



CHALMERS

Undersökning av grensletrucksproduktiviteten i en containerterminal

Hur påverkar antalet resurser den totala produktiviteten?

Kandidatarbete inom internationell logistik

ADRIAN MALMBERG
TORSTEN SAMUELSSON

INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2022

Undersökning av grensletrucksproduktiviteten i en containerterminal

Hur påverkar antalet resurser den totala produktiviteten?

Kandidatarbete inom internationell logistik

ADRIAN MALMBERG
TORSTEN SAMUELSSON

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Avdelningen för maritima studier
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2022

Undersökning av grensletrucksproduktiviteten i en containerterminal

Hur påverkar antalet resurser den totala produktiviteten?

ADRIAN MALMBERG

TORSTEN SAMUELSSON

© ADRIAN MALMBERG, 2022

© TORSTEN SAMUELSSON, 2022

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Chalmers tekniska högskola

Göteborg, Sverige 2022

FÖRORD

Detta kandidatarbete har pågått under vårterminen 2022 och har skrivits för Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper på Chalmers Tekniska Högskola. Vi som har författat detta arbete studerar kandidatprogrammet Internationell Logistik, och detta kandidatarbete omfattar utbildningens sista steg.

Kandidatarbetet har byggt på ett samarbete med en containerterminal. Vi vill rikta ett stort tack till containerterminalen och de kontaktpersoner som tillåtit oss att genomföra denna studie. Vi vill även tacka dessa kontaktpersoner för att de har bistått oss med relevant och nödvändig information som krävdes för att vi skulle besitta den kunskap som krävdes för att genomföra arbetet.

Slutligen vill vi även rikta stort tack och uppskattning till vår handledare, Martin Larsson, som under arbetets gång har bidragit med nödvändig kritik och vägledning kontinuerligt under hela skrivningsprocessen.

Undersökning av grensletrucksproduktiviteten i en containerterminal

Hur påverkar antalet resurser den totala produktiviteten?

ADRIAN MALMBERG

TORSTEN SAMUELSSON

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Chalmers tekniska högskola

SAMMANDRAG

De godsvolymer som löper igenom en terminal har sett en ökning, som resultat av större och snabbare fartyg. Denna ökning har skapat en högre efterfrågan för containerterminaler vad avser både hög produktivitet och produktivitetsökning. En av faktorerna som har en påverkan på detta är grensletrucksproduktiviteten i en terminal. Denna produktivitet mäts i MPH, som är ett mått på hur många lyft en grensletruck utför under en timme. Rapporten har skrivits tillsammans med en containerterminal som har upplevt att de har en brist på insikten i sin grensletrucksproduktivitet. Syftet är att undersöka förhållandet mellan antal truckar och MPH, samt vid vilken ökning i antal grensletruckar som produktiviteten börjar att försämrats. Resultaten visade att det föreligger ett samband mellan en ökning i antalet grensletruckar och ett minskande MPH, samt att allokering av fler än 13 grensletruckar leder till en markant nedgång i MPH, vilket därmed utgör terminalens "break even" punkt. Det förhållande som föreligger mellan en ökning i antal grensletruckar och MPH är dock svagt. Detta kan förklaras av de externa faktorer som ej är inkluderade i denna undersökning, såsom terminalens utformning, area och truckarnas körsträckor. Slutsatsen är därför att trots att det föreligger ett förhållande mellan en ökning i antalet truckar och MPH, så bör även dessa externa faktorer tas till hänsyn, då de har en påverkan på terminalens produktivitet.

Analysis of the straddle carrier productivity in a container terminal

How does the number of resources impact the total productivity?

ADRIAN MALMBERG

TORSTEN SAMUELSSON

Department of Mechanics and Maritime Sciences

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The freight volumes which flow through a port terminal has seen an increase, as a result of larger and faster ships. This increase has created a growth in the demand for both high productivity and an increase in productivity. One of the factors that has an impact on the productivity in a terminal is the straddle carrier productivity. This type of productivity is measured in MPH, which is the measurement of how many containers a straddle carrier handles within an hour. The report is written in collaboration with a container terminal, that has experienced a lack of insight in their straddle carrier productivity. The purpose is to investigate the relationship between the amount of straddle carriers allocated and the corresponding MPH, as well as which increase in the amount of straddle carriers will lead to a decrease in productivity. The results showed that there exists a relationship between an increase in the amount of straddle carriers and a decrease in MPH, and also that allocating more than 13 straddle carriers leads to a significant decrease in MPH, which therefore constitutes the terminal's "break even" point. The relationship that exists between an increase in straddle carriers and MPH is however of a weak nature. This can be explained by the external factors which has not been considered in this research, such as the design of the terminal, its area, and the mileage of each truck. The conclusion drawn is therefore that even though there exists a relationship between an increase in the amount of straddle carriers and MPH, one should also include these external factors, as they have an impact on the productivity in the terminal. The report is written in Swedish.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning.....	1
1.2 Syfte	1
1.3 Frågeställningar	2
1.4 Avgränsningar	2
2. Teori	3
2.1 Containerterminalens funktion och syfte	3
2.2 Grensletruckens struktur och användningsområde	4
2.3 Efterfrågan på produktivitetssökning inom containerterminaler	4
2.4 Grensletrucksproduktivitet	4
2.4.1 Förhållande mellan antal grensletruckar och produktivitet.....	5
2.5 Begränsningar av produktivitet	5
2.5.1 Risker vid icke-optimal produktivitet	6
2.6 Redundans	7
3. Metod	8
3.1 Fallbeskrivning.....	8
3.1.1 NAVIS.....	8
3.2 Litteraturinsamling	9
3.3 Datainsamling.....	9
3.3.1 Sortering av data i Excel	10
3.3.2 Uträkningar i Excel	11
3.3.3 Avgränsningar av data.....	11
3.3.4 Nollpunktsanalys	11
3.4 Etisk datahantering	11
4. Resultat.....	12
4.1 Intervju med Yard planner	12
4.2 Terminalens MPH	13
4.3 Förhållande mellan MPH och antal truckar	14
4.3.1 Fördelning av antal truckar	16
4.4 Break-even	17
4.5 Skillnader från önskat MPH.....	17
5. Diskussion	18
5.1 Förhållande mellan antal truckar och MPH	18
5.2 Break-Even.....	19
5.3 Förhållande mellan antal truckar och hanterad volym	19
5.4 Användningsfrekvens av antal truckar	20
5.5 Metoddiskussion.....	21

5.5.1 Rehabilitering	22
5.5.2 Validitet	22
6. Slutsatser	23
6.1 Rekommendationer till fortsatt arbete	23
Källförteckning	24

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1 – Översikt av en containerterminal (Tosaka, 2008).....	3
Figur 2 - Flödesdiagram över datainsamlingsprocessen	9
Figur 3 - Exempel på pivottabell.....	10
Figur 4 - Volymfördelning	13
Figur 5 - <i>Antal grensletruckar vs. MPH</i>	15
Figur 6 - Antal truckar - Frekvens.....	16
Figur 7 - Break Even	17

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1 - Genomsnittlig produktivitet i terminalen.....	14
Tabell 2 - Förhållande mellan antal truckar och hanterad volym.....	14
Tabell 3 - Förhållande mellan antal truckar och MPH	14
Tabell 4 - Genomsnittligt vs. Önskat MPH	17

FÖRKORTNINGAR OCH BEGREPP

MPH	Moves Per Hour
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
FEU	Forty-foot Equivalent Unit
Containerpark	Yta i terminalen där containrarna lagerhålls
UNCTAD	FN:s konferens om handel och utveckling
Turnaround-Time	Tidsåtgång för att slutföra en process

1. INLEDNING

En containerterminal definieras som en anläggning där containrar förflyttas från olika typer av transportmedel. Det kan till exempel vara mellan två fartyg, från fartyg till lastbil, lastbil till tåg och så vidare. I väntan på att lastas på ett nytt transportmedel så lagerhålls även containrarna i containerterminalen (Educalingo, 2022) I takt med att fartygen har blivit större och snabbare, har även godsvolymerna som löper igenom en containerterminal ökat. Detta har inneburit att både hög effektivitet samt effektivitetsökning har fått högre relevans, och efterfrågan på dessa har ökat. Effektivitet och effektivitetsökning är också viktiga faktorer som påverkar konkurrenskraften hos hamnar och terminaler (Cyberlogitec, 2014)

Vid effektivitetsmätning i en hamnterminal så finns det flera olika effektivitetsmått. Vilket effektivitetsmått som används beror på vad det är man undersöker, och inom vilket område av terminalen som undersökningen sker. Till exempel, ett effektivitetsmått som enbart berör arbeten och förflyttningar inom terminalen, alltså exkluderande lyft till och från fartyg, är utrustningseffektivitet. Detta effektivitetsmått räknas ut genom att ta antalet lyft som utrustningen utför, dividerat med tiden då utrustningen är aktiv. Utrustning i detta fall avser bland annat olika typer kranar samt grensletruckar (Notteboom et al, 2022). Det är det sistnämnda, effektiviteten inom en enskild hamnterminal som denna rapport avser att undersöka. Mer specifikt hur fördelning av grensletruckar påverkar grensletruckarnas produktivitet. Anledningen till detta är dels för att bidra med en undersökning som belyser en specifik aspekt av effektiviteten inom ett specifikt område i en containerterminal, till skillnad från en mer generell överblick som representerar en hel hamn. I och med detta kan denna undersökning därmed komplettera existerande litteratur med en specificerad undersökning, samt ligga till grund för fortsatt forskning inom samma område. Från ett industriellt perspektiv så ämnar denna undersökning agera som underlag för terminaloperatörer vars grensletrucksproduktivitet befinner sig på en icke-optimal nivå.

Rapporten genomförs i samarbete med en containerterminal där författarna kontinuerligt hållit dialog med två anställda på företaget. Terminaloperatören använder sig av databasen NAVIS i sin dagliga drift, och även författarna har haft tillgång till denna databas med syfte att insamla information under arbetets gång. Kontaktpersonerna på terminalen har under arbetets gång svarat på frågor och bidragit med information. Av sekretesskäl så förblir terminaloperatören anonym, och känsliga data såsom totala volymer redovisas inte i rapporten.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka den nuvarande grensletrucksproduktiviteten i en specifik containerterminal. Detta för att kunna svara på hur många grensletruckar som är allokerade till arbete i terminalen när de arbetar med maximal produktivitet under det tidsintervall på 178 dagar som undersöks. Måttet för effektiviteten kommer att mätas i ”moves per hour” (MPH). MPH innebär antalet lyft en grensletruck utför inom loppet av en timme.

Undersökningen kommer även att undersöka huruvida antalet grensletruckar leder till förbättrad eller försämrad produktivitet och om det i isåfall finns något samband mellan antalet grensletruckar och MPH. Detta innebär även att en del i arbetet är att undersöka ifall containerterminalen arbetar med optimal produktivitet under det tidsintervall som undersöks eller om det finns utrymme för förbättring inom området.

1.3 Frågeställningar

- Vid vilken tid är terminalens volym högst?
- Vid vilket antal grensletruckar uppnås maximal MPH?
- Vid vilket antal grensletruckar börjar produktiviteten i terminalen att försämrans?
- Hur förhåller sig terminalens genomsnittliga MPH gentemot deras optimala MPH?

1.4 Avgränsningar

Undersökningen kommer att avse grensletrucksproduktiviteten enbart inom lastbilshanteringen i terminalen, som ingår i den avdelning vid namn mottagningsparken. Rapporten kommer inte ta hänsyn till enskilda volymnivåer, eller specifika dagar då volymerna är ovanligt höga. I stället så kommer data från en tidsperiod av 178 dagar att sammanställas, och utifrån denna data kommer en genomsnittlig volym att tas fram. Det är på den genomsnittliga volymen analysen av produktiviteten sedan bygger på. Produktivitet innefattar i denna rapport endast antal genomförda lyft.

Infrastruktur i terminalen, samt olika körvägar och containerplacering kommer att exkluderas från studien. Eftersom detta avgränsas från studien kommer även godsets destination, rederi, eller andra utomstående faktorer inte tas i beaktande. Utöver detta så kommer framtagna data även avgränsas utifrån tiden på dygnet då aktiviteten i terminalen är som högst. Framtagna data kommer även avgränsas till värdeskapande lyft, dvs flytt av en container för att kunna leverera en annan container till kunden kommer ej räknas.

2. TEORI

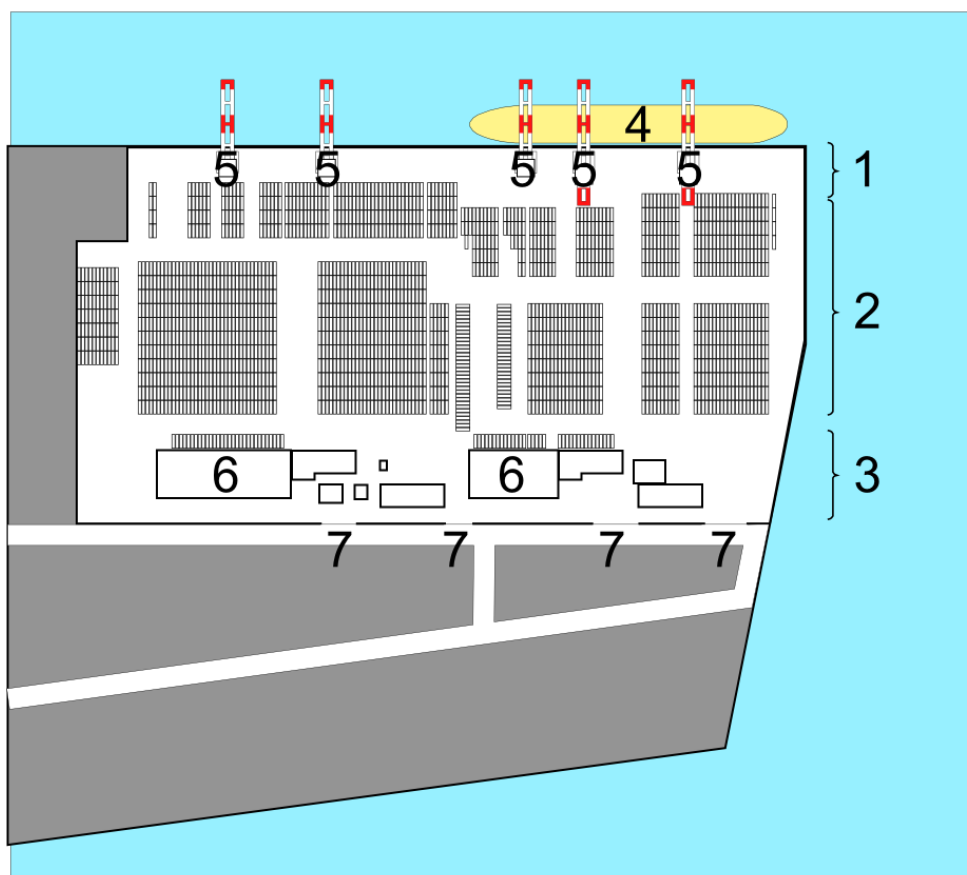
2.1 Containerterminalens funktion och syfte

En terminal är en yta i ett logistikflöde där gods lagerhålls och sedan samlastas inför leverans till slutkund, eller till en annan terminal i logistikflödet (Lumsden, 2012). I terminalen så utförs flera olika aktiviteter med godset. Detta är till exempel överföring mellan olika typer av transportslag, samlastning, sortering och lagring med flera (Lumsden, 2012).

En containerterminal är en typ av terminal som hanterar containrar, främst "Twenty-Foot Equivalent Units" (TEU), men även containrar i storleken "Forty-Foot Equivalent Unit" (FEU). Containerterminalen kan delas in i två delar, där ena delen avser lastning och lossning från fartyg, och den andra delen avser lastning och lossning till lastbilar och tåg (Steenken et al., 2004). Syftet med en containerterminal är alltså att agera som en förbindelse mellan fartyg och landbaserade transporter, såsom tåg och lastbil (Lumsden, 2012).

I figur 1 så illustrerar Tosaka (2008) en containerterminals struktur. Illustrationen belyser de olika komponenterna som utgör en containerterminal där, 1. Förtöjningsområde, 2. Containerpark, 3. Gate-område, 4. Containerfartyg, 5. Kajakran, 6. Terminalbyggnader och 7. Gater (Tosaka, 2008).

Figur 1 – Översikt av en containerterminal



Kommentar. Från *Container Terminal Layout* [Figur], av Tosaka, 2008, Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Container_terminal_Layout_NT.PNG). CC BY 3.0

2.2 Grensletruckens struktur och användningsområde

Innan tillväxten av enhetslaster så användes gaffeltruckar vid lyft och förflyttning av gods på pall, men i takt med att enhetslaster introducerades så ökade behovet av större och specialiserade lastbärare. En av dessa lastbärare är grensletrucken, som konstruerades med syftet att tillgodose behovet av lastbärare för enhetslaster (Lumsden, 2012). Grensletrucken drivs på hjul och är konstruerad på höjden med fyra ben. Denna höjdbaserade konstruktion tillåter grensletrucken att grensla över två till tre på höjden staplade containrar (Lumsden, 2012).

Grensletrucken används vid förflyttning av containrar inom terminalområdet. Detta kan till exempel vara stapling av containrar, förflyttning av containrar till andra lagerhållningsplatser samt transport av containrar till och från kranar som antingen lastar eller lossar containrar från fartyg (Hadjiconstantinou & Laik Ma, 2009).

2.3 Efterfrågan på produktivetsökning inom containerterminaler

Mellan år 2003 och 2013 så ökade det totala antalet TEU som flödar genom containerterminaler, från 300 miljoner till 651 miljoner, och världshandelsflottans containerkapacitet ökade från 1,7 miljoner TEU till 16 miljoner TEU mellan åren 1990 och 2008 (Dkhil et al., 2014). I en publikation från UNCTAD (2021) presenteras indikatorer över containermarknaden år 2020, och under detta år så hanterades 815,6 miljoner TEU i containerterminaler runtom i världen.

Enligt Dkhil et al. (2014) har det skapats en efterfrågan av ökad effektivitet inom containerterminaler, på grund av denna ökning i antalet containrar i flöde, samt ökningen av containerkapacitet inom världshandelsflottan. Denna efterfrågan även härledas till stark konkurrens mellan existerande containerterminaler (Zehendner et al., 2013).

2.4 Grensletrucksproduktivitet

Enligt Barnes Sookdeo (2020) så är produktivetsmätning en kritisk aspekt när det kommer till ett företags förmåga att vara framgångsrikt. Produktivetsmätning behöver alltså implementeras som en viktig del i ett företags dagliga verksamhet. Produktivitet definieras som hur väl en input nyttjas för att producera en output. Men Sookdeo (2020) menar även på att konceptet produktivitet har en skiftande innebörd beroende på vilken typ av verksamhet ett företag ägnar sig åt. Innebörden kan vara allt ifrån graden av kundnöjdhet, grad av omsättning, grad av frånvaro hos de anställda och så vidare. Med hjälp av detta så finns det även flertal olika tillvägagångssätt att använda vid mätning av produktivitet.

Vid produktivetsmätning i en containerterminal så finns det flertal olika indikatorer för att mäta produktivitet, beroende på vilken typ av aktivitet som produktivetsmätningen utförs på (Notteboom et al., 2022). Samtliga indikatorer involverar tid som en av faktorerna, vilket innebär att produktivitet i detta sammanhang innebär antal arbeten utförda under en viss tidsperiod. En av indikatorerna som Notteboom et al (2022) belyser är utrustningsproduktivitet, där produktiviteten mäts som kvoten av antal utförda arbeten och tidsåtgången att genomföra dessa.

Fortsättningsvis så beskrivs grensletrucksproduktiviteten av Spasovic et al (1999) som förhållandet mellan det totala antalet hanterade containrar och antal grensletruckar allokerade till arbetet. I denna typ av produktivetsmätning så delas grensletrucksarbetena även in i en-timmens intervall, och därmed så uttrycks produktiviteten som antal genomförda arbeten per timme per grensletruck, eller MPH (Spasovic et al, 1999).

2.4.1 Förhållande mellan antal grensletruckar och produktivitet

För att en terminal ska kunna möta efterfrågan på produktivitet som ett resultat av tillväxten i containeriserat gods krävs det en produktivetsökning i terminalens resurser som inte påverkar den totala kostnaden negativt (Spasovic et al 1999). Detta är även viktigt ur en konkurrenssynpunkt, då stora rederier skapar ett tryck på containerterminaler att kunna prestera med högre produktivitet (Zehendner et al, 2013). En av aspekterna som kan skapa denna efterfrågade produktivetsökning är grensletrucksarbetena i en terminal, mer specifikt hur grensletruckarna ska allokeras för att uppnå en maximal nivå av produktivitet (Hartmann, 2004). En ändring i allokeringen av grensletruckar kan även kombineras med en strävan på minimerade kostnader, till exempel en minskning i antalet grensletruckar, som leder till en minskning i kostnad utan att det sker en minskning i MPH eller servicetid för de grensletruckarna som är i arbete (Spasovic et al, 1999).

När det kommer till allokering av grensletruckar avseende en minskning eller ökning i antalet truckar, så kan detta undersökas på olika sätt. En sådan undersökning är hur skillnader i antalet grensletruckar påverkar antalet totala förseningar i en containerterminal, och därmed indirekt påverkar grensletruckarnas produktivitet (Zehendner et al, 2013). Denna undersökning granskar vilka skillnader i antal förseningar som uppstår med 10, 12 respektive 14 grensletruckar i arbete, under 14 dagars terminalarbete. Resultaten visar att det uppkom 607 förseningar med 10 grensletruckar i arbete, 63 förseningar med 12 grensletruckar i arbete och 1 försening med 14 grensletruckar i arbete (Zehendner et al, 2013).

Fortsättningsvis så menar Spasovic et al (1999) att det finns utrymme för en terminal att minska antalet grensletruckar utan att påverka MPH eller servicegrad. Totalt 14 grensletruckar undersöktes av Spasovic et al (1999), och resultaten visade att en minskning från 14 till 13 grensletruckar resulterade i en produktivetsökning, som härleds till ett minskat antal störningar mellan truckar i arbete. Minskning från 14 till 12 grensletruckar resulterade i en försumbar minskning i produktivitet, men en minskning i servicetid på 8%, vilket i sin tur bidrar med en minskning i servicegrad (Spasovic et al, 1999). Det minsta antalet grensletruckar i arbete innan produktiviteten sjunker till en oacceptabel nivå är 10, men Spasovic et al (1999) fastställer att terminalen i fråga kan minska det totala antalet grensletruckar från 14 till 12 eller 13, utan någon signifikant påverkan på produktivitet.

2.5 Begränsningar av produktivitet

Begränsningar på produktiviteten inom en containerterminal delas in i fysiska och institutionella faktorer (Dowd & Leschine, 1990), samt interna och externa faktorer (De & Ghosh, 2002). De fysiska faktorerna begränsas till hamnens struktur och fysiska egenskaper, medan de institutionella faktorerna avser den administrativa delen i en containerterminal (Dowd & Leschine, 1990).

De fysiska faktorerna som kan begränsa produktiviteten är till exempel terminalområdets struktur och layout, vilket har en påverkan på faktorer såsom körtid för truckarna, och därmed produktiviteten (Dowd & Leschine, 1990).

Dowd & Leschine (1990) menar även på att de fysiska faktorerna som har störst påverkan på produktiviteten är fartygstyp samt fartygets egenskaper vid anlop. Men även faktorer såsom kvalitet på arbetsledningen, terminalens finansiella struktur, samt externa faktorer, till exempel logistiknätverkets utformning, djupgående och utformning av hamnbassängen har inverkan på terminalens produktivitet (De & Ghosh, 2002). De institutionella faktorerna är enligt Dowd & Leschine (1990) svårare att identifiera, men består av säkerhetskrav, regler från fackföreningar, mix av import och export samt mix av olika storlekar av containrar. Även hur en terminal allokerar sina resurser, det vill säga utrustning såsom grensletruckar och kranar, containrar, lagringsområden och så vidare har en betydlig påverkan på produktiviteten (Behera, 2000).

Köbildning är en ytterligare faktor som kan begränsa produktiviteten i en terminal (Behera et al, 2000). Köbildning uppstår när flera grensletruckar skall hämta eller lämna containrar i samma eller närliggande rader till varandra och väntetid uppstår mellan truckarna (Behera et al, 2000). Denna väntetid som uppstår beror antingen på grund av att grensletruckarna fysiskt inte kan passera varandra, eller på grund av att olika säkerhetsregler inte tillåter grensletruckarna att passera varandra. Behera et al (2000) menar även att ett annat område där köbildning kan uppstå är vid last- och lossningsytan vid lastbilarna i terminalen. Lastbilarna skall stå på anvisade platser när grensletruckarnas hanterar deras gods i terminalen, och dessa platser är begränsade i antal (Behera et al, 2000). När antalet grensletruckar överskrider antalet tillgängliga lastbilsplatser så ökar därmed risken för köbildning. Fortsättningsvis så förklarar Behera et al (2000) att situationer kan uppstå då en lastbil både ska lämna och hämta en container i terminalen, vilket kan leda till en ökning i antalet grensletruckar ifall det allokeras en grensletruck till att lämna containern och en annan till att hämta containern. Ett exempel på hur problemet med köbildningar har försökt åtgärdas är en containerterminal i Australien som sänkte hastighetsbegränsningen (Behera et al, 2000). Eftersom grensletruckarna i containerraderna står still och/eller kör långsammare än på körvägarna i terminalen så sänktes hastighetsbegränsningen från 25km/h till 20km/h, för att minska hastighetsskillnaden mellan de olika grensletruckarna, och därmed minska risken för köbildning (Behera et al, 2000).

2.5.1 Risker vid icke-optimal produktivitet

Produktivitet definieras av Sookdeo (2020) som graden av hur väl en resurs nyttjas. I fall där man bedriver verksamhet utan optimal produktivitet så exponerar man tidsåtgång samt totala kostnader för risk, som påvisas vid en undersökning på produktivitet inom konstruktionsbranschen. Resultaten från undersökningen visade en tidsförlust på 1 448 timmar, samt en ökning i totala kostnader med 19%, när man bedrev arbete på med en produktivitetsnivå under det optimala (Abdel-Hamid & Abdelhaleem, 2020).

Inom hamnterminaler så är lastbilars ”turnaround” tider en faktor som kan ha en potentiell negativ inverkan på produktiviteten. Frank Dorval (2016) menar på att det krävs implementering av tidsbokningssystem för att undvika de konsekvenser som kan uppstå om man i stället arbetar enligt en ”först till kvarn” struktur. De konsekvenser Dorval (2016) belyser är bland annat långa väntetider för lastbilschaufförer, höjda fraktrater, begäran om återbetalning och så vidare. Detta leder i sin tur till att lagerpersonal, och annan extern personal behöver bidra understöd, samt arbeta övertid vilket ökar de totala kostnaderna för företaget (Dorval, 2016).

2.6 Redundans

Redundans är en typ av ”överkonstruktion” av ett system, där extra komponenter adderas utöver de som är behövliga för att kunna genomföra en process (McVagh, 2017). Syftet är alltså enligt McVagh (2017) att skapa säkerhet i systemet, där de extra komponenterna kan ta över processen ifall de ursprungliga komponenterna skulle haverera. McVagh (2017) förklarar även att redundans är vanligast förekommande inom ingenjörskonsten, men kan även förekomma i andra typer av system.

Ett exempel på hur redundans kan appliceras inom hamnrelaterade arbeten vid hamnens kapacitet av förtöjnings- och ankringsplatser (Guo et al., 2021). Hänsynstagande till redundans när det kommer till denna kapacitet har möjligheten att skapa utökad reabilitet i systemet då terminalen är mer välgärderad för oförutsägbara händelser (Guo et al, 2021). Dock menar Guo et al (2021) att det uppstår en avvägning mellan redundansens skala. För lite redundans i ett system leder till att terminalen ej inte har fullgod kapacitet att anpassa sig till dessa oförutsägbara händelser, och för mycket redundans leder till en onödig ökning i kostnader och förlust av resurser (Guo et al, 2021).

3. METOD

Rapporten är uppbyggd som en kvantitativ fallstudie, där utformning av frågeställningarna samt datainsamlingen har skett med terminaloperatören som förstahandskälla. Enligt McCombes (2019), så är en fallstudie tillämplig vid undersökning om ett specifikt företag eller organisation. Rapporten bygger även på kvantitativ metod, då det anses vara den mest lämpliga metoden vid undersökningar som helt eller delvis bygger på uträkningar och insamling samt analys av data som består av specifika siffervärden (Eliasson, 2010). Kvantitativ metod innebär applicering av matematiska tillvägagångssätt, såsom formler och ekvationer, som används för att analysera insamlad data som kan betecknas med siffror (Eliasson, 2010).

Tillvägagångssättet kan delas in i två stadier, där ett bestod av en litteraturinsamling av externa källor vetenskapliga källor, med syfte att skapa en teoretisk grund som sedan användes för att skapa kontext och ytterligare förståelse samt analys av resultaten. Det andra stadiet bestod av att insamla data från terminaloperatörens databas NAVIS, samt utföra uträkningar och därefter analysera och summera resultaten.

3.1 Fallbeskrivning

Rapporten har genomförts i samarbete med en terminaloperatör, och dialog har förts mellan författarna och kontaktpersonerna på terminalen kontinuerligt under skrivprocessen. Uppkomsten till arbetet grundar sig i terminaloperatörens ambition att få en bättre inblick i terminalens grensletrucksproduktivitet. Mer specifikt huruvida en ökning av antalet grensletruckar påverkar varje grensletrucks MPH, samt hur detta relaterar till den totala volym som uppnås under en arbetsdag. Rapporten bygger på historiska data, och resultatet ämnar användas som ett underlag för att få en så hög produktivitet i terminalen som möjligt. Terminaloperatören besitter inte tillräckligt med information kring detta, och det är därför denna undersökning har utförts. Terminaloperatörens identitet, samt känsliga data behålls anonyma.

3.1.1 NAVIS

NAVIS är ett datasystem som används av ca 70% av alla terminaler runtom i världen (NAVIS, 2022). NAVIS beskrivs som en produkt vars syfte är att underlätta driften i en terminal och erbjuder olika lösningar som bland annat planering, effektivisering samt minimering av risker såsom felplacering av containrar (Navis, 2022). Datasystemet är installerat i grensletruckarna och används av både yard planner och dispatcher för att planera grensletruckarnas körning. Yard planner använder NAVIS för att planera terminalens flöden samt struktur, det vill säga vilken container som skall placeras vart i terminalen. Containerplacering baseras på containrarnas slutdestination (import eller export), vikt, storlek samt när containern planeras att lämna terminalen (Steenken et al, 2004).

NAVIS underlättar även automatisering i terminalen då systemet kan bidra med platsförslag i terminalen baserat på de styrningar som yard planner eller dispatcher infogar i systemet (Navis, 2022). Detta innebär att dispatchern inte manuellt styr alla individuella lyft som grensletruckarna gör. I NAVIS finns även all tillgänglig information om de specifika containrarna, såsom ägare, storlek, ”port of destination”, vilken lastbil eller fartyg som lämnat containern osv (Navis, 2022).

3.2 Litteraturinsamling

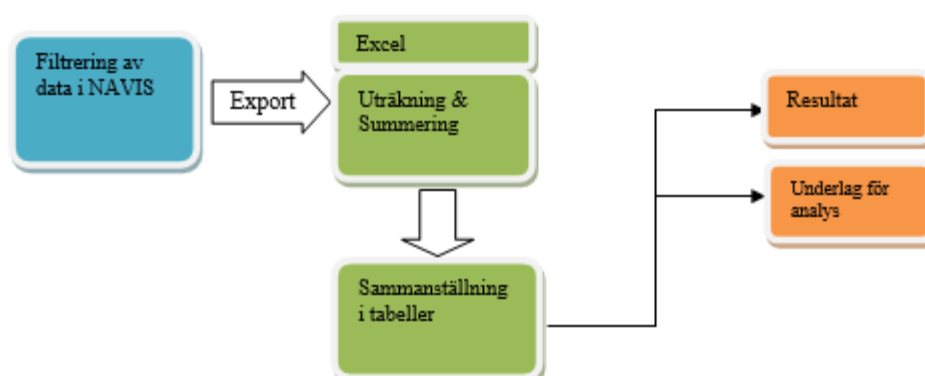
Litteraturinsamlingen syftade dels i att skapa en generell överblick kring ämnet, med förklaring av särskilda begrepp och teorier, dels för att skapa en kontext till undersökningen i form av tidigare utförda undersökningar inom samma ämnesområde. McCombes (2019) förklarar att en litteraturinsamling består av fem olika steg, dessa är: sökning av relevant litteratur, utvärdering av källorna, identifiering av källans teman, organisera strukturen samt implementera litteraturen i rapporten. För att hitta ämnesrelaterad litteratur så användes olika sökmotorer, såsom Webofscience, Scopus, Chalmers Library och Google Scholar. Sökningarna genomfördes sedan med användning av ämnesspecifika sökfraser såsom "straddle carrier", "port productivity", "terminal productivity" och "equipment allocation" i olika kombinationer. De artiklar som dessa sökningar resulterades i sorterades sedan ytterligare utifrån relevans. Till exempel så användes inte artiklar som omfattande automatiserade grensletruckar, trots att produktivitet och allokering berördes. Detta med anledning av att enbart använda de mest ämnesspecifika artiklarna som möjligt. Av de artiklarna som valdes ut så undersöktes även referenslistan i dessa, med syfte att hitta fler relevanta artiklar utifrån de sökfraser som tidigare använts samt arbetets syfte.

3.3 Datainsamling

Hanteringen av data byggde på en struktur där data först insamlades från NAVIS, för att sedan exporteras till Microsoft Excel där uträkningar och sortering utfördes. Sedan analyserades aktuella framtagna data utifrån de framtagna sorteringarna.

Inom databasen NAVIS så presenterades data från samtliga gater i terminalen, samt individuella icke-värdegivande omförflyttningar som inte skulle tas i beaktande. Med anledning av detta behövde därför data filtreras i NAVIS innan exportering till Microsoft Excel kunde genomföras. Data filtrerades därmed utifrån följande kriterier: Specifika gater, värdegivande förflyttningar samt tidsintervall. Tidsintervallet omfattar grensletrucksaktivitet under en 6-månaders period enligt avgränsningarna. När filtreringen var utförd kunde färdiga data exporteras till Microsoft Excel för att sedan sortera och utföra uträkningar.

Figur 2 - Flödesdiagram över datainsamlingsprocessen



Kommentar: Figuren illustrerar hur data har filtrerats och sedan exporterats från datasystemet NAVIS till Excel, där den insamlade data sedan behandlades inför implementering i rapporten.

3.3.1 Sortering av data i Excel

Efter data hade importerats från NAVIS så krävdes det en om formatering då rådata från NAVIS inte var uppbyggd på ett sätt som Excel kunde tolka vad avser klockslag, datum och vilken del av den data som representerade grensletruckar respektive individuella lyft. Sedan så skapades en pivot-tabell utifrån rådata, som enligt Eliasson (2010) anses vara ett användbart verktyg vid visualisering av hur data fördelar sig. Pivot-tabellen var en sortering av aktuella rådata och innehöll samtlig information: Antal lyft per individuell grensletruck under tidsintervallet, hur många lyft som utfördes under ett specifikt klockslag samt det totala antalet genomförda lyft under tidsintervallet.

Figur 3 - Exempel på pivottabell

Count of Lyft						
Row Labels	Truck	Truck	Truck	Truck	Truck	Grand Total
(blank)						
<i>h</i>		1			1	15
<i>h</i>	33	38	15		33	574
<i>h</i>	84	166	109	12	206	2246
<i>h</i>	217	236	246	10	350	4381
<i>h</i>	368	407	403	15	609	6913
<i>h&min</i>	6	7	4		6	79
<i>h&min</i>	4	4	6		8	83
<i>h&min</i>	10	7	8		5	100
<i>h&min</i>	10	3	13		10	99
<i>h&min</i>	6	7	5	1	7	113

Kommentar: Figuren visar utformningen av pivottabellerna som uträkningarna är baserade på. På X-axeln visas klockslag i timmar eller timmar och minuter, och Y-axeln visar antal lyft per enskild truck under ett klockslag. ”Grand total” visar den totala volymen som användning av samtliga truckar resulterade i under ett klockslag.

Fortsättningsvis så sorterades aktuella data ytterligare, för att möjliggöra åtkomst till totalt antal lyft eller lyft per individuell truck vid ett specifikt klockslag och specifikt datum. Detta gjordes med hjälp av ”countifs” funktionen i Excel, som används för att ta fram en specifik variabel utifrån ett antal olika kriterier. Utifrån funktionen så skapades ytterligare tabeller, där variablerna kunde bytas ut för att insamla data från varje individuell grensletruck vid olika specifika datum och klockslag. Det klockslaget som analyserades var avgränsat till den timme då genomsnittsvolymen i terminalen var som högst.

3.3.2 Uträkningar i Excel

Efter sorteringen av data var utförd, så följde uträkningarna som var avsedda att resultera i grensletruckarnas MPH under olika datum och den specifika timmen. Formeln som användes besitter ingen hög grad av komplexitet, utan bestod av en division av de olika variablerna. Antalet lyft för en grensletruck utgjorde täljaren i formeln, och tidsåtgången för dessa lyft utgjorde nämnaren. Kvoten blev därmed ett mått på antal genomförda lyft per timme, d.v.s. MPH. Resultaten från uträkningen sammanställdes sedan för att skapa ett genomsnittligt MPH för alla truckar under tidsintervallet.

$$MPH = \frac{\text{Antal utförda lyft}}{\text{Tidsåtgång}}$$

3.3.3 Avgränsningar av data

För att unika värden och resultat skulle bli så representativa som möjligt gentemot det verkliga arbetet i terminalen, så exkluderades grensletruckar som utfört 3 lyft eller färre under en timme. Detta gjordes i samråd med terminaloperatören, som menade på att om en grensletruck inte uppnår fler än 3 lyft på en timme, så beror detta på att trucken har havererat, behöver tankas, skiftbyte för operatörerna osv. Formeln tar därmed inte hänsyn till att grensletrucken ej är i arbete resterande del av timmen, och därmed gjordes avgränsningen.

3.3.4 Nollpunktsanalys

”Break-even” eller nollpunktsanalys används främst inom ekonomi som en sorts säkerhetsmarginal (Hayes, 2021). Syftet är att kalkylera vilket antal enheter som behöver säljas för att kunna täcka de fasta- och rörliga kostnaderna som härstammar från produktionen av enheterna (Hayes, 2021). En nollpunktsanalys används internt inom ett företag eller organisation, som vägledning vid uträkning av produktionsvolym (Hayes, 2021).

Inom denna rapport så har nollpunktsanalysen inte tillämpats i ett ekonomiskt syfte, utan i stället för att analysera förhållandet mellan antal truckar och MPH. Nollpunkten i detta fall var då det antal truckar som ledde till en minskning i totalt MPH. Detta gjordes genom att jämföra MPH vid olika antal grensletruckar i arbete, varpå det sedan var möjligt att identifiera vilket antal truckar som leder till ett MPH som minskar, istället för att öka.

3.4 Etisk datahantering

Vad avser konfidentiella data och anonymitet, så ska detta gås igenom mellan parterna i form av ett samtyckesavtal eller sekretessavtal. Detta avtal ska bland annat involvera författarnas förpliktelse att hålla data anonym (Denscombe, 2014). Motparten skall även besitta rätten att när som helst dra tillbaka sitt samtycke.

I fallet med denna undersökning så upprättades ett sekretessavtal, som belyste vilken data som fick och inte fick representeras. I enighet med detta har därför datahanteringen och representationen av data utformats på ett sådant sätt att terminaloperatören i fråga behåller sin anonymitet samt konfidentiella siffror. Detta har till exempel skett genom att inte ange specifika klockslag, namn på truckar och specifika volymer. Istället så har klockslagen benämnts som ”h&min”, och de specifika truckarna har benämnts enbart med ”truck”, detta med anledning av att förtydliga vad det är som undersöks, utan att härleda det till faktiska data.

4. RESULTAT

4.1 Intervju med Yard planner

I en intervju med yardplannern så tillfrågades denne om denne kunde beskriva terminalens situation angående köbildning, beskrivning av yardplannerns roll, dispatcherns roll och deras arbetsuppgifter i terminalen.

Yard planner är titeln på den person som ansvarar för att planera och strukturera terminalen. Huvuduppgifterna är att planera terminalens flöden av containrar beroende på vilken båt, tåg eller lastbil enheterna skall lastas på. Målet är att enheterna skall stå så nära det aktuella fartyget, tåget eller lastbilen som möjligt när enheten skall lastas, de faktorer som reglerar enheternas positionering är förutom vilken lastbärare enheten skall transporteras på, port of destination, containertyp och vikt. Yard plannern samarbetar och för hela tiden dialog med andra planerare i terminalen för att få en så god överblick som möjligt. Denne arbetar även i systemet NAVIS och applicerar här sina styrningar för att enheterna skall få rätt plats i containerparken i verkligheten. Genom en bra placering av containerenheterna undviks extralyft av containrar, köbildning av grensletruckar samt öka produktiviteten i terminalen.

I containerterminalen finns en rutin som lyder att man inte skall placera alla containerenheter som skall med samma båt eller tåg (samma port of destination) bredvid varandra just för att undvika begränsningar beroende på trängsel i containerrader. I stället skall dessa enheter spridas ut på ett sådant sätt att grensletruckarna skall kunna hämta containerenheterna utan att vara i vägen för varandra. Yard plannern beskriver också att med denna rutin i åtanke upplever de inte problem med köbildning i terminalen, och även om de någon gång har upplevt det så är det vid för få tillfällen för att man skall åtgärda det.

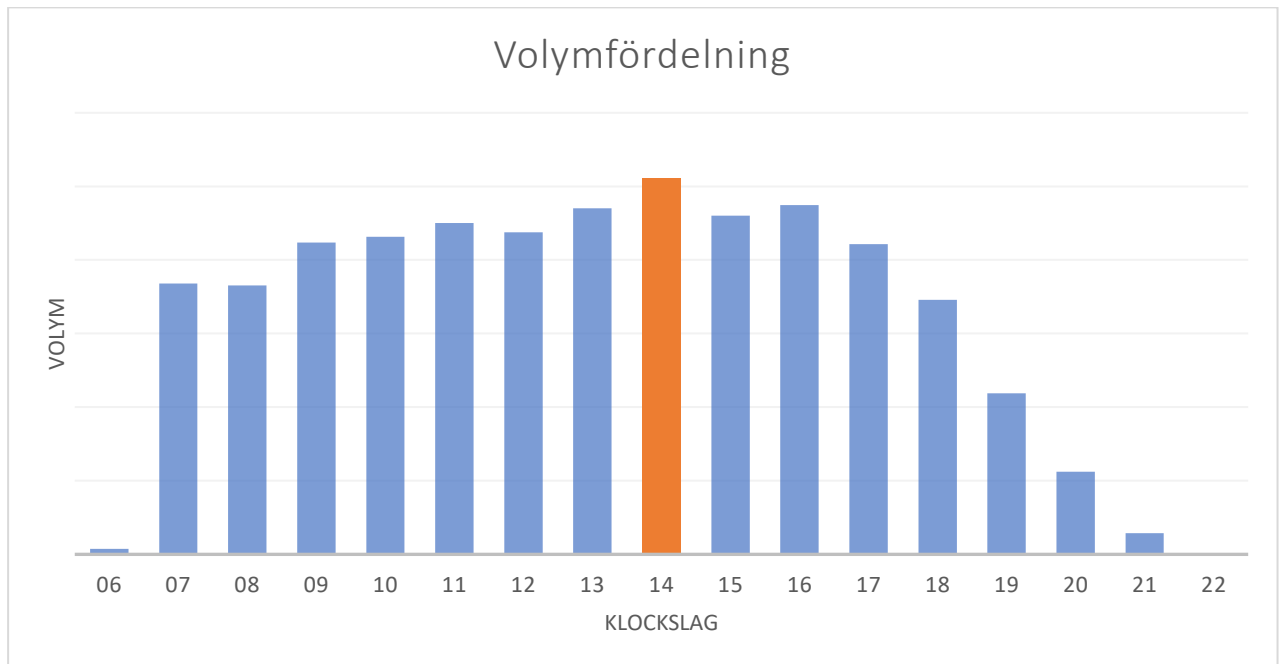
I en terminal finns det flera olika avdelningar, varje avdelning har en eller flera dispatchers beroende på arbetsbelastningen. Mottagningsparkens ansvar är lastbilsgate och till denna avdelning hör endast en dispatcher. Disptachern har tillgång till samma information om containerenheterna som yard plannern har. och yard plannern beskriver att dispatcherns arbetsuppgifter är att allokera de olika grensletruckarna till olika flöden samt utföra yard plannerns plan och kontrollera att yard plannerns styrningar fungerar. En stor del i dispatcherns roll är att hantera avvikelser, avvikelser sänker genom flera olika sätt produktiviteten i terminalen och behöver därför hanteras snabbt. Operatörernas tillgång till information om containrarna är begränsad, därför anropar operatören dispatchern via radio för att behandla en eventuell avvikelse. Även om NAVIS genom yard plannerns styrningar delar ut jobb till grensletruckarna kan dispatchern till viss del fördela dessa jobb manuellt.

Yard planen berättar även att antalet grensletruckar bestäms baserat på historisk volym i terminalen. En utvärdering baserad på senaste veckornas volymer görs och därefter planeras antalet grensletruckar som skall medverka i produktionen. Denna planering görs i förstahand med förutspådd volym i beaktande, och kostnadsutvärdering per grensletruck kommer i andrahand.

4.2 Terminalens MPH

Undersökningen utfördes enligt avgränsningarna på den timme då genomsnittsvolymen i terminalen var som högst under tidsintervallet. Figur 4 illustrerar terminalens genomsnittliga volymfördelning under perioden på 6 månader som undersöktes, mellan klockan 06–22. Detta resultat visar att volymen är i genomsnitt som högst mellan klockan 14–15. Det innebär att det är under denna timme som det i genomsnitt utförs flest grensletrucksarbeten under en dag.

Figur 4 - Volymfördelning



Kommentar: Figuren illustrerar den genomsnittliga volymfördelningen under en arbetsdag (kl.06-22). Timmen då volymen är som högst illustreras av en orange stapel.

Resultatet från uträkningarna på terminalens MPH presenteras nedan i Tabell 1, som visar det genomsnittliga antalet truckar i arbete, antal utförda lyft samt vilket MPH som resulterar ifrån dessa två variabler. Utöver detta så är även det justerade genomsnittet inkluderat i tabellen. De justerade genomsnittsvärdena tar inte hänsyn till grensletruckar som utfört 3 eller färre lyft under denna timme. Detta resulterade i en minskning i antalet aktiva truckar med 2,28, en minskning i antal utförda lyft med 5,37 samt en ökning i MPH med 0,68, jämfört med genomsnittsvärdena som inkluderade samtliga grensletruckar.

Tabell 1 - Genomsnittlig produktivitet i terminalen

Genomsnitt - Ej justerat	
Antal aktiva truckar	12,66
Antal utförda lyft	70,1
MPH	5,56
Genomsnitt - Justerat	
Antal aktiva truckar	10,38
Antal utförda lyft	64,73
MPH	6,24

Kommentar: Tabellen visar den genomsnittliga produktiviteten i terminalen klockan 14, under de 6 månader som undersöktes. Tabellen presenterar antalet aktiva truckar, antal utförda lyft samt vilket MPH dessa två variabler resulterar i. Tabellen inkluderar även både de justerade och icke-justerade värdena.

Anledningen till att MPH ökar när antalet truckar justeras beror på att de truckar som utför 3 eller färre lyft på en timme påverkar genomsnittet negativt. En truck som utför 1,2 eller 3 lyft under en timme kommer att ha ett lågt MPH, då detta mått involverar hela timmen och ej tar hänsyn till avbrott i arbete.

4.3 Förhållande mellan MPH och antal truckar

Tabell 2 visar vilken total genomsnittsvolym som hanteras vid olika antal truckar. Detta resultat visar att den högsta hanterade volymen mellan klockan 14 och 15 sker vid användning av 13 truckar, och motsvarar 82 stycken lyft, eller arbeten. Fortsättningsvis så är volymen som lägst vid 51,9 utförda lyft, och påträffas när terminalen bedriver arbete med 8 aktiva truckar.

Tabell 2 - Förhållande mellan antal truckar och hanterad volym

Antal truckar	8	9	10	11	12	13	14
Volym	51,9	56,5	63,3	69,4	73,3	82,0	58,0

Kommentar: Tabellen visar vilket förhållande som finns mellan antal truckar, och vilken volym som uppnås vid detta antal. Värdena är genomsnittliga.

Vilket MPH som uppnås vid olika antal truckar presenteras i Tabell 3, som visar ett intervall mellan 8 och 14 truckar, och vilket MPH som användning av dessa antal truckar resulterar i. Resultatet visar att det högsta genomsnittliga MPH är 6,484, som uppnås med 8 aktiva grensletruckar. Det lägsta påträffade MPH uppnås vid 14 aktiva truckar, och befinner sig på 4,143.

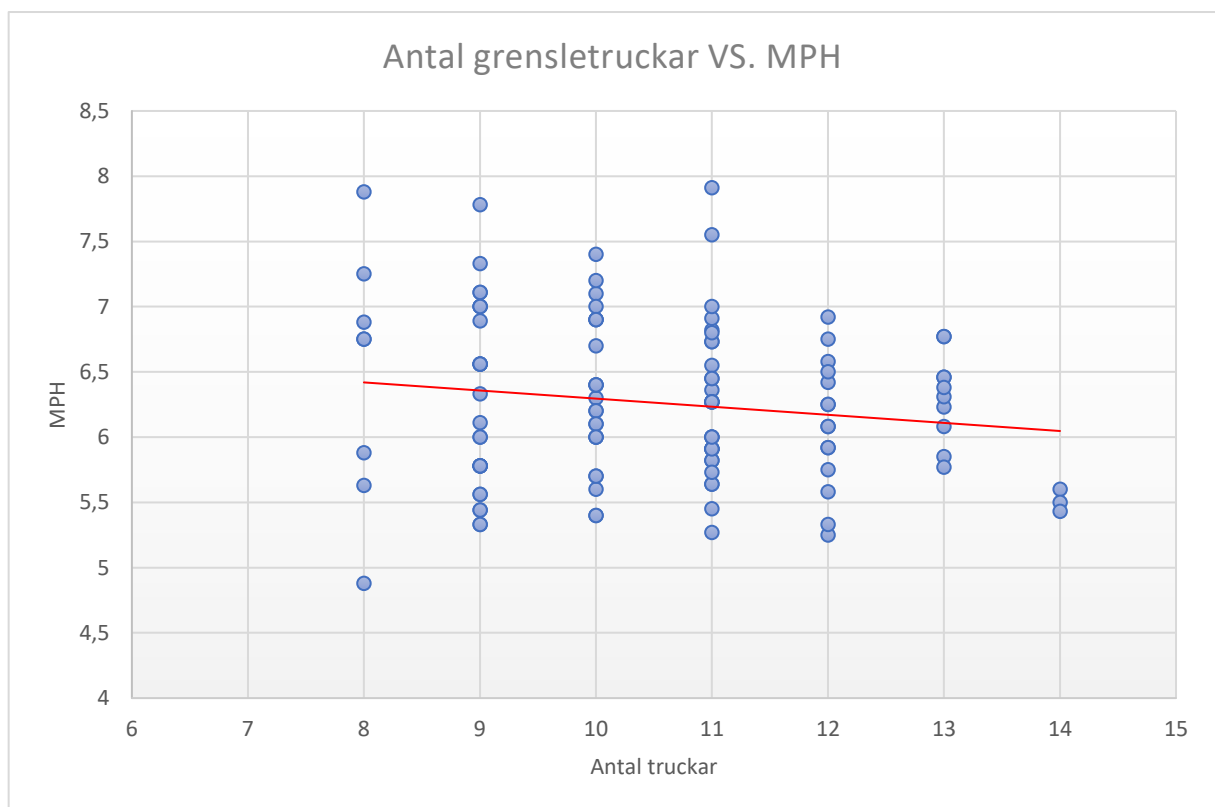
Tabell 3 - Förhållande mellan antal truckar och MPH

Antal truckar	8	9	10	11	12	13	14
MPH	6,484	6,276	6,333	6,307	6,106	6,308	4,143

Kommentar: Tabellen visar vilket förhållande som finns mellan antal truckar, och vilket MPH som uppnås vid detta antal. Värdena är genomsnittliga.

För att tydligare visualisera förhållandet mellan antal grensletruckar och MPH, så har ett spridningsdiagram skapats, som visas i Figur 5. Diagrammet inkluderar samtliga datapunkter, till skillnad från Tabell 2 ovan som enbart inkluderar genomsnittsvärdena för MPH. Figur 5 visar att det uppstår störst spridning i MPH vid användning av 8 truckar, och minst spridning i MPH när 14 truckar används. Fortsättningsvis så visualiseras förhållandet även med en röd regressionslinje. Regressionslinjen visar att förhållandet mellan antal grensletruckar och MPH är negativt, vilket innebär att MPH sjunker ju fler truckar som adderas. Korrelationskoefficienten som regressionslinjen är utformad efter är -0.15 , vilket ytterligare visar att förhållandet mellan dessa två variabler är negativt.

Figur 5 - Antal grensletruckar vs. MPH

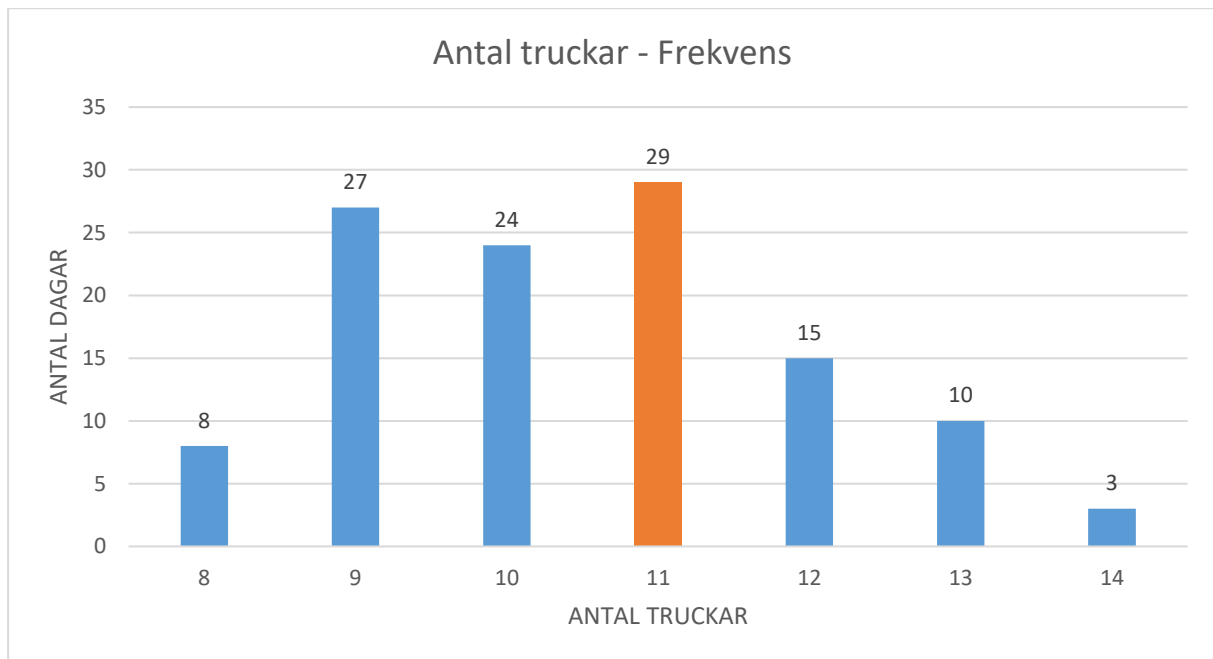


Kommentar: Spridningsdiagram över förhållandet mellan antal truckar och vilket MPH detta antal resulterar i. Figuren involverar samtliga värden från tidsspännet på 6 månader. För att tydligare illustrera sambandet så har även en regressionslinje utformats.

4.3.1 Fördelning av antal truckar

Figur 6 visar hur de olika antalen aktiva truckar är fördelade under dessa 6 månader och under timmen mellan klockan 14–15. Det totala antalet dagar som har undersökts är 116, som motsvarar alla vardagar arbete har utförts i hamnen. Det antal grensletruckar som används med högst frekvens är 11, som har använts i totalt 29 dagar. Det antal som har använts minst gånger under perioden är 14, som enbart har använts under 3 dagar. De antal som terminalen har använt flest gånger är 9,10 och 11.

Figur 6 - Antal truckar - Frekvens

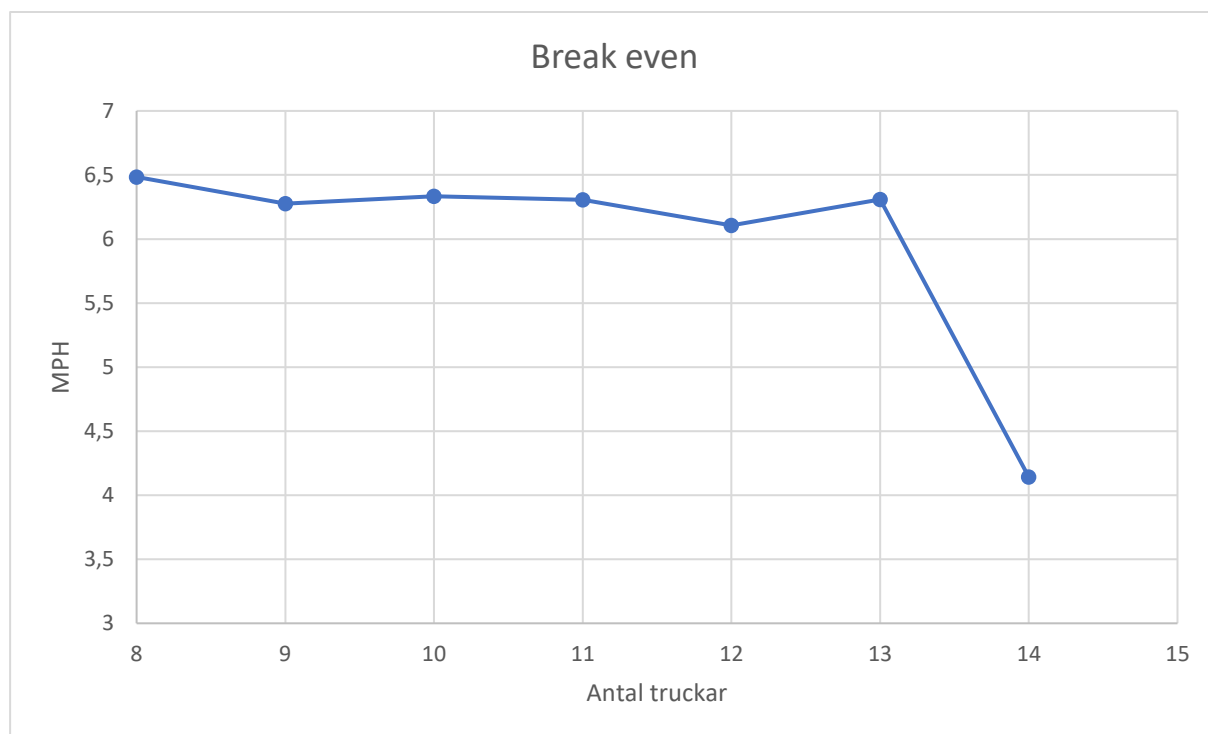


Kommentar: Figuren illustrerar fördelningen av hur många dagar som olika antal truckar har använts under den tidsperiod som har undersökts. Det antal truckar som används i högst frekvens har markerats med en orange stapel.

4.4 Break-even

Med break-even så avses den ökning i antal grensletruckar som leder till en försämrad produktivitet i stället för positiv. Terminalens break-even visas i Figur 7. Figur 7 bygger på den data som presenterades i Tabell 2, men visualiseras i stället som ett linjediagram. Resultaten visar en relativt jämn fördelning i MPH mellan 8 och 13 truckar, där skillnaderna enbart är decimala. Den största negativa utvecklingen sker när terminalen går från att använda 13 truckar till att använda 14. MPH vid 13 truckar är 6,308, medan MPH vid 14 truckar är 4,143. Detta innebär en minskning med 2,165 i MPH när antalet truckar ökar från 13 till 14.

Figur 7 - Break Even



Kommentar: Figuren visar ett linjediagram över förhållandet mellan olika antal truckar, och vilket MPH som uppnås vid detta antal. Figuren bygger på samma genomsnittliga data som återfinns i tabell 3.

4.5 Skillnader från önskat MPH

Enligt terminaloperatören så önskas ett genomsnittligt MPH på 10. Tabell 4 visar skillnaderna mellan det icke-justerade, justerade och önskade MPH. Tabellen visar att vid ett icke justerat MPH, så befinner sig terminalen -4,44 MPH under vad som önskas. När MPH justeras så påvisas en ökning i genomsnittligt MPH, och skillnaden mellan det justerade och önskade MPH är -3,76.

Tabell 4 - Genomsnittligt vs. Önskat MPH

	Önskat	Ej justerat	Justerat
MPH	10	5,56	6,24
Differens		-4,44	-3,76

Kommentar: Tabellen visar differensen mellan det MPH som terminaloperatören önskar att uppnå, och de faktiska värden som påträffats under tidsperioden. Tabellen inkluderar även de justerade samt icke-justerade värdena.

5. DISKUSSION

5.1 Förhållande mellan antal truckar och MPH

Resultatet i tabell 3 visar att det sker enbart marginella förändringar i MPH mellan 8 och 13 truckar i arbete. Det högsta MPH påvisas vid 8 truckar i arbete och det lägsta vid 14. Mellan 9 och 10 truckar sker en ökning på 0,057 MPH respektive en ökning på 0,202 MPH mellan 12 och 13 truckar. Dock så sker en kraftig nedgång mellan 13 och 14 truckar, då det genomsnittliga MPH sjunker från 6,308 till 4,143, vilket innebär en minskning på 2,165 MPH, eller 35%. Detta i samband med en negativ korrelationskoefficient påvisar att det finns, fastän svagt, en korrelation mellan en minskning i MPH som ett resultat av addering av truckar. Denna korrelationskoefficient visualiseras även i form av en röd regressionslinje i spridningsdiagrammet i figur 5. Regressionslinjen har en negativ lutning, vilket ytterligare påvisar sambandet mellan addering av fler truckar och minskat MPH.

Att MPH sjunker vid addering av truckar menar Spasovic et al (1999) beror på en ökad risk av störningar, främst i form av väntetid. Detta innebär även att en minskning i antalet truckar bidrar till en minskning av störningar, och därmed så ökar MPH tack vare att man på ett mer optimerat sätt nyttjar resurserna. I undersökningen utförd av Spasovic et al (1999) så påvisades en ökning i MPH när antalet truckar minskade från 14 till 13, som då går att härleda till den minskade risken för störningar. Fortsättningsvis så påvisades en försumbar minskning i MPH vid arbete med 12 truckar kontra 14, och även en minskning i servicetid (Spasovic et al, 1999). Tabell 3 visade i stället att MPH ökade när antalet grensletruckar minskade från 14 till 12. Anledningen till detta kan bero på skillnader i produktivitetsbegränsande faktorer närvarande i de två olika terminalerna. Faktorer såsom terminalens utformning, totala area samt djupgående i hamnbassängen och omhändertagna fartygstyper en bevisad inverkan på vilken produktivitet som kan uppnås i en terminal (Dowd & Leschine, 1990; De & Ghosh, 2002). Trots att det inte går att fastställa på vilket sätt terminalerna skiljer sig åt beträffande dessa faktorer, kan det förutsättas att det existerar skillnader som kan ligga till orsak för skillnad i hur produktiviteten påverkas mellan de två terminalerna.

Trots dessa skillnader så föreligger det dock ett samband mellan en reduktion i antalet grensletruckar och en ökning i MPH (Spasovic et al, 1999). Fortsättningsvis menar Spasovic et al (1999) att det finns ett behov att involvera flera faktorer än arbeten i samband med lastbilstransport i denna typ av undersökning, såsom grensletrucksarbete i samband med tågtransport, kajkranar samt lagerhållning. Detta skulle då skapa en mer övergripande bild kring hur effektivt en terminal nyttjar sina resurser, och därmed skapa större underlag kring hur detta påverkar terminalens kostnader i relation till dessa typer av arbeten.

5.2 Break-Even

Vid vilken punkt terminalen når break-even i förhållandet mellan antal truckar och MPH kan tolkas på två olika sätt. Figur 7 illustrerar hur MPH förändras vid olika antal truckar. Det kan argumenteras för att break-even uppstår med ett antal truckar som överskrider 8 stycken, då resterande MPH värden är lägre. Dock är dessa skillnader i MPH marginella, och följer inte en konstant negativ trend. Till exempel så visar tabell 3 att MPH stiger mellan 9 och 10 truckar, samt mellan 12 och 13 truckar. Hayes (2021) förklarar att inom ekonomi så definieras break-even som det antal enheter som behöver säljas för att täcka ett företags kostnader. Vid applicering av denna definition på grensletruckarbete och MPH, alltså att break-even uppstår då terminalen minskar sitt MPH vid addering av truckar, samt med hänsyn till att förändringarna i MPH mellan 8 och 14 truckar är marginella, så kan det även argumenteras för att break-even uppstår mellan 13 och 14 truckar.

Detta med anledning av att det i figur 7 visas en markant nedgång i MPH då det vid 13 truckar befinner sig på 6,308 och sedan på 4,143 vid användning av 14 truckar. Denna tydliga minskning stämmer delvis överens med vad Spasovic et al (1999) påvisade, där det kunde identifieras en särskild punkt där antalet grensletruckar leder till en minskning i MPH. Denna break-even punkt skiljer sig dock vad avser storleken på skillnaden, vilket kan bero på att Spasovic et al (1999) tar hänsyn till faktorer som denna rapport ej gör, såsom körsträckor i terminalen. Variation i en körsträckas längd, samt andra faktorer såsom köbildningar har en påverkan på MPH, och därmed så hade involvering av dessa faktorer resulterat i ett annan break-even punkt (Behera, 2000). Även involvering av faktorer såsom terminalens area, t.ex. ifall den är rektangulär eller kvadratisk hade haft en påverkan på break-even punkten, då även dessa faktorer påverkar produktiviteten i en terminal (Dowd & Leschine, 1990). Dock, enbart med hänsyn till förhållandet mellan antal truckar och MPH, så existerar det en tydlig punkt då det sker en nedgång i MPH.

5.3 Förhållande mellan antal truckar och hanterad volym

En annan aspekt av produktivitet i en terminal är förhållandet mellan antal grensletruckar och den totala volym som uppnås. Till skillnad från MPH undersöks då istället den totala volym som alla allokerade truckar gemensamt uppnår, i stället för antal lyft per timme per truck. Detta resultat presenteras i tabell 2 och visar att den högsta volymen uppnås med 13 truckar i arbete, och den lägsta med 8 truckar i arbete. Detta skiljer sig från resultaten i tabell 3 visar att MPH är som högst med 8 truckar, och ett lägre MPH vid 13 truckar i arbete. Detta beror på att vid uträkning av MPH fördelar den totala volymen på antal truckar. Till exempel så är den totala genomsnittliga volymen 51,9 med 8 truckar, och 58 med 14 truckar, medan MPH vid 8 truckar är 6,484 och 4,143 vid 14 truckar. Arbete med 8 truckar kommer då att resultera i ett högre MPH i och med att volymen, som är relativt lik volymen med 14 truckar, fördelas på ett färre antal.

Detta innebär att vid arbete med 8 aktiva truckar så utnyttjas dessa till en högre grad då MPH är högre än vid 13 truckar. Men den totala hanterade volymen under timmen är istället som högst då 13 truckar används, vilket innebär att terminalen uppnår en högre servicegrad. Man kan därför argumentera att detta skapar en avvägning mellan att prioritera hög servicegrad eller ett högt MPH. Å ena sidan uppnås en högre servicegrad när terminalen använder fler truckar, då det levereras en högre volym.

Å andra sidan minskar MPH per truck, och den högre graden av ”outnyttjad” kapacitet skapar högre kostnader för terminalen. Zehendner et al (2013) undersöker på vilket sätt allokering av grensletruckar påverkar en terminals totala förseningar, och därmed servicegraden.

Resultaten visade att ju fler truckar som adderas i terminalen, desto färre blir det totala antalet förseningar (Zehendner et al, 2013). Denna minskning i förseningar leder då till minskade kostnader för terminalen, i form av en reduktion i antalet förseningsavgifter. Zehendner et al (2013) menar även på att de lägsta förseningsavgifterna påträffas i samband med lastbilstransporter. Fortsättningsvis så påstår Hartmann (2004) att en containerterminals främsta mål är att höja produktiviteten sett till total hanterad volym, och därmed minimera väntetiden för de olika transportslag som laster eller lossar containrar i en terminal. Detta innebär att fokuset främst ligger i de totala volymerna som hanteras under ett specifikt tidsspann, till skillnad från att fokus på varje enskild trucks MPH.

En indikation på att terminalen väljer att prioritera total volym till kund på bekostnad av MPH, i enighet med Hartmanns (2004) uttalande är att de genomsnittligen arbetar med ett MPH lägre än önskat. Detta visas i tabell 4, där resultatet visar att terminalen genomsnittligt befinner sig 3,67 MPH lägre än 10 som är det önskade värdet, i kombination med att terminalen oftare använder sig av ett antal truckar som inte resulterar i så högt MPH som möjligt vilket visas i figur 6.

En ytterligare anledning till detta kan delvis härledas till den mängd konsekvenser som uppstår vid en ökad grad förseningar. Att MPH per enskild truck är lägre än vad terminalen önskar har främst en intern påverkan i form av ökade kostnader, då det är möjligt att ha ett lägre MPH men fortfarande uppnå en hög volym, som visas vid arbete med 13 truckar i tabell 2. Men vad avser total volym så kan en lägre sådan leda till förseningar och tidsförlust, vilket i sin tur skapar en ökning i de totala kostnaderna (Abdel-Hamid & Abdelhaleem, 2020). Men förseningar leder även till ytterligare konsekvenser utöver en ökning i de totala kostnaderna. De konsekvenser som kan härledas till en hög grad förseningar är förhöjda fraktrater, begäran om återbetalning, förlängda väntetider för lastbilschaufförer samt övertid för personal och ett behov av att omallokera personal (Dorval, 2016). Detta kan då förutom ökade kostnader skapa ett ökat tryck på den administrativa delen av det arbete som bedrivs i en terminal.

5.4 Användningsfrekvens av antal truckar

Figur 4 visualiserar volymfördelningen under en genomsnittlig arbetsdag i terminalen. I figuren går det att utläsa att mellan klockan 14–15 så upplever terminalen den högsta volymen under en dag. Fortsättningsvis så visar tabell 1 att terminalen under denna timme i genomsnitt utför 64,73 lyft fördelat på 10,38 truckar, vilket resulterar i ett genomsnittligt MPH på 6,24. Dessa värden bygger även på den justering som gjordes, där de truckar som utförde 3 eller färre lyft under timmen ej inkluderades i uträkningen. Fortsättningsvis, vad avser allokering av antal truckar så återfinns detta i figur 6. Detta resultat visar att terminalen oftast bedriver arbete under denna timme med 11 aktiva truckar. MPH vid användning av 11 truckar är 6,307, vilket utgör ett av de lägre MPH värdena. Användning av 8 truckar resulterar enligt tabell 3 i det högsta MPH inom intervallet mellan 8-14 truckar, men används enbart i totalt 8 dagar enligt figur 6. Anledningen till detta kan då bero på som tidigare nämnt att en terminal generellt sett prioriterar servicegrad och att kunna leverera maximal volym till de olika transportslagen kontra ett högt MPH per individuell truck.

Att terminalen oftast använder 11 truckar under denna timme, trots att det resulterar i ett lägre MPH än till exempel 8 truckar, kan bero på flera olika faktorer. En av faktorerna kan härledas till implementering av redundans i systemet. Implementering av redundans ses som en överkonstruktion av ett system, avsedd att skapa extra säkerhet samt öka systemets reabilitet (McVagh, 2017; Guo et al, 2021). Redundans i detta fall avser då ett förhöjt antal truckar utöver det antal som behövs för att hantera volymen under denna timme. Att allokera ett antal truckar, högre än vad som är nödvändigt för volymen, innebär att det har tagits extra säkerhetsåtgärder som förberedelse för till exempel haveri eller icke planerat underhåll av en grensletruck. Detta innebär då att det har skett en gardering mot denna typ av händelser, i syfte att minimera konsekvenserna samt stärka systemet som helhet (Guo et al, 2021).

En ytterligare anledning till denna allokering av antal truckar grundar sig i det terminalens yard planner förmedlade i intervjun. Där förklarar hen att vilket antal grensletruckar som allokeras baseras på tidigare data baserad på tidigare veckors volymer, och därefter tas ett beslut gällande vilket antal grensletruckar som bör allokeras.

5.5 Metoddiskussion

Metodvalet till denna studie gjordes i enighet med studiens syfte. För att få fram den informationen som var syftet med studien landade valet av metod på en kvantitativ fallstudie. (McCombes, 2019). Detta grundar sig också i reliabilitet och validitet då vi arbetade för att undersökningen skulle bli trovärdig, för att den skall vara representativ och återspegla verkligheten så bra som möjligt krävs därför mycket data under en längre tidsperiod. Dessa faktorer var också påtryckande till varför vi valde en kvantitativ metod. Det andra alternativet som diskuterades var en kvalitativ fallstudie, då vi till en början tyckte det hade passat bra i och med att vi till stor del arbetar med containerterminalens interna data (Denscombe, 2014). Vi insåg däremot att trovärdigheten i rapporten skulle bli lägre och att vi inte skulle få fram det resultatet som var syftet med studien med denna metodtyp och att en kvantitativ fallstudie lämpade sig bättre till denna studie.

En stor del av tiden under studiens gång spenderades med att hantera data tagen direkt ur NAVIS, denna data behövde om formateras för att Excel skulle kunna tolka den då det inte var samma formatering i de olika programmen. Efter om formateringen kunde arbetet med att sammanfatta och analysera aktuella data börja. Författare med större kunskap inom statistik och användning av andra statistiska datorprogram hade kunnat effektivisera den delen av arbetet med rapporten. Hade det funnits mer tid och en högre kompetens hos författarna hade även vissa avgränsade faktorer kunnat vara med i resultatet för att få en ännu bättre förståelse för hur en terminal fungerar och hur grensletruckarnas produktivitet ser ut.

5.5.1 Reabilitet

Reliabilitet handlar om att resultatet i en rapport skall vara pålitligt. Trochim (2020) förklarar hur ett arbete med hög reliabilitet bör resultera i ett liknande resultat även om man gör om undersökningen flera gånger. Blir resultatet liknande även i de nya undersökningarna tyder detta på att rapporten har genomförts på ett sådant sätt att man kan säkerställa att resultatet är pålitligt. För att säkerställa hög reliabilitet är kvantitativa data taget direkt ur NAVIS i samråd med kontaktpersoner på containerterminalen för att minimera risken för felaktig filtrering och sortering av data. Insamlade data sträcker sig över de 178 närmaste arbetsdagarna innan rapportens start i februari för att återspegla verkligheten så bra som möjligt.

Tidsintervallet som undersöktes begränsades främst av studiens tidsbrist, samt datorernas kapacitet då de excelfiler som användes innehöll för mycket data och blev för stora för vad datorerna klarade av. Med rätt resurser och tidsåtgång hade tidsintervallet med fördel att kunna ha utökats, då det hade lett till mer hanterade data. Mer hanterade data hade i sin tur kunnat leda till en potentiell skillnad i resultatet, då de medelvärden som resultaten bygger på hade inkluderat flera datapunkter. Det går även att argumentera för att denna potentiella skillnad i resultat hade varit mer realistisk i relation till terminalens faktiska produktivitet, då mer historiska data från terminalen inkluderas i resultatet.

5.5.2 Validitet

Validitet är det begrepp som används för att utvärdera hur väl en studie mäter det som skall mätas (Duc, 2007). När validitet mäts i en studie finns det två olika typer av validitet, intern och extern (Duc, 2007). Intern validitet mäter hur bra eller dåligt undersökningens resultat stämmer överens med verkligheten (Metoddoktorn, 2022) För att öka den interna validiteten har rapporten använt sig av data från 178 arbetsdagar i stället för till exempel 50, då en längre tidsperiod återspeglar verkligheten bättre. Extern validitet mäter däremot hur vad resultatet säger om undersökningen, hur stark korrelationen i ett samband är samt hur applicerbart resultatet är i verkligheten (Metoddoktorn, 2022). För att uppfylla krav som ställs om autencitet, representativitet, innebörd och trovärdighet har litteraturens ursprung, publiceringsdatum samt referenser till annan litteratur granskats (Denscombe, 2014). Även författarnas meriter som akademiker kontrollerades för att skapa en bättre uppfattning kring källans autencitet och syftet till dess uppkomst. Avgränsningen som sattes i resultatet, att endast grensletruckar som genomför fler än tre lyft skall medräknas tillämpades för att applicera en högre validitet. I samråd med terminaloperatören togs denna gräns fram för att exkludera truckar som ger en felaktig bild av verkligheten och därför gör resultatet svårt att applicera och förhålla sig till.

6. SLUTSATSER

Undersökningen visade att volymen i terminalen är genomsnittligen som högst mellan klockan 14 och 15. Fortsättningsvis så arbetar terminalen under denna timme i genomsnitt med 10,38 truckar och ett MPH på 6,24. Det högsta MPH som terminalen arbetade med under tidsintervallet var 6,484, och uppnåddes när terminalen bedrev arbete med 8 aktiva truckar. Under tidsintervallet så existerade en break-even punkt avseende antal truckar och MPH. Denna punkt befann sig då terminalen ökar antalet truckar från 13 till 14. Detta, i samband med det enbart marginella förändringarna i MPH mellan 8 och 13 truckar, innebär att terminalen kan variera mellan användning av dessa antal truckar utan att lida större förlust i MPH. Överskrider terminalen 13 truckar i arbete så minskas både MPH samt total hanterad volym, vilket innebär både ökade kostnader samt en lägre servicegrad.

Sambandet mellan antal truckar och MPH kunde identifieras, då detta resulterade i en negativ korrelationskoefficient samt en regressionslinje med negativ lutning. Dock är denna korrelation svag, vilket innebär att MPH inte enbart kan härledas till antalet truckar. Externa faktorer såsom terminalens struktur, area, djupgående i hamnbassäng och så vidare har även en inverkan på vad som är den maximala och mest optimala produktivitet terminalen kan uppnå, och bör därmed tas till hänsyn.

Det faktum att terminalen oftast bedriver arbete med 11 truckar, trots att MPH är högst vid 8 truckar kan bero på den att terminaler generellt sett prioriterar total volym och servicegrad. Därmed kan detta då härledas till den avvägning som existerar mellan MPH och servicegrad. Trots att högre MPH vid första anblick kan ses som en indikation på att en terminal levererar en högre volym, så finns det även indikationer på att fler truckar leder till ett lägre MPH, fast en högre levererad volym, då fler truckar har förmågan att hantera större volymer, och att volymen fördelas på ett större antal grensletruckar.

Det finns alltså utrymme för förbättring vad avser terminalens MPH, då det fanns perioder då terminalen arbetade med MPH lägre än genomsnittet, och även lägre än önskat MPH. Dock så finns det flera externa faktorer som har en inverkan på terminalens produktivitet, som inte har involverats i undersökningen, vilket innebär att det inte går att fastställa hur terminalen ska gå till väga för att uppnå en förbättring i MPH.

6.1 Rekommendationer till fortsatt arbete

Rekommendationerna till fortsatt arbete är att utöver att undersöka förhållandet mellan antal truckar och MPH involvera de externa faktorer som har presenterats, såsom yardstruktur, area, körvägar, hamnbassängens djupgående. Dessa faktorer i samband med en mer utförlig analys kring en terminalens avvägning mellan MPH och servicegrad skulle leda till en tydligare helhetsbild där det enklare går att fastställa samt förutspå skillnader i produktivitet baserat på förändringar i dessa faktorer.

KÄLLFÖRTECKNING

- Abdel-Hamid, M., & Abdelhaleem, H. M. (2020). Impact of poor labor productivity on construction project cost. *International Journal of Construction Management*. doi:10.1080/15623599.2020.1788757
- Behera, J. (2000). *Improving the productivity of marine container terminals*. Victoria University of Technology, Melbourne. Hämtat från <https://vuir.vu.edu.au/17905/>
- Behera, J. M., Diamond, N. T., Bhuta, C. J., & Thorpe, G. R. (2000). *The Impact of Job Assignment Rules for Straddle Carriers on the Throughput of Container Terminals*. Melbourne: Advanced Transport. doi:10.1002/atr.5670340306
- Cyberlogitec. (den 07 11 2014). *Improving Efficiency of Container Terminal Operation as Large Ships Increase*. Hämtat från Cyberlogitec: <https://www.cyberlogitec.com/news/improving-efficiency-of-container-terminal-operation-as-large-ships-increase/?ckattempt=2>
- De, P., & Ghosh, B. (2002). Productivity, Efficiency and Technological Change in Indian Ports. *International Journal of Maritime Economics*, 348-368. doi:10.1057/palgrave.ijme.9100051
- Denscombe, M. (2014). *The Good Research Guide, 5:e uppl.* Open University Press.
- Dkhil, H., Yassine, A., & Chabchoub, H. (2014). Multi-objective optimization of the integrated problem of location assignment and straddle carrier scheduling in maritime container terminal at import. *Journal of the Operational Research Society*, 247-269. doi:10.1057/s41274-017-0184-9
- Dorval, F. (2016). *Improving Truck Turnaround Times - How do you Deal with It?* Hämtat från C3 Solutions: <http://www.c3solutions.com>
- Dowd, T., & Leschine, T. (1990). Container Terminal Productivity: A Perspective. *Maritime Policy & Management*, 107-112. doi:10.1080/03088839000000060
- Duc, M. L. (2007). *Metodhandbok som tankekarta*. Hämtat från Leduc: <https://www.leduc.se/metod/Validitetochreabilitet.html>
- Edforss, A., & Hansson, J. (2019). *Potential improvements in a container terminal through information sharing*. Göteborg: Chalmers University of Technology.
- Educalingo. (den 11 04 2022). *Container terminal*. Hämtat från Educalingo: <https://educalingo.com/en/dic-en/container-terminal>
- Eliasson, A. (2010). *Kvantitativ metod från början, 2:a uppl.* Lund: Studentlitteratur AB.
- Guo, Z., Xu, Y., Yu, Y., Wei, Z., Xue, T., Wang, W., & Jiang, Y. (2021). Anchorage capacity reliability and redundancy optimization research in coastal ports. *Engineering Optimization*, 885-904. doi:10.1080/0305215X.2020.1757091
- Hadjiconstantinou, E., & Laik Ma, N. (2009). Evaluation straddle carrier deployment policies: a simulation study for the Piraeus container terminal. *Maritime Policy & Management*, 353-366. doi:10.1080/03088830903056991
- Hartmann, S. (2004). A general framework for scheduling equipment and manpower at container terminals. *OR Spectrum*, 51-74. doi:10.1007/s00291-003-0149-z
- Hayes, A. (2021). *Break-Even Analysis*. Hämtat från Investopedia: <http://www.investopedia.com>
- Lumsden, K. (2012). *Logistikens Grunder (3:e uppl)*. Lund: Studentlitteratur AB.
- McCombes, S. (2019). *Case Study - Definition, Examples and Methods*. Hämtat från Scribbr: <http://www.scribbr.com>
- McVagh, A. (2017). *Redundancy in Engineering: How Backups Can Help When Things Go Wrong*. Hämtat från My Mental Models - Better Decisions Using a Better Mental Framework: <http://www.mymentalmodels.info>

- Metoddoktorn. (den 02 05 2022). *Metoddoktorn - vägledning för uppsatser och PM i företagsekonomi*. Hämtat från Mälardalens Universitet: <https://libguides.mdu.se/c.php?g=678062&p=4832296>
- NAVIS. (2022). NAVIS. Hämtat från About us: <http://www.navis.com>
- Notteboom, T., Pallis, A., & Rodrigue, J.-P. (2022). *Port Economics, Management and Policy*. New York: Routledge. doi:10.4324/9780429318184
- Sookdeo, B. (2020). From defining to measuring productivity: a coherent leadership strategy for effectiveness. *Strategic Direction*, 4-6. doi:10.1108/SD-09-2019-0172
- Spasovic, L. N., Sideris, A., Das, S., & Chao, X. (1999). Increasing Productivity and Service Quality of the Straddle Carrier Operations at a Container Port Terminal. *Journal of Advanced Transportation*. Hämtat från shorturl.at/intxW
- Steenken, D., Voß, S., & Stahlbock, R. (2004). Container terminal operation and operations research - a classification and literature review. *Container Terminals and Automated Transport Systems*, 207-230. doi:10.1007/s00291-003-0157-z
- Steenken, D., Voss, S., & Stahlbock, R. (2004). *Container terminal operation and operations research - A classification and literature review*.
- Tosaka. (2008). *Container Terminal Layout*. [Figur]. Hämtat från Wikimedia Commons: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Container_terminal_Layout_NT.PNG
- Trochim, W. M. (2020). *Reliability*. conjoint.ly.
- UNCTAD. (2021). *Maritime Transport Indicators*. Hämtat från UNCTAD e-Handbook of statistics 2021: <https://hbs.unctad.org>
- Zehendner, E., Rodriguez-Verjan, G., Absi, N., Dazuère-Pérés, S., & Feillet, D. (2013). Optimized allocation of straddle carriers to reduce overall delays at multimodal container terminals. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 300-330. doi:10.1007/s10696-013-9188-1

INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2022
www.chalmers.se



CHALMERS