

## Samenvatting (Dutch)

Mammoet is een wereldwijd georiënteerd bedrijf gespecialiseerd in totaal oplossingen met betrekking tot het optillen en verplaatsen van zware objecten. Mammoet heeft drie identieke nieuwe kranen genaamd PTC140DS/PTC200DS ontwikkeld, doorgerekend en gebouwd. Deze kranen zijn ontwikkeld om getransporteerd te worden in containers. Dit bespaart tot 70% op de transportkosten vergeleken met bulk transport. Een geschat totaal van 1400 objecten moet worden getransporteerd. Het aantal containers is geschat op 200-260. Mammoet Global Cranes zal de kranen beheren.

De kraan is ontworpen om flexibel te zijn. Hij kan opgezet worden in verschillende configuraties. Sommige configuraties vereisen uitbreidingen met extra objecten. Deze uitbreidingen kunnen gebruikt worden met elk van de drie kranen. Deze flexibiliteit vraagt om goede logistiek. De huidige logistiek van Mammoet wordt geacht niet genoeg op niveau te zijn om de kranen te ondersteunen. Dit onderzoek is gericht op het beantwoorden van de volgende onderzoeksvraag:

*Welke onderdelen van de logistiek van Mammoet Global Cranes moeten worden verbeterd om het niveau van de totale logistiek op een acceptabel niveau te brengen en hoe kunnen deze onderdelen worden aangepakt?*

Alle onderdelen van de logistiek van Mammoet Global Cranes zijn onderzocht door middel van informatie verkregen uit interviews met medewerkers en interne documenten. Elke onderdeel is geëvalueerd en uitdagingen zijn blootgelegd. De impact en de moeite van het oplossen zijn bepaald op basis van de beschikbare informatie. De uitdagingen zijn verwerkt tot een impact-effort diagram. Hiermee is bepaald welke uitdaging de hoogste prioriteit hebben. De drie uitdagingen met de hoogste prioriteit zijn behandeld in dit onderzoek. Deze uitdagingen hebben een grote impact als ze opgelost zijn, maar vragen relatief weinig moeite om op te lossen. De uitdagingen zijn (met zowel de impact als de moeite geschaald van 0-100):

1. Verschillende subgroepen object door diverse configuraties (impact 100; moeite 50);
2. Bruikbaarheid ERP structuur te laag (impact 80; moeite 30);
3. Handmatige containerisatie (impact 70; effort 50);

### Subgroepen

De PTC140DS/PTC200DS is ontworpen om groot, snel en flexibel te zijn. De afmeting van de kraan zorgen ervoor dat hij inderdaad groot. Het type van de kraan zorgt ervoor dat hij snel is. De verschillende configuraties zorgen ervoor dat hij flexibel is. Elke configuratie vereist een andere subgroep van objecten uit de totale groep van objecten. Om er zeker van te zijn dat de juiste objecten aanwezig zijn om de gewenste configuratie op te bouwen zijn er twee basale mogelijkheden. De ondergrens oplossing is om elke keer alleen de vereiste objecten mee te nemen. Dit is niet ideaal aangezien containers dan elke keer opnieuw ingericht moeten worden. Dit vereist het verlaten van transport steunen. De bovengrens oplossing is om alle object altijd mee te nemen. Dit is kostbaar omdat dan veel objecten onnodig worden verscheept.

De optimale oplossing is bereikt door eerst de minimale configuratie te bepalen. De objecten die hiervoor nodig zijn worden de basis configuratie genoemd. Objecten voor andere configuraties

worden gegroepeerd in uitbreidingen. Sommige uitbreidingen worden alleen getransporteerd als ze nodig zijn. Andere uitbreidingen worden altijd met de kraan meegenomen omdat verwacht wordt dat ze in 80% van de gevallen nodig zijn. Deze 80% is gebaseerd op projecten uit het verleden en verwachtingen van toekomstige projecten.

Alle configuraties kunnen nog steeds gebouwd worden met de optimale oplossing. De oplossing is uitgedrukt in tabel S.1 waarin staat welke uitbreiding nodig is voor welke configuratie. Dit reduceert de kans op fouten. De oplossing kan geïmplementeerd worden in het huidige systeem. De implementatie van de oplossing leidt tot een gemiddelde besparing van 7,1 containers per verscheping.

### *ERP structuur*

Mammoet maakt gebruik van een ERP systeem genaamd SAP. Het wordt gebruikt om informatie te delen over de hele wereld. Het wordt ook gebruikt om statistieken te maken om meer inzicht te krijgen in de organisatie en ondernemingen van Mammoet. De logistiek wordt ook ondersteund door SAP.

De huidige structuur van uitrusting en objecten is voornamelijk twee laags. De bovenste laag bestaat uit uitrusting en op zich zelf staande objecten. Objecten die behoren bij uitrusting worden gekoppeld aan die uitrusting in een tweede laag. Soms wordt er een tussenlaag toegevoegd om objecten te groeperen.

De PTC140DS/PTC200DS is ontwikkeld om een kraan met uitbreidingen te zijn. De hoofdmast, de voormast (kluiver), de basis en de kop van de mast kunnen allen uitgebreid worden. Helaas is de vooraf bepaalde basis configuratie niet de kleinst mogelijke configuratie. Daarnaast zijn sommige objecten uitwisselbaar tussen de drie kranen, terwijl andere objecten specifiek bij één kraan horen. Meerdere uitrustingen heeft last van dit probleem. De huidige SAP structuur kan niet goed omgaan met twee typen objecten:

- Uitwisselbare/niet uitwisselbare objecten;
- Vereiste/optionele objecten.

De voorgestelde oplossing is om objecten met verschillende eigenschappen te splitsen. Uitwisselbare objecten worden gegroepeerd en worden niet gekoppeld aan andere uitrustingen. Deze objecten vormen een uitbreiding. Niet-uitwisselbare objecten worden wel gekoppeld aan de uitrusting waarbij ze horen. Optionele objecten worden gegroepeerd en niet gemengd met vereiste objecten. Alhoewel deze objecten gegroepeerd gekoppeld zijn aan de uitrusting kunnen ze wel onafhankelijk van de uitrusting worden behandeld. Dit is vooral nuttig wanneer deze groepen niet nodig zijn en dus niet mee getransporteerd worden.

Voor de verbetering van andere onderdelen van het SAP systeem worden aanbevelingen gegeven.

### *Containerisatie*

Containerisatie is het proces van het inpakken van lading in containers zodat transport efficiënter wordt. Mammoet voert dit proces handmatig uit. Objecten die nodig zijn in dezelfde fases van het opbouwen van de kraan worden samengevoegd in containers. Alle objecten moet worden ingepakt.

Het Mammoet Packing Problem (MPP) is gebaseerd op het Bin Packing Problem (BPP). Het BPP pakt alle objecten in, kan overweg met meerdere eisen, maar beschikt maar over één type container. Eigenschappen van andere inpakproblemen zijn geïntegreerd in het MPP om te verzekeren dat het model de werkelijkheid benadert.

Een computer model is geschreven om het algoritme uit te voeren en het MPP op te lossen. Het model respecteert de dimensies van de containers en overschrijdt het maximale gewicht niet. Het model gebruikt een versimpelde versie van een 3D plaatsingsmodel om te zorgen dat alle items ook daadwerkelijk in de containers passen. Het model maakt gebruik van een Fitting Algorithm (FA) en Genetic Algorithm (GA). De FA's bestaan uit een First Fit, Best Fit en Worst Fit methode. Al deze methodes kunnen gebruik maken van invoergewicht gesorteerde en willekeurig gesorteerde en ongesorteerde invoer. De oplossingen worden gewaardeerd op basis van totale kosten van de containers. Deze bestaan uit de aankoopwaarde en de totale transportkosten gedurende de levensduur van de kraan. Het GA gebruikt de invoer van twee (top tien) vorige oplossingen om een nieuwe input te genereren. Deze nieuwe invoer wordt gebruikt met de drie FA's om nieuwe oplossingen te creëren.

Alhoewel het model gebruikt kan worden voor elk container inpakprobleem, is dit onderzoek gefocust op het vinden van oplossing voor het MPP. De invoer voor de experimenten met het model is gebaseerd op de werkelijke verscheping van één van de PTC140DS/PTC200DS naar Brazilië in november 2011. De experimenten gedaan met het model zijn vergeleken met de handberekening van Mammoet. De oplossingen van het model hebben lagere kosten dan de oplossing van de handberekening. De experimenten met de FA's laten zien dat de invoergewicht gesorteerde invoer betere resultaten oplevert dan de anderen. De GA levert nog betere resultaten op, maar het verschil is vrij klein. De resultaten zijn te vinden in tabel S.1.

*Tabel S.1: Samenvatting van de resultaten*

Algoritme Type	40" container	20" container	40" and 20"	TEU	Kosten Levensduur	% van minimum
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(€)	(%)
Handberekening	133	13	146	279	5951	100%
FA	108	34	142	250	4539	76%
GA	105	34	139	244	4404	74%

De belangrijkste conclusie is dat de kosten van het model 74% van de kosten van de handberekening zijn. Dit komt voornamelijk doordat het computermodel meer 20" containers gebruikt.

### **Conclusies**

De onderzoeksvraag is succesvol beantwoord. De analyse van de logistiek van Mammoet Global Cranes uitgevoerd. De meest urgente onderdelen zijn succesvol behandeld.

De meest urgente onderdelen zijn het groeperen van objecten in bruikbare subgroepen, de ERP structuur en de containerisatie. De objecten zijn gegroepeerd in subgroepen gebaseerd op gebruik in projecten en transport eisen. De ERP structuur is herdefinieerd gebaseerd op de subgroepen van objecten, de uitwisselbaarheid en het al dan niet vereist zijn van de objecten. De containerisatie is uitgevoerd middels computer-gemodelleerde algoritmes.