



CHALMERS



Tillämpning av OEE på en containerterminal

En undersökning av möjligheter och problematik vid effektivitetsmätning

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och produktionsteknik

Isak Rehnberg

Simon Njie Asplund

**INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR SUPPLY AND OPERATIONS MANAGEMENT**

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2021
www.chalmers.se
Rapportnummer E2021:050

Tillämpning av OEE på en containerterminal

En undersökning av möjligheter och problematik vid
effektivitetsmätning

Isak Rehnberg
Simon Njie Asplund

Tillämpning av OEE på en containerterminal
En undersökning av möjligheter och problematik vid effektivitetsmätning

Isak Rehnberg
Simon Njie Asplund

© Isak Rehnberg, 2021
© Simon Njie Asplund, 2021

Rapportnummer E2021:050
Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Sverige
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Omslag: Utsikt över hamnen vid APM Terminals Gothenburg (APM Terminals, 2021)

Göteborg, Sverige 2021

FÖRORD

Denna rapport är ett examensarbete som omfattar 15 hp och skrevs inom Ekonomi och produktionsteknik som är ett högskoleingenjörsprogram på Chalmers tekniska högskola. Arbetet utfördes under vårterminen 2021 på företaget APM Terminals Gothenburg. På grund av sekretessskäl har viss data förvrängts för att skydda känslig information.

Vi vill rikta tack till Henrik Holmen som var vår handledare på APM och som hjälpte oss ta fram idén till projektet samt Jasmin Mujdzic som stöttat oss under projektets gång och bidrog med värdefull information. Vi vill även tacka Claes Boman som varit vår handledare på Chalmers för hans feedback och hjälpsamhet.

Isak Rehnberg & Simon Njie Asplund

Göteborg, Sverige 2021

Tillämpning av OEE på en containerterminal

En undersökning av möjligheter och problematik vid effektivitetsmätning

Isak Rehnberg

Simon Njie Asplund

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

APM Terminals Gothenburg är Nordens största containerterminal och har under de senaste åren investerat hundratals miljoner kronor i ny utrustning som ska effektivisera arbetet vid hamnen. För att noggrannare undersöka hur effektiv deras utrustning är har det gjorts ett flertal försök att införa och mäta nyckeltalet OEE (Overall Equipment Effectiveness). De tidigare försöken har visat sig vara för resurskrävande för att följa upp och då OEE fungerar som ett jämförelsetal kräver det uppföljning för att uppfylla sitt syfte. Den här studien har undersökt hur en containerterminal som APM kan hitta en förenklad metod för att kunna utföra regelbundna OEE-mätningar och på så sätt skapa bra underlag för förbättringsarbete.

En utförlig granskning och analysering av de tidigare mätningarna gjordes för att ta reda på varför det var svårt att utföra kontinuerliga mätningar på hamnen. Genom att studera teori kring OEE och nyckeltal, samtidigt som observationer utfördes på organisationen för att skapa en verksamhetsanalys, kunde sedan en förenklad metod för mätningar tas fram som är ämnad att passa en containerterminal som är intresserad av att införa OEE-mätningar.

Det som visade sig vara det stora problemet med de tidigare mätningarna var att de krävde extrainkallad personal som skulle spendera heldagar med att klocka olika delprocesser med ett nytt utformat system. Den förenklade metoden som den här studien hade som syfte att ta fram utnyttjar istället ordinarie driftpersonal och skiftar fokus till de komponenter som är väsentliga för att beräkna ett fullständigt OEE-tal. Genom att utbilda personal och behålla kompetensen om OEE på arbetsplatsen kan en containerterminal som APM tillsammans med den nya metoden skapa rutin för kontinuerliga OEE-mätningar.

Nyckelord: OEE, Total Utrustningseffektivitet, Nyckeltal, APM Terminals, Containerterminal

ABSTRACT

APM Terminals Gothenburg is the largest container terminal in the Nordic countries and has during the last few years invested hundreds of millions of Swedish crowns in new equipment which aims to streamline the work at the docks. In order to more thoroughly examine how effective their equipment is, several attempts to introduce OEE (Overall Equipment Effectiveness) has been made. The previous attempts have proven to be too demanding on resources to follow up and since OEE works as a comparative key performance indicator, it requires follow-up to serve its purpose. This study has examined how a container terminal like APM can find a simplified method to perform regular OEE-measurements and thus create a good basis for work improvements.

A detailed review and analysis of the previous measurements were made to find out why it was difficult to perform continuous measurements at the port. By studying theory of OEE and key performance indicators, while observations were being made at the terminal to create an analysis of the organization, a simplified method for measuring could be developed which is intended to suit a container terminal that is interested in introducing OEE-measurements.

What turned out to be the biggest issue with the previous measurements was how they required extra staff who would spend entire workdays clocking various processes using a newly designed system. The simplified method that this study aimed to develop instead uses operating personnel and shifts focus to the components that are essential for calculating a complete OEE-number. By training staff and maintaining the competence in the workplace, a container terminal like APM can together with the new method create a routine for continuous OEE-measurements.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Problemformulering	3
1.3 Syfte	3
1.4 Frågeställningar	4
1.5 Avgränsningar	4
2 Metod	5
2.1 Fallstudie	5
2.2 Litteraturstudie	5
2.3 Observationer	5
2.4 Intervjuer	6
3 Teori	9
3.1 Nyckeltal	9
3.2 OEE	10
3.2.1 Tidstillgänglighet	12
3.2.2 Operationseffektivitet	13
3.2.3 Kvalitetsutbyte	14
3.2.4 Förutsättningar och metoder för OEE-mätning	15
4 Nulägesbeskrivning	17
4.1 Företaget och terminalen	17
4.2 Fartygskranar	18
4.3 Fartygsgrenslar	22
4.4 Problem och avvikelser vid kajen	24
4.5 Tidigare OEE-mätningar	25
4.5.1 Mätningen 2017	25
4.5.2 Uppdaterad modell 2020	25
4.6 APMs mål för kranproduktivitet	28
5 Analys	31
5.1 Analys av tidigare mätningar	31
5.2 Rekommendationer för ny OEE-modell	33
5.2.1 Utbildning och användandet av ordinarie personal	33

5.2.2 Förenkling av mätprocessen	34
5.2.3 Identifiera parametrarna	36
5.2.4 Beräkningen av OEE	38
5.2.5 Mätningens omfattning	39
6 Diskussion	41
7 Slutsats	43
Referenser	
Bilagor	

Branschspecifika ord och begrepp

Anlöp - *fartyg som ska lägga i land*

Enhet - *Syftar ofta på en container*

Feeder - *Ett mindre containerfartyg*

Grensle - *Speciell truck som lyfter och transporterar containrar*

GMPH - Gross moves per hour

Lyftok - *Kranars och grenslars lyftanordning*

Main Liner - *Ett större containerfartyg*

OEE - Overall Equipment Effectiveness

TEU (Twenty-foot equivalent unit) - *Enhet som motsvarar en 20-fots lång container*

Twistlock - *Fästanordning mellan container och båt*

ULCV (Ultra Large Container Vessel) - *Stort containerfartyg med plats för över 19 000 TEU*

1 Inledning

I inledningen presenteras bakgrunden till arbetet samt problemformulering, syfte, frågeställningar och de avgränsningar som har gjorts.

1.1 Bakgrund

APM Terminals är ett internationellt logistikföretag som driver containerterminaler runt om i världen. En av dessa är APM Terminals Gothenburg som ligger i Skandiahavnen, Nordens största containerhamn (APM, 2021). Terminalen är den enda i Sverige som kan ta emot världens största containerfartyg, så kallade Ultra Large Container Vessels, som är ca 400 m långa och har plats för mer än 19 000 TEU. Förutom ULCV tar terminalen emot runt 10 fartygsanlöp varje vecka. Från dessa fartyg lossas containrar som ska importeras till Sverige, varpå man lastar enheter som har kommit in till terminalen med tåg eller lastbil och ska exporteras till utlandet. Ungefär hälften av alla import- och export-enheter som kommer in eller avgår från terminalen körs med tåg (APM, 2021). Det finns sex tågspår inne på terminalen där speciella containerkranar för tåg lyfter av och på enheter. Vid kajen används fartygskranar för att lossa och lasta anlöp och runt om på terminalen körs diverse maskiner, främst grenslar (se figur 1.1), som transporterar enheter till och från kranar och lastbilar. Kranar och grenslar blir således några av de absolut viktigaste resurserna för terminalen och APM Terminals som företag.



Figur 1.1 *Fartygskranar och grenslar vid södra kajen på APM Terminals Gothenburg*, APM Terminals, 2020 (<https://www.apmterminals.com/en/gothenburg/about/news-and-updates/200521-port-of-gothenburg-container-traffic-in-full-flow-as-european-ports-falter>)

De senaste åren har APM Terminals Gothenburg investerat hundratals miljoner i nya grensletruckar och fartygskranar. De nya grenslarna är 16 meter höga, har ökat skydd för förare och bidrar till minskat koldioxidutsläpp (Adolfsson, 2014). Just höjden gör att man nu kan stapla fyra containrar, istället för tre, ovanpå varandra vilket leder till att maxkapaciteten i containerparken ökar. Även om det finns en framtidsvision om att grensletruckar och containerkranar ska bli självkörande krävs det i dagsläget utbildade förare för att manövrera dessa maskiner. Följaktligen blir då även förare och övrig operativ personal en kritisk resurs för företaget. Historiskt sett har lönerna i Göteborgs hamn varit höga och även om privatiseringen av hamnen dämpat lönenivåerna något så har grensle- och kranförare fortfarande i förhållandevis höga löner om man jämför med maskinoperatörer inom industrin. Därmed är även förarna av terminalens maskiner en mycket kostsam resurs för APM.

APM vill såklart utnyttja sina resurser så effektivt som möjligt och för att göra detta krävs att man utför mätningar och uppföljning av nyckeltal avseende effektiviteten i arbetet. Det steg i produktionen som skapar det huvudsakliga värdet för APMs kunder är då fartygskranarna lyfter av och på containrar från containerfartygen som kommer in till hamnen. Det finns därför ett behov av att se över kranarnas effektivitet och söka efter förbättringsåtgärder. Detta är något som APM ständigt arbetar med och för varje år som går försöker man att öka kranproduktiviteten.

OEE (Overall Equipment Effectiveness) är ett verktyg som kan tillämpas för just detta ändamål då det mäter effektivitet och identifierar problem och flaskhalsar i produktionen (Stamatis, 2010). OEE-beräkningar tar fram nyckeltal som används för att förbättra effektiviteten i de tre kategorierna; tidstillgänglighet, operationseffektivitet och kvalitetsutbyte. Vanligen används OEE inom tillverkningsindustrin men även för ett logistikföretag som APM är dessa nyckeltal väldigt viktiga för att verksamheten ska flyta på och vara lönsam. För att utnyttja OEE på bästa sätt krävs att man följer upp resultaten och gör flera mätningar för att kunna jämföra och se om de förändringar som gjorts har bidragit till någon förbättring.

Användningen av OEE är ett globalt initiativ från APM som organisation och tanken är att resultaten ska kunna delas mellan APMs terminaler runt om i världen för att gemensamt utveckla en effektivare produktion. APM Terminals Gothenburg har gjort en tidigare OEE-beräkning 2017 men har ej följt upp resultatet. De önskar nu att verktyget ska integreras som en standard på företaget där kontinuerliga mätningar görs för att kunna studera utvecklingen. De vill också veta vad för typ av utmaningar som kan uppkomma i samband med implementering av OEE-beräkningar och hur man skapar förståelse och acceptans på arbetsplatsen.

1.2 Problemformulering

Problemet som har utretts i denna rapport är hur OEE-mätningar kan anpassas och användas på ett smidigt och givande sätt i arbetet på en containerterminal som APM Terminals Gothenburg. Rapporten har även undersökt varför terminalens tidigare mätningar inte följts upp och vad som behöver förändras för att få till regelbundna OEE-mätningar.

1.3 Syfte

Syftet med arbetet är att ta fram en modell för hur en containerterminal som APM Terminals Gothenburg kan samla in mätdata och beräkna OEE-tal på ett smidigare sätt än man gjort tidigare. Syftet är att få till ett långvarigt användande av OEE-mätningar på terminalen och att resultaten från mätningarna används på ett värdefullt sätt. Rapporten är också menad att fungera som ett underlag för andra terminaler som är intresserade av att införa OEE-mätningar.

1.4 Frågeställningar

För att uppnå rapportens syfte kommer följande frågeställningar att besvaras:

- Vad har en containerterminal för nytta med att utföra OEE-mätningar?
- Vad ska man fokusera på och vilken mätdata är mest relevant vid OEE-mätningar på en containerterminal?
- Varför har tidigare mätningar inte följts upp och vad finns det för problematik med att utföra regelbundna OEE-mätningar på en containerterminal?
- Hur inför man regelbundna mätningar av OEE på en containerterminal för att skapa en långvarig förändring?

1.5 Avgränsningar

OEE kan tillämpas på specifika delar inom en produktion men även på produktionssystemet som helhet. Eftersom mest verksamhetsnytta för APM Terminals Gothenburg sker vid kajen har fokus för denna rapport legat på att ta fram en förenklad OEE-modell för fartygskranarna. Kranarbetets komplexitet gör det svårt att använda sig av automatiska OEE-mätningar och därför kommer denna studie först och främst att undersöka manuella mätningar.

Rapporten utreder OEE som ett mätverktyg för en containerterminal och har därför fokuserat på förbättringspotentialen kring införandet och användandet av OEE mätningar. Arbetet innefattar ej en fullständig praktisk mätning och inte heller förbättringsarbetet som sker efteråt för att höja OEE-talet.

2 Metod

I metodavsnittet beskrivs de metoder som använts för att genomföra arbetet och besvara frågeställningarna.

2.1 Fallstudie

Eftersom denna studie endast har utgått ifrån de förutsättningar och arbetssätt som används på APM Terminals Gothenburg får studien betraktas som en fallstudie. Det innebär att APMs verksamhet får representera en generell containerterminals verksamhet. Då den här studien endast fokuserar på en del av APMs produktion blir fallstudien mycket användbar tillsammans med andra metoder. Under en fallstudie förekommer också många variabler och ett av metodens syfte är att skapa förståelse och precisera frågeställningarna under arbetets gång (Ejvegård, 2003). Eftersom den här studien innehöll mycket praktisk datainsamling i närhet till forskningsobjektet kunde frågeställningarna därför färdigställas under ett senare stadie i arbetet. Ejvegård (2003) menar på att man bör även vara försiktig när slutsatser dras under en fallstudie för att ensamma fall inte kan representera en hel verklighet. För den här studien innebär det att endast en del av produktionen på en av APMs alla containerterminaler har undersökts angående implementeringen av OEE-mätningar. Man bör alltså ta hänsyn till detta innan antaganden görs för andra delar av produktionen och andra containerterminaler.

2.2 Litteraturstudie

Arbetet påbörjades med en övergripande litteraturstudie av relevant material som publicerats av Chalmers bibliotek i deras databas för att få den ämneskunskap som krävs. Det handlade till stor del om vetenskapliga artiklar, läroböcker och rapporter om liknande forskning. Exempel på ämnen och sökord som användes är OEE-beräkningar, förändringsarbete, och containerhamn. De referenser som angavs i verken användes sedan för att följa hänvisningskedjor som hjälpte till att hitta den information som var central för just det här arbetet. Blomkvist & Hallin (2015) menar på att en överläsning där ett brett område täcks är nödvändigt för att skapa förståelse för arbetet. Genom att ta reda på vilken kunskap som redan fanns inom området kunde en trovärdig referensram skapas. Den litteratur som identifierades studeras med ett kritiskt förhållningssätt. De metoder och antaganden som gjordes under tidigare forskning kring OEE granskades för att avgöra hur relevant slutsatserna var för den här studien.

2.3 Observationer

För att få en tydligare bild över hur verksamheten vid hamnen fungerar och hur arbetsklimatet är på plats gjordes ett flertal besök på terminalen. Detta gjordes för att införskaffa mer förståelse kring hur tidigare OEE-mätningar har utförts och vad för typ av data som mäts idag. För att undersöka problematiken med nuvarande metoder för OEE-

mätningar genomfördes även en kortare testmätning under arbetets gång. Denna mätning utfördes tillsammans med personal från APM för att bland annat få insikt i hur omfattande en riktig mätning behöver vara för att få ett givande resultat.

David & Sutton (2017) beskriver att man som forskare kan inta fyra olika roller vid observationer av sitt forskningsobjekt; *den fullständiga observatören*, *observatören som deltagare*, *deltagaren som observatör* och *den fullständiga deltagaren*. Observatörens roll definieras utifrån i vilken grad han deltar i de aktiviteter som ska observeras. Den *fullständiga observatören* deltar inte själv i aktiviteterna utan gör observationer från sidan av medan *den fullständiga deltagaren* går helt in i rollen som deltagare i de aktiviteter som ska observeras (David & Sutton, 2017). *Den fullständiga deltagaren* har möjligheten att dölja sin forskarroll och på så sätt få en mer realistisk bild av det som ska studeras. Dock blir det då svårt att själv styra över vad som ska observeras och att föra anteckningar kan röja en eventuell täckmantel. *Den fullständiga observatören* kan gå miste om vissa upplevelser då man inte blir ansedd som en i gruppen men har till fördel att man kan styra mer över sina observationer och kontinuerligt föra anteckningar.

Under de observationer som utförts på APM Terminals Gothenburg har valet gjorts att röra sig mellan rollerna som *observatören som deltagare* och *den fullständiga observatören*. Valet baserades på att forskarna kände sig tvungna att kontinuerligt föra anteckningar för att inte gå miste om nödvändig information. Dessutom gör avgränsningen av detta arbete att forskarna var tvungna att ha en bestämd agenda vid observationerna för att önskad information skulle lyckas inhämtas. David & Sutton (2017) skriver att fältanteckningar ger forskaren möjlighet att reflektera över vad han funnit och att denna reflektion kan leda till nya idéer om vad som är viktigt i hans forskning. Detta är något som märks av under observationerna på terminalen och rapportens inriktning och fokus har till viss del justerats efter erfarenheter från observationer.

2.4 Intervjuer

Datainsamling har också skett i form av att förbereda, utföra och analysera intervjuer. Detta är en väl använd metod vid kvalitativ forskning och erbjuder flexibilitet vid insamlingen av data (Bryman, 2011). Blomkvist & Hallin (2015) beskriver intervjumetoden som ett sätt att göra oväntade upptäckter och kan hjälpa till med att precisera de problem som undersökningen är skapad för att svara på. Detta är särskilt användbart när problemformulering är mångtydig och det finns flera olika svar på frågorna som vid den här studien.

Intervjuerna valdes att genomföras som semistrukturerade då specifika teman berördes och en viss ordning var nödvändig för att hålla respondenterna till ämnet. En semistrukturerad intervju innebär att de intervjuade har möjlighet att svara fritt på frågorna och uppmanas att utforma svaren på deras egna sätt (Bryman, 2011). Detta är viktigt för att få en bredare variation på svaren vilket medför en djupare analys. Öppna frågor ger intervjuaren chansen

att ifrågasätta sina förväntningar och även arbetets frågeställningar om svaren antyder att vissa av frågorna är irrelevanta eller bör omformuleras.

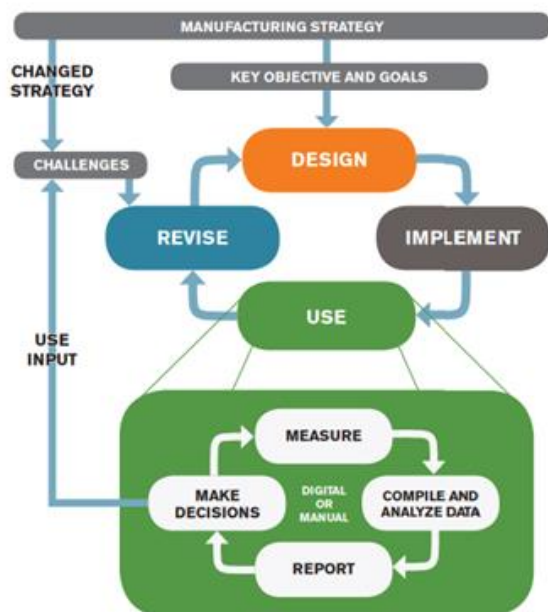
Intervjuerna skedde dels med management-personal för att ta reda på mer om de gamla mätningarna och hur uppföljningen har skett. Intervjuer genomfördes också med operativ personal för att undersöka hur de förhåller sig till arbetandet med mätningar och vad som motiverar dem att genomföra dessa. Intervjuerna utfördes anonymt för att säkerställa att respondenten vågar öppna upp sig och är mer villig att svara ärligt på frågorna (Blomkvist & Hallin, 2015). Under varje intervju var två intervjuare på plats där en ställde frågorna och den andra förde anteckningar. I vissa av fallen medtogs en bandspelare för att ge möjlighet till att gå tillbaka och föra en noggrannare analys av en intervju ifall det skulle behövas. En nackdel med att medta en bandspelare är att respondenten kan reagera negativt och vara mer försiktig när hen svarar på frågorna (Bryman, 2011). För att motverka detta informerades den intervjuade om syftet bakom undersökningen och hur hens svar kommer att användas i studien.

3 Teori

I Teoriavsnittet beskrivs innebörden av nyckeltal och en förklaring till OEE och dess komponenter.

3.1 Nyckeltal

Ett nyckeltal är en typ av indikator som kan användas för att värdera ett företag och som underlag för beslut. Nyckeltal, eller key performance indicators, är viktiga för att kunna förstå och kommunicera ett företags utveckling mot sina mål. Almström et al. (2017) menar på att nyckeltal har tre huvudsakliga syften: Rapportera, kontrollera och förbättra. Vissa nyckeltal används endast för ett av syftena medan andra är lämplig för alla tre. Nyckeltal har också en livscykel som visas i figur 3.1. Livscykeln börjar vid tillverkningsstrategin som är länkad till organisationens mål. Innan man designar och implementerar ett nyckeltal är det viktigt att förstå vad som ska mätas och hur det ska mätas. Implementationen kräver också att hela organisationen är engagerad och det är viktigt att hitta sätt att motivera de anställda (Almström et al., 2017). I själva användandet av nyckeltalet ingår fyra steg: Mäta, sammanställa och analysera data, rapportera och ta beslut. Efter att besluten har tagits och åtgärder införts ska organisationen se över nyckeltalet. Om nya mål har tillkommit måste företaget då bearbeta nyckeltalets design och deras strategi.



Figur 3.1 Nyckeltalens livscykel, Almström et al, 2017

När man designar ett nyckeltal är det viktigt att veta syftet bakom det. Man ska också känna till de komponenter och underkomponenter som behövs för att beräkna nyckeltalet. Ett vanligt problem vid utformandet av ett nyckeltal är att komponenterna inte är tydligt definierade och förstådda (Almström et al., 2017). Folk i samma organisation kan ha väldigt olika uppfattning om vad en viss komponent innebär vilket skapar konstanta konflikter och gör nyckeltalet ineffektivt. Almström et al. (2017) tar upp ett antal punkter som ett nyckeltal bör uppfylla innan det implementeras:

- Det ska vara relaterat till företagets mål och tillverkningsstrategi.
- Det ska vara medvetet om skillnaderna mellan avdelningar, platser och omständigheter.
- Det ska stimulera förbättringsarbete snarare än bara övervaka.
- Det ska finnas en tydlig metod för datainsamling och beräkning.
- Det ska vara enkelt och enkelt att använda.

För att implementationen av ett nytt nyckeltal ska fungera smidigt är det viktigt att ledningen är så involverade som möjligt för att motivera och få med hela organisationen (Almström et al., 2017). Genom att sätta åtkomliga mål med belöningar triggas det de anställdas vilja att uppnå dessa mål och skapa förbättring. Ledningen bör också sköta utbildningen av de anställda som är med och arbetar med nyckeltalen. Det handlar om att kommunicera definitionen av nyckeltalen som ska beräknas och deras komponenter samt hur resultatet ska tolkas (Almström et al., 2017).

När nyckeltalet har tagits fram behöver det analyseras och presenteras för att ligga till grund för beslutstagande. Nyckeltal ska användas som ett jämförelsemått för att styra företaget i rätt riktning. För att nyckeltalet ska vara till någon hjälp är det därför viktigt att veta vad för typ av beslut som kan komma att påverkas av mätningarna och deras resultat (Almström et al., 2017). Om detta är oklart kan man ha tagit fram en mängd information som ingen vet hur den kan användas. Informationen behöver också sammanställas på ett bra sätt för att det ska vara lätt att förstå för alla intressenter.

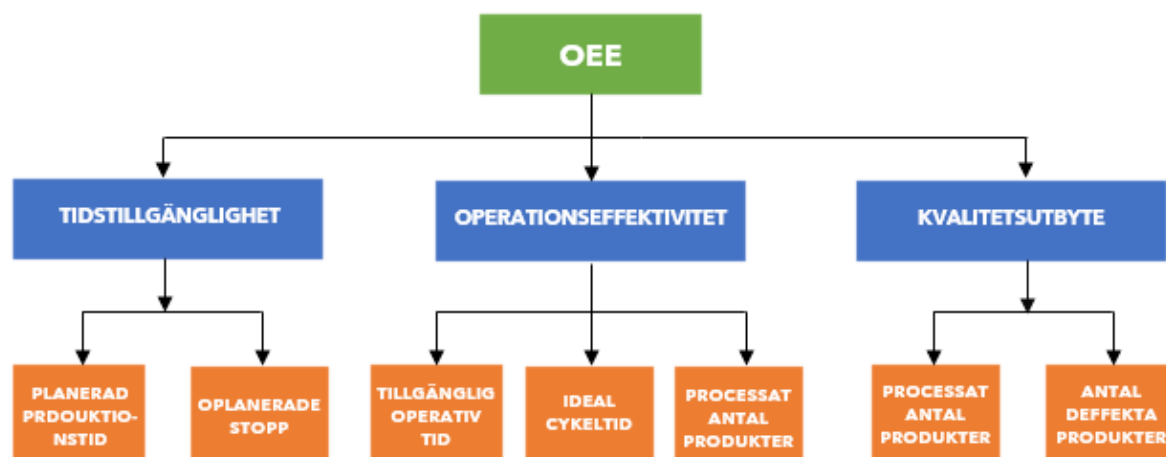
3.2 OEE

OEE är ett nyckeltal som används för att ta reda på den övergripande effektiviteten hos en produktionslinje eller maskin. Genom att ta hänsyn till nyckeltalets komponenter; tidstillgänglighet, operationseffektivitet och kvalitetsutbyte ger OEE en helhetsbild över utnyttjandegraden (Stamatis, 2010). Dessa komponenter fås fram genom att mäta och beräkna deras underkomponenter (Se figur 3.2). Saha et al. (2016) beskriver OEE som ett av de viktigaste nyckeltalen för tillverkande företag. Eftersom OEE hjälper till att identifiera

förluster och potentiella förbättringar är det även ett attraktivt verktyg för företag som sysslar med annat än bara tillverkning. Målet med OEE är att öka produktiviteten, minska kostnaderna samt öka medvetenheten om maskinerna (Stamatis, 2010). Den faktiska ekvationen för OEE ser ut som följande:

$$OEE = \text{Tidstillgänglighet} \times \text{Operationseffektivitet} \times \text{Kvalitetsutbyte}$$

För att kunna kalkylera OEE krävs insamling av data från processen som utförs av maskinen eller produktionslinjen. Beroende på hur systemet ser ut kan detta antingen göras automatiskt eller för hand av personal. Den huvudsakliga informationen som behöver samlas in under en OEE-mätning är driftstopp för resursen och av vilken anledning stoppen sker samt antal producerade enheter under en viss tidsperiod tillsammans med antalet defekta produkter. Mätningarna måste ske kontinuerligt och under en bestämd tidsperiod (Saha et al., 2016). När uträkningen väl är gjort kan resultatet analyseras för att hitta de största förlusterna och potentiella flaskhalsar. Dessa kan sedan optimeras genom förbättringsåtgärder. För att undersöka hur dessa förändringar har påverkat produktionen är det viktigt att följa upp och göra nya OEE mätningar. Företag kan på så sätt se vilka åtgärder som hade störst påverkan och vilka de nya flaskhalsarna är. Genom kontinuerligt förbättringsarbete kan företag höja sin effektivitet för att uppnå ett OEE värde på 85 % eller högre vilket anses vara världsklass (Stamatis, 2010).



Figur 3.2. Överblick över nyckeltalet OEE och de komponenter som ingår, Författarnas egna verk

Som nämnt ovan är regelbundna OEE mätningar användbart för att se över utvecklingen av effektivitetsgraden hos en resurs på en produktion. Men OEE låter även företag jämföra

resursen med en liknande hos en annan produktion. För ett företag som driver containerterminaler kan det handla om kranproduktivitet för olika kranarna världen över. Detta skapar ett globalt samarbete mellan terminalerna i en internationell organisation där man kan ta del av andras förbättringsförslag på särskilda problem som kan vara gemensamma för alla terminaler. För att detta ska vara möjligt är det viktigt att alla använder samma parametrar och ekvationer vid uträkningen av OEE. Dessa kan nämligen skilja sig åt mellan branscher och tillämpningsområden. En del värden är mindre relevanta för vissa företag och för att kunna göra dessa jämförelser krävs därför en standardmetod som appliceras för varje komponent inom OEE.

3.2.1 Tidstillgänglighet

Tidstillgänglighet är den del av OEE som representerar hur mycket tid som finns tillgänglig att utföra operationer baserad på den schemalagda tiden (Stamatis, 2010). Den tar hänsyn till stopp som haverier, ställtider, justeringar och övriga väntetider i produktionen. Tidstillgängligheten kan enkelt uttryckas som sannolikheten att en resurs kommer att vara användbar när den behövs. Ekvationen för tidstillgänglighet är:

$$\text{Tidstillgänglighet} = \frac{\text{Planerad produktionstid} - \text{Oplanerade stopp}}{\text{Planerad produktionstid}}$$

där

$$\text{Planerad produktionstid} = \text{Brutto arbetstid} - \text{Planerade stopp}$$

Tidstillgänglighet ignorerar faktorer som prestation och kvalitet men även de planerade stoppen (Stamatis, 2010). Planerade stopp inkluderar stopp som raster, möten och underhåll där maskinen eller resursen inte utnyttjas under arbetstid. Det är ovanligt att de planerade stoppen räknas med i tidstillgängligheten men om ett företag väljer att göra detta skulle deras tidstillgänglighet minska. Detta skulle resultera i ett lägre OEE-tal men det skulle också främja förbättringsarbete kring den planerade stopptiden och motivera företaget att effektivisera sitt planerade underhåll.

Nord och Johansson (1997) tar upp tre komponenter inom tidstillgängligheten där olika typer av förluster kan förekomma. Dessa är funktionssäkerhet, underhållssäkerhet och underhållsmässighet. Funktionssäkerheten berör hur länge en resurs kan fungera utan fel och mäts som MTBF (Mean Time Between Failure). Detta förutsätter att resursen har möjligheten att repareras. Om detta inte är fallet används istället MTTF (Mean Time To Failure). MTBF påverkas av tillståndskontroller och inspektioner för att säkerställa att ett haveri inte är på väg att inträffa. Efter ett problem väl har uppstått är det viktigt att undersöka vilken metod som hade kunnat användas för att upptäcka felet innan det skedde och på så sätt öka medeltiden mellan felen (Nord och Johansson, 1997). Underhållssäkerhet

handlar om den tiden efter ett produktionsavbrott har uppstått tills dess att reparationen eller åtgärden kan påbörjas. Den mäts som MWT (Mean Wait Time) och kan påverkas av personal, rapportering samt tillgängliga verktyg och reservdelar. Underhållssäkerhet kan beskrivas som hur väl förberett ett företag är på de problem som kan uppstå. Underhållsmässighet har sin grund i hur lång tid reparationen tar att utföra och mäts i MTTR (Mean Time To Repair). Faktorer som påverkar MTTR är felsökning, montering och provkörning. Här spelar kompetensen hos reparatören en stor roll men även komplexiteten hos systemet och hur lätt det är att reparera.

Stamatis (2010) menar på att en tidstillgänglighet på 100 % är näst intill omöjlig att uppnå då stopptider uppstår i alla produktioner men en standard ligger kring 90 %. För att höja tidstillgängligheten finns det flera förbättringsåtgärder som företag kan utföra:

- Identifiera de vanligaste och mest tidskrävande problemen och hitta sätt att eliminera dem.
- Prioritera underhåll för att öka MTBF och minska antalet haverier.
- Utbilda personal och höj förberedelsen för att minska MWT.
- Analysera reparationsåtgärderna för att minska tiden då en resurs är ur funktion.

3.2.2 Operationseffektivitet

Operationseffektiviteten representerar hur effektivt en resurs arbetar utifrån den tid som faktiskt finns tillgänglig (Stamatis, 2010). Måttet tittar på resursens hastighet för att se hur mycket som produceras i jämförelse med hur mycket som kan produceras under ideala förhållanden. Operationseffektiviteten tar alltså inte hänsyn till stopp som påverkar tillgängligheten utan fokuserar på faktorer som reducerar hastigheten eller småstopp som inte hinner klockas. Hastighetsförluster kan vara svåra att upptäcka då utrustningen fortfarande är aktiv och producerar artiklar (Nord och Johansson, 1997). Dessa förluster blir också svårare identifiera och mäta när cykeltiden kan variera bland de detaljer som produceras. Ekvationen för operationseffektivitet är:

$$\text{Operationseffektivitet} = \frac{\text{Ideal cykeltid} \times \text{Processat antal produkter}}{\text{Tillgänglig operativ tid}}$$

där

$$\text{Tillgänglig operativ tid} = \text{Planerad produktionstid} - \text{Oplanerade stopp}$$

Cykeltiden är tiden det tar att producera en enhet och den ideala (teoretiska) cykeltiden är den högsta hastighet som kan uppnås utan att äventyra kvaliteten på produkten (Stamatis, 2010). Problematiken med att beräkna operationseffektiviteten ligger oftast i att identifiera den ideala cykeltiden. Ibland saknas uppgifter om utrustningen och i vissa fall har den modifierats vilket påverkar cykeltiden. Nord och Johansson (1997) har rangordnad sju olika sätt som företag kan använda för att bestämma den ideala cykeltiden:

1. Den hastighet som företaget utlovades vid inköp.
2. Den högsta hastigheten hos liknande utrustningar.
3. Den högsta hastigheten i linen.
4. Den högsta hastigheten som testats praktiskt.
5. Den högsta hastighet som beräknats teoretiskt.
6. Den högsta hastighet som noterades under produktion.
7. Den verkliga cykeltiden minus en bestämd ambitionsnivå, alltså en realistisk förbättringspotential.

Standarden för en optimal operationseffektivitet ligger kring 95 %. Om operationseffektiviteten hamnar på över 100 % kan det innebära att man valt fel metod för att ta fram den ideala cykeltiden. Man behöver då ta fram en ny, lägre ideal cykeltid att använda i sina beräkningar. Om maskinen eller resursen inte är helt automatisk kan operationseffektiviteten även komma att påverkas av mänskliga faktorer. Stamatis (2010) tar upp ett antal åtgärder som kan genomföras för att höja nyckeltalet:

- Identifiera onödiga eller oseriösa delprocesser och standardisera dem.
- Analysera klyftan mellan ideal cykeltid och verkligheten cykeltid för att sedan minska den.
- Tillämpa rätt resurser i form av lämpliga operatörer eller processflöden för att öka effektiviteten.

3.2.3 Kvalitetsutbyte

Kvalitetsutbytet är den delen av OEE som tittar på hur många godkända produkter som producerats i proportion till den totala mängden produkter som producerats (Stamatis, 2010). Desto mindre defekta produkter som förekommer desto högre blir nyckeltalet. Kvalitetsutbytet tar alltså inte hänsyn till någon form av tidsbaserade faktorer. Ekvationen för kvalitetsutbyte är:

$$\text{Kvalitetsutbyte} = \frac{\text{Processat antal produkter} - \text{Antal defekta produkter}}{\text{Processat antal produkter}}$$

Förluster som sänker kvalitetsutbytet kan orsakas av faktorer som kassationer och kvalitetsproblem (Nord & Johansson, 1997). För att uppnå OEE i världsklass brukar en standard för kvalitetsutbyte ligga på 99%. Stamatis (2010) har identifierat ett antal förbättringsåtgärder för att åstadkomma detta:

- Installera system och rutiner för att förebygga misstag.
- Förbättra processen för omarbete.
- Undersök om utrustningen är i tillräckligt bra skick för att kunna producera artiklar av god kvalitet enligt målet.

3.2.4 Förutsättningar och metoder för OEE-mätning

Innan en OEE mätning utförs finns det flera faktorer som man bör se över. Det första är att definiera syftet bakom mätningen. Det är efter detta som man sedan kan lägga upp en plan för vilken typ av data som ska mätas för att bäst uppfylla syftet (Stamatis, 2010). När företaget är medvetna om vilken data som krävs ska ansvar för mätningen delegeras. Det är viktigt att klargöra vem som ska utföra mätningen, när det ska göras och hur det ska gå till (Nord & Johansson, 1997). Det ska också finnas en plan för hur resultatet ska redovisas och hur förbättringsarbetet kan komma att utföras. Nord och Johansson (1997) menar på att en mätning som inte följs upp ordentligt är bortkastad tid och ett slöseri på resurser.

Den huvudsakliga data som behöver samlas för en OEE mätning in är information om störningar och stopp i utrustningen. Nord och Johansson (1997) tar upp tre olika metoder som kan användas: Manuell mätning utförd av driftpersonal, manuell mätning utförd av extrainkallad personal och automatisk mätning.

Manuell mätning utförd av driftpersonal eller extrainkallad personal

Manuell mätning utförd av driftpersonal innebär att man utnyttjar den arbetskraft som finns tillgänglig. Den här innebär att det är de operatörer som arbetar kring utrustningen som också ska utföra mätningarna på den. Genom att låta personalen utföra mätningarna känner de sig delaktiga och deras förståelse kring problemen ökar vilket också kan bidra i förbättringsarbetet. Ytterligare en fördel är att personalen inte känner sig övervakade vilket lätt kan ske om företaget väljer att ta in någon utomstående som ska se över deras arbetssätt och utföra mätningarna (Nord & Johansson, 1997).

Ett annat alternativ är att ta hjälp av extrainkallad personal som kan lägga större fokus på mätningarna. Detta innebär att man kan kartlägga problemen och störningarna på kortare tid. Till skillnad från de ordinarie operatörerna som har arbetat med utrustningen under lång tid, kommer den nya personalen in med nya ögonen och kan upptäcka andra typer av problem vilket tillåter ett bättre uppföljningsarbete (Nord och Johansson 1997). Detta är

dock en mer kostsam metod och personalen kommer först behöva lära sig om momenten som ingår i produktionen.

Båda dessa typer av strategier är manuella och kräver någon typ av system för att notera data på. För ordinarie driftpersonal kan detta kännas som en extra arbetsbörda och medföra motstånd. Nord och Johansson (1997) menar på att det kan gå så långt att personalen struntar i att notera kortare stopp. Vare sig man använder ordinarie personal eller extrainkallad är det viktigt att systemet är användarvänligt och adderar värde till arbetet. Saha et al. (2016) menar på att under utvecklingen av en sådan datainsamlingsmetod glömmer man ofta bort själva användaren. Systemet kan verka tydligt för personerna som skapade det men inte för personerna som ska använda det. Designen ska vara smart med varken för mycket eller för lite information och innehålla minimal navigering för att minska bördan. Om personalen tvingas lägga stor ansträngning på mätningen går detta ut över resultatet och man får en felaktig bild av produktionen. Det är alltså viktigt att involvera den operativa personalen i utformandet av systemet för att det ska bli så enkelt som möjligt för dem att använda (Saha, Syamsunder & Chakraborty, 2016).

Trots att systemet är väl genomtänkt och enkelt att använda spelar den mänskliga faktorn en roll i alla manuella mätningar. Att personal glömmer att notera stopp är förekommande och ett annat vanligt problem är att det uppstår en operatörsväntan mellan att ett stopp uppstår tills att det upptäcks. Denna väntan som egentligen skulle räknats som en tillgänglighetsförlust blir då istället en hastighetsförlust (Nord & Johansson, 1997).

Automatisk mätning

Alternativet till manuella mätningar är att införa automatiska. Detta har blivit vanligare då modernare utrustningar ofta är kapabla till att registrera störningar av sig själva. Detta tar i stort sett bort behovet av personal vid mätningarna och på så sätt den mänskliga faktorn. För äldre utrustningar kan det dock kräva mer arbete om man väljer att köpa in och installera system som kan möjliggöra automatisk mätning. Utrustningens komplexitet påverkar hur delaktig operatören måste vara och det leder till att många företag bygger egen utrustning och utför så kallade halvautomatiska mätningar (Nord & Johansson, 1997).

4 Nulägesbeskrivning

För att lyckas göra en rättfärdig analys av tidigare OEE-mätningar och ta fram förslag till förenkling- och förbättringsåtgärder har författarna gjort ett flertal besök på terminalen. Syftet med besöken var att genom intervjuer, observationer och testmätningar försöka förstå arbetsgången och terminalens övriga förutsättningar för framtida OEE-mätningar. Nedan presenteras resultatet i form av en nulägesbeskrivning av företaget APM Terminals, terminalen i Göteborg och arbetsgången på terminalen. Dessutom presenteras tidigare OEE-mätningar och bakgrunden till terminalens nuvarande produktivitetsmål för fartygskranarna. Genom denna beskrivning får läsaren en bättre förståelse av verksamheten och på så sätt även en bättre förståelse av analyserna senare i rapporten.

4.1 Företaget och terminalen

APM Terminals

APM Terminals är ett globalt nätverk som består utav 75 hamnterminaler runt om i världen. Under 2019 tog man emot fler än 34, 000 fartygsanlöp och utförde nästan tolv miljoner containerlyft vilket ledde till en ekonomisk tillväxt på 4 % och intäkter på 3,2 miljarder USD (APM, 2021). Företaget ägs av A.P. Møller - Mærsk A/S som är världens största rederi. Tack vare storleken på både APM Terminals och moderbolaget Mærsk besitter man stor kompetens och erfarenhet inom containerhantering och sjölogistik. Denna värdefulla kunskap kan delas inom organisationen och tillsammans kan man jobba mot ständiga förbättringar i verksamheten. Något som nämns på APMs hemsida är att man genom globalt standardiserade arbetssätt gör det möjligt att ge sina kunder konsekvent hög service på samtliga terminaler runt om i världen. Som en världsledare inom infrastruktur i hamnar hjälper man även hela länder att uppnå sina ambitioner och skapar både jobb och ekonomiskt välstånd. Man beskriver även att man erbjuder rederier konkurrenskraftiga priser, flexibilitet, överlägsen service och att man på terminalerna utför säkra och pålitliga operationer med hög produktivitet.

Göteborgs hamn inklusive containerhamnen har under lång tid ägts av ett svenskt statligt bolag. Men under oktober 2011 skrevs ett avtal under som ger APM Terminals rätt att driva och utveckla terminalverksamheten i containerhamnen under de kommande 25 åren (Göteborgs Hamn, 2012). Den 4 januari 2012 var dagen då APM tog över verksamheten i hamnen och terminalen fick namnet APM Terminals Gothenburg AB. Dåvarande VD för APM Terminals uttalade sig i och med övertagandet av Göteborgs hamn att de ska göra APM Terminals Gothenburg till en av norra Europas ledande containerhubbar. Åren efter APM tog över verksamheten gjordes stora investeringar och idag är terminalen i internationell toppklass (Göteborgs hamn, 2021). Bland annat investerade man i tolv nya grenslar, två nya fartygskranar och två nya järnvägskranar vilket i sig är en investering på flera hundratals

miljoner kronor. Planen från APM Terminals sida är att investera 780 miljoner i terminalen (Göteborgs hamn, 2012).

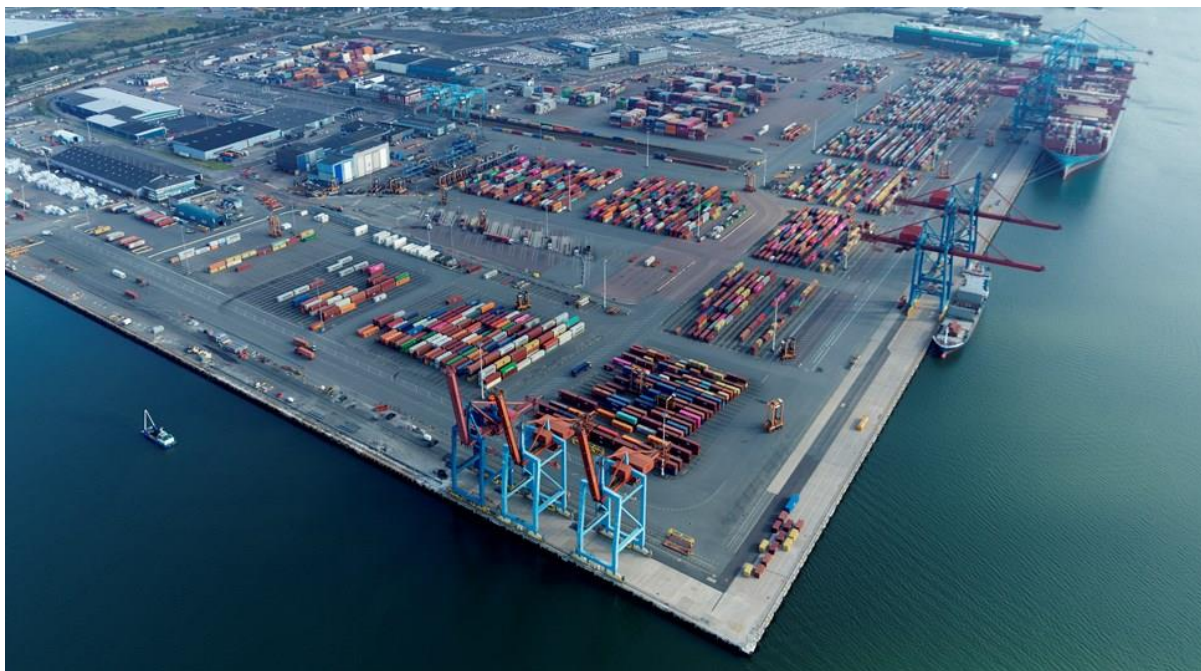
Terminalen i Göteborg

APM Terminals Gothenburg är idag en 80 hektar stor terminal som ger service till över 40 containerrederier varje vecka (Göteborgs hamn, 2021). Med ca 20 anlöp per vecka finns direkttrafik från Göteborgs hamn till Nordamerika, Nordafrika, Mellanöstern, Indien, Sydkorea, Kina och övriga delar av Asien. Förutom de stora containerfartygen (main liners) som omsätter tusentals containrar vid varje ankomst i hamnen, hanteras även dagligen mindre så kallade feeder-båtar som transporterar gods till de stora omlastningsnaven på kontinenten. APM Terminals Gothenburg erbjuder tillsammans med vissa samarbetspartners på terminalen ett brett utbud av värdeskapande tjänster. Förutom omlastning av export- och importenheter erbjuds bland annat containerdepåer och containerservice.

Förutom fartygsanlöp hanterar terminalen dagligen även lastbilar och tåg som har med sig eller ska hämta containrar i hamnen. Terminalen är utrustad med sex tågspår där det får plats tre fullånga tåg på 750 m och dagligen hanteras ca tolv sådana tåg. Tågspåren är utrustade med två speciella järnvägskranar som med hjälp av utbildade kranförare kan hantera ca 80 – 100 enheter i timmen. Ett flertal stora svenska företag som exempelvis IKEA och Julia använder tåg för att transportera import- och exportenheter till och från hamnen.

4.2 Fartygskranar

Längs kajen på terminalen står nio kranar som används för att lossa och lasta de fartyg som anländer till hamnen. Kranarna är av fyra olika modeller och är inköpta vid olika tidpunkter, samtliga är eldrivna. För att kranarna ska komma åt alla positioner på båten kan de röra sig i sidled genom att de står på räls längs kajen. Kranarna benämns som K6 - K14 och står uppradade längs två kajer, den södra och den västra kajen (Se figur 4.1). Kran K6 och K7 står längs den västra medan K8 - K14 står längs den södra kajen. Den södra kajen är den längsta och det är där de största fartygen lägger till. Det är även där de två nyaste kranarna, K13 och K14, opererar. Dessa kranar köptes in 2014 från det tysk-schweiziska företaget Liebherr.



Figur 4.1 På bilden visas en översiktsbild över terminalen. Samtliga kranar längs södra kajen (till höger i bild) har tillräcklig räckvidd för att operera på de största fartygen. K7 och K6 (till vänster i bild) används endast för feeder-fartyg. K5 som syns längst till vänster i bild är tagen ur bruk och används i dagsläget för reservdelar, APM Terminals, 2021

Beroende på storleken på båten som anländer används olika många kranar för att hantera anlöpet. På main liners brukar man använda runt fem kranar samtidigt. På de mindre feeder-båtarna kan det räcka med en kran. Förutom viss skillnad i höjd, längd och kapacitet är samtliga fartygskranar på terminalen i förhållandevis lika när det kommer till funktion. De nyare kranarna används främst till de större båtarna eftersom dessa kranar har bättre räckvidd än de äldre. Dock används de även för mindre båtar då man vill hålla i gång även dessa kranar hela veckan och inte bara de dagar de större båtarna hanteras. När de större kranarna används för mindre båtar kan det försvåra arbetet något eftersom föraren sitter så högt upp i förhållande till båten och därför får sämre sikt.

Planering och styrning

Innan ett anlöp ankommer till terminalen har en planerare tagit fram en körordning som specificerar vilka enheter som ska lossas och lastas och i vilken ordning. Planeringen specificerar även vilka positioner alla enheter har eller ska få på båten och vilken kran som ska lyfta enheterna. Detta är dock en preliminär planering som kan komma att ändras under arbetets gång. Planeraren har sedan en eller två så kallade dispatchers till sin hjälp som har i uppgift att aktivt styra produktionen under arbetets gång. Dessa dispatchers sitter, tillsammans med planeraren, inne på kontoret på terminalen och övervakar och styr över produktionen med hjälp av kameror och kommunikationsradios. Vid avvikelser som till

exempel skadade eller ej hittade containers kontaktar förare i första hand en dispatcher som ensam eller tillsammans med planerare tar beslut och vidtar nödvändiga åtgärder. Det är även dispatchers jobb att ändra om körordningen för båten om omständigheterna förändras och den ursprungliga planen inte längre är att föredra.

Som en länk mellan kontoret och produktionen på kajen finns en eller flera produktionsledare på plats som har kontinuerlig kommunikation med både kontoret och förare och har i uppgift att lösa övriga praktiska moment som inte hör till den huvudsakliga produktionen. Exempelvis vid avvikelser ber ofta dispatcher produktionsledaren att åka ut till kajen och försöka lösa det problem som uppstått. Det är även produktionsledarens ansvar att se till att förarna gör sitt jobb ordentligt och förarna kan ta hjälp av produktionsledaren om de undrar över något arbetsmoment.

Arbetsgång

När ett fartyg anländer till hamnen och lägger till vid en av kajerna tar sig kranförarna upp i de kranar som ska användas. Nedanför varje kran finns ett litet rum som kallas för tallyt. I tallyt sitter en person vars uppgift är att informera kranföraren om vilken container han ska lyfta och vilken position på båten enheten har eller ska få. Kommunikationen sker via komradio. Det är även tallyts uppgift att notera kranfel och andra längre stopp i kranproduktionen. Detta görs med hjälp av ett datorprogram där orsak och längden på stoppet förs in. Utanför tallyt, mellan kranens ben, arbetar en eller två personer med att skruva av och på "twistlocks" från containrar som har lossats eller ska lastas. Twistlocks fungerar som säkringar för containrar som står uppe på däck på båten så de står stabilt under båtens färd. Personerna som arbetar med att skruva av dessa twistlocks kallas för "manuella". Det är även manuellas uppgift att kommunicera med grenslarna och signalera när det är tillåtet att köra in under kranen för att hämta eller lämna en container. Se figur 4.2 för en tydligare bild över arbetsgången.



Figur 4.2 Fartygskranar och grenslar under produktion längs södra kajen. De två kranarna som syns är K14 och K13. Till höger i bild syns två 4H-grenslar och till vänster, på väg in under kranen, två 3H-grenslar, APM Terminals, 2019, Mynewsdesk (<https://www.mynewsdesk.com/se/apm-terminals-gothenburg-ab/news/apm-terminals-framsteg-fraemjande-foer-goeteborgsmiljoen-350090>)

Kranarna kan antingen köra loss, vilket innebär att man lyfter av containrar från båten som ska importeras till Sverige, eller köra last, vilket innebär att man lyfter på containrar som ska exporteras till utlandet. Kranen kan även köra dual-lift, vilket betyder att man lossar och lastar samtidigt. Då lyfter man först av en container men innan kranföraren höjer upp lyftoket igen greppar han en ny container som ska lastas. På så sätt har han nästan alltid en container med sig vilket ökar produktiviteten markant. Denna typ av lastning är endast möjlig om enheterna på båten står placerade på ett visst sätt. Oftast behöver man lossa en hel del enheter innan man kan börja lasta samma utrymme på båten och då är dual-lift ej möjligt. Det är upp till planeraren att avgöra när det är möjligt att köra dual-lift och det står specificerat i körplanen när respektive kran ska köra loss, last eller dual-lift. Det är även möjligt för kranen att lyfta två enheter, antingen last eller loss, samtidigt och detta kallas då för twin-lift. Även detta arbetssätt ökar produktiviteten markant och det ska stå i körplanen när twin-lift är möjligt.

4.3 Fartygsgrenslar

På terminalen finns 39 st så kallade grenslar, eller grensletruckar. Dessa används för att transportera och stapla containrar runt om i parken. Det finns två olika huvudtyper av grenslar, 3H- och 4H-grenslar. Med 3H och 4H menas att de kan stapla tre respektive fyra enheter på varandra. En 3H-grensle är 13,3 m hög och en 4H-grensle är 15,8 m hög vilket innebär att det får plats tre respektive fyra containrar mellan grenslens ben. 4H-grenslarna köptes in 2014 och gjorde det därmed möjligt att öka kapaciteten för max antal enheter i containerparken. De nya grenslarna är mer bränslesnåla och släpper ut betydligt mindre avgaser än de äldre, dessutom har de en lyftkapacitet som är något större än de äldre.

Grenslarnas uppgift

Som sagt används grenslarna till att förflytta enheter inom terminalen. Detta är en viktig del av verksamheten eftersom det inte bara är kranarnas lyft som faktureras till kunderna utan även lyft som görs med grensle. Enheter som har lossats från båt, lastbil eller tåg ska transporteras till lämplig plats i containerparken (Se figur 4.3). Enheter som ska lastas behöver lokaliseras i parken och sedan köras fram till rätt båt, lastbil eller tåg. Det sker även dagligen så kallad parkflytt där man flyttar om enheterna i parken för att de ska stå så lämpligt till som möjligt för nästa avgång.

De grenslar som är avsedda att hantera enheter som ska lossas eller lastas på båt kallas för fartygsgrenslar. Innan båten ankommer har man förberett genom att parkflytta de enheter som ska lastas så att de står i närheten av där båten ska lägga till. Det är planerare tillsammans med dispatchers inne på kontoret som bestämmer var alla containrar ska ställas och denna information skickas ut elektroniskt till grenslarna. I grenslen finns en liten datorskärm där föraren får information om vilken container han ska hämta, vilken position den har och vart den ska köras.



Figur 4.3 Översiktsbild över containerparken där grenslarna förflyttar containrar med syfte att rätt enheter ska stå så tillgängligt som möjligt för nästa avgång, 2020, Flickr (<https://www.flickr.com/photos/apmterminals/50382341137/in/album-72157693766927374/>)

Arbetsgång

När båten ankommer och kranarna börjat lossa och lasta är det grenslarnas jobb att lyfta bort de enheter som lossats och köra ut i parken samt köra fram de enheter som ska lastas och ställa under kranen. För en effektiv hantering av fartygsanlöp är det mycket viktigt med ett gott samspel mellan grenslar och kran. Under kranen finns endast två, alternativt tre, platser där containrar kan ställas av. För att kranen därför inte ska behöva stå och vänta är det mycket viktigt att grenslarna direkt kör bort lossade enheter från kranar som arbetar med loss och kör fram last till kranar som håller på att lasta. Kör kranen dual-lift behöver det finnas en ledig plats för kranmannen att ställa loss på samt en framställd last-container som kan lyftas på båten. Utav säkerhetsskäl är varje grensle avsedd att köra containrar åt endast en kran åt gången. Kranföraren, tallyt, manuella och de grenslar som kör åt respektive kran ligger på samma radiokanal så att de ständigt kan kommunicera och motverka olyckor. Det är dispatchers ansvar att fördela grenslar till kranarna så att ingen kran behöver stå och vänta på att få containrar bort- eller framkörda. Märker man att någon kran står och hänger för mycket i väntan på grensle tar dispatcher beslut om fördelningen ska ändras.

4.4 Problem och avvikelser vid kajen

Arbetet i en containerhamn är långt ifrån problem- eller riskfritt. Väder, vind och förseningar gör det svårt att ta fram en exakt planering. Maskinerna som används är stora och kraftfulla och containrar som lyfts kan väga upp emot 30 - 40 ton styck. Dessutom är det människor som styr dessa maskiner och då har man alltid den mänskliga faktorn att räkna med. Planerare och dispatchers på kontoret gör sitt bästa för att planera arbetsgången för varje båt men eftersom det är så pass många faktorer som spelar in blir det aldrig riktigt som man tänkt sig. Hanteringen av varje anlop innebär sin beskärda del av problem och avvikelser.

Tekniska fel på kranarna

Enligt personal på terminalen är den största orsaken till stopp i kranarbetet tekniska fel på fartygskranarna. På terminalen finns ett team med kranetekniker som direkt åker ut och åtgärdar tekniska problem. Eftersom det inte alltid är uppenbart vad problemet är så kan det ibland dröja i förhållandevis lång tid innan kranen är i gång igen. Teamet med kranetekniker har till uppgift att ta hand om kranarna och utför underhållsaktiviteter när kranarna inte används. Detta för att minska risken för kranfel under själva produktionen. Ett längre kranfel kan bli mycket kostsamt för APM i form av förlorade intäkter och missnöjda kunder om man inte hinner lasta alla enheter innan båten ska avgå. Som nämnts tidigare köptes två nya fartygskranar in 2014 vilka har något större kapacitet och flexibilitet än de äldre men anställda upplever att felfrekvensen hos de nya kranarna faktiskt är högre än för de äldre.

Komplikation med grenslar

Under tiden en fartygskran har kranfel blir även planeringen av grenslar påverkad och fördelningen av antal grenslar per kran kan bli ojämn. Grenslarna som skulle ha kört containrar till och från den nu trasiga kranen får antingen köra åt en annan fartygskran, åt en annan avdelning på terminalen eller så får de helt enkelt ställa in grenslen och ta rast för att spara på bränsle. Tekniska fel på grenslarna är dock inte heller ovanligt. En stor orsak till stopp i kranarbetet är att kranen får vänta på att grenslarna ska göra sin del av arbetet och här kan tekniska fel på grenslarna spela en stor roll. Om en grensle får problem kontaktas en maskinreparatör på plats som försöker åtgärda felet men under tiden är det stor risk att kranen delvis blir stillastående i väntan på framkörning eller bortkörning av enheter.

Övriga problem

Förutom tekniska fel på kranar och grenslar har man identifierat ett antal vanliga orsaker till stopp i kranproduktionen. Om det är långt mellan båten och vissa av de containrar som ska köras fram eller köras bort av grenslar så kan det göra att kranen blir stillastående. När twistlocks ska skruvas på eller av containrar, luckor ska lyftas av eller på båten eller när kranförarna byter av varandra blir kranen även då stillastående. Slöserier som beror på den mänskliga faktorn, i form av kompetens och motivation, beräknades 2017 stå för ca 8 % av den totala operativa tiden (APM Terminals, 2017).

Kranstopp och andra problem är en naturlig del av arbetet på en containerterminal men något som man såklart vill minimera för att vara en så konkurrenskraftig terminal som möjligt. En minskning av slöserier och stopp i kranproduktionen leder till högre kranproduktivitet vilket i sin tur leder till snabbare hantering av varje anlöp. Detta är något som såklart uppskattas av rederierna då det blir möjligt för dem åka iväg tidigare till nästa hamn. Dessutom skapar en **effektivare** hantering av fartygen möjligheter för terminalen att ta emot fler anlöp per vecka än man gör i dagsläget.

4.5 Tidigare OEE-mätningar

Nedan presenteras APM Terminals Gothenburgs metoder för tidigare OEE-mätningar. Information har inhämtats genom intervjuer av anställda på företaget men även från interna dokument man delat med sig av.

4.5.1 Mätningen 2017

Under 2017 genomfördes en stor OEE-mätning på APM Terminals Gothenburg. Man tog då hjälp både från APM globalt och från en extern konsultfirma som hjälpte till med mätningarna. Under denna mätning gjordes datainsamling från både kranar och grenslar och utfallet blev 138 timmars mätning med 1300 mätpunkter för kran och 500 mätpunkter för grenslar (APM Terminals, 2017). Mätpunkter avser en klockad process från start till stopp. Vid datainsamlingen för fartygskranarna gjordes en avvägning så att man fick en god variation mellan loss och last, av veckodagar, skift, typ av fartyg och typ av kran. Detta för att få en generell och rättvisande bild av hur produktionen på terminalen ser ut till vardags.

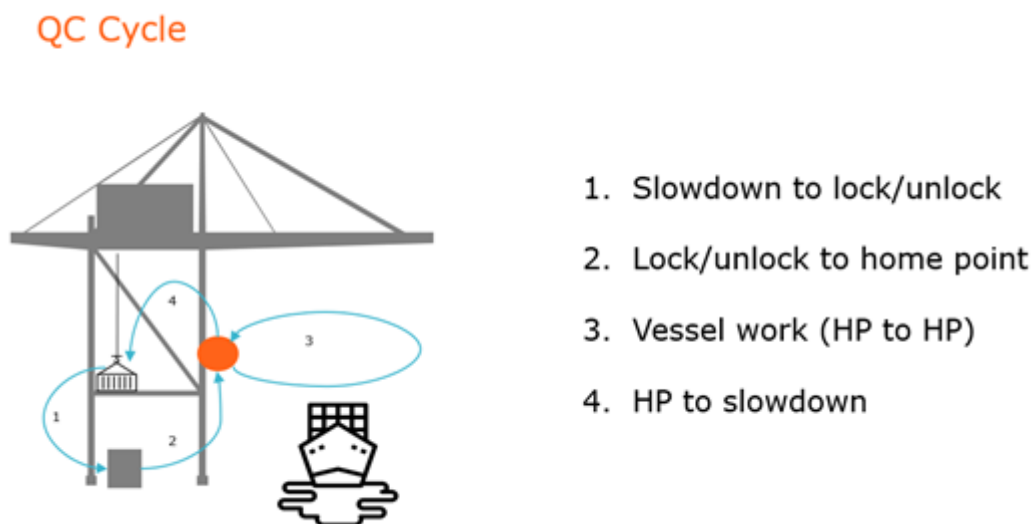
Resultatet av mätningen visade att 58 % av den totala operativa tiden, som kranen alltså skulle kunna utföra värdeadderande arbete, utgörs av diverse slöserier (APM Terminals, 2017). Kranstopp utgjorde nästan en fjärdedel av den totala operativa tiden och väntan på grenslar ca 15 %. Resultatet för OEE-mätningen på grenslarna visade även det att väntan på kran är en bland de största slöserierna (APM Terminals, 2017). Därför kom man fram till att planeringen av antal grenslar per kran kan förbättras. Man kom även fram till att körsträckorna mellan kran och vald container verkar vara onödigt långa och bör utredas.

Utöver OEE-resultaten noterades en hel del, både positiva och negativa, iakttagelser under mätningarna. Några positiva aspekter var bra hantering av twist locks, tydliga trafikregler och smidig hantering av överhöga containers. De mindre positiva iakttagelserna, där potential till förbättring finns, utgjordes av vissa arbetsmoment där man ansåg att fler säkerhetsåtgärder bör tas.

4.5.2 Uppdaterad modell 2020

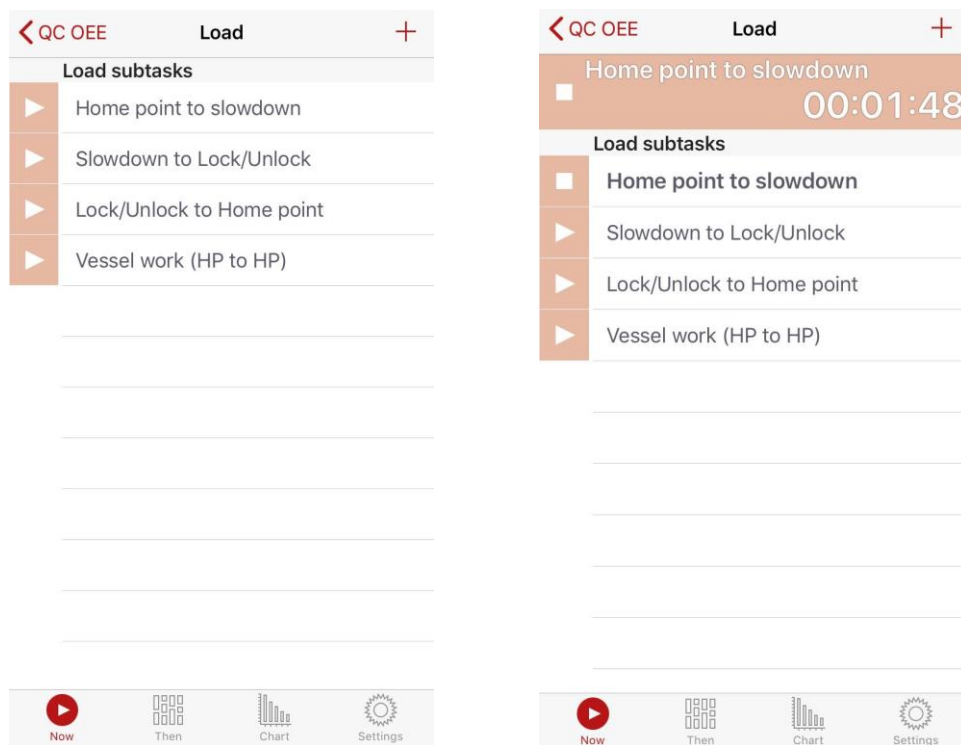
Inför 2020 tog APM fram en ny modell för OEE-mätningar som skulle vara enklare att genomföra än den mycket omfattande mätningen som gjordes 2017. Denna modell innefattar metoder för att mäta effektivitet hos fartygskranar, grenslar men även för RTG

vilket är en typ av maskin som terminalen i Göteborg i dagsläget inte använder sig av. I metoden för att mäta fartygskranarnas effektivitet delade man upp kranens arbetscykel i fyra delprocesser som beskrivs av figur 4.4 nedan.



Figur 4.4 En krans arbetscykel uppdelad i fyra olika delprocesser, HP står för Homepoint, APM Terminals, 2020

Genom att klocka tiden för varje delprocess och notera anledningar till stopp i kranarbetet får man information om vilken delprocess som kranen spenderar mest tid på och även inom vilken delprocess som flest stopp inträffar. Inför dessa mätningar tog man även fram ett verktyg i form av en applikation (se figur 4.5) för mobilen som gör det enkelt att klocka delprocesserna och samtidigt anteckna eventuella stopp. På terminalen i Göteborg utsågs en ansvarig arbetsledare som skulle utföra mätningarna. Arbetsledaren åkte i omgångar ut till kajen med bil och satt där i ca 2 timmar åt gången och klockade delprocesserna.



Figur 4.5 Screenshot från applikation för OEE-mätning, Genom att klicka på den delprocess som skulle mätas började tidtagningen direkt, APM Terminals, 2020

När arbetsledaren märkte att någon process tog ovanligt lång tid försökte man ta reda på anledningen till fördröjningen genom att kontakta kranförare, tally eller dispatcher via komradio. Efter ett par timmar åkte arbetsledaren tillbaka till kontoret där den samlade datan från applikationen kunde exporteras till en Excel-fil med rader för varje klockad process och eventuella stopp. Genom att sammanställa datan från Excel-filen kunde man sedan få fram snitttider för hela cykeln men även för varje delprocess. Man fick även ut hur stor andel av kranens arbetstid som lades på respektive delprocess, minsta och största mätvärde och variationsbredden för varje delprocess. Genom att analysera resultatet från flera mätningar kan flaskhalsar och övriga problem identifieras och förbättringsåtgärder tas. På grund av brist på tid och resurser blev den nya modellen för 2020 aldrig genomförd ordentligt. Arbetsledaren i fråga var ute och utförde en del mätningar men inte tillräckligt många för att få data nog att gå vidare i arbetet med OEE. Mätningarna gav inte tillräckligt med underlag för att ge en rättvis bild av hur produktionen vid kajen ser ut generellt.

4.6 APMs mål för kranproduktivitet

När APM anser att det är dags att uppdatera produktionsmålen tar man hjälp av en business analyst och tillsammans går man igenom hur man har presterat under senaste tiden relaterat till befintliga mål. Man går även igenom vilka förbättringsprojekt man arbetar med i dagsläget och vilka projekt man snart ska sätta i gång med. Utifrån det gör man sedan uppskattningar om hur man tror förbättringarna kommer att påverka kranarnas produktivitet. Det är väldigt svårt att uppskatta hur mycket varje förbättring ska höja kranproduktiviteten men huvudsaken är att man ser att det går åt rätt håll. APM mäter sin kranproduktivitet genom ett nyckeltal som kallas för GMPH. GMPH står för gross moves per hour och avser ett genomsnitt på antalet lyfta containrar i timmen.

Olika mål för olika fartyg

APM uppger att hanteringen av de olika båttyperna som anländer sker i förhållandevis lika men att det finns vissa skillnader som påverkar hur effektivt man kan arbeta. För att målen för kranproduktivitet ska fungera så effektivt som möjligt bör egentligen sådana skillnader tas med i beräkningen av målen och olika mål sättas beroende på hur smidigt båten kan hanteras. För tillfället tar man endast hänsyn till en sådan skillnad och det är storleken på båten. En annan viktig skillnad mellan båttyper är om det är en så kallad "open hatch"-båt eller inte. Om båten inte är open hatch betyder det att det finns luckor mellan lastutrymmen som behöver lyftas bort för att komma åt överallt, vilket resulterar i kortare produktionsstopp för kranarna. Om båten är open hatch har den istället öppna lastutrymmen med så kallade gejdor som håller containrarna på plats (Se figur 4.6).



Figur 4.6 Fartyg med open hatch, Class NK, 2014, *Guidelines for container stowage and securing arrangements (second edition)*
(https://maddenmaritime.files.wordpress.com/2015/01/gl_container_e201412.pdf)

Eftersom fartyg utan open hatch resulterar i extra arbetsmoment som gör hanteringen mindre effektiv kan man argumentera för att produktionsmålet för dessa båtar bör vara något lägre. Dock gör man idag på terminalen ingen uppdelning beroende på open hatch när det kommer till mål för kranproduktivitet.

Enligt management-personal på terminalen hade man även önskat att man delade upp feeder-båtarna i fler kategorier och satte separata mål för varje kategori. Feeder-båtar kan variera i storlek och se väldigt olika ut vilket har betydelse för hur anlöpet hanteras och därmed även för hur effektivt man kan arbeta. Man önskar i framtiden även att målen ska ta hänsyn till om twin-körning är möjligt, eftersom det sättet att lasta och lossa är betydligt effektivare än om man lyfter en enhet i taget.

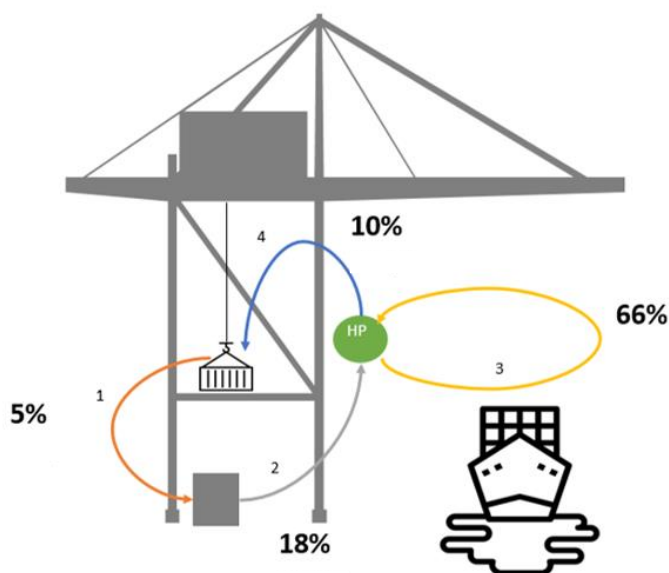
5 Analys

I detta kapitel analyseras de tidigare mätningar som gjordes på terminalen och en ny metod presenteras för att underlätta mätningen och beräkningen av OEE på fartygskranarna.

5.1 Analys av tidigare mätningar

Klockning av delprocesser

Både OEE-mätningen 2017 och den modell som togs fram för 2020 har varit mycket resurskrävande. Trots att den uppdaterade metoden var skapad för att förenkla OEE-mätningen var den fortfarande för omfattande för att terminalen skulle lägga de resurser som krävdes för att utföra den ordentligt. Modellen för 2020 års mätning fokuserade istället på att klocka kranens fyra delprocesser och för att utföra denna mätning krävdes extrainkallad personal. Anledningen till att varje delprocess klockades var för att ta reda på hur stor del av den operativa tiden som kranen spenderar på respektive delprocess och inom vilken delprocess diverse stopp inträffar. I figur 5.1 visas resultatet av en testmätning.



Figur 5.1 Resultat av en testmätning som utfördes med den nya metoden 2020. Procentsatserna visar hur stor del av den operativa tiden som kranen utför respektive delprocess men eftersom detta endast avser en testmätning är ovan resultat ej verklighetstroga, APM Terminals, 2020

Man kan dock ifrågasätta hur viktig denna information är och om det är värt den extra tid det tar att klocka alla delprocesser var för sig. Genom att utföra mätningen på detta sätt krävs att man tar in extrainkallad personal då personen konstant måste sitta med en timer i handen och mäta alla processer. Personen som utför mätningen måste samtidigt dokumentera alla eventuella stopp för respektive delprocess vilket skapar ytterligare stress. Det är ofta inte heller uppenbart vad orsaken till ett stopp är utan den som mäter behöver ofta kontakta kranförare, tally eller dispatcher för att få reda på orsaken. Det blir alltså mycket arbete för ett resultat som egentligen inte nödvändigt i en OEE-beräkning. Att dela in kranens cykel i delprocesser och klocka dessa kan vara intressant i visst avseende men för att beräkna OEE är denna information inte nödvändig.

Huvudfokus vid OEE-mätning

Eftersom det som huvudsakligen ska studeras vid en OEE-mätning är driftstoppen bör huvudfokus ligga på att noggrant och systematiskt fånga upp så många stopp och fördröjningar det bara går. Vid 2017 års omfattande mätning delade man upp stoppen i 13 olika kategorier där en kategori var "Other unexplained losses". Denna kategori stod för hela 10 % av den totala operativa tiden men ger egentligen ingen information om vad problemet är. Alltså finns god anledning att vara ännu mer noggrann vid rapporterandet och kategoriserandet av stopp och andra fördröjningar i produktionen. Det kan vara så att de stopp som inte rapporteras och förklaras ordentligt har gått under radarn en längre tid och att orsaken till dessa stopp aldrig retts ut ordentligt. Det gör det ännu mer relevant att fånga upp just dessa problem och försöka göra något åt de. En av de stora anledningarna till att implementera nyckeltal är att det ska stimulera förbättringsarbete och företaget måste vara medvetna om vad för typ av förbättringar de är ute efter (Almström et al., 2017). När man väljer att kategorisera förluster som oförklarliga försvårar de efterarbetet för sig själva. Det är därför viktigt att APM har ett tydligt mål med vad de vill få ut av att implementera ett nyckeltal som OEE och designa det med hänsyn till detta.

Fullständigt OEE-tal

Den huvudsakliga informationen som ska studeras under en OEE-mätningen är driftstoppen och dess anledningar (Stamatis, 2010). I resultatet från mätningen 2017 presenterar APM detta på ett bra sätt med ett vattenfallsdiagram (APM Terminals, 2017). Vad som saknas dock är själva beräkningen för att få fram ett OEE-tal som sedan kan jämföras med senare mätningar. OEE-beräkningar ska mäta effektivitet utifrån tre parametrar: Tidstillgänglighet, operationseffektivitet och kvalitetsutbyte. Vattenfallsdiagrammet fungerar endast som ett underlag för att beräkna tidstillgängligheten och skapa förbättringar kring den komponenten. Varken den förra eller den nya metoden tar upp hur man utifrån mätdata kan beräkna ett fullständigt OEE-tal med operationseffektivitet och kvalitetsutbyte.

Uppföljning

Det största problemet med de två tidigare OEE-mätningar är dock att de aldrig fick någon ordentlig uppföljning. Man har inte gjort en ny likadan mätning och därför kan man heller inte avgöra om eventuella förbättringsarbeten gett något resultat. Anledningen till att man inte följt upp de föregående mätningarna med nya har enligt anställda på terminalen att göra med brist på tid och resurser. Man har helt enkelt valt att fokuserat på andra arbetsuppgifter och projekt och inte haft tid över att utföra kontinuerliga OEE-mätningar.

5.2 Rekommendationer för ny OEE-modell

Efter att ha studerat verksamheten på terminalen och analyserat tidigare mätningar utifrån relevant teori har rekommendationer för en ny OEE-modell tagits fram. Huvudsyftet är att terminalen ska kunna utföra OEE-mätningar med relativt enkla medel men ändå få ut ett värdefullt resultat som ger underlag till förbättringsarbete.

5.2.1 Utbildning och användandet av ordinarie personal

Engagerad ledning och utbildningar

För att terminalen ska lyckas införa regelbundna OEE-mätningar krävs först och främst ett engagemang och pådrivande från ledningen. Deras involvering är nödvändig för att resten av organisationen ska bli motiverade till att vara med och utföra korrekta mätningar (Almström et al., 2017). Ledningen behöver alltså en utbildning kring OEE för att sedan själva kunna vara med och designa systemet och vara medvetna om syftet bakom den data som samlas in. Stamatis (2010) trycker på att syftet behöver definieras innan man kan lägga upp en plan för vilken data som ska mätas. Detta för att undvika att utföra mätningar i onödan som sedan inte kommer till användning vilket syntes i mätningen 2020.

Ytterligare en anledning till att utbilda ledningen är för att de ska förstå värdet i en OEE-mätning och då fördela resurser så att mätningarna blir av inom bestämda tidsintervall. De som ska arbeta i produktionen under OEE-mätningen bör även de få en kortare utbildning i OEE för att förstå nyttan med mätningarna och inse att det inte handlar om att kontrollera att de arbetar tillräckligt snabbt. Målet med en OEE-mätning är i första hand att effektivisera arbetet genom att identifiera slöserier och problem i produktionen vilket bör uppskattas av samtliga anställda.

Ordinarie personal

De tidigare metoderna har använt extrainkallad personal för att utföra mätningarna vilket är det mer kostsamma alternativet framför användandet av ordinarie personal (Nord & Johansson, 1997). Eftersom terminalens stora problem med att utföra regelbundna mätningar har varit just resurserna så är en lösning att använda den personal som finns på plats. Detta tar också bort känslan av övervakning som kan uppstå när extrainkallad personal används. Det mest effektiva vore om kranföraren själv hade kunnat notera orsaker

till varje fördröjning eller stopp eftersom det är kranföraren som upptäcker det fortast och har mest kompetens kring ämnet. Dock hade det varit svårt för kranföraren själv att hinna med detta extraarbete och det hade inneburit för mycket störningsmoment för att produktionen ska kunna flyta på i normal takt.

Ett alternativ är att de personer som arbetar i tallyt ansvarar för att noggrant dokumentera stopp och fördröjningar. De som sitter i tallyt har bra översikt över kranproduktionen och de har ständig radiokommunikation med kranförare och grensle. Dessutom är redan en av tallyts arbetsuppgifter i dagsläget att notera större fördröjningar och kranstopp. Under en OEE-mätning är det dock viktigt att notera så många stopp som möjligt. Det blir därför extra viktigt att de som arbetar i tallyt under OEE-mätningarna utbildas för att förstå nyttan med OEE och att alla är införstådda med vilken typ av data som behöver samlas in.

Användandet av ordinarie personal innebär också att kompetensen kring OEE stannar på företaget vilket underlättar för framtida mätningar och gör att man enklare kan skapa en rutin för kontinuerliga mätningar. Nord och Johansson (1997) tar även upp hur personal som får vara med och delta i mätningarna och se resultatet är mer motiverade att bidra till förbättringsarbetet. Detta stämmer dock endast om personalen inte känner att mätningarna innebär för mycket extra arbete. Att klocka alla delprocesser hade fortfarande blivit en för stor arbetsbörda för de som sitter i tallyt om det ska adderas till deras vanliga arbetsuppgifter. En ny metod, för att mätningarna inte ska kännas som en för stor arbetsbörda, hade därför behövts introduceras.

5.2.2 Förenkling av mätprocessen

I de tidigare mätningarna har stort fokus legat på att titta på alla delprocesser som förekommer under ett lyft. Detta har varit tidskrävande och inte nödvändigtvis bidragit till att beräkna kranarnas OEE-tal. Genom denna metod lägger man stora resurser på att lokalisera var kranen spenderar mest tid och var de flesta stoppen inträffar. Man kan argumentera för att det är mer värdefullt att istället fokusera på varför det blev stopp. Genom att endast lägga fokus på att fånga upp så många stopp som möjligt och ge en tydlig beskrivning av stoppet, underlättar man arbetet för personalen som ska utföra mätningarna, samtidigt som man skapar bra underlag till förbättringsarbete. Det kommer då inte ske någon konstant klockning av delprocesser utan endast när ett stopp uppstår. Eftersom tallyt redan idag har i uppgift att klocka och dokumentera stopp i kranproduktiviteten är det lämpligt att fortsätta med detta arbetssätt. De som sitter i tallyt använder ett datorprogram där stopp i produktionen enkelt kan klockas och dokumenteras och detta program kan därför fortsätta användas under OEE-mätningarna. Dock är det viktigt att man kommunicerar ut vikten av att vara noggrann och fånga så många stopp som möjligt under mätningen.

I programmet som tallyt använder finns en lista med alternativ på de vanligaste orsakerna till kranstopp (se tabell 5.1). En ny rutin på terminalen är även att man vid tekniska fel på kranen använder alternativet "Kranfel" och sedan fyller i typ av fel utefter de alternativ som visas i

tabell 5.2. När ett fel väl uppstår noterar personen i tallyt starttiden och när felet är åtgärdat noteras sluttiden för att få en total tid över hur länge stoppet varade. Den sammanlagda tiden för de olika stoppen kan sedan användas som underlag för att beräkna ett OEE-tal.

Delay Type	Delay Description
ENBART 1 GR	KÖRNING MED 1 GRENSLE
FEL FARTYG	TEKNISKT FEL FARTYG (LUCKA ETC)
GRENSLE-FEL	STOPP PÅ GRENSLE SOM STOPPAR KRANEN
KONBINGE	LYFTA KONBINGE
KORG/MANUELL	KORGÅKNING. LÅSA UPP ELLER PLOCKA MANUELLA KONOR
KRANFEL	TEKNISKT FEL KRAN. TEKNIKER/EL PÅKALLAD
LASTVÄNTAN	VÄNTAN PÅ LAST
LUCKA	VÄNTAN PÅ ÖPPNA/STÄNGA LUCKA AV FARTYG
LUCKELYFT	LYFT AV LUCKA
MANUELLT/BB	LYFT MED KÄTTING. BREAKBULK ELLER ÖVERHÖGT.
OKET FAST	SPREADER SITTER FAST I FARTYG ELLER CONT
OMPLANERING	VÄNTAN PÅ NY PLAN AV DISPATCHER/PLANERING
SKADA KONOR	PROBLEM MED KONOR. TRASIGA ELLER SITTER FAST.
STORM-STOPP	STORM-STOPP
SURR APMT	VÄNTAN SURR HAMNARBETARE
SURR FARTYG	VÄNTAN PÅ SURR AV BESÄTTNING
TOPPNING	TOPPNING SAMT FÄLLNING AV KRAN
UPPEHÅLL	PLANERAT STOPP

Tabell 5.1 Tallyts lista på felorsaker till kranstopp, APM Terminals, 2021

Delay Type	Delay Description
EL FEL	Alla fel som involverar elektroniken
HIVEN	Ex. Hiven går ej att höja eller sänka
KRANÅK	Kranen kan ej rulla på rälsen
TRALLA	Kranen kan ej rulla på tallan
SPREADER	Något fel med spreadern, Spreaderbyte osv.
ÖVERHETNING	Kranen blev överhettad av olika anledningar
ÖVERLAST	Överlast

Tabell 5.2 Underkategorier till alternativet "Kranfel", APM Terminals, 2021

Genom att använda sig av personalen som sitter i tallyt möjliggör man mätningar där det inte finns något behov av att ta in extrainkallad personal. Saha et al. (2016) skriver om hur framtagandet av nya applikationer för mätning kräver upplärning och kan skapa förvirring då man inte tar hänsyn till användaren. Genom att då låta personerna i tallyt använda sig av ett system som de redan är bekväma med slipper APM ta fram en ny metod för att mäta stopp och undviker detta problem.

5.2.3 Identifiera parametrarna

Eftersom OEE-beräkningar i huvudsak tillämpas på maskiner i fabriksmiljö behöver ingående parametrar anpassas något för att passa in på utrustningen i en containerhamn. Nedan presenteras parametrarna och därefter ges en förklaring till var och en. I förklaringen utgås från att beräkningen görs för en kran under hanteringen av en hel båt, från första till sista lyftet.

Tidstillgänglighet

Enligt kapitel 3.2.1 beräknas tidstillgängligheten enligt följande ekvation:

$$\text{Tidstillgänglighet} = \frac{\text{Planerad produktionstid} - \text{Oplanerade stopp}}{\text{Planerad produktionstid}}$$

Planerad produktionstid kommer att motsvara den tid en specifik kran lägger på att lossa och lasta ett anlöp. Genom att notera klockslaget då kranen lyfte av första enheten och sedan notera tiden då sista enheten lyftes på fås Planerad produktionstid. Skulle det eventuellt ske några driftstopp precis innan första lyftet bör detta noteras som ett oplanerat stopp samt inkluderas i den planerade produktionstiden. Oplanerade stopp innebär egentligen alla stopp under den planerade produktionstiden, under förutsättning att terminalen inte planerat in att kranen ska stå stilla under någon period av hanteringen. Det vill säga alla tekniska fel på kranen som gör att den blir stillastående men även andra faktorer som göra att kranen måste vänta på att fortsätta sitt arbete. Dessa faktorer kan exempelvis vara väntan på att en grensle ska köra fram last, att luckor ska lyftas av båten, att twistlocks ska demonteras eller att kranen står stilla under byten av kranförare. Stoppen rapporteras och sammanställs i det datorprogram som tallyt använder sig av. Den tidstillgänglighet som beräknas utifrån dessa parametrar beskriver hur stor del, av tiden en kran är planerad att arbeta på en båt, som den faktiskt arbetar och inte står stilla.

Operationseffektivitet

Enligt kapitel 3.2.2 beräknas operationseffektiviteten enligt följande ekvation:

$$\text{Operationseffektivitet} = \frac{\text{Ideal cykeltid} \times \text{Processat antal produkter}}{\text{Tillgänglig operativ tid}}$$

Tillgänglig operativ tid i ekvationen ovan avser planerad produktionstid för kranen, minus oplanerade stopp. Processat antal produkter motsvarar det antal lyft som en kran utfört på båten, där ett lyft avser en container. I de fall kranen kör twin och lyfter två enheter samtidigt räknas det då som två lyft.

Ideal Cykeltid

För att beräkna operationseffektivitet behövs en ideal cykeltid. Denna kan vara svår att uppskatta till och med för tillverkande maskiner i en fabriksmiljö och ännu svårare för en lyftkran i en containerhamn. Cykeltiden i den här situationen blir den tid det tar att slutföra ett lyft, det vill säga antingen lasta eller lossa en container.

Enligt teorin som studerats finns sju olika metoder att ta fram den ideala cykeltiden (Nord & Johansson, 1997). De flesta av metoderna är anpassade för producerande maskiner i fabriksmiljö och de tre metoder med högst rangordning är inte applicerbara på kranar i en containerhamn. Den fjärde metoden går ut på att praktiskt testa den ideala cykeltiden genom att utföra en cykel under ideala förhållanden och se hur snabbt den praktiskt taget är möjlig att utföra. Även denna metod blir problematisk för en containerkran eftersom tidsåtgången för ett lyft varierar i förhållandevis mycket. Cykeltiden för en containerkran varierar mycket på grund av faktorer som man själva inte kan påverka. Till exempel vilken position på båten kranen ska ta sig till och hur god sikt föraren har vid den positionen. Den komplexa arbetsmiljön kranen verkar i gör att metod fem, beräkna cykeltiden teoretiskt, får användas. Utav sekretessskäl kan inte verklig produktionsstatistik presenteras och därför används X och Y nedan för att förklara hur APM kan beräkna sina ideala cykeltider.

Under 2017, då den senaste stora OEE-mätningen utfördes med hjälp av professionellt stöd, låg genomsnittet för kranproduktivitet på X enheter i timmen för feeder och Y för main liner (APM Terminals, 2017)². När man körde i det tempot beräknades oplanerade stopp och andra hastighetsförluster tillsammans utgöra 58 % av tiden medan värdeadderande moment stod för 42 % (APM Terminals, 2017). Om ett GMPH på X respektive Y motsvarar 42 % av den planerade produktionstiden kan man räkna ut ett idealt GMPH för en main liner respektive en feeder (Se bilaga 1). Det vill säga om man utnyttjade 100 % av den planerade produktionstiden åt värdeadderande moment så skulle dessa värden för kranproduktivitet

teoretiskt sätt kunna uppnås. Det resulterar i en ideal cykeltid som kan användas vid beräkningen av OEE.

Den operationseffektivitet som beräknas utifrån dessa parametrar beskriver hur nära kranens arbetstempo är den ideala cykeltiden om man bortser från alla stopp, planerade och oplanerade. Det vill säga hur effektivt kranen arbetar, i förhållande till ideal cykeltid, baserat på den tillgängliga operativa tiden.

Kvalitetsutbyte

Enligt kapitel 3.2.3 beräknas kvalitetsutbyte enligt följande ekvation:

$$\text{Kvalitetsutbyte} = \frac{\text{Processat antal produkter} - \text{Antal defekta produkter}}{\text{Processat antal produkter}}$$

Kvalitetsutbyte är inte något som terminalen tagit hänsyn till i deras tidigare OEE-mätningar. Detta är på grund av att det ej finns något tydligt system för att registrera skador som uppstår på plats. Skadorna brukar noteras innan loss eller först vid utlämning och i inget av fallen är det nödvändigtvis APM som orsakat skadan. Om terminalen vill börja undersöka sitt kvalitetsutbyte för att bland annat kunna jämföra sig själva med andra terminaler behöver de införa noggrann dokumentering över skadorna som sker under kranlyften. De behöver då bestämma innan hur stor skadan ska vara för att det ska betraktas som en "defekt" produkt och tas med i ekvationen. I dagsläget bör inte detta vara något som APM behöver fokusera på eftersom skador uppstår så pass sällan att de redan har ett kvalitetsutbyte på över 99%. Att undersöka och förbättra kvalitetsutbytet är mer vanligt bland producerande företag. För ett logistikföretag som APM kan det här dock vara intressant i framtiden om man känner ett behov av att minska de, i förhållandevis, få skador som sker på terminalen.

5.2.4 Beräkningen av OEE

Vad som inte hade gjorts under de tidigare mätningarna var att beräkna de olika komponenterna och ta fram ett OEE-tal som sedan kan användas som ett jämförelsetal. Utifrån ovanstående komponenter kan ett fullständigt OEE-tal beräknas med följande ekvation:

$$OEE = \text{Tidstillgänglighet} \times \text{Operationseffektivitet} \times \text{Kvalitetsutbyte}$$

Nedan presenteras ett exempel på hur data kan sammanställas för att utföra en beräkning av ett OEE-tal på en fartygskran. När APM hanterar ett anlop får de ut statistik i form av

produktionsrapport. Denna rapport kan användas för att ta fram den planerade produktionstiden samt det processade antalet.

<i>Beräkning av OEE för en fartygskran</i>	
Planerad produktionstid	10000 min
Oplanerade stopp	3000 min
Tillgänglig operativ tid	7000 min
Tidstillgänglighet	70,0%
Processat antal	5000
Antal defekta	0 st
Ideal cykeltid	1 min
Kvalitetsutbyte	100,0%
Operationseffektivitet	71,4%
OEE	50,0%

Tabell 5.3 *Exempeluträkning av OEE för en kran*. Siffrorna i tabellen är påhittade för att inte känslig information ska utlämnas. Tabellen fungerar endast som underlag för hur en uträkning kan ställas upp och presenteras.

De olika komponenterna av OEE är inte endast till för att räkna ut det slutliga OEE-talet utan är även indikatorer på var någonstans eventuella effektivitetsproblem ligger. Om tidstillgängligheten anses vara låg eller sjunkande behöver man se över alla oplanerade stopp som skett och försöka identifiera problem. Exempel på sådana problem kan vara tekniska problem med kranen, dåligt samspel mellan grenslar och kran eller att byten av kranförare sköts ineffektivt. Märker man att operationseffektiviteten sjunker ger det en indikation på att se över vilket skick kranen är i och om den kan manövreras så snabbt som den ska. Operationseffektiviteten påverkas även i stor grad av hur mycket twin och dual lift man kör på en båt då dessa arbetssätt ökar produktiviteten avsevärt.

5.2.5 Mätningens omfattning

Den modell för att beräkna OEE som presenterats ovan kräver betydligt mindre resurser än tidigare mätningar. Eftersom ordinarie personal används och det finns tydliga instruktioner för hur mätningen ska utföras bör den kunna genomföras mer frekvent än en gång per år. En rekommendation är att till en början försöka utföra mätningen halvårsvis alternativt kvartalsvis för att få in en rutin. Om det dröjer för länge mellan mätningar finns det en risk att personalen glömmer av hur det går till eller att det inte blir någon uppföljning vilket skedde med de tidigare mätningarna. Terminalen får sedan avgöra om det är nödvändigt med längre tid mellan mätningarna för att man ska hinna genomföra de förbättringsarbeten som ska påverka nästkommande mätning.

Resultaten från OEE-mätningarna kan dels användas för att analysera individuella kranars effektivitet men OEE-talen kan även slås ihop för att ge en gemensam analys av samtliga kranar. Det är därför möjligt att avgränsa mätningar till att bara se till en specifik kran om man är missnöjd med just denna krans prestation. Det är alltså upp till APM hur omfattande varje mätning ska vara. Dock rekommenderas att man iallafall en gång per år genomför en mätning på samtliga kranar för att få en mer helhetlig bild av kranproduktiviteten. Det rekommenderas även att variera mätpunkterna mellan olika typer av båtar och olika skift för att få en verklighetstrogen bild av verksamheten. Även längden på OEE-mätningen får avgöras efter hur mycket resurser som är tillgängliga.

6 Diskussion

Nedan diskuteras nyckeltalets framtida potential på APM och hur man på olika sätt kan utveckla metoden för att ta fram ett OEE-tal.

Utveckling av nyckeltalet

I ett nyckeltals livscykel ingår bearbetning av nyckeltalet för att det ska passa företagets strategi och det mål de strävar efter. Detta gäller även för OEE och hur det ska användas på APM. Den OEE-modell som togs fram för det här arbetet är relativt simpel och går att utvecklas för att ta med fler parametrar och skapa nya möjligheter för förbättringar. Varför den passar APM i dagsläget är för att den kräver mindre resurser och är enklare att utföra än tidigare mätningar. När APM sedan uppnår sina mål bör de se över nyckeltalets design för att se hur det anpassar sig till de nya målen. Exempelvis om man sätter nya individuella produktionsmål för olika båttyper eller om man märker att operationseffektiviteten överstiger 100 %, behöver man se över och uppskatta en ny ideal cykeltid för kranen.

Ett av nyckeltalens syfte är också att det ska fungera som ett jämförelsetal för att studera ett företags utveckling. Det är särskilt användbart om ett företag som APM kan använda det för att jämföra sina olika terminaler runt om i världen. För att detta ska vara möjligt måste alla terminaler utföra mätningarna och beräkningarna på samma sätt. Det måste finnas en global förståelse för hur komponenterna ska tas fram och vilka ekvationer som ska användas för att beräkna nyckeltalen. Om detta inte är uppfyllt kan företagets olika nyckeltal inte sättas i relation till varandra och det blir svårt att veta vilka typer av förbättringsåtgärder som kan utnyttjas på flera av företagets terminaler. Eftersom modellen som har tagits fram för den här rapporten är en ny modell som är avsedd för att testas på APM Terminals Gothenburg kommer det inte finnas någon terminal som har ett liknande nyckeltal att jämföras med. Om mätningarna sedan skulle fungera som förväntat kan terminalen i Göteborg hjälpa andra terminaler att implementera nyckeltalet. Därefter finns möjlighet att jämföra tidstillgänglighet, operationseffektivitet och slutligt OEE-tal för kranarna på APMs samtliga terminaler och tillsammans arbeta med förbättringar.

Automatiska mätningar

Trots att den nya metod som tagits fram är simpel och ska underlätta arbetet för personalen spelar den mänskliga faktorn fortfarande roll. En viss operatörsväntan kommer i somliga fall uppstå när personen som sitter i tallyt inte uppfattat att ett stopp har inträffat. Detta är svårt att undvika om man inte väljer att införa automatiska mätningar. För APMs fartygskranar som är relativt komplexa utrustningar där många olika typer av fel kan uppstå kan det dock bli svårt att implementera automatiska mätningar. Eftersom OEE är ett förhållandevis nytt koncept på APM gynnar det också företaget att utföra manuella mätningar till en början för att skapa en förståelse kring ämnet. När företaget och personalen sedan är bekväma med att utföra mätningarna skulle APM i så fall kunna införa halvautomatiska mätningar för att

ytterligare minska arbetsbördan. För APMs fall kan detta innebära att kranarna registrerar vissa typer av stopp själva men att det fortfarande finns en operatör på plats som har översikt.

Implementering på järnvägs-kranarna

Detta arbete har avgränsat sig till att endast fokusera på fartygskranarnas utrustningseffektivitet. OEE är dock en metod som kan användas på de flesta sorters maskiner och utrustning för att optimera utnyttjandet av resursen. På APM används, förutom fartygskranar, ytterligare ett flertal olika dyrbara maskiner som företaget såklart vill utnyttja så effektivt som möjligt. Därför finns stora möjligheter att utvidga användandet av OEE-mätningar på terminalen. Ett första steg kan vara att se på järnvägs-kranarna. Dessa kranar används på ett mycket liknande sätt som fartygskranarna och därmed bör den nya modellen för OEE-beräkning som presenteras i denna rapport även kunna användas på järnvägssidan. Cykeltiden för järnvägs-kranarna varierar inte lika mycket som på fartygssidan vilket även gör det enklare att uppskatta en realistisk ideal cykeltid. En viktig skillnad är dock att järnvägens kranförare inte har något tally som kan notera avvikelser. På järnvägen dokumenteras i dagsläget endast längre kranstopp som beror på tekniska fel på kranarna. För att den nya OEE-medellen ska kunna appliceras på järnvägssidan kommer man troligtvis bli tvungen att använda sig av extrainkallad personal som kan fånga upp och dokumentera alla stopp.

7 Slutsats

Nedan presenteras rapportens slutsats i form av svar på de frågeställningar arbetet har utgått ifrån.

- **Vad har en containerterminal för nyttor med att utföra OEE-beräkningar?**

Genom att utföra noggranna OEE-mätningar kan en containerterminal som APM få en bra överblick över hur effektivt de använder sina kranar. Eftersom det sker så pass många driftstopp under användandet av utrustningen är OEE ett bra nyckeltal att se över då dess stora fokus är att mäta just störningar. För en internationell containerhamnsverksamhet som APM är OEE passande då det tillåter organisationen att tydligt jämföra sin effektivitet med andra terminaler och tillsammans jobba med förbättringar.

- **Vad ska man fokusera på och vilken mätdata är mest relevant vid OEE-mätningar på en containerterminal?**

Syftet med att utföra OEE-mätningar är att effektivisera arbetsmetoder och användandet av utrustning. För att göra det behöver man identifiera flaskhalsar, onödiga moment och övriga förluster. Det som blir viktigast att fokusera på blir således att fånga upp så mycket stopp som möjligt för att avgöra vilka förbättringsåtgärder som kan tas för att minska förluster och optimera flödet. Arbetet på en containerterminal skiljer sig åt från arbetet i en fabriksmiljö och eventuella problem och avvikelser i det dagliga arbetet är ofta betydligt fler på en containerterminal. Den aspekten gör att det blir ännu viktigare att fokusera på att just mäta, dokumentera och analysera dessa avvikelser för en containerterminal. Eftersom OEE-mätningar utförs för att ta fram ett jämförelsetal är det mycket viktigt att tydliga instruktioner och rutiner finns kring arbetet så att det blir gjort på samma sätt varje gång.

- **Varför har tidigare mätningar inte följts upp och vad finns det för problematik med att utföra regelbundna OEE-mätningar i en containerhamn?**

De metoder som använts tidigare på terminalen för att ta fram OEE har varit väldigt omfattande och ledningen har själva märkt att det krävs för mycket resurser för att följa upp tidigare mätningar. Att mäta och undersöka stopp enligt OEE är desto svårare om utrustningen är komplex vilket också är fallet för fartygskranar i en containerterminal. Finns det ingen tydlig plan för hur och när nästa mätning ska inträffa blir det också svårt att införa regelbundna rutiner för att mäta OEE. För tidigare mätningar har även extrainkallad personal använts vilket innebär att kompetensen inte stannar på företaget när mätningarna är slutförda. Därav finns det ingen motivation hos de som är kvar på företaget att följa upp och utföra nya mätningar. Detta tillvägagångssätt gör det svårare att förankra metoden på arbetsplatsen.

- **Hur inför man regelbundna mätningar av OEE i en containerhamn för att skapa en långvarig förändring?**

Först och främst är det viktigt att utbilda ledningen för den operativa verksamheten för att de ska se värdet av OEE-mätningar och tillsätta de resurser som behövs. Dessutom bör operativ personal utbildas så att även de ser nyttan med mätningarna och förstår att det inte handlar om att kontrollera deras arbetstempo, utan att målet är att göra arbetet lättare och mer effektivt för alla parter. Det är även viktigt att skapa tydliga rutiner för utförandet så att det inte uppstår oklarheter och osäkerhet när mätningarna väl ska utföras. Börja med ett upplägg som är enkelt att utföra mer frekvent för att göra OEE till en naturlig del av arbetet. Utveckla sedan modellen med tiden för att få en mer omfattande effektivitetsanalys av terminalens verksamhet.

Använd, om möjligt, driftpersonal till mätningarna för att få mer förståelse och förankring av OEE i organisationen. Det leder även till att personalen inte känner sig övervakade vilket gör att en mer verklighetstrogen bild av verksamheten fångas under mätningen. Mätningarna ska slutligen generera ett resultat som lätt kan återkopplas och förstås både uppåt och nedåt i organisationsstrukturen.

Referenser

Adolfsson, C. (2014, december 18). *Nya grensletruckarna på plats i Göteborgs containerterminal*. Vårt Göteborg. <https://vartgoteborg.se/trafik/nya-grensletruckar-i-containerterminalen/>

Almström, P., Andersson, C., Ericson Öberg, A., Hammersberg, P., Kurdve, M., Landström, A., Shahbazi, S., Wiktorsson, M., Windmark, C., Winroth, M., Zackrisson, M. (2017) *Sustainable and resource efficient business performance measurement systems – The handbook*. Billies tryckeri.

APM Terminals. *Our Terminal*. <https://www.apmterminals.com/en/gothenburg/about/our-terminal> (Hämtad 2021)

APM Terminals. (2020). *Introduction to AOP 2020* [PowerPoint-presentation]

APM Terminals. (2017). *OEE - Gothenburg, 27 - 31 march 2017* [PowerPoint-presentation]

APM Terminals. (2017)². *Fartygslogg 2017* [Internt dokument från APM Terminals Gothenburgs databas]

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

Bryman, A. (2011) *Samhällsvetenskapliga metoder*. Liber.

Chakraborty, S., Saha, D., Syamsunder, M. (2016). *Manufacturing Performance Management using SAP OEE*. Apress, Berkeley, CA. <https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1007/978-1-4842-1150-2>

David, M., Sutton, C D. (2017). *Samhällsvetenskaplig metod*. Studentlitteratur AB, Lund.

Ejvegård, R. (2003). *Vetenskapliga metoder*. Studentlitteratur AB, Lund.

Göteborgs Hamn. (2012, 4 jan). *Idag tar APM Terminals över containerterminalen i Göteborgs Hamn*. <https://www.goteborgshamn.se/press/pressmeddelanden/idag-tar-apm-terminals-over-containerterminalen-i-goteborgs-hamn/>

Göteborgs Hamn. *Container*. <https://www.goteborgshamn.se/terminaler-och-tjanster/container/> (Hämtad 2021)

Jacobsen, D.I. (2002). *Vad, hur och varför: om metodval i företagsekonomi och andra samhällsvetenskapliga ämnen*. Studentlitteratur AB, Lund.

Johansson, B., Nord, C. (1997) *Nationell jämförelse av total utrustningseffektivitet – potential för stärkt konkurrenskraft i svensk industri*. Institutet för Verkstadsteknisk Forskning.

Stamatis, D.H., (2010). *The OEE Primer – Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*. Productivity Press.

Bilagor

Bilaga 1

<i>Beräkning av ideal cykeltid för APM Terminals Gothenburg</i>		
	Max antal lyft per timma	Ideal cykeltid
Main Liner	$Y / 0,42 = \text{Ideal Y}$	$60 / \text{Ideal Y}$
Feeder	$X / 0,42 = \text{Ideal X}$	$60 / \text{Ideal X}$

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR SUPPLY AND OPERATIONS MANAGEMENT
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se



CHALMERS