



CHALMERS

Kartläggning av potential och förutsättningar för implementering av AGC hos Volvo Lastvagnar

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och Produktionsteknik

WAEL AL-WAKKAL
MOHAMAD BAHSSON

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Supply and Operations Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige
Rapport nummer E2018:086

Rapport nr. E2018:086

Kartläggning av potential och förutsättningar för implementering av AGC hos Volvo Lastvagnar

Wael Al-Wakkal
Mohamad Bahsson

Handledare & Examiner: Robin Hanson

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Supply and Operations Management
Chalmers tekniska högskola
Göteborg, Sverige 2018

Kartläggning av potential och förutsättningar för implementering av AGC hos Volvo Lastvagnar
Wael Al-Wakkal
Mohamad Bahsson

© Wael Al-Wakkal & Mohamad Bahsson, Sverige, 2018

Examensarbete E2018:086

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Supply and Operations Management

Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg
Sverige
Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Chalmers Reproservice
Göteborg, Sverige 2018

Förord

Examensarbetet har genomförts under våren 2018 hos Volvo Lastvagnar som en avslutning på utbildningen Ekonomi och produktionsteknik på Chalmers Tekniska högskola.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare och examinerator Robin Hanson som har hjälpt och stöttat oss genom arbetets gång med kunskap inom området. Även vår företagshandledare, Admir Begic, ska ha ett stort tack. Han har hjälpt oss med att ta fram den information vi behövt, dels genom att själv svara på många av de frågor vi haft men även genom att vägleda oss till andra personer. Vi vill även tacka Alexander Svedulf, Victoria Jönsson Öberg, Marwa Halim samt David Rex som alla har på olika vis varit involverade. Slutligen vill vi tacka all övrig personal på Volvo Lastvagnar som har ställt upp på intervjuer, visat hur produktionen fungerar och diskuterat de tankar och idéer som vi har haft.

Vi hoppas att arbetet kommer till nytta för Volvo Lastvagnar och för alla som är intresserade av ämnet.

Göteborg, 2018

Wael Al-Wakkal

Mohamad Bahsson

SAMMANFATTNING

Examensarbetet har genomförts på Volvo Lastvagnars fabrik i Tuve Göteborg. Företaget verkar i teknikens framkant samt är med och leder utvecklingen mot den fjärde industriella revolutionen inom lastbilsbranschen. Ett steg mot den fjärde industriella revolutionen är att implementera autonoma fordon i företagets interna logistik. Volvo Lastvagnar håller just nu på att undersöka möjligheten att implementera en Automated Guided Cart (AGC), vilket är en form av autonoma fordon, i ett område i fabriken.

Ett tidigare examensarbete av Hansson (2017) har legat till grund för rapporten. I Hanssons arbete har en modell utvecklats för att utvärdera behovet av AGC och området AGC:n ska verka i. Modellen utgjorde en stor del av observationsschemat som användes i arbetet för att undersöka fabriken. Observationsschemat bestod av flera indikatorer som till exempel potentiell rutt och områdets layout.

Syftet med examensarbetet är att presentera en karta över Tuve-fabriken som visar potential och förutsättningar för att implementera AGC:er i fabriken. Kartan är uppdelad i fem områden - Cabtrim, LA Huvudline, LB Huvudline del 1, Motor, LB Huvudline del 2 - där varje område består av delområden som analyserades. Delområdena i kartan markerades i en av tre färger - grön, gul eller röd - beroende på delområdets potential och förutsättningar till att implementera AGC. Den gröna kategorin visar de delområden med högst potential och förutsättningar, medan den röda kategorin visar de med lägst potential och förutsättningar.

Examensarbetet visade bland annat att Volvo Lastvagnar behöver adoptera ett nytt tankesätt vid implementering av självkörande fordon, däribland AGC:er. Volvo Lastvagnar behöver analysera implementeringen på områdesnivå och inte på stationsnivå för att utnyttjandegraden för AGC:n ska vara hög. Examensarbetet identifierade även flera aspekter för vidare studier som till exempel att implementera AGC:n i de identifierade delområdena som ansågs vara lönsamma.

Sökord: *AGC, Automated Guided Cart, AGV, Automated Guided Vehicle, automation, Volvo Lastvagnar, internlogistik, industri 4.0, fjärde industriella revolutionen*

Mapping of potential and conditions for implementing AGC at Volvo Trucks
WAEL AL-WAKKAL & MOHAMAD BAHSSON
Department of Technology Management and Economics
Division of Supply and Operations Management
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The degree-project has been conducted at Volvo Trucks factory in Tuve Gothenburg. The company operates at the forefront of technology and is leading the fourth industrial revolution in the truck industry. A step towards the fourth industrial revolution is to implement autonomous vehicles in the company's internal logistics. Volvo Trucks is currently evaluating the possibility to implement an Automated Guided Cart (AGC), which is a form of autonomous vehicle, in an area in the factory.

A previous degree-project by Hansson (2017) has been the basis for the report. In Hanssons project, a model had been developed to evaluate the need for an AGC and the operating area for the AGC. The model constituted a large part of the observation schedule used in this report to examine the factory. The observation schedule consisted of several indicators such as potential route and layout in the area.

The purpose of the degree-project is to present a map of the Tuve-factory that presents the potential and the conditions for implementing AGCs in the factory. The map is divided into five areas - Cabtrim, LA Huvudline, LB Huvudline del 1, Motor, LB Huvudline del 2 - where every area consisted of part areas which were analyzed. The part areas in the map were highlighted in one of three colours - green, yellow or red - depending on the potential and the conditions to implement an AGC. The green category shows the part areas with the highest potential and conditions, while the red category shows the areas the lowest potential and conditions.

The degree-project showed that Volvo Trucks need to implement a new mindset for implementing autonomous vehicles, among them AGCs. Volvo Trucks needs to analyze the implementation on an area level and not on a station level so that the utilization rate for the AGC is high. The degree-project also identified several aspects for further studies such as to implement the AGC in the identified part areas which were considered profitable.

Keywords: *AGC, Automated Guided Cart, AGV, Automated Guided Vehicle, automation, Volvo Trucks, internal logistics, industry 4.0, fourth industrial revolution*

Ordlista

Kitta = Plocka material till montering stationer

Kittare = Personen som kittar

Kittinggång = Gången man plockar material

Kittingstation = Stationen man kittar på

Line = Produktionsbana

Operatör = En person som arbetar i fabriken, till exempel kittare och montör.

Station = Arbetsplats för operatörer

VPS = Volvo Production System

AGC = Automated Guided Cart

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Frågeställning	2
1.4 Avgränsning	2
2. METOD	3
2.1 Litteraturstudie	3
2.1.1 Kvalitativ och kvantitativ metod	3
2.1.2 Validitet och Reliabilitet	4
2.2 Datainsamling	5
2.2.1 Intervjuer	5
2.2.2 Tidsstudier	6
2.2.3 Spagettidiagram	6
2.2.4 Observationer	7
2.3 Analys	8
2.3.1 Hanssons (2017) modell	8
2.3.2 Observationsschema	12
2.3.3 Benchmarking	13
3. TEORI	15
3.1 Lean produktion	15
3.1.1 Muda	15
3.1.2 Transport	16
3.1.3 Väntan	16
3.2 Automation	17
3.2.1 AGC	17
4. EMPIRI OCH ANALYS	19
4.1 AGC:n i Volvo Lastvagnar	20
4.2 Intervjuer	21
4.3 Områden i fabriken	21
4.3.1 Cabtrim	21
4.3.2 LA Huvudline	38
4.3.3 LB Huvudline del 1	44
4.3.4 Motor	55
4.3.5 LB Huvudline del 2	59
5. RESULTAT	62

6. DISKUSSION.....	65
6.1 Resultatets koppling till litteraturen	65
6.2 Slutsatser	65
6.3 Hållbarhet.....	66
6.4 Felkällor	67
6.5 Vidare studier.....	67
7. KÄLLFÖRTECKNING.....	69

1. INLEDNING

Utvecklingen av modern produktion leder till den fjärde industriella revolutionen, Industri 4.0. Ett centralt begrepp inom Industri 4.0 är automation, där syftet är helautomatiserade fabriker med kortare ledtid som minskar kostnader genom att reducera slöserier i fabriken (SSG, 2018). Automated Guided Cart (AGC) är en form av autonoma fordon som uppfyller automationskriteriet i Industri 4.0. Implementering av AGC syftar till att utföra den icke-värdeadderande uppgiften, att transportera vagnar med material från punkt A till punkt B i internlogistiken.

1.1 Bakgrund

Volvo Lastvagnar verkar i teknikens framkant samt är med och leder utvecklingen mot den fjärde industriella revolutionen inom lastbilsbranschen. Företaget vill därför se över möjligheten att använda autonoma fordon i deras produktionsanläggning för internlogistiken. Volvo fabriken i Skövde har redan implementerat AGC i deras produktion och visade goda resultat. Detta ger Volvo Tuve en säkerhet att konceptet för implementering av AGC är lönsamt med avseende på bland annat kostnad och tid.

Företaget strävar efter autonoma fordon i internlogistik för att kostnaden över tid är betydligt lägre än för en anställd. Enligt Volvos gruppchef inom produkt och process kostar inköpet av en AGC cirka 200–300 tusen kronor som sedan övergår till enbart mindre underhållskostnad, jämfört med en anställd som kostar företaget ungefär 600–700 tusen kronor varje år. Genom att använda AGC i internlogistiken kan en eller flera anställda omplaceras till att utföra andra värdeadderande uppgifter.

Volvo Lastvagnar håller idag på att planera för att implementera AGC i ett område bestående av flera stationer i produktion. I ett område identifieras flera potentiella stationer där AGC kan implementeras med avseende på potential, förutsättningar, kostnad, tid samt säkerhetsrisker. Efter att de har implementerat en AGC, kommer de titta efter fler potentiella områden och det är där denna rapport kommer in.

Ett tidigare examensarbete av Hansson (2017) har legat till grund för rapporten. I det tidigare arbetet har en modell skapats för att avgöra om det är lönsamt att implementera en AGC i Tuve-fabriken. Modellen har använts för att bedöma om respektive område har rätt förutsättningar för att implementera AGC.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att presentera en karta för Volvo Lastvagnar där den beskriver var i produktionen det är lönsamt att implementera en AGC, genom att identifiera potential och förutsättningar för implementering.

1.3 Frågeställning

Utifrån syftet har två frågor formulerats som kommer utgöra frågeställningen för rapporten. Syftet kommer besvaras med hjälp av följande frågeställningar:

- Vilka utmaningar och möjligheter finns det med att implementera AGC?
- I vilka områden är det lönsamt att implementera AGC?

1.4 Avgränsning

Det ligger utanför uppgiftens ramar att presentera detaljerade siffror på AGC:ns lönsamhet för varje station i varje område. Istället har en generell bedömning utförts för varje station som kan innefatta detaljerade data. Vidare är det inte ett krav att implementera en AGC i produktion. Rapporten ska endast behandla var i produktionen det är lönsamt att implementera AGC, där lönsamhet definieras som vilka möjligheter och utmaningar en implementering kan medföra. Rapporten ska vidare inte ta hänsyn till kvällsskiftet då förutsättningarna är annorlunda. Rapporten ska även inte ta hänsyn till vagnarnas design eftersom Volvo Lastvagnar kan ändra bottendelen av vagnarna efter att implementering av AGC bestämts.

2. METOD

Metodavsnittet indelas i en litteraturstudie, en datainsamling samt en analysdel som tillsammans beskriver tillvägagångssättet i arbetet. Litteraturstudien innefattade en methodsökning, en informationssökning om AGC:er samt Lean Produktion. I methodsökningen identifierades lämpliga metoder för att utföra de praktiska mätningarna av fabriken. Exempel på metoder som har använts är spagettidiagram och tidsstudier. Informationssökningen om AGC:er och Lean Produktion behandlade den tänkta AGC:ns egenskaper och dess funktioner respektive de verktyg och slöserier som finns i Lean Produktion. Informationen inhämtades från två källor som separat behandlade AGC:er och Lean Produktion.

Efter litteraturstudien genomfördes en datainsamling som bestod av en kvantitativ och en kvalitativ del, där den kvantitativa delen utgörs av mätningar och observationer, medan den kvalitativa delen innehåller intervjuer och möten (Blomkvist, Hallin, 2015). Fokus var på den kvantitativa delen eftersom uppgiftens karaktär kräver omfattande observationer av fabriken. Även annan nödvändig information, som till exempel layouter, från företaget har legat till grund för datainsamlingen.

I analysdelen analyserades vilka möjligheter och utmaningar som finns för respektive delområde att implementera en AGC. Analysen utgick från ett observationsschema som till stor del bygger på ett tidigare examensarbete av Hansson (2017). Analysen avslutades med en jämförande del där delområdena indelades i tre kategorier - grön, gul och röd - som visar respektive delområdes lönsamhet till att implementera AGC. Den gröna kategorin visar de delområden med högst potential och förutsättningar, medan den röda kategorin visar de med lägst potential och förutsättningar.

2.1 Litteraturstudie

2.1.1 Kvalitativ och kvantitativ metod

Metodlitteraturen indelas vanligtvis i två delar, kvalitativ och kvantitativ metod (Blomkvist & Hallin, 2015). Kvalitativa metoder definieras som ett arbetssätt för forskare att samla och analysera beskrivande data (ibid.). Datan samlas in utifrån tre aspekter: hur väl datan uppfyller syftet, hur väl andra kan förstå och använda datasamlingen och på vilket datadjupe metoden kan ge förståelse (ibid.). Enligt Olsson och Sörensen (2012) samlas datan in genom

människans egna talade ord eller skrivande och även observerbara beteenden. Därför brukar man säga att kvalitativ forskning tenderar att förknippas med forskarens inflytande, där forskarens bakgrund, värderingar och övertygelse har en stor påverkan på den insamlade datan (Denscombe, 2016).

Kvantitativ forskning använder siffror som analysenhet. Kvantitativ forskning brukar förknippas med forskarens opartiskhet, eftersom forskaren arbetar med numerisk data som är objektiv och är i princip oberoende av vem som forskar (ibid.). Enligt Denscombe (2016) sker analysen av kvantitativ data efter datainsamlingen. Kvantitativ forskning karaktäriseras av att frågeställningar formuleras på förhand (Olsson, Sörensen, 2012). Valet av metod bestäms av problemets karaktär (ibid.).

2.1.2 Validitet och Reliabilitet

Validitet och reliabilitet används för att värdera kvalitetsnivån i ett arbete (Blomkvist, Hallin, 2015). Med validitet avses förmågan i ett mätinstrument för att uppnå ett resultat, medan reliabilitet avser hur bra det uppmätta faktiskt mäts (Olsson, Sörensen, 2012). Hög validitet uppnås genom hög reliabilitet, dock är inte hög validitet en förutsättning för hög reliabilitet (Blomkvist, Hallin, 2015). Validitet uppnås bland annat genom att koppla teorin i litteraturdelen med arbetets syfte och frågeställning (ibid.).

Både validitet och reliabilitet har uppnåtts dels genom att säkerställa att mätinstrumentet är anpassat för uppgiften samt dels genom att granska datan. Detta har skett med utgångspunkt i relevant litteratur som behandlar hur validitet och reliabilitet kan uppnås i ett examensarbete, se till exempel Blomkvist och Hallin (2015).

Validitet har uppnåtts genom att genomföra en litteratursökning om AGC:er och om olika sorters slöserier. AGC-litteraturen har främst inhämtats från manualerna som kommer med AGC:n men även från olika forskningsartiklar som behandlar ämnet. Boken "Lean gör avvikelser till framgång" har använts flitigt för att definiera de olika formerna av slöserier samt Lean produktion. Boken har tidigare använts som kurslitteratur för kursen Lean produktion på Chalmers tekniska högskola och anses därför hålla en hög akademisk nivå. Teorin har bedömts vara relevant för syftet, frågeställningen och analysen, vilket är även ett kriterium för att uppnå validitet i rapporten (Blomkvist, Hallin, 2015).

Ett annat villkor för att erhålla validitet, uppnå syfte och frågeställning är att behandla relevanta metoder och verktyg i metodavsnittet (Blomkvist, Hallin, 2015). Ett exempel på en metod som har använts är observationer. Den har bedömts vara ett bra verktyg för att uppnå syftet och besvara frågeställningen på ett tillfredsställande sätt. Att använda relevanta metoder och verktyg är även ett kriterium för att uppnå hög reliabilitet (ibid.). Slutligen har frågeställningarna besvarats i diskussionsavsnittet, vilket är ännu ett kriterium för att erhålla validitet (ibid.).

2.2 Datainsamling

2.2.1 Intervjuer

Den vanligaste metoden när det gäller kvalitativ datainsamling är intervjumetodik (Blomkvist, Hallin, 2015). Fördelen med intervjumetodik är att man enkelt kan ställa följdfrågor och förtydliga information (Blomkvist, Hallin, 2015). En intervju ger bäst utdelning när avsikten är att utforska genom att ställa komplexa frågor till nyckelpersoner som kan ge värdefulla åsikter, uppfattningar, känslor och erfarenheter (Denscombe, 2016).

Man kan sortera intervjuer enligt tre klasser: strukturerade, semistrukturerade och ostrukturerade (Denscombe, 2016). Strukturerade intervjuer är när intervjuaren i förväg har skapat en lista med frågor och den intervjuade personen erbjuds svarsalternativ (Denscombe, 2016). Semistrukturerade intervjuer har ett förbestämt tema eller frågeområde, men när det gäller svaren är denna sorten mer flexibel (Denscombe, 2016). Man har ej förutbestämda svarsalternativ utan låter den intervjuade personen svara fritt och utveckla sina svar (Denscombe, 2016). Enligt Blomkvist & Hallin (2015) är semistrukturerade intervjuer den vanligaste intervjumetoden för att samla in empiriskt material. Ostrukturerade intervjuer är när intervjuaren i förväg inte har frågor utan enbart ett övergripande ämne eller tema (Blomkvist, Hallin, 2015). Enligt Denscombe (2016) är tanken med ostrukturerade intervjuer att låta den intervjuade personen själv utveckla sina tankar och idéer.

I examensarbetet har mest ostrukturerade intervjuer med följdfrågor utförts men även semistrukturerade intervjuer. De första intervjuerna var ostrukturerade och hölls enskilt med ingenjörer och operatörer med olika befattningar för att få deras syn på AGC. När intressanta

frågor uppstod under arbetet ställdes dessa till den berörda parten i efterhand vilket är då en form av semistrukturerad intervju.

De anställda intervjuades enskilt på deras arbetsplats och intervjuerna varade i max fem minuter. Rapportförfattarna intervjuade främst de operatörer som arbetade i delområden med hög potential och förutsättningar för implementering av AGC. Personerna besvarade först frågan om de visste vad en AGC är för något och sedan frågan om de tycker att en AGC är bra. För de som inte kunde svara på den första frågan förklarades vad en AGC är för något för att därefter fortsätta vidare till den andra frågan.

2.2.2 Tidsstudier

Tidsstudier är en av flera metoder för att mäta prestation i ett arbete (Almström). Det finns flera sorters tidsstudier där tidsstudier med stoppur är den enklaste varianten (ibid.). För det krävs ett stoppur, eller en helt vanlig klocka, och ett protokoll för att registrera tiderna för de olika arbetsmetoderna (ibid.). Endast tidsstudier med stoppur användes varför de andra sorterna inte kommer beskrivas. För att dokumentera tiderna för varje del av arbetet behöver en uppdelning av arbetsmomenten utföras (ibid.). Uppdelningen kan antingen utföras på förhand innan tidsstudien eller under själva arbetet (ibid.). Tidsstudier har använts för att mäta tiden en operatör går för att transportera vagnar till eller från en station.

2.2.3 Spagettidiagram

Det tillför inget värde för kunden att utföra onödiga rörelser eller transportera en produkt och det anses därför vara en form av slöseri i lean sammanhang (Bergman och Klefsjö, 2014). Spagettidiagram är ett enkelt och effektivt verktyg för att visualisera all form av rörelser och transporter, nödvändiga som icke-nödvändiga (Bicheno, 2007). Syftet med ett spagettidiagram är att effektivisera en layout (Bicheno, 2007). Ett spagettidiagram kan utföras på arbetsplatsnivå, fabriksnivå eller leverantörsnivå (ibid.). På arbetsplatsnivå kan det användas för att till exempel minimera ställtid och allmänt slöseri, medan på fabriksnivå kan det användas för att optimera en produkt- eller ett materialflöde (ibid.). På leverantörsnivå utnyttjas spagettidiagram för externa materialflöden (ibid.).

Metodiken utgår ifrån en layout över en process eller ett flöde för att därefter välja en produkt eller en typ av material (Bicheno, 2007). Efter att produkt/material har valts, spåras materialets eller den utvalda produktens rörelsemönster och markeras i layouten (Bicheno, 2007). Sedan beräknas både flödets eller processens totala längd samt det totala avstånd materialet eller produkten färdas över (Bicheno, 2007). Onödiga transporter eller rörelser kan då enkelt urskiljas vid jämförelse med flödets/processens totala längd samt med materialets/produktens sammanlagda färd, idealt ska längderna vara lika stora (Bicheno, 2007).

Spagettidiagram har utförts i de stationer där implementeringen av AGC:n anses vara lönsam. Operatörens rörelsemönster har då visualiserats när personen transporterar vagnar till och från line, och inte vid själva förmonteringen eller vid kittingen då detta inte är intressant för rapporten.

2.2.4 Observationer

Observationsmetodik är en datainsamlingsmetod som har två primära observationstyper: deltagande och systematisk observation (Denscombe, 2016). Deltagande observation används för att undersöka kulturer och övertygelser i särskilda sociala grupper, medan systematisk observation handlar om att samla in data på ett systematiskt sätt (Denscombe, 2016). I arbetet kommer endast systematisk observation användas, därför kommer deltagande observation inte beskrivas vidare. Systematisk observation är en metod som samlar kvantitativ data och statistisk analys på ett strukturerat sätt (ibid.).

Syftet med metoderna är att bevittna händelser när de inträffar i en verklig miljö (Denscombe, 2016). Observationsmetoderna kännetecknas av att observatörerna befinner sig i den studerade miljön och samlar data (Denscombe, 2016). Metoderna producerar sin data med direkt observation genom att visuellt iaktta händelser som inträffar (ibid.). För att datan ska vara valid och reliabel, behöver observatörernas fysiska närvaro ha en minimal påverkan på den undersökta miljön (ibid.).

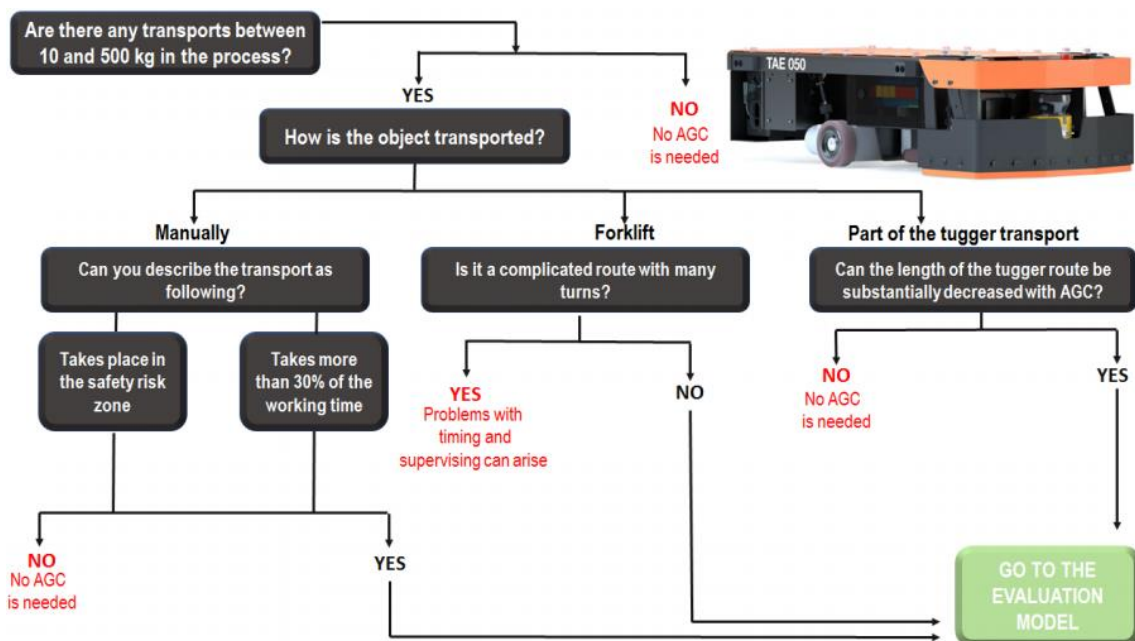
Ett problem som kan uppstå är att olika observatörer kan uppfatta en situation på olika sätt vilket gör den insamlade datan opålitlig (Denscombe, 2016). Varje observatör kommer tolka situationen utifrån sin egen kunskapsbakgrund (ibid.). Vidare kommer observatörernas minne,

perception samt engagemangsnivå inverka på datan (ibid.). Denscombe (2016) menar att både människans minne och perception är selektiv. Han anser att minnet kommer ihåg vissa saker och glömmer bort andra saker som inte ligger i linje med minnets arbetsmönster. Minnet har även ett filter där det sorterar bort information som den inte uppfattar som viktig (ibid.). Vidare hävdar Denscombe (2016) att minnet då begränsar människans uppfattningsförmåga om vad som verkligen inträffar. Systematisk observation löser de problem som kan uppstå med minnet och perception (Denscombe, 2016). Genom att angripa en situation med en systematisk metodik kan rapportförfattarna få en gemensam bild av situationen (ibid.). För att arbeta på ett systematiskt sätt används observationsscheman (ibid.).

2.3 Analys

2.3.1 Hanssons (2017) modell

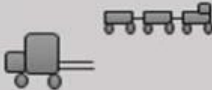
Hanssons (2017) modell består av två steg och tre delmodeller. Det första steget består av en delmodell som uppskattar behovet av en AGC i en station. Det andra steget består av två delmodeller, där ena delmodellen utvärderar implementeringen av AGC:n sett ur fyra aspekter (Hansson, 2017). Den andra delmodellen av steg två visualiserar resultatet av utvärderingen med färger och en förklarande text till resultatet för varje bedömd aspekt. Röd färg indikerar att något krav inte är uppfyllt, medan gul färg visar att "några önskemål inte kan förverkligas" (Hansson, 2017). Grön färg signalerar att inga eller små förändringar behöver genomföras för att AGC:n ska implementeras (ibid.). Se figurerna 2.1–2.3 för ytterligare beskrivning av modellen. Om inte första steget uppnås finns det inget behov av att genomföra andra steget, eftersom det inte existerar ett behov av en AGC (ibid.). Exempel på kriterier som ingår i modellen är materialets tyngd, transportmetod samt trucktrafik i området (ibid.).



Figur 2.1: Steg 1 i modellen uppskattar behovet av AGC (Hansson, 2017).

Parameters to be evaluated	Answer	Comments
Physical area		
Place to turn around >850mm	No	Space needed for basic AGC.
Aisle width >500 mm on each side of trolley	No	Safety rule to avoid pinching (clamping).
Floor Quality < 10mm surface roughness	Yes	Important for the magnetic tape.
Floor step none or <5 mm	Yes	
Floor gap none or <20mm	Yes	
Slope height < 3%	No	Unloaded AGC will not manage to overcome a higher slope. Only 1% for the AGC with load.
Traffic in the area		
Busy traffic in the area	No	Important for AGC to be prioritized in the traffic.
Possibility to prioritize AGC in traffic	Yes	AGC does not notice the objects behind, only in front.
Forklift presence in the area	No	Ok, if it is possible to avoid twisting movement on the tape.
Twisting movement (by the forklift) on the tape	Yes	Magnetic tape can be destroyed.
Process and Equipment		
Possibility for collaborative work	Yes	Operator on the line is able to give the signal to AGC or help
Solid installations	Yes	Some kind of lifting tool or something that is difficult to move
Possibility to adapt the current trolley	No	Check price for adaption because it can be more beneficial to order Toyota standart trolley.
Benefit		
Improved safety	Yes	
Improved ergonomic situation	No	
Created potential	Yes	If you gain some time for the operator
Cost savings	No	

Figur 2.2: Delmodell 1 av steg 2 - är en utvärderingsmodell (Hansson, 2017).

Evaluated Parameters	Status	Comments and Recommendations
Physical Area 		Place for AGC to turn around needs to be provided. For safety reasons aisle width needs to be widened. The slope is too high for AGC to overcome.
Traffic in the area 		Twisting movement will destroy the magnetic tape.
Process and Equipment 		The position of solid installations may need to be changed. It can be beneficial to order Toyota standart trolleys.
Benefit 		Improved safety. Created potential.

Figur 2.3: Delmodell 2 av steg 2 - ger resultat och rekommendationer (Hansson, 2017).

2.3.1.1 Kritik mot Hansson (2017)

Rapportförfattarna anser att det finns ett behov av att komplettera Hanssons modell och därför ingick ytterligare fem parametrar i observationsschemat (se 2.3.2 för Observationsschema). Dessa är *Områdets layout*, *Gång utan att kitta*, *Potentiell rutt för AGC:n* samt *Operatörernas syn på AGC:n*. För fullständig definition av respektive parameter hänvisas till observationsschemat i tabell 2.1. Hanssons modell tar endast hänsyn till ett begränsat antal frågeställningar vid implementeringen av AGC inom respektive aspekt. Rapportförfattarna hade dels efterfrågat fler generella frågor i allmänhet och dels fler specifika frågor inom aspekten *Traffic in the area*.

I *Traffic in the area* behandlar Hanssons modell endast den nuvarande trafiksituationen i området. Exempel på frågeställningar som modellen behandlar är trafikintensitet och möjligheten att lämna företräde till AGC:n i trafiken (Hansson, 2017). Modellen tar inte hänsyn till om trafiken i ett område kan omdirigeras (ibid.). Rapportförfattarna noterade att i vissa områden hade exempelvis många om inte samtliga truckar kunnat omdirigeras till en

alternativ väg vilket hade genererat ett positivt utslag i Hanssons modell. Detta är en specifik fråga som hade gett modellen ett extra djup och som hade visat ett mer rättvist resultat.

Rapportförfattarna anser även att den manuella transporten av vagnar inte måste utgöra minst 30 % av operatörens cykeltid för att ett behov av AGC ska existera, vilket är ett av kriterierna i modellen. Rapportförfattarna hävdar att det är väldigt svårt att presentera en detaljerad siffra på hur mycket tid en AGC behöver uppta från operatörens cykeltid då en helhetsbedömning behöver utföras för varje enskild station. I arbetet har helhetsbedömningen baserats på observationsschemat som tar hänsyn till flera frågeställningar. Se observationsschemat i tabell 2.1 nedan.

Gång utan att kitta bedöms vara av särskild vikt eftersom det är ett av fundamenten vid utvärderingen av behovet av en AGC. Därför har rapportförfattarna valt att åskådliggöra aspekten genom att särskilja den från modellen som en egen indikator i observationsschemat. Även aspekten *Solid installations* har framhävts som en egen indikator då rapportförfattarna har fått intrycket att fabriken inte har den nödvändiga infrastrukturen för att utan svårigheter kunna implementera AGC. Detta grundar sig i dels Hanssons (2017) examensarbete då endast hälften av alla utvärderade stationer gav ett positivt utslag i modellen och dels i rapportförfattarnas egna erfarenheter av fabriken. För exempel hänvisas till både Tabell 1 i Hansson (2017) samt empiri avsnittet i rapporten. Fabriken utvecklas ständigt och därför kan vissa delar av tabell 1 i Hansson (2017) vara utdaterade. Även empiriavsnittet i rapporten kan efter en tidsperiod vara inaktuell. I observationsschemat har namnet *Solid installations* ersatts med *Områdets layout*.

Hansson (2017) har behandlat de tekniska, ergonomiska och de finansiella aspekterna i sin modell, där fokus ligger på de tekniska aspekterna. Operatörernas generella uppfattning om en AGC och hur den är tänkt att implementeras har inte berörts i modellen. Att operatörerna som direkt berörs av AGC:n inte inkluderas i modellen tycker rapportförfattarna är problematiskt. Rapportförfattarna menar att om det skulle finnas ett motstånd från operatörernas sida så kan den bästa investeringen misslyckas. Därför det är viktigt att inkludera de i beslutsprocessen. Det är viktigt att bearbeta och föra en dialog mellan operatörer och ingenjörer så att negativa fördomar gentemot automatisering kan rättas till. Man ska samt ta tillvara på deras allmänna synpunkter och tips för att investeringarna ska uppnå sin fulla potential.

Ytterligare en indikator i observationsschemat är *Potentiell rutt*. Indikatorn bedöms vara en viktig del av observationsschemat för att uppnå arbetets syfte. Efter att ett område utvärderats enligt Hanssons modell har en potentiell rutt identifierats för AGC:n. Genom att presentera en potentiell rutt för AGC:n blir det mer överskådligt för uppdragsgivarna att veta vilka områden som är lönsamma för implementering av AGC. Vidare utgör det ett förslag för uppdragsgivarna om de väljer att implementera AGC:n.

2.3.2 Observationsschema

Denscombe (2016) hävdar att observationsscheman kan liknas vid en checklista där rapportförfattarna har ett antal punkter som de ska observera och undersöka. Vidare anser Denscombe (2016) att punkterna ser till att samtliga utförare fokuserar på samma saker. Observationsscheman framställer data genom att använda händelsernas frekvens och varaktighet (Denscombe, 2016). Med händelsernas frekvens avses hur ofta punkterna i observationsschemat inträffar och med varaktighet avses tiden för en händelse, båda mäts kvantitativt (ibid.). Som komplement till den kvantitativa datan har fältanteckningar använts. Fältanteckningarna har beskrivit situationen översiktligt och i de fall det behövs beskrivs vissa områden mer noggrant. Även rapportförfattarnas generella intryck av situationen har ingått i anteckningarna.

Vid utformandet av ett observationsschema ska endast relevanta fullständiga händelser observeras (Denscombe, 2016). Med det menas att de bästa indikatorerna för en händelse ska observeras och att punkterna i observationsschemat ska täcka samtliga aspekter som ska undersökas så inga möjligheter förbises (ibid.). Vidare ska punkterna i schemat inte ha utrymme för tolkning samt att de ska förekomma med tillräcklig frekvens för att rapportskrivarna ska kunna kartlägga deras förekomst (ibid.). Observationsschemat som användes i arbetet består till största del av en modell utvecklad för Tuve-fabriken i ett tidigare examensarbete av Hansson (2017).

Ordningen i observationsschemat följer inte ordningen i texten, eftersom alla indikatorer inte är beroende utav varandra. Observationsschemat ser ut som följande:

Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	
C. Eliminera eller omdirigera aktiviteter	Kan samtliga eller delar av trucktrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	
D. Gångtid utan att kitta	Tiden kittaren går för att enbart förflytta vagn	
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	

Tabell 2.1: Observationsschema.

2.3.3 Benchmarking

Benchmarking är ett arbetssätt för att identifiera möjligheter till att förbättra existerande processer (Bergman och Klefsjö, 2014). I litteraturen används benchmarking och processjämförelse synonymt med varandra (ibid.). Det finns fyra typer av processjämförelser som kan genomföras både internt i en organisation såväl som externt (ibid.). Nedan beskrivs de olika typerna av processjämförelse.

- Intern processjämförelse utgör den första sortens processjämförelse där den egna processen jämförs med samma process i en annan avdelning eller i ett annat bolag inom koncernen (ibid.).
- Processjämförelse med konkurrent är när samma process mellan två konkurrenter jämförs (ibid.).
- Funktionell processjämförelse utförs för att jämföra den egna processen med en process i en erkänt bra organisation som verkar i ett liknande område eller som utför liknande aktiviteter (ibid.).

- Allmän processjämförelse handlar om att jämföra samma process med den erkänt bästa organisationen även om organisationen inte verkar i samma bransch eller i ett liknande område (ibid.).

I arbetet har endast interna processjämförelser utförts där en process definieras som en station för kitting eller förmontering. Processjämförelsen har genomförts för att rangordna de olika stationerna i fabriken. Jämförelsen mellan stationer har baserats på en analys av respektive station som bygger på vilka utmaningar och möjligheter som kan uppstå vid en implementering av AGC.

3. TEORI

Teorikapitlet består av huvuddelarna Lean produktion samt automation. I den första huvuddelen har begreppet Lean produktion redogjorts genom att beskriva dess uppkomst och dess syfte. Endast de delar av Lean produktion som anknyter till examensarbetet har behandlats i avsnittet. I huvuddelen automation har begreppet definierats samt behandlat AGC:er.

3.1 Lean produktion

Bergman & Klefsjö (2014) hävdar att begreppet "Lean production" myntades i en studie av Massachusetts Institute of Technology (MIT) som jämförde några biltillverkare. Toyotas produktionssystem (TPS) utmärkte sig i studien och det fick namnet Lean för att företaget hade det bästa produktionssystemet (Bergman och Klefsjö, 2014). Därför kan Lean production översättas till "mager produktion" på svenska (ibid.). Det finns många benämningar för TPS och rapportförfattarna har valt att använda begreppet "Lean produktion" i rapporten (ibid.).

Många företag inom tillverkningsindustrin har anammat principerna i Lean produktion med att utveckla sin verksamhet (Bergman, Klefsjö, 2015). Volvo Lastvagnar är inget undantag, företaget har utvecklat sin egen version av TPS som de kallar Volvo Production System (VPS).

Lean produktion syftar till att eliminera alla former av slöseri genom att endast utföra aktiviteter som skapar värde för kunden (Bergman och Klefsjö, 2014). Genom att synliggöra problem och lösa avvikelser i produktion kan slöseri elimineras (Petersson et al., 2015). Det finns tre källor till slöseri som benämns Mura, Muri & Muda (ibid.). Endast Muda kommer behandlas i rapporten, varför resterande slöserikällor inte kommer beskrivas.

3.1.1 Muda

Muda är den japanska termen för icke värdeadderande aktiviteter (Petersson et al., 2015). Muda kan indelas i två kategorier nämligen icke värdeadderande aktiviteter som är nödvändiga och icke värdeadderande aktiviteter som ej är nödvändiga (Bicheno, 2007). Ej

nödvändiga icke värdeadderande aktiviteter utgörs av rena slöserier vilket minskar värdet för intressentgrupper som till exempel kunder, aktieägare och anställda (Petersson et al., 2015). Det finns flera olika former av slöserier som inte tillför värde för kund och som bara kostar företaget tid och resurser (ibid.).

I västvärlden indelas slöserierna i totalt 8 kategorier: överproduktion, väntan, onödiga rörelser, transport, lager, överproduktion, defekta produkter och outnyttjad kompetens (Petersson et al., 2015). Enligt Bicheno (2007) ska man prioritera att först förebygga och därefter minska dessa typer av slöserier. Rapporten kommer behandla slöserierna transport och väntan, därför kommer en utökad förklaring av teorin endast redogöra för dessa två former av slöseri.

3.1.2 Transport

Kunder betalar inte för interna transporter, alltså att flytta material är icke värdeadderande och därmed ett slöseri (Bicheno, 2007). Transport är ett slöseri som troligtvis aldrig kommer att försvinna, dock kan man reducera antalet transporter och tiden per transport (ibid.). Detta kan ske genom spagettidiagram, som hjälper att visualisera hur produkter flödas genom en fabrik (Petersson et al., 2015). Viktiga aspekter för potential av implementering av AGC är hur trucktrafiken ser ut i området och hur stor del av cykeltiden går ut på att kittaren enbart transporterar vagnen utan att kitta.

3.1.3 Väntan

Slöseriet väntan är direkt kopplat till flödet (Bicheno, 2007). Inom Lean är det mer fokus på produktflödet jämfört med att se till att maskinoperatörerna har en hög belägningsgrad (ibid.). Väntetid är direkt kopplat till ledtider, vilket är kritiska delar inom kundnöjdhet och konkurrenskraft (ibid.). Exempel på slöseriet väntan kan till exempel handla om att rätt material inte kommit, att det saknas information om vad som ska utföras, maskinoperatör som väntar eller vänta på personer som kommit sent till möte (Petersson et al., 2015).

3.2 Automation

Automation kan definieras som den teknik som kan uppnå en process eller arbetsgång utan mänsklig hjälp (Granlund och Wiktorsson, 2014). Automation delas in i två delar, mekanisering och datorisering (ibid.). Mekanisering syftar på automatisering i det fysiska flödet av varor medan datorisering syftar på informationsflödet (ibid.).

Nivån på automatisering kan variera mellan helt manuellt till helt automatiskt (Granlund och Wiktorsson, 2014). Hanteringen av automationen brukar beskrivas inom tre typer: manuell hantering, mekanisk hantering (mekaniskt drivna enheter som behöver kompletteras manuellt) och automatiserad hantering (ibid.).

Det är viktigt att hitta både nivån och typen av automation som passar kraven och behoven i miljön, där automationen kommer användas (Granlund och Wiktorsson, 2014). Annars kan automatiseringen ge en negativ istället för en positiv effekt (ibid.).

3.2.1 AGC

I forskningslitteraturen är AGC en mindre variant av en Automated Guided Vehicle (AGV) varav de flesta referenser behandlar olika varianter utav AGV. Därför kommer mycket av källorna att behandla AGV men i rapporten kommer endast varianten AGC användas. Ett exempel på en källa är “Automated Guided Vehicle Systems: A Primer with Practical Applications” av Günter Ullrich (2015).

AGC är en automatisk materialhanteringsvagn som navigerar i en miljö med hjälp av olika sorters tekniker för att leverera eller ta bort last inom ett arbetsområde (Henebrey och Gorlach, 2016). För att automatisera transportprocesserna i intern logistiken, har flera industrier implementerat olika former av AGC för olika autonoma eller semi autonoma operationer. De kändaste navigeringssystemen i AGC är idag laserskanning, slinga med magnetband, vision baserad spårning och fjäransluten med hjälp av 3D virtuell miljö. (Mora, Armesto, Tornero, 2006).

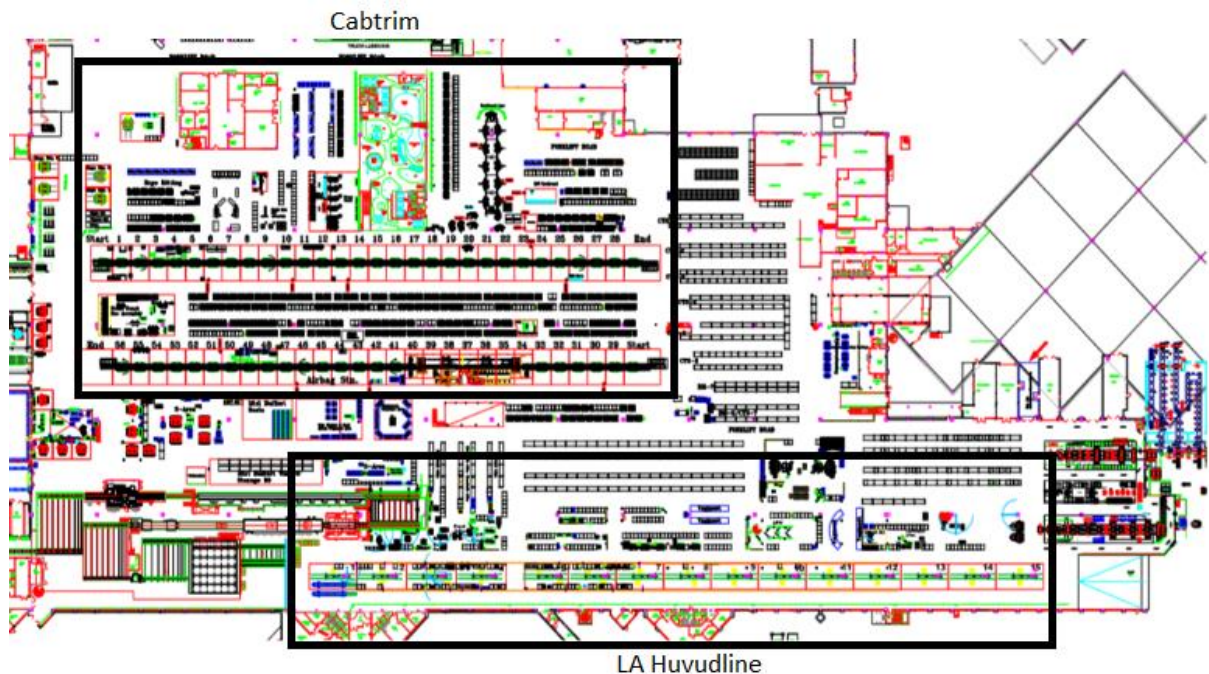
Nedan följer en punktlista med några fördelar med AGC som behandlar organisatoriska, tekniska och ekonomiska aspekter (Ullrich, 2015):

- Bättre organiserad material- och informationsflöden, leder till produktivitetshöjande insyn i interna logistikprocesser.
- Transportsteg kan beräknas och planeras precis när som helst
- Minimerade lagerreservering och väntetider i produktionen
- Minskade personal som är avsedda att transportera, sänka personalkostnaderna (i synnerhet vid flera skiftoperationer)
- Förbättrad arbetsmiljö, säkra och trivsamma arbetsförhållanden genom beställda arbetssteg, ren och tyst transport
- Positiv effekt på offentlig bild
- Generellt inget behov av extra trafikutrymme
- Minimal investering i infrastruktur

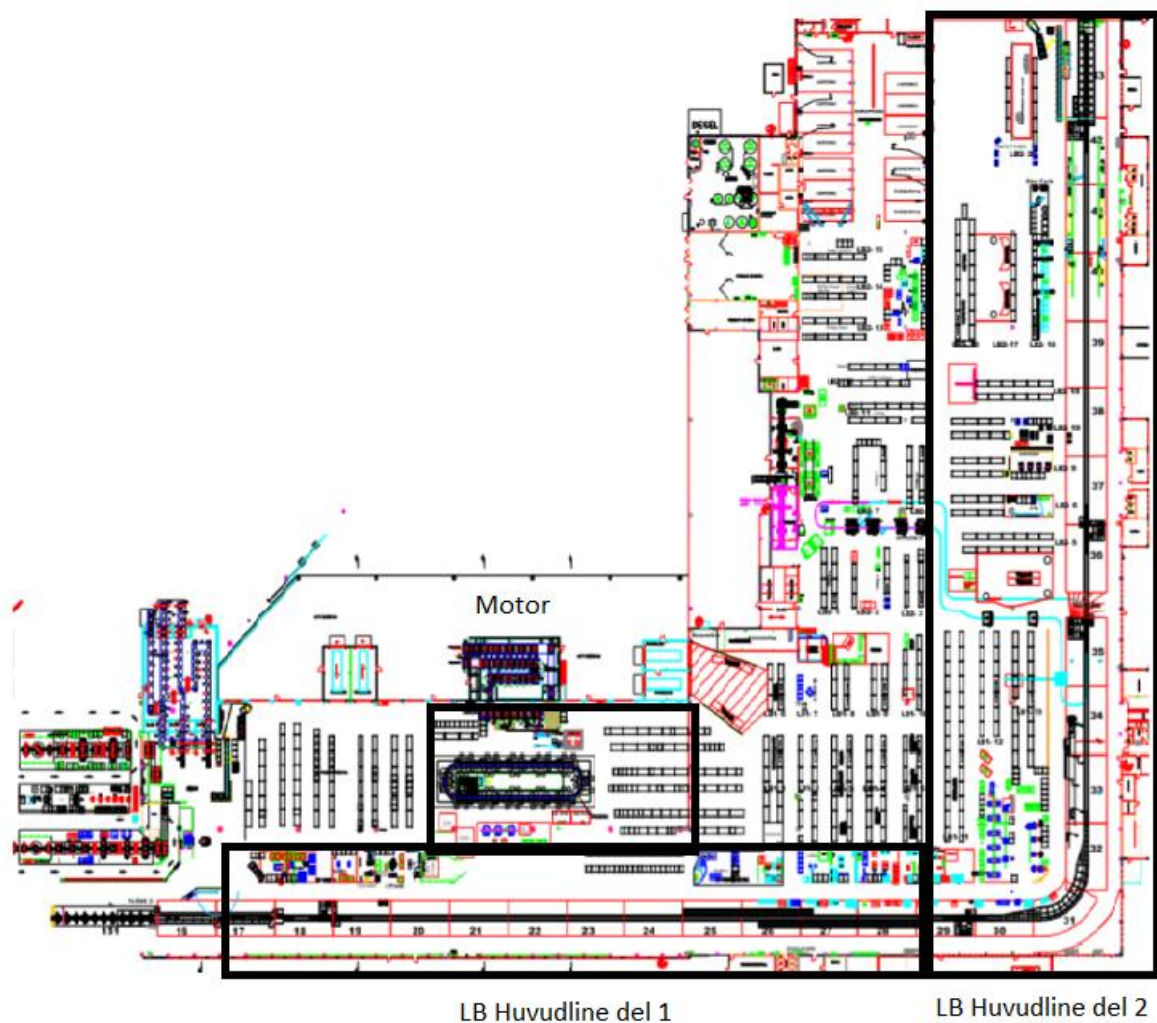
4. EMPIRI OCH ANALYS

Avsnittet består av sju delar och den inleds med en beskrivning av AGC:n som finns i Tuve-fabriken. Beskrivningen kommer behandla AGC:ns funktionalitet samt dess krav på omgivningen. Delen efter består av en sammanfattning av intervjuerna som utfördes i fabriken. De resterande fem delarna utgörs av varje område i fabriken där varje delområde analyseras enskilt. Vid behov har ett delområde brutits ner ytterligare så att mindre områden analyserats. Detta har inträffat när ett delområde i fabriken har visat stora skillnader i att implementera AGC. Delområdena som analyserades var Cabtrim, LA Huvudline, LB Huvudline del 1, Motor samt LB Huvudline del 2.

Empirin för områdena i fabriken består av fyra delar och inleds med en kort beskrivning. Beskrivningen innehåller bland annat information om layouten och trucktrafiken i området. Den andra delen presenterar en potentiell lösning på hur AGC:n kan implementeras för att därefter i den tredje analysdelen utvärdera lösningen. I den sista delen sammanfattas möjligheterna till att implementera AGC i området och resultatet av observationsschemat presenteras.



Figur 4.1: Visar en karta över de två första områdena i fabriken.



Figur 4.2: Visar en karta över de tre sista områdena i fabriken.

4.1 AGC:n i Volvo Lastvagnar

I arbetet har Toyotas variant av en AGC använts, eftersom den är tillgänglig i fabriken. All information som behandlar AGC:n är därför hämtad från manualerna som Toyota tillhandahåller. Volvo Lastvagnar anser att AGC:n är kostnadseffektiv och relativt enkel, då den saknar funktioner som att backa.

En AGC klarar av att transportera material som väger upp till 500 kg (AGC Implementation Handbook, 2017). Den rekommenderade omgivningstemperaturen vid kontinuerlig drift är mellan +5 grader celsius och +40 grader celsius och den får endast användas på ett jämnt och hårt underlag (Instruktionsbok, 2016). För att AGC:n ska veta vilken rutt den ska köra så använder den sig av en magnetremsa (AGC Implementation Handbook, 2017). Magnetremsan

är fastklistrad på fabriksgolvet och utgör själva rutten (ibid.). AGC:n läser av magnetremsan med hjälp av dess sensor och följer den genom fabriken (ibid.).

Magnetremsan är väldigt känslig för både gångtrafik och trucktrafik i området (Instruktionsbok, 2016). Det finns en risk att magnetremsan lossnar om en persons fot fastnar på remsan (AGC Implementation Handbook, 2017). Detsamma gäller för en truck som antingen kör över magnetremsan eller roterar på den (AGC Implementation Handbook). AGC:n klarar inte av att navigera om vatten, olja eller annan vätska hamnar på magnetremsan (Instruktionsbok, 2016). Vätskan kan blockera remsan för AGC:ns styrsensor vilket kan bland annat resultera i fördröjda leveranser till eller från produktion (Instruktionsbok, 2016).

På AGC:ns högersida är ytterligare en sensor placerad för att registrera kommandon för AGC:n som till exempel plocka vagn, vända och öka/sänka hastigheten etc. (Instruktionsbok, 2016). Sensorn läser av magnetkort som är placerade några cm till höger om magnetremsan (ibid.). AGC:ns kommandon programmeras i ett Excel-ark som sedan laddas upp till AGC:n med hjälp av en trådad anslutning (AGC Implementation Handbook, 2017). AGC:n kräver inga djupa kunskaper i programmering utan kan utföras av operatörer och ingenjörer efter en kort utbildning (ibid.).

4.2 Intervjuer

Samtliga operatörer och team leaders som intervjuades hade en positiv syn på AGC. Vissa av de hade tidigare inte känt till vad en AGC är för något men efter en kort förklaring av vad en AGC är och hur den kan användas instämde alla att den kan underlätta för operatörerna. Operatörerna uppfattade att vissa materialtransporter som tunga och krävde en extra kraftansträngning, speciellt om vagnarna skulle transporteras diagonalt då en kraftig rörelse behövde utföras för att få de att vridas diagonalt.

4.3 Områden i fabriken

4.3.1 Cabtrim

Cabtrim är ett område där man bygger hytten till lastbilen. I området finns det två parallella produktionslinier, 7 delområden som levererar förmonterad material in till linerna och 15 kittingstationer. I Cabtrim finns det i huvudsakligen två modeller; FH och FM. I produktionen

tillverkas det oftast två FH och en FM, men ändras från dag till dag beroende på efterfrågan. Cykeltiden för dagpasset i Cabtrim är 5 minuter och 36 sekunder per hytt, vilket motsvarar 80 hytter per arbetspass.

4.3.1.1 Ergo kitting

Ergo är det första området i Cabtrim och omfattas inte av line eftersom det utgör ett av fiskbenen i fabriken. I Ergo vänds hytten 180° för att montera bland annat olika sorters isolering och PA-rör i hytten. Efter hytten är färdigmonterad i Ergo transporteras den med en gaffeltruck till huvudlinen i Cabtrim. Höger om Ergo finns deras materiallager som består utav två kittingstationer och en station som förarbetar kablar. Den ena kittingstationen har en rutt som är rakt fram och tillbaka samma väg, kittaren plockar och förarbetar en del av materialet. Den andra kittingstationens rutt är ovalformad, se figur 4.3 nedan. Båda kittarna hämtar och lämnar vagnarna bredvid varandra men kittaren i station två har mer gång utan att kitta.

Ergo ligger nära lagret och därför finns det mycket trucktrafik i området. Materialet (mattor, isolering, tak etc.) som transporteras är stora och truckarna som kör förbi eller levererar till Ergo tar därför mycket plats i området. Detta påverkar möjligheterna för AGC på två sätt. Den ena är att om man implementerar AGC i ett hög trafikerat område så kommer det med stor sannolikhet bli trafik och kan eventuellt skapa leveransförseningar. Den andra påverkan är hög risk för slitage på AGC:ns magnetremsa eftersom det inte finns utrymme i området utan den måste placeras i en truckgång. Om många truckar ständigt kör över och roterar på remsan kommer slitage troligtvis ske.

Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	Nej.
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	Ja, dock blir det inte ekonomiskt lönsamt.
C. Eliminera eller omdirigera aktiviteter	Kan samtliga eller delar av trucktrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	Eventuellt få trucktrafiken att åka en annan rutt.
D. Gångtid utan att kitta	Tiden operatören går för att enbart förflytta vagn	Cirka 45 sekunder per cykel
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	Eftersom delområdet misslyckades med att uppfylla Hanssons (2017) modell och anses inte vara ekonomisk lönsamt, så intervjuades operatörerna inte.
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	Ej utan layoutförändring.

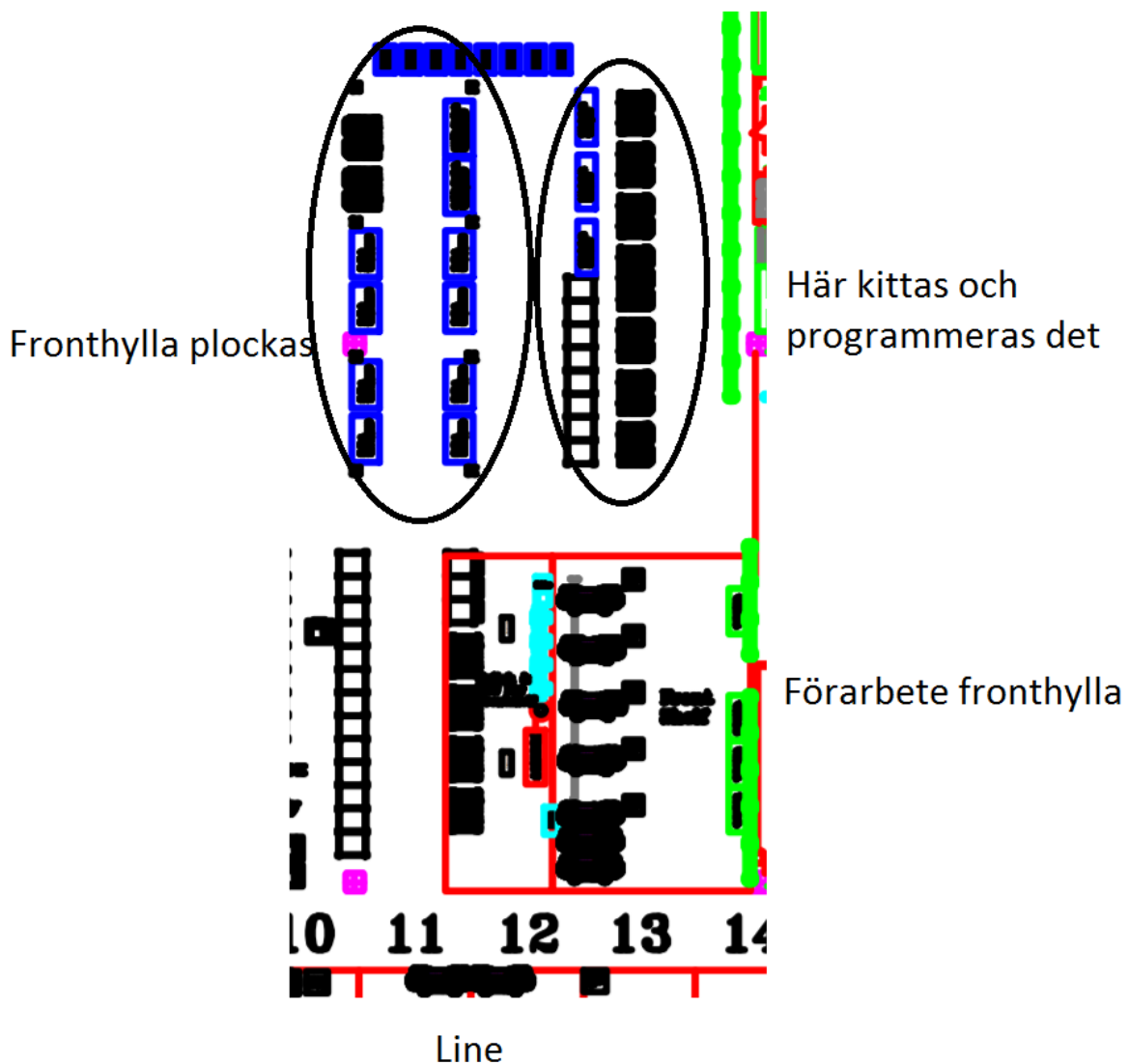
Tabell 4.1: Observationsschemat för Ergo.

4.3.1.2 Förarbete Fronthylla

Detta område ligger till vänster om Cabtrim huvudline och här förarbetar montörerna fronthyllorna genom att tillsätta kabelmattor, clips och programmerade hårdvaror etc. Fronthyllorna är placerade på vagnar som skickas in i U-formade racks och följer denna bana under tiden fronthyllan förarbetas. Det finns två kittare i området för förarbete som kittar material till hårdvaran som de sedan programmerar och därefter levererar till montörerna som

förarbetar fronthyllorna. Efter att fronthyllan är förarbetad, transporteras vagnen över truckgången till station 13 på Cabtrims line. När en av vagnarna vid line töms kommer en operatör och transporterar vagnen i ca 25–30 sekunder på utsidan av förarbetsstationen till ett område med fronthyllor som ligger snett bakom Förarbete Fronthylla, se figur 4.4. Där placerar kittaren den korrekta (finns ett papper som beskriver vilken modell man ska välja) modellen på fronthyllan för att därefter transportera tillbaka vagnen i ca 25–30 sek till racksen i Förarbete Fronthylla i en cykel. I denna station transporterar man en vagn i cirka 15 % av cykeltiden, vilket påvisar hög slöseri i form av Muda som kan reduceras.

Det finns mycket trucktrafik både vägen till vart man kittar fronthyllorna och vid korsningen mellan förarbete fronthylla och station 13 vid line. Trafiken består av flera typer av truckar och tåg som passerar området, vissa truckar roterar i kittarens gångväg som inte är särskilt bred. Det finns en hög säkerhetsrisk för operatören eftersom man korsar truckarnas högtrafikerade huvudväg två gånger per cykel. Det finns närliggande operatörer som kan ha uppsikt för AGC:n ifall något händer.

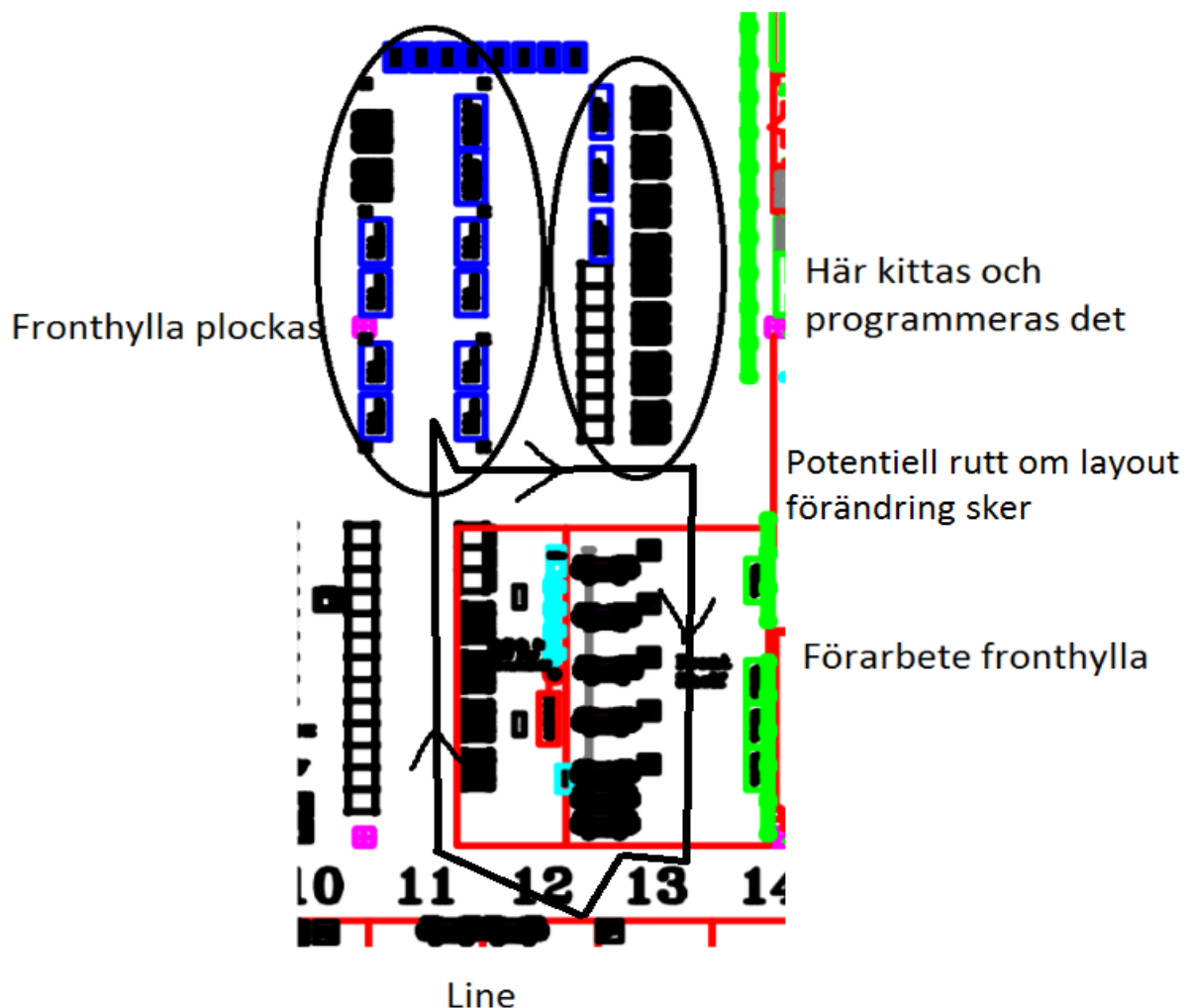


Figur 4.4: Visar layouten för delområdet Förarbete Fronthylla.

Implementering av AGC i området kommer motstå många utmaningar. En utmaning är att gångvägen från line till kitting av fronthylla är relativt smal och eftersom AGC:n ska fram och tillbaka på den högtrafikerad ytan finns det risk för förseningar. En lösning till utmaningen kan vara att ändra lite på layouten genom att få en rektangelformad transportväg, se figur 4.5. Rutten förändras så att efter man lagt fronthyllan på den tomma vagnen så är tanken att den kör runt Förarbete Fronthylla på andra hållet istället för att köra tillbaka samma väg den kom ifrån.

En till utmaning är att implementering av AGC i detta område inte är ekonomiskt lönsamt eller tidsreducerande, eftersom man behöver en person där man lägger på respektive

fronthylla på den tomma vagnen. Man behöver också en person där man placerar fronthyllan i racksen på förarbete fronthylla och även en person för att lämna en förarbetad fronthylla till line och ta bort den tomma vagnen. Förslag på lösning för denna utmaning är att använda sig utav ovanstående lösning alltså layout förändring till rektangelformad rutt, så att en av de två kittarna som programmerar hårdvaran till de som förarbetar fronthyllorna kan gå över till kitting av fronthyllorna och sätta på vagnen. Sen är tanken att montörerna på förarbetsstationen ska placera fronthyllan i racksen på förarbete fronthylla. Montörerna på line ska hämta den förarbetade fronthyllan och ta bort den tomma vagnen som ska placeras på en bestämd plats, där tanken är att AGC:n ska hämta och transportera till kitting fronthylla och cykeln är fullbordad. Om detta funkar kan man omplacera en person i gruppen och därmed få en hög ekonomisk lönsamhet.



Figur 4.5: Visar potentiell rutt, om layout förändring sker.

Sammanfattningsvis har området mycket utmaningar om en layout förändring ej sker. Därmed är potentialen hög inom tidsreducering och omplacering om utmaningarna förebyggs.

Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	Ja.
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	Ja, layoutförändring gör att AGC:n enbart passerar den trånga truckgången en gång.
C. Eliminera eller omdirigera aktiviteter	Kan samtliga eller delar av trucktrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	Ingen möjlighet identifierades.
D. Gång utan att kitta gångtid	Tiden operatören går för att enbart förflytta vagn	Cirka en minut per cykel.
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	Operatören som intervjuades hade positiv syn på implementering av AGC.
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	Ja.

Tabell 4.2: Observationsschemat för Förarbete Fronthylla.

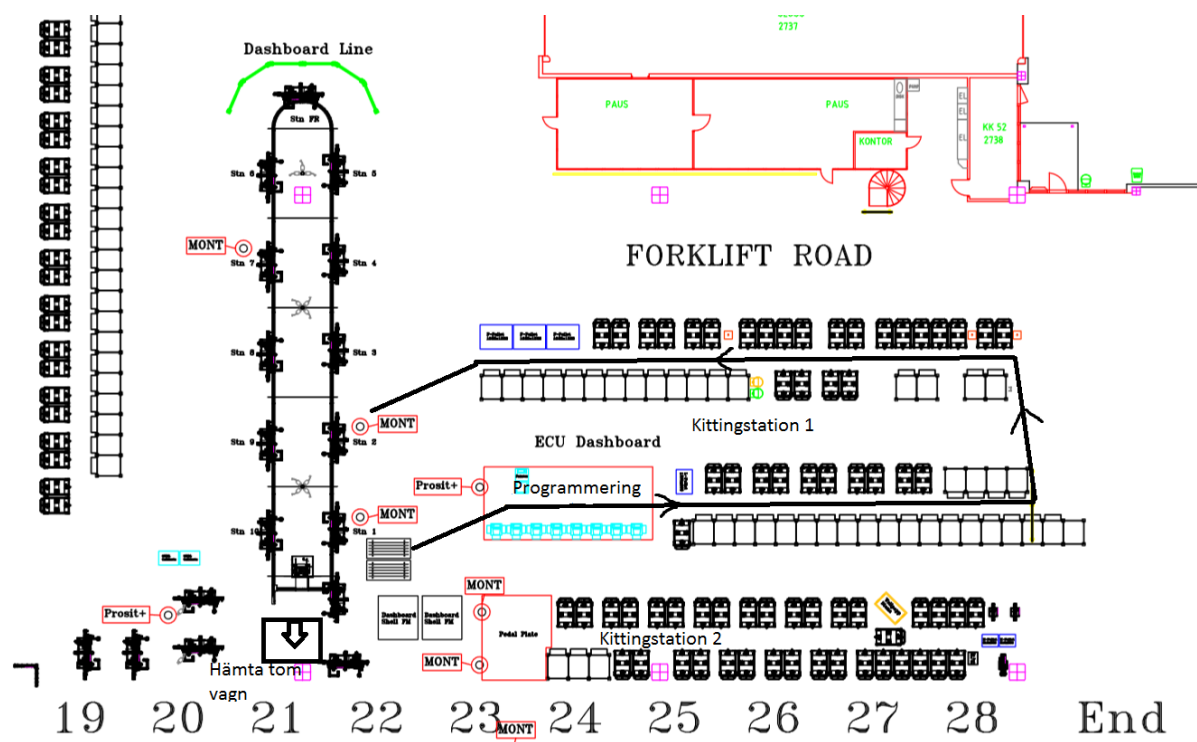
4.3.1.3 Förarbete Dashboard

Området Förarbete Dashboard ligger vänster om Cabtrim huvudline och här förarbetar montörerna dashboards genom att montera kabelmattor, programmerad hårdvara, nyckellås och plastkåpa etc. Dashboard line är U-formad och har samma taktid som Cabtrims huvudline, se figur 4.6. Ett tåg levererar CCP plåtar för FH modellen och hållare för FM modellen som sedan placeras en efter en, beroende på chassinumret, på varsin tom dashboard linevagn. Materialet som monteras finns på en kittingvagn som kittas från kittingstationerna, som ligger framför Förarbete Dashboard med en truckgång emellan. Vagnen från

kittingstation ett som kittas med material hakas på dashboardvagnen. Alltså transporteras det en vagn från kittingstation ett för varje dashboard. Vagnen från kittingstation två består av 2 st. pedalplattor, enbart för FH hytter medan FM pedalplattorna levereras från kittingstationen via tåg direkt till Cabtrims line, så montören plockar en för varje dashboard. När förarbetet är klart transporteras de över truckgången till Cabtrims line station 20. Området förarbete dashboard är väldigt lik förarbete fronthylla, när det gäller hur området ser ut och transportera förarbetad material till Cabtrim huvudline.

Dashboard området har två kittingstationer och fyra kittare, varv två kittare i kittingstation ett och två kittare i den andra kittingstationen. Den ena stationen består av att programmera hårdvara, kitta vagn med material och ibland lite förarbete innan transport till dashboards line. Det är dock stor skillnad mellan antalet material som kittas mellan en FH och en FM. En vagn med FH material tar cirka 5 minuter att kitta medan en vagn med FM material tar cirka 2 minuter att kitta. Den andra består utav mindre kitting och mer förarbete av pedalplattor där man enbart transporterar pedalplattorna för FH till dashboards line. Kittaren för station ett tar en promenad på cirka 40–45 sekunder enbart för att lämna en kittad vagn till dashboard line och hämta en tom vagn därifrån tillbaka till kittingstationen. Medan kitting stationen för pedalplatta är transporten enbart över truckgången som tar cirka 5–10 sekunder.

Truckar och tåg passerar truckgången mellan Förarbete Dashboard och kittingstationerna, mest tåg eftersom det är mycket material som levereras till dessa två kittingstationer. Det passera cirka två till tre truckar per timme vilket inte anses vara mycket. Truckgången mellan Förarbete Dashboard och Cabtrims line är en huvudväg och är relativt hög trafikerat.



Figur 4.6: Visar layouten för delområdet Förarbete Dashboard.

Tanken för implementering av AGC kan se ut något liknande som man plockar vagn vid slutet av kittingstation ett, lämnar vagnen vid Förarbete Dashboard och därefter åker på utsidan av Förarbete Dashboard till en bestämd plats för att plocka tom vagn. Efter det åka till början av kittingstation 1 för att lämna den tomma vagnen. Sedan åka till kittingstation två, plocka vagn och transportera till Förarbete Dashboard. Därifrån plocka tom vagn, transportera den till kittingstation två och efter det tillbaka till slutet av kittingstation ett och cykeln är fullbordad.

Den största utmaningen för att få det att funka är att AGC:n behöver hjälp när det gäller att byta plats på kittad vagn och tom vagn. Lösning för detta kan vara att köpa in en AGC som har förmågan att hantera och byta plats på två vagnar. En annan lösning är att operatörerna i närheten hjälper AGC:n när den kommer till dem. Potentialen anses vara normal eftersom tidsreduceringen AGC:n kan ge är cirka 50–60 sekunder. Det blir svårt att omplacera en kittare eftersom tidsskillnaden på en FH vagn och en FM vagn är såpass stor att det blir omöjligt för kittarna att klara sig om det tillverkas många FH i rad. Dock händer inte det ofta och när det väl händer kan gruppledaren, eventuellt en flex anställd hoppa in och hjälpa till.

Sammanfattningsvis har detta området goda förutsättningar för implementering men potentialen är inte den bästa. Dock tar det bort mycket gång för kittarna i station ett som får gå väldigt mycket i själva kittinggången.

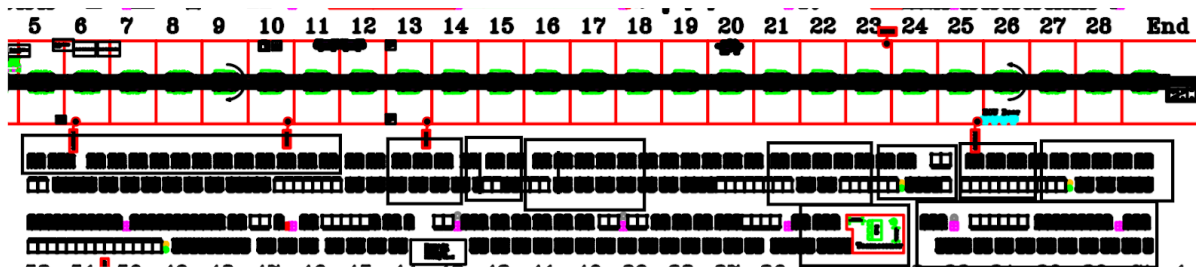
Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	Ja.
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	Ingen layoutförändring behövs för implementering.
C. Eliminera eller omdirigera trucktrafiken	Kan samtliga eller delar av trucktrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	Trucktrafiken är inte relativt hög trafikerat.
D. Gång utan att kitta gångtid	Tiden operatören går för att enbart förflytta vagn	Cirka en minut per cykel.
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	Operatören som intervjuades hade positiv syn på implementering på AGC.
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	Ja.

Tabell 4.3: Observationsschemat för Förarbete Dashboard.

4.3.1.4 Hela högersida av line 1

Hela högersida av Cabtrims line 1 läggs in som ett område eftersom det finns tio olika kittinguppdrag och fem kittare som i princip göra samma sak. Nämligen, transportera en vagn från Cabtrim huvudline förbi truckgången till respektive kittingstation. Kitta materialet och ibland förarbetar materialet för att sedan transportera tillbaka vagnen till Cabtrim huvudline.

Hela högersidan består helt enkelt av kittinggångar, vilket innebär att trucktrafiken på vägen mellan kittinggång och Cabtrim line 1 är hög trafikerat. Eftersom truckarna och tågen levererar material både till line och kittinggångarna.



Figur 4.7: Visar layouten för delområdet Hela högersida av line 1.

Avståndet vagnarna transporteras från line till kittingstation och tillbaka är såpass korta att redueringen av transporttiden är liten och vinsterna beskattas vara minimala om man inte slår ihop stationerna. Alltså för att diskussionen om att implementera AGC ska behandlas så bör AGC:n transportera flera vagnar både fram och tillbaka. Dock är utmaningarna för detta många. Man korsar trucktrafikens huvudväg flera gånger vilket innebär att mycket truckar skulle eventuellt bli försenade på grund av AGC:n.

Sammanfattningsvis är potentialen för området låg eftersom tidsreduceringen är minimal. Området har även låga förutsättningar på grunda av att man korsar den trafikerade truckgången 2 gånger per cykel för att kitta vagn.

Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	Nej.
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	Layouten är inte största utmaningen i delområdet.
C. Eliminera eller omdirigera trucktrafiken	Kan samtliga eller delar av trucktrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	Truckgången mellan line och kittinggångarna är en huvudväg som inte går att påverka.
D. Gång utan att kitta gångtid	Tiden operatören går för att enbart förflytta vagn	Mellan 15–25 sekunder per transporterad vagn
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	Eftersom misslyckades med att uppfylla Hanssons (2017) modell och anses ha låg potential med lite förutsättningar, så intervjuades operatörerna inte.
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	Ja dock med lite förutsättningar på grund av trucktrafiken och tidsreduceringen.

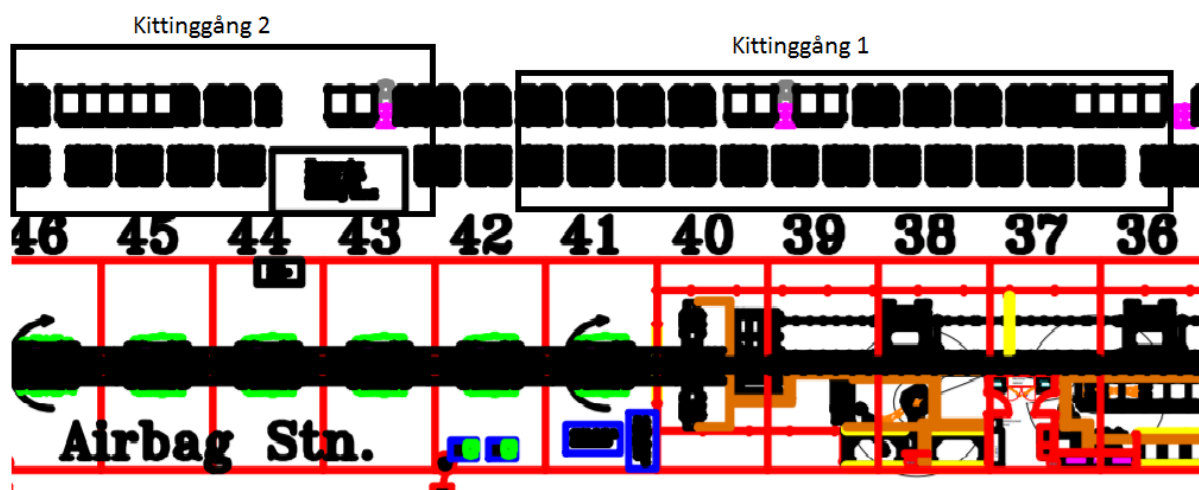
Tabell 4.4: Observationsschemat för Hela högersida av line 1.

4.3.1.5 Station 41–46

Detta området består utav två kittingstationer som är placerade efter varandra. De levererar material till högersidan av Cabtrim huvudline stationerna 41–46. Vagnarna placeras framför tillhörande hytt på linen och åker i samma takt som hytten. Deras materiallager ligger på högersidan av truckgången, se figur 4.8. Rutten för den ena kittaren är att placera en kittad

vagn vid station 41, sedan förmontera och borra loss lastbilsstolar från en pall vid station 42 på vänstersida. Efter det går kittaren till station 43 och tar bort en tom vagn för att sedan transportera den hela vägen över truckgången till kittingstationen, det tar cirka 40 sekunder. I kittingstationen kittas vagnen i cirka 2 minuter, sedan transporteras vagnen i cirka 20 sekunder till line vid station 41 och cykeln är fullbordad. Rutten för den andra kittaren lyder enligt följande; placera vagn vid station 44 på samma plats som vagnen från kittingstation ett var. Plocka bort en annan vagn vid station 46 och transportera den över truckgången till kittingstation två, det tar cirka 20 sekunder. Här kittar kittaren material och gör lite förarbete, till exempel klistrar klistermärken på brandsläckare, i cirka 4 minuter. När vagnen är färdigkittad transporteras vagnen till line vid station 44 och cykeln är fullbordad.

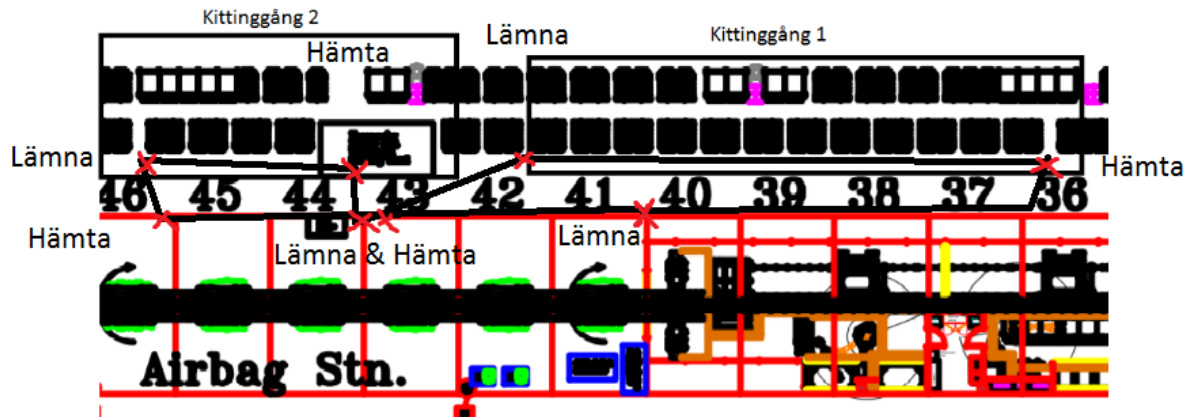
Trucktrafiken på truckgången är relativt normal trafikerad, de levererar mest material till kittingstationerna och ett tåg passerar ungefär varje 25–30 minuter för att leverera material till line. Kittarna korsar trucktrafiken varje gång de ska transportera vagnen till och från line.



Figur 4.8: Visar layouten för delområdet station 41–46.

Detta området har hög potential med förväntade utmaningar för att implementera AGC. Eftersom det är mycket transport av vagn utan att kitta och kittingstationerna är direkt bakom varandra ger det en god möjlighet att kombinera två kittingstationer för implementering av en AGC. Tanken för hur det kan se ut i detta området med AGC i funktion är följande; Släppa kittad vagn vid line station 41 sedan åka till station 46 och plocka tom vagn för att transportera till kittingstation två. Åka till slutet av kittingstation två, plocka kittad vagn och transportera till line station 44. Därefter plocka tom vagn från station 44 och transportera till

kittingstation ett för att sedan åka till slutet av kittingstation ett. Där plockar AGC:n en kittad vagn för att transportera till line station 41 och cykeln är fullbordad. Se figur 4.9 nedan.



Figur 4.9: Visar potentiell rutt för AGC.

För att detta ska funka måste en liten layout förändring ske på slutet av kittingstation ett. Idag går kittaren hela vägen ner i kittinggången och sedan tillbaka ut från starten av kittingstationen. För att implementeringen av AGC ska funka som en loop bör man göra en liten öppning i slutet av kittingstationen. Det finns gott om plats där och skulle vara väldigt enkelt och i princip kostnadsfritt att öppna vägen för att en vagn ska kunna komma ut. AGC:n kommer korsa trucktrafiken 4 gånger och åka längs truckgången några gånger, detta kan påverka trucktrafiken. Dock är det väldigt öppet i truckgången och uppsyn finns i området, detta kan utöka chanserna för god samspel mellan AGC:n och truckarna/tågen. Kittaren i station ett kittar i cirka 2 minuter per vagn och 4 minuter för kittare i station två, får vi total 6 minuters ren kittning och förarbete i båda vagnarna exklusive transport. Cykeltiden är 5 minuter och 36 sekunder, detta innebär att om man kan reducera tiden i kittinggångarna eller flytta förarbetet i kittingstation två till en montör på line och monteringen på lastbilsstolar till någon annan så kan man eventuellt lyckas omplacera en kittare. Alltså blir det en person som kittar i båda vagnarna och AGC:n transporterar vagnarna till och från line.

Sammanfattningsvis har området god potential för implementering av AGC. Dock finns det utmaningar i vägen som förminska förutsättningarna. Det blir svårt att omplacera en kittare direkt utan måste först få in AGC:n i funktion innan beslutet kan fattas.

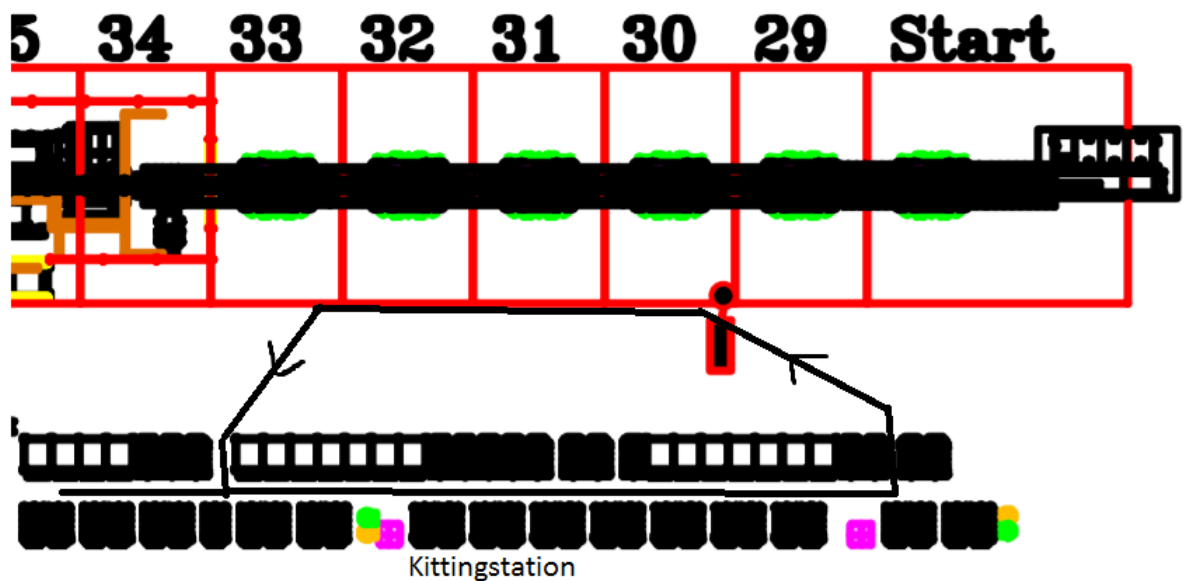
Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	Ja.
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	En liten layoutförändring behövs för att fullborda en eventuell rutt.
C. Eliminera eller omdirigera trucktrafiken	Kan samtliga eller delar av trucktrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	Trucktrafiken är inte relativt hög trafikerat.
D. Gång utan att kitta gångtid	Tiden operatören går för att enbart förflytta vagn	Kittaren för station ett har en gångtid på cirka en minut per cykel. Kittaren för station två har en gångtid på cirka 30 sekunder per cykel.
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	Operatören som intervjuades hade positiv syn på implementering på AGC.
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	Ja.

Tabell 4.5: Observationsschemat för station 41–46.

4.3.1.6 Station 30–32 vänster sida

Detta området ligger på vänstersida av Cabtrim huvudline vid stationerna 30–32. Det finns en kittingstation och en kittare i området. Kittingstationen ligger vänster om line, där man korsar en truckgång, se figur 4.10. Dock åker truckarna och tågen enbart in för att leverera material till just detta området och passerar annars aldrig. Alltså är trucktrafiken i området låg. Kittaren transporterar vagnen från station 32 över truckgången till kittingstationen, kittar material med lite förarbete och därefter transportera vagnen till station 30. Alltså är

transporterna av vagn utan kitting enbart över truckgången fram och tillbaka, vilket sammanlagt tar cirka 15–20 sekunder.



Figur 4.10: Visar layouten för delområdet station 30–33.

Eftersom kittingstationen har små transportsträckor utan att kitta och det är enbart en kittare som gör arbetet, resulterar det i att man inte kan få ekonomisk vinst utav att implementera AGC. Detta eftersom man inte kan omplacera någon operatör och tidsreduceringen är liten del av cykeltiden. Vagnarna är inte alls tunga att flytta på så det hjälper inte heller mycket ur det ergonomiska perspektivet. Dock anses detta området vara det området man kan implementera AGC i utan några märkvärdiga utmaningar, men som sagt ej lönsamt.

Sammanfattningsvis har detta området låg potential men förutsättningarna för implementering finns eftersom det existerar väldigt lite utmaningar.

Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	Nej.
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	Ingen layoutförändring behövs för implementering.
C. Eliminera eller omdirigera trucktrafiken	Kan samtliga eller delar av trucktrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	Trucktrafiken är väldigt låg.
D. Gång utan att kitta gångtid	Tiden operatören går för att enbart förflytta vagn	Cirka 20 sekunder per cykel.
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	Eftersom misslyckades med att uppfylla Hanssons (2017) modell och anses ha låg potential, så intervjuades operatörerna inte.
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	Ja.

Tabell 4.6: Observationsschemat för station 30–32 vänster sida.

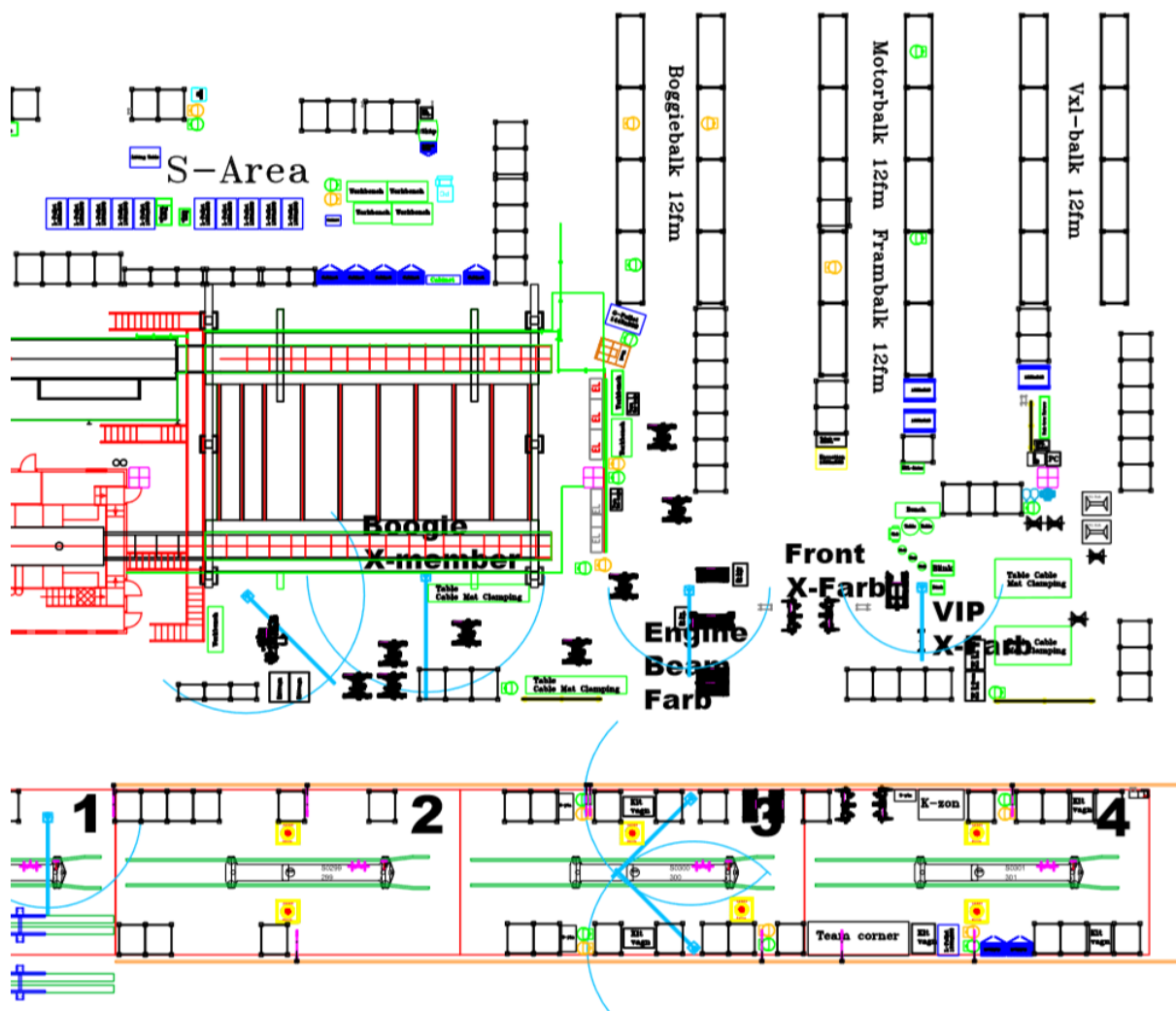
4.3.2 LA Huvudline

Huvudline sträcker sig från LA huvudline till LB huvudline del 2. I början av huvudline monteras chassit för att vid LB börja montera in de färdigbyggda delarna från fiskbenen i fabriken, som till exempel hytten och motorn. Cykeltiden för hela huvudlinen är 6 minuter och 24 sekunder, vilket motsvarar 70 lastbilar per arbetspass. LA Huvudline del 1 utgör den första delen av huvudline och sträcker sig från station 1 till station 15.

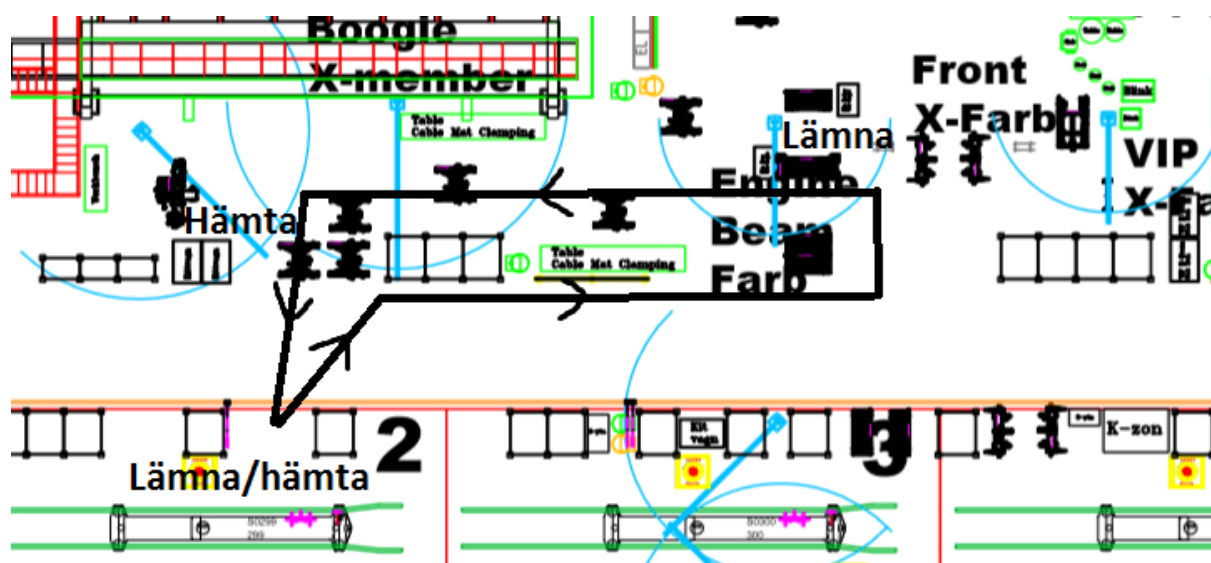
4.3.2.1 Förarbete Boggibalk

Området förarbete boggibalk ligger tvärs över truckgång från allra början av LA Huvudline, se figur 4.11. I området finns det 6 operatörer där 2 st. kittar och förarbetar medan 4 st. enbart monterar på boggibalken. Operatören som transporterar vagnen är först med att montera boggibalken. Det tar cirka 2 minuter och 50 sekunder av cykeltiden som är 6 minuter och 24 sekunder. Sedan går operatören till slutet av boggi och transporterar en färdig vagn över till line. I samma sekvens hämtas en tom vagn till början av boggi som operatören ger till kittaren i området. Enbart transport av vagnar tar operatören cirka 1 minut och 20 sekunder. Alltså utgör enbart transport av vagn cirka 20% av operatörens arbetscykel. Totalt arbetar operatören i 4 minuter och 10 sekunder, vilket påvisar en balanseringsförlust på 2 minuter och 14 sekunder som motsvarar 35 % av cykeltiden.

Tåg- och trucktrafiken i området mellan line och boggi är väldigt trafikerat. Truckgången går runt line och därför behöver tåg och truckar som levererar material på andra sidan line, passera denna truckgång. Enbart två truckar av de passerande truckarna roterar för att placera trälådor i området, resten kör enbart förbi. Alltså på grund av trafiken blir det svårt för AGC att prioriteras i trafiken.



Figur 4.11: Visar layouten på delområdet Förarbete Boggibalk



Figur 4.12: Visar ruten för vagnarna för boggiebalkarna.

Rapportförfattarna noterade att det fanns balanseringsförluster bland montörerna och kittarna i området. Därför är en tanke att implementera AGC för att transportera vagnarna som operatören gör idag. Men även placera ut lite av operatörens monteringsdel till andra montörer. Detta skulle resultera i en omplacering av en operatör, vilket är väldigt lönsamt. Det finns mycket utrymme vid stationens lämna/hämta plats, vilket utökar realiteten att implementera AGC:n. En AGC hade möjligtvis kunnat utföra bytet av vagnarna själv, genom att placera vagnarna bredvid varandra. Ännu en positiv förutsättning är att det alltid finns uppsyn från förarbete boggibalk och huvudline. Man kan även tänka ur den ergonomiska aspekten för stationen eftersom operatörerna klagat på att vagnen är tung, och efter ett visst antal gånger blir det extra jobbigt.

Det spelar inte stor roll om tåg/truck blockerar vägen för AGC eftersom även operatören behöver vänta på de för att kunna passera sträckan. Om en AGC däremot implementeras så har den hela 6 minuter och 24 sekunder på sig att fullborda cykeln, alltså finns det marginal för att vänta på trucktrafiken. Om det implementeras och allt flyter på bra och det finns utrymme för AGC att göra något mer, finns det även potential att transportera vagnarna i stationen bredvid. Transportsträckan är enbart från förarbetet tvärsöver till huvudline.

Sammanfattningsvis har området hög potential eftersom det finns möjlighet att omplacera en operatör. Förutsättningarna är höga eftersom området har mycket utrymme för att behandla utmaningarna.

Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	Ja.
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	Ingen layoutförändring behövs för implementering.
C. Eliminera eller omdirigera trucktrafiken	Kan samtliga eller delar av trucktrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	Trucktrafiken är väldigt intensiv.
D. Gång utan att kitta gångtid	Tiden operatören går för att enbart förflytta vagn	Cirka 1 minut och 20 sekunder per cykel.
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	Operatören som intervjuades hade en positiv syn på implementeringen av AGC.
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	Ja.

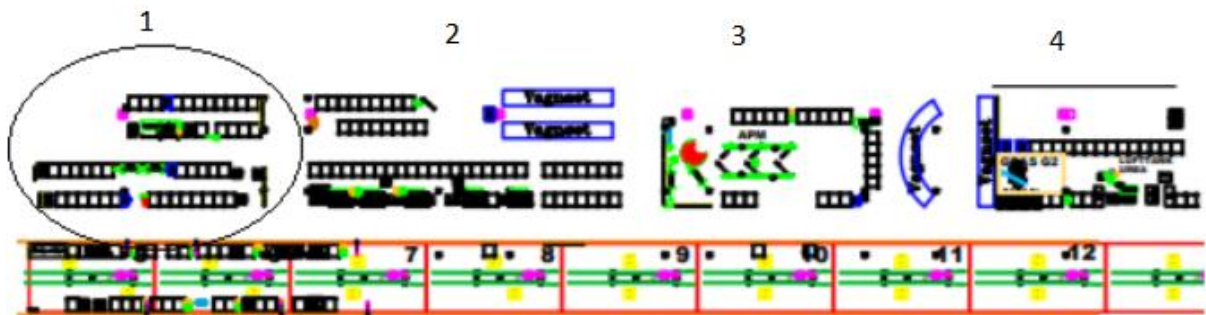
Tabell 4.7: Observationsschemat för Förarbete Boggibalk.

4.3.2.2 Station 5–12

Volvo Tuve har redan kollat på delområde längst åt vänster och har planer på att förändra layouten för att eventuellt implementera AGC, se figur 4.13. Det har inte genomförts en undersökning på delområde 1 eftersom Volvo Lastvagnar redan har utfört det. I delområde 2 kittar de material för en ventil och förarbetar den som placeras med annat material på vagnarna i kitting gångarna och vagnarna transporteras tvärs över till line. Delområde 3 arbetade med PA rör och även de vagnarna transporterades tvärs över till line. I delområde 4 monterar de krängningshämmare och lufttankar som placeras på olika vagnar. Vagnarna med krängningshämmarna är relativt tunga att rulla och efter ett flertal gånger kan det inte anses vara ergonomiskt. Alltså kan AGC implementeras ur en ergonomisk synpunkt. Alla dessa delområdena har korta transporter till och från line, där de flesta sker tvärs över. Till skillnad

från Cabtrim transporteras mycket av materialet direkt till line, vilket reducerar transport från kitting till line.

Truckgången mellan line och området är relativt hög trafikerat, eftersom truckarna och tågen levererar mycket material till både line och området del 1. Det är även vägen man tar för att ta sig till boggibalk eller andra hållet till LB.



Figur 4.13: Visar layouten för delområdet station 5–12.

Man kan implementera en AGC för område 2,3 och 4. Dock är förutsättningarna låga med tanke på utmaningen med den intensiva trucktrafiken i områdena. Även potentialen är låg eftersom transporterna är såpass korta att tidsreduceringen AGC:n kan tillföra är varken ekonomisk lönsamma eller värt alla utmaningar som först måste bearbetas.

Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	Nej.
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	Layouten är inte den största utmaningen i delområdet.
C. Eliminera eller omdirigera trucktrafiken	Kan samtliga eller delar av trucktrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	Trucktrafiken anses vara relativt hög.
D. Gång utan att kitta gångtid	Tiden operatören går för att enbart förflytta vagn	Cirka 15–25 sekunder per transport av vagn.
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	Eftersom misslyckades med att uppfylla Hanssons (2017) modell och anses ha låg potential och lite förutsättningar, så intervjuades operatörerna inte.
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	Nej, många utmaningar behöver bearbetas innan rutt presenteras.

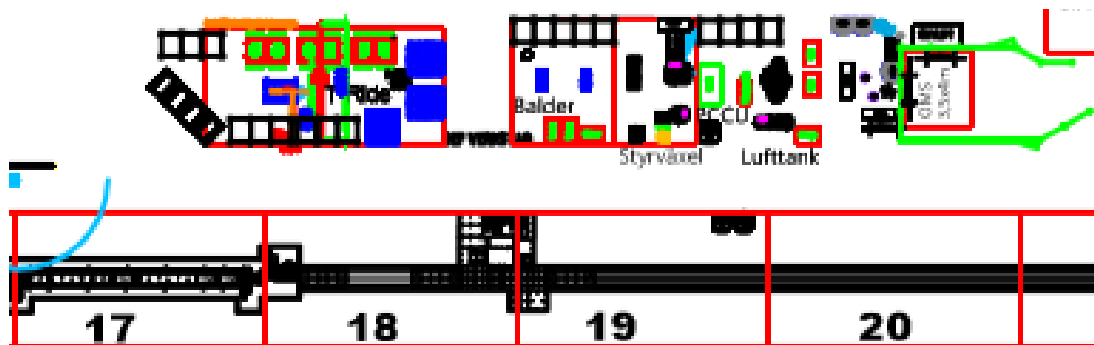
Tabell 4.8: Observationsschemat för station 5–12.

4.3.3 LB Huvudline del 1

LB Huvudline del 1 utgör den andra delen av huvudline och sträcker sig från station 16 till station 30.

4.3.3.1 Station 17 - 20

Mellan stationerna 17 och 20 finns det fem förarbeitsstationer som levererade färdiga komponenter direkt till line, se figur 4.14 nedan. Två av dessa bedömdes vara särskilt intressanta, nämligen förarbeitsstationen för tankar och för styrväxlar. Gemensamt för samtliga stationer är att transportavstånden till line är väldigt korta, cirka 5 - 15 meter, då vagnarna nästan enbart transporteras rakt över truckgången till line. Vidare uppfattas några vagnar vara tunga enligt rapportförfattarnas observationer och enligt två operatörer.



Figur 4.14: Visar layouten för delområdet station 17–20.

En AGC skulle kunna implementeras för två eller tre förarbeitsstationer tillsammans för att utföra de korta transporterna till line. Det skulle kräva att AGC:n anpassas till stationerna vid line och till förarbeitsstationerna så att den hinner transportera vagnarna med material i tid. För att minimera fluktueringar av förarbetat material vid förarbeitsstationerna och för att underlätta samordningen av transporter till line, kan en lagerplats för vagnarna skapas så att en kö bildas för förarbeitsstationerna styrväxlar och tankar. För resterande stationer finns det dock ont om plats för att upprätta ett lager vid förarbeitsstationerna. Detta är ett överkomligt problem som hade lösts med en smartare AGC med ytterligare funktioner som att backa och vända på plats.

En utmaning är att bytet av vagnar måste ske manuellt eftersom det varken finns något utrymme vid line och att AGC:n saknar funktionen att backa. I lösningen behöver bytet ske på gångbanan av en operatör vid line. Rapportförfattarna är medvetna om att bytet kan ske på flera olika sätt, men presenterar enbart en alternativ lösning. En av de enklare varianterna vore att AGC:n släpper av den fulla vagnen på gångbanan till vänster från den tomma vagnen för att sedan köra fram till höger om den tomma vagnen. Detta skulle skapa ett utrymme för operatören att först koppla fast den tomma vagnen på AGC:n och sedan placera den fulla vagnen på sin plats vid line.

Sett ur ett enbart finansiellt perspektiv skulle lösningen binda mer kapital i delområdet och dessutom med stor sannolikhet överstiga inköpskostnaden för AGC:n, vilket utgör endast en del av investeringskostnaden. En AGC beräknas kosta i spannet mellan 200 - 300 000 kronor enligt gruppchefen inom produkt och process. Däremot hade lösningen haft en positiv effekt ur ett ergonomiskt perspektiv eftersom det hade eliminerat behovet av operatörerna att transportera de tunga vagnarna. Vidare hade investeringen varit i linje med att nå industri 4.0. Det skulle även frigöra lite tid hos varje förararbetsstation som kan användas åt annat, då många små moment hade kunnat elimineras. Tiden är dock inte särskilt lång och på kort sikt kommer tiden som frigörs med stor sannolikhet inte utnyttjas fullt ut eftersom det skulle kräva en omorganisation av arbetet. Fast på en längre tidshorisont kan tiden användas till värdeskapande aktiviteter eftersom tiden kan tas till hänsyn när området utvecklas.

Att samordna transporterna i AGC:ns rutt hade mest förenklat arbetet för operatörerna. AGC:n hade annars haft en begränsad ekonomisk effekt. Efter en sammanvägning av ovannämnda faktorer och perspektiv bedöms utmaningarna i området vara normala samt överstiga de små möjligheterna en AGC hade bidragit med. Det finns däremot potential för att kombinera förararbetsstationerna för tankar och styrväxlar med ett annat område i samma del av fabriken.

Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	Ja.
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	Ja, på vissa stationer.
C. Eliminera eller omdirigera aktiviteter	Kan samtliga eller delar av trucktrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	Nej.
D. Gång utan att kitta gångtid	Tiden kittaren går för att enbart förflytta vagn	Den maximala tiden uppgick till ca 30 sekunder.
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	Operatörerna hade en positiv syn på AGC:n.
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	Ja.

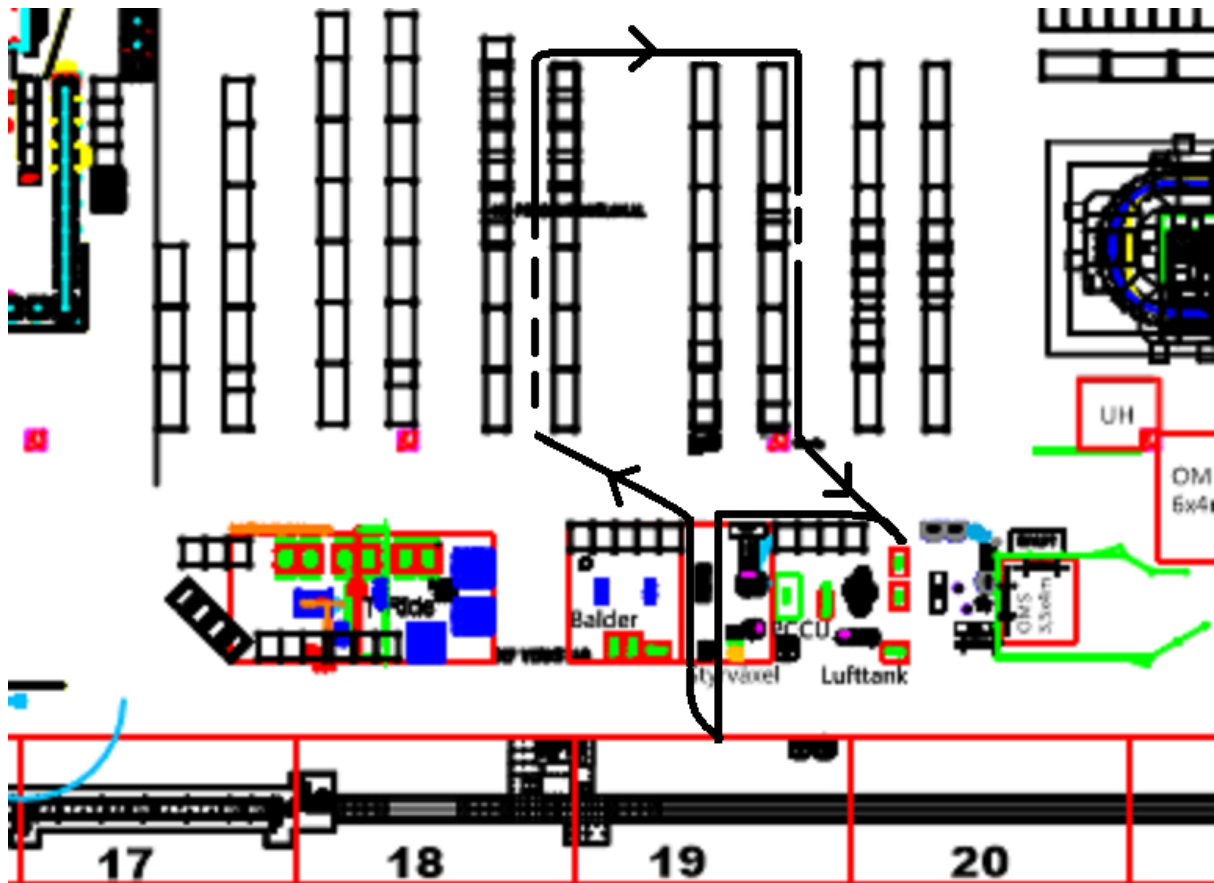
Tabell 4.9: Observationsschemat för station 17–20.

4.3.3.2 Station 17 - 20 inklusive lager

Förarbetsstationerna för tankar och styrväxlar är placerade mellan huvudline och ett lager som består av flera kittinggångar, se figur 4.15. Lagret sträcker sig från nästan början av LB Huvudline del 1 till motoravdelningen och har till uppgift att bland annat förse samtliga förarbetsstationer fram till motoravdelningen med material. Vissa stationer får även en del av sitt material från olika sorters tåg. Lagret fylls på med material av både truckar och tåg varför trafiken i lagret är hög. Kittarna på förarbetsstationerna för tankar och styrväxlar hämtar själva material från respektive kittinggång i lagret. All kitting sker i områden där ingen truck eller tågtrafik förekommer. Dock sker transporten av kittingvagnar i trafikintensiva områden.

Det finns en kittare på styrväxelstationen och två kittare som arbetar med att förbereda material för tankarna. Kittaren på styrväxelstationen förarbetar vanligtvis även två mekaniska

För att inkludera lagret i lösningen för föregående delområde kan AGC:ns rutt inledas med att transportera en full vagn med styrväxlar till huvudline. Operatören vid line kan själv byta vagnar för AGC:n genom att koppla bort den fulla vagnen och ersätta den med en tom vagn. Därefter kan AGC:n transportera den tomma vagnen till lagret för styrväxlar där den antingen släpper av vagnen utanför lagret eller efter att kittaren har kittat färdigt. Efter att vagnen har kopplats bort kan AGC:n köra till uthämningsstället i lagret för tankar och koppla fast den fulla vagnen med material och transportera den till tankstationen för förarbete. Vid stationen släpper AGC:n den fulla vagnen och kör till förarbeitsstationen för styrväxlar och hämtar en full vagn för att slutligen fullborda slingan. Se figur 4.16 nedan. De streckade linjerna i figuren indikerar manuell hantering av kittingvagn.



Figur 4.16: Visar potentiell AGC rutt.

Med den utökade lösningen kommer ytterligare möjligheter och utmaningar att uppstå. Med lösningen hade AGC:n varit under ständig uppsyn. Operatörerna hade kunnat bevaka den vid sina stationer på line och på förarbetsstationerna när den är i området. Vid lagret hade truckförarna haft uppsyn över den eftersom det kommer nästan alltid finnas någon truckförare vid lagret. Utnyttjandegraden för AGC:n hade också varit hög eftersom den skulle behöva arbeta en stor del av cykeltiden.

Båda förarbetsstationerna är placerade intill varandra vilket är ytterligare en fördel eftersom AGC:n inte behöver åka onödigt långt för att transportera vagnarna. Däremot hade den behövt korsa truckgången vid huvudline samt truckgången mellan förarbetsstationerna och lagret två gånger per rutt. AGC:n hade även behövt köra på gångbanan i lagret för att undvika truckarna i området och längs med hyllan för hämtningsplatsen för den kittade vagnen för tankar. Gångbanan är inte särskilt trafikerad och därför bedömer rapportförfattarna att AGC:n har möjlighet att köra på den. Att köra längs med hyllan för den kittade vagnen för tankar är riskabelt med tanke på att truckar verkar i området. Truckarna kan behöva köra över eller

rotera på magnetremsan för att hämta eller lämna material vilket kan slita av magnetremsan från golvet.

För kittaren för styrväxlar hade lösningen inneburit att personen inte hade behövt gå lika mycket eftersom personen inte längre hade behövt byta vagnar vid huvudline vilket även hade sparat tid. Kittaren hade endast behövt gå från förarbetsstationen till lagret och tillbaka i en slinga. Trots att operatören vid line hade behövt utföra bytet av vagnar så hade den totala tidsbesparingen för både kittaren och operatören varit positiv. Mestadels eftersom transporten och bytet av vagnar hade tagit längre tid än att enbart byta vagnar. Detta förutsätter att operatörerna vid line har balanseringsförluster och har därför spilltid till att byta plats på vagnarna för AGC:n. Bytet av vagnar bör inte uppta särskilt mycket tid och bör kunna utföras av operatörerna vid line. Operatörerna hade dock behövt ge företräde till AGC:n framför sitt arbete då AGC:n måste köra vidare.

Det finns möjlighet att reducera antalet kittare för tankstationen om en AGC hade implementerats. Det skulle möjligtvis räcka med en kittare om en AGC transporterar det kittade materialet från hämtningsplatsen i lagret till förarbetsstationen för tankar istället för att det ska ske av en operatör. Operatören spenderade ungefär 35 sekunder till att förflytta vagnen samt till att gå till hämtplatsen vid lagret från line vilket motsvarar ca 9,3 % av operatörens cykeltid. Vid ett observationstillfälle noterades hjälpkittaren utföra allt arbete då balansägaren var sjuk och inte närvarande. Hjälpkittaren klarade av arbetet men ansåg att det var stressigt. En AGC hade kunnat förenkla arbetet och detta stärker också påståendet att arbetet endast kräver en operatör. Volvo har dock valt konceptet med en kittare och en hjälpkittare på grund av en av kittarnas hälsotillstånd. En möjlig lösning hade varit att omplacera kittaren med hälsotillståndet till en mindre krävande balans.

Lösningen hade även haft en positiv effekt ur ergonomisynpunkt därför att AGC:n hade själv transporterat vagnen. För kittaren för styrväxlar hade AGC:n antingen programmerats så att den släpper av vagnen utanför lagret, eller programmerats så att den eliminerar behovet av att transportera vagnen för kittaren genom att köra tills kittaren är färdig med att hämta material. Det senare alternativet hade haft en större positiv effekt på kittarens ergonomi. AGC:n hade även eliminerat behovet att transportera den färdigkittade vagnen till förarbetsstationen för tankar vilket hade underlättat för en av kittarna för tankstationen. Däremot hade ergonomin för operatören som byter plats på vagnarna fått det sämre i lösningen.

Om AGC:n implementeras kan lösningen innebära att stationerna reducerar antalet kittare från tre till två utan att utsätta en av kittarna till stress. Lösningen hade haft ett positivt finansiellt utslag eftersom effektiviteten hade ökat samtidigt som ergonomin för kittaren hade förbättrats. Sammanfattningsvis finns det en hög potential i området med normala utmaningar till att implementera en AGC.

Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	Ja.
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	Nej.
C. Eliminera eller omdirigera aktiviteter	Kan samtliga eller delar av trucktrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	Nej.
D. Gång utan att kitta gångtid	Tiden kittaren går för att enbart förflytta vagn	Den maximala gångtiden uppgick till ca 35 sekunder.
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	Operatörerna hade en positiv syn på AGC:er.
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	Ja, se analysen ovan.

Tabell 4.10: Observationsschemat för station 17–20 inklusive lager.

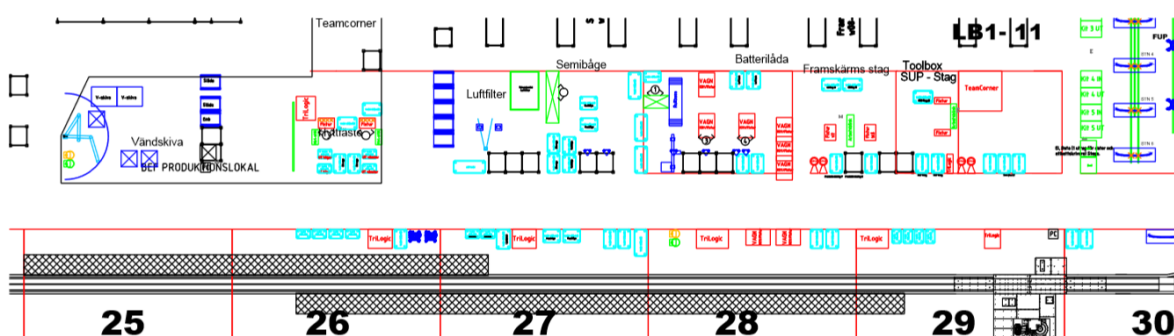
4.3.3.3 Station 26 - 28

I området finns det tre förarbeitsstationer av intresse för implementeringen av AGC.

Förarbeitsstationerna för luftfilter och fälgar hade likartade egenskaper vad gäller bland annat den färdigkittade vagnen samt transportsträckan till line. Förarbeitsstationen för batterilådor utgör den tredje intressanta stationen och kommer beskrivas i nästa stycke. På grund av

egenskaperna för stationerna kommer förarbetsstationen för batterilådor analyseras enskilt medan förarbetsstationerna för luftfilter och fälgar behandlas tillsammans. Gemensamt för samtliga stationer är att de kittade sitt eget material från varsin kittingång. Det förekom även materialtransporter med tåg och truck till dels förarbetsstationerna och dels till line. Se figur 4.17 nedan.

Intill station 28 finns en förarbetsstation för att montera ihop batterilådor. Förarbetsstationen var väldigt välorganiserad när det gäller hanteringen av batterilådor i stationen. I stationen transporterades batterilådorna på vagnar som följde ett spår på golvet som upphörde precis intill gången mellan förmonteringsstationen och line. All förmontering skedde på vagnen vid olika platser i stationen. Vagnen förflyttades manuellt till nästa plats när montören blev klar med arbetet på en plats för att därefter transportera vagnen till line. Vid line hämtades en tom vagn och sammantaget gick 9,4 % av operatörens cykeltid till att transportera vagnar vilket motsvarar 36 sekunder.



Figur 4.17: Visar layouten för delområdet station 26–28.

Om vagnen helt ersattes med en AGC skulle utnyttjandegraden för AGC:n nästan motsvara tiden för operatören att transportera vagnar till och från line vilket är lite mer än 9,4 %, då transportererna inne i stationerna är också inräknade. Den resterande tiden skulle AGC:n användas som en arbetsyta för montörerna och då hade AGC:ns funktioner inte utnyttjats fullt ut.

För att öka utnyttjandegraden kan AGC:ns rutt kombineras med andra stationer i området så att den nästan samtliga transporter till line. Operatören hade dock behövt arbeta på en annan arbetsyta, till exempel en vagn, för att frigöra AGC:n till andra stationer. Spåret hade också

behövt flyttas så att den går längs med stationens kant istället för mitt på stationen för att skapa det nödvändiga utrymmet för AGC:n.

Att samordna transporterna för de intressanta förarbetsstationerna hade försvårat implementeringen av AGC:n. För vidare diskussion kring utmaningar och möjligheter med problem som kan uppstå vid samordning av transporter hänvisas till delområde 4.3.4.1 Motor på grund av områdenas likartade egenskaper.

Förarbetsstationerna för luftfilter och fälgar

För förarbetsstationerna för luftfilter och fälgar uppgick avståndet från stationerna till line till ungefär 5 meter. Båda materialtransporterna och bytet av vagnar utfördes av en operatör för respektive station. Materialtransporterna för båda stationerna upptog nästan lika lång tid och varade i ungefär 28 sekunder, vilket motsvarar 7,5 % av personens cykeltid. Båda operatörerna som transporterade det färdigarbetade materialet uppgav att de uppfattade vagnen som fysiskt krävande samt hade velat, om det fanns möjlighet, helt eliminera momentet från deras arbetsuppgifter. Rapportförfattarna samstämde med deras uttalande efter att själva fått testa utföra ett av de krävande momenten.

Det finns en ergonomisk vinst att kapitalisera på genom att implementera en AGC för förarbetsstationerna för luftfilter och fälgar. Förflyttningen av vagnar med förarbetat material sliter på operatörerna vilket kan leda till höga ersättningskostnader för företaget i form av förlorad kompetens samt sjukersättning. Om en AGC hade implementerats hade det stärkt Volvo Lastvagnars anseende i operatörernas ögon eftersom det hade skickat en tydlig signal om att företaget värdesätter människan i Volvo produktionssystem (VPS). Detta hade även förbättrat relationen mellan ingenjörer och operatörer eftersom det är bland annat ingenjörerna som utformar operatörernas arbetsuppgifter.

Ytterligare en möjlighet är att det finns utrymme till layoutförändringar mellan förarbetsstationerna eftersom stationerna är placerade jämsides med varandra. Dock finns det brist på utrymme på line för att AGC:n ska utföra bytet av vagnar. Problematiken har redan behandlats i delområde Station 17 - 20 varför det inte kommer analyseras vidare. För analys se delområde Station 17 - 20.

Den stora vinsten för AGC:n i båda områden är ur ergonomisk synpunkt. Materialet som transporteras är tungt och en AGC hade underlättat för operatörerna. Vidare hade samtliga stationer en tidsreducering på under 10 %. För att öka tidsreduceringen behöver AGC:n samordna transporterna för flera förararbetsstationer vilket är krävande. Därför bedöms området besitta en normal potential och en normal utmaning för att implementera AGC.

Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	Ja.
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	Ja, lite utrymme finns vid hämtplatsen för luftfilter.
C. Eliminera eller omdirigera aktiviteter	Kan samtliga eller delar av trucktrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	Nej.
D. Gång utan att kitta gångtid	Tiden kittaren går för att enbart förflytta vagn	Den maximala gångtiden uppgick till ca 36 sekunder.
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	Operatörerna hade en positiv syn på AGC:er. Team leadern i området instämde med operatörerna genom att påstå att "allt som underlättar operatörernas arbete är bra".
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	Ja, se analysen ovan.

Tabell 4.11: Observationsschemat för station 26–28.

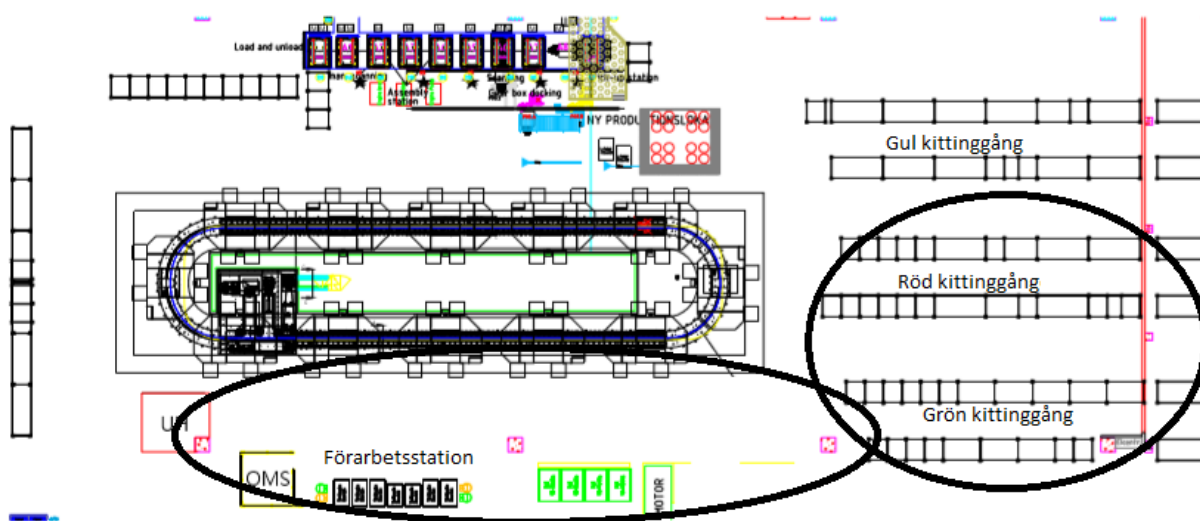
4.3.4 Motor

4.3.4.1 Motor

Det tredje området som mättes var relativt litet jämfört med område 4.3.1 Cabtrim. Området omfattas inte av huvudline då det utgör ett av fiskbenen i fabriken. Linen är ovalformad med en ytterdiameter och en innerdiameter, se figur 4.18. Operatörerna arbetar på linen samt i området innanför innerdiameteren och hämtar material från kittingvagnarna som är

fastkopplade till både linensytter- och innerdiameter. I motoravdelningen slutmonteras lastbilmotorerna för att därefter transporteras vidare till huvudline genom att koppla de i kedjor som hänger i taket. På grund av linens utformning betraktades samtliga stationer i området som en station eftersom kittingvagnarna är fastkopplade till linen och att montörerna endast plockar material ur de vagnar som de behöver.

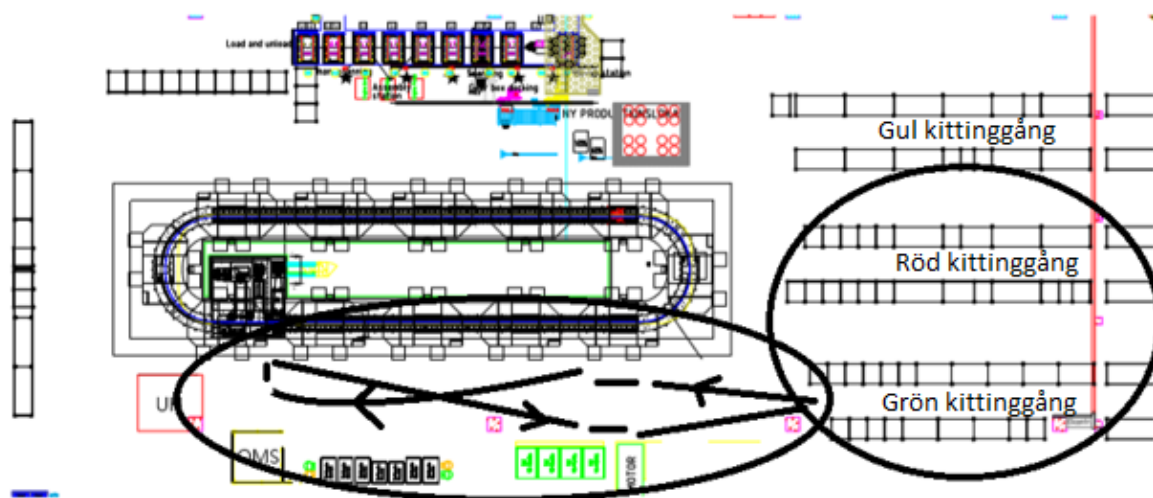
För att förse montörerna i avdelningen med material finns det en förarbetsstation och fyra kittare som hämtar material från fem kittinggångar. Förarbetsstationen är placerad till vänster om linen och är skild ifrån kittingstationerna som nästan omringar linen. Kittarna plockar mycket material i sina kitting rundor varför det inte finns något utrymme för att eliminera eller omplacera en av de vid en implementering av AGC. Vidare är materialet av varierande karaktär där storlek och vikt varierar från en skruv till en stor fläkt. Materialet till kittinggångarna transporteras med både tåg och truck. Inga truckar eller tåg transporterar material till line utan all transport sker manuellt med vagnar. I dag transporteras endast tre vagnar per cykel till line där cykeln är 6 minuter, varav en vagn transporteras in till operatörerna för att sedan kopplas fast på insidan av linen. Transportsträckan sträcker sig från en av kittinggångarna till line vilket utgör maximalt 10 meter. I nästan hela området vagnarna transporteras får inga truckar eller tåg passera. Se figur 4.18 för ytterligare beskrivning.



Figur 4.18: Visar layouten för delområdet Motor.

Den nedanstående lösningen kommer endast behandla kittarna i de omringade områdena i figuren ovan. En AGC kan inleda sin rutt med att plocka upp en färdigkittad vagn vid

lagerplatsen utanför den gröna kittinggången för att därefter transportera vagnen till en plats intill motorline. AGC:n kan sedan köra fram till slutet av förarbetsstationen till vänster om line för att hämta en tom vagn efter att en operatör flyttat över den förarbetade detaljen till line. Rutten avslutas med att transportera den tomma vagnen till början av förarbetsstationen för att sedan köra vidare till kittinggången för att åter hämta en färdigkittad vagn. Se figur 4.19 nedan för ytterligare beskrivning. De streckade linjerna i figuren indikerar manuell hantering av vagn.



Figur 4.19: Visar potentiell rutt för AGC.

En nackdel med lösningen är att AGC:n inte kan leverera vagnen från kittingstationen till line. AGC:n måste placera vagnen en bit ifrån line eftersom den inte kan utföra rörelsen som kopplar vagnen med linen, varför detta måste utföras manuellt av en operatör vid line. Vidare skapar rotationen av linen ännu ett problem för AGC:n eftersom kopplingen av vagn inte sker på exakt samma ställe, då en AGC behöver en bestämd plats för att släppa av en vagn. AGC:n skulle kunna släppa av en vagn i farten medan den åker men det skulle vara väldigt svårt att kontrollera var vagnen kommer stanna och risk för kollision ökar. Därför framstår den bästa lösningen att AGC:n levererar vagnen till en plats intill line och överlåter montören koppla fast den med line. Detta skulle inte kräva särskilt mycket tid för montören eftersom kopplingsrörelsen endast tar några sekunder att utföra samt att AGC transporterna inte sker så ofta.

Det finns även möjlighet till att öka utnyttjandegraden för AGC:n genom att utföra den andra transporten som kopplas på linens ytterdiameter. Det skulle kräva att transporterna synkroniseras med AGC:ns rutt som i sin tur anpassas till materialbehovet i linan vilket komplicerar implementeringen ytterligare. AGC:n hade inte kunnat utföra den tredje transporten in till linan, därför att öppningen till innerdiametern blir svår att förutsäga på grund av linans rotation. En möjlig lösning till linans yttertransporter hade varit att placera en extra vagn med kittad material utanför kittinggångarna så att AGC:n inte behöver vänta på att kittaren ska fylla sin vagn med material. Dock hade kapitalkostnaden för materialet ökat för att behöva ta hänsyn till de tre olika motorsorterna på linan.

AGC:n skulle även kunna implementeras för att underlätta operatörens arbete. Medan operatören plockar material kan AGC:n köra före honom så att operatören inte behöver transportera vagnen längs kittingrundan. Plockmomentet kommer däremot inte kunna ersättas då en AGC inte kan plocka material. AGC:n kan däremot inte köra efter operatören eftersom personen hade uppfattats som ett hinder vilket hade hindrat den från att köra. En av operatörerna talade positivt om att implementera AGC:n på detta vis när han fick ge sin syn på AGC:n.

Vid undersökningen av området fick rapportförfattarna ett tips från en av operatörerna om att klustra ihop material i en av kittinggångarna. Operatören menade att kittingsträckan i den gröna kittinggången kunde i vissa fall kortas ner eftersom materialet inte är placerat på ett optimalt sätt. Operatören pekade därefter på den röda kittinggången som hade materialet placerat på ett optimalt sätt därför att kittinggången hade utformats i en tidigare studie och menade att den röda kittinggången också borde utformas efter en studie. Operatörens synpunkter är värda att notera då den kan utgöra en del för vidare studier eftersom målet med studien inte är att designa den optimala kittinggången.

Området uppvisar en låg potential med låga utmaningar. Det finns möjlighet att reducera ungefär en 1 minut av operatörernas sammanlagda tid utan några svåra utmaningar. Vidare finns det nästan inga truckar eller tåg verksamma i området vilket förenklar en potentiell implementering av AGC:n.

Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	Ja.
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	Nej.
C. Eliminera eller omdirigera aktiviteter	Kan samtliga eller delar av truck- och tågtrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	Ingen truck- och tågtrafik förekom i området.
D. Gång utan att kitta gångtid	Tiden kittaren går för att enbart förflytta vagn	Den maximala gångtiden uppgår till ca 30 sekunder.
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	Operatörerna hade en positiv syn på AGC:er.
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	Ja.

Tabell 4.12: Observationsschemat för motor.

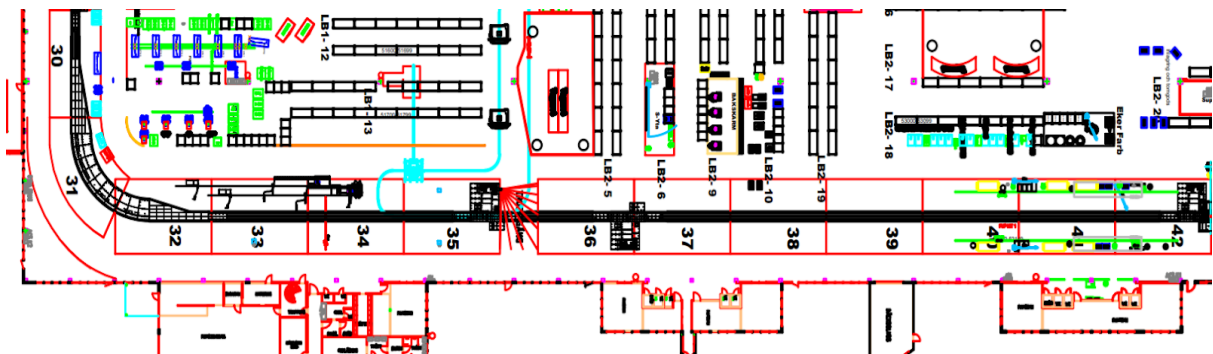
4.3.5 LB Huvudline del 2

LB Huvudline del 2 utgör den tredje delen av huvudline och sträcker sig från station 31 till station 42.

4.3.5.1 Station 31–42

Det sista området i fabriken utgörs av 17 stationer i huvudline. Området kallas för LB och består av stationerna 31 till 48 av huvudline, se figur 4.20 nedan. De flesta materialen som transporteras till line är stora, tunga och svårhanterliga varför det inte kan transporteras av en AGC. Mycket av materialet transporteras direkt till line av tåg och stora truckar. Truckarna som arbetar i området är mycket större än de som är verksamma i andra delar av fabriken vilket har att göra med materialets egenskaper.

Förarbetsstationerna är placerade på line varför det nästan inte finns några kittingstationer i området. Enbart station 38 fick material från en kittingstation i området. Kittingstationen är placerad endast några meter från stationen vid line. Materialet transporterades i kvantiteter som räcker i ungefär fyra cyklar vid line. Att implementera en AGC för station 38 hade inte varit lönsamt på grund av att materialet transporteras korta sträckor och att transportererna inte sker ofta. Området är också väldigt hög trafikerat och det förekommer även oljespill i en del av området.



Figur 4.20: Visar layouten för delområdet station 31–42.

Sammanfattningsvis uppfyller området inte de nödvändiga kraven för att implementera AGC:er, dels på grund av materialet som transporteras till stationerna samt dels på grund av trucktrafiken i området.

Indikator	Definition	Resultat
A. Hanssons (2017) modell	Uppfyller området och AGC:n kraven för Hanssons (2017) modell	Nej.
B. Områdets layout	Skulle mindre layoutförändringar utöka förutsättningarna för implementeringen av AGC	Inga små förändringar hade uppfyllt modellen.
C. Eliminera eller omdirigera aktiviteter	Kan samtliga eller delar av trucktrafiken i området elimineras så att implementeringen av AGC:n förenklas	Nej.
D. Gång utan att kitta gångtid	Tiden kittaren går för att enbart förflytta vagn	Inga mätningar utfördes.
E. Operatörernas syn på AGC	Vad operatörerna tycker om AGC:er generellt samt om AGC:ns potentiella tillämpning i deras arbete	Inga intervjuer genomfördes.
F. Potentiell rutt	Finns det en potentiell rutt för AGC:n	Nej.

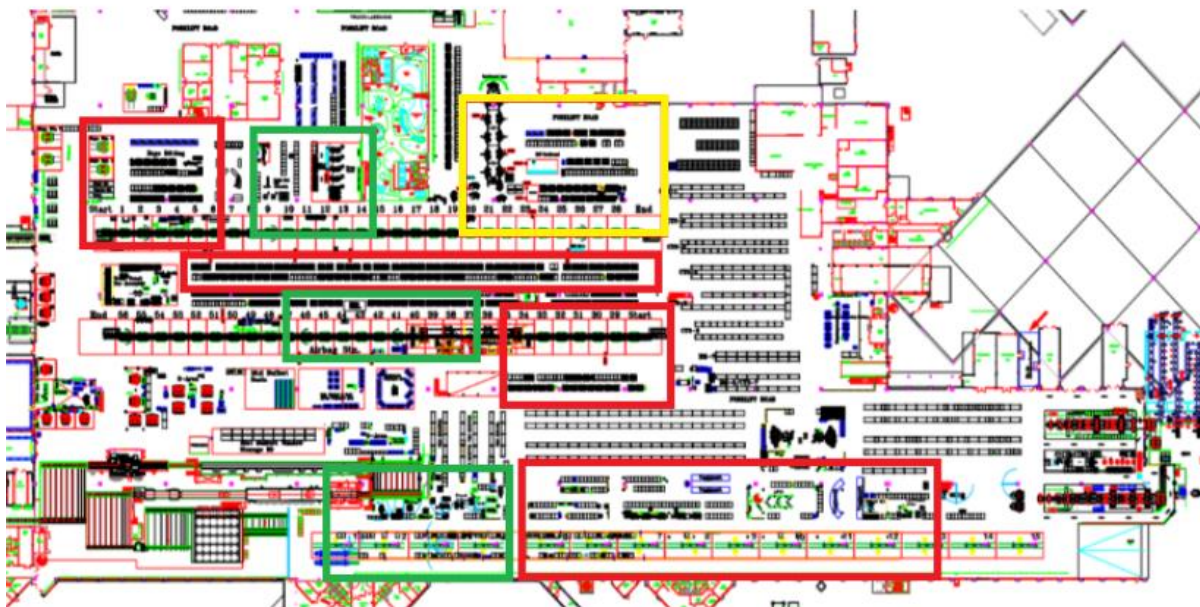
Tabell 4.13: Observationsschemat för station 31–48.

5. RESULTAT

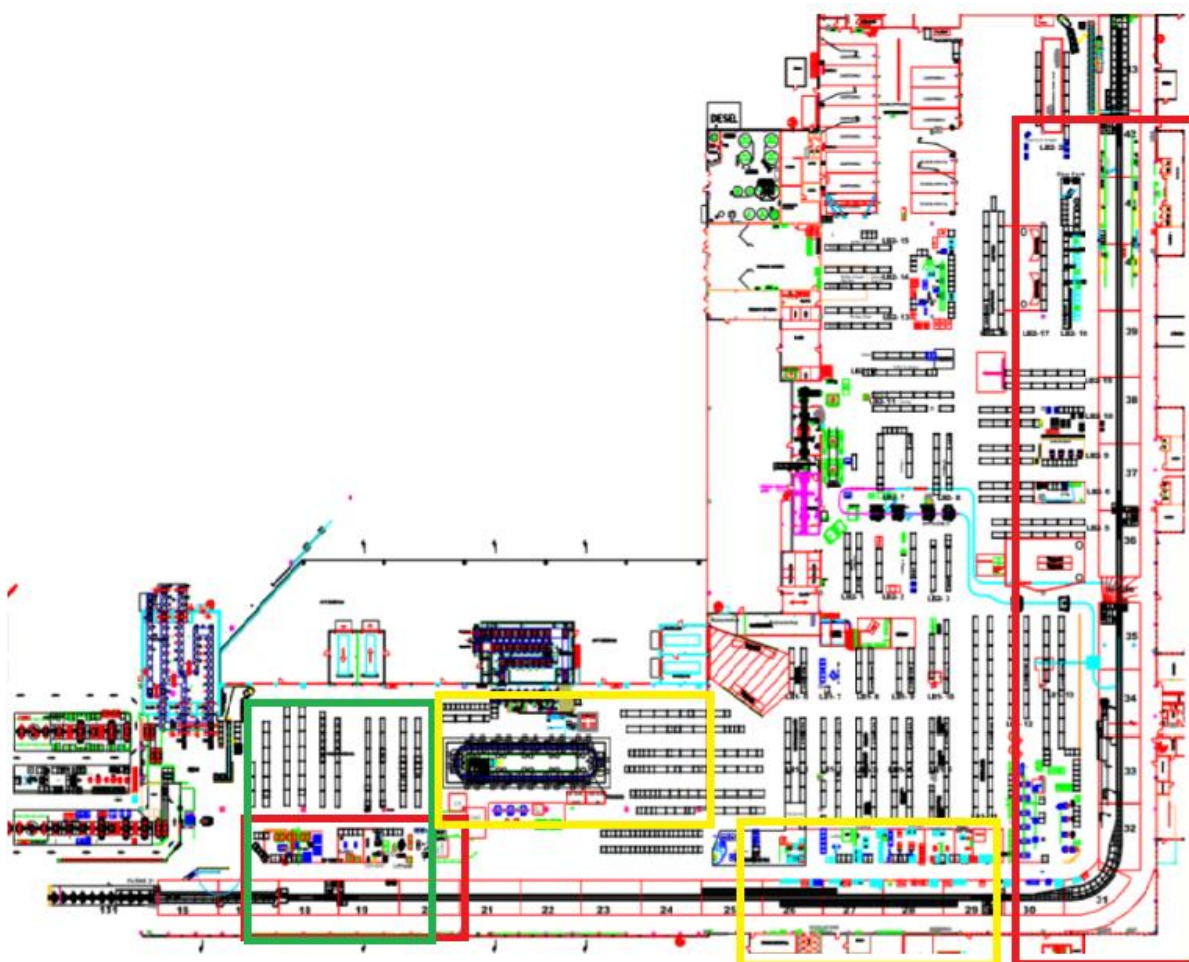
I detta avsnitt presenteras en tabell, som rankas utifrån empirin och analysen. Längst åt vänster anges vilket område, ett steg åt höger står det vilket delområde som presenteras. De två kommande stegen är potential och förutsättning, som värderas mellan Hög - Normal - Låg. För att se potentialen undersöktes det om ett område har god tidsreducering eller ekonomisk vinst. Förutsättningar undersöktes genom att se hur mycket och hur stora utmaningarna är i området. En total bedömning gör med samma skala, Hög - Normal - Låg. Potentialen värdesätts högre än förutsättningar eftersom, om det finns höga vinster i ett område så spelar det inte stor roll om förutsättningarna i området är lägre.

Område	Delområde	Potential	Förutsättningar	Totalt	Färg
Cabtrim	Ergo	Låg	Normal	Låg	Röd
Cabtrim	Förarbete fronthylla	Hög	Normal	Hög	Grön
Cabtrim	Förarbete Dashboard	Normal	Hög	Normal	Gul
Cabtrim	Hela högersidan av line 1	Låg	Låg	Låg	Röd
Cabtrim	Station 41 - 46 högersida	Hög	Normal	Hög	Grön
Cabtrim	Station 30 - 32 vänstersida	Låg	Hög	Låg	Röd
LA Huvudline	Boggibalk	Hög	Hög	Hög	Grön
LA Huvudline	Station 5 - 12	Låg	Låg	Låg	Röd
LB Huvudline del 1	Station 17 - 20	Låg	Normal	Låg	Röd
LB Huvudline del 1	Station 17 - 20 inklusive lager	Hög	Normal	Hög	Grön
LB Huvudline del 1	Station 26 - 28	Normal	Normal	Normal	Gul
Motor	Motor	Låg	Hög	Normal	Gul
LB Huvudline del 2	Station 31 - 48	Låg	Låg	Låg	Röd

Tabell 5.1: Sammanställning av resultat.



Figur 5.1: Layout på LA med resultat i form av färg.



Figur 5.2: Layout på LB med resultat i form av färg.

6. DISKUSSION

Rapporten har haft som syfte att presentera en karta för Volvo Lastvagnar som beskriver var i produktionen det är lönsamt att implementera en AGC, genom att identifiera potential och förutsättningar för implementering. Detta har uppnåtts genom att utföra observationer i fabriken enligt ett observationsschema, som till största del bestod av en modell utvecklad av Hansson (2017) i ett tidigare examensarbete. Detta kapitel diskuterar rapportens resultat i förhållande till syftet. Det är uppdelat i fem delkapitel som i tur och ordning adresserar resultatets koppling till litteraturen, slutsatser, hållbarhet, felkällor samt vidare studier.

6.1 Resultatets koppling till litteraturen

Rapportförfattarna identifierade flera intressanta kopplingar till litteraturen. Samtliga delområden i fabriken uppvisade att slöserikällan Muda förekommer. Studien visar att Muda uppstår när operatörerna transporterar vagnar till eller från line och lagret. Genom att använda automation, och i synnerhet autonoma transporter, kan vissa former av Muda förebyggas och elimineras. Det skulle kunna ske genom att till exempel implementera den befintliga AGC:n i fabriken på de delområden som Volvo Lastvagnar anser vara lönsamma. Detta hade även frigjort tid för operatörerna som transporterar vagnarna till att utföra andra aktiviteter, eftersom den manuella transporten av vagnar hade eliminerats.

Vidare hade implementeringen av AGC:n legat i linje med hur Volvo Lastvagnar har organiserat sin produktion. Volvo Produktionssystem (VPS) bygger på principerna inom Lean produktion, där syftet med Lean är att eliminera alla former av slöseri. AGC:er uppfyller delar av syftet genom att eliminera en form av Muda. AGC:er uppfyller även delvis automations kriteriet i industri 4.0 som är helautomatiserade fabriker.

6.2 Slutsatser

För att kunna implementera AGC:er i fabriken behöver Volvo Lastvagnar adoptera ett nytt tankesätt. Företaget behöver angripa problemet på områdesnivå än på enskilda stationer för annars kommer utnyttjandegraden för AGC:n vara låg. För att utnyttjandegraden ska vara hög behöver ungefär 2–5 förarbets- och linestationer inkluderas i AGC:ns rutt. En säkerhetstid för

AGC:ns rutt behöver dock tas till hänsyn vid implementeringen då oförutsedda händelser kan inträffa.

AGC:n som finns i fabriken är i många fall inte lämpad för att implementeras i alla delar av produktionen. Olika delar av fabriken kräver olika nivåer av automatisering. Tuve-fabriken saknar en grundläggande infrastruktur som möjliggör implementeringen av AGC:er i hela fabriken. Vissa områden i fabriken är inte anpassade för AGC:er eller små självkörande vagnar, som till exempel LB Huvudline del 2. Det bristande utrymmet i fabriken utgör också ett hinder då AGC:n i många fall inte kan arbeta helt självständigt, som till exempel vid byte av vagnar.

Vidare saknar den befintliga AGC:n grundläggande funktioner som att backa och vända på plats. AGC:n behöver även följa en magnetremsa för att köra till en station vilket kan försvåra implementering, eftersom det finns en risk att remsan går sönder. Dessa problem skulle dock kunna lösas med hjälp av en smartare AGC. Det skulle också underlätta implementeringen om den själv kan samspela med truckar, tåg och fotgängare.

AGC:er, och andra former av autonoma fordon, behöver sättas in i ett större sammanhang så att de inte låser fabriken för andra, mer lönsamma, framtida investeringar. I många fall behöver företaget förändra en del av layouten i ett område för att kunna implementera AGC:er. Detta kan hindra företaget att investera i mer lönsamma satsningar eftersom layouten har förändrats. Därför behöver det existera en investerings- och en fabriksstrategi som tar hänsyn till autonoma fordon, och inte nödvändigtvis bara AGC:er.

Slutligen, ger ett icke-formellt samtal med operatörerna medan de arbetar väldigt många tips för vidare utveckling av verksamheten, vilket förslaget från delområdet motor visade i rapporten. Operatörernas expertis är något som skulle bidra till att öka företagets lönsamhet eftersom de besitter den tekniska samt praktiska kunskapen av arbetet.

6.3 Hållbarhet

Hållbarhet kan ses ur tre olika aspekter, ekonomisk, social och ekologisk hållbarhet (KTH, 2017). Ekonomisk hållbarhet definieras som ekonomisk utveckling utan bekostnad på de andra aspekterna (ibid.). Social hållbarhet handlar bland annat om välbefinnande, rättigheter

och fysiska samt psykologiska behov (ibid.). Detta arbete har endast behandlat ekonomisk och social hållbarhet varför ekologisk hållbarhet inte har beskrivits.

Implementering av AGC kan direkt relateras till ekonomisk hållbarhet eftersom den resulterar i högre effektivitet i form av tidsreducering för operatörer och även i vissa fall leder till att man kan omplacera en operatör. En AGC kostar mindre än en operatör och därför är det ekonomiskt lönsamt för företaget om en AGC utför en del av operatörernas uppgifter utan att påverka de sociala och ekologiska hållbarheterna negativt. Implementeringen verkar även positivt ur den sociala aspekten eftersom vissa arbetsuppgifter kan bli mer ergonomiska, som till exempel förflyttningen av vissa vagnar.

6.4 Felkällor

Mätningarna som utfördes har inte tagit hänsyn till operatörernas arbetstakt. En operatörs arbetstakt kan variera beroende om personen är i fas eller är upp- eller nedjobbad. Om operatörerna är uppjobbade kan de arbeta mer långsamt vilket kan ge missvisande värden för ett delområde. Alternativt, om operatörerna är nedjobbade så kan de behöva arbeta snabbare vilket också påverkar datan. Rapportförfattarna bedömer dock att mätningarna är tillförlitliga eftersom de endast syftar till att ge en allmän bild av området, även om de inte är helt exakta.

6.5 Vidare studier

En första aspekt för vidare studier kan vara att upprätta en investerings- och en fabriksstrategi som tar hänsyn till autonoma fordon, om inte en sådan redan existerar. Det är viktigt att investeringar relaterade till autonoma fordon är i linje med företagets strategi så att maximal effekt kan uppnås. Annars finns det risk för att investeringarna kan låsa företaget för mer lönsamma investeringar.

En aspekt för vidare studier är att implementera AGC:n i produktion. Examensarbetet har endast undersökt möjligheter och utmaningar till att implementera AGC i generella termer för varje delområde. Examensarbetet har inte tagit hänsyn till de kvällsskiftet vilket är en viktig parameter vid implementering. Därför behöver Volvo Lastvagnar presentera en delområdesspecifik fallstudie som bland annat behandlar kvällsskiftet, samt i detalj visar AGC:ns lönsamhet för respektive delområde.

En annan aspekt för vidare studier är att se över möjligheten att eliminera, eller korta ner rutterna för, tågen och truckarna i produktion. Samtliga identifierade områden har fokuserat på manuella transporter av kittingvagnar mellan förarbensstationer och line, trots att nästan alla områden hade tåg- och trucktrafik.

Ergonomi aspekten utgör också en aspekt för vidare studier. En AGC kan användas för att underlätta kittingarbetet genom att transportera kittingvagnen för kittaren. Med den befintliga AGC:n behöver kittaren gå bakom AGC:n så att kittaren inte utgör ett hinder för den. En smartare AGC hade dock kunnat lösa problemet med att operatören går framför den. Rapportförfattarna mottog ett förslag från en kittare i motoravdelningen att endast stå på AGC:n och kitta medan AGC:n själv kör längs kittinggången, vilket också kan vara en intressant idé att vidare utforska.

7. KÄLLFÖRTECKNING

AGC Implementation Handbook. (2017). Volvo AB

Almström, P *Arbetsmätning*. Kompendium Integrerad Produktionsorganisation

Armesto, L., Mora, M., Tornero, J. (2006) *Management and transport automation in warehouses based on Auto-Guided vehicles*. Volume 39, Issue 15, Pages 671–676. Hämtad från: <https://doi.org/10.3182/20060906-3-IT-2910.00112>

Bergman, B., Klefsjö, B. (2014) *Kvalitet från behov till användning*. Femte upplagan. Lund: Studentlitteratur AB.

Bicheno, J. (2007) *Ny verktygslåda för Lean: För snabbt och flexibelt flöde*. Revere AB

Blomkvist, P., Hallin, A. (2015) *Metod för teknologer: Examensarbete enligt 4-fasmodellen*. Lund: Studentlitteratur AB.

Denscombe, M. (2016) *Forskningshandboken: För småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*. Tredje upplagan. Lund: Studentlitteratur AB.

Granlund, A., Wiktorsson, M. (2014) *Automation in internal logistics: strategic and operational challenges*. Hämtad från: <https://www.inderscienceonline.com/doi/full/10.1504/IJLSM.2014.063984>

Hansson, O. (2017) *Utredning av automatiserade transporter mellan stationer - Beslutsmodell för AGC*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.

Henebrey, J., Gorlach, I. (2016) *Enhancement of a Automated Guided Cart*. Hämtad från: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7813177/>

Instruktionsbok. (2016). Volvo AB

KTH (2017) *Hållbar utveckling*. Hämtad från:

<https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/hallbar-utveckling-1.350579>

KTH (2017) *Ekonomisk hållbarhet*. Hämtad från:

<https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/ekonomisk-hallbarhet-1.431976>

KTH (2017) *Social hållbarhet*. Hämtad från:

<https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/social-hallbarhet-1.373774>

Olsson, H., Sörensen, S., (2012) *Forskningsprocessen: Kvalitativa och kvantitativa perspektiv*. Tredje upplagan. Kina: Liber AB.

Pettersson, P., Olsson, B., Lundström, T., Johansson, O., Broman, M., Blücher, D., Alsterman, H. (2015) *Lean: gör avvikelser till framgång*. Tredje upplagan. Malmö: Part Media

Rother, M., Shook, J., (2009) *Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda*. Cambridge: Lean Enterprise Institute

SSG Standard Solutions Group AB (2018) *Industri 4.0, den fjärde industriella revolutionen*. Hämtad från: <https://www.ssg.se/Om-SSG/Press-och-media/SSG-News/Februari-2016/Nyheter/Industri-40-den-fjarde-industriella-revolutionen/>

Ullrich, G. (2015) *Automated Guided Vehicle Systems: A Primer with Practical Applications*. Hämtad från: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-662-44814-4#toc>