter lista och som skanningsflödet kan användas till. Antal lagerposter för 2021 och framåt antas bli samma som för 2020 och sätts som grund för beräkningarna. Utifrån statistiken från företagets affärssystem kunde även den totala tidsåtgången för inventeringen tas fram. Skanningsflödet kunde inte testas och således är beräkningarna baserade på två olika utfall, ett där inventeringstiden minskar med 40% och ett där den minskar med 20%. Detta för att kunna jämföra hur lönsamheten av en investering påverkas beroende på hur effektivt flödet visar sig bli. Tidsbesparingen baseras på att inventering med skanner skulle innebära att operatörer inte behöver skriva ut inventeringslistor, distribuera listorna, leta i och skriva i listorna och dokumentera det som angivits i listorna i affärssystemet. Dessutom skulle felskrivningar i affärssystemet minska och därmed reducera mängden omarbete. Kostnadsbesparingarna räknades ut genom att multiplicera tidsbesparingarna med timkostnaden.

Tabell 8. Beräkningar över kostnadsbesparingar för flödet inventering efter lista. Timkostnad är 900 kr.

Inventering efter lista	2020	2021
Antal inventerade lagerposter inom inventeringsperioden	6,200	6,200
Total tidsåtgång (h)	1,000	1,000
Tidsbesparing liten, uppskattas grovt till 20% av totalen (h)	200	200
Tidsbesparing stor, uppskattas grovt till 40% av totalen (h)	400	400
Kostnadsbesparing liten (SEK)	<b>180,000</b>	<b>180,000</b>
Kostnadsbesparing stor (SEK)	<b>360,000</b>	<b>360,000</b>

### 4.5.3 Investeringskalkyler

Investeringskalkyler har gjorts för ett flertal investeringsalternativ. Eftersom grundinvesteringen av hårdvaran och stora delar av mjukvaran är densamma oberoende av antal skanningsflöden är det rimligt att inte beräkna lönsamhet för varje flöde separat. Alltså utgår kalkylerna från att båda skanningsflödena är kostnadsbärare av grundinvesteringen. Två av kalkylerna har ansatsen att flödena plock av material samt inventering efter lista kommer införas. I de fallen handlar det om en investering på 10 skannrar totalt och de jämför utfallen att besparingen för inventering blir stor samt att besparingen för inventering blir liten. Övriga två investeringskalkyler utgår från att 25 skannrar köps in och används för flödena plock av material och inventering efter lista. Dessa jämför också de två utfallen att besparingen för inventering efter lista blir stor samt att besparingen blir liten. Resultaten för alla fyra kalkyler redovisas i kapitlet.

Gällande variabler i kalkylerna har planeringshorisonten satts till fem år eftersom skanning-hårdvaran antas ha en ekonomisk livslängd på omkring sju år och således är det intressant att veta ifall investeringen blir lönsam väl inom det tidsspännat. Restvärdet för investeringen efter fem år antas vara noll kronor då hårdvaran kommer vara gammal om fem år och därmed görs antagandet att den inte kommer gå att sälja vidare. Kalkylräntan som används är 10,1 procent före skatt, eftersom det är den kalkylräntesats företaget internt använder sig av. Kalkylerna är beräknade med nominella termer och tar inte hänsyn till skatteeffekter.

#### 4.5.3.1 Investeringskalkyl 1

Investeringskalkyl 1 är beräknad för en investering på 10 skannrar och användandet av flödena plock av material och inventering efter lista. Utbetalningarna belastas av kostnader för både inventeringsflödet samt plockflödet, medan inbetalningarna endast belastas av en besparing från inventeringsflödet. Detta är på grund av att det är högst osäkert ifall plockflödet skulle bidra med någon kostnadsbesparing, men det kan ändå vara värt för företaget att testa plockflödet. Kalkyl 1 utgår från en tidsbesparing för inventering på 40%. Tabell 9 visar de årliga betalningsströmmarna för investeringen och i Tabell 10 anges investeringens nuvärde

för en planeringshorisont på ett till och med fem år. Se *Bilaga 1* för detaljerade uppgifter om vilka kostnadsposter som ingår i de olika betalningsströmmarna.

Tabell 9. Betalningsströmmar för kalkyl 1.

<b>Investeringskalkyl 1</b>						
År	0	1	2	3	4	5
Grundinvestering	-380,503					
Utbetalning		-176,621	-176,621	-176,621	-176,621	-176,621
Inbetalning		360,000	360,000	360,000	360,000	360,000
Restvärde						0
<b>Summa betalningsströmmar</b>	<b>-380,503</b>	<b>183,379</b>	<b>183,379</b>	<b>183,379</b>	<b>183,379</b>	<b>183,379</b>
Kalkylränta 10.1% innan skatt						
Planeringshorisont 5 år						

Tabell 10. Investeringens nuvärde för en planeringshorisont på ett till och med fem år.

Nuvärde år 5	<b>312,877</b>
Nuvärde år 4	<b>199,529</b>
Nuvärde år 3	<b>74,733</b>
Nuvärde år 2	<b>-62,668</b>
Nuvärde år 1	<b>-213,946</b>

Från resultatet i *Tabell 10* framkommer det att investeringsalternativ 1 går plus från år 3, baserat på nuvärdet.

#### 4.5.3.2 Investeringskalkyl 2

Investeringsalternativ 2 skiljer sig från det första investeringsalternativet enbart gällande storleken på investeringsflödets tidsbesparing. Kalkyl 2 utgår från en tidsbesparing på 20 %. I *Tabell 11* visas betalningsströmmarna för investeringen och *Tabell 12* redogör för investeringens nuvärde för en planeringshorisont på ett till och med fem år. Även för investering 2 redovisas detaljerade uppgifter angående betalningsströmmarna i *Bilaga 1*.

Tabell 11. Betalningsströmmar för kalkyl 2.

<b>Investeringskalkyl 2</b>						
År	0	1	2	3	4	5
Grundinvestering	-380,503					
Utbetalning		-176,621	-176,621	-176,621	-176,621	-176,621
Inbetalning		180,000	180,000	180,000	180,000	180,000
Restvärde						0
<b>Summa betalningsströmmar</b>	<b>-380,503</b>	<b>3,379</b>	<b>3,379</b>	<b>3,379</b>	<b>3,379</b>	<b>3,379</b>
Kalkylränta 10.1% innan skatt						
Planeringshorisont 5 år						

Tabell 12. Investeringsens nuvärde för en planeringshorisont på ett till och med fem år.

Nuvärde år 5	<b>-367,725</b>
Nuvärde år 4	<b>-369,814</b>
Nuvärde år 3	<b>-372,114</b>
Nuvärde år 2	<b>-374,646</b>
Nuvärde år 1	<b>-377,434</b>

Resultatet av nuvärdesberäkningarna visar att det här investeringsalternativet aldrig blir lönsamt över en planeringshorisont på fem år.

#### 4.5.3.3 Investeringskalkyl 3

Investeringsalternativ 3 innefattar att 25 skannrar köps in för användning av flödena plock av material samt inventering efter lista. Utbetalningarna belastas av kostnaderna för båda flödena och inbetalningarna belastas av besparingar från inventeringsflödet. Återigen bortser kalkylen från att räkna med kostnadsbesparingar för plock av material eftersom det finns mycket osäkerheter gällande det. Kalkylen utgår från att tidsbesparingen för inventering blir 40%. Tabell 13 visar de årliga betalningsströmmarna för investeringen och Tabell 14 presenterar investeringsens nuvärde för en planeringshorisont på ett till och med fem år. I Bilaga 1 redovisas mer ingående vilka kostnader som ingår i de olika betalningsströmmarna.

Tabell 13. Betalningsströmmar för kalkyl 3.

<b>Investeringskalkyl 3</b>						
År	0	1	2	3	4	5
Grundinvestering	-669,995					
Utbetalning		-183,371	-183,371	-183,371	-183,371	-183,371
Inbetalning		360,000	360,000	360,000	360,000	360,000
Restvärde						0
<b>Summa betalningsströmmar</b>	<b>-669,995</b>	<b>176,629</b>	<b>176,629</b>	<b>176,629</b>	<b>176,629</b>	<b>176,629</b>
Kalkylränta 10.1 % innan skatt						
Planeringshorisont 5 år						

Tabell 14. Investeringsens nuvärde för en planeringshorisont på ett till och med fem år.

Nuvärde år 5	<b>-2,138</b>
Nuvärde år 4	<b>-111,314</b>
Nuvärde år 3	<b>-231,516</b>
Nuvärde år 2	<b>-363,859</b>
Nuvärde år 1	<b>-509,569</b>

Det går att utläsa från Tabell 14 att investeringsalternativ 3 inte blir lönsamt över planeringshorisonten på fem år.

#### 4.5.3.4 Investeringskalkyl 4

Investeringskalkyl 4 skiljer sig från investeringskalkyl 3 när det kommer till tidsbesparingarna för inventering som här satts till 20%. Betalningsströmmarna för investeringen visas i *Tabell 15* och investeringens nuvärde för en planeringshorisont på ett till och med fem år går att utläsa av *Tabell 16*. Likt tidigare investeringsalternativ återfinns detaljerade uppgifter om investeringens betalningsströmmar i *Bilaga 1*.

*Tabell 15.* Betalningsströmmar för kalkyl 4.

<b>Investeringskalkyl 4</b>						
<b>År</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Grundinvestering	-669,995					
Utbetalning		-183,371	-183,371	-183,371	-183,371	-183,371
Inbetalning		180,000	180,000	180,000	180,000	180,000
Restvärde						0
<b>Summa betalningsströmmar</b>	<b>-669,995</b>	<b>-3,371</b>	<b>-3,371</b>	<b>-3,371</b>	<b>-3,371</b>	<b>-3,371</b>
Kalkylränta 10.1% innan skatt						
Planeringshorisont 5 år						

*Tabell 16.* Investeringsens nuvärde för en planeringshorisont på ett till och med fem år.

Nuvärde år 5	<b>-682,740</b>
Nuvärde år 4	<b>-680,657</b>
Nuvärde år 3	<b>-678,363</b>
Nuvärde år 2	<b>-675,837</b>
Nuvärde år 1	<b>-673,056</b>

Sett till nuvärdena visar *Tabell 16* att investeringen inte blir lönsam över planeringshorisonten på fem år.

## 5. Diskussion

I kapitlet diskuteras resultaten utifrån studiens syfte och de frågeställningar som studien ämnar besvara. Även de metoder som använts under arbetets gång och hur de påverkat kvaliteten på undersökningen diskuteras. Vidare ges rekommendationer på vidare studier inom området och avslutningsvis presenteras de slutsatser som nåtts.

### 5.1 Frågeställning 1

*Vilka moment och problem kan skanning underlätta för i manuella monteringsflöden?*

Operatörernas arbete i produktionen kan anses vara komplext på grund av att produktionen karaktäriseras av tillverkning av kundspecifika produkter som kräver många produktvariationer (Li et al., 2020). Från resultatet i studien framgår det dessutom att en betydande del av det arbete som utförs av operatörer handlar om manuell identifiering och rapportering av information. Detta tyder på att operatörerna har en hög kognitiv arbetsbelastning, vilket enligt Sweller et al. (2002) kan minskas genom automation. Skanning kan följaktligen anses ha potential att minska den kognitiva arbetsbelastningen för operatörerna, vilket enligt Mattsson (2018) kan leda till en ökad arbetsprestation.

Problematiska arbetsmoment i produktionen identifierades i samråd med operatörer. Det framkom att det främst handlade om att det manuella arbetet som utförs är tidsödslande samt att operatörerna lätt kan göra fel. Lee & See (2004) menar samtidigt att automation medför stor potential för företag att utöka den mänskliga prestandan och förbättra kvaliteten i produktionen. Följaktligen bör implementering av skanning kunna leda till att utpekade arbetsmoment i produktionen görs mer tidseffektiva samt att risken att göra fel minskar. En förutsättning för att realisera detta är emellertid att tilltänkta användare, alltså operatörerna, väljer att arbeta med skanning framför nuvarande arbetssätt. Intentionen hos operatörerna att göra detta säkerställs i viss mån av att problem-identifieringen utgått från deras åsikter och behov, men villkoras av att nya arbetssätt med skanning bättre tillgodoser operatörernas behov än vad de gamla arbetssätten gör.

En förutsättning som kraftigt begränsar de tekniska möjligheterna för skanning i produktionen är att skannarna inte kan användas trådlöst uppkopplade. Detta innebär att om en skanner ska kunna användas mobilt i produktionen så måste det fungera frikopplat från företagets affärssystem, vilket medför att skannern endast kan arbeta mot underlag som i förväg skapats i affärssystemet och förts över till skannern. Detta ger en begränsande effekt på den systemkvalitet som skanning annars kan resultera i eftersom det innebär extra moment i operatörernas arbete jämfört med om skanning kunde ske i direktkontakt med affärssystemet. Därtill blir skanning helt poänglöst för moment och arbetssätt vars funktion är beroende av spontanitet och att skanning kan ske mobilt samt där tidsvinster är det som eftersöks. Detta eftersom skapandet av underlag tar tid och skulle utgöra ett extra steg i flera arbetsmoment som idag inte kräver att underlag skapas i förväg. Vidare är företagets krav på lönsamhet en kritisk aspekt att förhålla sig till. Grundpremisen för studien är att implementation av skanning i

problematiska arbetsmoment bara är ett alternativ ifall att det kan bli lönsamt för företaget. Detta har påverkat resultatet på så sätt att tekniska lösningar som skulle innebära för mycket kostnader i förhållande till nytta inte betraktats som möjliga och har därför avfärdats.

Sammantaget blir slutsatsen att skanning kan underlätta för arbetsmoment där mobilitet inte är prioriterat. Om mobilitet krävs kan skanning underlätta för moment som inte behöver ske spontant och som bygger på underlag som kan användas när skannern inte är uppkopplad mot ett nätverk. I studien avser detta specifikt arbetsmomenten plock av material och inventering efter lista, vilka studiens resultat indikerar kan göras mer tidseffektiva samt felsäkra och därmed öka operatörernas arbetsprestation. Hade begränsningar gällande nätverksuppkoppling inte funnits skulle skanning kunna vara användbart för fler typer av arbetsmoment eftersom informationsutbytet mellan skanner och affärssystem skulle ske direkt utan mellansteg. Det skulle spara tid och operatörer skulle ha möjlighet att bära med sig skannern och använda den spontant i produktionen.

## 5.2 Frågeställning 2

*Hur ska skanningsflöden utformas och implementation av dem utföras för att uppnå tillräcklig användbarhet och effektivitet i relation till lönsamhet?*

Det grundläggande villkoret för implementation av skanning i eftermoneringens flöden är att det genererar värde för organisationen i form av lönsamhet. Enligt DeLone & McLean (2003) förutsätter detta att systemkvaliteten på informationssystemet främjar god användbarhet så att det existerar en avsikt att använda systemet som sedan leder till att det används med hög användarnöjdhet. För att uppnå dessa kriterier utgick studien i grunden från operatörernas perspektiv eftersom det är de som kommer vara de huvudsakliga användarna av systemet. Detta medförde att lösningsförslag i studien utformades specifikt för att försöka lösa de problem och möta de behov som operatörer framfört, vilket ökar sannolikheten att användbarheten blir god ur operatörernas perspektiv. Vidare visar resultatet från valideringen att operatörerna är positiva till de förslag som utformats för flödena plock av material och inventering efter lista. Detta indikerar att de har för avsikt att nyttja skanning framför det arbets sättet som de har i idag, förutsatt att funktionaliteten jämförelsevis blir bättre med skanning.

Nielsen (1993) menar att ett system med god användbarhet ska tillåta att arbetsuppgifter utförs effektivt och med hög produktivitet. Detta har varit ett primärt fokus i framtagningen av lösningsförslag då användandet av skanning måste bidra till bättre effektivitet och produktivitet i produktionen jämfört med nuvarande arbets sätt för att bli lönsamt för företaget. För att uppnå högre effektivitet och produktivitet har förslag på skanningsflöden utformats så att de innebär att den manuella inrapportering av information i affärssystemet minskar samtidigt som vissa steg inom arbetsmomenten försvinner. Exempelvis genom att kvittering av saldon under inventering sker direkt i skannern allteftersom varje post inventeras i stället för att vara ett separat moment som manuellt görs i efterhand. Detta tyder på att arbetsuppgifter kommer kunna utföras mer tidseffektivt eftersom tid inte konsumeras av den mänskliga faktorn vid

manuellt arbete. Då skanning automatiserar tidigare manuellt arbete minskar mängden information som användare behöver komma ihåg och detta reducerar deras minnesbelastning (Nielsen, 1993). Enligt Mattsson (2018) kan detta leda till en ökad arbetsprestation och således kan föreslagna skanningslösningar bidra till högre effektivitet och produktivitet. Detta stärks av valideringen av användbarheten som gjordes med operatörer. Från denna framkom det bland annat att operatörerna var positiva till att slippa manuell inrapportering och fysiska listor därför att de tror att detta skulle möjliggöra tidsbesparingar. Detta tyder på att skanning kan medföra att arbetsuppgifter utförs mer effektivt och med högre produktivitet då användarna själva var av den uppfattningen.

För god användbarhet ska ett system vara så lätt som möjligt att förstå och navigera samt matcha användarens uppgift (Nielsen, 1993). Detta tillgodoses för skanningsflödena genom att de endast presenterar den information som är nödvändig för uppgiften, till skillnad från när operatörer exempelvis arbetar direkt i affärssystemet. Det ska även bara finnas en tydlig väg framåt och bakåt och få navigations-alternativ att välja mellan i skanningsflödena, vilket skulle felsäkra användningen för operatörerna och hålla nere mängden navigation i systemet. Därtill bör navigationen göras enkel genom att terminologi som är densamma som för nuvarande arbetssätt används samt att den är beskrivande för uppgiften. Exempelvis kan ett flöde för inventering efter lista döpas till just inventering efter lista. Att skanningsflödena är så enkla och innehåller familjär terminologi skulle även resultera i bra lärlärohet, det vill säga att operatörer snabbt kan lära sig arbeta självständigt, vilket enligt Nielsen (1993) är en viktig aspekt för god användbarhet.

Om skanning kan sköta den manuella rapporteringen till affärssystemet förebyggs fel i form av felrapportering, vilket är viktigt ur ett användbarhetsperspektiv (Nielsen, 1993). Detta är också ett behov som uttryckts av operatörer och en sådan funktion skulle därför öka systemkvaliteten och användarnöjdheten. Utifrån studiens lösningsförslag framgår det att skanningsflödena är tänkta att designas så att de ger ut felmeddelanden när ett fel är på väg att göras och användaren ska behöva bekräfta ett val innan skannern utför uppgiften. Även detta är enligt Nielsen (1993) viktigt för användbarheten av ett system och det skulle medföra att färre fel görs av operatörer jämfört med vad som görs med nuvarande arbetssätt. Från valideringen framkom det att operatörerna var positiva till ovan nämnda funktioner och höll med om att förbättrad felsäkerhet är en viktig aspekt för användbarheten av flödet eftersom de anser att plock av fel material är ett problem i nuläget.

Från beskrivningar över hur operatörer arbetar idag är det tydligt att de har hög flexibilitet i sitt arbete. Exempelvis kan de välja fritt i vilken ordning de plockar och inventerar efter listor eftersom listorna är fysiska. Att operatörerna med skanning fortsatt kan anpassa sitt arbete efter egna preferenser kan därför vara en viktig aspekt sett till användbarheten av systemet. Detta stärks av resultaten från valideringen där operatörerna var mycket positiva till de lösningsförslag som tillät större flexibilitet i arbetsuppgifterna. De uttryckte exempelvis specifikt att de vill kunna plocka och inventera material i den ordning de själva föredrar, vilket skanning kan tillåta genom en funktion som gör det möjligt att bläddra fram och tillbaka i listorna. Skanningsflöden som möjliggör viss flexibilitet kan därför förutses komma att

upplevas som mer användbara och effektiva än om operatörerna inte kan styra något själva. Vidare kan allt som påverkar användbarheten vara avgörande för huruvida skanning kommer nyttjas framför nuvarande arbetssätt, vilket är en förutsättning för att nå lönsamhet (DeLone & McLean, 2003). Således indikerar resultaten i studien att flexibilitet i arbetet är en viktig aspekt att ta hänsyn till i utformningen av skanningslösningar för att en investering ska bli lönsam.

I studien är kriteriet för lönsamhet att en framtida investering ska gå med vinst, vilket i enlighet med DeLone & McLean (2003) visar att företaget uppnår nettofördelar till följd av användning av skanning i produktionen. De kalkyler som gjorts är över en femårsperiod och visar två investeringsalternativ med två olika antaganden om besparingar per investeringsalternativ. Det har visats att endast ett av de scenarion som kalkylerats medför en investering som går plus inom planeringshorisonten på fem år. Det gäller en investering på 10 skannrar samt antagandet att tidsbesparingen för inventering efter lista blir 40%. Först år tre blir nuvärdet positivt med drygt 75,000 kr och efter fem år förväntas det vara cirka 310,000 kr. Skanning-hårdvaran antas i studien ha en ekonomisk livslängd på omkring sju år. Eftersom kalkylen indikerar vinst väl inom det spannet samt eftersom vinsten förväntas vara så pass stor efter fem år är det troligt att företaget tjänar på investeringen även om oförutsedda kostnader uppkommer under tiden. Detta förutsätter dock att ett skanningsflöde för inventering efter lista ger omkring 40% i tidsbesparing.

I kalkylerna har eventuella kostnadsbesparingar för flödet plock av material inte inkluderats. Anledningen till det är att studien inte säkert kunnat visa på att ett plockflöde skulle generera kostnadsbesparingar. Detta betyder att kalkylerna tar höjd för att ett plockflöde inte bidrar till någon lönsamhet. Flödet plock av material anses dock ha potential att bli lönsamt utifrån de undersökningar som gjorts, vilket innebär att lönsamheten av investeringen kan bli bättre än vad kalkylen indikerar. Övriga tre investerings-scenarion kommer högst sannolikt inte bli lönsamma för företaget då de fortfarande går minus efter fem år. Beräkningarna baseras visserligen på många antaganden, men eftersom så pass låga resultat indikeras är det inte troligt att dessa investerings-scenarion kan generera vinst även om felmarginalerna i beräkningarna är stora.

Utifrån det som diskuterats i kapitlet är slutsatsen att skanningsflöden behöver utformas så att de möter de behov som finns hos användarna, vilka i studien primärt visats vara tidseffektivisering och ökad felsäkerhet i produktionen samt även flexibilitet. Detta är en förutsättning för att operatörerna ska välja att arbeta med skanning framför de arbetssätt de har idag, vilket även gör det till en förutsättning för att företaget ska uppnå lönsamhet med implementation av skanning. Resultaten från beräkningar i studien har visat att en första implementation av skanning inte bör ske så att samtliga operatörer får varsin skanner. Detta på grund av att kostnaderna skulle bli för höga i relation till den nytta som skanning bedöms kunna bidra med i de flöden som utifrån studien anses ha lönsamhetspotential. En investering på 10 skannrar har visats kunna leda till lönsamhet för företaget under villkoret att skanningsflödena som sämst presterar på den nivå som antagits i kalkylen. Detta i kombination med de många oklarheter som fortfarande råder kring tekniska aspekter såsom informationsöverföring mellan skanner och affärssystem resulterar i rekommendationen att företaget bör göra vidare

efterforskningar för att klargöra allt tekniskt innan en stor investering i hårdvara och mjukvara sker. Därefter bör de börja med en mindre investering och testa skanning i praktiken för att få konkreta svar på hur väl kraven på användbarhet, effektivitet och lönsamhet uppfylls.

### 5.3 Metoddiskussion

Metodval för studien var viktiga för att kunna få fram ett bra resultat om det som var intressant för studiens syfte. De huvudsakliga metoder som användes i studien var intervjuer, observationer och lönsamhetsberäkningar.

Datinsamling i form av intervjuer och observationer var lämpligt därför att det krävdes väldigt specifik information om hur saker fungerar på företaget som inte skulle vara möjligt att få fram på ett annat sätt än att tala med och observera personal på företaget. En svaghet med urvalet av respondenter i studien var dock att det inte var några externa experter som rådfrågades. Detta kan ha medfört ett snävt perspektiv gällande vilka möjligheter som finns för företaget. Intervjuer med operatörer var av semistrukturerad karaktär, vilket tillät flexibilitet i frågor och svar (N. A. Stanton et al., 2005). Fördelen med detta var att intervjuaren gick in med väldigt lite kunskap och semistrukturerade intervjuer tillät att samtliga intervjuer gav svar på vissa specifika frågor som ansågs nödvändiga samtidigt som det gavs utrymme för att komplettera med information som inte innan var känd att den behövdes. Intervjuer med övriga relevanta intressenter var av ostrukturerad karaktär, vilket gav friheten att föra öppna konversationer och därigenom identifiera vad som var intressant information. Risken med den här intervjumetoden är emellertid att viktig information utelämnas (N. A. Stanton et al., 2005), men detta ansågs inte vara ett problem för den här studien. Det var nämligen möjligt att kontakta respondenterna flera gånger om ifall följdfrågor uppstod.

Framtagning av lösningsförslag var en iterativ process där lösningsförslag och arbetsmoment allt eftersom avfärdades för vidare undersökningar i studien. Fördelen med en iterativ process var att undersökningen snabbt kunde gå vidare och fokusera på de resultat som ansågs mest relevanta. Det resulterade dock samtidigt i att flera moment och lösningsförslag inte grundligt utvärderades, vilket skulle ha bidragit till ett mer gediget beslutsunderlag för företaget.

Validering av användbarheten gjordes med de framtida användarna, vilka är operatörerna. Detta stärker tillförlitligheten av resultaten därför att det är operatörerna som har bäst koll på arbetet i produktionen och bara de kan uttala sig säkert om vad som skulle fungera för dem och vilka preferenser de har. Det var svårt att få återkoppling från så många operatörer som var tänkt, vilket skulle ha varit två operatörer per avdelning. Anledningen till detta var att många operatörer var upptagna med annat arbete när valideringen gjordes. På grund av Corona och restriktioner gällande närkontakt med andra personer genomfördes valideringen som ett möte online. Det hade varit bättre om mötet kunnat hållas fysiskt för att få alla deltagare engagerade och för att kunna avläsa kroppsspråk samt för att kunna interagera bättre med deltagarna. Återkopplingen från operatörerna skulle då sannolikt blivit mer omfattande och nyanserad. Dock fick alla deltagare chansen att uttrycka sin åsikt och de tillfrågades med direkta frågor om vad de ansåg om lösningsförslagen, vilket får tolkas som att de flesta åsikter som fanns blev

uttryckta. Valideringen resulterade slutligen i bra återkoppling för båda lösningsförslagen och uppfyllde därför sitt syfte.

Lönsamhet beräknades genom investeringskalkylering med nuvärdesmetoden. Metoden ansågs lämplig därför att den gör det möjligt att jämföra värdet av betalningar som sker vid olika tidpunkter (Lantz et al., 2018), vilket är väsentligt därför att låneräntor, alternativ köpkraft med mera påverkar pengars värde över tid (Lantz et al., 2018). Därför var det rimligt att ta detta i beaktande i beräkningen av en eventuell investerings lönsamhet. En metदानpassning som gjordes under arbetets gång var att beräkningar över möjliga kostnadsbesparingar med skanning fick utgå från uppskattade värden snarare än bekräftade värden, vilket var tanken från början. Anledningen var att projektet inte nådde stadiet där skanningslösningar kunde testas i praktiken med en skanner för att få fram verkliga siffror. För studien har detta medfört att beräkningar utgår från antaganden om potentiella besparingar och visar vad företaget måste uppnå för en viss lönsamhet. Ur beräkningarna framgår alltså när en investering blir lönsam och inte om den faktiskt skulle vara lönsam. Värdena uppskattades med hjälp av statistik från företagets affärssystem och i samråd med personal på företaget för att säkerställa rimligheten av dem. Utifrån de förutsättningar som gällde var det inte möjligt att göra mer exakta beräkningar.

#### **5.4 Rekommendationer för vidare forskning**

Under arbetet med studien har flera intressanta områden för vidare forskning upptäckts. Lämpligheten av automation genom skanning samt valet av specifik skanner har inte utvärderats utan var förutbestämt. Med tanke på de begränsade förutsättningarna som visats gälla i produktionen rekommenderas företaget således att närmare undersöka om det finns alternativa typer av automation som är bättre lämpade än skanning. Det hade även varit intressant att studera potentialen av skanning i produktionsmiljöer som har andra förutsättningar än de som gällt för den här studien. Exempelvis en linjeproduktion med standardiserade produkter och korta ledtider för att se hur potentialen av skanning skiljer sig. Vidare har det uppmärksammats att flera problem som upplevs i de manuella eftermonteringsflödena inte nödvändigtvis löses bäst genom införandet av ny teknik. I stället kan det exempelvis handla om hur information lokaliseras eller presenteras i affärssystemet och därför kan det vara intressant att undersöka hur användandet av det befintliga informationssystemet kan förbättras. Eftersom studien endast omfattade några avdelningar i produktionen bör vidare efterforskningar göras för att se om skanning kan vara användbart för andra moment på andra avdelningar.

## 6. Slutsatser

Strävan efter ökad effektivitet och kvalitet i tillverkningen av produkter har föranlett den här studien med målet att sammanställa ett beslutsunderlag för en framtida implementation av skanning. De två frågeställningarna studien utgått från är:

- Vilka moment och problem kan skanning underlätta för i manuella monteringsflöden?
- Hur ska skanningsflöden utformas och implementation av dem utföras för att uppnå tillräcklig användbarhet och effektivitet i relation till lönsamhet?

Potentialen av skanning i manuella monteringsflöden har visat sig till stor del bero på de tekniska förutsättningar som gäller. Det är inte enbart hårdvara och mjukvara för skanning som spelar roll, utan det kringliggande systemet måste främja god funktionalitet med skanning för att nyttan ska bli stor. Således är det inte givet att skanning ökar effektiviteten och kvaliteten i produktionen och därför är det nödvändigt att studera separata arbetsmoment för att avgöra var och hur skanning kan bidra. I studien har det framkommit att skanning som är avsett att ske i uppkoppling mot ett nätverk blir kraftigt begränsat ifall uppkoppling inte kan ske trådlöst. Om så är fallet lämpar sig skanning för arbetsmoment som inte kräver mobilitet alternativt arbetsmoment som sker mobilt men där skannern kan arbeta mot ett underlag i offline-läge. Utan begränsningar gällande nätverksuppkoppling kan potentialen av skanning vara stor i produktioner med tillverkning av diversifierade produkter och hög grad av manuellt arbete, vilket skanning kan avhjälpa.

Studien har visat att skanningsflöden behöver utformas så att användarnas behov tillgodoses för att de ska välja nya arbetssätt framför gamla, vilket är en förutsättning för att uppnå lönsamhet med skanning. Det har även framkommit att användare av ett informationssystem inte nödvändigtvis har lika åsikter och behov. Vid förändring är det därför viktigt att involvera ett representativt urval av användare för att bättre säkerställa ett bra resultat.

Beräkningar som gjorts indikerar att en första implementation av skanning bör begränsas till maximalt 10 skannrar och de två flöden som anses ha lönsamhetspotential. Med en ännu större investering bedöms risken vara hög att kostnaderna blir för stora i jämförelse med nyttan som skanning förväntas bidra med, vilket skulle innebära att investeringen inte blir lönsam för företaget. Detta förutsätter dock att föreslagna skanningsflöden som sämst presterar på den nivå som antagits i beräkningarna.

## Referenslista

Bärring, M. (2017). The Space Industry of Tomorrow - A Current State Analysis of a Customer Oriented Production Facility.

De Concini, A., & Toth, J. (2019). The future of the European space sector. Technical report, European investment bank.

DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9–30. <https://doi.org/10.1080/07421222.2003.11045748>

Gorla, N., Somers, T. M., & Wong, B. (2010). Organizational impact of system quality, information quality, and service quality. *Journal of Strategic Information Systems*, 19(3), 207–228. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2010.05.001>

Frohm, J., Lindström, V., Winroth, M., & Stahre, J. (2006). THE INDUSTRY'S VIEW ON AUTOMATION IN MANUFACTURING, *IFAC Proceedings Volumes*, Volume 39, Issue 4, 453-458, <https://doi.org/10.3182/20060522-3-FR-2904.00073>

Lantz, B., Isaksson, A., & Löfsten, H. (2018). Industriell ekonomi: grundläggande ekonomisk analys (Andra upplagan). Studentlitteratur.

Lee, J. D., & See, K. A. (2004). Trust in Automation: Designing for Appropriate Reliance. *Human Factors*, 46(1), 50–80. [https://doi.org/10.1518/hfes.46.1.50\\_30392](https://doi.org/10.1518/hfes.46.1.50_30392)

Harvey, L. (2015). Beyond member-checking: a dialogic approach to the research interview, *International Journal of Research & Method in Education*, 38:1, 23-38, DOI: [10.1080/1743727X.2014.914487](https://doi.org/10.1080/1743727X.2014.914487)

Mattsson, S. (2018). Towards increasing operator wellbeing and performance in complex assembly. Chalmers University of Technology.

Nielsen, J. (1994). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.

Palmqvist, A., Vikingsson, E., Li, D., Fast-Berglund, Å., & Lund, N. (2021). Concepts for digitalisation of assembly instructions for short takt times. *Procedia CIRP*, 97, 154–159. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.218>

Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M., Jacobs, S., & Elmqvist, N. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction: Sixth Edition*, Pearson (May 2016) 88-89.

Stanton, N. A., Salmon, P. M., Walker, G. H., Baber, C., & Jenkins, D. P. (2005). Human factors methods : A practical guide for engineering and design., ch. 2&3, pp. 21–54. Ashgate Publishing Limited.

Urbach N., & Müller B. (2012). The Updated DeLone and McLean Model of Information Systems Success. In: Dwivedi Y., Wade M., Schneberger S. (eds) Information Systems Theory. Integrated Series in Information Systems, vol 28. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6108-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6108-2_1)

van Merriënboer, J.J.G., Sweller, J. (2005). Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions. *Educ Psychol Rev* 17, 147–177. <https://doi.org/10.1007/s10648-005-3951-0>



## Bilaga 1

Tabell 17, 18 och Tabell 19 redogör för de betalningsströmmar som ligger till grund för kalkyl 1 och kalkyl 2. Det vill säga investeringar på 10 skannrar, där kalkyl 1 räknar med en stor besparing för inventering och kalkyl 2 för en liten besparing.

Tabell 17. Kostnadsposter för grundinvesteringen.

<b>Grundinvestering (SEK)</b>	
Skanner 10 st	16,610
Dockningsstation 15 st	1,910
Strömadapter 15 st	390
Strömkabel 15 st	56
Extrabatteri 10 st	650
<b>Delsumma</b>	<b>214,403</b>
Workshop med Novacura	11,200
Dokumentation	5,600
Modifiering offline plock	16,800
Övrig modifiering	5,600
<b>Delsumma</b>	<b>39,200</b>
Projektledning	18,000
Installation NiceLabel	7,200
Workshops	10,800
IT-kostnader konfigurering	7,200
Arbetsutbildning	27,000
Test & utvärdering	10,800
Processbeskrivningar	14,400
Nya plocketiketter	9,000
Konton med rättigheter	22,500
<b>Delsumma</b>	<b>126,900</b>
<b>Totalt</b>	<b>380,503</b>

Tabell 18. Förväntade utbetalningar

<b>Utbetalning</b>	<b>Per år (SEK)</b>
Zebra service	2,886
Användarlicenser 25 st	150,000
Power forms licenser 5 st	14,154
Power forms underhåll	2,831
Underhåll skanner	6,750
<b>Totalt (SEK)</b>	<b>176,621</b>

Tabell 19. Förväntade inbetalningar.

<b>Inbetalning</b>	<b>Per år (SEK)</b>
Besparing inventering (stor)	<b>360,000</b>
Besparing inventering (liten)	<b>180,000</b>

Tabell 20, 21 och Tabell 22 redogör för de betalningsströmmar som ligger till grund för kalkyl 3 och kalkyl 4. Dessa avser investeringar på 25 skannrar där kalkyl 3 räknar med en stor besparing för inventering och kalkyl 4 för en liten besparing.

Tabell 20. Kostnadsposter för grundinvesteringen.

<b>Grundinvestering</b>	<b>(SEK)</b>
Skanner 25 st	41,525
Dockningsstation 25 st	3,183
Strömadapter 25 st	650
Strömkabel 25 st	94
Extrabatteri 10 st	650
<b>Delsumma</b>	<b>503,895</b>
Workshop med Novacura	11,200
Dokumentation	5,600
Modifiering offline plock	16,800
Övrig modifiering	5,600
<b>Delsumma</b>	<b>39,200</b>
Projektledning	18,000
Installation NiceLabel	7,200
Workshops	10,800
IT-kostnader konfigurering	7,200
Arbetsträning	27,000
Test & utvärdering	10,800
Processbeskrivningar	14,400
Nya plocketiketter	9,000
Konton med rättigheter	22,500
<b>Delsumma</b>	<b>126,900</b>
<b>Totalt</b>	<b>669,995</b>

Tabell 21. Förväntade utbetalningar.

<b>Utbetalning</b>	<b>Per år (SEK)</b>
Zebra service	2,886
Användarlicenser 25 st	150,000
Power forms licenser 5 st	14,154
Power forms underhåll	2,831
Underhåll skanner	13,500
<b>Totalt (SEK)</b>	<b>183,371</b>

Tabell 22. Förväntade inbetalningar.

<b>Inbetalning</b>	<b>Per år (SEK)</b>
Besparing inventering (stor)	<b>360,000</b>
Besparing inventering (liten)	<b>180,000</b>