



CHALMERS

LASTBILSFLÖDET I EN MARIN CONTAINERTERMINAL

EN KARTLÄGGNING OCH FÖRSLAG TILL
EFFEKTIVISERANDE ÅTGÄRDER

Kandidatarbete inom Industriell ekonomi

EDVIN HANSSON
JOAR HELLQVIST
ADAM INGEMARSSON

TEODOR LINDER
FILIPPA PLANTIN
LINUS VAN GINHOVEN

**INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR SERVICE MANAGEMENT AND LOGISTICS**

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2020
www.chalmers.se
Kandidatarbete TEKX04-20-11

LASTBILSFLODET I EN MARIN CONTAINERTERMINAL

EN KARTLÄGGNING OCH FÖRSLAG TILL EFFEKTIVISERANDE ÅTGÄRDER

Flow of trucks in a maritime container terminal

A search for streamlining opportunities and efficiency
improvements

EDVIN HANSSON

TEODOR LINDER

JOAR HELLQVIST

FILIPPA PLANTIN

ADAM INGEMARSSON

LINUS VAN GINHOVEN

TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
Avdelning för Service Management and Logistics

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2020

LASTBILSFLÖDET I EN MARIN CONTAINERTERMINAL

EN KARTLÄGGNING OCH FÖRSLAG TILL EFFEKTIVISERANDE ÅTGÄRDER

EDVIN HANSSON TEODOR LINDER

JOAR HELLQVIST FILIPPA PLANTIN

ADAM INGEMARSSON LINUS VAN GINHOVEN

© EDVIN HANSSON, 2020 © TEODOR LINDER, 2020

© JOAR HELLQVIST, 2020 © FILIPPA PLANTIN, 2020

© ADAM INGEMARSSON 2020 © LINUS VAN GINHOVEN, 2020

Kandidatarbete TEKX04-20-11

Teknikens ekonomi och organisation

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Sverige

Telefon + 46 (0)31-772 1000

Göteborg, Sverige 2020

Gothenburg, Sweden 2020

Flow of trucks in a maritime container terminal

A search for streamlining opportunities and efficiency improvements

EDVIN HANSSON

TEODOR LINDER

JOAR HELLQVIST

FILIPPA PLANTIN

ADAM INGEMARSSON

LINUS VAN GINHOVEN

Department of Technology Management and Economics

Chalmers University of Technology

SUMMARY

Like many other industries, harbors are facing challenges in being able to deliver sustainable and effective solutions. With an increasing volume of transported containers, the handling capacity, in the interface between a maritime container terminal and land side, has been put to a test.

In a maritime intermodal transport system 25 to 40 % of the total cost comes from short transport to and from maritime container terminals with trucks. Parts of these transports can be improved to reduce costs as well as environmental impact.

Compared to other transport modes, costs and environmental imprint can be reduced by using intermodal transport with ships and trucks, where ships stand for the longest transportation route.

With this background, the study targets a maritime container terminal with the purpose to investigate causes of unused potential in the terminal's flow of trucks. The study also aims to propose streamlining opportunities and efficiency improvements in this flow.

The study was designed as an explorative case study. By using value stream mapping, the flow was mapped to enable identification of unused potential. Along with a collection of data from direct observations, interviews and data from the terminals operating system, the study finally was able to suggest four efficiency improvements for the flow of trucks.

Conclusions drawn from the flow of trucks are that by implementing an information solution, information can be communicated in a distinct way. Additionally, a new communication path can reduce existing communication difficulties. Furthermore, it is recommended that information about the trucks and their information of arrival should be sent to the container operating system in an earlier stage of the process during certain circumstances. The sequence of two sub-

processes should also be switched to increase the efficiency of the flow. In addition, the design of the flow has been mapped into sub-processes that are categorized according to added value.

Keywords: efficiency, intermodal transport, maritime container terminal, streamlining, truck flow, value stream mapping

SAMMANFATTNING

Precis som många andra branscher står hamnar inför utmaningen att kunna leverera effektiva och hållbara lösningar. Med en ökande volym av fraktade containrar sätts hanteringskapaciteten, i gränssnittet mellan marin containerterminal och inlandssida, på prov.

Vid marin intermodal transport kommer 25 till 40 % av den totala kostnaden från korta lastbilstransporter till och från marina containerterminaler. För att minska kostnader och avtrycket på miljön kan delar av dessa effektiviseras.

Med högre krav på hanteringskapacitet av containrar och lastbilars påverkan på intermodala transporter som bakgrund syftar denna studie till att föreslå potentiellt effektiviserande åtgärder för lastbilsflödet i en marin containerterminal.

Studien utformades som en explorativ fallstudie. Genom att använda value stream mapping kartlades lastbilsflödet för att vidare identifiera orsaker till outnyttjad potential. Tillsammans med en datainsamling bestående av direktobservationer, intervjuer och registerdata kunde studien slutligen landa i åtgärder för att effektivisera lastbilsflödet.

Slutsatser som dragits är att lastbilsflödet kan effektiviseras genom att implementera en informationslösning vilken förmedlar information på ett tydligt sätt. Ytterligare kan en ny kommunikationsväg underlätta befintliga kommunikationssvårigheter. Vidare rekommenderas att information kring lastbilar och deras arbete bör tidigareläggas i systemet under vissa omständigheter samt att sekvensen av två delprocesser bör bytas för att effektivisera flödet. Utöver det har flödets utformning kartlagts i delprocesser som kategoriseras utefter tillfört värde.

Nyckelord: effektivisering, intermodaltransport, lastbilsflöde, marin containerterminal, value stream mapping

Förord

Studien genomfördes under våren 2020 och är resultatet av ett kandidatarbete på institutionen för Teknikens Ekonomi och Organisation på Chalmers Tekniska Högskola. Rapporten är skriven av sex studenter vid civilingenjörsprogrammen för Industriell Ekonomi och Maskinteknik.

Studien är utförd på uppdrag av fallstudieterminalen och vi vill således rikta ett stort tack till vår kontaktperson med medarbetare på fallstudieterminalen för förtroendet att genomföra denna studie. Vi är tacksamma för att ni alltid varit tillmötesgående, vilket har möjliggjort goda förutsättningar för genomförandet av studien.

Vi vill även tacka Christian Finnsgård med kollegorna Sara Rogerson och Martin Svanberg på SSPA samt doktorand Stefan Jacobsson och tekniklektor Per Medbo från Chalmers för ert engagemang i arbetet och er erhållna tid.

Slutligen vill vi rikta ett extra stort tack till vår handledare Per-Olof Arnäs, som med sin erfarenhet har väglett oss genom hela studien.



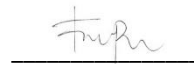
EDVIN HANSSON



TEODOR LINDER



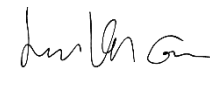
JOAR HELLQVIST



FILIPPA PLANTIN



ADAM INGEMARSSON



LINUS VAN GINHOVEN

Göteborg, Sverige 14 maj 2020

Innehållsförteckning

1	Introduktion	1
1.1	Syfte	2
1.2	Frågeställningar	2
1.3	Avgränsningar	3
2	Teori	5
2.1	Marina containerterminaler	5
2.2	Köhantering vid marina containerterminaler	6
2.3	Hållbarhetsarbete inom transportsystem	7
3	Metod	9
3.1	Teoretiskt metodunderlag	9
3.1.1	Metodens ramverk	10
3.1.2	Riktlinjer för datainsamling	12
3.2	Utförande	12
3.2.1	FAS 1 - expertintervjuer	14
3.2.2	FAS 2 - intervjuer med lastbilschaufförer	17
3.2.3	FAS 3 - mätningar och observationer	18
3.2.4	FAS 4 - insamling av registerdata	21
3.3	Metoddiskussion	21
3.3.1	Metodvalsdiskussion	21
3.3.2	Förändrade förutsättningar på grund av Covid-19	22
3.3.3	Reliabilitet och validitet	23
4	Resultat	24
4.1	Kartläggning av flödet	24
4.1.1	Säkerhet och registrering	26
4.1.2	Infart	27
4.1.3	Containerhantering	28
4.1.4	Utfart	29
4.2	Orsaker till icke utnyttjad potential i lastbilsflödet	30
4.2.1	Ankomstfrekvens och dess påverkan på TTTT	30
4.2.2	Avvikelser vid OCR-scanner och check in	35

4.2.3	Visibilitetsproblem i mottagningsparken	36
4.2.4	Kommunikation och information	36
4.2.5	Digital ärendekö	37
4.2.6	Icke optimal kortdragningssekvens	37
4.3	Potentiellt effektiviserande åtgärder	37
4.3.1	Förslag A: Styrning av lastbilsankomster	37
4.3.2	Förslag B: Förbättring av OCR-scanner	38
4.3.3	Förslag C: Informationsdelning kring lediga servicerutor	38
4.3.4	Förslag D: Förbättring av kommunikation mellan lastbilschaufförer och grensletruckar	39
4.3.5	Förslag E: Tidigareläggning av information	39
4.3.6	Förslag F: Förändring av processens sekvens	40
5	Diskussion	41
5.1	Förslag A: Styrning av lastbilsankomster	41
5.2	Förslag B: Förbättring av OCR-scanner	42
5.3	Förslag C: Informationsdelning kring lediga servicerutor	43
5.4	Förslag D: Förbättring av kommunikation mellan lastbilschaufförer och grensletruckar	43
5.5	Förslag E: Tidigareläggning av information	44
5.6	Förslag F: Förändring av processens sekvens	45
5.7	Resultatets känslighet	46
5.8	Effektiviseringsåtgärders påverkan på FN:s globala mål	47
6	Slutsats	49
6.1	Vidare studier	50
	Källförteckning	51
	Appendix A - Intervjufrågor till chaufförer	i
	Appendix B - Mall för flödets delprocesser	ii
	Appendix C - Mall för observation av containerhantering	iii
	Appendix D - Sammanfattning av lastbilschaufförsintervjuer	iv

Förteckning över figurer

<i>Figur 1.</i> Årliga globala containerflöden mellan land- och sjötransport.....	1
<i>Figur 2:</i> Studiens tre sekventiella frågeställningar som leder fram till syftet.	2
<i>Figur 3.</i> En schematisk beskrivning av containerhantering med grensletruckar mellan fartygstransport och lastbilstransport.....	5
<i>Figur 4.</i> FN:s globala mål kopplade till marina containerterminaler	8
<i>Figur 5.</i> Att utföra en fallstudie: En linjär men iterativ process.....	9
<i>Figur 6.</i> Hierarkisk uppdelning av lastbilsflödet.....	13
<i>Figur 7.</i> Fördelning av studiens olika faser	14
<i>Figur 8.</i> Kategorisering av problem i FAS 2.....	17
<i>Figur 9.</i> Analysmetod av intervjuer med lastbilschaufförer.....	18
<i>Figur 10.</i> Illustration av de tre delarna i FAS 3: studie av flödets processer, insamling av primärdata och insamling av primärdata vid avvikande processer.....	19
<i>Figur 11.</i> Övergripande flödesschema som representerar lastbilsflödets huvudprocesser på fallstudieterminalen.....	24
<i>Figur 12.</i> Kartläggning av huvudprocesser, delprocesser och värdeskapande ur fallstudieterminalens perspektiv.	25
<i>Figur 13.</i> Ankomstfrekvensen för lastbilar, fördelat på fallstudieterminalens öppettider, där varje tidsintervall H avser en timme.....	31
<i>Figur 14.</i> TTTT för lastbilar, fördelat på fallstudieterminalens öppettider, där varje tidsintervall H avser en timme.	32
<i>Figur 15.</i> Linjär regression mellan normaliserad ankomstfrekvens för timme H och normaliserad TTTT för timme H.....	33
<i>Figur 16.</i> Linjär regression mellan normaliserad ankomstfrekvens för timme H och normaliserad TTTT för timme H+1.....	33
<i>Figur 17.</i> Histogram över mellantider för lastbilsankomster till fallstudieterminalen för en godtycklig timme utifrån 88 dagar.....	34
<i>Figur 18.</i> Schematisk beskrivning av hur processens informationsöverföring av ärenden sker då lastbil passerar <i>check in</i>	40

Förteckning över tabeller

<i>Tabell 1.</i> Lista av intervjuobjekt.....	14
<i>Tabell 2.</i> Sammanställda data från mätningar av check in i del 2 FAS 3 - mätningar och observationer.....	36

Ordlista/förklaring

Dispatcher: Koordinator av den operativa verksamheten i en hamn.

Exportcontainer: Container som anländer från landet och såldes ska transporteras med fartyg ut ur landet.

Fallstudieterminal: Refererar till uppdragsgivaren av kandidatarbetet.

Förman/TOS: Förman är den äldre, traditionella benämning på arbetsledare. TOS används mer i dagsläget och står för Terminal Operations Supervisor. Dessa facktermer beskriver samma roll som arbetsledare.

Grensletruck: Lastfordon som används för transporter av containrar. Trucken har höga ben i varje hörn och uppe på dessa en fordonskropp med hytt. Under fordonskroppen, mellan benen, har trucken ett ok med teleskopfunktion som kan lyfta containrar.

IMO-märkning: Officiell internationell klassificeringen av speciellt gods, exempelvis explosivt, brandfarligt eller giftigt.

Importcontainer: Container som anländer via fartyg och således ska transporteras in i landet.

ISPS: Internationellt regelverk med avsikt att öka sjöfartsskyddet i hamnar och på fartyg.

MP: Mottagningspark. När lastbilarna anländer till containerterminalen, slussas de via en automatisk gate, in till mottagningsparken där de via utmärkta servicerutor lastas av och/eller på.

OCR: Optical character recognition. En optisk teckenigenkänning är en process där skrivtecken avsökts med fotocell och registreras automatiskt, oftast i samband med inmatning till dator.

PAM: Process activity mapping är ett analysverktyg som används vid value stream mapping för att identifiera eventuella slöseri i en process för att förbättra effektiviteten i en process.

SOS: Systemägare för operationellt system i marin containerterminal.

TEU: Transportenhet med volymen hos en container med måtten 8 fot*8 fot*20 fot (36,25 m³).

TTTT: Total Turn-around Time for truck. Tiden det tar för lastbilen att passera security in för att anlända till terminalen tills det att lastbilen passerar check out och lämnar terminalen.

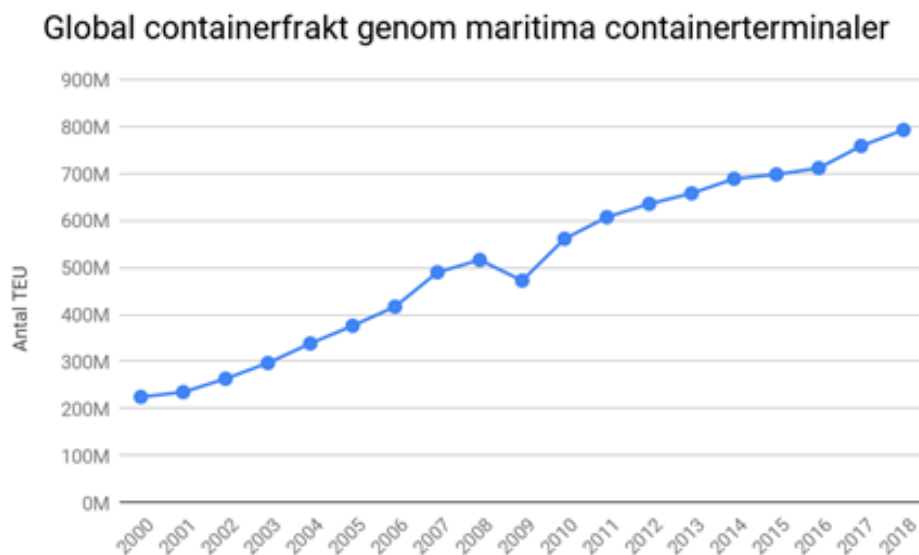
Visitkod: Ett besöksnummer kopplat till en lastbil, chaufför samt containrar som skall exporteras eller importeras. Korrekt visitkod krävs för att tillåtas beträda mottagningsparken.

VSM: Value stream mapping, är ett verktyg inom Lean där man i syfte att identifiera, prioritera och eliminera de slöseri som finns i ett värdeflöde, genomför en kartläggning av processer och produktfamiljer i värdeflödet.

Yard planner: Befattning på den person som är ansvarig för planering och organisering av containrar på containerterminalen.

1 Introduktion

I en studie publicerad av McKinsey & Company beskriver Saxon och Stone (2017) hur den globala volymen fraktade containrar kan tänkas utvecklas under de kommande 50 åren. Med utgångspunkt i historisk utveckling av global containerfrakt i relation till de möjligheter som digital utveckling medför, argumenterar Saxon och Stone (2017) för att global containerfrakt inte förväntas kulminera inom en överskådlig framtid. Den globala ökningen i flödet av containrar mellan land- och sjötransport presenteras i Figur 1 nedan, uttryckt i antal 20-fots containrar (TEU).



Figur 1. Årliga globala containerflöden mellan land- och sjötransport. Konstruerat diagram av data från The World Bank (u.å.).

I takt med ökad global handel, allt större containerfartyg och fortgående urbanisering ställs allt högre krav på marina containerterminaler. De utgör noder i globala värdekedjor där efterfrågan på effektiv hantering, tillgänglighet, säkerhet och kostnadseffektivitet ökar (Heilig & Voß, 2017). Sharif et al. (2011) beskriver att för intermodala containertransporter kan 25-40 % av kostnaderna härledas till de kortare lastbilstransporterna vilka innefattar leverans eller upphämtning av containrar på marina containerterminaler. Ineffektiv hantering av dessa lastbilstransporter leder vidare till köbildning vilket innebär miljöfarliga utsläpp till kringliggande urbana miljöer (Sharif et al., 2011). För att bibehålla lönsamheten för intermodala transporter och värna om miljön, är effektiv hållbar hantering av lastbilsflöden i marina containerterminaler nödvändig (Guan & Liu, 2009).

För att undersöka effektiviserande åtgärder ur ett hållbart perspektiv analyserar denna fallstudie potentialen för en marin containerterminal utifrån tre huvudsakliga typer som är beroende av varandra. Den första typen av potential är ökad utnyttjandegrad av den studerade containerterminalens resurser dedikerade till lastbilsflödet. Den andra typen är förbättrad service genom kortare TTTT, det vill säga lastbilars genomloppstid i flödet. Den tredje typen är säkerhet för individer, tillgångar och godshantering, vilket också är servicekvalitéer. En avvägning mellan dessa tre typer behöver göras vid identifiering av potential.

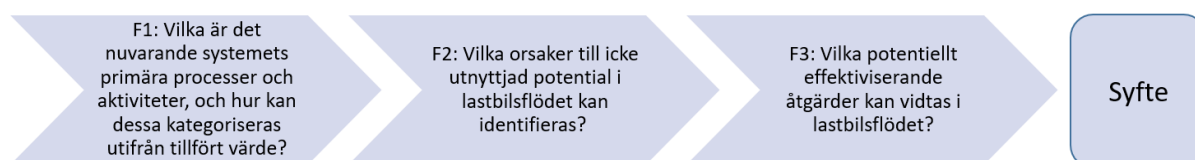
Den studerade containerterminalen, hädanefter benämnd fallstudieterminalen, har nyligen implementerat en automatisk mottagningsgate för lastbilar. Enligt fallstudieterminalen innebär implementeringen en fördubblad hanteringskapacitet. Resterande processer i systemet för lastbilsflödet förändras inte avsevärt, därmed antas resterande delars kapacitet vara oförändrad. En intervju med Yard Planner, som ansvarar för planering och organisering av containrar på fallstudieterminalen, genomfördes under förarbetet till studien. Yard Planner uttryckte att det i och med kapacitetsförändringen uppstått ytterligare förbättringsmöjligheter för processen då systemet innehåller icke utnyttjad potential. Genom att formulera åtgärdsförslag vilka tar tillvara på den icke utnyttjade potentialen i flödet kan positiva effekter erhållas avseende TTTT och resursutnyttjandet för fallstudieterminalen. Då fallstudieterminalen är en del av en global aktör kan förhoppningsvis de identifierade åtgärdsförslagen vara användbara för andra marina containerterminaler.

1.1 Syfte

Studien syftar till att föreslå potentiellt effektiviserande åtgärder för lastbilsflödet i en marin containerterminal.

1.2 Frågeställningar

För att uppnå studiens syfte behövs en helhetsförståelse för systemet och dess existerande problem. I och med detta beskrivs nedan hur syftet kan besvaras genom tre frågeställningar som behandlas sekventiellt för att slutligen mynna ut i relevanta åtgärder, se Figur 2.



Figur 2. Studiens tre sekventiella frågeställningar som leder fram till syftet.

Åtgärdena behöver kontextualiseras och dess relevans behöver påvisas. För att göra detta krävs ett deskriptivt ramverk för flödet. Vid utveckling av ett sådant ramverk behövs en grundlig förståelse av det undersökta systemets uppbyggnad och dess ingående delprocesser. För att vidare

vidga förståelsen anses definiering av delprocessernas karaktär utifrån fallstudieterminalens värdeperspektiv vara relevant. En kartläggning av denna systeminformation ger underlag för hur effektiviserande åtgärder kan förbättra systemet samt vad implementering av åtgärder kan innebära. Ur detta härleds den första frågeställningen (F1):

F1. Vilka är det nuvarande systemets primära processer och aktiviteter, och hur kan dessa kategoriseras utifrån tillfört värde?

Efter skapandet av ett deskriptivt ramverk undersöks existerande problem och ineffektivitet. Den andra frågeställningen (F2) syftar därför till att bygga en förståelse för problematik i flödet och baserat på det, utreda orsaker till icke utnyttjad potential. Genom att utnyttja det deskriptiva ramverket tillsammans med observerad icke utnyttjad potential skapas ett flerbottnat informationsunderlag för framtagande av effektiviseringsåtgärder. Den andra frågeställningen för att fullfölja studiens syfte är således:

F2. Vilka orsaker till icke utnyttjad potential i lastbilsflödet kan identifieras?

Den tredje frågeställningen (F3) syftar till att redogöra för potentiellt effektiviserande åtgärder vilka kan bidra till reducerad effekt av identifierade problem utifrån det flerbottnade informationsunderlaget erhållet vid tidigare frågeställningar. F3 beror följaktligen av F1 och F2 och besvarar studiens syfte.

Åtgärder är framtagna med utgångspunkt i fallstudieterminalen, men avses vara relevanta för marina containerterminaler i stort. Då samverkan mellan delar av terminalen är komplex, kan genomförande av stora åtgärder i syfte att effektivisera en systemdel innebära risk för holistisk suboptimering av systemet. Åtgärder kommer därav utformas efter två principer vars syfte är att undvika suboptimering. Den första åtgärdsprincipen består av att undvika förändring av fysisk flödeslayout. Den andra åtgärdsprincipen består av att åtgärder inte i för stor grad ska påverka övriga delar av terminalens flöden. Följaktligen leder detta till den slutliga frågeställningen:

F3. Vilka potentiellt effektiviserande åtgärder kan vidtas i lastbilsflödet?

Utifrån det resultat som erhålls från besvarandet av de tre frågeställningarna presenteras slutgiltiga åtgärdsförslag. De åtgärdsförslag som presenteras är de som anses lämpligast baserat på en avvägning mellan potentiell effekt och genomförbarhet.

1.3 Avgränsningar

Rapporten syftar till att föreslå effektiviserande åtgärder i lastbilsflödet. För att uppfylla syftet kartläggs de processer och aktiviteter som ett av terminalens lastbilsflöden utgörs av. Resterande mottagningsgator och angränsande lastbilsflöden i terminalen undersöks inte. Således samlas enbart data in från det lastbilsflöde som angränsar till den undersökta gaten. Detta görs med

anledning av att arbetets omfattning inte är stort nog för undersökning av flertalet flöden. Vidare anses slutsatser kopplade till det undersökta lastbilsflödet vara generellt applicerbara på liknande lastbilsflöden och marina containerterminaler.

Primärdata som samlas in under mätningar i mottagningsparken fokuserar på variabler som direkt påverkar lastbilsflödets genomloppstid, således TTTT för lastbilar. Denna avgränsning görs då vidare undersökning av sekundärt påverkande variabler leder till en studie av ett för komplext system för sammanhanget.

Vidare samlas enbart primärdata in från lastbilar vars containerhantering sker direkt från lastbilsflak via grensletruck. De lastbilar som bortses från är därmed de som använder sig av SIMA-anordning, således lastbilar som själva flyttar containrar till och från sitt eget flak. Denna avgränsning görs då antalet SIMA-lastbilar är förhållandevis liten relativt "vanliga" lastbilar. Utöver det är dessa lastbilars containerhanteringsprocess allt för olik resterande lastbilars för att slutsatser och resultat generiskt ska kunna appliceras sinsemellan.

Fortsatt görs avgränsningar vid bedömning av värdeskapande aktiviteter. Bedömningen av värde görs utifrån fallstudieterminalens perspektiv, eftersom de är rapportens huvudsakliga samarbetspartner och uppdragsgivare.

Likt tidigare nämnt görs även en avgränsning kring vilka effektiviseringsåtgärder som föreslås. Åtgärder utformas för att undvika suboptimering. Den första åtgärdsprincipen består av att undvika förändring av fysisk flödeslayout. Den andra åtgärdsprincipen består av att åtgärder inte i för stor grad ska påverka övriga delar av terminalens flöden.

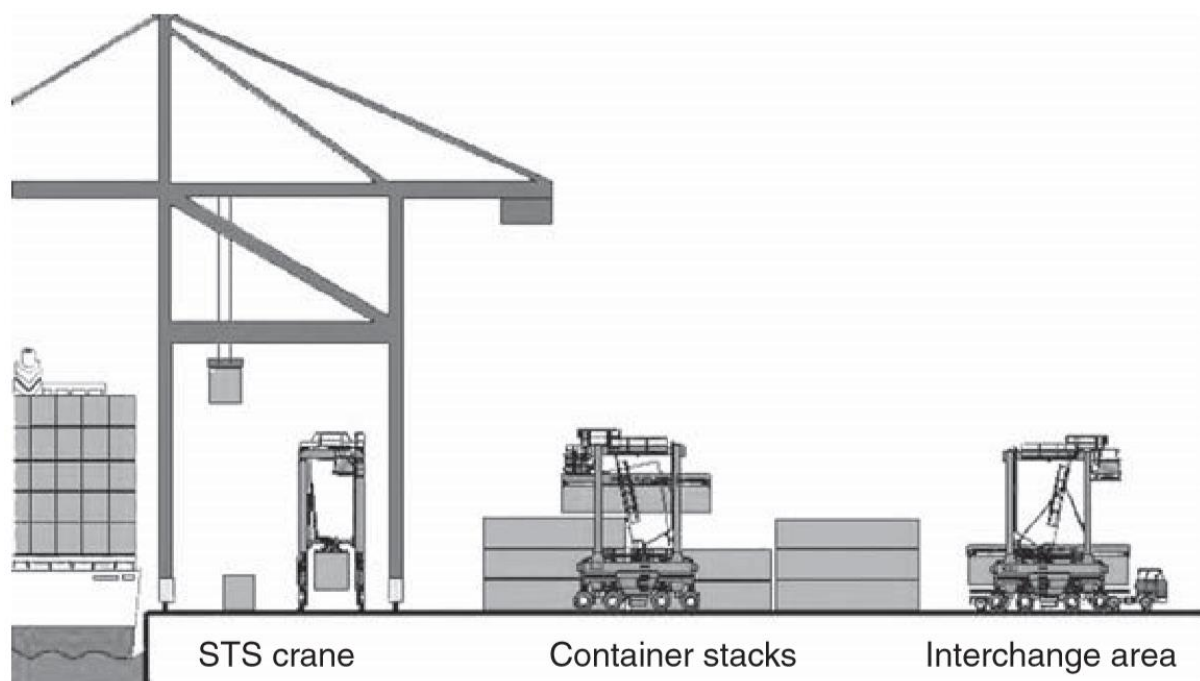
2 Teori

Detta kapitel presenterar information kring marina containerterminaler i allmänhet. Vidare presenteras teori från tidigare utförd forskning knuten till det undersökta ämnet.

2.1 Marina containerterminaler

Marina containerterminaler är anläggningar som förvarar och förflyttar containrar vid intermodal transport. Vanligen fungerar marina containerterminaler som hubbar i globala värdekedjor och är delar av komplexa intermodala transportnätverk. På grund av det krävs integration av flertalet aktörer och nätverk för att koordinera flöden av gods, likvider samt information. Godsflöden som behöver integreras är vanligen järnvägstransporter, fartygstransporter samt lastbilstransporter (Baron & Mathieu, 2013).

Vilka kranar och truckar som används, och hur de används, för förflyttning av containrar mellan intermodala transportslag, är något som varierar från terminal till terminal. Ett lämpligt system för mindre marina containerterminaler är förflyttning av containrar med grensletruckar, se Figur 3. Sådana system är vidare flexibla vad det gäller layoutförändringar inom terminalen (Thoresen, 2014).



Figur 3. En schematisk beskrivning av containerhantering med grensletruckar mellan fartygstransport och lastbilstransport (Thoresen, 2014).

Vanligen innehar containrar någon typ av säkerhetsklassificering kallad *International Maritime Dangerous Good Code*. Dessa koder har etablerats av *International Maritime Organization*, förkortat IMO. Framöver benämns koderna som IMO-klassificeringar. Klassificeringar används av marina containerterminaler vid utplacering av containrar i containerparker. Exempelvis placeras explosivt och annat farligt gods vanligen på speciella platser för att minimera olycksrisk.

För planering och automatisering av containerhantering inom containerterminaler används ofta operationella system. I dagsläget är företaget Navis med systemet Navis N4 marknadsledande på global nivå (Heilig & Voß, 2017).

2.2 Köhantering vid marina containerterminaler

Köproblem vid lastbilars ankomst till marina containerterminaler har tidigare undersökts av Sharif et al. (2011). Författarna beskriver en källa till köproblem utifrån begreppen utbud och efterfrågan. Utbudet motsvarar terminalens resurser och efterfrågan motsvarar antal anländande lastbilar. Under en dag på en marin containerterminal förändras terminalens resurser av truckar, förare och gater marginellt. Däremot förändras lastbilarnas ankomstfrekvens vilket leder till att det under dagarna finns tider där efterfrågan, alltså antalet väntande lastbilar, är mycket större än terminalens resurser, utbudet. Detta resulterar i köer vilka förlänger genomloppstiden. Dessutom kommuniceras inte ankomsten av lastbilar i förväg till terminaler i de flesta fall vilket försvårar förebyggande åtgärder (Sharif et al., 2011).

Ett sätt att hantera obalansen mellan utbud och efterfrågan är att dela realtidsinformation med åkerier. I en simuleringsmodell av Sharif et al. (2011) erhåller åkerier information i realtid kring köer i en containerterminal. Därefter åker lastbilar till terminalen baserat på erhållen information i kombination med enkla förutsäggande logistikstrategier. Simuleringsmodellen visar på varierande resultat beroende på hur åkerier tar beslut kring att skicka lastbilar. Ett resultat av detta är en återkommande bullwhip-effekt. Där överkompensation från åkerier med långa ledtider leder till felplanering som förvärrar situationen (Sharif et al., 2011). För att kötiderna ska minska krävs att åkerierna inte samarbetar utan tar fristående beslut baserat på olika beslutsfattningsstrategier. Studien pekar på att detta även skapar jämnare ankomstfördelning.

För att bli av med variation i ankomstfrekvens använder sig flertalet marina containerterminaler av slottider (Sharif et al., 2011). Det vill säga tidsluckor där åkerier kan boka upp specifika tider då en lastbil ska komma. Sharif et al. (2011) skriver om två undersökningar som gjordes 2007 och 2011 på amerikanska hamnar som använder sig av slottider. Resultatet av undersökningarna pekar på att situationen inte har förbättrats märkbart i hamnarna. Anledningen är att det inte finns tillräckliga riktlinjer för implementeringarna så att varje marin containerterminal behöver hantera sitt eget system vilket leder till bristande struktur och funktionalitet. Heilig och Voß (2017) skriver i mer generella termer att ett återkommande problem inom hamnindustrin är misslyckandet att effektivt integrera och utnyttja implementerade IT- och IS-lösningar vilket stöds av exemplet ovan.

2.3 Hållbarhetsarbete inom transportsystem

Med utgångspunkt i att studien undersöker möjligheter till att föreslå effektiviserande åtgärder i lastbilsflödet, medförs etiska och miljömässiga aspekter att ta i beaktning. I detta kapitel redogörs fakta om miljömässiga aspekter kopplade till studien.

Den ökade handelsvolymen i hamnar skapar längre köer i containerterminaler tillsammans med högre belastning. De fordon som opererar i anslutning till terminalen genererar utsläpp som i sin tur påverkar luftkvalitet på terminalen och områden i nära anslutning (Giuliano & O'Brien, 2007). Transporter vid containerterminaler sker ofta i anslutning till städer vilket gör att deras utsläpp får stor negativ påverkan (Sharif et al., 2011). Lastbilsköer i marina containerterminaler är enligt Sharif et al. (2011) sedan länge en erkänd källa till miljöfarliga utsläpp på grund av den stora mängd lastbilar som tomgångskör.

Att minska tomgångskörningen samt antalet start och stopp innebär en minskning av utsläpp av luftburna partiklar med diameter mindre än 2,5 mikrometer, definierat som PM 2,5. Partiklarna består huvudsakligen av kväveoxider och växthusgaser. PM 2,5 är hälsofarligt för människor då det skadar artärer och kan leda till vaskulär inflammation och åderförkalkning (Barman et al., 2009). Detta utgör ett hållbarhetscentrerat incitament till att korta kötider i containerterminaler (Sharif et al., 2011).

Då global handel ökar, tillsammans med komplexiteten hos internationella logistikkedjor, växer mängden koldioxidutsläpp som direkt kan kopplas till transporter. ITF, International Transport Forum, estimerade 2015 att internationella transporter av varor står för 30 % av transportrelaterade utsläpp kopplade till förbränning av bränsle. Därmed bidrar transportbranschen i stort till negativa miljömässiga nettoeffekter (International Transport Forum, 2015).

Till marina containerterminaler ankommer såväl fartyg som lastbilar där båda bidrar till utsläpp. Stora containerfartyg, bidrar i genomsnitt med 3 gram CO₂ per ton och kilometer, mindre fartyg bidrar med mellan 5,9 till 7,9 gram CO₂ per ton och kilometer och genomsnittlig lastbilstransport bidrar med 80 gram CO₂ per ton och kilometer. Detta kan jämföras med transporter utanför hamnverksamhet, såsom flygtransport (Boeing 747) med genomsnittligt utsläpp med 435 gram CO₂ per ton och kilometer (Buhaug, Ø et al., 2009).

För att minska miljöpåverkan kan användning av intermodala transporter vara gynnsamt. Projektet Value2Sea arbetar med utveckling och spridning av kunskap kring logistiklösningar som stödjer intermodala transporter, såsom torrhamnar och vattenvägar under EU-programmet *Interreg Öresund-Kattegatt-Skagerrak* (Value2Sea, 2020). Genom framtagning och utveckling av nya teknologier, logistik- och transportkoncept i samarbete med bland andra SSPA och Chalmers, kan effektiviteten i marina transportkedjor öka och miljön gagnas. Strategier gällande effekter av digitisering i transportsystem för exempelvis TTTT tas också fram (SSPA, u.å.).

Genom projektet Value2Sea kan en tydlig koppling göras mellan logistiklösningar för intermodala transporter och de positiva effekter de kan ha på miljön. Att vidare placera utmaningarna som hamnar står inför i ett sammanhang med ett flertal av FN:s globala mål kan branschens påverkan på miljö tydligt belysas. År 2015 fastställde FN 17 globala mål för hållbar utveckling fram till 2030 (Rosa, 2017). Beskrivning av målen som är kopplade till marina containerterminaler presenteras nedan, se figur 4.



Figur 4. FN:s globala mål kopplade till marina containerterminaler. Sammanställt från logotyper hämtade från (UNDP, u.å.).

FN:s klimatmål 8.1 *hållbar ekonomisk tillväxt* handlar om att hållbar ekonomisk tillväxt ska bedrivas genom att upprätthålla en ekonomisk tillväxt per capita i enlighet med nationella förhållanden. Klimatmål 8.4, *förbättra resurseffektiviteten i konsumtion och produktion*, ska fokusera på att öka den globala resurseffektiviteten i både produktion samt konsumtion. Vidare handlar mål 9, *hållbar industri, innovationer och infrastruktur*, om att en fungerande och stabil infrastruktur och industri är grunden för alla framgångsrika samhällen. Följande delmål 11.6, *minska städernas miljöpåverkan* avser en minskning av städernas miljöpåverkan per person till år 2030, där ett stort fokus skall ligga på luftkvaliteten. Gällande havsförsurning berör delmål 14.3, *minska havsförsurningen*, att havsförsurningen och dess konsekvenser bör minimeras, bland annat genom ökat vetenskapligt samarbete på alla nivåer. Sista delmålet kopplat till studien avser delmål 17.1, *öka inhemsk kapacitet för skatte- och andra intäkter*, vilket innebär att öka den inhemska kapaciteten att erhålla skatter och andra intäkter genom att förbättra den inhemska resursmobilisering (Rosa, 2017).

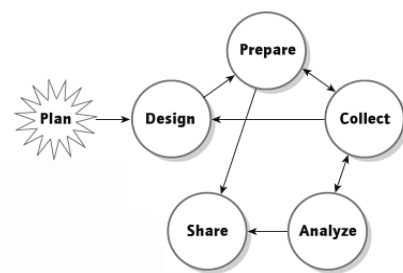
3 Metod

För att kunna utreda effektiviserande åtgärder var det nödvändigt att undersöka var i systemet det fanns icke utnyttjad potential och vidare studera tänkbara orsaker till det. Genom att kartlägga systemet, nå förståelse för dess uppbyggnad samt fastställa vilka av ingående processer och aktiviteter som tillför värde antogs det vara möjligt att identifiera orsaker till icke utnyttjad potential. Vidare antogs en sådan kartläggning skapa underlag för diskussion kring möjliga effektiviserande åtgärder för fallstudieterminalen. Första kapitlet i metoden förklarar vilka teoretiska metodunderlag som använts. Därefter följer utförandet av metoden uppdelat i fyra faser. Slutligen diskuteras metodvalet, förutsättningar för metoden, reliabilitet och validitet.

3.1 Teoretiskt metodunderlag

För att utreda orsaker till icke utnyttjad potential i lastbilsflödet och vidare föreslå effektiviserande åtgärder, vilka skulle kunna vara värdefulla för liknande containerterminaler, genomfördes en explorativ fallstudie. En fallstudie ansågs vara att föredra utifrån Denscombe (2018) som beskriver att metoden kan användas för att belysa generella slutsatser baserat på undersökning och kartläggning av ett specifikt fall. Fallstudieterminalen tillhör en global aktör inom logistiksektorn, därav antogs problem inom det undersökta lastbilsflödet kunna återfinnas inom liknande marina containerterminaler. Således kan studiens resultat vara användbart som forskningsunderlag för fortsatta studier kring ämnet (Flyvbjerg, 2003). Vidare undersökte studien samtida problem och inte historiska, vilket enligt Yin (2014) ytterligare stärkte motiven till användning av fallstudiemetodiken.

Likt den beskrivning av explorativa studier given av Sandhusen (2000), har den genomförda studiens riktning förändrats över tid till följd av nya resultat och insikter. Dessa förändringar av studiens riktning har skett genom en iterativ fallstudiemetodik i sex steg lik den beskriven av Yin (2014) som presenteras i Figur 5 nedan. Denna process applicerades under genomförandet av fallstudien, vilken var av typen *single holistic* då den hanterade ett fall med kringliggande problem i en marin containerterminal.



Figur 5. Att utföra en fallstudie: En linjär men iterativ process (Yin, 2014).

I denna studie innebar steget *plan* beslutet att genomföra en explorativ fallstudie på ett lastbilsflöde, i linje med de presenterade avgränsningarna, för att besvara frågeställningarna. Vidare formades studien vid det andra steget *design*, genom att definiera fallet i lastbilsflödet samt vilken teori och relaterade problem som kunde vara av intresse att undersöka. Under studien delas utförandet upp i fyra faser vilka var iterationer av *prepare*, *collect* och *analyze*. På varandra följande faser förbereddes och utfördes baserat på insamlade data samt resultat härlett från föregående fas. Slutligen vid det sista steget *share*, delades de slutsatser och resultat som framtagits från iterationerna.

3.1.1 Metodens ramverk

Value stream mapping (VSM) är ett metodramverk inom ramen för lean management. Det används för att analysera en process nuvarande läge och önskvärt framtida läge, för att ta fram förbättringsåtgärder som gör att processen rör sig mot det önskvärda läget. Detta görs genom användandet av *current state maps* och *future state maps* som beskriver de olika lägena. För att skapa dessa kartläggningar är en grundläggande förutsättning att använda sig av *gemba*, det vill säga att vara i processen och observera den (Rother & Shook, 2009).

I studien gjordes en *current state map* i form av ett flödesschema som visar processuppdelning. Flödesschema valdes för att visa *current state* av processen på grund av att fokus ligger kring hur lastbilar flödar genom processen (Rother & Shook, 2009). Genom en kartläggning kunde åtgärder för eventuella förbättringar tas fram i arbetet mot att effektivisera flödet med hjälp av VSM (Rother, 2004). VSM har sju kartläggningsverktyg som kan appliceras på flöden för att på olika anpassade sätt minimera sju typer av slöseri. I arbetet med att reducera slöseri är det viktigt att ha en målbild av vilka åtgärder som behöver genomföras för att närma sig processens *future state*. Andra åtgärder bör inte prioriteras i effektiviseringsarbetet (Rother & Shook, 2009).

Fyra utav de sju typer av slöseri inom produktionssystem som beskrevs av Hines och Rich (1997) ansågs vara applicerbara för det undersökta studieobjektet: *väntan*, *onödiga transporter och förflyttningar*, *olämpliga processmetoder* samt *defekter*. *Väntan* har i denna studie tolkats som icke värdeskapande tid. *Onödiga transporter och förflyttningar* har betraktats som förflyttningar vilka hade kunnat undvikas genom bättre planering. *Olämpliga processmetoder* har i studien syftat på processer där komplexa lösningar använts trots att enklare lösningar hade kunnat appliceras. Vid undersökning av *olämpliga processmetoder* har ordningsföljden av delprocesser beaktats med avseende på huruvida ett effektivare flöde hade kunnat uppnås genom en förändrad sekvens. *Defekter* betraktades som avvikelser från den normala hanteringen i lastbilsflödet, exempelvis misstag eller informationstekniska fel.

Hines och Rich (1997) presenterade i en tabell hur kartläggningsverktygen och slöseri interagerar utifrån användbarhet och korrelation. Av de sju kartläggningsverktygen fanns tre som täckte de applicerbara slöseri och ansågs därmed ha potential att vara relevanta för studien. Dessa var *supply chain response matrix*, *quality filter mapping* samt *process activity mapping* (PAM).

Supply chain response matrix presenterades ha hög användbarhet och korrelation till *väntan*, med en lägre användbarhet och korrelation till *onödig transporter och förflyttningar* samt *defekter*. *Quality filter mapping* beskrevs vidare ha hög användbarhet och korrelation till *defekter*, med lägre användbarhet och korrelation sett till *onödig transporter och förflyttningar*. Resterande relevanta slöseri nämns inte, vilket indikerar att kartläggningsverktyget saknar täckning för att kunna undersöka den typen av slöseri (Hines & Rich, 1997). *Process activity mapping (PAM)* ansågs däremot mycket användbar och hade hög korrelation sett till *väntan, onödig transporter och förflyttningar* och *olämpliga processmetoder*. Utöver det hade PAM måttlig korrelation till defekter (Hines och Rich (1997)).

PAM var således det enda kartläggningsverktyget som täckte samtliga relevanta slöseri för studien. Därmed användes *process activity mapping* som huvudsakligt ramverk för kartläggningen.

Vid undersökning och analys av fallstudieterminalens lastbilsflöde har följaktligen verktyget *process activity mapping* tillämpats (Pude et al., 2012). De fem analyssteg detta verktyg innehåller presenteras nedan, och har använts som riktlinjer vid stegen *prepare* och *analyze* i den genomförda iterativa fallstudiemetodiken. Vid analyssteget identifiering av slöseri bedömdes problem med koppling till de fyra ovan nämnda slöseri som orsaker till icke utnyttjad potential. Vidare i rapporten benämns slöseri som icke utnyttjad potential.

1. Studie av flödets processer
2. Identifiering av slöseri
3. Övervägande kring om sekvensen kan arrangeras om för att bli effektivare
4. Övervägande om det finns bättre flödesvägar eller uppbyggnad
5. Övervägande kring om alla de aktiviteter och delaktiviteter som utförs är nödvändiga

Uppdelningen av delprocesser utifrån tillfört värde, beskrivet av Hines och Rich (1997), baserades på de tre kategorierna: *non-value adding (NVA)*, *necessary but non-value adding (NNVA)* samt *value adding (VA)*. NVA definierades som de delprocesser som ansågs vara slöseri och därmed borde elimineras från flödet. Utifrån Hines och Rich (1997) betraktades därför alla köer i flödet som icke värdeskapande. Delprocesser som inte tillförde något värde men som måste genomföras utifrån nuvarande layout, kategoriserades som NNVA och slutligen har delprocesser som tillförde värde klassificerats som VA.

Bedömning av delprocessers värdekategoriseringen gjordes utifrån fallstudieterminalens perspektiv, bestående av utnyttjandegrad, förbättrad service och säkerhet. Vidare utnyttjades de fyra ovan beskrivna definitionerna av slöseri och de fem stegen i ramverket PAM. Delprocessers kategorier illustrerades i flödesschemat för *current state* vilket i studien hänvisas till som *processuppdelning* och *värdekategorisering*.

Utifrån uppdelningen i *processuppdelning och värdekategorisering*, se Figur 12, samt analysen utifrån PAM föreslogs ett antal förbättringsåtgärder. På grund av studiens begränsning att undersöka förändringar som inte påverkar den fysiska layouten påverkade inte förslagen utseendet av flödesschemat för *future state map*. Inget nytt flödesschema presenterades för det nya läget. Istället representerades det önskvärda läget av flödet utifrån *current state map* med tillägget att föreslagna åtgärder genomförts. Metoden var följaktligen en explorativ fallstudie där analysen hade sin grund i ramverket VSM och stöttades av en kartläggning utifrån analysstegen som verktyget PAM består av.

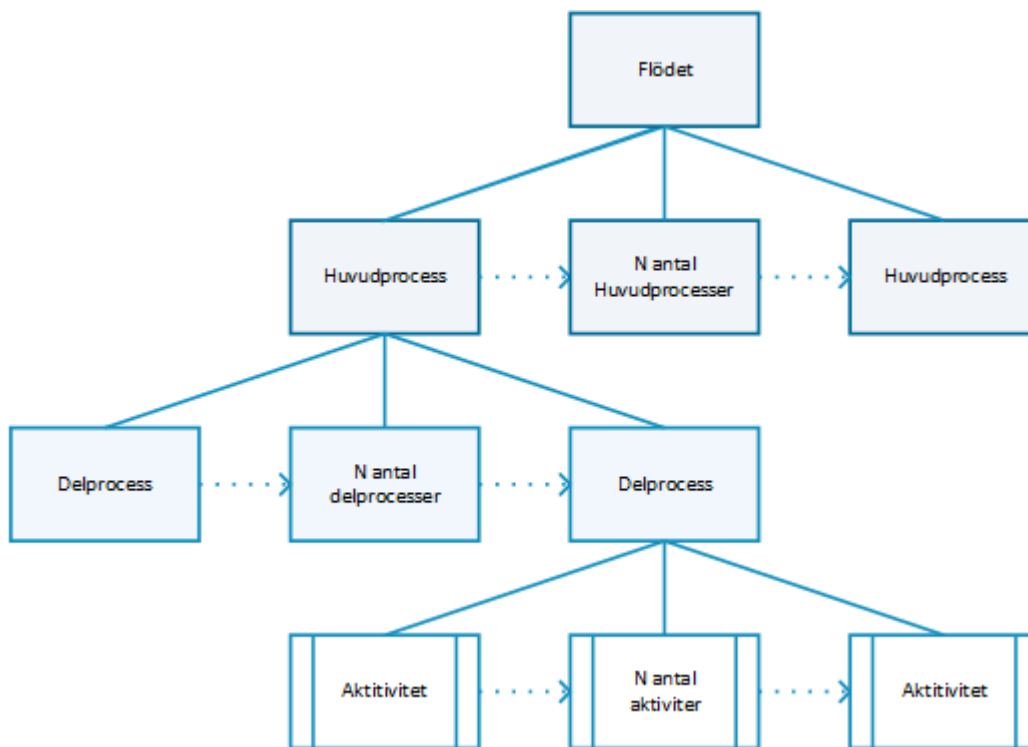
3.1.2 Riktlinjer för datainsamling

Datainsamling var grundläggande för att förstå och analysera fallstudieterminalens lastbilsflöde. Enligt Medbo (1998) bidrar egna mätningar till bättre systemförståelse då flöden observeras på nära håll. Enligt Banks (2010) behöver insamlad data vara av hög kvalitet för att generera ett trovärdigt resultat. Därav samlades data in med olika metoder och under olika tider för att stärka dess validitet. Därtill tillämpades triangulering, där minst två metoder, datakällor eller teoretiska perspektiv användes i datainsamlingen för att minska bristerna av de enskilda strategierna samt för att skapa tillförlitliga underlag (Thurmond, 2001). Vid kvalitativa undersökningar används triangulering ofta då en enskild kvalitativ källa sällan fångar hela bilden. Thurmond (2001) nämnde att triangulering av insamlade data från olika tider, platser eller personer kan användas genom att analysera deras likheter eller olikheter. De metoder som användes för insamling av data var intervjuer av personal, lastbilschaufförer samt forskare på området, fysiska mätningar på fallstudieterminalen och historiska registerdata från fallstudieterminalens databas.

3.2 Utförande

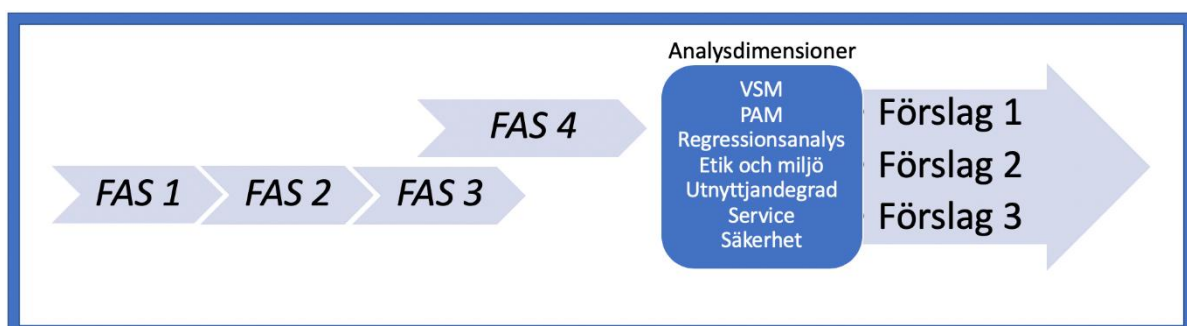
Utförandets design bestod av fyra sammanhängande, delvis parallella faser där varje fas bidrog med resultat, information och insikter som formade riktning och fokus i nästkommande fas. Faserna fungerade likt förstudier för varandra, vilka vid väl genomförde höjer kvaliteten på den insamlade data i kommande faser (Medbo, 1998). För utformning av fallstudien användes VSM och för analys av processer användes verktyget PAM. En stor del av studien handlade om att skapa förståelse för hur det riktiga systemet fungerar, likt skapandet av en konceptuell modell inom ämnet simulering. I denna process var direkt observation tillsammans med intervjuer en väl understödd fungerande datainsamlingsteknik (Medbo, 1998).

Vid studie av flödets processer enligt PAM steg 1: Studie av flödets processer användes en hierarkisk indelning enligt Figur 6 nedan. Flödet definierades i övergripande huvudprocesser som definierades av tydliga brytpunkter. Huvudprocesserna delades in i mer detaljerade delprocesser, delprocesserna i sin tur bestod av aktiviteter. Aktiviteterna var sekventiella i delprocesserna, delprocesserna var sekventiella i huvudprocesserna och huvudprocesserna sekventiella i flödet.



Figur 6. Hierarkisk uppdelning av lastbilsflödet. Flödet har n antal huvudprocesser, vilka har n antal delprocesser, vilka har n antal aktiviteter.

De fyra sammanhängande faserna som utgjorde utförandet av studien, benämns framöver som *FAS 1 - FAS 4*. *FAS 1* utgjordes av intervjuer med systemexperter, terminalpersonal och forskare. *FAS 2* byggde på resultatet från *FAS 1* och bestod av semistrukturerade intervjuer med lastbilschaufförer. *FAS 3* byggde fortsättningsvis på resultat från de två tidigare faserna och bestod av insamling av primärdata i lastbilsflödet. *FAS 4* bestod av insamling av registerdata tillhandahållen från fallstudieterminalen. Faserna illustreras i förhållande till varandra och hur dessa senare kopplades till resultatet nedan i Figur 7.



Figur 7. Fördelning av studiens olika faser, hur de leder till en analys med avseende på ramverk, verktyg och förhållanden och som slutligen leder till åtgärdsförslag. *FAS 1* till *FAS 3* sker i serie, medan *FAS 4* sker delvis parallellt.

3.2.1 FAS 1 - expertintervjuer

Intervjuer som genomfördes under studiens gång klassificerades som semistrukturerade och ostrukturerade intervjuer. De semistrukturerade intervjuer bestod av frågor definierade på förhand. Trots detta fanns möjlighet för intervjuobjekt att tala fritt kring frågor och gavs således möjlighet att lägga till vidare nyttig information som frågan i sig inte adresserat (Griffiee, 2005). Intervjuer som hölls i en semistrukturerad form gav samtalet flexibilitet och möjliggjorde öppna frågor utan att ledas bort från ämnet (Leech, 2002).

De ostrukturerade intervjuerna tog upp vida samtalsämnen för att intervjuobjektet skulle kunna tala fritt. Skillnaden mot semistrukturerade intervjuer var huvudsakligen att frågor inte planerades i förväg. Då intervjuobjektet uttryckte information av intresse kunde detta vidare diskuteras, mycket likt ett vanligt samtal (Bryman & Nilsson, 2018).

I *Tabell 1* nedan presenteras intervjuobjekten i en lista utifrån företag, yrkesroll och vilken intervjuform samt struktur på intervjuerna som hölls. Undantagsvis i listan av intervjuobjekt är att dispatcher i mottagningsparken, koordinator av den operativa verksamheten, kontaktades regelbundet via mail med strukturerade frågor.

Tabell 1. Lista av intervjuobjekt med namn, företag, yrkesroll, intervjuform och struktur sammanställt.

Namn	Företag	Yrkesroll	Intervjuform	Struktur
Anonym	Fallstudie-terminalen	Yard Planner	Fysisk intervju	Ostrukturerad
Stefan Jacobsson	Chalmers Tekniska Högskola	Doktorand	Videointervju	Semistrukturerad
Anonym	Fallstudie-terminalen	Förman	Fysisk intervju	Ostrukturerad
Anonym	Fallstudie-terminalen	Dispatcher mottagningspark	Regelbunden mailkontakt	Strukturerade frågor
Christian Finnsgård	SSPA	Vice President, HEAD of SSPA Research	Fysisk intervju	Semistrukturerad
Anonym	Fallstudie-terminalen	Systemägare för fallstudie-terminalens operationella system	Videointervju	Semistrukturerad
Anonym	Fallstudie-terminalen	Kommersiellt ansvarig	Videointervju	Ostrukturerad
Anonym	AVARN	Säkerhetsvakt	Fysisk intervju	Ostrukturerad

I fallstudiens första fas användes intervjuer för att skapa förståelse för arbetet på terminalen, dess existerande problem samt för att skapa underlag för studiens vidare riktning. Denna fas utgjorde planeringssteget i fallstudiemodellen i Figur 5 (Yin, 2014). Den första intervjun hölls ostrukturerat med en Yard Planner. Under intervjun beskrevs identifierade problem samt nuvarande arbetsmetodik för att hantera dem. Detta ledde, i följande faser, till ett utforskande av olika

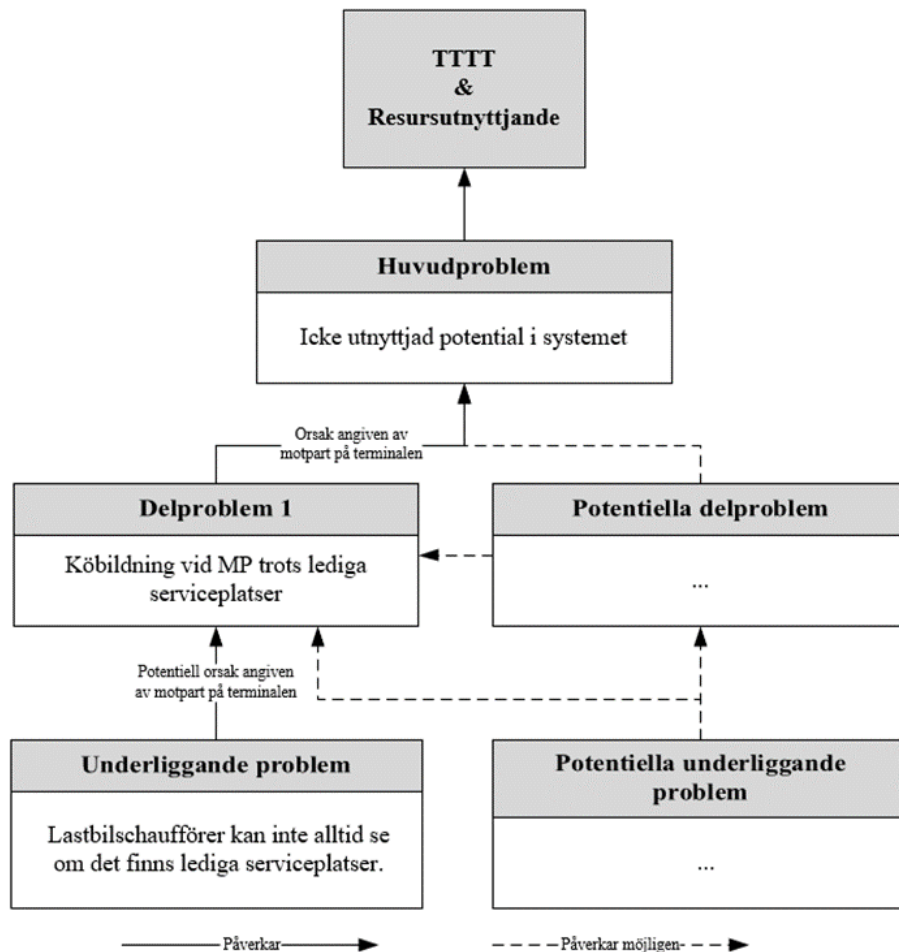
anledningar till icke utnyttjad potential i lastbilsflödet i mottagningsparken och hur bättre resursutnyttjande skulle kunna uppnås för att öka effektiviteten. Vidare problem som undersöktes var visuell informationsbrist vid infarten till mottagningsparken, vilket uttrycktes kunna bidra till icke nödvändig köbildning. Visuell informationsbrist benämns som delproblem 1 i Figur 8.

En senare ostrukturerad intervju hölls med en förman, arbetsledare på fallstudieterminalen, för att få information om problem kopplade till operativt utförande men även andra eventuella orsaker till rådande kösituation.

Vidare hölls semistrukturerade intervjuer med branschexperter och forskare för att få en tydligare uppfattning kring rådande problem kopplade till containerterminalens lastbilstransporter. Dessa intervjuer hölls i syfte att validera intervjuer som genomförts med personal på terminalen. De intervjuade var doktorand Stefan Jacobsson och forskaren Christian Finnsgård då de undersökt köbildning i containerterminaler tidigare.

För att erhålla en överblick av processflödet, för planering av följande faser, gjordes en genomgång av terminalen tillsammans med en säkerhetsvakt på området. Under genomgången observerades lastbilars flöde genom terminalen, steg för steg. Tidigare erhållen information kring problematik, rörande informationsbrist vid lastbilars infart till mottagningsparken, observerades under besöket och bekräftades även vid intervju med ytterligare personal på terminalen. Personalen uttryckte vidare att problemet bidrog till förlängd TTTT samt onödig köbildning.

Kunskap som erhöles under tidigare nämnda intervjuer samt observationer användes för att forma kommande faser och den problemstruktur som presenteras i Figur 8. Problemstrukturen tog vidare hänsyn till att huvudproblem kunde orsakas av ytterligare potentiella delproblem respektive underliggande problem. Dessa potentiella problem, samt de ytterligare problem som presenterats av fallstudieterminalen avsågs undersökas i efterföljande faser.



Figur 8. Kategorisering av problem som undersöks vidare i FAS 2 - intervjuer med lastbilschaufförer.

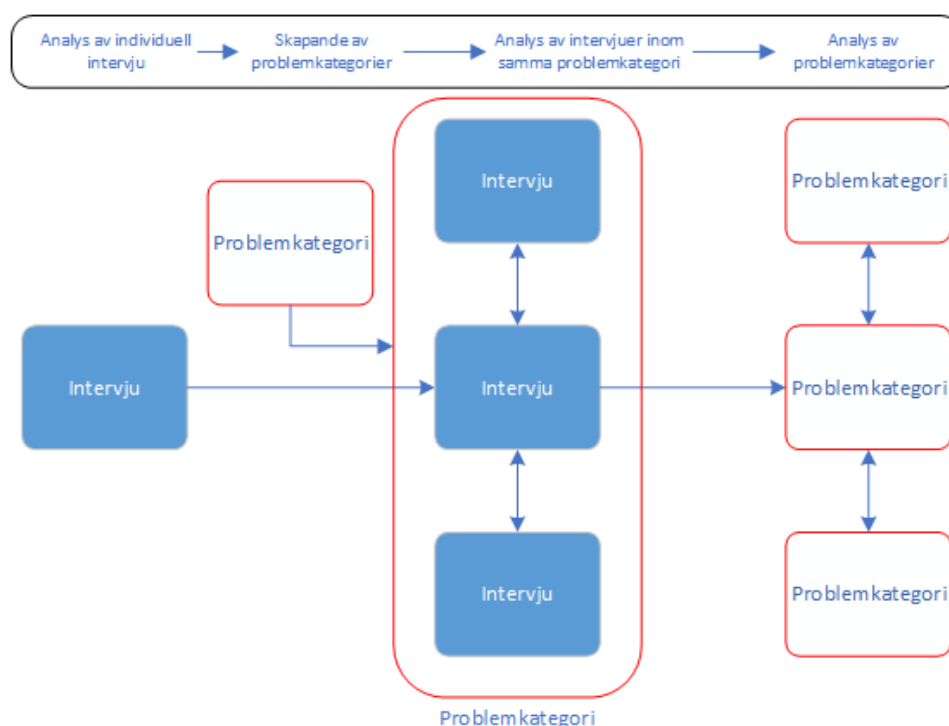
3.2.2 FAS 2 - intervjuer med lastbilschaufförer

Fallstudiens andra fas bestod av intervjuer med lastbilschaufförer. För att erhålla kvalitativa data kring lastbilsflödet i det undersökta flödet utfördes således 25 semistrukturerade intervjuer med lastbilschaufförer, se appendix A.

Intervjuerna användes för att ta reda på huruvida ytterligare problem fanns, vilka inte kunnat identifierats av kvalitativa data från tidigare intervjuer och observationer. Intervjuerna användes även för att undersöka om redan identifierade problem upplevts av lastbilschaufförer.

Intervjufrågorna utformades för att vara icke ledande, och därmed ge chaufförerna möjlighet att uttrycka upplevda problem, utan att bli färgade. Intervjuerna skedde i direkt anslutning till lastbilarnas avslutande steg i det ordinarie avgränsade flödet, för att minimera informationsförlust samt för att undvika påverkan på flödet i sig. Lastbilar kallades in i en parkeringsficka och intervjuerna genomfördes genom kupéns ruta.

Intervjuanalysen utfördes i tre steg (se Figur 9). Första steget bestod av transkribering av de individuella intervjuerna varpå nyckelord och kommentarer togs fram. Utifrån de nyckelord och kommentarer som var vanligast förekommande, skapades i steg två problemkategorier som intervjuerna sedan kategoriserade efter. I steg tre analyserades intervjuerna i varje kategori tillsammans för att framställa en generell kategoribeskrivning och lyfta ut exempelcitrat som kännetecknade innebörden av kategorins problem. I fjärde steget analyserades problemkategorierna med sölerierna från ramverket VSM i åtanke, för att kunna koppla dessa till identifiering av icke utnyttjad potential i processen. Detta för att få ett bättre underlag för överväganden om hur processen kunde förändras för att bli effektivare samt vilka delar av processen som var viktiga att undersöka i nästa fas.

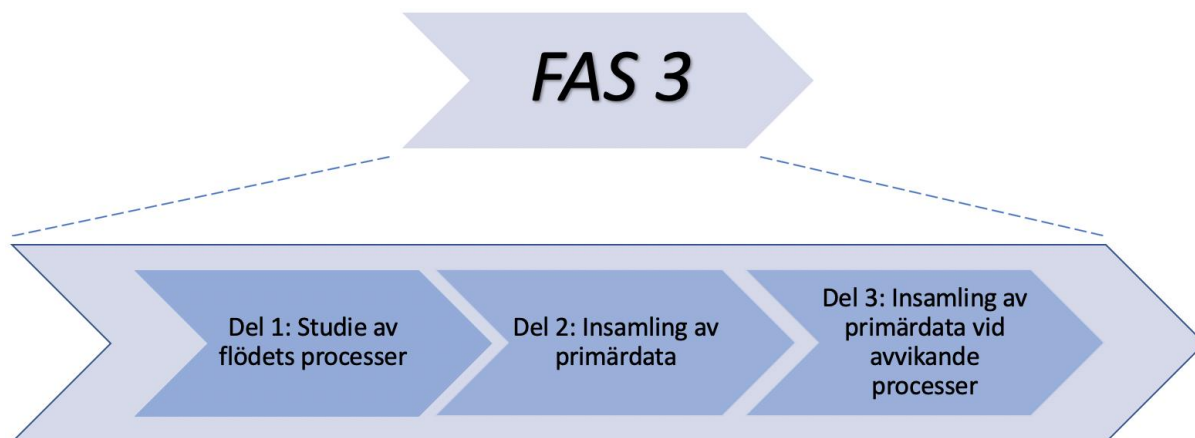


Figur 9. Analysmetod av intervjuer med lastbilschaufförer.

3.2.3 FAS 3 - mätningar och observationer

Den tredje fasen i fallstudien genomfördes i tre delar vilka illustreras i Figur 10 nedan. I *del 1* bröts flödet ner enligt den hierarkiska strukturen i Figur 6 för att identifiera flödets relevanta huvudprocesser, delprocesser samt aktiviteter. Därefter, baserat på den första delens resultat, utfördes *del 2* - kvalitativa mätningar. Den andra delens kvalitativa mätningar utfördes på samtliga delprocesser som identifierats i *del 1*. Mätningarna bestod av tidmätning för varje enskild delprocess samt notering av avvikande beteende. Vid utförandet av denna del framkom ytterligare

information kring flödet vilket resulterade i den tredje och sista delen. Under *del 3* utfördes mätningarna på en delprocess och en huvudprocess med avvikande beteende, som därav ansågs intressanta att undersöka vidare. De tre delarna beskrivs ingående nedan.



Figur 10. Illustration av de tre delarna i FAS 3: studie av flödets processer, insamling av primärdata och insamling av primärdata vid avvikande processer.

Del 1 av FAS 3 ingår i PAM steg 1: *Studie av flödets processer* och består av identifiering av flödets delprocesser och aktiviteter. Lastbilsflödet undersöktes för identifiering enskilda delprocesser på en så detaljerad nivå som möjligt för att skapa förutsättningar inför kommande delar i FAS 3.

Genom ett explorativt tillvägagångssätt delades huvudprocesserna successivt upp i delprocesser. Undersökningen gjordes genom nära skuggning av lastbilar med hjälp av en följebil och följaktligen kunde observation ske utan störning av flödet i sig.

Metodiken som användes för flödesuppdelningen bestod av identifiering av brytpunkter, kombinerat med den hierarkiska modellen, se Figur 6. Brytpunkt definierades som den punkt i flödet där en funktionsförändring skedde, stor nog för att syftet innan punkten inte ansågs samma som efter punkten. Exemplifiering av detta är då en lastbil parkerat i en serviceruta, för att därefter lämna hytten för kontroll av lastbilsflak inför containerhantering. Brytpunkten i berört fall uppstår då parkeringen är genomförd. Innan brytpunkten var syftet med delprocessen att parkera lastbilen, efter brytpunkten har delprocessens syfte förändrats till kontroll av lastbilsflaket. Metodiken utformades baserat på intervju med Christian Finnsgård.

Baserat på resultaten från studien av flödets delprocesser skapades en mall, se appendix B, för insamling av data. Skapandet av mallen betraktades som *prepare* i fallstudiemodellen (Yin, 2014), inför följande del, insamling av primärdata.

Under uppdelning av delprocesserna studerades deras innehåll mer detaljerat för att ha underlag för en värdekategorisering utifrån de tre värdekategorierna VA, NVA och NNVA i VSM. Dessa delprocesser illustrerades i ett grafiskt flöde för att visualisera flödets värdeförändring.

Beslut om kategorisering utgick från definitionerna i VSM och gjordes i samråd med kommersiellt ansvarig på fallstudieterminalen.

Del 2 av FAS 3, insamling av primärdata, *collect* i fallstudiemodellen (Yin, 2014), genomfördes via direktobservation av lastbilsflödet så nära mätpunkten som möjligt, utan att påverka flödet. Lastbilar skuggades en i taget på liknande sätt som i föregående del, *del 1 av FAS 3*, med hjälp av en följebil utan att interagera med flödet. Delprocesstider, avvikelser samt yttre och inre påverkande faktorer antecknades i mallen, se appendix B. Datainsamlingen utfördes under en heldag, åtta timmar, dagtid.

Data insamlad under *del 2 av FAS 3* sammanställdes för analys. I linje med studiens frågeställningar valdes därefter huvudprocesser och delprocesser ut för vidare undersökning, där det observerats avvikelser respektive där uppbyggnaden ännu inte var kartlagd. Därmed kom efterföljande fas i metoden att fokusera på studie av ankomstprocessen respektive containerhanteringen i flödet.

Vidare möjliggjorde direktobservationerna under *del 2 av FAS 3* konkretisering av vilken typ av registerdata som var av intresse att samla in. Denna blev värdefull vid planering av *del 3 av FAS 3* då den gav insikter från genomförda direktobservationer som pekade ut vad som borde undersökas avseende containerhanteringen. Utöver det gav den en inblick i hur kommande mätningar av denna huvudprocess borde utföras. Detta resulterade i en ny mall, se appendix C, där tidpunkter för passerade brytpunkter i flödet antecknades, snarare än anteckning av tidsåtgången för aktiviteter och delprocesser. Med denna mall för insamling passade mätningar bättre med registerdata vilket gjorde att de kunde komplettera varandra för att kartlägga tidsåtgången för alla delprocesser samt aktiviteter som identifierats under *del 2 av FAS 3*.

Vidare utfördes *del 3 av FAS 3* för insamling av primärdata vid avvikande processer. Under en dag genomfördes en mer omfattande insamling av data för dessa processer.

För att få vidare information kring vad som föranledde de avvikelser som observerats under föregående del intervjuades även systemägare för fallstudieterminalens operationella system, vidare benämns systemägaren som SOS. Detta genomfördes för att identifiera potentiella bakomliggande informationssystemrelaterade orsaker till avvikelser.

Vid undersökning av huvudprocessen *containerhantering* insamlades data avseende tidpunkter för av lastbilar passerade brytpunkter mellan delprocesser. Detta i syfte att i kombination med registerdata utreda hur länge lastbilschaufförer i genomsnitt fick vänta på att en grensletruck blev tilldelad respektive ärende, från att de hade registrerat ärendet. Den kö lastbilschaufförer hamnade

i då de väntade på att få deras ärende behandlat kommer hädanefter i rapporten att benämnas som *ärendekö*.

3.2.4 FAS 4 - insamling av registerdata

Insamlingen av registerdata var en iterativ process, parallell med insamlingen av primärdata under *del 2* och *del 3* av *FAS 3*, och genomfördes i validerande och kartläggande syfte. Genom att samla in och analysera registerdata över ett längre tidsintervall antogs validitetsaspekten av erhållna observationer från *FAS 3* (kvalitativ undersökning av lastbilsflöde) kunna bekräftas, alternativt förkastas. Av de två typer av data som samlades in avsåg den ena Totala Turn around Time for Truck (TTTT) för lastbilar och den andra information kring utförda containerförflyttningar av grensletruckar till och från den observerade mottagningsparken. Genom att kombinera dessa två typer av data möjliggjordes det vidare, i kombination med primärdata insamlad under *del 3* av *FAS 3*, att kartlägga *containerhanteringsprocessen* fullständigt. Vidare möjliggjorde data avseende TTTT, analys av historisk ankomstfrekvens för lastbilar under tre månaders tid där dagarna då studiens mätningar genomfördes var inkluderade.

Vid analys av samband inom insamlade registerdata användes enkel regressionsmodell. Till vilken grad variationen av en variabel kan förklara variationen av en annan, skattades som kvadraten på korrelationskoefficienten vilken hädanefter benämns som R^2 . Tolkning av beräknade värden på R^2 vid regression genomfördes utifrån Blom et al. (2017) samt Montgomery och Runger (2014).

3.3 Metoddiskussion

I detta kapitel diskuteras valet av metod samt förändrade förutsättningar på grund av virusutbrottet av Covid-19, vidare diskuteras studiens reliabilitet och validitet.

3.3.1 Metodvalsdiskussion

Metodvalet som gjordes i denna studie grundades i avsikten att följa en metod som låg väl i linje med de formulerade frågeställningarna. Enkätundersökning är enligt Medbo (1998) en förhållandevis billig undersökningsmetod därför var det en av de metoder som togs i beaktning. Däremot krävs det mycket resurser och är tidskrävande att skapa en undersökning som är pålitlig sett till validitet och reliabilitet. Denna metod förkastades då information om det komplexa flöde som studien syftade till att undersöka, antogs uppnås med större säkerhet och nyans genom intervjuer med systemexperter, samt observationer och mätningar i både undersökande och validerande syfte.

Simulering var ytterligare en metod som togs i beaktning då en sådan studie medför både möjlighet att testa potentiella förbättringar utan implementering i det verkliga systemet, och möjlighet att kvantitativt belysa problem relaterade till bland annat kapacitet och frekvens i flödet (Chung, 2004). Även om en simuleringsstudie vidare hade kunnat tänkas besvara vilka delprocesser som

var mål för vidare undersökning, antogs dock metoden vara begränsad vid formulering samt utvärdering av eventuella förbättringsförslag. Detta då det redan tidigt under studien konstaterades att ett mycket stort antal faktorer påverkar flödet och en kartläggning av dessa faktorerers komplexa samspelseffekter då hade varit nödvändig. En sådan kartläggning hade krävt en mycket omfattande datainsamling, där eventuellt identifierade samband antogs kunna bli svåra att validera på grund av flödets påtagliga komplexitet.

För undersökning av problem vars natur ännu inte är tydligt definierade menar Sandhusen (2000) att en explorativ studie lämpar sig väl. Då detta var fallet som studien stod inför valdes denna strategi för att uppnå förståelse för det komplexa lastbilsflödet och för att kunna identifiera problem. Att genomföra en explorativ studie i form av en fallstudie blev det slutgiltiga metodvalet då det sistnämnda enligt Denscombe (2018) innebär möjlighet att belysa generella slutsatser utifrån djup erhållen förståelse kring ett specifikt fall.

Gällande ramverket *process activity mapping* redogjorde Hines och Rich (1997) för att ramverket var utvecklat för studier av fabriksorienterade produktionsprocesser av fysiskt gods där flödesenheter transporterades genom ett förädlingsförlopp. Trots att det undersökta lastbilsflödet i denna studie inte var av den typen, fanns det likheter mellan processtyperna. Identifierade likheter mellan fabriksorienterade processer och lastbilsflödet är att enheter flödar igenom båda, vidare är båda även stationsbaserade. Att syftet med studien var att föreslå effektiviserande åtgärder, vilka kan innebära minskade genomloppstider, ansågs vara ytterligare en likhet. I flödet sker ett informationsutbyte som kan likställas med förädlingen av en produkt. Därav ansågs ramverket och stora delar av den bakomliggande teorin vara applicerbar på undersökt fall.

3.3.2 Förändrade förutsättningar på grund av Covid-19

På grund av virusutbrottet av Covid-19 under januari 2020 förändrades delar av studiens förutsättningar rörande FAS 3. Fasen skulle ha realiserats genom att observera lastbilsflödesprocessen så nära datainsamlingspunkten som möjligt. Direktobservation planerades mer specifikt att följa lastbilschaufförer från kupén under hela flödet för att på så vis kunna observera processen nära datainsamlingspunkten.

Med anledning av Covid-19 och rådande policys hos fallstudieterminalen samt berörda åkerier rörande smittspridning, kunde observationsstudie från lastbilsakupén inte ske. Således utfördes dessa direktobservationer med hjälp av följebil istället. Detta kan ha bidragit till sämre möjlighet till insamling av detaljinformation kring flödet.

Trots utbrottet av Covid-19 uppgav dispatcher, vid mailkontakt, att fallstudieterminalen inte uppvisat några märkbara fluktuationer sett till hanteringsvolymen till följd av virusutbrottet. Således antas att resultatet inte har påverkats av en volymminskning hos fallstudieterminalen.

3.1.3 Reliabilitet och validitet

Validitet används till att syfta på hur väl man mäter det som ska mätas (Le Duc, 2007). Begreppet validitet kan delas upp i två delar, extern validitet samt intern validitet. Intern validitet syftade till hur väl undersökningens resultat stämde överens med verkligheten. Extern validitet syftade till hur väl undersökningens resultat kunde appliceras i verkligheten (Le Duc, 2007).

För att förbättra intern validitet användes metodiken triangulering. Metoden syftade till att hitta flera olika informationskällor som konvergerade mot ett och samma svar och således stödde ett påstående eller resultat (Creswell & Miller, 2000).

Triangulering med flera datakällor användes tillsammans med intervjuer under studiens gång för att styrka resultat. Information från systemexperter, forskare, personal samt lastbilschaufförer användes för att identifiera potentiella brister som belysts av experter i lastbilsflödet. Vidare gjordes insamling av primärdata samt registerdata för att undersöka om påstådda problem åter kunde visas med hjälp av data. Data från egna mätningar jämfördes även med registerdata för att validera dessa gentemot varandra. Enligt Bell och Waters (2016) finns det en överhängande risk att intervjuer leder till vinklade svar. För att undvika det användes öppna frågor vid intervjuer, för att inte leda intervjuobjektet mot specifika svar. Vidare utfördes alla intervjuer anonymiserat vilket minimerade risken för vinklade svar som konsekvens av intressekonflikter.

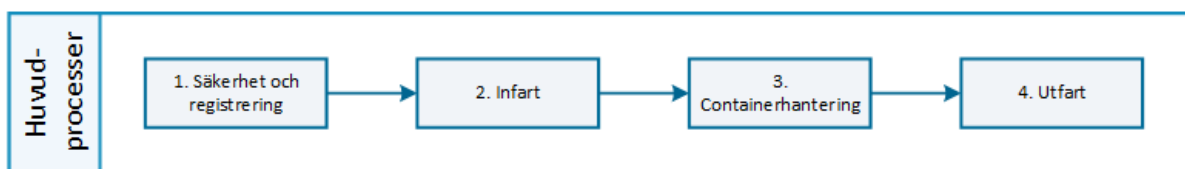
Reliabilitet handlar om att säkerställa att tillvägagångssättet ger ett pålitligt och konsekvent resultat. Resultatet av en specifik mätningssätt bör ge lika resultat vid flertalet utföranden under samma omständigheter för hög reliabilitet (M.K. Trochim, 2020). För att säkerställa detta vid intervjuer var alltid minst två personer på plats vid intervjutillfällena. Detta för att minska risken för misstolkning och kommunikationsmissar. Vid registerdatainsamling samlades data in från längre perioder än perioden för insamling av primärdata, för att utgå från en så stor datamängd som möjligt och således förbättrades reliabiliteten. Mängden registerdata begränsades av sekretesskäl hos fallstudieterminalen till att täcka tre månader, således användes den maximala mängden tillgängliga data.

4 Resultat

I det första kapitlet av resultatet presenteras svar på F1 i form av en kartläggning samt värdekategorisering av det observerade lastbilsflödets ingående delprocesser och aktiviteter. Därefter återges de orsaker till icke utnyttjad potential som identifierats genom intervjuer respektive observationer som svar på F2. I det sista kapitlet besvaras F3 då åtgärder för respektive orsak till icke utnyttjad potential beskrivs.

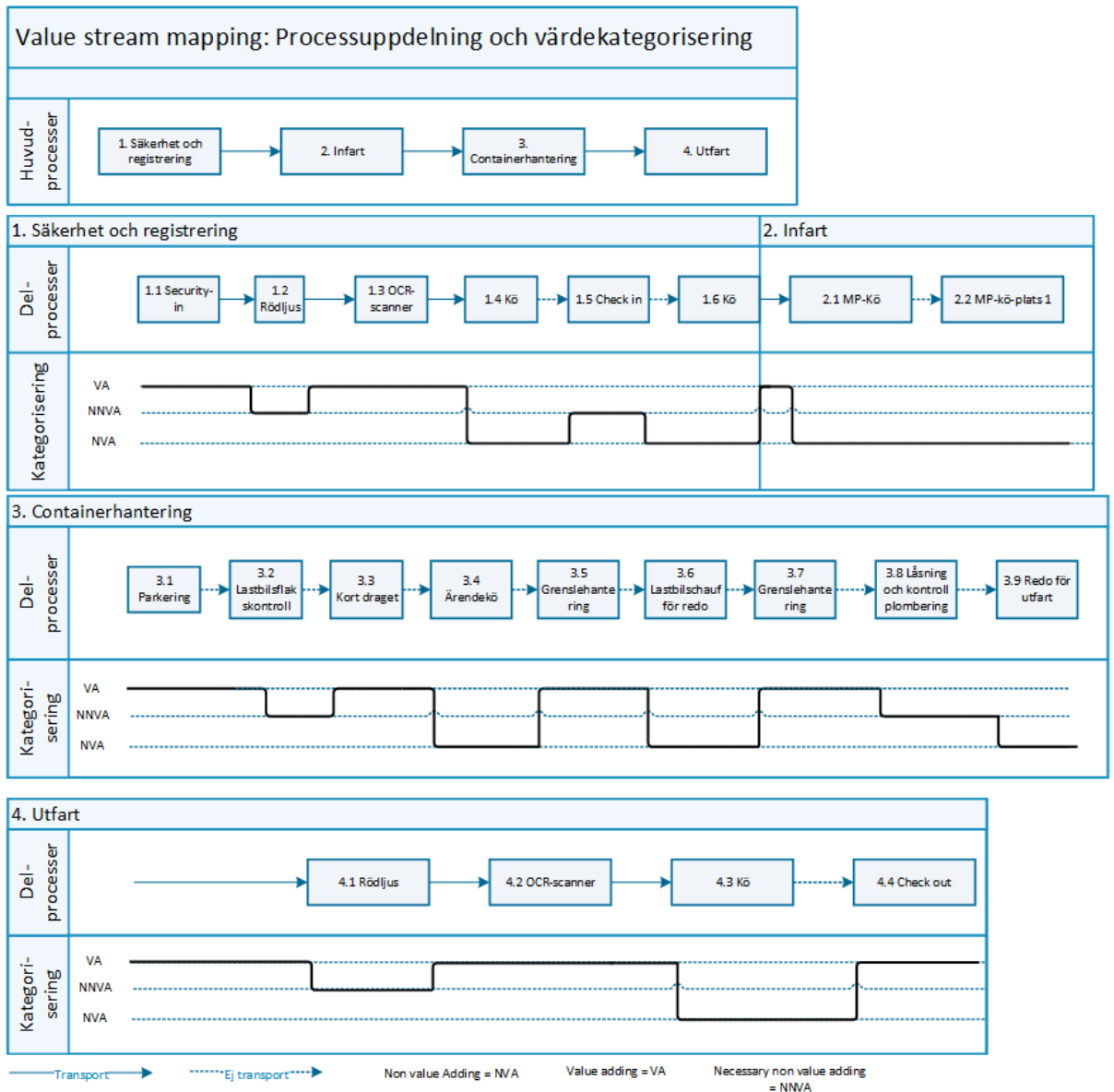
4.1 Kartläggning av flödet

Nedan presenteras en nedbrytning av lastbilsflödet, enligt den hierarkiska modellen som presenterades i metoden (se Figur 6), för att visualisera *värdeadderande delprocesser*, *icke värdeadderande delprocesser* samt *nödvändiga icke värdeadderande delprocesser* i ett deskriptivt ramverk. Genomgången av fallstudieterminalen under *del 1 av FAS 3 – studie av flödets processer* resulterar i en översiktlig förståelse av flödet som illustreras i flödesschemat nedan, se Figur 11. Figuren förklarar de fyra grundläggande och övergripande huvudprocesser som observerats. Den första huvudprocessen är *säkerhet och registrering*, den andra är *infart*, den tredje är *containerhantering* och den fjärde är *utfart*.



Figur 11. Övergripande flödesschema som representerar lastbilsflödets huvudprocesser på fallstudieterminalen

Vidare resulterar de kvalitativa undersökningarna under *FAS 3* i en mer detaljerad förståelse för systemets samtliga huvudprocesser och delprocesser. Delprocesserna delas in i tre kategorier VA, NNVA och NVA. Indelningen och analys görs med hjälp av analysramverket VSM tillsammans med fallstudieterminalens perspektiv på värde, bestående av ökad utnyttjandegrad, service samt säkerhet. Vid intervju med kommersiellt ansvarig på terminalen framkom att fallstudieterminalens värdeerbjudande till kund är säker och smidig förflyttning av gods som involverar så lite risktagande som möjligt för kunden. Vidare ska marknadsmässig service ges till de aktörer som använder terminalens tjänster. Den detaljerade processuppdelningen och värdekategoriseringen illustreras nedan i Figur 12.



Figur 12. Kartläggning av huvudprocesser, delprocesser och värdeskapande ur fallstudieterminalens perspektiv. Överst presenteras de fyra huvudprocesser som utgör flödet. Därefter delas de fyra huvudprocesserna in i delprocesser och transporter som kategoriseras VA, NNVA eller NVA. Heldragna pilar är transporter. Streckade pilar innebär delprocessbyte utan transport. Den svarta markeringen motsvarar värdekategoriseringen.

Följande delkapitel, 4.1.1 - 4.1.4, beskriver hela flödet enligt Figur 12 i detalj. Flödet delas upp i fyra huvudprocesser; 1. säkerhet och registrering, 2. infart, 3. containerhantering och 4. utfart. Dessa delkapitel beskriver ingående delprocessers funktion, observerade aktiviteter samt kategorisering av värdetyp.

Vidare fastställs vid intervju med kommersiellt ansvarig att processer, där viktigt informationsutbyte genomförts, kategoriseras som VA. Vidare definieras lastbilstransporter som VA. Detta för att gods transporteras närmare lagringsplatserna på fallstudieterminalen vilket gör att grensletruckarna behöver färdas en kortare sträcka för att hämta godset.

4.1.1 Säkerhet och registrering

Fallstudieterminalen som undersöks, likt majoriteten av internationella containerterminaler, klassificeras som ett ISPS-område, vilket innebär att terminalen innefattas av reglerna för International Ship & Port facility Security Code. Syftet med detta är att tillhandahålla internationell säkerhetsstandard (Lloyd's Register, 2020).

Huvudprocessen *säkerhet och registrering* är det initiala steget i lastbilsflödet och således det första som sker vid infart till fallstudieterminalen. Huvudprocessen utgörs av de sex delprocesserna 1.1 - 1.6 i Figur 12 ovan. Dessa benämns som *1.1 security-in*, *1.2 rödljus*, *1.3 OCR-scanner*, *1.4 kö*, *1.5 check in* samt *1.6 kö*. Uppdelning till delprocesser är funktionsbaserad och utförs utefter ramverket tidigare beskrivet i kapitel 3.2.3, *FAS 3 - mätningar och observationer* som *del 1: studie av flödets processer*.

Första delprocessen *1.1 security-in*, består av ett registreringsbom-system där lastbilars registreringsskylt automatiskt läses av. Vidare registrerar chaufförer sin identitet genom dragnig av passerkort. Vid godkänd identitet öppnas bommen och inpassering kan ske. Från denna tidpunkt börjar TTTT, som sedan avslutas när lastbilarna slutligen lämnar fallstudieterminalen. Att fallstudieterminalen omfattas av regelverket ISPS (Lloyd's Register, 2020) innebär att identifiering av personer samt fordon är ett krav enligt säkerhetsstandarden. Denna delprocess är därmed nödvändig och då säkerhet är ett av fallstudieterminalens värdeerbjudanden till kund, klassas den som VA.

Följande delprocess är *1.2 rödljus*, vars funktionalitet är tätt knuten till delprocess *1.3 OCR-scanner* och finns enbart för att försäkra sig om att endast en lastbil passerar OCR-scannern i taget. Detta då OCR-scannerns automatiska avläsningsprocess enbart fungerar då lastbilar passerar OCR-scannern en i taget med konstant hastighet. Således är rödljuset nödvändigt men inte värdeskapande i sig då det kan klassas som väntan, därav är delprocessen NNVA.

1.3 OCR-scannern som följer utgörs av en kamerautrustad ställning som lastbilar passerar inuti. I OCR-scannern avläses containernummer samt möjliga IMO-märkningar som informerar om speciella gods, vilka registreras vidare i fallstudieterminalens dataregister. Fotografierna sparas som bildbevis på containerns skick vilket kan försvara terminalen och kunden om något går sönder längre fram i logistikkedjan. Då information kring gods är en förutsättning för vidare hantering av containrar anses den vara nödvändig och värdeskapande. Således är delprocessen VA.

Efter delprocess *1.3* uppstår vid vissa beläggningsgrader kö, vilket benämns som delprocess *1.4 kö*. Då kö innebär väntan och inte alltid uppstår, är den varken nödvändig eller värdeadderande. Således är delprocessen NVA.

Fortsättningsvis ankommer lastbilar till *1.5 check in* som består av en säkerhetsbom, där dragning av passerkort samt inknappning av en "visitkod" återigen sker. Visitkod är ett nummer vars syfte är att koppla ihop registreringsnummer, chaufför samt specifika containrar som ska hanteras. Om informationen stämmer släpps lastbilar igenom bommen och in i det inre flödet. Då ingen ny information tillkommer vid *1.5 check in* men processen krävs vid nuvarande processlayout anses processen vara NNVA.

Det inre lastbilsflödet har en maxgräns på 25 lastbilar. Följaktligen kan säkerhetsbommen vid vissa beläggningsgrader hållas stängd i väntan på frigörande av kapacitet. Vid denna delprocess sker även stickprovskontroller på containrar samt chaufförer. Om lastbilen blir stående på grund av ovan nämnda anledningar klassas den tiden som *1.6 kö*. Dessa likt tidigare köer kategoriseras som NVA. Från detta läge kan lastbilarna köra ut genom *4.4 check out* om erhållen visitkod inte varit korrekt.

4.1.2 Infart

Infart är den andra huvudprocessen i lastbilsflödet och syftar till vägen som leder in till mottagningsparken där containerhantering sker. Huvudprocessen uppdelas i delprocesserna *2.1 MP-kö* samt *2.2 MP-kö-plats 1*. Även uppdelning av denna huvudprocess är funktionsbaserad.

Första delprocessen *2.1 MP-kö* uppkommer efter transport från sista delprocessen i föregående huvudprocess *1.5 check in*. Denna process består av kö till mottagningsparken och sträcker sig fram till dess att lastbilen står först i kön. Då denna delprocess är en kö är den likt tidigare köer icke nödvändig samt icke värdeadderande. Således NVA.

När lastbilen vidare står på första plats i kön till mottagningsparken inleds delprocess *2.2 MP-kö-plats 1*. I förekommande fall är detta likt föregående delprocess enbart en kö. Men under *FAS 2 - intervjuer med lastbilschaufförer*, samt via observationer under *FAS 3 - mätningar och observationer* konstateras att vid vissa tillfällen står lastbilar i köplats 1 trots att lediga servicerutor för containerhantering finns. Av de lastbilschaufförer som intervjuades uttrycker 56 % att det är svårt att se huruvida lediga servicerutor finns eller inte samt att information kring det inte finns att tillgå (Se appendix D).

För att hantera bristande visibilitet har fallstudieterminalen implementerat en parkeringsruta placerad på en visibilitetsmässigt fördelaktig plats där chaufförer får bättre överblick kring lediga servicerutor. Till följd av observationer under *FAS 3 - mätningar och observationer* konstateras att denna parkeringsruta dock inte används av majoriteten av lastbilar. Vidare framgår även från

intervjuer med chaufförer att informationen kring denna speciellt avsedda parkeringsruta inte nått dem. Delprocess 2.2 *MP-kö-plats 1* är likt tidigare köer NVA.

4.1.3 Containerhantering

De containrar som fraktas från terminalen på lastbilar in i landet benämns importcontainrar. De containrar som istället transporteras till terminalen via lastbilar för att senare transporteras till havs, kallas exportcontainrar. Huvudprocessen containerhantering är steget i lastbilsflödet där containerhantering sker med hjälp av grensletruckar. Denna huvudprocess utgörs av delprocesserna 3.1 *parkering*, 3.2 *lastbilsflakskontroll*, 3.3 *kort draget*, 3.4 *ärendekö*, 3.5 *grenslehantering*, 3.6 *lastbilschaufför redo*, 3.7 *grenslehantering*, 3.8 *låsning och kontroll av plombering* samt 3.9 *redo för utfart*. Likt tidigare är uppdelningen funktionsbaserad.

3.1 *parkering* börjar när sista delprocessen 2.2 *MP-kö-plats 1* i föregående huvudprocess är genomförd. Delprocessen består av att lastbilschauffören väljer en ledig serviceruta för att sedan parkera i denna. Förflyttning till en serviceruta där lastbil och grensletruck kan mötas för containerhantering är oundvikligt för containertransport. Således är aktiviteten VA.

Följande steg utgörs av 3.2 *lastbilsflakskontroll* och genomförs när föregående steg är utfört. Under detta steg kliver chauffören ut ur lastbilen för att kontrollera flakets inställningar. Vid export av container innebär detta upplåsning av containern. Vid import innebär detta att flaket görs redo för pålastning av container genom storleksanpassning alternativt upplåsning för containerpålastning. Då flakkontrollen inte går att undvika, men heller inte tillför något specifikt värde för containerförflyttningen, klassificeras detta som NNVA.

Innan chauffören kan stiga ut ur lastbilen måste påtagning av säkerhetsutrustning, i form av hjälm, varselväst samt skor med stålhätta ske, på grund av rådande regleringar på fallstudieterminalen.

Vidare steg i containerhanteringen är 3.3 *kort draget*. Detta steg innebär att chauffören genomför dragning av passerkort registrerar ärendet i Navis N4, terminalens operationella system. Vid denna tidpunkt hamnar hanteringen av containern i en digital ärendekö, i väntan på att en grensletruck ska tilldelas jobbet. Delprocess 3.3 *kort draget* kan även utföras innan steg 3.2 *lastbilsflakskontroll*. Något som observerades under *FAS 3 - mätningar och observationer*. Då delprocessen resulterar i att ny information kring lastbilschaufförens status samt att denne är redo för hantering, kategoriseras den som VA.

Efter delprocess 3.3 *kort draget* börjar efterkommande delprocess, 3.4 *ärendekö*. Vilket som tidigare nämnt består av en digital kö. Denna delprocess är likt tidigare köer NVA. Delprocess 3.4 *ärendekö* slutar då en grensletruck tilldelats containerhanteringsjobbet. Utifrån intervju med SOS framkom att prioritering av ärenden i ärendekön görs utefter optimering av grensletruckars körsträckor. Dock framkom det även under intervjun att de ärenden som har fått vänta mycket

länge i ärendekö, tilldelas en grensletruck även om körsträckan i det fallet inte blir optimerad. Då en grensletruck tilldelats ett ärende inleds delprocess 3.5 *grenslehantering*.

Delprocess 3.5 *grenslehantering* kan ha två olika utförande. Vid det första utförandet, export av container, kör grensletrucken direkt till servicerutan. Vid utförande två, import, hämtar grensletrucken den container som ska importeras för att därefter transportera den till servicerutan. Delprocessen *grenslehantering* utgörs av fallstudieterminalens huvuduppgift, flytt av container. Således klassificeras den som VA.

Följande delprocess 3.6 *lastbilschaufför redo* är nära kopplat till föregående delprocess 3.5 *grenslehantering*. Då grensletrucken anländer till servicerutan för att hämta alternativt lämna avsedd container måste lastbilschauffören vara redo för upphämtning. Chauffören visar att vederbörande är redo genom att trycka på en knapp bredvid servicerutan som vidare får en grön lampa att lysa. Knappen är placerad i en väntkur på säkert avstånd från lastbilen. Vid import av container signalerar chauffören även med knapptrycket att den container som grensletrucken bär med sig har rätt nummer. Vid knapptryck signalerar chauffören att grensletrucken kan utföra containerhanteringen.

I FAS 3 - *mätningar och observationer* observerades vid flertalet tillfällen att lastbilschaufförer inte gjort sig redo då grensletruck anländer, detta resulterade i att grensletruckar i förekommande fall tvingades vänta. Delprocess 3.6 *lastbilschaufför redo* upptar enbart tid då chaufförer inte är redo vid upphämtning. Därav klassificeras delprocessen som NVA.

Följande delprocess är 3.7 *grenslehantering* som vidare innebär att grensletrucken hanterar avsedd container då föregående delprocess 3.6 *lastbilschaufför redo* är genomförd. Även denna delprocess rör direkt förflyttning av container och klassificeras således som VA.

Då föregående delprocess 3.7 *grenslehantering* är färdig sker efterföljande delprocess 3.8 *låsnings och kontroll av plombering*. Vid import av container kontrollerar chauffören att containerns plombering inte är bruten samt låser fast containern i alla hörn för säker transport. Denna delprocess måste av säkerhetsskäl genomföras, men tillför trots detta inget värde för terminalen. Således klassificeras denna delprocess som NNVA.

Efter föregående delprocess påbörjas den sista delprocessen i huvudprocessen, 3.9 *redo för utfart*. Denna delprocess innebär att chauffören återigen sätter sig i lastbilen samt tar av sig säkerhetsutrustning och således blir redo för utfart. Denna process är inte nödvändig då den inte alltid måste utföras, den tillför heller inget direkt värde till terminalen och klassificeras därav som NVA.

4.1.4 Utfart

Utfart är den fjärde och sista huvudprocessen i lastbilsflödet och syftar till vägen ut från terminalen vid färdigt containerärende. Huvudprocessen delas upp i fyra delprocesser: 4.1 *rödljus*, 4.2 *OCR-*

scanner, 4.3 kö samt 4.4 *check out*. Slutligen är också uppdelning av denna huvudprocess funktionsbaserad.

Den första av delprocessen är 4.1 *rödljus*. Denna delprocess sker då lastbilar lämnat servicerutan och mottagningsparken, följaktligen efter 3.9 *redo för utfart* i föregående huvudprocess. 4.1 *rödljus* fyller samma funktion som tidigare delprocess 1.2 *rödljus*. Då även denna är tätt knuten till följande delprocess 4.2 *OCR-scanner* och fyller funktionen att försäkra sig om att endast en lastbil i taget passerar genom OCR-scannerns område. Återigen, då OCR-scannerns automatiska process bara fungerar då lastbilar passerar en i taget. Således är rödljuset nödvändigt, men inte värdeskapande i sig. Därav klassificeras delprocessen som NNVA.

4.2 *OCR-scanner* är efterföljande delprocess. Även denna fyller samma syfte som tidigare delprocess 1.3 *OCR-scanner*. I scannern avläses containernummer samt möjliga IMO-märkningar för att försäkra sig om att containern som lastbilen bär med sig är korrekt. Bilder på containern tas även här. Då information kring lämnande gods är en förutsättning för hanteringen anses den vara nödvändig och värdeskapande. Således är delprocessen VA.

Efterföljande sker delprocess 4.3 *kö* i förekommande fall, vid vissa beläggningsgrader. Denna delprocess består av en kö som bildas i väntan på genomförandet av efterföljande delprocess 4.4 *check out*. Köer likt tidigare är enbart väntan och därav klassificeras delprocessen som NVA.

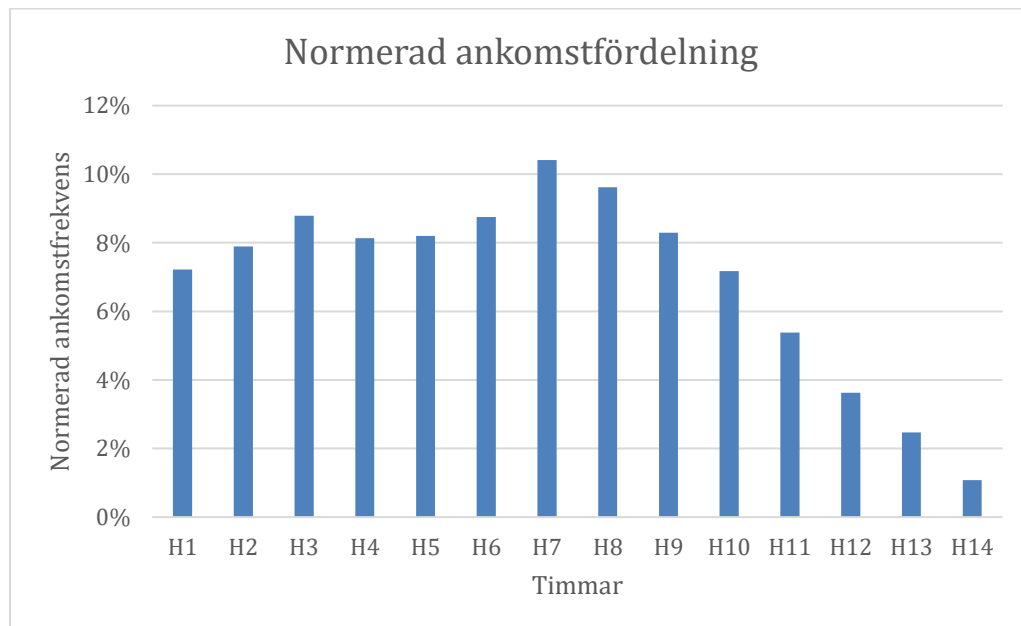
Sista delprocessen i huvudprocessen och hela lastbilsflödet är 4.4 *check out*. Delprocessen består av ett registreringsbom-system likt 1.1 *security-in*. Under delprocessen kontrolleras lastbilars registreringsskylt och utpasserande containers plomberingsnummer. Utöver det drar förare sitt passerkort en avslutande gång. Vid korrekt container med rätt plomberingsnummer kopplat till avsedd lastbil öppnas bommen och processen slutförs. Vid slutet av den här delprocessen avslutas även TTTT. Delprocessen fyller säkerhetsfunktioner samt säkerställer att containerhanteringen blivit korrekt utförd på rätt lastbil, därav är den en del av fallstudieterminalens värdeerbjudande. Således är processen VA.

4.2 Orsaker till icke utnyttjad potential i lastbilsflödet

I detta kapitel redogörs för orsaker som bidrar till icke utnyttjad potential. Orsakerna identifieras baserat på ovan presenterade processresultat, resultat från genomförda intervjuer och datainsamlingar.

4.2.1 Ankomstfrekvens och dess påverkan på TTTT

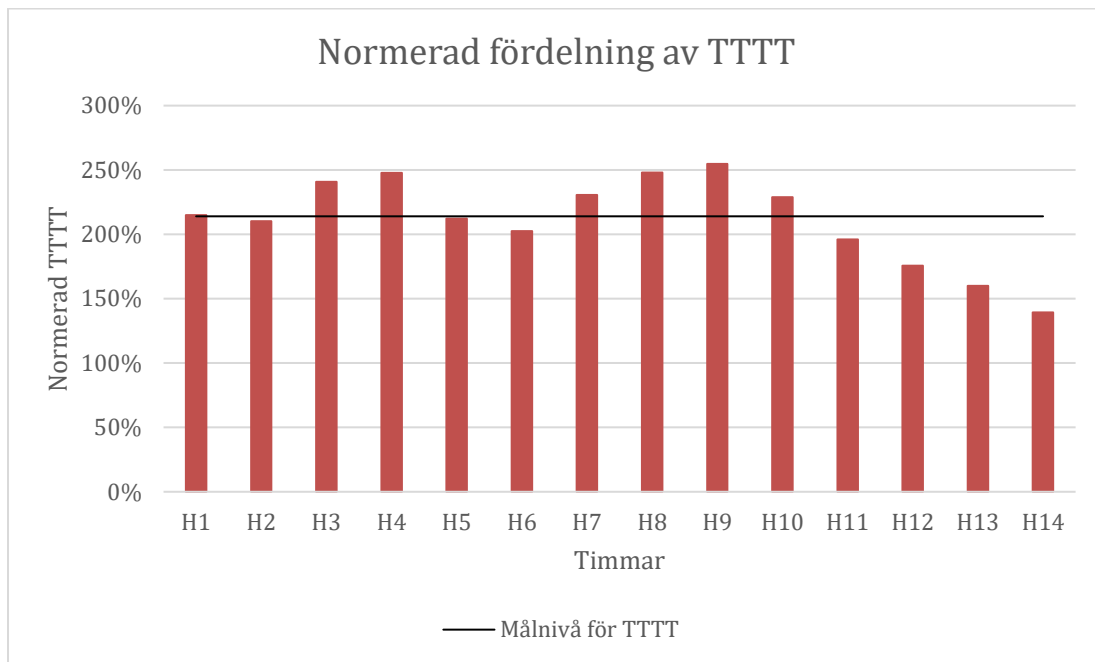
Utifrån insamlade registerdata undersöktes lastbilars ankomstfrekvens och TTTT fördelat över fallstudieterminalens öppettider, i syfte att undersöka samband mellan dessa. I detta kapitel presenteras framtagna fördelningar samt identifierade samband. Värden i figurerna nedan har normaliserats till procentuella värden av sekretesskäl.



Figur 13. Ankomstfrekvensen för lastbilar, fördelat på fallstudieterminalens öppettider, där varje tidsintervall H avser en timme. Ankomstfrekvensen för respektive timme är beräknat som genomsnittligt antal ankomster per tidsintervall i relation till genomsnittligt antal ankomster per dag, uttryckt i procent. Genomsnitt är beräknade utifrån 88 dagar samt antal ankomster till fallstudieterminalen per dag.

Att lastbilars ankomstfrekvens kan representeras av en bimodal fördelning illustreras i figur 13. Vidare framgår det i figuren att ankomstfrekvensen per timme förändras över dagen. För den tidsperiod som underliggande registerdata hämtats från kan det utav Figur 13 konstateras att ankomstfrekvensen i har lokala maximipunkter under timmarna H3 och H7.

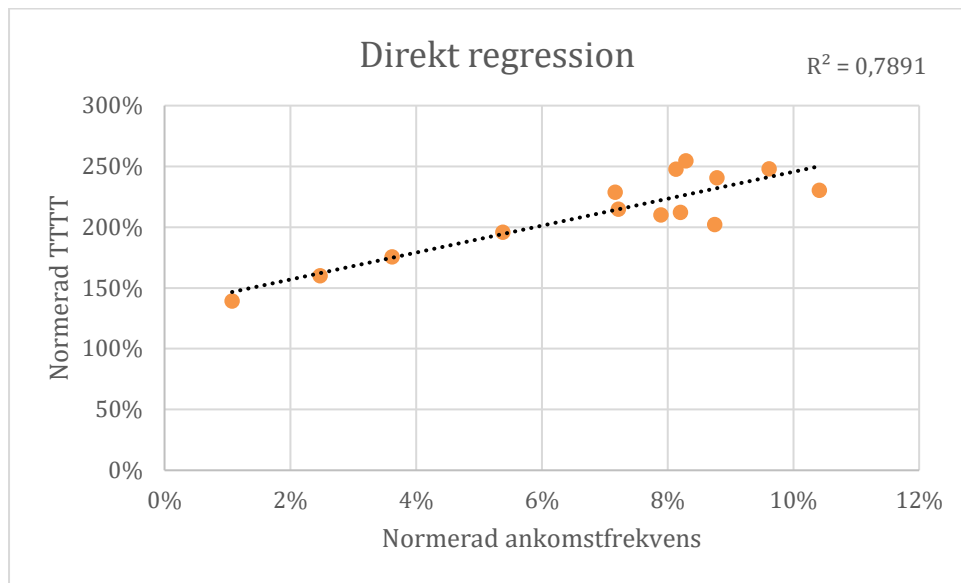
Vidare presenteras i Figur 14 hur TTTT är fördelad över fallstudieterminalens öppettider. Värdet normaliseras genom att uttrycka TTTT i relation till nominell tid. Nominell tid har fastställts utifrån insamlade primärdata och är definierat som den kortaste TTTT som observerats för lastbilar vilka passerade systemet med minimal tid i kö och utan att någon avvikelse i flödesvägen kunde konstateras. Den framtagna nominella TTTT har validerats genom dialog med systemexperter, men kan på grund av sekretesskäl inte presenteras i denna rapport. Däremot kan det konstateras att den tid vilken fallstudieterminalen strävar efter att lastbilars TTTT ska understiga motsvarar 214 % av nominell TTTT.



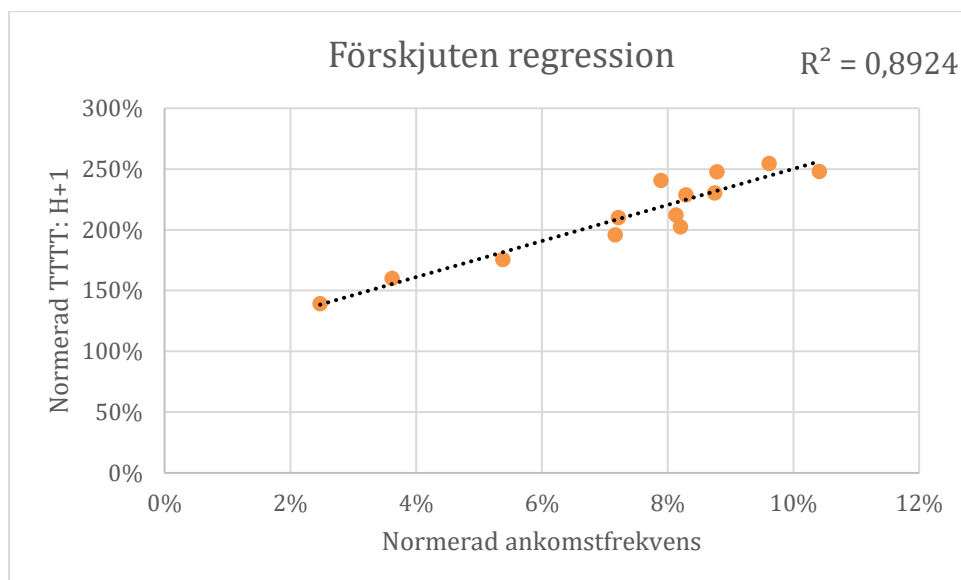
Figur 14. TTTT för lastbilar, fördelat på fallstudieterminalens öppettider, där varje tidsintervall H avser en timme. Stapelvärden i figuren beräknas som genomsnittlig TTTT per tidsintervall i relation till nominell TTTT, uttryckt i procent. Fallstudieterminalens målnivå för TTTT uttrycks i relation till nominell TTTT och illustreras av svart heldragen linje (214%). Genomsnitt beräknas utifrån 88 dagar samt antal ankomster till fallstudieterminalen per dag.

Det kan utifrån Figur 14 ovan konstateras att TTTT är fördelat med liknande bimodala karaktär som ankomstfrekvensen till fallstudieterminalen. Denna observation var anledningen till att eventuellt samband mellan ankomstfrekvens och TTTT undersöktes. Utifrån Figur 13 och Figur 14 konstateras att de högsta genomsnittliga TTTT i de flesta fall erhöles en timme efter de högsta genomsnittliga ankomstfrekvenserna. Därav genomförs två linjära regressionsanalyser där direkt samband mellan ankomstfrekvens och TTTT, respektive förskjutet samband mellan ankomstfrekvensen för timme H och TTTT timme H+1, undersöks. Resultaten av dessa presenteras nedan i

Figur 15 och Figur 16.



Figur 15. Linjär regression mellan normaliserad ankomstfrekvens för timme H och normaliserad TTTT för timme H.



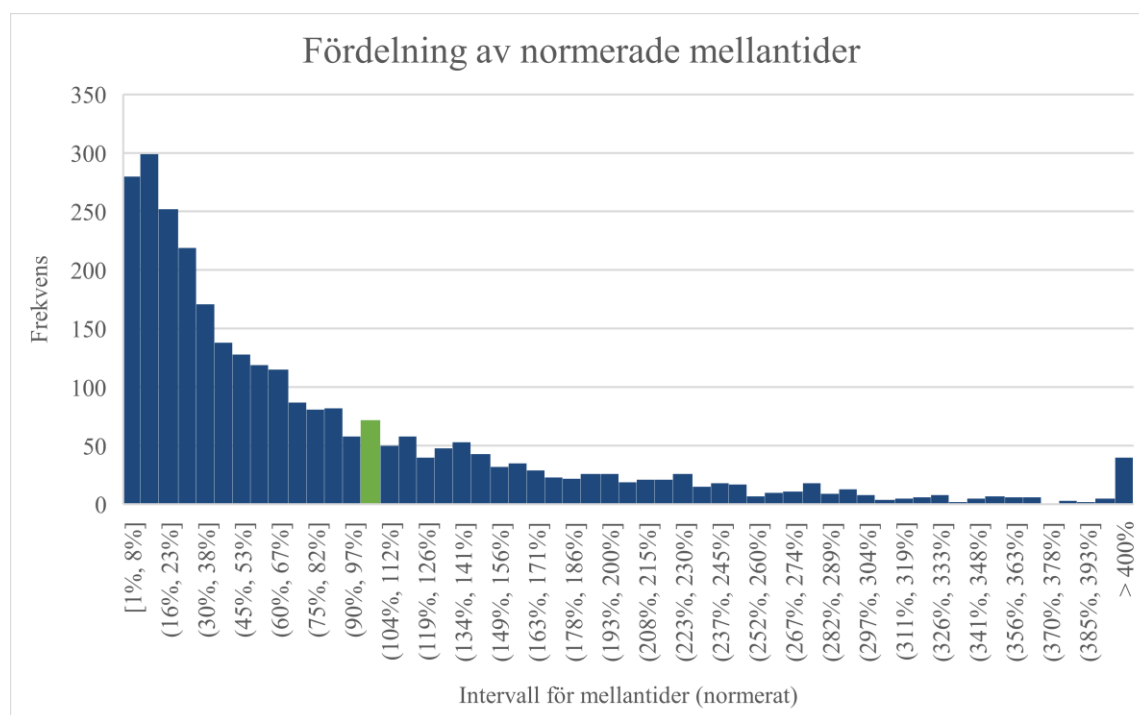
Figur 16. Linjär regression mellan normaliserad ankomstfrekvens för timme H och normaliserad TTTT för timme H+1.

Värdet på R^2 i

Figur 15 pekar på att ankomstfrekvens kan, enligt den direkta regressionsmodellen, förklara 78,91 % av variationen i observerad TTTT. Vidare kan det konstateras att den förskjutna regressionsmodellen, i Figur 16 ovan, pekar på att lastbilars ankomstfrekvens till 89,24 % förklara variationerna i observerad TTTT. Utifrån skillnaden mellan värdet på R^2 för respektive regression,

kan det konstateras att det förmodligen föreligger en starkare positiv korrelation mellan ankomstfrekvens vid timme H och TTTT vid timme H+1.

I *FAS 1 - expertintervjuer* uttryckte forskare och områdesexperter att lastbilars ankomstfrekvens på containerterminaler ofta är ojämnt fördelade över öppettider. Detta stärks utifrån Figur 13 från vilken det framgår att lastbilars ankomstfrekvens varierar från timme till timme över fallstudieterminalens öppettider. För att vidare utreda detta undersöktes hur ankomstfrekvensen varierar under timmarna för en genomsnittlig dag. Resultatet av undersökningen kring mellantiderna för lastbilsankomster till terminalen presenteras i Figur 17 nedan.



Figur 17. Histogram över mellantider för lastbilsankomster till fallstudieterminalen för en godtycklig timme utifrån 88 dagar. Mellantider mellan ankomster är uttryckta i procent utifrån den mellantid som erhålls ifall alla lastbilar för en genomsnittlig dag hade ankommit med jämn frekvens för det undersökta tidsintervallet (100%). Grön stapel indikerar det intervall där alla mellantider hade hamnat i histogrammet ifall lastbilar hade ankommit med jämn frekvens.

Motsvarande den fördelningen som presenteras i Figur 17 togs fördelningar fram för fallstudieterminalens alla öppna timmar. Alla dessa fördelningar karaktäriseras av det utseende som observeras i Figur 17 ovan. Av detta kan det utöver att ankomstfrekvensen varierar över dagen utifrån Figur 13, konstateras att ankomstfrekvensen varierar inom varje öppen timme för terminalen. Detta pekar på att lastbilar, över en hel godtycklig dag, ankommer slumpmässigt, oberoende av varandra, snarare än med jämna tidsintervall vilket vidare validerar observationerna

av detta fenomen som erhöles under insamlingarna av primärdata under *FAS 3 - mätningar och observationer*.

4.2.2 Avvikelser vid OCR-scanner och check in

Vid de intervjuer som genomfördes med lastbilschaufförer under *FAS 2 – intervjuer med lastbilschaufförer* uppgavs att 32 % av 25 lastbilschaufförer vid något tillfälle upplevt problem med OCR-scannern, se bilaga D. Problemet visar sig vid nästkommande steg *check in* då lastbilar inte släpps igenom automatisk. Istället krävs manuell hantering av containeruppgifter innan lastbilar kan passera, vilket resulterar i förlängd TTTT. Vid intervju med SOS i *FAS 3 – mätningar och observationer* förklarades huvudanledningarna till att denna typ av problem uppstår. Dessa anledningar är att vid starkt solljus, kraftigt regn, snö, skadade eller smutsiga containrar kan OCR-scannern inte alltid med gott resultat läsa av containernummer samt IMO-märkningar. Vid intervjun framkom vidare att OCR-scannerns mjukvara är kalibrerad att vara mycket känslig vid informationsbrist. Vid minsta tveksamhet kring avläst nummer kräver denna manuell hantering, för att minimera misstag. Dessa faktorer bidrar gemensamt till avvikelser orsakade av OCR-scannern.

Vidare vid *check in* konstaterades under *FAS 3 – mätningar och observationer* att tidsåtgång i *check in* var mycket varierande. Insamlade primärdata visar att 25 % av 170 undersökta lastbilar inte kunde ta sig igenom utan någon typ av väntetid. Dessa fall kan bero av tidigare nämnd problematik kring OCR-scannern. Vidare kan fallen även bero på felaktig inknappning av visitkod alternativt att visitkod inte är kopplad till lastbilen. Väntetiden kan ytterligare bero på att maxgränsen på 25 lastbilar i terminalens flöde uppnåtts. Sammanställning av dessa väntetider benämns nedan i *tabell 2* som *väntan check in*. I vissa fall sker även stickprovsbaserade säkerhetskontroller, säkerhetskontroller genomfördes på 7 % av observerade lastbilar. Sammanställda normaliserade genomsnittstider samt standardavvikelser presenteras nedan, se *tabell 2*.

Tabell 2. Sammanställda data från mätningar av *check in* i del 2 FAS 3 - mätningar och observationer. Tabellen visar tider för medelvärde och standardavvikelse i procent för säkerhetskontroll och hantering, kö samt total tid i *check in*. Genomsnittstiden för *total check in* anges som 100 % och resterande värden anges i procent av denna. *Hanteringstid check in* syftar till tidsåtgång för inknappning av visitkod. *Väntan check in* syftar till väntan på att bli insläppt efter korrekt genomförd hantering.

	<i>Säkerhetskontroll av gods</i>	<i>Hantering check in</i>	<i>Väntan check in</i>	<i>Total check in</i>
<i>Medelvärde</i>	5 %	47 %	48 %	100 %
<i>Standardavvikelse</i>	20 %	18 %	204 %	206 %

Tabell 2 visar att *väntan check in* i medeltal i princip tar lika stor tidsåtgång som *hantering check in*. Standardavvikelsen skiljer sig dock markant då den är väsentligt mycket högre för *väntan check in*, vilket är ett resultat av att en liten del av lastbilarna spenderar mycket lång tid vid denna delaktivitet och en majoritet kortare tid.

Fallstudieterminalen har, enligt kommersiellt ansvarig, lanserat en applikation där lastbilschaufförer och personer på åkeriet kan gå in för att säkerställa att deras bokning är redo samt stämma av att deras uppgifter stämmer med informationen i applikationen. Om applikationen börjar användas i stor utsträckning kan många av problemen som uppstår i *check in* lösas i förväg vilket kan leda till att variationen och *väntan i check in* minskar.

4.2.3 Visibilitetsproblem i mottagningsparken

Under studiens inledande fas uppdagades problem kring visibilitet vid infart till mottagningsparkens servicerutor. Problemet uttrycktes inledningsvis av systemexperter och terminalpersonal. Problematiken bekräftades under FAS 2 - intervjuer med lastbilschaufförer då 56 % av 25 chaufförer uttryckte att det fanns svårigheter kring att se lediga servicerutor, se bilaga D. Vidare observerades detta även under FAS 3 - mätningar och observationer. Visibilitetsproblemet i mottagningsparken resulterar i outnyttjad potential och onödig köbildning och således ökad TTTT.

4.2.4 Kommunikation och information

Vid grenslehanteringen har lastbils- och grensletruckförare mycket begränsad kommunikationsmöjlighet vilket är problematiskt då fel uppstår vid containerhantering. Denna kommunikation begränsning uttrycktes under FAS 2 - intervjuer med lastbilschaufförer samt

konstaterades vid observationer under *FAS 3 - mätningar och observationer*. Vid intervju med säkerhetsvakt under *FAS 1 - expertintervjuer* förklarades att informationskedjan, vid kommunikation mellan grensletruckförare och lastbilschaufförer, fungerar så att lastbilschaufför kontaktar säkerhetspersonal som i sin tur kontaktar dispatcher som vidare tar kontakt med grensletruckförare för att på så sätt lösa problemet som har uppstått. Informationskedjan uttrycktes även kunna inledas från grensletrucken. Det sker genom att grensletruckföraren kontaktar säkerhetspersonal som kör ner till lastbilschauffören för att föra dialog och sedan kontaktar grensletruckföraren igen för att reda ut problemet. Processen involverar flera parter som inte direkt kan lösa problemet, således är det en tidskrävande process.

4.2.5 Digital ärendekö

Likt beskrivet under *4.1.3 containerhantering* placeras ärenden i en digital ärendekö, delprocess *3.4 – digital ärendekö*, när delprocess *3.3 kort draget* utförts. Vid placering i digital kö hanteras ärendet av det operativa systemet Navis N4, i väntan på att tilldelas en specifik grensletruck som vidare utför containerhantering. Genom kombinerade data från *FAS 3 – mätningar och observationer* samt *FAS 4 - insamling av registerdata* kan det konstateras att tid i digital ärendekö i genomsnitt motsvarade 44 % av TTTT, för de 66 lastbilar som undersöktes. Vidare motsvarar den genomsnittliga tiden i ärendekö 103 % av nominell TTTT.

4.2.6 Icke optimal kortdragningssekvens

Vid observationer och datainsamling konstaterades att 50% av de 56 observerade lastbilschaufförerna utförde *kontroll av lastbilsflak* före det att delprocess *kort draget* utfördes. Som uttryckt i kapitel 4.2.5 *digital ärendekö* placeras containerhanteringsärendet i en *digital ärendekö* först när *kort draget* utförts.

4.3 Potentiellt effektiviserande åtgärder

Detta kapitel presenterar olika förslag på effektiviseringsåtgärder kopplade till icke utnyttjad potential i flödet. Åtgärderna som föreslås baseras på förslag som uppkommit under intervjuer under studiens tre första faser. Avslutningsvis presenteras i 4.3.4, 4.3.5 samt 4.3.6 förslag baserade på sammanställd information insamlad under studiens intervjuer, datainsamling samt observationer.

4.3.1 Förslag A: Styrning av lastbilsankomster

Ankomsterna sker huvudsakligen oannonserat och slumpmässigt oberoende av varandra vilket hindrar förberedelse för ankomstfrekvenstoppar och styrning av ankomstfrekvens. För att möjliggöra planering och kontrollera ankomstprocessen kan marina containerterminaler använda slottider. Vid intervju förklarade kommersiellt ansvarig att det tidigare gjorts av fallstudieterminalen med ett slot-intervall på fyra timmar. Resultatet visade sig inte förbättra

lastbilsflödet då åkerier inte hade tillgång till informationen som krävdes för planering. I dagens läge sker informationsutbytet mer frekvent och möjligheterna till planering uttrycks vara större. Möjliga förslag kring styrning av lastbilsankomster som framkommit under intervjuer, utöver slottider, är informationsdelning kring systembeläggning i realtid samt prognostisering av beläggning baserat på historiska data.

4.3.2 Förslag B: Förbättring av OCR-scanner

De påtalade problemen gällande OCR-scannerns kameraförmåga att korrekt läsa av containernummer och IMO-märkningar förklaras av säkerhetspersonal och SOS i många fall beror på väderförhållanden. Av intervjuade lastbilschaufförer bekräftades även att 32 % hade haft problem vid denna delprocess.

Efter intervju med SOS framkom även att åtgärder kring kamerornas avläsningsförmåga har diskuterats. Då det nordiska klimatet kan innebära perioder med kraftig nederbörd och vind såväl som stark sol, ställs höga krav på kamerornas förmåga att läsa av containernummer och IMO-märkningar i flertalet väderförhållanden. Med tre väggar och ett tak som skydd runt OCR-scannern skulle smuts som fastnar på kameranlinsen kunna minimeras uttryckte SOS. Nederbörd skulle inte heller falla precis framför linsen. Med skyddet skulle direkt solljus kunna minimeras och även på så vis ge en förbättrad avläsning vid stark sol. Problem kring nederbörd och smuts på själva containrarna är svåra att eliminera av fallstudieterminalen.

Däremot uttryckte SOS även att nya kameror med bättre prestanda eventuellt kan klara av sådana avläsningar. Vidare uttrycktes att felläsning i många fall sker då OCR-scannern för närvarande är inställd på att avfärda resultatet vid minsta otydlighet i avläsningen vilket leder till att manuell hantering sker istället. Följaktligen kan en åtgärd vara att förändra denna inställning genom att sänka säkerhetsgränsen för accepterad avläsning.

4.3.3 Förslag C: Informationsdelning kring lediga servicerutor

Vidare problem som identifierats är visibilitetsproblemet vid inkörning till mottagningsparken, vilket upplevts av terminalpersonal samt lastbilschaufförer. Fallstudieterminalen försökte tidigare åtgärda problemet med en extrainsatt köplats för att öka visibiliteten vid inkörning till mottagningsparken. Däremot konstateras insatsen inte ha varit effektiv, då 56 % av de intervjuade lastbilschaufförerna upplevt fortsatt visuella svårigheter vid inkörning till mottagningsparken.

Vid intervju förklarade en säkerhetsvakt att en potentiell förbättringsåtgärd till den bristande visibiliteten för lastbilschaufförerna är att fallstudieterminalen implementerar en skärm som tydligt visar om servicerutor är lediga eller inte. För att minska beslutsfattandet hos chaufförer själva, är en ytterligare lösning att använda sig av trafikljus kopplat till sensorer som känner av om rutor är lediga eller inte. På det viset skulle lastbilschaufförer få bättre informationstillgång och med säkerhet kunna köra in trots att de med egna ögon inte ser att en viss ruta är ledig. Vidare uttrycktes

under intervjun att redan installerade kamerasytem hade kunnat användas för att dela information kring lediga servicerutor med lastbilschaufförer.

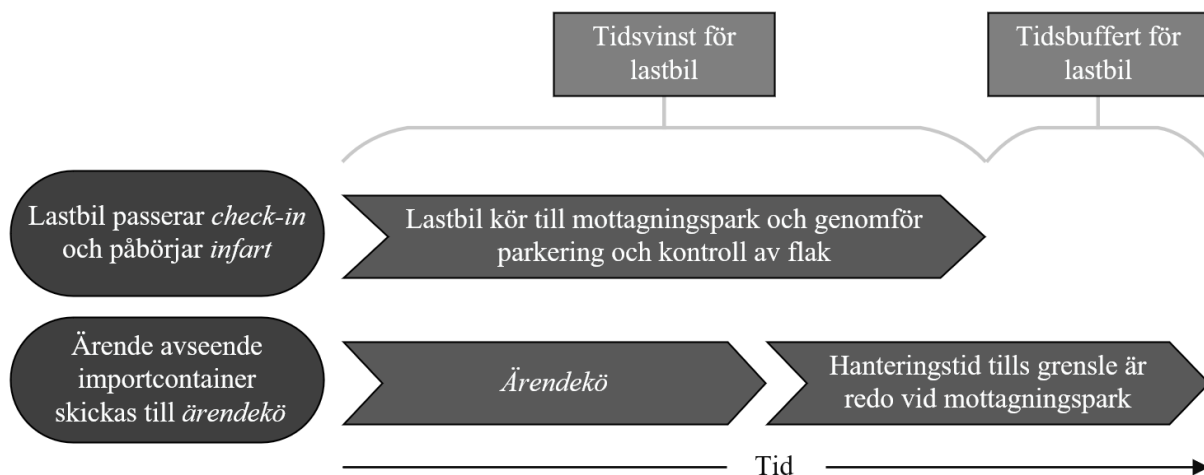
4.3.4 Förslag D: Förbättring av kommunikation mellan lastbilschaufförer och grensletruckar

Vidare problem som tidigare presenterats är kommunikationssvårigheter mellan lastbilschaufförer och grensletrucksförare. I intervjuer har inget förslag på förbättring framkommit, men efter direktobservationer i FAS 3 - *mätningar och observationer* noterades en möjlig direkt åtgärd. Förslaget innebär direktkontakt mellan lastbils- och grensletrucksförare över befintliga komradios i väntkur och grensletruck. Direktkontakten sker antingen genom att grensletruckan kan ringa upp specifik väntkur, att lastbilschauffören kan ringa upp den specifika grensletruckan eller att kommunikation kan initieras från båda parter.

4.3.5 Förslag E: Tidigareläggning av information

Från intervjuer med säkerhetsvakt och SOS framgick att all information som krävs för att ett containerhanteringsärende ska kunna placeras ärendekön erhålls redan då lastbilar passerar *check in*. Vidare uttryckte SOS att tidigareläggning av informationsöverföringen kring ärendet, är en effektiviserande åtgärd som diskuterats, men att det är ett tillvägagångssätt som inte är riskfritt. Det kan utifrån intervju med SOS konstateras att det värdemässigt utifrån fallstudieterminalens perspektiv är bättre att lastbilar väntar på grensletruckar i mottagningsparken än omvänt fall.

Utifrån kartläggningen av containerhanteringsprocessen (se kapitel 4.1.3) kan det konstateras att tiden det tar för en grensletruck att stå redo vid lastbil i mottagningsparken beror på karaktären av ärendet. Utifrån observationer genomförda under *del 3 av FAS 3* kan det konstateras att genomsnittstiden det tar för en grensletruck att hämta en importcontainer på terminalområdet och köra till mottagningsparken är längre än tiden det tar för en lastbil att köra från *check in* till mottagningsparken, genomföra parkering samt kontrollera flaket. Däremot kan de genomförda observationerna inte med säkerhet svara på att fallet skulle vara detsamma ifall ärendet avser en exportcontainer eftersom grensletruckan då börjar en sådan hanteringsprocess genom att först åka till mottagningsparken för att hämta godset. Illustration av hur processen ser ut för ärenden avseende importcontainrar, vid användning av tidigarelagd informationsöverföring, presenteras i Figur 18 nedan.



Figur 18. Schematisk beskrivning av hur processens informationsöverföring av ärenden sker då lastbil passerar *check in*. Tidsvinst för lastbil syftar till tidsbesparingen som sker då de två processerna sker parallellt istället för att den undre processen påbörjas efter att den övre är avslutad och chaufför har utfört delprocess 3.3 kort draget. Tidsbuffert för lastbil beskriver den observerade skillnaden i tid mellan den övre respektive undre processen. Tidsbufferten behöver vara positiv för att grensletruck inte ska behöva vänta på lastbil i mottagningspark.

4.3.6 Förslag F: Förändring av processens sekvens

Utifrån PAM - steg 3, övervägande kring huruvida sekvensen kan om arrangeras för att bli effektivare, är en potentiell effektiviseringsåtgärd att byta ordning på delprocesserna 3.2 *lastbilsflakskontroll* och 3.3 *kort draget*. Att tidigarelägga kortdragningen gör att ärendet för containerhanteringen kan tilldelas en grensletruck tidigare. Medan informationen ligger i ärendekön eller en grensletruck påbörjar hantering jobbet kan lastbilschauffören utföra kontrollen av lastbilsflaket. Detta innebär att delprocesserna sker parallellt och flödet blir potentiellt effektivare. Den potentiella tidsvinsten är tiden som 3.2 *lastbilsflakskontroll* tar. Utifrån studiens mätningar är den genomsnittliga tiden för kontroll av lastbilsflak 4 % av TTTT och den genomsnittliga tiden från 3.3 *kort draget* till att grensletrucken står vid servicerutan 18 % av TTTT. Vid de förutsättningar som rådde under studiens primärdatamätningar var skillnaden i tidsåtgång således 14 % av TTTT.

5 Diskussion

I följande kapitel diskuteras studiens resultat utifrån dess syfte. Här diskuteras föreslagna åtgärder för att kunna effektivisera flödet av lastbilar i containerterminalen.

5.1 Förslag A: Styrning av lastbilsankomster

Vid analys av Figur 13 och Figur 14 i kapitel 4.2.1 kan det konstateras att TTTT korrelerar med ankomstfrekvens. Således är det av intresse för terminalen att jämna ut ankomstfrekvensen om färre toppar av TTTT är önskvärt. Då sambandet mellan ankomstfrekvens och TTTT påvisats kan slutsatsen dras att färre lastbilar får en genomloppstid längre än 214 % av den nominella tid som fallstudieterminalen ämnar hålla sig under för marknadsmässig service, vid utjämning av ankomstfrekvens. Vidare kan detta leda till bättre upplevd service från åkeriers sida.

Trots detta måste det tas i beaktning att ankomststyrning medför investeringar. För att erhålla önskvärd avkastning på investering bör värdet av detta sammantaget överstiga investeringen. I och med att undersökt aktör är stor med förhållandevis lite lokal konkurrerande hamnverksamhet kan detta monetärt sett vara icke åtråvärt. Trots detta kan det för liknande containerterminaler med skilda förutsättningar vara önskvärt att erhålla ett jämnare lastbilsflöde ur beläggnings- eller serviceperspektiv.

För utjämning av lastbilars ankomstfrekvens kan slottider användas. Det har dock under intervju med kommersiellt ansvarig framkommit att åkerier i vissa fall är kritiska till användandet av slottider. Slottider kräver planering även för åkerier, vilket i sin tur kräver arbete. Däremot finns det fördelar med planering även för åkerierna, då de kan planera rutter med högre kapacitetsutnyttjande utifrån slottiderna. Införandet av slottider kräver mycket arbete då det annars riskerar att inte finnas tillräckliga riktlinjer som istället för att hjälpa skapar bristande struktur och funktionalitet som blir ett nytt problem istället för en lösning.

Vidare kan införandet av realtidsinformationsdelning eller prognostisering baserad på historiska data användas. Dessa tillvägagångssätt påverkar inte åkerierna direkt, men förser åkerierna med tillräcklig information för att fatta informerade beslut kring terminalbesök.

En fara med dessa tillvägagångssätt är att det kan uppstå en bullwhip-effekt i form av att flertalet åkerier tar liknande beslut baserat på informationen kring beläggning. Således kan ankomsttoppar uppstå där tidigare prognoser alternativt realtidsinformation pekar på låg beläggning. Eftersom inget av dessa förslag har bevisat entydigt positiva effekter rekommenderas de inte för implementering i dagsläget.

5.2 Förslag B: Förbättring av OCR-scanner

För att minska felaktiga avläsningar gjorda av OCR-scannern som leder till manuellt arbete och förlängd genomloppstid presenterades ett antal lösningsförslag i resultatet. För att minska felaktiga avläsningar baserade på väder och klimat föreslogs byggnation av väggar och tak kring OCR-scannern. Exakt hur stor inverkan ett skydd har på avläsningen är svårt att säga i dagsläget. Med största sannolikhet skulle däremot underhållsarbetet av kamerorna minska då de inte direkt utsätts för väder. En annan åtgärd är att ny kamerateknik kan installeras, hur stor investering detta skulle innebära samt vilket medföljande värde det skulle bidra med är i dagsläget inte fastställt.

Vidare föreslogs att OCR-scanners inställningar kring godkänd avläsning skulle kunna förändras. Då den för närvarande avvisar alla avläsningar med minsta osäkerhet krävs manuell behandling i dagsläget frekvent. Insamlade primärdata visar att 25 % av lastbilarna krävde manuell hantering. Hur stor del av dessa som beror på icke godkänd avläsning av OCR-scannern är inte fastställt, men skulle färre lastbilar få icke godkänd avläsning och således slippa manuell hantering, kan TTTT minskas för dessa lastbilar. Detta kan därmed bidra till att färre lastbilar överstiger marknadsmässig servicetid på 214 % av nominell tid.

Vidare innebär denna typ av förändring av inställningar för godkänd scanning en potentiell risk som måste ställas i paritet till förbättringen. Risken består av containrar som läses av felaktigt men trots felaktig avläsning släpps igenom *OCR-scannern*. Kring detta finns två olika avläsningsfel, felaktig avläsning av containernummer samt felaktig avläsning av IMO-klassificering. Som systemets närvarande funktion ser ut kommer detta, då det innebär felaktig avläsning av containernummer, leda till att containernumret inte matchar det containernummer som är kopplat till åkeriets visitkod. Således krävs manuell hantering av containern. Alltså samma hantering som hade uppstått vid icke godkänd avläsning. Denna typ av avläsningsproblem ger därför ingen försämring.

Den andra typen av avläsningsfel som rör IMO-klassificeringar kan möjligen leda till problem som tidigare inte funnits. Då containrar släpps igenom *OCR-scannern* med rätt containernummer men felaktig avläsning av IMO-klassificeringar kan containern släppas igenom *check in* med felaktig information. Vidare kan detta leda till att säkerhetsbestämmelser kring placering av exempelvis farligt gods bryts. Vad detta vidare innebär är inte undersökt i studien. Då avvägning kring potentiell tidsvinst vid kortare genomloppstider ställas mot risker som kan uppstå vid felaktig IMO-information kan detta åtgärdsförslag inte rekommenderas. Framförallt då säkerhet är en av de huvudsakliga tjänster som fallstudietterminalen levererar.

Vidare kan rekommendation kring byggnation av väggar och tak inte heller göras. Detta då studien inte undersökt potentiell förbättringseffekt i förhållande till investeringsstorlek.

5.3 Förslag C: Informationsdelning kring lediga servicerutor

För att hantera problematiken kring visibilitet vid inkörning till servicerutor föreslogs i resultatet två förslag på informationslösningar.

Det första förslaget består av någon typ av skärm som delar information i realtid kring lediga rutor. Denna skärm kan ha olika utformningar, ett alternativ är att visa en videospeglings av servicerutorna som via detta ger lastbilschaufförer en överblick. Ett ytterligare utformningsalternativ av skärmen är att låta den dela information kring varje specifik serviceplats och dess tillgänglighet. Den sistnämnda typen av lösning kräver någon typ av sensorstruktur för bedömning kring huruvida en serviceruta är ledig eller inte. Alternativt en bildanalyseringsmjukvara som kan urskilja containrar och lastbilar. Dessa lösningar medför investeringar för terminalen. Lösningen baserad på videospeglings kräver mindre strukturförändring då kamerasystem som övervakar servicerutorna redan är implementerat på terminalen. Således behöver denna information enbart presenteras på en skärm, vilket innebär en betydligt mindre investering.

Den andra informationslösningen är att implementera ett binärt trafikljus som visar två färger. En då det finns lediga servicerutor, förslagsvis grönt, samt en då inga servicerutor är lediga, förslagsvis rött. Vid implementering av detta system skulle det likt ett av föregående förslag krävas någon typ av sensorstruktur för att bedöma huruvida servicerutor är ockuperade eller inte. Således är även en investering nödvändig i det andra lösningsförslaget.

Studien undersöker inte hur stor monetär påverkan den här typen av lösning skulle innebära. Det som konstateras är att en lösning hade kunnat bidra till bättre serviceupplevelse för lastbilschaufförer. Utan vidare studier är det dock svårt att bedöma vilken investering som resulterar i högst avkastning sett till respektive åtgärds effekt i förhållande till storleken på respektive investering.

Vidare undersöks inte heller exakt var i flödet informationen bör förmedlas till lastbilschaufförerna samt i vilken form den förmedlas mest effektivt. Kring detta krävs vidare studier.

Problemet i sig leder dock till köbildning som är onödig. Följaktligen påverkas lastbilschaufförers serviceupplevelse samt TTTT direkt av detta. Utöver det anses problemet förhållandevis lättlost. Således föreslås implementering av någon av ovan nämnda åtgärder.

5.4 Förslag D: Förbättring av kommunikation mellan lastbilschaufförer och grensletruckar

För att lösa problematiken kring kommunikation vid servicerutor i mottagningsparken föreslås direktkontakt mellan lastbils- och grensletruckförare. Detta går att implementera i det nuvarande systemet med en kommunikationsväg som använder sig av komradio. Alternativ vid implementation handlar om vem som är tillåten att initiera kommunikation, om lastbilschauffören,

grensletruckföraren eller båda parter har befogenheten. Om lastbilschauffören initierar samtal kan säkerheten äventyras då grensletruckföraren, som hanterar gods på lastbilen, kan störas av plötslig kommunikation. Det är därför att föredra att grensletruckföraren väljer när kontakten tas.

Ytterligare argument för detta är att möjligheten att signalera genom fysiska gester är större för lastbilschauffören då föraren i grensletruckhytten har överblick över situationen på marken men inte vice versa. Grensletruckföraren hanterar också containrar mycket mer frekvent vilket gör att arbetsmiljön skulle kunna försämrats om arbetet ofta störs av uppringande lastbilschaufförer utan att det är nödvändigt.

Med detta som bakgrund rekommenderas förslaget att en specifik grensletruck kan ringa upp radio i en specifik väntkur för att lösa problem i hanteringen. Lastbilschauffören har fortfarande möjlighet att kontakta säkerhetsvakt om assistans skulle behövas.

5.5 Förslag E: Tidigareläggning av information

I kapitel 4.2.5 digital ärendekö framgick det att tiden i ärendekö för undersökta lastbilar i genomsnitt låg på 44 % av TTTT. En tid som motsvarar 103 % av nominell TTTT och är icke värdeskapande ur fallstudieterminalens perspektiv, enligt kategoriseringen av delprocesser utifrån tillfört värde i kapitel 4.1.3. Även om det kan konstateras att det inte är värdeskapande för fallstudieterminalen att lastbilar befinner sig för lång tid i ärendekö kan det troligtvis sägas att det är värdeskapande att det finns en jämn beläggning i ärendekön. Detta eftersom resursutnyttjandet för grensletruckar då troligtvis kan optimeras i större uträkning. Att beläggningen i flödet och vidare även i ärendekön varierar både över dagen och inom tidsintervall där genomsnittlig ankomstfrekvens för lastbilar är konstant, framgår av resultat presenterade i kapitel 4.2.1. Vid utformning av strategi för tidigarelagd informationsöverföring av ärenden avseende importcontainrar måste flödets beläggning tas i beaktning.

För lastbilar som ankommer till fallstudieterminalen då det råder låg beläggning kan en tidigarelagd informationsöverföring av ärendet, allt annat lika, tänkas innebära en kortare TTTT i linje med den tidsbesparing som framgår av Figur 18. Vidare skulle även resursutnyttjandet av grensletruckarna kunna öka då information skickas i ett tidigare skede. Detta då risken minskar för att grensletruckar flyttas från en lågt belagd mottagningspark trots att en grupp lastbilar har passerat *check in* och är på väg genom flödet.

Som beskrivet i avsnitt 4.1.3 framkom det under intervju med SOS att ärenden prioriteras utifrån optimering av grensletruckars körsträckor. På grund av detta skulle tidigarelagd informationsöverföring vid hög beläggning kunna leda till ett högre resursutnyttjande av grensletruckar. Detta i de fall ärenden kan tilldelas grensletruckar som inom terminalområdet är geografiskt nära importcontainern som ärendet avser och är på väg tillbaka till mottagningsparken. Ifall informationsstrategin implementeras vid hög beläggning ökar dock risken för att den i Figur

18 beskrivna tidsbufferten blir negativ, eftersom det finns risk att tidsåtgången för lastbilar att nå fram till en serviceruta i mottagningsparken blir längre.

För att säkerställa ett ökat resursutnyttjande av grensletruckar vid implementering av denna informationsstrategi hade en tänkbar lösning varit att avsätta ett område i närheten av mottagningsparken där grensletruckar kan ställa av importcontainrar vilka ska till lastbilar som ännu inte har nått fram till en serviceruta. Då grensletrucken i det fallet inte hade behövt vänta på vederbörande lastbil, utan istället kunnat hantera en annan lastbil i mottagningsparken vars ärende gäller en exportcontainer hade tiden som grensletrucken kör tom minskats. Dessutom hade hanteringen för den beskrivna lastbilen vilken den avställda containern tillhör, erhållit en snabbare hantering när den nått fram till en serviceruta i mottagningsparken.

Om grensletruckar hade kunnat ställa av importcontainrar i närheten av mottagningsparken hade det, vid hög beläggning, i kombination med implementation av informationsstrategin inneburit minskade utsläpp per hanterad container. Förmodligen hade även genomsnittlig TTTT minskat till följd av en effektivare hantering från terminalens sida. Huruvida de positiva effekterna av att implementera strategin vid hög beläggning kompenserar för kostnader som kan förknippas med att avsätta ett område nära mottagningsparken för framkörda containrar är något som bör undersökas vidare. Vad som dock kan konstateras utifrån erhållna resultat är att implementation av informationsstrategin vid låg beläggning hade lett till kortare TTTT för lastbilar samt förmodligen inneburit större möjlighet för fallstudieterminalen att fördela resurserna effektivt. Därav rekommenderas implementering av strategin endast vid låg beläggning.

5.6 Förslag F: Förändring av processens sekvens

Vid förändrad process-sekvens i form av att lastbilschaufförer genomför delprocess 3.3 *kort draget* före delprocess 3.2 *lastbilsflakskontroll* skulle TTTT potentiellt minskas med tiden det tar för en lastbilschaufför att kontrollera lastbilsflaket. Vidare får det operativa systemet tidigare tillgång till information och därmed möjligheten att organisera, prioritera samt påbörja containerhanteringsärendet. Konsekvensen av minskad TTTT bidrar vidare till att terminalen kan hålla fler lastbilars genomloppstid inom marknadsmässig servicetid på 214 % av nominell tid.

En icke önskvärd situation som kan uppstå vid denna sekvensordning är att en grensletruck anländer till en serviceruta under tiden som lastbilschauffören kontrollerar flaket, vilket leder till väntetid för grensletrucken. Denna situation bedöms dock uppstå mycket sällan då tiden för 3.2 *lastbilsflakskontroll* under de uppmätta fallen var kortare än tiden det tar för en grensletruck att anlända till servicerutan. Den genomsnittliga skillnaden under studiens mätningar var 14 procentenheter av TTTT.

Vidare utgör sekvensändringen ingen säkerhetsrisk eftersom en grensletruck, enligt fallstudieterminalens regleringar, inte får köra in över en lastbil såvida chauffören inte trycker in en lampknapp i väntkuren och därmed befinner sig på säkert avstånd från fordonen.

Förändringen av processekvensen har liknande effekt som åtgärd E då informationsöverföring tidigareläggs genom implementationen. Däremot går denna åtgärd lika bra att genomföra oavsett beläggning av mottagningsparken. Detta innebär att den kan komplettera åtgärd E vid hög beläggning och därmed medföra tidsbesparing för lastbilschaufförer oavsett om åtgärd E också implementeras eller inte.

I och med vinsterna kring TTTT och service, samt de existerande säkerhetsbestämmelserna anses detta vara en åtråvärd effektiviseringsåtgärd. Förändringen kräver inte någon investering utöver kostnader för att kommunicera den föredragna processekvensen till åkerier och chaufförer. Således kan åtgärden rekommenderas.

5.7 Resultatets känslighet

Nedan diskuteras hur rapportens resultat kan ha påverkats av diverse faktorer.

Något som tas i beaktning angående studiens objektivitet är att fyra av sex författare av studien arbetar på en containerterminal, liknande den som undersöks. Samtidigt som dessa personer initialt har en större förståelse för det undersökta systemet, finns risken att dessa personer på förhand haft antaganden kring systemets uppbyggnad. Därmed har de två övriga gruppmedlemmarna en betydelsefull roll då de bidrar med ett mer objektivt synsätt genom studien.

De resultat vilka baseras på insamlade primärdata samt sekundärdata bedöms vara minimalt påverkade av subjektiva uppfattningar från gruppmedlemmar. Samma bedömning görs rörande resultat vilka baseras på intervjuer. Huvudsakligen då gruppmedlemmar utan koppling till liknande terminal inkluderas i analys av intervjuinnehåll.

Vidare resultat kring processindelning samt värdekategorisering utefter skalan VA, NVA och NNVA kan påverkas av gruppmedlemmars bedömning och situation. Då delar av resonemang kring problematik och förbättringar bygger på klassificeringen av delprocesser kan slutsatser kring dessa påverkas. För att undvika detta vid värdekategorisering av processer utfördes den tillsammans med kommersiellt ansvarig på fallstudieterminalen. Vidare bör tilläggas att värdekategoriseringen således är subjektiv utifrån den kommersiellt ansvariges uppfattning, trots det bedöms faktumet vara ett mindre problem då värdeskapandet bedömts utifrån just terminalens sida.

Det finns vidare ett antal faktorer som kan ha påverkat lastbilars TTTT som inte togs i beaktning vid utförandet av studien. Dessa faktorer är storlek hos åkerier samt enskilda lastbilschaufförers bakgrund, erfarenhet och språkfärdigheter. Dessa faktorer undersöks ej vid analys av resultat. Huvudsakligen då den här typen av data inte hade kunnat samlas in utan påverkan på processen i kombination med intrång i lastbilschaufförernas integritet samt på grund av studiens omfattning.

Ytterligare en variabel som påverkar hanteringstiden av containrar, i gränssnittet mellan lastbil och marin containerterminal, är antalet aktiva grensletruckar som arbetar direkt mot lastbilarnas mottagningspark. Även detta bortses från vid datainsamling samt analys av data, då det anses vara en sekundärt påverkande variabel, förklarat i studiens avgränsning. Avgränsningen görs då data kring detta inte finns tillgänglig i fallstudieterminalens system samt då grensletruckars arbetsområden inte är statiskt utan dynamiskt över tid och följaktligen komplext att undersöka.

Likt tidigare nämnt skedde utbrottet av Covid-19 under studiens gång. Utbrottet av Covid-19:s påverkan på datainsamlingen i *FAS 3 - mätningar och observationer* har berörts i kapitel 3.3.2. Utöver detta pekar ingenting på att resultatet påverkats ytterligare då hanteringsvolymerna på fallstudieterminalen inte märkbart förändrats, något som intygats av dispatcher på terminalen.

5.8 Effektiviseringsåtgärders påverkan på FN:s globala mål

Detta kapitel utgår från FN:s globala hållbarhetsmål samt tidigare redovisad teori angående miljömässiga aspekter i kapitel 2.3. Här diskuteras miljöaspekterna samt etiska avväganden med koppling till fallstudien och fallstudieterminalens arbete.

Studien syftar till att effektiviseringsåtgärder med fallstudieterminalen som utgångspunkt, men med applicerbarhet på liknande marina containerterminaler världen över. I och med detta kan studien förhoppningsvis leda till realiserade effektiviseringsåtgärder, alternativt fungera som delunderlag vid beslutsfattande kring effektiviseringsåtgärder. Vidare kan därmed studiens resultat komma att samverka med flertalet av FN:s tidigare nämnda klimatmål.

Vid implementerade effektiviseringsåtgärder som leder till effektivare resursutnyttjande och således mindre miljöfarliga utsläpp per hanterad TEU kan den marina transportindustrin ta ett kliv närmare klimatmål 8.1 *hållbar ekonomisk tillväxt*, 8.4 *förbättra resurseffektiviteten i konsumtion och produktion* samt 9 *hållbar industri, innovationer och infrastruktur*. Vidare kan effektiviseringsåtgärderna leda till snabbare hanteringstid och service av lastbilar. I och med detta ökar även möjligheterna för marina containerterminaler samt åkerier att få ökade intäkter och vinster. Således tas även ett steg i rätt riktning för klimatmål 17.1, *öka inhemsk kapacitet för skatte- och andra intäkter*.

Vidare leder kortare hanteringstid och jämnare flöde av lastbilar till mindre tomgångskörning och utsläpp i marina containerterminaler, följaktligen minskar utsläpp av kväveoxider och växthusgaser samt PM 2,5-partiklar i nära anslutning till hav. Därmed stöds även klimatmål 14.3, *minska havsförsurningen*. Vanligen ligger även marina containerterminaler i anslutning till städer, en minskning av tomgångskörning tillsammans med ett jämnare flöde bidrar således även till klimatmål 11.6, *minska städernas miljöpåverkan*.

Vid utfall som resulterar i ökade intäkter och förbättrad service för terminaler ökar även dess konkurrenskraft nationellt och globalt. I och med detta ökar incitamenten för marina

containerterminaler internationellt att effektivisera sin verksamhet. Detta kan således främja delar av globalmål 17, *genomförande och globalt partnerskap*.

Vidare varierar mängden utsläpp per ton gods och transporterad kilometer mellan diverse transportmedel. I och med detta kan man, allt annat lika, argumentera för att den transportmetod med minst miljömässig påverkan per gods och transporterad kilometer är att föredra. Med bakgrund av de utsläppssiffrorna presenterade i kapitel 2.3, kan det konstateras att transport med fartyg har minst klimatpåverkan ur denna aspekt. Att således öka konkurrenskraft för marina containerterminaler bidrar även i detta avseende till att vidare främja miljömål 9, *hållbar industri, innovationer och infrastruktur* samt 14.3, *minska havsförsurningen*.

Projektet Value2Sea, tidigare nämnt i kapitel 2.3, arbetar med utveckling och spridning av kunskap kring logistiklösningar, huvudsakligen för minskning av miljöpåverkan. Genom att ge förslag på effektiviseringslösningar i fallstudie-terminalen, vilka skulle kunna appliceras på liknande marina terminaler, hoppas studien kunna bidra till deras arbete.

6 Slutsats

Systemet bestående av lastbilsflödet delas, utifrån den första frågeställningen (F1), upp i 22 delprocesser. Dessa kategoriseras utifrån analys, direktobservation och samråd med fallstudieterminal till VA, NVA och NNVA. Utifrån dessa kategorier och den sista datainsamlingen konstateras att minst 44 % av flödestiden i genomsnitt är NVA.

Vidare identifieras, utifrån den andra frågeställningen (F2), ett antal problem som kan leda till icke utnyttjad potential. Utifrån analys av registerdata konstaterades att ankomstfrekvensen av lastbilar varierar inom varje timme till fallstudieterminalen. Kombinerat med resultatet att TTTT är linjärt korrelerande med ankomstfrekvens kan ytterligare en slutsats dras. Denna slutsats är att variationen i ankomstfrekvens bidrar till högre maximal TTTT och således att fler lastbilar överstiger marknadsmässig servicetid på 214 % av nominell tid.

Fortsättningsvis upptäcktes avvikelser vid *OCR-scanner* samt *check in*. Problem kunde även identifieras kring visibilitet av lediga servicerutor i mottagningsparken. Genom intervju med lastbilschaufförer upptäcktes även kommunikationssvårigheter gällande möjligheterna för grensletruckförare och lastbilschaufförer att kommunicera sinsemellan.

Utöver ovan nämna orsaker till icke utnyttjad potential identifierades även smidigare flöden för information, samt sekvensförändringar av process med potentiell effektivitetshöjning. Slutligen identifierades även en digital ärendekö som i genomsnitt utgjorde 44 % av TTTT. Utifrån identifierade problem mynnar studien ut i ett antal potentiellt effektiviserande åtgärder som presenteras som rekommendationer.

Den första åtgärden hanterar visibilitetsproblemet genom implementering av en informationslösning vid infarten till mottagningsparken. Implementeringen möjliggör en högre utnyttjandegrad av servicerutorna. Det högre utnyttjandet leder i sin tur till ett högre resursutnyttjande av grensletruck i terminalen. Potentiellt kommer också TTTT för lastbilarna att reduceras då kötiden till mottagningsparken i genomsnitt minskar. Detta resulterar även i mindre miljöfarliga utsläpp.

Den andra åtgärden som föreslås är en ny kommunikationsväg för att undvika kommunikationssvårigheter. Åtgärden innebär att grensletruckförare kan kommunicera med lastbilschaufförer via komradio för att lösa problem rörande containerhantering.

Vidare rekommenderas en tidigarelagd informationsöverföring av ärenden avseende importcontainrar, vid låg beläggning i flödet. Detta innebär att fallstudieterminalen enklare kan planera resurser till följd av erhållen information vid en tidigare punkt i flödet och därmed möjligen öka resursutnyttjandet. Vidare minskar genomsnittlig TTTT för lastbilar.

En fjärde åtgärd som rekommenderas utifrån studiens analys är att byta plats på 3.2 *lastbilsflaxskontroll* och 3.3 *kort draget*. Denna åtgärd leder till reducerad TTTT då lastbilsflaxskontroll och grenslehantering kan ske delvis parallellt. Den fyller likande syfte som föregående åtgärd men kompletterar också en då den också kan utnyttjas vid hög beläggning.

Slutligen ligger, alla åtgärder som potentiellt höjer utnyttjandegraden av grensletruckar eller sänker genomloppstiden av lastbilar som potentiellt bidrar till en lägre andel miljöfarliga utsläpp, i linje med att leverera effektiva och hållbara lösningar.

6.1 Vidare studier

Utförd studies omfattning är begränsad till lastbilsflödet i fallstudieterminalen. Lastbilsflöden är endast en liten del av marina containerterminaler. Därför rekommenderas vidare studier av lastbilsflöden med utökade systemgränser. Detta skulle inkludera en undersökning av resursfördelningen av grensletruckar och yttre påverkande faktorer som kan komma att påverka lastbilsflöden.

Vidare intressant forskning hade kunnat ske med avstamp i framtagna effektiviseringsåtgärder. Kvantifiering i eventuella monetära besparingar vid tidigareläggning av information samt införande av ett informationssystem kring lediga platser i mottagningsparker hade kunnat vara av intresse. Forskningen hade kunnat användas som beslutsunderlag för fallstudieterminalen i sig, men även för liknande terminaler världen över.

Utöver detta hade studier rörande informationsdelning kring beläggning med målet att erhålla jämnare ankomstfrekvens varit av intresse. Då tidigare forskning utförts i ett skede där informationstekniken var betydligt primitivare och paradigmskiftet, som digitalisering lett till, inte ännu skett. Att i dagens läge återigen undersöka möjliga effekter av realtidsdata och slottider hade därmed kunnat bidra med nya insiktsgivande resultat.

Källförteckning

- Banks, J. (Ed.). (2010). *Discrete-event system simulation* (5th ed). Prentice Hall.
- Barman, S. C., Singh, R., Negi, M. P. S., & Bhargava, S. K. (2009). Fine particles (PM2.5) in ambient air of Lucknow city due to fireworks on Diwali festival. *Journal of Environmental Biology*, *30*(5), 625–632.
- Baron, M., & Mathieu, H. (2013). PCS interoperability in Europe: A market for PCS operators? *The International Journal of Logistics Management*, *24*(1), 117–129.
<https://doi.org/10.1108/IJLM-05-2013-0058>
- Bell, J., & Waters, S. (2016). *Introduktion till forskningsmetodik*.
- Blom, G., Enger, J., Englund, G., Grandell, J., & Holst, L. (2017). *Sannolikhetssteori och statistikteori med tillämpningar* (7th ed.). Studentlitteratur AB.
- Bryman, A., & Nilsson, B. (2018). *Samhällsvetenskapliga metoder*.
- Buhaug, Ø, Corbett, J.J, & Endresen, Ø. (2009). *Second IMO GHG Study 2009*. International Maritime Organization (IMO).
- Chung, C. A. (2004). *Simulation modeling handbook: A practical approach*. CRC Press.
- Creswell, J. W., & Miller, D. L. (2000). Determining Validity in Qualitative Inquiry. *Theory Into Practice*, *39*(3), 124–130. https://doi.org/10.1207/s15430421tip3903_2
- Denscombe, M. (2018). *Forskningshandboken: För småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna* (P. Larson, Trans.).

- Flyvbjerg, B. (2003). Fem missförstånd om fallstudieforskning. *Statsvetenskaplig tidskrift*, 106(3), Article 3. <https://journals.lub.lu.se/st/article/view/2087>
- Giuliano, G., & O'Brien, T. (2007). Reducing port-related truck emissions: The terminal gate appointment system at the Ports of Los Angeles and Long Beach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(7), 460–473. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2007.06.004>
- Griffiee, D. T. (2005). Interview Data Collection. *Journal of Developmental Education*, V28 N3 P36-37 Spr 2005, 2.
- Guan, C. Q., & Liu, R. (Rachel). (2009). Modeling Gate Congestion of Marine Container Terminals, Truck Waiting Cost, and Optimization. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2100(1), 58–67. <https://doi.org/10.3141/2100-07>
- Heilig, L., & Voß, S. (2017). Information systems in seaports: A categorization and overview. *Information Technology and Management*, 18(3), 179–201. <https://doi.org/10.1007/s10799-016-0269-1>
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46–64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>
- International Transport Forum. (2015). *The Carbon Footprint of Global Trade Tackling: Emissions from International Freight Transport*. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/cop-pdf-06.pdf>

Le Duc, M. (2007). *Metodhandbok som tankekarta*.

<http://www.leduc.se/metod/Validitetochreliabilitet.html>

Leech, B. L. (2002). Asking Questions: Techniques for Semistructured Interviews. *Political Science & Politics*, 35(04), 665–668. <https://doi.org/10.1017/S1049096502001129>

Lloyd's Register. (2020). *International Ship and Port Facility Security (ISPS) Code—Lr.org*. Lloyd's Register. <https://www.lr.org/en/isps-code/>

Medbo, P. (1998). *Significance of input data quality for materials flow analysis*. Lic.-avh. (sammanfattning) Göteborg : Chalmers tekn. högsk., 2001.

M.K. Trochim, W. (2020, March). *Reliability*. <https://conjointly.com/kb/measurement-reliability/>

Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2014). *Applied statistics and probability for engineers* (Sixth edition). John Wiley and Sons, Inc.

Pude, M. G. C., Naik, G. R., & Naik, D. P. G. (2012). *Application Of Process Activity Mapping For Waste Reduction A Case Study In Foundry Industry*. 15.

Rosa, W. (Ed.). (2017). Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. In *A New Era in Global Health*. Springer Publishing Company. <https://doi.org/10.1891/9780826190123.ap02>

Rother, M. (2004). *Avoiding common pitfalls of value stream mapping*. <https://www.lean.org/Search/Documents/11.pdf>

Sandhusen, R. L. (2000). *Marketing*. Barron's.

Saxon, S., & Stone, M. (2017). *Container shipping: The next 50 years*. McKinsey&Company.

- Sharif, O., Huynh, N., & Vidal, J. M. (2011). Application of El Farol model for managing marine terminal gate congestion. *Research in Transportation Economics*, 32(1), 81–89.
<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2011.06.004>
- SSPA. (u.å.). *Value2Sea – improving transport chains in Öresund-Kattegat-Skagerrak* | SSPA.
Hämtad 5 Maj 2020, från <https://www.sspa.se/how/research/value2sea>
- The World Bank. (u.å.). *Container port traffic (TEU: 20 foot equivalent units)* | Data. Hämtad 19 April 2020, från <https://data.worldbank.org/indicator/IS.SHP.GOOD.TU>
- Thoresen, C. A. (2014). *Port designer's handbook* (Third edition). Ice Publ.
- Thurmond, V. A. (2001). The Point of Triangulation. *Journal of Nursing Scholarship*, 33(3), 253–258. <https://doi.org/10.1111/j.1547-5069.2001.00253.x>
- UNDP. (u.å.). Logotyper. *Globala målen*. Hämtad 13 May 2020, från <https://www.globalamalen.se/material/logotyper/>
- Value2Sea. (2020, May 4). *Value2Sea Projektet*. <https://www.value2sea.com/projektet>
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (Fifth edition). SAGE Publications, Inc.

Appendix A - Intervjufrågor till chaufförer

A: Was there any problems during the visit?

B: Was there any time during your visit where you did not get information on what to do?

C: How was your experience at the terminal? If you would rate it 1-5 where 5 is the best.

D: If you have been here before, have you experienced any problems?

E: How does it work when you drive into the container receival/drop off area?

Appendix B - Mall för flödets delprocesser

id ALIAS	SEC_IN --> OCR	OCR --> BOM IN	Väntan i BOM IN	Körtid till MP-KÖ	Väntan i MP-KÖ	Tid första plats i MP- KÖ trots ledig ruta	Tid för inkörning och parkering i MP	Tid till KORT
----------	-------------------	-------------------	--------------------	----------------------	-------------------	---	---	---------------

Tid till GRENSLE REDO	Tid till chaufför i kiosk	Hanteringstid GRENSLE	Tid till GRENSLE REDO 2	Tid till chaufför i kiosk 2	Hanteringstid GRENSLE 2	Tid till GRENSLE REDO 3	Tid till chaufför i kiosk 3	Hanteringstid GRENSLE 3
-----------------------------	---------------------------------	--------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	----------------------------

Tid till GRENSLE REDO 4	Tid till chaufför i kiosk 4	Hanteringstid GRENSLE 4	Tid från FÖRARE i kiosk tills startad Motor	Tid från startad motor tills chaffuör kör ut.	Körtid från MP --> BOM-UT	Tid i BOM-UT	TOTAL TID
-------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	---	---	---------------------------------	-----------------	-----------

Appendix C - Mall för observation av containerhantering

REGSKYLT	ANTECKNARE	SERVICERUTA	CONTAINER-NUMMER	KARAKTÄR	PARKERING GENOMFÖRD	KORT DRAGET	FLAK KONTROLLERAT	GRENSLETRUCK GENOMFÖRT JOBBET	ANTECKNING
----------	------------	-------------	------------------	----------	---------------------	-------------	-------------------	-------------------------------	------------

Appendix D - Sammanfattning av lastbilschaufförsintervjuer

Problem-kategori	Generell beskrivning	Exempelcitrat	Nyckelord	Andel
IT	Olika problem gällande IT som påverkar flödet. De flesta handlar om att automatgaten inte läser in skyltar rätt som finns på godset, så som farligt gods skyltar. Detta måste då läggas in manuellt och tar extra tid.	"Läsarna läser inte av helt rätt. För mig har det säkert gått fel 80% av gångerna, speciellt när det kommer till farligt gods etiketterna."	läser av fel, appointment mismatch	32%, 8/25
Kommunikation	Kommunikations missar mellan lastbilschaufför, gränseförare, security och APM som kan skapa problem för lastbilschauffören när den ska ta sig igenom flödet.	"There is often problem with getting information to the Straddle Carrier.", "Har problem då jag får fel kod från mitt åkeri"	inte fått information, fel information	12%, 3/25
Sikt	Svårigheter att se vilka servicesplatser som är lediga.	".. svårt att se när man kommer in i mottparken om det finns lediga rutor. Det hade varit bra att kunna få information om när man kan köra in till rutan.."	svårt att se, siktproblem, visuella problem	56%, 14/25

**INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR SERVICE MANAGEMENT AND LOGISTICS
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA**

Göteborg, Sverige 2020

www.chalmers.se



CHALMERS