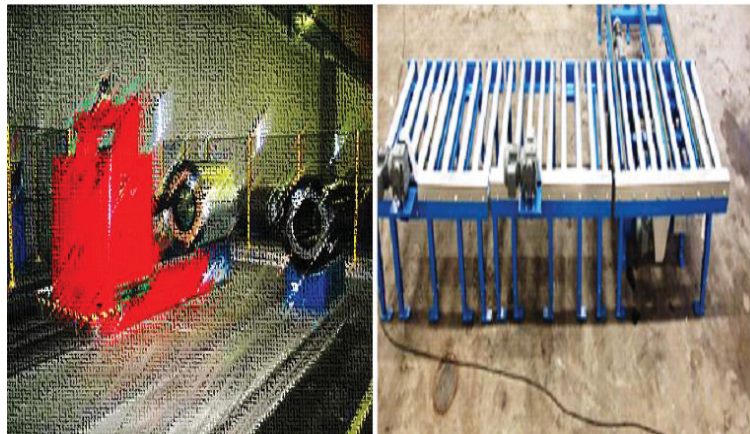


# Materialhantering inom tillverkningsindustri



**Amir Karahalilovic**

Institutionen för Maskinteknik  
Blekinge Tekniska Högskola  
Karlskrona  
2018

---

Handledare: Team Manager Maintenance Bo Svensson, Dynapac  
Universitetslektor Mats Walter, Blekinge Tekniska Högskola

# **Materialhantering inom tillverkningsindustri**

**Amir Karahalilovic**

Blekinge Tekniska Högskola  
Institutionen för Maskinteknik  
Karlskrona  
2018

Följande arbete är utfört som en obligatorisk del av utbildningen på högskoleingenjör i maskinteknik, Blekinge Tekniska Högskola.

## Sammanfattning

Materialhantering inom tillverkningsindustri är en viktig del av dagliga arbetsuppgifter som företaget måste lägga tid på. Det anses vara del där företaget kan spara mycket tid och pengar genom att hantera material på rätt sätt. Genom bra materialhantering underlättar företaget för sina anställda och samtidigt gör arbetsplatsen mer säker. Dagens tekniska lösningar möjliggör hel eller del automatiserade lösningar som förebygger möjliga arbetsskador och effektiviserar materialhantering. Del eller hel förändring av layouten kan vara en stor utmaning för hela företaget eftersom den kan påverka hela materialflöde inom tillverkningen.

Det som behandlas i rapporten omfattar både tekniska lösningar, arbetsmiljö och förutsättningar som kan vara avgörande för att genomföra och åstadkomma en effektiv och lönsam lösning. För att komma fram till ett slutgiltigt resultat krävs noggrann undersökning av lösningar. För att uppnå alla krav krävs metodiskt arbete med framtagning av lösningsförslag.

För att hitta lösning med bra säkerhetsnivå som är största kraven av uppdragsgivare arbetar man med riskbedömningen som ingår i CE-märkning av olika system. CE-märkning är tillverkarens uppgift men ofta inom materialhantering inom tillverkningsindustri så kombinerar företaget flera olika lösningar för att uppnå bästa resultat. Åtgärden kräver att hela systemet måste certifieras för att bli godkänt för användning i tillverkningsprocessen.

Lösningen som anses vara mest lämplig för hantering av alla sorter valsar på Dynapac är Automatiskstyrd fordon som uppfyller alla säkerhetskrav och visar god effektivitet i utförande av arbetet. En annan viktig aspekt som anses vara fördel jämfört med motordriven kedjebana är anpassningsmöjligheter och uppdateringar av hela processen som AGV truck kan göra utan större ombyggnationer i produktionslayouten.

**Nyckelord:**

Materialhantering, AGV-truck, motordriven kedjebana, CE-märkning, återbetalnings

## Abstract

Material management in the manufacturing industry is an important part of the daily duties that the company must spend time on. It is considered to be the part where the company can save a lot of time and money by managing materials properly. By good materials management facilitates the company for their employees and at the same time make the workplace more safe. Today's technologies allow for full or partial automated solutions that prevent possible injuries and streamlines materials management. Part or full modification of the layout can be a big challenge for the company as it can affect the entire material flow in manufacturing.

t dealt with in the report covers both the technical solutions, the working environment and conditions that may be essential to implement and achieve an effective and profitable solution. In order to reach a final result needed careful examination of solutions. To achieve all requirements necessary methodical work on the development of proposed solutions.

To find the solution with a good level of security is the main requirements of clients working with the risk assessment included in the CE-marking of different systems. CE marking is the manufacturer's task but often within materials management in the manufacturing industry as the company combines several different solutions in order to achieve the best results. The measure requires that the entire system must be certified in order to be approved for use in the manufacturing process.

The solution that is considered most suitable for handling all kinds of rollers on Dynapac's automatic guided vehicles that meet all safety requirements and showing good efficiency in the execution of the work. Another important aspect that is considered to be advantageous compared to the motorized chain course customization and updates of the whole process as automatic guided vehicles can do without major redevelopment in the production layout.

## Förord

Mina studier till Högskoleingenjör inom Maskinteknik vid Blekinge Tekniska Högskola avslutas med detta examensarbete. Arbetet motsvarar 14 högskolepoäng och genomfördes under vårterminen 2018.

Jag har under den tiden träffat och fått mycket hjälp av en rad olika personer som jag här skulle vilja tacka. Jag vill börja med att tacka min handledare Mats Walter på Blekinge Tekniska Högskolan och mina två handledare från Dynapac Bo Svensson och Claes-Olof Olofsson. Utan deras hjälp skulle inte detta arbete varit möjligt att genomföra.

Jag vill vidare tacka personalen från Dynapac som har hjälpt mig med sina goda råd. Med deras hjälp kunde jag lättare sätta mig i dagliga moment som utför i produktionen.

Jag vill slutligen tacka min familj som hjälpte mig med sitt stöd att klara alla hinder under projektets gång.

## Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>1</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>Förord</b> .....	<b>4</b>
<b>Innehållsförteckning</b> .....	<b>5</b>
<b>Inledning</b> .....	<b>8</b>
1.1 Företag.....	8
1.2 Valsar som hanteras i produktionen .....	9
1.3 Bakgrund uppdraget .....	10
1.3.1 Företagsuppdrag och önskemål .....	15
<b>Syfte</b> .....	<b>15</b>
<b>Teorin</b> .....	<b>16</b>
3.1 Automatisk styrda fordon.....	16
3.1.1 Olika typer av styrningssystem.....	16
3.1.2 Styrning med tråd i golvet .....	17
3.1.3 Styrning med tejprensa .....	17
3.1.4 Laser styrning .....	18
3.1.5 Modulerade laserstyrning .....	18
3.1.6 Pulserande lasrar skanner .....	19
3.1.7 Tröghet (Gyroskops) vägledning .....	19
3.1.8 Naturliga funktioner (Natural Targeting) navigering .....	20
3.2 Styrsystem .....	20
3.3 Säkerheten .....	23
3.4 Typer av AGV .....	24
3.5 Användningsområde .....	25
3.5.1 Hantering av olika material grupper med Automatiskt styrt fordon AGV .....	26
3.5.2 Ett själv organiserat automatiskt guidat fordon (Fallstudie).....	27

3.6	CE-märkning .....	29
3.6.1	Bedömning av risker i en ihop satt maskinsystem .....	29
3.6.2	Första steg i riskbedömningen är att identifiera vilka risker finns .....	30
3.6.3	Ny bruksanvisning .....	30
3.6.4	Nödstopp och styrsystem ska bedömas .....	30
<b>Metod</b>	.....	<b>31</b>
4.1	Fyra stegs metod.....	31
4.2	Framtagning av lösningsförslag .....	32
4.3	För och nackdelar med lösningar .....	32
4.4	CE-märkning .....	32
4.5	Återbetalningstid av investeringen .....	35
<b>Resultat</b>	.....	<b>36</b>
5.1	Användning av befintlig bana .....	36
5.2	Hämta valsar med trucken direkt från avlastning konstruktionen..	37
5.3	Motordriven kedjebana.....	38
5.4	Port placerad vid avlastningsställen .....	39
5.5	AGV-truck.....	40
5.5.1	Ramkonstruktion .....	40
5.5.2	Moduluppbyggnad .....	40
5.5.3	Hjulkonfiguration.....	41
5.5.4	Kontrollsystem.....	41
5.5.5	Drivverk .....	42
5.5.6	Elsystem.....	42
5.5.7	Lastbärare.....	42
5.6	För och nackdelar med olika förslag .....	43
5.6.1	Motordriven kedjabana.....	43
5.6.2	AGV truck.....	44
5.6.3	Industri port .....	46
5.7	Payoff-metoden .....	47

5.7.1 Återbetalningstid för AGV-trucken.....	47
5.7.2 Rullbana återbetalningstid .....	47
5.8 Säkerhet kring maskiner och utrustningen i maskinverkstaden .....	48
5.8.1 AGV-truck .....	48
5.8.2 Säkerheten kring motordriven kedjetransportbana .....	49
5.9 Beräkningskalkyl för Automatiskstyrd fordon och motordriven kedjebana.....	49
<b>Diskussion .....</b>	<b>51</b>
<b>Slutsatser.....</b>	<b>52</b>
<b>Vidare utveckling av projektet .....</b>	<b>53</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>54</b>
<b>Bilagor .....</b>	<b>55</b>

# 1. Inledning

## 1.1 Företaget

Dynapac en av världsledande tillverkare av asfalt och jordpackningsmaskiner. Fabriken i Karlskrona tillverkar alla sortsvalsar som används i slutmontagen av vältar.

38 olika sorter valsar som skils åt i storleken och utformningen tillverkas i Karlskrona fabriken.

Under årets gång slut monteras och levereras till kund 3000 vältar.

Förutom tillverkningen av vältar sitter utveckling avdelning som ständigt förbättrar och utvecklar bättre teknik inom området.

I Karlskrona fabriken sitter också servisavdelning som utför servicearbete i fält och täcker större delen av Sverige.



*Figur 1 Vältar som tillverkas i Karlskrona fabriken*

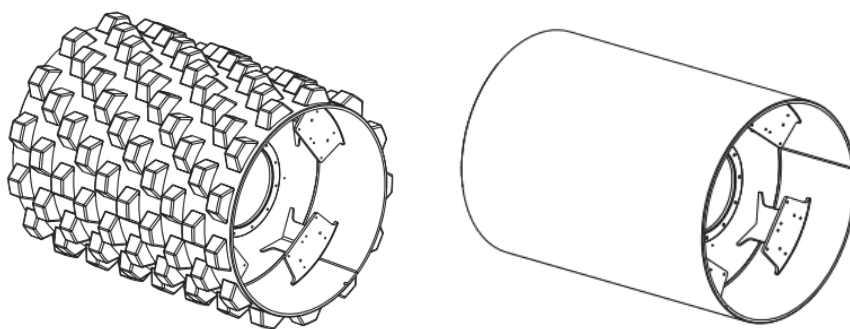
Olika vältar som tillverkas i Karlskrona fabriken.

## 1.2 Valsar som hanteras i produktionen

Valsar som hanteras i produktionen skiljer sig åt i storleken och utformningen.

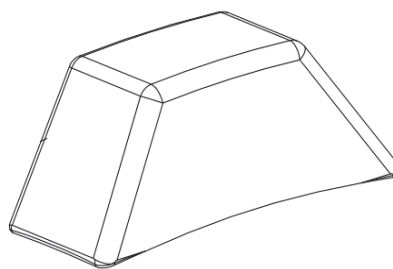
Valsar som tillverkas i Karlskrona varierar i längden från 1500 mm till 2300 mm och diameter

Från 1150 mm till 1300 mm.



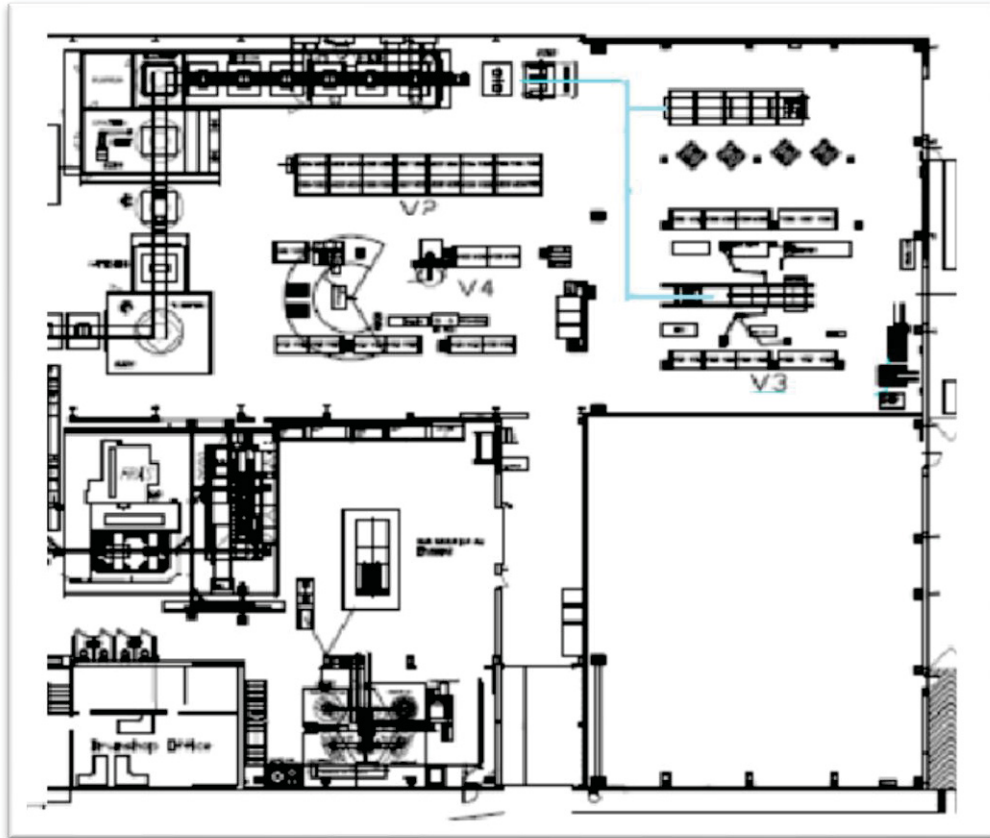
*Figur 2 Olika typer av valsar som hanteras i produktionen*

Valsar med PADs som används för jordpackning har två olika utformningar. 171 x 82 mm och 257 x 133 mm.



*Figur 3 PAD:s som svetsas på valse*

## 1.3 Bakgrund uppdraget



*Figur 4 Layout av dagens valshanteringen med Automatiskt styrt fordon*

Företaget hanterar valsarna från måleriet med hjälp av självgående trucken som förflyttar valsar från avlämningsplatsen vid måleriet till en avlastningsbana. Befintliga självgående trucken har problem med mjukvara och kan inte hantera hela processen automatisk. Montörer måste köra trucken manuellt från avhämtningsställen till avlastningsbana. Detta momentet ursakar slöseri men tid för arbetarna och är en risk för arbets säkerheten eftersom kollision men omkring liggande pallställ och annat gods skulle kunna förekomma.



*Figur 5 Anordning från måleriet*

Första stege i processen av valshantering är överlämning av valsen från måleriet som visas i figur x.



*Figur 6 Valsen placerad på avlastningsplats.*

Steg två i processen som visas i figur x är att valsen placeras avlastningsställe för vidare transport med AGV trucken.



*Figur 7 AGV trucken klar för upphämtning av valsen*

Steg tre i processen är upphämtning av valsen med hjälp av AGV trucken. Det är steg tre som ställer till problem i hela hanteringsprocessen eftersom befintliga trucken har problem med mjukvara. Montörer från avdelningen måste utföra hela processen manuellt med handkontrollen. Hela processen är riskabelt eftersom den utförs i relativt trång utrimme där trucken roterar runt med stora last som vid fel hantering kan oraska både personliga och materiella skador.



*Figur 8 Avlastningsbana för valsar*

När montören har roterat valsen från upphämtningsställe körs trucken fram till avställningsbana och valsen ställs av som visas i figur x.

Annat delmoment i materialhanteringen är vals hantering av montörer som med hjälp av travers förflyttar valsar till monteringsstation som är placerad i andra delen av lokalen. Montören brukar förbereda valsen för upphämtning med truck för vidare transport till en annan avdelning.

För att trucken skall kunna hämta valsen måste den roteras 90 grader från ursprungliga läge på banan och det utförs med.

Hanteringstid för en montör är 10 min per vals och företaget tillverkar 3000 valsar per år. Därför vill företaget ersätta den gamle AGV - trucken med något effektivare lösning.

### **1.3.1 Företagsuppdrag och önskemål**

Ledningen från Dynapac ville ha lösningsförslag hur den nuvarande AGV truck kan bytas ut. Företaget behövde hjälp med att hitta lösning på automatisk buffertlagring och alternativt buffertområde.

Genom att göra det skulle ledtiden från färdigmålad vals till platsen för vidare transport till monteringsstationer kortas.

En annan viktig sak är som företaget vill försöka minska på är manuellhantering av valsar. Genom att minska manuellhantering av godset förebygger man risker för skador som en viktig aspekt för hela lösningsförslaget.

Ledningen ville ha förslag på kostnader för hela systemet. Design och hur mycket sparar företaget i arbetskostnader med automatiskt system.

## **2 Syfte**

Projektens syfte är i största grad att genom uppdraget från tillverkningsföretaget Dynapac använda kunskaper från studier i verkligheten för att lösa olika problem som uppkommer på vägen till slutresultatet. Fördjupningsstudie av olika moment inom produktionen och olika säkerhetsåtgärder som ska tas till hänsyn när olika lösningar tas fram.

## 3 Teorin

### 3.1 Automatisk styrda fordon

Automatiska styrda fordonssystem (AGV) har funnits sedan 1953. Uppfinnare utformade en metod för att automatisera förar styrd truck som hade använts i fabriker i årtal genom att utveckla ett "spår" för fordonet som

ska följas genom att gjuta in en tråd i fabriksgolvet. Första styrsystemet skapades genom att sensorer på botten av vagnen letade efter ett magnetfält. Magnetfältet skapades av en ström som löper genom en tråd i golvet. Stationskoder bestod av en uppsättning magneter (nord och syd kombinationer) i golvet som fordonet kan läsa för att stanna vid en bestämd station.

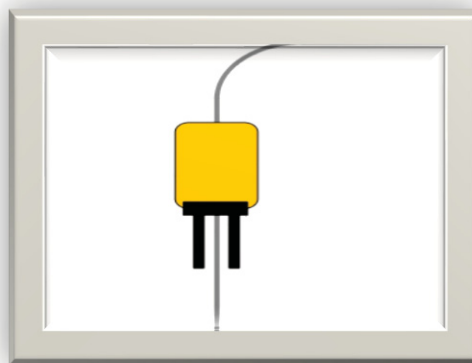
Efterfrågan och marknadskrav på tillverkare av AVG ledde till ett mer komplicerat och konkurrenskraftigt fordon som styrs av laserstrålar. AVG finns i olika modeller och storlekar som gör det möjligt att använda dem för att transportera varor i olika delar av tillverknings och lager. Som ex. kan [1] nämnas olika branscher: papper, metaller, samt mat, medicin och kläder inom sjukhus.

#### 3.1.1 Olika typer av styrningssystem

Styrning av AGV truckar kan göras på olika sätt beroende på fabriksproduktions utformning och krav på precision.

### 3.1.2 Styrning med tråd i golvet

Ett spår skärs i golvet och en ledning placeras 3 cm under ytan. Spåren anpassas efter den väg som AGV ska följa. Tråd används för överföring av en radiosignal. Sensor installeras på bottenplatta av AGV så nära marken som möjligt. Sensorn används för att spåra relativa läget för radiosignalen som överförs genom ingjutna tråden som visas i figur 7. Spårad information används för reglering av styrkretsen, vilket möjliggör att AGV trucken följer kabeln till bestämd plats. [2]



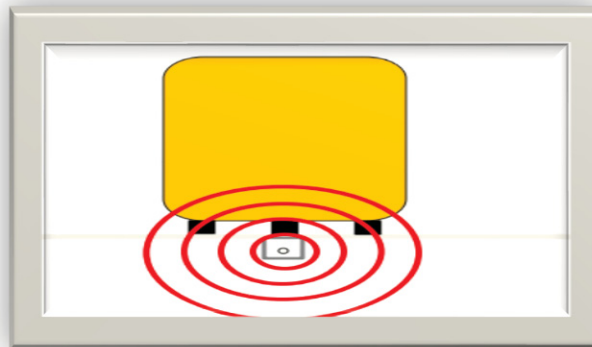
Figur 7. Styrning med tråd ingjuten i golvet  
(foto hämtad från [www.mhi.org](http://www.mhi.org))

### 3.1.3 Styrning med tejprensa

AGV som använder tejp för styr bana. Tejprensa görs i två olika utformningar: magnetiska eller färgade. På AGV enheten monteras lämplig styrsensor som används för att gå efter tejpens bana. En stor fördel med tejp/band över trådstyrd styrning är att den lätt kan tas bort och anpassas efter önskan bana genom produktionen eller lager. Färgad tejp är en billigare alternativ men med nackdel att i företaget med högproduktions impuls kan tejpens skadas eller smutsas när. En av fördelarna med magnetisk styrtejp är dubbelpolariteten där små bitar av magnettejpen kan placeras där ändring av riktningen är nödvändig. [2]

### 3.1.4 Laser styrning

AGV navigering utförs genom montering av reflekterande tejp på fasta maskiner, väggar och stolpar. Lasersändare och mottagare för monteras på ett roterande torn som visas i figur 8. Sensor överför och tar emot laserstrålar. Avståndet och eventuell vinkel till reflektorer inom synfältet och räckvidden identifieras och beräknas



**Figur 8** Första AGV som laserades 1953 (foto hämtad från [www.agvsystems.com](http://www.agvsystems.com))

automatiskt. Information som registreras används för jämförelse med mappen över layouten för reflektorerna som lagras i minnet på AGV. Informationen möjliggör för navigationssystemet att avgöra exakt AGV position (x y z position). Statuspositionen jämförs med programmerad bana till layoutkartan av reflektorer. Justering i styrningen görs för att hålla AGV på rätt spår och på detta sättet kan trucken navigeras till ett önskat mål genom ständigt uppdateringar av positionen. [2]

### 3.1.5 Modulerade laserstyrning

Modulerat laserljus ger större utbredning och bättre noggrannhet över pulserande lasersystem. Genom att sända iväg en kontinuerlig modulerat laserljus kan systemet få en oavbruten reflektion så snart skannern når synfält med en reflektor. Reflektionen upphör vid Reflektorns bakkant avgör när reflektionen upphör som förbättrar en noggrann mätning från varje reflektor vid skanningen. Genom att användning av modulerad laser kan systemet

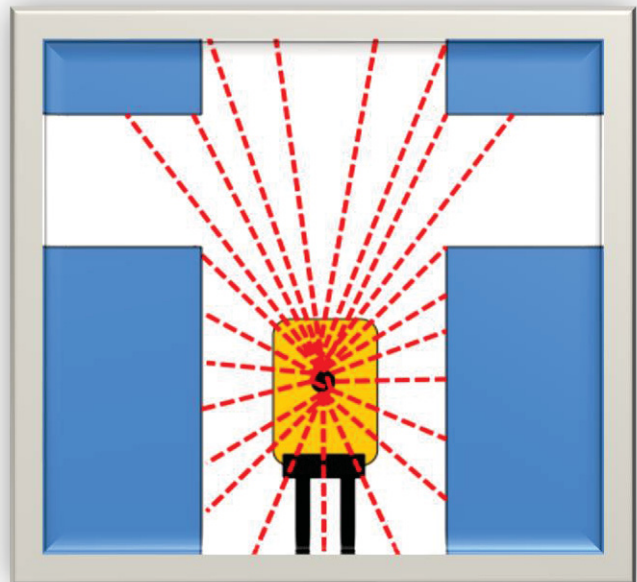
uppnå en vinkelupplösning av  $\sim 0,006^\circ$  grader vid 8 skannervridningar/sekund. [2]

### 3.1.6 Pulserande lasrar skanner

En pulserad laserskanner avger laserljus med en hastighet av 14 400 Hz vilket ger en maximal upplösning på  $\sim 0,2^\circ$  vid 8 skannervridningar per sekund. För att uppnå en fungerande navigering måste avläsningarna interpoleras baserat på det reflekterade laserljusets intensitet för att identifiera reflektorns centrum.

### 3.1.7 Tröghet (Gyroskops) vägledning

En form av en AGV-vägledning är tröghetsnavigering fungerar som en kompass. Med hjälp av tröghetsledning styrs och överförs datorstyrningssystemet uppgift till fordonet. Transpondrar är placerade i arbetsplatsens golv. AGV använder dessa transpondrar för att verifiera att fordonet är på kurs. Ett gyroskop kan upptäcka den minsta förändringen i fordonets riktning och korregerar den för att hålla AGV på sin väg. Felmarginalen för tröghetsmetoden är  $\pm 2,54$  cm. [2]

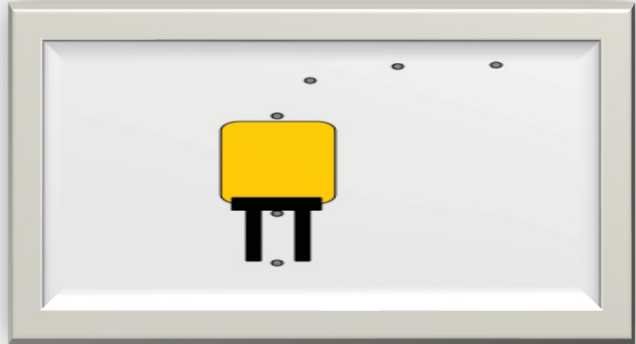


Figur 10 Figur 5. Gyroskopisk vägledning (foto hämtad från [www.mhi.org](http://www.mhi.org))

### 3.1.8 Naturliga funktioner (Natural Targeting) navigering

Navigering utan att behöva ändra av arbetsytan kallas naturliga funktioner eller naturlig riktning navigering. Metod använder en eller flera avkännarsensorer, som t.ex. ett lasergyroskop eller tröghetsmätningseenheter med

lokaliseringstekniker som kan spela in lokaler för att förstå var den är när den dynamiskt planerar den kortaste tillåtna vägen till dess mål. Fördelen med systemet är flexibiliteten för leverans på begäran till olika platser. Fel hantering utan att sätta ner hela tillverkningsoperationen, eftersom automatiskt styrt fordon AGV kan planera att runt gå misslyckade enheten. Snabba installera med mindre stopptid för fabriken. [2]



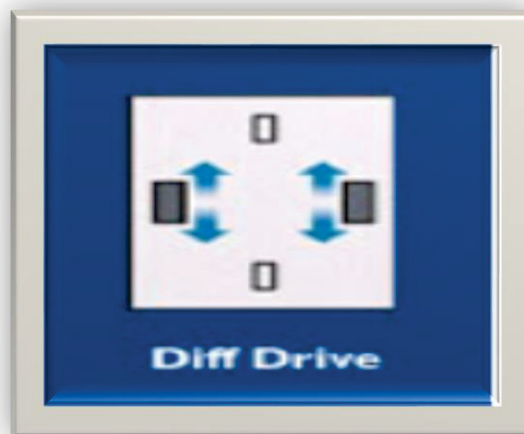
Figur 11 Figur 6. Naturligs funktioner navigering (foto hämtad från [www.mhi.org](http://www.mhi.org))

## 3.2 Styrssystem

Tre olika styrsystem används för att hjälpa en AVG navigering. Vanligaste styrning är

differenshastighetsstyrningen.

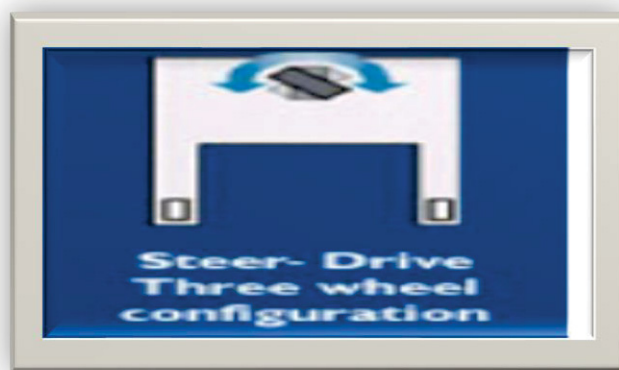
Metod går ut på att två oberoende drivhjul används. Enheter drivs med olika hastigheter för att vrida eller samma hastighet för att AGV trucken ska kunna gå framåt eller bakåt. Styrmetoden är den enklaste eftersom det inte kräver



Figur 12 Figur 7. Tvåhjulstyrningar (foto hämtad från [www.transbotics.com](http://www.transbotics.com))

några extra styrmotorer och mekanism för att klara styrningen. Detta metoden används inte på en AGV som t transporterera och vänder sig i trånga utrymmen och AGV som arbetar nära maskiner kan inte använda denna metoden. Inställning för hjulen används inte i bogseringsapplikationer eftersom AGV skulle orsaka att släpvagnen välta när den vände. [3]

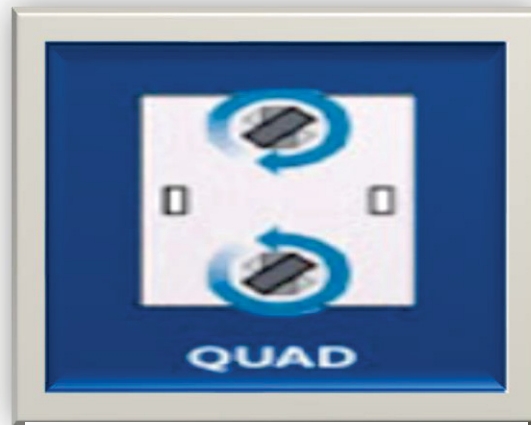
Andra typen av styrning som används är styrningen med styrhjulet. Denna typ av styrning kan likna bilens styrning. Skillnaden är att det här är inte så mycket manövrerbart. Vanligare styrning är att använda ett trehjuligt fordon som liknar en trehjulsgaffeltruck som använder drivhjulet som vridhjulet. Genom att använda vridhjulet är trucken mer exakt att följa den programmerade banan än den differenshastighetsstyrda trucken. AGV av denna



Figur 13 Figur 8 Styrhjulsstyrning (foto hämtad från [www.transbotics.com](http://www.transbotics.com))

typen har mjukare vridning. AGV med styrhjulskontrollen kan användas i alla områden inom företaget till skillnad från den differensstyrda. Rattstyrning används för bogsering och kan ibland få en operatör att styra den vid eventuella problem med styrprogrammen. [3]

Tredje typen är en kombination av differential och styrhjulsstyrning. Två oberoende styr och drivmotorer är placerade på AGV:s diagonala hörn och svänghjul är placerade på andra hörn. Trucken kan vända sig som en bil (roterande i en båge) i alla riktningar. Det kan vända sig i vilken riktning som helst och den kan köra i differentierat läge i olika riktningar. [3]



Figur 9. Två oberoende styrmotoder (foto hämtad från [www.trannsbotics.com](http://www.trannsbotics.com))

För att AVG ska kunna klara olika arbetsmomentet inom produktionen måste den kunna välja rätt bana och det gör med några olika metoder som beror på styrningen. En av metoderna är frekvensvalet som används bara vid kabel baserad navigering. AVG beslut vid frekvensvalsläget baseras på frekvensen som sänds ifrån golvet. Vid en punkt på tråden där banan delar sig bestämmer AVG med hjälp av lagrad tabell i minnet vilken väg är best. Metoden är inte lätt att expandera och kostar relativt mycket.

Ett annat läge är sökvägläge och baseras på förprogrammerad sökväg där AVG använder mätningar från sensorer och jämförs med mätvärde från programmet. Vid beslutspunkten för AVG avgör trucken bara om den ska följa väg 1,2,3 ... och det är enkelt eftersom vägen är redan förprogrammerad. Relativt kostsamt alternativ eftersom det krävs team av programmerare för att göra programmet. Relativt lätt att ändra och ställa in.

Ett annat läge är magnetbandsläge där magnetbandet läggs på golvets yta eller grävs när 10mm i en kanal. Bandet används för att styra AGV men också att i samband med andra kombinationer av polariteten, sekvenser och avstånd som läggs bredvid spåret hjälper fordonet att öka farten eller skata när, stanna vid behov och byta spår. [3]

### 3.3 Säkerheten

Vid företaget med flexibla och effektiva produktioner används ofta mer än bara en AGV truck och det kräver åtgärder med trafik kontroll så att det inte förekommer olyckor och totala stopp inom material leveranser. Kontrollen utförs oftast lokalt eller via styrdator. Det reglerar zonkontroll, framkommande kontroll och kombinationskontroll.



*Figur 14 Figur 10 Automatisk styrda fordon (AGV) med drivna rullar (foto hämtad från [www.Egemin-automation.com](http://www.Egemin-automation.com))*

Zonkontroll används i dem flesta av företag och är relativt enkelt att installera och expander. Trådlös sändare används för att sända en signal i ett specifikt område. AGV innehåller en avkänningsanordning för att kunna ta emot signalen från avsändaren. Och automatisk skicka signalen tillbaka till avsändare. Om område är ledig från andra AVG truckar så sänds signal ”Clear” och alla AVG kan passera området. I fal att någon AGV är i området skickas stopp signalen till resten av truckar och med det undviks möjlig kollision. Positivt med denna metoden är att det är ett kostnadseffektivt sätt att styra ett område. Nackdel är att om en zon är ur funktion kan det ursaka kollision mellan AGV truckar. [8]

En annan säkerhetsåtgärd är kollisionundvikande som byggs på att AG utrustas med sensorer som fungerar som radar (infraröd sensor och stötfångare som används som fysisk kontaktgivare. Alla AVG utrustats med stötfångare som är en viktigt extra säkerhetsgrej Problemet med dessa åtgärder är att de skyddar AVG bara från sidor som täcks av sensorer och tekniken är svåra att installera och jobba med.

Kombinationskontroll som namnet säger är kombination av kollisionsavvikande sensorer och zonkontrollsensorer. Genom att kombinera

dessa två typer av säkerhetsåtgärder täcker varandras svagheter och med det höjer säkerheten på en annan nivå. [8]

### 3.4 Typer av AGV

En av första typer av AGV som används att dra vagnar med lastad material. En annan typ av AVG är lastfordon som är utrustad med lastdäck där är oftast automatisk lastöverföring. Lastplatsen kan vara fast eller höjbar samt med drivna och stela driv-rullar. Förekommer också fordon med däck som innehåller flera fack som underlättar vid transport av olika material.



Figur 15 Figur 11. Pallhantering med automatiskt styrt fordon (AGV) (foto hämtad från [www.Egemin-automation.com](http://www.Egemin-automation.com))

En annan alternativ är AGV pallettruck är anpassad för att transportera pallade laster från och till golvnivå. [9]



Figur 16 Figure12. Automatisk styrt fordon (AGV) gaffeltruck (foto hämtad från [www.egemin-automation.com](http://www.egemin-automation.com))

En annan alternativ i AGV:s sortimentet är gaffeltruck som har förmåga att hantera laster både från golv och i olika höjder. Vid behov kan de stapla laster i angivet pallställ.

En annan alternativ vid hantering av mindre laster är Light Load automatisk styrda fordon (AGV) som används för att transportera små detaljer och korgar. Deras konstruktion tillåter fordonet att fungera i begränsade områden med lite utrymme.



Figur 17 Figur 13. Light Load Automatiskt styrta fordon (AGV)  
(foto hämtad från [www.egemin.hemsida](http://www.egemin.hemsida))

### 3.5 Användningsområde

Automatiskt styrda fordon kan användas inom olika område i tillverkningen samt transporten av olika materialtyper där precision och effektivt arbetssätt krävs dagligen. AVG klarar att hantera mängder av olika material typer samt pallar, rullar, vagnar och behållare. Därför är dem eftertraktade inom olika industriområde.

Fordon klarar av repeterande rörelse av material över ett område samt punktlig leverans av laster. Passar best i verksamhet med två eller flera skift och verksamhet där kontroll över materialet är av stor betydelse.

[9]

### 3.5.1 Hantering av olika material grupper med Automatiskt styrt fordon AGV

AGV används ofta som transportör av olika materialer som t.ex. stål gummi, papper, och plaster. Ett av de första arbetsområden för AGV var arbetet i processrörelse där fordonet används för att flytta materialet från lager till produktion och från bearbetningen till annan bearbetningsprocess. Ett annat område är pallhantering som är en av områden som används mest inom tillverkningen. Upprepande moment som ska göras där ingår leverering av paletter med material till produktionen och avhämtning av tomma paletter.



Figur 18 Figur 14. Automatiskt styrt fordon (AGV) används för hantering av pappersrulle (foto hämtad från [www.egemin-automation.com](http://www.egemin-automation.com))

Slutföra produkthantering är också en av viktiga arbetsområden för AGV där fordon flyttar färdiga produkter från tillverkningsbana till lager samt förflytta produkter till stationer för leveranser till kunder. Rullhantering inom pappersbruk, stålproducenter och plasttillverkare är också ett av många områden där automatisk styrda (AGV) används. [5]

Ett annat område som används av automatisk styrda fordon (AGV) är fordontillverkningsindustri där systemet installeras i stämplingsanläggningar, kraftövervakningsanläggningar och monteringsanläggningar där fordonet levererar råvaror och flyttar slutmonterade produkter till lager eller utleveransavdelning. [5]



Figur 19 Figur 15. AVG installerad inom fordonsindustri

### 3.5.2 Ett själv organiserat automatiskt guidat fordon (Fallstudie)

Fallstudie genomfördes för att försöka åstadkomma självstyrande pakethantering. Huvudidé

var att lösa problemet mellan olika AVG-systemet med JASOF -ramverk modellering. Systemet byggs på att Automatiserade styrda fordon delas i fyra agenter: (1) Destination agent som representerar destinationen (2) Lageragent som är ansvarig för lager; (3) Transporter Agent som representerar AGV-problemet; (4) Platsagent som representerar stationer mellan lager och destinationerna.

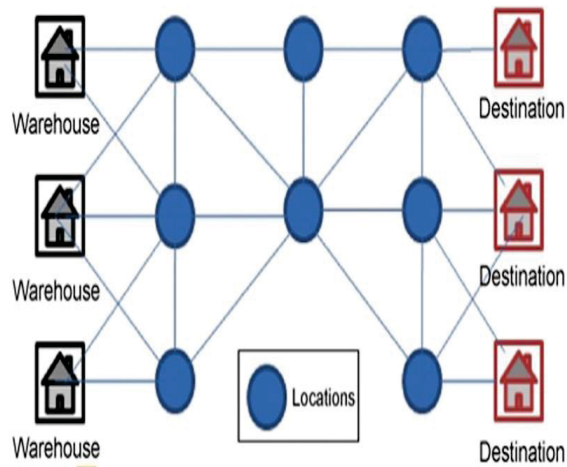
1. Destination agent är ansvarig för att ta emot de paket som transporteras av Transporter-agenten och att informera, med hjälp av diffusionsmönstret, andra agenter om vad den kan göra.

2. Lageragent är ansvarig för att registrera och hantera närvaron av paket i sin plats. När paket anländer, driver agenten diffusionsmönstret för att sprida informationen i miljön, vilket ger information om att en ny last är tillgänglig och redo att transporteras

3. Transporter agent representerar AGV ansvarig för att transportera paket från lager till sina destinationer. Deras arbetsuppgifter är: Flytta, välj last och släpp last. Varje åtgärd modellerades som ett steg i ett återkommande mål: medan Transporter inte laddas med ett paket som ska transporteras, kommer automatiserat styrt fordon AGV agenten att flytta förbi andra AGV i systemet för att få information om platser som har ett paket att transportera. Denna rörelse upprepas tills agenten hittar ett paket.

4. Platsagent koordinerar genom att signaler olika paket för avhämtning och överlämning. Samtidigt så håller agenten koll på om lediga platser för avlastning och i fall platsen är inte lika med noll så om koordineras transporter till en annan plats.

En av framtida lösningar är självorganiserande mall modulerade till förmåga det grundläggande byggstenen att konstruera självorganiserande multiagent-system eller nya självorganiserande mall. JASOF-metoden illustrerades med AGV-fallstudien. Den AGV studie omfattar tre olika medel: (1) Plats - genomför avdunstningen, diffusioner, och aggregation; (2) Lager - implementerar diffusionsmönstret; och (3) Destination - implementerar diffusionsmönstret. Denna fallstudie visar JASOF:s möjlighet till genomförandet av komplexa och decentraliserade problem, inte bara illustrera hur sådana problem kan få en underlättad lösning genom ihop sättning av självorganiserande mönster och som enkelt implementeras genom att använda agenter mål och planer modell. Ramen är ett första steg mot en infrastruktur där komplexa och decentraliserade system automatiskt kan alstras från högnivåspecifikationer, som domänspecifika språk. Framtida arbete anses vara validering idéer från fallstudier i mer komplicerade fallstudier och komma fram till riktlinjer för att hjälpa till att skapa nya självorganiserande mönster med hjälp av fallets föreslagna infrastruktur.

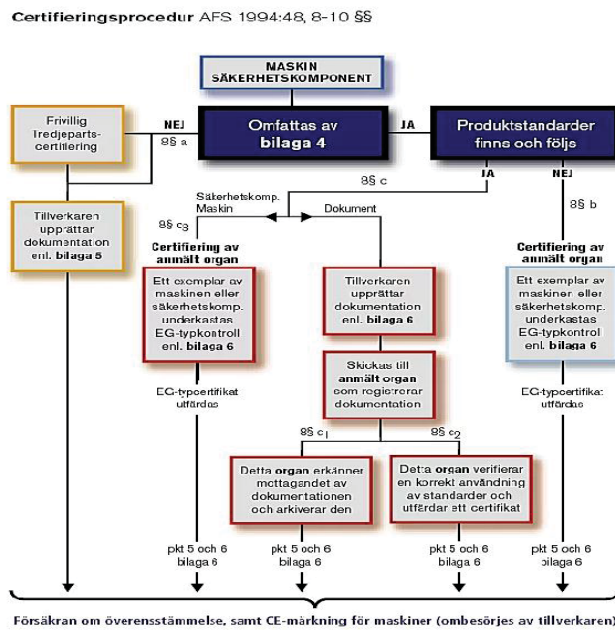


*Figur 20 Självorganiserad AGV system*

[7]

## 3.6 CE-märkning

Företag som bygger om eller sätter ihop flera maskiner som ska fungera tillsammans som en maskinlinje måste riskbedömas och CE märkas som en enhet. Lagen omfattar alla område inom tillverkningsindustri som t.ex. arbetsgivare, egen företagare, konstruktör eller konsult. Varje maskin som ingår i tillverkningslinje kan vara riskbedömd och CE-märkt för sig, men det är inte tillräckligt. Nya risker uppstår då de enskilda maskinerna kopplas ihop till en och därför behöver även en totalbedömning göras av säkerheten. [10]



Figur 21 Certifieringsprocedur bilden tagen från Arbetsmiljöverkets hemsida.

### 3.6.1 Bedömning av risker i en ihop satt maskinsystem

När man bygger ihop flera maskiner måste vi alltid göra en dokumenterad riskbedömning eftersom sammankopplingen av maskiner ska alltid vara säker.

Riskbedömning av maskinlinjen innebär att:

- Undersöka vilka risker som finns
- Bedöma riskerna
- Åtgärda riskerna
- Kontrollera att åtgärderna haft effekt

### **3.6.2 Första steg i riskbedömningen är att identifiera vilka risker finns**

För att kunna göra en riskbedömning behöver man ha kunskaper om vilka risker som finns, eventuella tillbud och olyckor som kan inträffa, även vid underhåll av maskiner och driftstörningar. Det är anses vara viktigt att se över är ihop sättningspunkter mellan maskinerna. Med detta menas nya risker som kan uppkomma när maskiner byggs ihop som exempel okontrollerad start av maskin, klämrisker vid hantering av maskiner och ergonomiska risker.

### **3.6.3 Ny bruksanvisning**

Som påföljd av ombyggnaden och ihop sättning av olika maskiner måste en ny bruksanvisning göras för hela systemet som ska innehålla:

- service- och underhållsinstruktioner
- information om hur driftstörningar ska lösas

### **3.6.4 Nödstopp och styrsystem ska bedömas**

Riskbedömningen ska också innehålla en bedömning av hur många nödstopp som behövs och placering.

Riskbedömningen omfattar även ihopsatta maskinstyrsystem. Om maskinsystem har ett gemensamt styrsystem ska den normalt CE-märkas.  
[10]

## **4. Metoden**

### **4.1 Fyra stegs metod**

Första steget var att begränsa och definierar konkreta problemet. Det underlättar mycket eftersom genom att diskutera med uppdragsgivare kunde jag sätta ramar för vidare projekts arbete.

Steg två var att försök se problemet ur olika perspektiv. För att kunna göra det använde jag avstämningsmöte med handledare för att ställa frågor om delproblem som jag upptäckte under projektets gång. För att kunna se andra synvinkel träffade jag montörer i produktionen som förklarade grundproblem på sina sätt. Olika montörer upplevde problem på olika sätt och det underlättade för mig att bilda bättre uppfattning om verkliga problem.

Steg tre i metoden var att samla in fördelar med olika lösningar istället för att lägga fram skäl för vilken som är bäst. Genom detta fick jag fram fördelar och nackdelar att jämföra mellan olika lösningar.

Steg fyra var att genom att kombinera olika dellösningar med varandra försöka hitta bästa lösning till problemet.

### **4.2 Framtagning av lösningsförslag**

Efter att alla delproblem och helbild av riktiga problemet tog fram började en annan fas i projektet där alla lösningsförslag togs fram. Genom att använda sig av olika tekniker vid framtagning av nya lösningar som t.ex. ställa sig fråga varför 5 gånger som hjälper till att gå in på djupet och hitta rotorsaken till felet. Med eliminering av felorsaken kunde jag ta fram lösningar som uppfyller olika krav och förebygger ursprungliga problem. Det som underlättade i mitt projektarbete med 5 varför metoden var att hitta vad som var fel och inte vem som gör fel.

För att underlätta fördjupningsarbete gjordes undersökning av verkliga problemet på plats i produktionen.

För att hitta dolda fel och underlätta vid framtagningen av nya lösningar av problemet filmades och fotades olika delmoment. Metoden underlättade vid uppdelning av problemet i mindre delproblem.

### **4.3 För och nackdelar med lösningar**

Tidigt i projektplaneringen bestämde jag att slutgiltigresultat av projektet ska vara två lösningar som ska presenteras för företagsledningen för att kunna argumentera vilken lösning är bättre och lönsammare att investera i.

För att kunna göra för att nackdelar behövde jag noggrann undersökning av olika lösningar. För att få fram information om olika lösningsalternativ kontaktade jag respektive tillverkare av komponenter för att få fram underlag och specifikationer för detaljer. En av viktiga aspekter för val av lösningar var säkerhet kring utrustningen. En annan viktig del vid urvalet var budgeten eftersom lösningen skulle vara lönsam för företaget och kunna återbetalas relativt snabbt. Andra viktiga detaljer som tog i jämförelse tabellen var miljöpåverkan, installationstid och underhåll av systemet.

### **4.4 CE-märkning**

För att kunna göra en bra bedömning fick jag fördjupa mig i ämnet kring utrustningar i produktionen och vilka lagar gäller för respektive delar.

En viktig del i min studie av lagar var CA märkning av utrustningen. Oftast vid köpet av ett system så har tillverkare redan CA märkt sin produkt. Genom att sätta ihop olika delsystem i materialhanteringen så måste man göra riskbedömning och riktig analys av hela systemet för att säkerställa att systemet inte är farlig för personalen som dagligen hanterar eller är i närheten av utrustningen.

Lösningar med olika delar som sätts ihop för att uppnå del eller helfunktion måste undersökas och CE-märkas av en behörig konsult.

Företag som i mitt fall är Dynapac måste följa dessa sex steg för att anbringa en CE-märkning på produkten:

Företaget måste Identifiera tillämpliga direktiv (er) och samordnade standarder

Bestyrka produktspecifika krav

Identifiera om en oberoende bedömning av överensstämmelse (av ett anmält organ)

Noggrann testning av produkten och kontrollera dess överensstämmelse är ett krav för att kunna CE – märka systemet.

Ett annat krav på lösningen är att rita upp och behåll tillgänglig teknisk dokumentation.

Sista steget för att kunna använda systemet enligt lagen var att Anslut CE-märkningen och upprätta EU-försäkran.

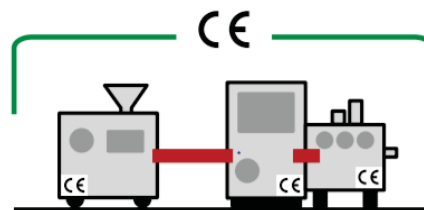
Hela proceduren skulle göras för att få tillstånd att använda lösningen i materialhanteringen

Olika typer av maskinsystem

Ett maskinsystem består av två eller flera hopmonterade maskiner.

- Ny maskinlinje med tre CE-märkta maskiner

För att bygga ett maskinsystem med tre maskiner, där alla maskiner är CE-märkta. En riskbedömning av gräns-snitten mellan maskinerna ska göras och dokumenteras.



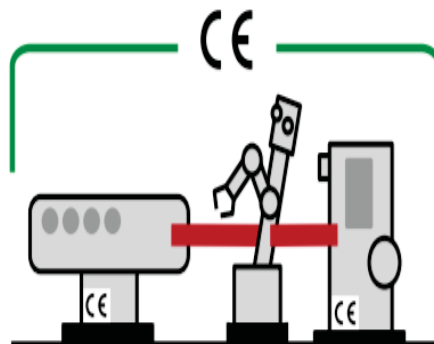
*Figur 22 Maskinsystem uppbyggd av CE-märkta maskiner bilden tagen från Arbetsmiljöverkets hemsida (2018.05.07)*

Bruksanvisningen behöver sammanställas och kompletteras vid behov. Riskbedömning av nödstopp för maskinsystem ska genomföras. Hela maskinlinjen ska CE-märkas om den har ett gemensamt styrsystem. [10]

2.Ny maskinlinje med två CE-märkta maskiner och en delvis fullbordad maskin

Bygga ett maskinsystem med två CE-märkta maskiner och en delvis fullbordad maskin. Riskbedömning av gränssnitten mellan maskinerna ska göras allt ska dokumenteras. Den delvis fullbordade maskinen kompletteras enligt monteringsanvisningen.

Bruksanvisningen behöver sammanställas och kompletteras vid behov.



Figur 23 Maskinsystem med två CE-märkta maskiner och en delvis fullbordad maskin (robot)

Nödstopp för maskinsystem ska riskbedömas. Hela systemet ska CE-märkas om den har ett gemensamt styrsystem.

### 3. Ny maskinsystem med CE-märkta maskiner och äldre maskiner

Bygga en ny maskinlinje med två CE-märkta maskiner och en äldre maskin.

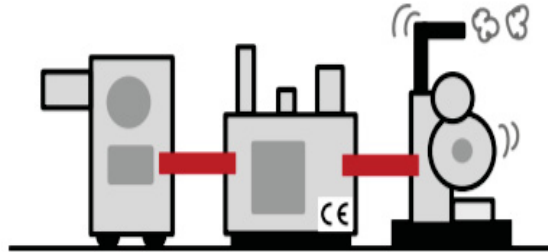
En äldre maskin är en maskin som är tillverkad innan Sverige gick med i EU, före 1 januari 1995 när maskinföreskrifterna trädde i kraft. Riskbedömning av gränssnitten mellan maskinerna ska genomföras och dokumenteras. Ett nytt maskinsystem ska alltid uppfylla kraven i föreskrifterna AFS 2008:3 samt CE-märkas när den lanseras på marknaden eller tas i bruk. I fall det ingår en eller flera gamla maskiner i maskinsystem, behöver maskiner inte CE-märkas, men maskiner ska uppgraderas om det behövs, så att maskinlinjen uppfyller kraven i AFS 2008:3.

Bruksanvisningen behöver sammanställas och kompletteras vid behov.

Maskinsystems nödstopp ska riskbedömas samt hela maskinsystem ska CE-märkas om gemensamt styrsystem finns.

### 4. Ombyggnad av en befintlig maskinlinje

Om ombyggnad av en befintliga maskinsystem skall genomföras, så ska varje maskin i den uppfylla krav som gäller för den, oavsett om det är gammal eller ny maskin. Användning av arbetsutrustning, AFS 2006:4. Dessutom ska maskinsystem som helhet vara säker och uppfylla kraven i AFS 2006:4.



Figur 24 Äldre maskiner i systemet

Riskbedömning av gränssnitten mellan maskinerna ska genomföras och dokumenteras. Maskinlinjen ska inte CE-märkas på nytt, om den inte anses vara en ny maskinlinje.

Bruksanvisningen behöver sammanställas och kompletteras. Nödstopps för maskinlinjen ska riskbedömas

## 4.5 Återbetalningstid av investeringen

En annan viktig aspekt vid val av lösningsförslag för slutpresentation för företaget var återbetalning av investerad kapital. Det var en av krav från företaget från början att investerad kapital skulle kunna betalas av under en bestämdtid på 18 månader. För att kunna gemföra olika lösningar gjordes tabell med all information som behövdes för att kunna beräkna perioden för återbetalning av investerad kapital. Några viktiga parametrar som tog med i bärekningen var investeringskostnaden, antalet av produkter som hanteras under perioden av ett år, personalkostnaden för hantering av detaljen i produktionen (tiden det tar för att hantera produkten i tillverkningen och timlön för personalen). För en del av lösningar måste man räkna med kostnader för ombyggnad av lokaler och layout ändring som kan leda till stora omkostnader. För att kunna göra det försökte jag ta fram en uppskattad pris för ombyggnad av lokaler och eventuella ändringar av layouten och materialflöde inom tillverkningen.

Resultatet presenteras senare i rapporten.

## 5. Resultat

### Tekniska lösningar

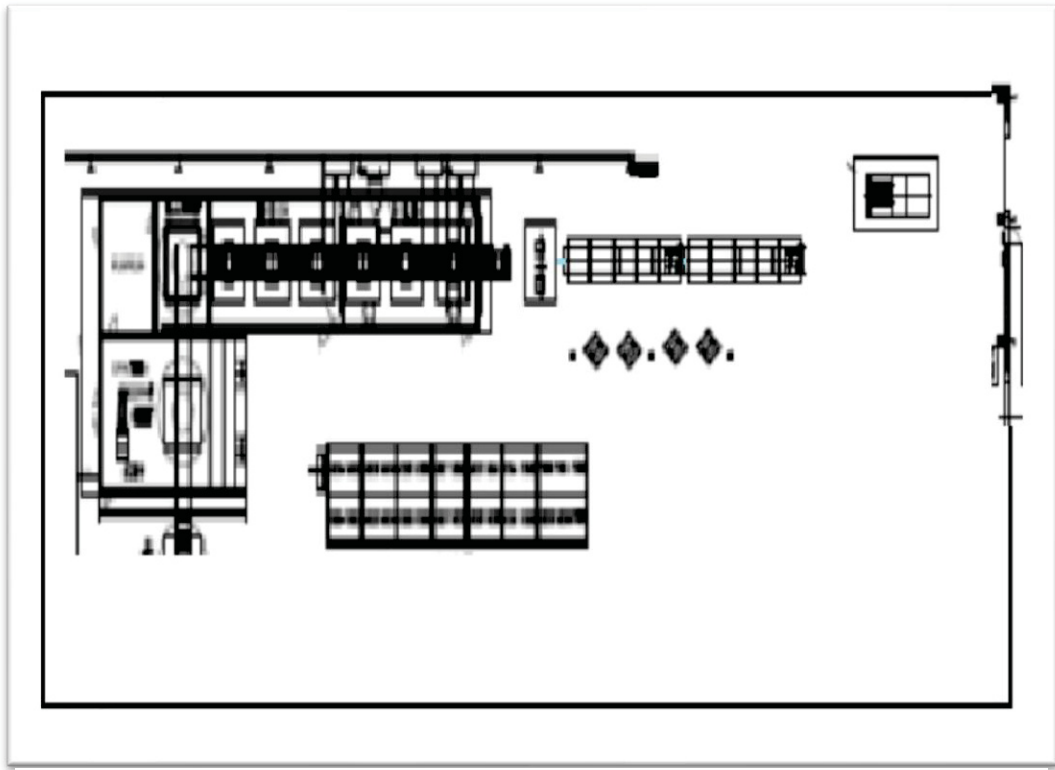
#### 5.1 Användning av befintlig bana

För att kunna lösa problem skulle man kunna använda befintlig bana som förflyttas till avlastningsplats från måleriet. Ombyggnad av befintlig avlastnings ställ måste göras för att möjligt gör direktplacering av valsen på banan. En annan viktig åtgärd för konstruktionen är säkerheten kring hela banan. För att åstadkomma det krävs robust konstruktion som klarar stora påfrestningen vid eventuell avåkning av valsen från banan. Det



*Figur 25 Befintlig bana i produktionen.  
Bilden tagen från valstillverkningen*

Lösningen eliminerades från vidare utvecklingen på grund av stora säkerhetsrisker för arbetarna samt arbetsinnehållet för montörerna blir inte mindre och med det effektiviteten minskar rejält. För att minska arbetsinnehåll för montörer skulle bana förlängas till porten där truckförare kan hämta valsen för vidare transport. Det var omöjligt att genomföra eftersom portöppningen är placerat snett gentemot banans placering.



Figur 26 Layout med befintlig bana

## 5.2 Hämta valsar med trucken direkt från avlastning konstruktionen

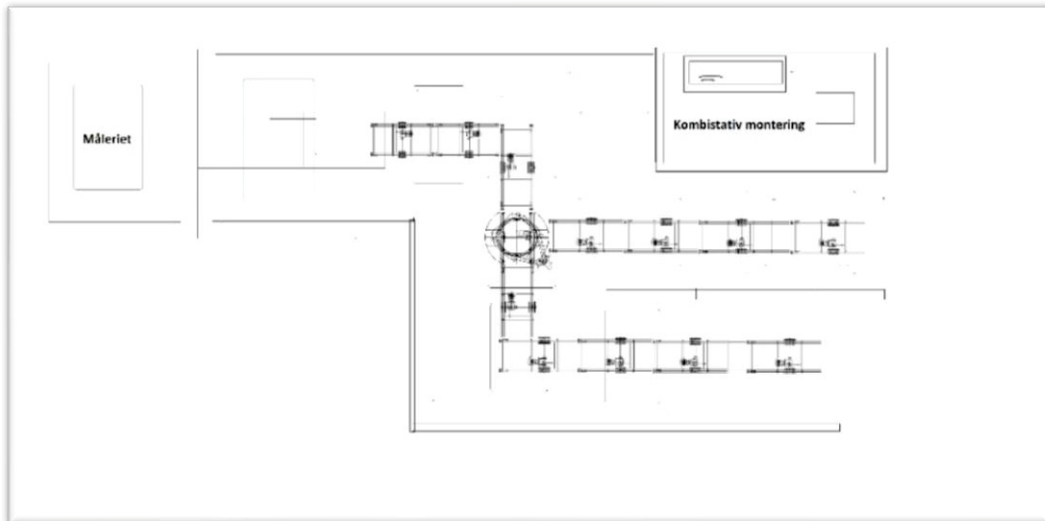
En annan lösning var att köra in med trucken och hämta valsar från avlastningsställe med trucken. Det skulle vara riskabelt för montörerna och krävdes ombyggnad av materialflöde i monteringen.

Lösningen var inte genomförbar och eliminerades relativt snabbt.



Figur 27 Avställningsplats för valse från måleriet

### 5.3 Motordriven kedjebana



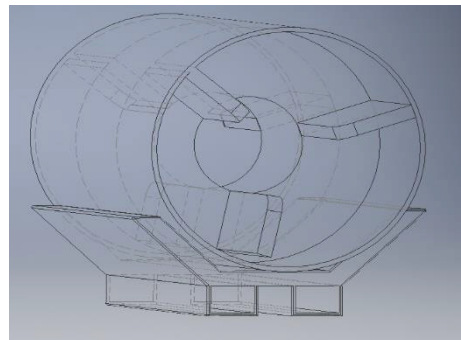
Figur 28 Layout av motordriven bana

En motordriven bana som skulle förflytta valsar från måleriet direkt till upphämningsplatsen för vidare transport och en annan riktning av banan skulle förflytta valsar till monterings plats som är placerad i samma lokal.

Banan krävde ett roterande bord som skulle rotera valsar 90 grader och med det möjliggöra truckupphämtning som skär alltid från korta sidan av valsens.



Figur 27 Kedjebana med typpningskydd



Figur 28 Lastbärare med valsens

## 5.4 Port placerad vid avlastningsställen

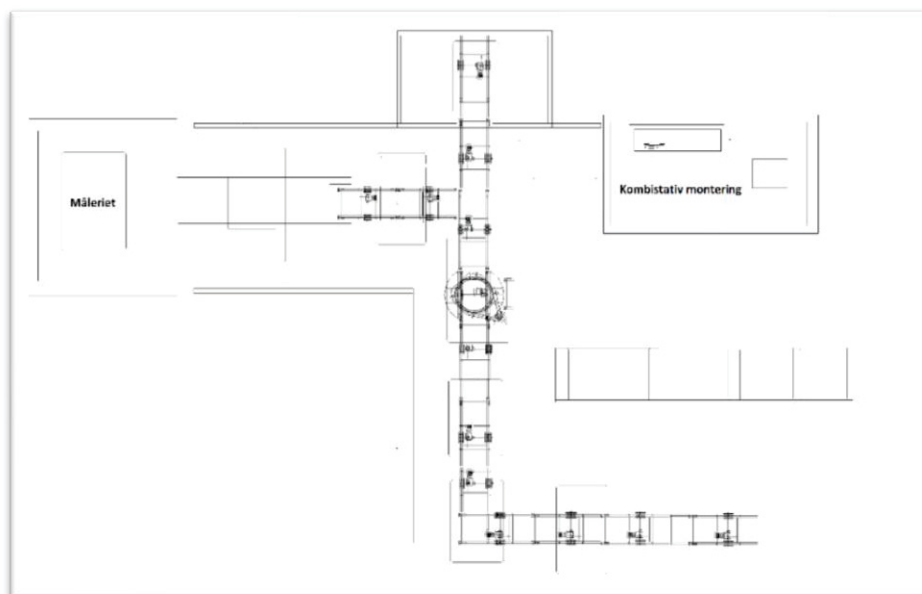
En annan lösning som togs fram är industriport som skulle placeras på väggen vid sidan om avlastningsplatsen från måleriet.

En relativ enkel åtgärd som skulle kunna realiseras relativt snabbt. Efter noggrann undersökning av arbetsplatsen hittades flera viktiga delmoment i området som måste tas hänsyn till för att kunna genomföra ombyggnaden.



Figur 29 Industriport

Lösningen valdes för vidare undersökning med för och nackdelar som presenteras senare i rapporten.



Figur 30 Layout med industriport placerad längst upp i ritningen

## 5.5 AGV-truck

En av lösningar som presenteras i rapporten är AGV -truck från tillverkaren Solving AB.



*Figur 31 Referensbild, SOLVING 15 t pik-AGV på SSAB (Borlänge)*

### 5.5.1 Ramkonstruktion

Autotruckens ram är tillverkad av svetsat stål. Konstruktionen är slitstark och avsedd för kontinuerlig industridrift.

Trucken har fasta markerade lyftpunkter.

### 5.5.2 Moduluppbyggnad

Autotruckens konstruktion är moduluppbyggd. Samtliga elektronikenheter, motorer, hydraulikenheter samt mekanikkomponenter är moduler, som snabbt kan bytas ut.

### 5.5.3 Hjulkonfiguration

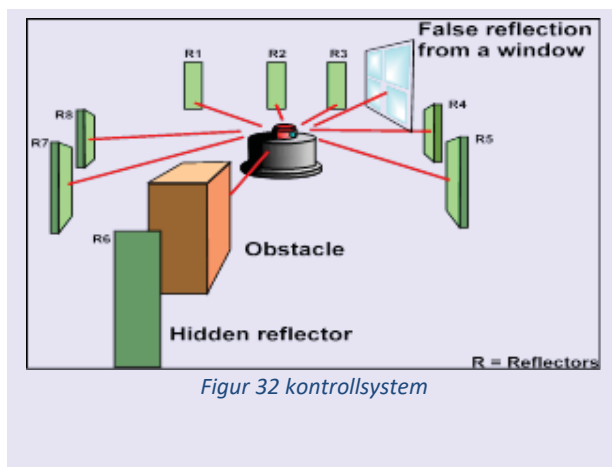
Autotrucken är utrustad med ett drivhjul samt dubbla stödhjul. Hjulmaterialet är polyuretan. Hjuldiametrarna är för driv- och stödhjul är ca 400 mm.

Coil-upplag i lagret (mekanik, installation) ingår inte leveransomfattning.

SOLVING kan vid behov erbjuda (option) planering av coil-upplagmekanik.

### 5.5.4 Kontrollsystem

Autotrucken är utrustad med "NDC8-laserstyrning" av Kollmorgen, Sverige. Kontrollsystemet innehåller bl.a. vagnsdator, navigerings-scanner, användarpanel, handmanövreringsenhet samt motorregulatorer.



Kommunikation sker med radiomodem med 400 MHz frekvensområde.

Användarpanelen programmeras så, att de vanligaste status- och felmeddelanden visas på klartext på svenska på panelens display.

### 5.5.5 Drivverk

Autotrucken är utrustad med ett AC-motordrivet drivverk, som omfattar motorer för både drivning och styrning, magnetbroms, växellådor samt drivhjul.

### 5.5.6 Funktionell layout

Följande funktionella layout ingår i leveransomfattningen (programmering, driftsättning, utrustningar, dokumentation):

- 2 st hämtstationer från produktions
- 2 st lämnastationer till produktion
- ca 150 buffertstationer på coil-upplag i lager
- 1 st autotruckens ”hemmastation” (batteriladdning)

### 5.5.7 Krav på beställaren

- strömmatning för batteriladdare (400VAC/3 faser/16A) samt styrskåp (230VAC/10A)
- gällande byggnadslayout på CAD (dwg)
- lokalt radiofrekvenstillstånd (400 MHz)
- lämpliga placeringar för laserreflektorer
- golvjämnhet bättre än +/- 8 mm per 2 m (befintligt golv är O.K.)
- beställaren skall lossa levererade maskiner och material från lastbil till fabriks-golv
- temperatur inom truckarnas ”väntelägen och batteriladdstationer” +0...+35° C
- VPN till system-PC för ”fjärrfelsökning” (fast IP-address)
- alla byggnadskablar, material och arbete (Ethernet, I/O-kablar, dörrar, laddare)
- förebyggande underhåll enligt handböcker, även under gällande garantitid

- riskanalys för byggnad där automatisk trafik förekommer
- eventuella säkerhetsmarkeringar på golvet/i byggnad

## 5.6 För och nackdelar med olika förslag

### 5.6.1 Motordriven kedjabana



*Figur 33 Kombinationslösning med roll och kedjabana*

Fördelar:

- Säkert och effektivt sätt att förflytta godset från avlastningsplatsen till bestämd plats.
- Lösningen ger möjlighet att lagra buffert valsar.
- Genom att använda roterande bård kan valsposition anpassas efter truckens avhämtnings möjligheter och med det minska arbetsinnehållet för monteringspersonalen.
- En annan sak som är bra med roterande bård är att säkerheten förbättras genom att tidigare hantering av valsar med travers elimineras och med elimineras klämrisker.
- Slöseri med resurser minskas och personalen kan fokusera på annan viktigare delmoment i produktionen.

- Flervägsrullband lösning underlättar vi eventuella ändringar i körplanen där en annan sort av vals måste levereras ut från måleriet. Genom att låta valsarna cirkulera rund kan man lätt och smidigt få fram önskad vals till upphämtnings platsen.
- Genom att använda rullband förbinds utlastningsplatsen från måleriet med monteringen och men det elimineras hämtning av valsar med traversen.
- Säkerheten förbättras och monterings tid kortas ner genom att få rätt vals, på rätt plats i rätt tid. (Just in time).
- Systemet håller sig inom Pay- off investeringsåterbetalningen som räknas på 2 år.

#### Nackdelar

- Fast installation som kan inte ändras vid olika behov.
- Motorstopp på rullbanan orsakar totalt stopp i produktionen som är en stor nackdel för lösningen. För att förebygga eventuella stopp krävs en extra tillbyggnad och montering av rullande bana som placeras vid sidan om befintliga motordrivna rullbanan och med det möjliggör att valsarna kan förflyttas manuellt runt i monteringsanläggningen.
- Lösning kräver extra resurser och budgetkostnader ökar.

Uppskattat pris: 850 000 kr. Kostnader för installation av säkerhetsutrustningen kring hela systemet. CE- certifieringen av hela systemet.

## 5.6.2 AGV truck

#### Fördelar:

- Effektivt sätt att förflytta gods (valsar) från en upphämtningsplats till angiven avlastningsplats.
- Dagens moderna teknik gör det möjligt att lättare installera trucken på plats.
- Anordningen kan lätt uppdateras och anpassas till anläggningen.



Figur 34 AGV truck

- Flervalsoalternativ på trucken gör att den kan täcka stora ytor och förse de angivna platserna med respektive material.
  - AGV-truck utför sina arbetsmoment med hög precision.
  - Kontinuerlig körning gör dem anpassbara till fler skiftsföringen
- 
- Laddningen sker automatisk och kräver kanske 6 timmar som är anpassad till tvåskiftkörning.
  - AGV är helt självgående som underlättar för monteringspersonalen och eliminerar eventuella risk för klämskador.
  - Utrustningen är anpassad att utnyttja resurser på bästa sättet och med det gynna miljö.

Metoden med sträckkodshantering kan tillämpas för att underlättar för truckförare som förflyttar valsar från valsverkstad till slutmonteringen. Genom att märka alla valsar som målas med en streckkod kan man med scanner i trucken förbeställa valsen genom att skicka signal till AGV trucken. AGV trucken genom sitt memoreringssystem vet exakt var är den eftersökta valsen och kan med 100 % säkerhet hämta och förbereda valsen för upphämtning



*Figur 35 Sträckkodshantering för hantering av valsar*

Nackdelar:

- Hög kostnad på utrustningen 2 mil. Kr. Med installationen och anpassningen till anläggningens layout.
- Totalstopp vid eventuella problem med maskinen.
- Kräver experthjälp vid uppdateringar och eventuella ändringar i layouten som kan leda till långa stopp. Beroende på var företaget har sina installatörer.

Pris: 1 mil. Kr.

### 5.6.3 Industri port

#### Fördel

- Lättare hantering av valsar eftersom man undviker truckkörning inne i arbetslokalerna
- Bättre arbetsmiljö
- Säkrare arbetsplats och möjliga skador på valsar vid transporten i arbetslokalen förbyggs.
- Snabbare och enklare upphämtning från utsidan med det kortas leveranstid till slutmonteringen.
- Kräver inte så mycket plats i arbetslokalen eftersom valsarna hämtas direkt vid anslutningen av avlämningsplatsen efter avsvältningsbana.



Figur 36 Industri port

#### Nackdelar:

- Ombyggnad som måste göras på fasaden
- Eventuella vattenskador som kan orsakas av regn.
- Vet inte hur porten påverkar arbetsmiljö inne i lokalen och om det kan påverka personalen negativt och förorsaka sjukskrivningar.
- Det är en permanent åtgärd som måste planeras i minsta detalj och det ställer stora krav för detaljerad planering och vidare undersökning.

## 5.7 Payoff-metoden

### 5.7.1 Återbetalningstid för AGV-trucken

Tabell 2 Återbetalningstid för AGV trucken

Investering	1 000 000 kr
Besparingar	10 min / vals
Antal vältar	3000 vältar
Personalkostnad	350 kr/timme
Återbetalningstid	$\frac{1\,000\,000}{\left(\frac{3000 * 10}{60}\right) * 350 * 2} = 2,9 \text{ år}$

### 5.7.2 återbetalningstid

Tabell 3 Återbetalningstid för motordriven kedjedrivenbana

Investering	900 0000 Kr
Besparingar	10 min / vals
Antal vältar	3000 st per år
Personalkostnad	350 kr / timme
Återbetalningstid	$\frac{900\,000}{\left(\frac{3000 * 10}{60}\right) * 350 * 2} = 2,6 \text{ år}$

I priset är inte inräknat kostnader för att säkerställa hela anläggningen. I kostnader ingår staket av robust konstruktion som klarar eventuella valsar som åker av banan.

Hela tillbyggnaden av säkerhetsstaketet runt om hela systemet kan kräva eventuella omstrukturering av hela produktionen eftersom vissa vägare måste spärras av helt. Som kan leda till andra oberäknade kostnader.

## 5.8 Säkerhet kring maskiner och utrustningen i maskinverkstaden

### 5.8.1 AGV-truck

Vid företaget med flexibla och effektiva produktioner används AGV truck och det kräver åtgärder med trafik kontroll så att det inte förekommer olyckor och totala stop inom material leveranser. Kontrollen utförs oftast lokalt eller via styrdator. Det reglerar zonkontroll, framkommande kontroll och kombinationskontroll.

Zonkontroll används i dem flesta av företag och är relativt enkelt att installera och expandera. Trådlös sändare används för att sända en signal i ett specifikt område. AGV innehåller en avkännings anordning för att kunna ta emot signalen från avsändaren. Och automatisk skicka signalen tillbaka till avsändaren. Om område är ledigt från andra AVG truckar så sänds signal "Clear" och alla AVG kan passera området. I fall att någon AGV är i området skickas stop signalen till resten av truckar och med det undviks möjlig kollision. Positivt med denna metoden är att det är ett kostnadseffektivt sätt att styra ett område. Nack-del är att om en zon är ur funktion kan det utlösa kollision mellan AGV truckar. [8]

En annan säkerhetsåtgärd är kollisionssundvikande som byggs på att AG utrustas med sensorer som fungerar som radar (infraröd sensor och stötfångare som används som fysisk kontaktgivare. Alla AVG utrustas med stötfångare som är en viktigt extra säkerhetsgrej Problemet med dessa åtgärder är att de skyddar AVG bara från sidor som täcks av sensorer och tekniken är svåra att installera och jobba med.

Kombinationskontroll som namnet säger är kombination av kollisionssundvikande sensorer och zonkontrollsensorer. Genom att kombinera dessa två typer av säkerhetsåtgärder täcker varandras svagheter och med det höjer säkerheten på en annan nivå. [8]

### 5.8.2 Säkerheten kring motordriven kedjetransportbana

Säkerheten kring transportsystemet är viktig aspekt som skall tas hänsyn till vid urvalet. Kring rullbana systemet måste det göras robust konstruktion som klarar eventuella typning av valsar från lastberaren.

Det kommer att påverka hela anläggningslayouten och kommer att tillföra ombyggnad av materialflödeshantering i produktionen. Åtgärden tillför också extra kostnader i material och arbetskostnader.

Genom att avskärma delar av produktionsgolvet påverkas delar av gång och transportbanor som i sig ursakar eventuella omformning av flöde av material med truck som leder till vidare ombyggnad och ändringar av befintliga layouten.

För att åstadkomma en säker och bra arbetsplats för anställda kräver det ibland stora investeringar och ombyggnationen inom hela tillverkningsystemet.

## 5.9 Beräkningskalkyl för Automatiskstyrd fordon och motordriven kedjebana

Tabell 1 Beräkning av slutgiltiga lösninga

System	Utrustning	Pris kr
AGV truck	2 st hämtstationer från produktions  2 st lämnstationer till produktion C  150 buffertstationer på coil-upplag i lager	Total pris med installation och provkörning från leverantören  1 million kr.

	1 st autotruckens "hemmastation" (batteriladdning)	
Motordriven kedjebana	Komplett system med motordriven kedjebana och säkerhetsgrindar kring hela banan + montering av leverantören + transport + utveckling av nya lastbärare som passar alla valsar	Totalpris som inkluderar också ombyggnad av monteringshallen och ändringar i layouten.  Totalsumma blir  900 000 kr.

## 6 Diskussion

AGV trucks fördelar jämfört med motordriven kedjebana är att ombyggnaden i layouten är nästan obefintligt. Automatiskstyrd truck kan utföra flera olika arbetsuppgifter i fal man behöver det och om företaget måste ändra materialflöde kan man med lätta åtgärder gör det.

Från början var motordriven kedjebana billigare i materialkostnaden som ändrade sig på slutet. Eftersom jag upptäckte många andra delar som måste åtgärdas för att kunna använda systemet i produktionen. Avspärningar som måste sättas på plats runt om kring bana för att säkerställa att ingen av personalen kommer i kontakt med godset och orsaka klämskador.

En annan sak som tillkom i bärekningen var CE-märkning som var ett krav innan hela systemet sätts i produktionen. Riskanalys för hela systemet skulle göras och alla gränssnitt skulle besiktas och testas,

Det visade sig att det skiljer inte så mycket i pris för AGV-truck och motordriven kedjebana.

## 7 Slutsatser

Materialhantering är en av viktigaste delar inom tillverkningsindustrin eftersom hela produktionen berörs av materialflöde. Företag med dålig materialhantering har stora problem dagligen i produktionen. Lösningar för materialhantering behöver inte vara avancerade för att det ska bli effektiva.

Det är säkerheten kring systemet som hanterar material som ställer höga krav för att bli godkända i EU. CE-märkning är viktig del i lösningsframtagning eftersom all utrustning som monteras till ett system måste godkännas av en certifieringsingenjör för att kunna användas inom tillverkningen.

En annan viktig detalj vid framtagning av nya lösningar är återbetalningstid för investerad kapital som företag anser som viktig aspekt som påverkar besluttande.

Ledningen ofta sätter 18 månader återbetalningstid för investerad kapital som visar sig vara ofta omöjligt att åstadkomma.

Det jag anser vara viktig är säkerhet kring systemet. Investerad kapital återbetalas efter längre tid men långsiktigt så visar det sig att arbetarna mår bättre och systemet / maskin håller längre och materialet hanteras effektivt och med större noggrannhet.

## **8. Vidare utveckling av projektet**

En av delar i rapporten som kan utvecklas och jobba vidare på är sträck kod hantering som jag anser själv kan utvecklas bättre genom att kanske använda integrerande våg som kan hantera olika vikter på valsar och skicka signal till AGV-trucken för vidare hantering. Det har jag inte undersökt noggrant och som anser kan utvecklas vidare.

En annan del av projektet som kan vidare undersökas är hur de två lösningar som presenteras i rapporten påverkar hela materialflöde i anläggningen. Det jag anser kan vara också en av viktiga delar som kan tas med i framtida beslut.

## 8 Referenser

- [1] <http://www.agvsystems.com/vehicles/> (2017-10-13)
- [2] <http://www.mhi.org/downloads/industrygroups/agvs/elessons/vehicles-work-agv.pdf>(2017-10-13)
- [3] <https://web.archive.org/web/20111207025313/http://www.transbotics.com/agvsteeringoptions.htm>(2017-10-13)
- [4] <http://eprints.unife.it/404/1/PhD%20Thesis%20-%20Olmi.pdf>(2017-10-14)
- [5] <http://www.jbtc.com/automated-systems/products-and-applications/products/forked-agvs>
- [6] R. Shell, "Handbook Of Industrial Automation," i *Automatic Guided Vehicle Systems*, CRC Press, 2000, sid. 634.
- [7] R. F. Rosetti och R. Liu, "Advances in Artificial Transportation Systems and Simulation," i *A Self-Organized Automatic Guided Vehicle*, Academic Press, 2014.
- [8] R. F. Rosetti och R. Liu, "Advances in Artificial Transportation Systems and Simulation," i *A Self-Organized Automatic Guided Vehicle*, Academic Press, 2014.
- [9] <http://www.egemin-automation.com/en/> (2018-05-04)
- [10] <https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/broschyror/sakramaskinlinjer-och-ce-markning-broschyr-adi670.pdf> (2018-05-04)

# **Bilagor**

## **AGV-truck**

### **Esystem**

Autotrucken har 48V/ca 190Ah NiCd-batteri som energikälla. Batteriet laddas automatiskt på automatladdningsstation via en laddningskontakt på ramens sida. Motsvarande golvkontakt ingår i leveransen.

Snabbladdning av NiCd-batteri möjliggör ca 83 % drifttillgänglighet – dvs. trucken kan köra nästan 20 timmar om dagen och den måste stå på laddning litet över 4 timmar om dagen. Snabbladdningar kan ske i korta cykler (ca 15...20 min per cykel).

### **Lastbärare**

Autotrucken är utrustad med ett hydrauliskt höj och sänkbart ett steg lyftstativ.

Stålrullar hanteras med en lyft pik, som är anpassad för angivna rullmått (bredd 1800 mm, diameter 2000 mm, öga 508...610 mm).

Lastbärare innehåller extra kontaktlösa givare för att detektera rullstatus på rullstativ.

Autotruckens lastbärare klarar att hantera upp till +400°C varma coils.

## **Säkerhetsutrustning och tekniska data**

Autotruckens konstruktion omfattar följande säkerhetsutrustningar/funktioner:

- 2 st laserbumprar (framåt/täcker även sidor)
- 1 st laserbumper bakåt
- 1 st extra lasergivare uppåt (för att detektera hängande hinder)
- 4 st nödstoppknappar
- 2 x 2 st blinkljus (körriktningsvisare)
- akustisk larmutrustning

*Tabell 1 presenterar tekniska data för automatiskstyrd truck*

**Tekniska data**

Kapacitet	10 000 kg
Lästmått, bredd	ca 1800 mm
Lästmått, diameter	ca 2000 mm
Lästmått, öga	508...610 mm (kontrolleras senare)
Lyftslag	ca 1000 mm
Elsystem	48VDC
Drivverk	ca 3 kW AC
Styrmotor	ca 0,5 kW AC
Lyftmotor	ca 5,5 kW AC
Batteri, NiCd	48V/ca 190Ah (för snabbladdning)
Laddare	48V/200A (300A intermittent)
Körhastighet, hög hastighet	upp till 0,8 m/s med full last
Körhastighet, låg hastighet	< 0,3 m/s
Precision	stopp och styrprecision +/- 10 mm
Färg	RAL 3013 (röd), EPUR 120/2

Autotruckkonstruktionen förses med CE-märkning. Dokumentationen innehåller försäkran om överensstämmelse med EU:s maskindirektiv. Tillverkning sker enligt EN1525 samt EN1175-1 +A1 och Solving-komponentstandard.

## Stationärt system

Autotrucken kontrolleras av ett stationärt system baserat på standard PC samt Windows 7 operativt system. PC'n installeras i ett "Rittal-PC-skåp".

1 st standard PC med minst följande egenskaper ingår i leveransomfattning:

- Processor Intel Core I5
- RAM 4 Gb
- hard disc 250 Gb
- operation system Windows 7/64 bit
- monitor >20" Full HD
- 2 x Ethernet
- 2 x serial

Solving standardstysystem är uppbyggt för "flertruckhantering" – det är enkelt att öka tilläggsruckar till det befintliga stysystemet.

Systemprogram är baserat på "basprogram" NT-8000 av NDC (Kollmorgen Särö, Sverige).

Kommunikation mellan det stationära stysystemet och mobile maskiner sker med hjälp av radio. Den offererade lösningen omfattar 400 MHz – modem som är driftsäkra i tung industri. Andra frekvenser kan offereras som option.

Systemet utnyttjar digitala "Beckhoff" I/O-enheten (24 in/24 ut) i styrskåpet för kontrollsignaler mellan autotrucksystemet samt hämta/lämnastationer, automatiska portar, batteriladdningsstatiner osv.

Stationärt Windows-baserat stysystem, trådlöst kommunikationssystem, digital I/Or, programmering, installation, driftsättning, dokumentation, skolning

Leveransomfattning innehåller även erforderliga laserreflektorer installerade i byggnaden.