
SAMENVATTING

Over de hele wereld faciliteren drogebulkterminals de overslag van grote intercontinentale stromen kolen en ijzererts naar kleinere binnenlandse stromen. Het Europees Massagoed Overslagbedrijf (EMO) is de grootste terminal van zijn soort in Europa, met een totale aanvoer van 30 MT kolen en ijzererts per jaar. EMO ontvangt schepen van panamax tot de grootste drogebulkschepen en is een vitaal onderdeel van de supply chain van kolen en ijzererts voor de Europese staal- en elektriciteitsindustrie.

Voor de toekomst wordt verwacht dat de aanvoervolumes van kolen en ijzererts gaan veranderen. Verder is recentelijk een nieuwe lijn Very Large Ore Carriers (VLOC's) in de vaart genomen. De vraag rijst of zulke veranderingen, waarover EMO weinig tot geen controle heeft, op enige manier invloed hebben op de efficiëntie van de terminal. Op dit moment is het onbekend welke van deze externe factoren of inputfactoren effect heeft op de terminalefficiëntie, en in welke mate.

Om in deze kennis te voorzien, is de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

Welke inputfactoren hebben effect op de terminalefficiëntie, en wat zijn de kwantitatieve effecten op de terminalefficiëntie als deze factoren veranderen

Het onderzoek is afgebakend op de efficiëntie van de kadezijde en het opslagveld. De kadezijde kan worden gezien als een wachtrijsysteem, waar de kadekranen de servers zijn. De service rate, of lossnelheid van de kranen, is een belangrijke factor voor de efficiëntie van het kadesysteem. Hogere lossnelheden betekent meer doorvoer van materiaal met dezelfde resources.

Een eerste selectie van inputfactoren is gemaakt, gebaseerd op een analyse van de processen en machines op de EMO drogebulkterminal. Deze lijst is gebruikt als basis voor de analyse van historische data van lossnelheden met scheeps- en ladingeigenschappen. Een selectie van significante factoren is gemaakt door middel

van een lineair regressiemodel. Met deze gegevens is een niet-lineair model gemaakt dat meer is verankerd in theorie en literatuur.

Maar twee factoren bleken significante invloed te hebben op de lossnelheid, de deadweight van schepen en schepen geladen met cokes-kolen. Grotere schepen kunnen sneller worden gelost [thr^{-1}] met een elasticiteit van 0.18. Dit is in lijn met waarden gevonden in literatuur. Voor schepen welke cokes-kolen vervoeren worden 15% lagere lossnelheden gevonden. Oorzaak hiervan is de plakkerigheid van het materiaal en de daaraan gekoppelde langere trimming-stage. Door het verschil in de gebruikte vloten, wordt ijzererts wel sneller gelost dan kolen. Dit is echter puur een scheepsgrootte-effect.

De gevonden formule voor lossnelheid is gebruikt in een discreet-event simulatiemodel van de haven om de effecten op het gehele kadesysteem te onderzoeken. Scenario's gebaseerd op een uitgebreide doorvoerstudie voor de Hamburg-Le Havre-regio (West Europa) zijn met dit model geëvalueerd. Voor de verschillende aanvoermixscenario's en scheepsgrootte-scenario's werden slechts marginale effecten op de efficiëntie van het kadesysteem gevonden.

Voor het opslagveld zijn de oppervlakedichtheden voor kolen en ijzererts bepaald middels een nieuwe kijk op afgraven van hopen. Hopen worden verondersteld altijd een bepaalde oppervlakte te bezetten, ongeacht hoeveel materiaal er daadwerkelijk ligt. Alleen de hoogte van een hoop wordt geacht te veranderen. Met deze nieuwe methode zijn de oppervlakedichtheden van kolen en ijzererts geschat op basis van historische data door middel van Monte Carlo simulatie. Deze waarden zijn getest op validiteit.

Met dezelfde aanvoermixscenario's die gebruikt zijn voor de kadezijde, blijkt de opslagfactor [$\text{tm}^{-2}\text{y}^{-1}$] nauwelijks te veranderen met een veranderende aanvoermix. De opslagtijd is een veel belangrijker factor. Met toenemende opslagtijden, kan de efficiëntie van het opslagveld in termen van opslagfactor snel afnemen. Dit betekent dat er minder hoge doorvoeren kunnen worden gerealiseerd met dezelfde hoeveelheid opslagruimte. Investerings in meer opslagruimte zijn dan nodig als hogere doorvoeren in de toekomst gewenst zijn.

In het algemeen blijkt de efficiëntie van het terminalsysteem slechts marginaal afhankelijk van veranderingen in relevante inputfactoren binnen de grenzen van de toekomstige voorspellingen. Alleen de ontwikkelingen met betrekking tot de opslagtijd vragen nadere aandacht van het terminalmanagement, want deze factor kan grote effecten hebben op de efficiëntie van het opslagveld