

## **Influential Article Review - Optimisation Methods of Shipments (SOS)**

**Melba Carson**

**Dolores Adams**

*This paper examines logistics. We present insights from a highly influential paper. Here are the highlights from this paper: This research paper is to announce a new policy to all systems which are sensitive to time. In tramp cargo transportation, as an example, the current policy is to select for each ship the cargo mix which contributes more to a gross-profit objective, assuming deterministic cargo transport demand. Since tramp cargo transportation is sensitive to time, where time varies considerably from one alternative ship voyage to another. The new policy considers this objective less profitable than gross-profit-per-day objective, assuming both deterministic and stochastic cargo transport demand. To introduce this new policy, SOS, a suite of decision support systems, is developed to optimise tramp shipping using a stochastic gross-profit-per-day objective. For operational purposes, SOS selects the most profitable cargo mix. This mix is selected because of the higher gross profit it is expected to yield and the less number of days it takes to generate such profit. For long-term planning purposes, SOS uses the optimal gross profit of each ship voyage, created by the system, to allocate fleet units to cargo trade areas, specifying their frequency of calls to maximise fleet annual gross profit. A useful application of this fleet allocation is that the allocated frequency of calls may be considered as representing the demand on services of utilities of ports, canals, and straits, and may be used to assess the competitiveness of these utilities. Utility and logistics planner, via sensitivity and what-if analysis, can determine whether calling at a utility of a trade area is sensitive to changes made to utility dues and staying time, cargo quantities and freight rates, cargo handling rates and charges, and ship speed and fuel consumption. For appraising purposes, SOS includes new ships in the allocation process, in competition with old ones, to find the share each new ship adds to total gross profit each year. SOS then applies the Net Present Value formula to gross profit of each new ship, along with other cash flow and cost of investment. SOS similar systems may be tailored for other means of cargo transport; namely cargo airplanes, trains, and trucks. The impact of SOS on any logistics and supply chain system is that it maintains the shortest possible transportation time owners of transport units can afford. Case studies are brought to demonstrate research findings. For our overseas readers, we then present the insights from this paper in Spanish, French, Portuguese, and German.*

*Keywords: Optimal cargo mix, Transportation scheduling, Transportation routing, Transportation allocation, Transportation appraisal*

### **SUMMARY**

- This concluding statement is to bring about the contribution made in this paper; which is to announce a new policy to all systems which are sensitive to time. In tramp cargo transportation, as

an example, the current policy is to select for each transport unit the cargo mix which contributes more to a gross-profit objective, assuming deterministic cargo transport demand. Since tramp cargo transportation systems are sensitive to time, where time varies considerably from one alternative ship voyage to another, a new policy would consider this objective as less profitable than gross-profit-per-day objective, assuming both deterministic and stochastic cargo transport demand.

- Apply optimisation methods and use sensitivity and what-if analysis to validate the optimal solution.
- In other words, the old management policy of using gross-profit objectives is not advised any more, even if stochastic transport demand is absent. In case the probability distribution cannot be identified for cargo transport demand, sensitivity and what-if analysis of cargo quantity and freight can be used with the gross-profit-per-day objective.
- The impact of the new policy on any logistics and supply chain system is that it maintains the shortest possible transportation time the transportation system can afford. Findings of this part of the research paper can easily be extended to transportation systems other than cargo ships; namely cargo airplanes, trucks, and trains.
- In the SOS allocation model, it was shown that the optimal gross profit generated for each ship in each trade area can be used by SOS to allocate ships' voyages to world cargo trade areas within a long-term planning period. One useful application of this allocation is to consider the frequency of calls allocated in each trade area as representing demand for services provided in this area and use this demand to assess the competitiveness of utilities in cargo trade areas. Ports are taken as an example for such utilities. The analysis given by the case study on port development demonstrates the case where an optimal trade area improvement is advised by SOS Voyager and SOS Allocator so that all calling frequencies in this area are serviced and ship layups are avoided, while maintaining maximum revenue of area ports. Sensitivity and what-if analysis is the SOS tool to reach this optimal trade area improvement. Findings of this part of the research paper can easily be extended to other ship types, other port services, other utilities; namely canals and straits.
- Another useful application of SOS Allocator is that it calculates the gross profit of the new ship each year of its lifetime when it is added to old fleet units in the allocation plan. SOS Appraiser, as described in SOS Appraiser section, can then calculate three appraisal values, corresponding to three levels of stochastic cargo transport demand: an upper limit, deterministic-equivalence, and lower limit.

## **HIGHLY INFLUENTIAL ARTICLE**

We used the following article as a basis of our evaluation:

El Noshokaty, S. (2017). Shipping Optimisation Systems (SOS): Tramp optimisation perspective. *Journal of Shipping and Trade*, 2(1), 1–36.

This is the link to the publisher's website:

<https://jshippingandtrade.springeropen.com/articles/10.1186/s41072-017-0021-y>

## **INTRODUCTION**

If compared to other businesses, cargo transportation in tramp mode has three distinctive characteristics. The first characteristic is that its production cycle (ship voyage) passes through different economic systems which cause uncertainty and create unstructured decision situations (Fields and Shingles 2016). In an unstructured decision situation, solution steps are usually not known beforehand. The second characteristic is that production time (voyage time) varies considerably from one alternative production

cycle to another. The production cycle is said to be time-sensitive because of this variation in time. The variation is mainly caused by the alternative cargo mixes available for transport in competition with other ships, the alternative shipping routes the ship may follow towards the same cargo mix, and the alternative ship speeds at which the ship may sail. In comparison, the production cycle in liner shipping is not sensitive to time since production time is fixed where the ship sails per a predetermined itinerary (see El Noshokaty 2013). Likewise, crop harvesting in agriculture, car manufacturing and assembly lines in industry, and road paving in construction are all not time-sensitive. Time-sensitivity is known to the ship owner when he hires his ship as a time charter for a better hire per-day, main while he ignores it when he does not hire his ship as a voyage charter for a better gross profit per day (Time Charter Equivalent rate in voyage charter is not the gross profit per day as been defined in this paper). However, the ship owner shows awareness of time sensitivity when he puts in the voyage charter party a clause specifying a minimum cargo loading and discharging rate. His intention is to minimise voyage time. This action influences few cost and revenue items plus cargo handling days, while a gross-profit-per-day objective influences all cost and revenue items plus all voyage days, including sailing and waiting days. The gross-profit-per-day objective is more described hereinafter. The third characteristic is that the transportation unit calls at a variable number of stops and follows many calling sequences among these stops. In other words, a transportation unit does not operate on a published schedule but serves different stops in response to tenders of cargo. It runs like a taxi cab in private transport if compared to a bus in public transport. This mode of operation requires, in model terminology, many variables and constraints which in turn requires the use of mathematical models (Christiansen and Fagerholt 2014).

If one thinks of a solution methodology to solve tramp transportation problems, he must overcome three main problems; one for each business characteristic mentioned earlier. The first problem is the uncertainty or randomness in factors affecting the business. There should be a stochastic formulation by which one can explore future cargo transport demand. Knowing this demand will help owners of transportation units making more sound unstructured operational decisions. It might be better to consider a cargo expected to be offered more than a one that is offered if the former will most likely contribute more towards gross profit (the term 'offered' refers to a confirmed shipping proposal, while 'not-yet-offered' refers to an unconfirmed or expected shipping proposal). The second problem is the use of a gross-profit-per-day objective, rather than a gross-profit one; since time varies considerably from one alternative ship voyage to another. Gross-profit-per-day objective cares for the higher gross profit it yields and the less number of days it takes to generate such profit. To explain, assume there are two cargoes and one must choose only one: cargo A which yields a gross profit of \$ 2 million in 200 days (\$ 10,000 per day), and cargo B which yields a gross profit of \$ 1.5 million in 100 days (\$ 15,000 per day). Although cargo B generates less gross profit, it causes the transport-unit owner to get \$ 3 million in 200 days instead of \$ 2 million, if the owner highly expects that shippers will offer B-like cargo after the 100 days. To account for such expectation, the gross-profit-per-day objective must have a stochastic formulation to incorporate future transport demand as what has been mentioned earlier. In contrast, the current practice of ship owners is to choose cargo A with a Time Charter Equivalent rate of \$ 10,000. The third problem is the need to explore massive alternative solutions before reaching the optimal solution. Fortunately, Operations Research (OR) techniques provide such solution methodology. The impact of the optimal solution provided by OR on any logistics and supply chain system is that it maintains the shortest possible transportation time owners of transport units can afford. The challenge in using OR models is in including all the necessary parameters and business rules that represent a real cargo transport problem. And, because some of these parameters are fixed, they need to be checked for validity. Also, OR models have to be incorporated within a decision support system in order to allow non-OR users to deliver model parameters, and to run and interact with these models.

The above-mentioned introduction lays the ground needed to understand the contribution of this paper if compared to other papers in the current cargo transportation literature. Current research papers are used to select the cargo mix based on the contribution it adds to the gross-profit of each transport unit, assuming deterministic transport demand for each cargo (gross profit per day and randomness of cargo demand are two important issues in tramp shipping not to ignore). The models in such papers do not present real shipping elements and rules (20 such elements and rules, all affect profitability, are discussed in SOS

Voyager Optimisation Model). If these research papers use OR-based models, users of these models must acquire additional skills related to OR (in contrast, decision support systems have OR models built-in). Finally, current research papers usually do not check for validity of model parameters, especially cargo quantity and freight, cargo handling rate and charges, and ship speed and fuel consumption (sensitivity and what-if analysis, which are usually used to check such validity, do not appear in any of these research papers). A research question which could be raised at this point is: Is there any way to avoid these comments on current research papers? The answer which is yes is given by this research paper. It has the following research purpose. It is to use the ship in tramp mode, as an example, to show how a cargo transportation unit can use OR models with a stochastic gross-profit-per-day objective to select the cargo mix that improves profitability and enhances any logistics and supply chain system the ship is part of. Decision support systems (DSS), which are developed to serve this purpose, are called Shipping Optimisation Systems (SOS). SOS contains realistic shipping elements and rules and can check the validity of these elements and rules. An added purpose of this research paper is to use the optimal gross profit which can be generated by SOS for each ship voyage completed on each trade area to allocate the fleet units to trade areas, with a specified calling frequency for each unit on each trade area. While the former purpose cares for the alternative production cycles caused by the alternative cargo mixes ready to be transported within a short-term planning period, the added purpose cares for the alternative production cycles caused by the alternative trade areas ready to be serviced within a long-term planning period. Each trade area has its own characteristics of commodity type, quantity and freight of cargo, service cost, and sailing distance. One useful application of this allocation is to consider the frequency of calls as representing the demand on services rendered by utilities operating in each trade area. Another useful application is to include, in a competitive environment, the new ships along with the old ones in the allocation plan to find the share each new ship adds to total gross profit each year. SOS uses the new ship's gross profit, along with other cash flow and cost of investment, to calculate the net present value of this new ship.

In the following section, current research papers are discussed to prove that the above-mentioned comments are true, and to see what possible contribution that could be made by this research paper to avoid these comments. A problem statement is formulated side by side along with the review of the literature.

## CONCLUSION

This concluding statement is to bring about the contribution made in this paper; which is to announce a new policy to all systems which are sensitive to time. In tramp cargo transportation, as an example, the current policy is to select for each transport unit the cargo mix which contributes more to a gross-profit objective, assuming deterministic cargo transport demand. Since tramp cargo transportation systems are sensitive to time, where time varies considerably from one alternative ship voyage to another, a new policy would consider this objective as less profitable than gross-profit-per-day objective, assuming both deterministic and stochastic cargo transport demand. Owners of tramp transportation systems should worry not only about the gross profit they expect to earn but also about the time taken in earning this profit. To introduce this new policy, SOS, a suite of decision support systems, is developed to optimise tramp shipping operations using a stochastic gross-profit-per-day objective. This new objective has been introduced in the SOS Voyager section by a model developed for 'optimisation of ship voyage' research area. The analysis given by this section demonstrates the case where the deterministic gross-profit objective is considerably less profitable for tramp shipping than that given by the stochastic gross-profit-per-day objective. Therefore, the following new management policy is set for any time-sensitive cargo transportation system:

- a) Use gross profit per day objective, rather than gross profit only.
- b) Consider deterministic and stochastic cargo transport demand, rather than deterministic demand only.
- c) Apply optimisation methods and use sensitivity and what-if analysis to validate the optimal solution.

In other words, the old management policy of using gross-profit objectives is not advised any more, even if stochastic transport demand is absent. In case the probability distribution cannot be identified for

cargo transport demand, sensitivity and what-if analysis of cargo quantity and freight can be used with the gross-profit-per-day objective.

The impact of the new policy on any logistics and supply chain system is that it maintains the shortest possible transportation time the transportation system can afford. Findings of this part of the research paper can easily be extended to transportation systems other than cargo ships; namely cargo airplanes, trucks, and trains.

In the SOS allocation model, it was shown that the optimal gross profit generated for each ship in each trade area can be used by SOS to allocate ships' voyages to world cargo trade areas within a long-term planning period. One useful application of this allocation is to consider the frequency of calls allocated in each trade area as representing demand for services provided in this area and use this demand to assess the competitiveness of utilities in cargo trade areas. Ports are taken as an example for such utilities. The analysis given by the case study on port development demonstrates the case where an optimal trade area improvement is advised by SOS Voyager and SOS Allocator so that all calling frequencies in this area are serviced and ship layups are avoided, while maintaining maximum revenue of area ports. Sensitivity and what-if analysis is the SOS tool to reach this optimal trade area improvement. Findings of this part of the research paper can easily be extended to other ship types, other port services, other utilities; namely canals and straits.

Another useful application of SOS Allocator is that it calculates the gross profit of the new ship each year of its lifetime when it is added to old fleet units in the allocation plan. SOS Appraiser, as described in SOS Appraiser section, can then calculate three appraisal values, corresponding to three levels of stochastic cargo transport demand: an upper limit, deterministic-equivalence, and lower limit. The case study in this section calculates the three net present values for an oil tanker to be purchased for tramp shipping service and demonstrates how the deterministic-equivalent value represents the most likely value in a range of values bounded by lower and upper limits.

The contribution of this paper is not only in developing a decision support system using innovative models and methodologies for tramp shipping optimisation, but also in the integration it provides between these models and methodologies. The integration between SOS Voyager and SOS Allocator permits an exchange of parameters like voyage gross profit to SOS Allocator and advisable working trade areas to SOS Voyager. A next year planning budget is an important product which could be produced from this integration. Likewise, integration between SOS Allocator and SOS Appraiser permits calculation of gross profit of new ships and passing it to SOS Appraiser. SOS may be tried and manipulated by free download from SOS (2018). The site contains all SOS data, programs, and user manuals. SOS similar systems may be tailored for other means of cargo transport.

Future work is suggested to go further in adding more shipping elements and rules so that tramp shipping models become more realistic. Elements such as flexible cargo sizes, splitting of loads, and different ship speed, although they affect profitability if formulated within the models, they can be handled instead by sensitivity and what-if analysis, giving other elements the chance to be formulated. Stochastic and profit-per-day models need more attention. Cargo transport demand needs more study on the construction of probability distribution of the transport demand for main types of cargo. OR-Based Decision Support Systems are used to integrate OR models into database management systems. It is highly recommended to build such systems for shipping so that OR methodologies become transparent to ship owners while being supportive at the same time. Moreover, these systems have to interact with the ship owner in friendlier sensitivity and what-if analysis sessions. Because hardware speed represents the prime limitation of the algorithm adopted in this paper, faster computer hardware and communication equipment must be used to enable ship owners to make their decisions in the right time. Ship owners, operators of utilities, and researchers are encouraged to meet somewhere to discuss problems of mutual concern. It is highly recommended that workshops are to be considered as the places where all should meet to discuss case studies like the ones mentioned in this research paper. It is the role of international conferences to arrange such workshops in different places worldwide. The future work on tramp shipping should result in an impact on the logistic system in which transportation by ship is part of. An example of this impact is given by this research paper when it shows that shortening ship voyage time, to the extent ship owners can

afford, is caused by a stochastic gross-profit-per-day objective. Finally, stochastic gross-profit-per-day objectives may be used in other time-sensitive production systems. Examples are crop charts in agriculture, customized production line in industry, product maintenance schedule in services, project plan in construction, and logistics network in trade. It may be used as well in fixed-time production systems, before time being fixed, to determine the optimal amounts of factors of production employed in a multiple-products multiple-systems investment plan. Examples are crop harvesting in agriculture, car manufacturing and assembly lines in industry, port cargo handling in services, road paving in construction, and market control measurements in trade.

## APPENDIX

**TABLE 1  
SHIP DATA**

Ship	El Kossier	Safaga	Sidi Kirear
Data item			
-Deadweight in mt*	40,000	50,000	70,000
-Low, medium, and high speed in miles/h	15; 17; 19	14; 16; 18	13; 15; 17
-Main engine laden fuel consumption in mt/day, each speed level**	16; 19; 24	14; 18; 22	13; 16; 20
-Main engine ballast fuel consumption in mt/day, each speed level	10; 13; 20	9; 12; 18	8; 11; 16
-Auxiliary engine fuel consumption in mt/day***	1	1	1
-Heating fuel consumption in mt of main engine fuel/day/100 mt of cargo	0.125	0.11	0.1
-Sues Canal dues, laden and ballast in US\$	158,960; 135,180	172,310; 146,560	185,650; 157,940
-Panama Canal dues, laden and ballast in US\$	79,000; 62,900	98,250; 78,150	117,500; 93,400
-Bosporus and Dardanelles dues in US\$	9640	12,150	13,850
-Running cost in US\$/day	5000	7000	7700

\* mt = metric ton

\*\* Fuel cost for main engine is 450 US\$/mt

\*\*\* Fuel cost for auxiliary engine is 675 US\$/mt

**TABLE 2  
PORT DATA**

Data item	Cost/call in US\$ (Lights, towage)	Cost/day in US\$ (Quay services)	Waiting days* (Anchor, idle)	Cargo handling mt/day
Port name				
Alexandria (Egypt)	1500	150	0	34,000
Baltimore	12,000	1200	0.3	40,000
Shuaiba (Kuwait)	8000	800	0.5	37,000
Maracaibo	10,700	1070	0.5	37,000
Odessa	10,000	1000	0.5	35,000
Riga (Latvia)	11,000	1100	0.3	35,000
Shanghai	9000	900	0.4	35,000

\* Port waiting days are classified as 'force majeure' and hence are not part of any demurrage or dispatch time counts

**TABLE 3  
CARGO DATA**

Data item	Shipping event	Load port	Load Laycan	Discharge port	Discharge Laycan	Weight in mt	Freight In US\$/mt***
Cargo**							
Crude Oil 1	Offered	Shuaiba	1-10/10	Baltimore	1-10/11	40,000	50
Crude Oil 2	Offered	Shuaiba	20-27/10	Baltimore	20-27/11	60,000	60
Crude Oil 3	Offered	Odessa	5-15/10	Shanghai	5-15/11	35,000	40
Crude Oil 4	Offered	Odessa	3-16/11	Shanghai	3-16/12	40,000	50
Crude Oil 5	Offered	Maracaibo	5-15/12	Riga	20-30/12	30,000	30
Crude Oil 6	Offered	Maracaibo	20-30/11	Riga	10-25/12	45,000	35
Crude Oil 7	Offered	Maracaibo	1-10/12	Riga	20-30/12	40,000	40
Crude Oil 8	Unconfirmed	Shuaiba	1-31/10	Baltimore	1-30/11	uc*	uc
Crude Oil 9	Unconfirmed	Odessa	1-30/11	Shanghai	1-31/12	uc	uc
Crude Oil 10	Unconfirmed	Maracaibo	1-30/11	Riga	1-30/11	uc	uc

\* uc = unconfirmed quantity or freight

\*\* All cargoes require heating, at the ship owner's account. Crude Oil 1, 2, and 8 are transported directly (10,147 miles with 1.5 days waiting) or via Suez Canal (8602 miles with 2 days waiting), Crude Oil 3, 4, and 9 are transported directly (14,169 miles with 1 day waiting) or via Suez Canal (8264 miles with 1 day waiting), and Crude Oil 5, 6, 7, and 10 are transported only directly (5274 miles with 0.5 day waiting). Distance between ballast transport links may be found in any distance table (waiting days are assumed zero for these links).

\*\*\* Freight is free in and out (FIO) base, load or discharge laydays are restricted to 35,000 mt per day, reversible laydays are subject to demurrage rate of US\$ 8000 per day, and dispatch rate of US\$4000 per day

**TABLE 4  
UNCONFIRMED CARGO ADDITIONAL DATA**

<b>Cargo</b>	<b>Crude Oil 8</b>	<b>Crude Oil 9</b>	<b>Crude Oil 10</b>
<b>Data item</b>			
Class 1			
Weight in mt	45,000	40,000	30,000
Freight in US\$/mt	50	45	35
Probability in %	5	10	5
Class 2			
Weight in mt	47,000	42,000	32,000
Freight in US\$/mt	50	45	35
Probability in %	15	25	15
Class 3			
Weight in mt	49,000	44,000	34,000
Freight in US\$/mt	50	45	35
Probability in %	50	40	60
Class 4			
Weight in mt	51,000	46,000	36,000
Freight in US\$/mt	50	45	35
Probability in %	20	15	15
Class 5			
Weight in mt	53,000	48,000	38,000
Freight in US\$/mt	50	45	35
Probability in %	10	10	5

**TABLE 5**  
**UNCONFIRMED CARGO DETERMINISTIC-EQUIVALENT QUANTITY AND FREIGHT**

<b>Cargo Data item</b>	<b>Crude Oil 8</b>	<b>Crude Oil 9</b>	<b>Crude Oil 10</b>
Weight in mt	51,000	42,000	36,000
Freight in US\$/mt	50	45	35
Least probability of transporting cargo quantity in %	70	95	40

**TABLE 6**  
**CARGO MIX, ROUTE, AND GROSS-PROFIT-PER-DAY REPORTED BY THE MODEL**  
**(WITH GROSS PROFIT PER DAY OBJECTIVE) FOR EACH SHIP, CLASSIFIED BY SPEED**  
**LEVEL**



Ship	El Kosseir	Safaga	Sidi Kirear	Gross profit per day in US\$
<b>Speed level</b>				
Cargo mix	Crude oil 10	Crude Oil 6	Crude oil 2, 5, and 7	
Low				52,148
Route	Maracibo-Riga	Maracibo- Riga	Shuaiba-Baltimore (directly)-Maracibo-Riga	
Cargo mix	Crude oil 1 and 10	Crude Oil 6	Crude oil 2, 5, and 7	
Medium				70,463
Route	Shuaiba-Baltimore (directly)-Maracibo-Riga	Maracibo- Riga	Shuaiba-Baltimore (directly)-Maracibo-Riga	
Cargo mix	Crude oil 1	Crude oil 6 and 10	Crude oil 2, 5, and 7	
High				79,671
Route	Shuaiba-Baltimore (directly)	Maracibo- Riga	Shuaiba-Baltimore (directly)-Maracibo, Riga	

**TABLE 7  
VOYAGE DETAILS REPORTED BY THE MODEL (WITH GROSS PROFIT PER DAY  
OBJECTIVE) FOR EACH SHIP, AT HIGH SPEED**

Ship	El Kosseir	Safaga	Sidi Kirear	Total
<b>Voyage details</b>				
Gross profit (\$)	752,534	1,145,939	3,520,082	5,418,555
Days	34.4	75.5	82.6	192.5
Gross profit/day (\$)	21,877	15,178	42,616	79,671

**TABLE 8  
CARGO MIX, ROUTE, AND GROSS PROFIT REPORTED BY THE MODEL (WITH GROSS  
PROFIT OBJECTIVE) FOR EACH SHIP, AT HIGH SPEED**

Ship	El Kosseir	Safaga	Sidi Kirear	Gross profit in US\$
<b>Speed level</b>				
Cargo mix	Crude oil 1 and 4	Crude oil 3 and 6	Crude oil 2, 5, and 7	
High				5,475,997
Route	Shuaiba-Baltimore(directly)- Odessa-Shangahai (via Suez Canal)	Odessa -Shangahai (via Suez Canal)-Maracibo-Riga (via Panama Canal)	Shuaiba-Baltimore (directly)- Maracibo-Riga	

**TABLE 9  
VOYAGE DETAILS REPORTED BY THE MODEL (WITH GROSS PROFIT OBJECTIVE)  
FOR EACH SHIP, AT HIGH SPEED**

Ship	El Kosseir	Safaga	Sidi Kirear	Total
<b>Voyage details</b>				
Gross profit (\$)	1,285,528	670,383	3,520,086	5,475,997
Days	69.1	74.1	82.6	225.8
Gross profit/day (\$)	18,604	9047	42,616	70,267

**TABLE 10  
SHIP YEARLY WORKING DAYS AND DAILY FIXED COST IN 2018**

Ship name	Yearly working days	Daily fixed cost (US\$)
El Kosseir	350	2000
Ibn Elwaleed	345	2700
Ibn Maged	345	2650
Mersa Alam	355	1700
Safaga	350	7000
Sidi Kirear	360	2100

**TABLE 11  
TRADE AREAS AND THEIR MINIMUM AND MAXIMUM FREQUENCY OF CALLS IN 2018**

Trade area	Min frequency of calls	Max frequency of calls
Arabian-Gulf-US	5	28
Black-Sea-Far-East	6	24
Latin-America-Black-Sea	3	12
North-Africa-South-Europe	10	36
West-Africa-North-Europe	2	9

**TABLE 12  
THE MOST-LIKELY VOYAGE GROSS PROFIT (US\$) IN 2018, CLASSIFIED BY SHIP AND TRADE AREA**

Trade area	Arabian-Gulf-US <sup>a</sup>	Black-Sea-Far-East <sup>a</sup>	Latin-America-Black-Sea	North-Africa-South-Europe	West-Africa-North-Europe
Ship name					
El Kosseir	710,500	620,100	510,300	np <sup>b</sup>	310,100
Ibn Elwaleed	np	np	np	116,500	342,200
Ibn Maged	np	np	np	125,100	290,200
Mersa Alam	np	601,500	524,600	166,200	328,500
Safaga	730,800	650,200	581,100	np	365,200
Sidi Kirear	784,000	694,300	600,600	np	355,200

<sup>a</sup>In Arabian-Gulf-US trade area, ships do not pass Suez Canal, while in Black-Sea-Far-East trade area, ships pass Suez Canal

<sup>b</sup>np = not profitable

**TABLE 13**  
**AVERAGE VOYAGE TIMEA (DAYS) IN 2018, CLASSIFIED BY SHIP AND TRADE AREA**

Trade area	Arabian-Gulf-US <sup>b</sup>	Black-Sea-Far-East <sup>b</sup>	Latin-America-Black-Sea	North-Africa-South-Europe	West-Africa-North-Europe
Ship name					
El Kosseir	30	24	17	np <sup>c</sup>	12
Ibn Elwaleed	np	np	np	5	14
Ibn Maged	np	np	np	5	11
Mersa Alam	np	27	20	7	13
Safaga	32	26	18	np	15
Sidi Kirear	35	27	19	np	14

<sup>a</sup>Average voyage time = Difference between calling date at first port and operation ending date at last port + voyage fixed time

<sup>b</sup>In Arabian-Gulf-US trade area, ships do not pass Suez Canal; while in Black-Sea-Far-East trade area, ships pass Suez Canal

<sup>c</sup>np = not profitable

**TABLE 14**  
**OPTIMAL FLEET CALLING FREQUENCIES IN 2018, CLASSIFIED BY SHIP AND TRADE AREA**

Trade area	Arabian-Gulf-US	Black-Sea-Far-East	Latin-America-Black-Sea	North-Africa-South-Europe	West-Africa-North-Europe	Layup days
<b>Ship name</b>						
El Kosseir	10	2	-	-	-	2
Ibn Elwaleed	-	-	-	-	9	219
Ibn Maged	-	-	-	36	-	165
Mersa Alam	-	13	-	-	-	4
Safaga	9	1	2	-	-	-
Sidi Kirear	-	7	9	-	-	-
Shortage in calling frequencies	9	1	1	-	-	-

**TABLE 15**  
**IMPROVED VOYAGE GROSS PROFIT AND TIME IN ARABIAN-GULF-US TRADE AREA, CLASSIFIED BY SHIP**

Ship name	Voyage gross profit (US\$)	Voyage time (days)
El Kosseir	760,000	30
Ibn Elwaleed	594,000	35
Ibn Maged	530,500	28
Mersa Alam	np	np
Safaga	790,500	32
Sidi Kirear	870,000	35

**TABLE 16**  
**OPTIMAL FLEET CALLING FREQUENCIES IN 2018, AFTER IMPROVEMENT, CLASSIFIED BY SHIP AND TRADE AREA**

Trade area	Arabian-Gulf-US	Black-Sea-Far-East	Latin-America-Black-Sea	North-Africa-South-Europe	West-Africa-North-Europe	Layup days
<b>Ship name</b>						
El Kosseir	9	3	-	-	-	8
Ibn Elwaleed	6	-	-	-	9	9
Ibn Maged	12	-	-	1	-	4
Mersa Alam	-	4	-	35	-	2
Safaga	-	5	12	-	-	4
Sidi Kirear	1	12	-	-	-	1
Shortage in calling frequencies	-	-	-	-	-	-

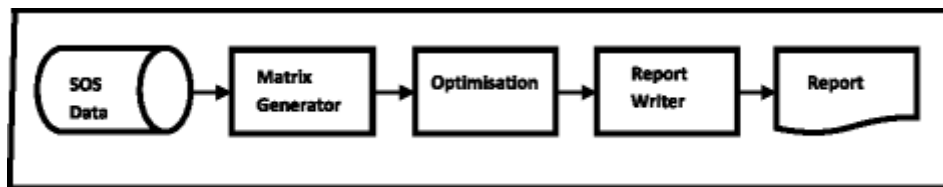
**TABLE 17**  
**YEARLY GROSS PROFIT AND CASH FLOW DATA OF EL KOSSEIR IN THE PERIOD 2019-2028**

Year	Yearly gross profit in US\$, based on stochastic cargo transport demand:			Other yearly cash flow in US\$
	upper limit	deterministic-equivalence	lower limit	
2019	7,245,200	6,825,300	6,221,200	1500,000
2020	7,832,100	7,120,000	6,514,100	1,750,000
2021	8,464,000	7,870,000	7,143,000	1,900,000
2022	9,182,000	8,560,000	7,932,000	2,100,000
2023	10,291,000	9,330,000	8,722,000	2,400,000
2024	11,024,000	10,200,000	9,670,000	2,700,000
2025	11,694,000	10,970,000	10,472,000	3,050,000
2026	12,598,000	11,880,000	11,507,000	3,450,000
2027	13,610,000	12,740,000	12,530,000	3,850,000
2028	14,140,000	13,535,000	13,314,000	4,160,000

**TABLE 18**  
**EL KOSSEIR INVESTMENT DATA**

Investment data item	Value in US\$
Cost of investment in US\$	24,700,000
Risk-based rate of return in %	7
Rate of economic inflation in %	5

**FIGURE 1**  
**SOS VOYAGER SYSTEM FLOW CHART**



**REFERENCES**

Appelgren L (1969) A column generation algorithm for a ship scheduling problem. *Transp Sci* 3(1):53–68

Appelgren L (1971) Integer Programming Methods for Vessel Scheduling Problem. *Transp Sci* 5(1):64–78

Bakkehaug R, Rakke J, Fagerholt K (2016) An adaptive large neighborhood search heuristic for fleet Deployment with voyage separation requirements. *Transportation Research Part C: Emerging Technology* 70:129–114

Bauch D, Brown G, Ronen D (1998) Scheduling short-term Marine transport of bulk products. *Marit Policy Manag* 25(4):335–348

Bremer W, Perakis A (1992a) An operational tanker scheduling optimisation system: back ground, current practice and model formulation. *Marit Policy Manag* 19(3):177–187

Bremer W, Perakis A (1992b) An operational tanker scheduling optimisation system: model implementation, results and possible extensions. *Marit Policy Manag* 19(3):189–199

Brown G, Graves G, Ronen D (1987) Scheduling Ocean transportation of crude oil. *Manag Sci* 33(3):335

- Charnes A, Cooper W (1959) Chance-constrained programming. *Manag Sci* 6(3):73–79
- Christiansen M, Fagerholt K (2014) Ship routing and scheduling in industrial and tramp shipping. Accepted for publication in *vehicle routing: problems, methods, and applications 2nd* (eds. Toth and Vigo), SIAM
- Christiansen M, Fagerholt K, Nygreen B, Ronen D (2007) Marine transportation. In: Bernhart C, Laporte G (eds) *Handbooks in operations research and management science: transportation*. Elsevier, Amsterdam, pp 189–284
- Christiansen M, Fagerholt K, Nygreen B, Ronen D (2013) Ship routing and scheduling in the new millennium. *Eur J Oper Res* 228(1):467–483
- Christiansen M, Fagerholt K, Ronen D (2004) Ship routing and scheduling: status and perspectives. *Transp Sci* 38(1):1–18
- Dantzig G, Wolfe P (1960) Decomposition principle for linear programs. *Oper Res* 8(1):101–111
- El Noshokaty S (1988) Optimum ship selection of ports, route, and cargoes, A PhD thesis submitted to the Institute of Shipping. University of Wales, Cardiff
- El Noshokaty S (2013) Shipping optimisation systems (SOS): liner optimisation perspective. *Int J Ship Transp Log* 5(3):237–256
- El Noshokaty S (2014) Block-angular linear Ratio Programmes. *Int J Oper Res* 19(3):338–357
- Evans J, Marlow P (1990) *Quantitative methods in maritime economics*, 2nd edn. Fairplay Publications, UK
- Fagerholt K (2001) Ship scheduling with soft time Windows: an optimisation based approach. *Eur J Oper Res* 131(3):559–571
- Fagerholt K (2004) A computer-based decision support system for vessel fleet scheduling – experience and future research. *Decis Support Syst* 37(1):35–47
- Fagerholt K, Christiansen M, Hvattum L, Johnsen T, Vabo T (2010) A decision support methodology for strategic planning in maritime transportation. *Omega* 38(6):465–474
- Fagerholt K, Lindstad H (2000) Optimal policies for maintaining a supply Service in the Norwegian sea. *Omega* 28(3):269–275
- Fields C. and Shingles L. (2016) Trade in a sea of uncertainty: Seaborne trade remains vulnerable to a throng of downside risks, according to the latest UNCTAD report, *Baltic Briefing*, main Baltic website (Nov. 7, 2016)
- Hemmati A, Hvattum L, Norstad I, Fagerholt K (2014) Benchmark suite for industrial and tramp ship routing and scheduling problems. *Infor Sys Oper Res* 52(1):28–38
- Jaramillo D, Perakis A (1991a) Fleet Deployment optimisation for liner shipping - part 2: implementation and results. *Marit Policy Manag* 18(4):235–262
- Jaramillo D, Perakis A (1991b) Fleet Deployment optimisation for liner shipping - part 1: background, problem formulation and solution approaches. *Marit Policy Manag* 18(3):183–200
- Kim S, Loe K (1997) An optimisation-based decision support system for ship scheduling. *Comput Ind Eng* 33(3–4):689–692
- Laake J, Zhang A (2013) An optimisation model for strategic fleet planning in tramp shipping, 2013 joint NZSA + ORSNZ conference, pp 1–18
- Land A, Doing A (1960) An automatic method of solving discrete programming problems. *Econometrica* 28(3): 497–520
- Lin D, Liu H (2011) Combined ship allocation, routing and freight assignment in tramp shipping. *Transp Res E* 47:414–431
- Osman M.S.A., Hassan S., and Roshdy M. (1993) Generalized Model for Solving the Tramp Ship Scheduling Problem with Multi-Commodity', *Modeling, Measurement & Control*, 4, Association for Modeling and Simulation in Enterprises (AMSE) Press, France. 7;1:31–42
- Powell B, Perakis A (1997) Fleet Deployment Optimisation for Liner Shipping: An Integer Programming Model. *Marit Policy Manag* 24(2):183–192
- Shipping Optimisation Systems (SOS) (2018). [www.elesteshary.com/Products\\_SOS.html](http://www.elesteshary.com/Products_SOS.html)

- Tsilingiris P (2005) A multi-stage decision-support methodology for the optimisation-based liner-network design, A diploma thesis. School of Naval Architecture and Marine Engineering of the National Technical University of Athens, Athens
- Vilhelmsen C, Larsen J, Lusby RM (2013) The tank allocation problem in bulk shipping. DTU Management Engineering, Denmark
- Vilhelmsen C, Larsen J, Lusby RM (2015) Tramp ship routing and scheduling - models, methods and opportunities. DTU Management Engineering, Denmark
- Vilhelmsen C, Larsen J, Lusby RM (2017) Tramp ship routing and scheduling with voyage separation requirements. OR Spectr:1–31. doi:10.1007/s00291-017-0480-4

## **TRANSLATED VERSION: SPANISH**

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

## **VERSION TRADUCIDA: ESPAÑOL**

A continuación se muestra una traducción aproximada de las ideas presentadas anteriormente. Esto se hizo para dar una comprensión general de las ideas presentadas en el documento. Por favor, disculpe cualquier error gramatical y no responsabilite a los autores originales de estos errores.

## **INTRODUCCIÓN**

Si se compara con otros negocios, el transporte de carga en modo vagabundo tiene tres características distintivas. La primera característica es que su ciclo de producción (viaje de barco) pasa a través de diferentes sistemas económicos que causan incertidumbre y crean una situación de decisión no estructurada (Fields and Shingles 2016). En una situación de decisión no estructurada, los pasos de la solución generalmente no se conocen de antemano. La segunda característica es que el tiempo de producción (tiempo de viaje) varía considerablemente de un ciclo de producción alternativo a otro. El ciclo de producción se dice que es sensible al tiempo debido a esta variación en el tiempo. La variación se debe principalmente a las mezclas de carga alternativas disponibles para el transporte en competencia con otros buques, las rutas marítimas alternativas que el buque puede seguir hacia la misma combinación de carga y las velocidades de los buques alternativos a las que el buque puede navegar. En comparación, el ciclo de producción en el transporte marítimo no es sensible al tiempo, ya que el tiempo de producción se fija donde el barco navega por un itinerario predeterminado (véase El Noshokaty 2013). Del mismo modo, la cosecha de cultivos en la agricultura, la fabricación de automóviles y las líneas de montaje en la industria, y la pavimentación de carreteras en la construcción no son sensibles al tiempo. La sensibilidad en el tiempo es conocida por el propietario del barco cuando contrata su barco como una carta de tiempo para una mejor contratación por día, principal mientras que él lo ignora cuando no contrata su barco como una carta de viaje para un mejor beneficio bruto por día (Time Charter Equivalente tasa en la carta de viaje no es el beneficio bruto por día como se definió en este documento). Sin embargo, el propietario del buque muestra conocimiento de la sensibilidad del tiempo cuando pone en el partido de la fletamento del viaje una cláusula que especifica una tasa mínima de carga y descarga de carga. Su intención es minimizar el tiempo de viaje. Esta acción influye en pocos artículos de costos e ingresos, además de los días de manejo de carga, mientras que un objetivo de beneficio bruto por día influye en todos los artículos de costo e ingresos, además de todos los días de viaje, incluidos los días de navegación y espera. El objetivo de beneficio bruto por día se describe más adelante. La tercera característica es que la unidad de transporte llama a un número variable de paradas y sigue muchas secuencias de llamada entre estas paradas. En otras palabras, una unidad de transporte no opera en un horario publicado, sino que sirve diferentes paradas en respuesta a las licitaciones de carga. Funciona como un taxi en transporte privado si se compara con un autobús en transporte público. Este modo

de funcionamiento requiere, en terminología modelo, muchas variables y limitaciones que a su vez requieren el uso de modelos matemáticos (Christiansen y Fagerholt 2014).

Si uno piensa en una metodología de solución para resolver los problemas de transporte de vagabundos, debe superar tres problemas principales; uno para cada característica de negocio mencionada anteriormente. El primer problema es la incertidumbre o aleatoriedad en los factores que afectan al negocio. Debe haber una formulación estocástica por la cual se puede explorar la demanda futura de transporte de carga. Conocer esta demanda ayudará a los propietarios de unidades de transporte a tomar decisiones operativas más sólidas y no estructuradas. Podría ser mejor considerar una carga que se espera que se ofrezca más que una que se ofrezca si la primera probablemente contribuirá más al beneficio bruto (el término "ofrecido" se refiere a una propuesta de envío confirmada, mientras que "aún no ofrecida" se refiere a una propuesta de envío no confirmada o esperada). El segundo problema es el uso de un objetivo de beneficio bruto por día, en lugar de uno de beneficio bruto; ya que el tiempo varía considerablemente de un viaje de barco alternativo a otro. El objetivo de beneficio bruto por día se preocupa por el mayor beneficio bruto que produce y el menor número de días que se tarda en generar dicho beneficio. Para explicar, supongamos que hay dos cargas y uno debe elegir sólo una: carga A que produce un beneficio bruto de \$ 2 millones en 200 días (\$ 10,000 por día), y carga B que produce un beneficio bruto de \$ 1,5 millones en 100 días (\$ 15,000 por día). Aunque la carga B genera menos ganancias brutas, hace que el propietario de la unidad de transporte obtenga \$ 3 millones en 200 días en lugar de \$ 2 millones, si el propietario espera que los cargadores ofrezcan carga similar a B después de los 100 días. Para dar cuenta de esa expectativa, el objetivo de beneficio bruto por día debe tener una formulación estocástica para incorporar la demanda futura de transporte como se ha mencionado anteriormente. Por el contrario, la práctica actual de los armadores es elegir la carga A con una tasa de Equivalente Time Charter de \$ 10,000. El tercer problema es la necesidad de explorar soluciones alternativas masivas antes de llegar a la solución óptima. Afortunadamente, las técnicas de Investigación de Operaciones (OR) proporcionan esta metodología de solución. El impacto de la solución óptima proporcionada por OR en cualquier sistema de logística y cadena de suministro es que mantiene el menor tiempo de transporte posible que los propietarios de las unidades de transporte pueden permitirse. El desafío en el uso de modelos OR es incluir todos los parámetros necesarios y las reglas de negocio que representan un problema de transporte de carga real. Y, debido a que algunos de estos parámetros son fijos, es necesario comprobar la validez. Además, los modelos OR deben incorporarse dentro de un sistema de apoyo a la toma de decisiones para permitir que los usuarios no OR entreguen parámetros de modelo, y para ejecutar e interactuar con estos modelos.

La introducción antes mencionada establece el terreno necesario para entender la contribución de este documento si se compara con otros documentos en la literatura actual de transporte de carga. Los documentos de investigación actuales se utilizan para seleccionar la combinación de carga en función de la contribución que añade a la ganancia bruta de cada unidad de transporte, suponiendo que la demanda de transporte determinista para cada carga (el beneficio bruto por día y la aleatoriedad de la demanda de carga son dos cuestiones importantes en el transporte de vagabundos que no deben ignorarse). Los modelos de estos documentos no presentan elementos y reglas de envío reales (20 de estos elementos y reglas, todos afectan a la rentabilidad, se discuten en el modelo de optimización SOS Voyager). Si estos trabajos de investigación utilizan modelos basados en OR, los usuarios de estos modelos deben adquirir habilidades adicionales relacionadas con el quirófano (en cambio, los sistemas de apoyo a la toma de decisiones tienen modelos de quirófano incorporados). Por último, los trabajos de investigación actuales generalmente no comprueban la validez de los parámetros del modelo, especialmente la cantidad de carga y el flete, la tasa y los cargos de manipulación de carga, y la velocidad y el consumo de combustible del barco (sensibilidad y análisis de qué pasaría si, que se utilizan generalmente para comprobar dicha validez, no aparecen en ninguno de estos documentos de investigación). Una pregunta de investigación que podría plantearse en este punto es: ¿Hay alguna manera de evitar estos comentarios sobre los trabajos de investigación actuales? La respuesta que es sí es dada por este trabajo de investigación. Tiene el siguiente propósito de investigación. Es utilizar el barco en modo vagabundo, como ejemplo, para mostrar cómo una unidad de transporte de carga puede utilizar modelos O con un objetivo estocástico bruto-beneficio-per-día para seleccionar la combinación de carga que mejora la rentabilidad y mejorar cualquier sistema de logística y



cadena de suministro del que el barco forma parte. Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS), que se desarrollan para servir a este propósito, se denominan sistemas de optimización de envíos (SOS). SOS contiene elementos y reglas de envío realistas y puede comprobar la validez de estos elementos y reglas. Un propósito adicional de este documento de investigación es utilizar el beneficio bruto óptimo que puede generar SOS para cada viaje de barco completado en cada área comercial para asignar las unidades de flota a las áreas comerciales, con una frecuencia de llamada especificada para cada unidad en cada área comercial. Si bien el primer propósito se preocupa por los ciclos de producción alternativos causados por las mezclas de carga alternativas listas para ser transportadas dentro de un período de planificación a corto plazo, el propósito añadido se preocupa por los ciclos de producción alternativos causados por las áreas comerciales alternativas listas para ser atendidas dentro de un período de planificación a largo plazo. Cada área comercial tiene sus propias características de tipo de mercancía, cantidad y flete de carga, costo de servicio y distancia de navegación. Una aplicación útil de esta asignación es considerar la frecuencia de las llamadas como la que representa la demanda de servicios prestados por los servicios públicos que operan en cada área comercial. Otra aplicación útil es incluir, en un entorno competitivo, los nuevos buques junto con los antiguos en el plan de asignación para encontrar la acción que cada nuevo barco suma al beneficio bruto total cada año. SOS utiliza el nuevo beneficio bruto del barco, junto con otros flujos de caja y el costo de la inversión, para calcular el valor actual neto de este nuevo buque.

En la siguiente sección, se discuten los documentos de investigación actuales para demostrar que los comentarios antes mencionados son verdaderos, y para ver qué posible contribución podría hacer este documento de investigación para evitar estos comentarios. Una declaración de problema se formula codo con codo junto con la revisión de la literatura.

## CONCLUSIÓN

Esta declaración final es para lograr la contribución hecha en este documento; que es anunciar una nueva política a todos los sistemas que sean sensibles al tiempo. En el transporte de carga de vagabundos, como ejemplo, la política actual es seleccionar para cada unidad de transporte la combinación de carga que contribuye más a un objetivo de beneficio bruto, asumiendo una demanda de transporte de carga determinista. Dado que el sistema de transporte de carga de vagabundos es sensible al tiempo, donde el tiempo varía considerablemente de un viaje de barco alternativo a otro, una nueva política consideraría este objetivo como menos rentable que el objetivo de la obtención de beneficios brutos por día, asumiendo tanto una demanda determinista como estocástica del transporte de carga. Los propietarios de los sistemas de transporte de vagabundos deben preocuparse no sólo por el beneficio bruto que esperan ganar, sino también por el tiempo que se tarda en obtener este beneficio. Para introducir esta nueva política, SOS; un conjunto de sistemas de apoyo a la toma de decisiones, se desarrolla para optimizar las operaciones de envío de vagabundos utilizando un objetivo estocástico de beneficio bruto por día. Este nuevo objetivo ha sido introducido en la sección SOS Voyager mediante un modelo desarrollado para el área de investigación de "optimización del viaje de barcos". El análisis dado por esta sección demuestra el caso en el que el objetivo determinista de los beneficios brutos es considerablemente menos rentable para el transporte marítimo de vagabundos que el dado por el objetivo estocástico de la ganancia bruta por día. Por lo tanto, se establece la siguiente nueva política de gestión para cualquier sistema de transporte de carga sensible al tiempo:

- a) Utilice el objetivo de beneficio bruto por día, en lugar de solo el beneficio bruto.
- b) Considere la demanda determinista y estocástica de transporte de carga, en lugar de la demanda determinista solamente.
- c) Aplique métodos de optimización y utilice la sensibilidad y el análisis de qué pasaría si para validar la solución óptima.

En otras palabras, ya no se aconseja una vieja política de gestión de utilizar el objetivo de beneficios brutos, incluso si la demanda de transporte estocástico está ausente. En caso de que la distribución de probabilidad no pueda identificarse para la demanda de transporte de carga, la sensibilidad y el análisis de qué pasaría si la cantidad de carga y el flete se pueden utilizar con el objetivo de beneficio bruto por día.

El impacto de la nueva política en cualquier sistema de logística y cadena de suministro es que mantiene el menor tiempo de transporte posible que el sistema de transporte puede permitirse. Los resultados de esta parte del documento de investigación se pueden extender fácilmente a sistemas de transporte distintos de los buques de carga; a saber, aviones de carga, camiones y trenes.

En el modelo de asignación de SOS, se demostró que el beneficio bruto óptimo generado para cada buque en cada área comercial puede ser utilizado por SOS para asignar los viajes de los buques a las zonas de comercio de carga mundial dentro de un período de planificación a largo plazo. Una aplicación útil de esta asignación es considerar la frecuencia de las llamadas asignadas en cada área comercial como representa la demanda de servicios prestados en este ámbito y utilizar esta demanda para evaluar la competitividad de los servicios públicos en las zonas comerciales de carga. Los puertos se toman como ejemplo para tales utilidades. El análisis dado por el estudio de caso sobre el desarrollo portuario demuestra el caso en el que SOS Voyager y SOS Allocator aconsejan una mejora óptima de la zona comercial para que todas las frecuencias de llamada en esta área sean atendidas y se eviten los layups de buques, manteniendo al mismo tiempo los ingresos máximos de los puertos de área. La sensibilidad y el análisis de qué pasaría si es la herramienta SOS para alcanzar esta mejora óptima de la zona comercial. Los hallazgos de esta parte del documento de investigación se pueden extender fácilmente a otros tipos de buques, otros servicios portuarios, otras utilidades; a saber, los canales y los estrechos.

Otra aplicación útil de SOS Allocator es que calcula el beneficio bruto del nuevo buque cada año de su vida útil cuando se añade a unidades de flota antiguas en el plan de asignación. El evaluador de SOS, como se describe en la sección evaluador de SOS, puede calcular tres valores de tasación, correspondientes a tres niveles de demanda de transporte de carga estocástico: un límite superior, una equivalencia determinista y un límite inferior. El estudio de caso de esta sección calcula los tres valores actuales netos para un petrolero que se comprará para el servicio de envío de vagabundos y demuestra cómo el valor determinista equivalente representa el valor más probable en un rango de valores limitados por límites inferiores y superiores.

La contribución de este documento no es sólo en el desarrollo de un sistema de apoyo a la toma de decisiones utilizando modelos y metodologías innovadoras para la optimización del transporte marítimo de vagabundos, sino también en la integración que proporciona entre estos modelos y metodologías. La integración entre SOS Voyager y SOS Allocator permite un intercambio de parámetros como el beneficio bruto del viaje al asignador SOS y las áreas de operaciones de trabajo aconsejables a SOS Voyager. Un presupuesto de planificación para el próximo año es un producto importante que podría producirse a partir de esta integración. Asimismo, la integración entre SOS Allocator y SOS Appraiser permite calcular el beneficio bruto de los nuevos buques y pasarlo al evaluador SOS. SOS puede ser probado y manipulado por descarga gratuita de SOS (2018). El sitio contiene todos los datos, programas y manuales de usuario de SOS. Los sistemas similares de SOS pueden adaptarse a otros medios de transporte de carga.

Se sugiere que el trabajo futuro vaya más allá en la adición de más elementos de envío y reglas para que los modelos de envío de vagabundos se vuelvan más realistas. Elementos como el tamaño flexible de la carga, la división de cargas y la velocidad de la nave diferente, aunque afectan a la rentabilidad si se formulan dentro de los modelos, se pueden manejar en su lugar por la sensibilidad y el análisis de qué pasaría si, dando a otros elementos la oportunidad de ser formulados. Los modelos estocásticos y con ganancias por día necesitan más atención. La demanda de transporte de carga necesita un mayor estudio sobre la construcción de la distribución de probabilidad de la demanda de transporte para los principales tipos de carga. Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones basados en OR se utilizan para integrar modelos de quirófano en sistemas de gestión de bases de datos. Es muy recomendable construir estos sistemas para el envío para que las metodologías de quirófano se vuelvan transparentes para los armadores, al tiempo que apoyan al mismo tiempo. Además, estos sistemas tienen que interactuar con el propietario del barco con una sensibilidad más amigable y sesiones de análisis de qué pasaría si. Debido a que la velocidad del hardware representa la principal limitación del algoritmo adoptado en este documento, se debe utilizar un hardware informático y un equipo de comunicación más rápidos para permitir a los propietarios de buques tomar sus decisiones en el momento adecuado. Se alienta a los armadores, los operadores de servicios públicos y los investigadores a reunirse en algún lugar para discutir problemas de

interés mutuo. Es muy recomendable que los talleres se consideren como los lugares donde todos deben reunirse para discutir estudios de caso como los mencionados en este documento de investigación. Es el papel de las conferencias internacionales organizar este tipo de talleres en diferentes lugares del mundo. El trabajo futuro sobre el transporte de vagabundos debería dar lugar a un impacto en el sistema logístico en el que forma parte el transporte por barco. Un ejemplo de este impacto es dado por este documento de investigación cuando muestra que la reducción del tiempo de viaje de los buques, en la medida en que los armadores pueden permitirse, es causada por un objetivo estocástico de ganancia bruta por día. Por último, el objetivo estocástico de beneficio bruto por día puede utilizarse en otros sistemas de producción sensibles al tiempo. Ejemplos son tablas de cultivos en agricultura, línea de producción personalizada en la industria, programa de mantenimiento de productos en servicios, plan de proyecto en construcción y red logística en el comercio. También se puede utilizar en sistemas de producción a tiempo fijo, antes de que se fije el tiempo, para determinar las cantidades óptimas de factores de producción empleados en un plan de inversión de múltiples sistemas de múltiples productos. Algunos ejemplos son la cosecha de cultivos en la agricultura, la fabricación de automóviles y las líneas de montaje en la industria, la manipulación de carga portuaria en servicios, la pavimentación de carreteras en la construcción y las mediciones de control del mercado en el comercio.

### **TRANSLATED VERSION: FRENCH**

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

### **VERSION TRADUITE: FRANÇAIS**

Voici une traduction approximative des idées présentées ci-dessus. Cela a été fait pour donner une compréhension générale des idées présentées dans le document. Veuillez excuser toutes les erreurs grammaticales et ne pas tenir les auteurs originaux responsables de ces erreurs.

### **INTRODUCTION**

Si on le compare à d'autres entreprises, le transport de marchandises en mode clochard présente trois caractéristiques distinctives. La première caractéristique est que son cycle de production (voyage maritime) passe par différents systèmes économiques qui causent de l'incertitude et créent une situation de décision non structurée (Champs et Bardeaux 2016). Dans une situation de décision non structurée, les étapes de la solution ne sont généralement pas connues à l'avance. La deuxième caractéristique est que le temps de production (temps de voyage) varie considérablement d'un autre cycle de production à l'autre. On dit que le cycle de production est sensible au temps en raison de cette variation dans le temps. La variation est principalement causée par les mélanges de marchandises alternatifs disponibles pour le transport en concurrence avec d'autres navires, les routes maritimes alternatives que le navire peut suivre vers le même mélange de marchandises et les vitesses de navire alternatives à laquelle le navire peut naviguer. En comparaison, le cycle de production dans le transport maritime de paquebot n'est pas sensible au temps puisque le temps de production est fixé là où le navire navigue par un itinéraire prédéterminé (voir El Noshokaty 2013). De même, la récolte des cultures dans l'agriculture, la fabrication de voitures et les chaînes d'assemblage dans l'industrie, et le pavage routier dans la construction ne sont pas tous sensibles au temps. La sensibilité temporelle est connue de l'armateur lorsqu'il embauche son navire comme affrètement de temps pour une meilleure location par jour, alors qu'il l'ignore lorsqu'il n'engage pas son navire comme charte de voyage pour un meilleur bénéfice brut par jour (le taux équivalent de la charte de temps dans la charte de voyage n'est pas le bénéfice brut par jour tel que défini dans le présent document). Toutefois, l'armateur fait preuve de conscience de la sensibilité temporelle lorsqu'il met dans la charte de voyage une clause spécifiant un taux minimum de chargement et de décharge de fret. Son intention est de

minimiser le temps de voyage. Cette action influe sur peu d'articles de coûts et de revenus plus les jours de manutention du fret, tandis qu'un objectif de bénéfice brut par jour influe sur tous les éléments de coût et de revenus plus tous les jours de voyage, y compris les jours de navigation et d'attente. L'objectif de bénéfice brut par jour est décrit ci-après. La troisième caractéristique est que l'unité de transport appelle à un nombre variable d'arrêts et suit de nombreuses séquences d'appels parmi ces arrêts. En d'autres termes, une unité de transport ne fonctionne pas selon un horaire publié, mais dessert des arrêts différents en réponse aux appels d'offres de marchandises. Il fonctionne comme un taxi dans les transports privés si par rapport à un bus dans les transports publics. Ce mode de fonctionnement nécessite, dans la terminologie du modèle, de nombreuses variables et contraintes qui nécessitent à leur tour l'utilisation de modèles mathématiques (Christiansen et Fagerholt 2014).

Si l'on pense à une méthodologie de solution pour résoudre les problèmes de transport de clochards, il doit surmonter trois problèmes principaux ; une pour chaque caractéristique d'entreprise mentionnée précédemment. Le premier problème est l'incertitude ou le caractère aléatoire des facteurs qui influent sur l'entreprise. Il devrait y avoir une formulation stochastique par laquelle on peut explorer la demande future de transport de fret. Connaître cette demande aidera les propriétaires d'unités de transport à prendre des décisions opérationnelles non structurées plus saines. Il serait peut-être préférable d'envisager une cargaison qui devrait être offerte plus qu'une cargaison qui est offerte si la première contribue très probablement davantage au bénéfice brut (le terme « offert » fait référence à une proposition d'expédition confirmée, tandis que « non encore offert » fait référence à une proposition d'expédition non confirmée ou prévue). Le deuxième problème est l'utilisation d'un objectif à but lucratif brut par jour plutôt que d'un objectif à but lucratif brut; étant donné que le temps varie considérablement d'un autre voyage de navire à l'autre. L'objectif de profit brut par jour tient compte du bénéfice brut plus élevé qu'il génère et du moins de jours qu'il faut pour générer de tels profits. Pour expliquer, supposons qu'il y ait deux cargaisons et qu'il ne faut en choisir qu'une seule : la cargaison A qui rapporte un bénéfice brut de 2 millions de dollars en 200 jours (10 000 \$ par jour) et la cargaison B qui rapporte un bénéfice brut de 1,5 million de dollars en 100 jours (15 000 \$ par jour). Bien que le fret B génère moins de profits bruts, il provoque le propriétaire de l'unité de transport d'obtenir 3 millions de dollars en 200 jours au lieu de 2 millions de dollars, si le propriétaire s'attend fortement que les expéditeurs offriront B-comme la cargaison après les 100 jours. Pour tenir compte de cette attente, l'objectif de profit brut par jour doit avoir une formulation stochastique pour intégrer la demande future de transport comme ce qui a été mentionné précédemment. En revanche, la pratique actuelle des armateurs est de choisir la cargaison A avec un tarif équivalent time charter de 10 000 \$. Le troisième problème est la nécessité d'explorer des solutions alternatives massives avant d'atteindre la solution optimale. Heureusement, les techniques de recherche opérationnelle (OR) fournissent une telle méthodologie de solution. L'impact de la solution optimale fournie par OU sur n'importe quel système logistique et de chaîne d'approvisionnement est qu'elle maintient le temps de transport le plus court possible que les propriétaires d'unités de transport peuvent se permettre. Le défi dans l'utilisation des modèles OR est d'inclure tous les paramètres nécessaires et les règles commerciales qui représentent un véritable problème de transport de fret. Et, parce que certains de ces paramètres sont fixes, ils doivent être vérifiés pour la validité. En outre, les modèles OR doivent être incorporés dans un système d'aide à la décision afin de permettre aux utilisateurs non-OR de fournir des paramètres de modèle, et d'exécuter et d'interagir avec ces modèles.

L'introduction susmentionnée jette les bases nécessaires pour comprendre la contribution du présent document par rapport à d'autres articles de la documentation actuelle sur le transport de marchandises. Les documents de recherche actuels sont utilisés pour sélectionner le mélange de marchandises en fonction de la contribution qu'il ajoute au bénéfice brut de chaque unité de transport, en supposant que la demande de transport déterministe pour chaque cargaison (bénéfice brut par jour et caractère aléatoire de la demande de fret sont deux questions importantes dans l'expédition de clochard à ne pas ignorer). Les modèles de ces documents ne présentent pas d'éléments et de règles d'expédition réels (20 de ces éléments et règles, tous affectent la rentabilité, sont discutés dans le modèle d'optimisation SOS Voyager). Si ces documents de recherche utilisent des modèles basés sur la OR, les utilisateurs de ces modèles doivent acquérir des compétences supplémentaires liées à la CIE (en revanche, les systèmes d'aide à la décision ont ou des

modèles intégrés). Enfin, les documents de recherche actuels ne vérifient généralement pas la validité des paramètres du modèle, en particulier la quantité et le fret du fret, le taux de manutention et les frais de chargement, et la vitesse du navire et la consommation de carburant (la sensibilité et l'analyse de ce si, qui sont habituellement utilisés pour vérifier cette validité, n'apparaissent dans aucun de ces documents de recherche). Une question de recherche qui pourrait être soulevée à ce stade est la suivante: Y a-t-il un moyen d'éviter ces commentaires sur les documents de recherche actuels? La réponse qui est oui est donnée par ce document de recherche. Il a l'objectif de recherche suivant. Il s'agit d'utiliser le navire en mode clochard, à titre d'exemple, pour montrer comment une unité de transport de marchandises peut utiliser des modèles OR avec un objectif stochastique à but lucratif brut par jour pour sélectionner le mélange de fret qui améliore la rentabilité et d'améliorer toute logistique et le système de chaîne d'approvisionnement du navire fait partie. Les systèmes d'assistance à la décision (DSS), qui sont développés pour répondre à cette fin, sont appelés systèmes d'optimisation des expéditions (SOS). SOS contient des éléments et des règles d'expédition réalistes et peut vérifier la validité de ces éléments et règles. Un autre but de ce document de recherche est d'utiliser le bénéfice brut optimal qui peut être généré par SOS pour chaque voyage de navire effectué sur chaque zone commerciale pour allouer les unités de la flotte aux zones commerciales, avec une fréquence d'appel spécifiée pour chaque unité sur chaque zone commerciale. Bien que le premier objectif se soucie des cycles de production alternatifs causés par les mélanges de marchandises alternatives prêts à être transportés dans une période de planification à court terme, l'objectif supplémentaire se soucie des cycles de production alternatifs causés par les zones commerciales alternatives prêtes à être desservies dans une période de planification à long terme. Chaque zone commerciale possède ses propres caractéristiques de type de marchandise, de quantité et de fret de fret, de coût de service et de distance de navigation. Une application utile de cette allocation consiste à considérer la fréquence des appels comme représentant la demande sur les services rendus par les services publics opérant dans chaque zone commerciale. Une autre application utile consiste à inclure, dans un environnement concurrentiel, les nouveaux navires ainsi que les anciens dans le plan d'allocation pour trouver la part de chaque nouveau navire ajoutée au bénéfice brut total chaque année. SOS utilise le nouveau bénéfice brut du navire, ainsi que d'autres flux de trésorerie et le coût d'investissement, pour calculer la valeur actualisée nette de ce nouveau navire.

Dans la section suivante, les documents de recherche actuels sont discutés pour prouver que les commentaires susmentionnés sont vrais et pour voir quelle contribution possible pourrait être apportée par ce document de recherche pour éviter ces commentaires. Une déclaration de problème est formulée côte à côte avec l'examen de la littérature.

## CONCLUSION

Cette déclaration finale doit apporter la contribution apportée dans le présent document; qui doit annoncer une nouvelle politique à tous les systèmes sensibles au temps. Dans le transport de marchandises, par exemple, la politique actuelle consiste à sélectionner pour chaque unité de transport le mélange de marchandises qui contribue davantage à un objectif de profit brut, en supposant une demande de transport de marchandises déterministe. Étant donné que le système de transport de marchandises est sensible au temps, où le temps varie considérablement d'un autre voyage de navire à un autre, une nouvelle politique considérerait cet objectif comme moins rentable que l'objectif de profit brut par jour, en supposant à la fois la demande de transport de marchandises déterministe et stochastique. Les propriétaires de systèmes de transport de clochards devraient s'inquiéter non seulement du profit brut qu'ils s'attendent à gagner, mais aussi du temps pris pour gagner ce profit. Introduire cette nouvelle politique, SOS; une série de systèmes d'aide à la décision, est développée pour optimiser les opérations d'expédition de clochards en utilisant un objectif stochastique de bénéfice brut par jour. Ce nouvel objectif a été introduit dans la section SOS Voyager par un modèle développé pour « l'optimisation du voyage en bateau » zone de recherche. L'analyse donnée par la présente section démontre le cas où l'objectif de profit brut déterministe est considérablement moins rentable pour l'expédition de clochards que celui donné par l'objectif stochastique de profit brut par jour. Par conséquent, la nouvelle politique de gestion suivante est définie pour tout système de transport de marchandises sensible au temps :

- a) Utilisez l'objectif du bénéfice brut par jour, plutôt que le bénéfice brut seulement.
- b) Considérez la demande de transport de marchandises déterministe et stochastique, plutôt que la demande déterministe seulement.
- c) Appliquez des méthodes d'optimisation et utilisez la sensibilité et l'analyse de si pour valider la solution optimale.

En d'autres termes, l'ancienne politique de gestion consistant à utiliser l'objectif de profit brut n'est plus conseillée, même si la demande de transport stochastique est absente. Dans le cas où la distribution de probabilité ne peut pas être identifiée pour la demande de transport de marchandises, la sensibilité et l'analyse de la quantité et du fret du fret peuvent être utilisées avec l'objectif de profit brut par jour.

L'impact de la nouvelle politique sur n'importe quel système de logistique et de chaîne d'approvisionnement est qu'elle maintient le temps de transport le plus court possible que le système de transport puisse se permettre. Les conclusions de cette partie du document de recherche peuvent facilement être étendues aux systèmes de transport autres que les cargos; à savoir les avions cargo, les camions et les trains.

Dans le modèle d'allocation sos, il a été démontré que le bénéfice brut optimal généré pour chaque navire dans chaque zone commerciale peut être utilisé par SOS pour affecter les voyages des navires aux zones de fret mondial dans un délai de planification à long terme. L'une des applications utiles de cette allocation consiste à considérer la fréquence des appels attribués dans chaque zone commerciale comme représentant la demande de services fournis dans ce domaine et à utiliser cette demande pour évaluer la compétitivité des services publics dans les zones commerciales de marchandises. Les ports sont pris comme exemple pour ces services publics. L'analyse donnée par l'étude de cas sur le développement portuaire démontre le cas où une amélioration optimale de la zone commerciale est conseillée par SOS Voyager et SOS Allocator afin que toutes les fréquences d'appel dans cette zone soient desservies et que les layups des navires soient évités, tout en maintenant les revenus maximaux des ports de la zone. La sensibilité et l'analyse de si-si est l'outil SOS pour atteindre cette amélioration optimale de la zone commerciale. Les conclusions de cette partie du document de recherche peuvent facilement être étendues à d'autres types de navires, à d'autres services portuaires, à d'autres services publics; à savoir les canaux et les détroits.

Une autre application utile de SOS Allocator est qu'il calcule le bénéfice brut du nouveau navire chaque année de sa durée de vie lorsqu'il est ajouté aux anciennes unités de la flotte dans le plan d'allocation. SOS Appraiser, tel que décrit dans la section SOS Appraiser, peut alors calculer trois valeurs d'évaluation, correspondant à trois niveaux de demande de transport de fret stochastique : une limite supérieure, une équivalence déterministe et une limite inférieure. L'étude de cas de cette section calcule les trois valeurs actualisées nettes pour un pétrolier à acheter pour le service d'expédition de clochard et montre comment la valeur déterministe-équivalente représente la valeur la plus probable dans une gamme de valeurs délimitées par des limites inférieures et supérieures.

La contribution de ce document n'est pas seulement dans le développement d'un système d'aide à la décision en utilisant des modèles et des méthodologies innovants pour l'optimisation de l'expédition clochard, mais aussi dans l'intégration qu'il fournit entre ces modèles et méthodologies. L'intégration entre SOS Voyager et SOS Allocator permet un échange de paramètres tels que le bénéfice brut de voyage à SOS Allocator et les zones commerciales de travail conseillées à SOS Voyager. Un budget de planification de l'année prochaine est un produit important qui pourrait être produit à partir de cette intégration. De même, l'intégration entre SOS Allocator et SOS Appraiser permet de calculer le bénéfice brut des nouveaux navires et de le transmettre à SOS Appraiser. SOS peut être essayé et manipulé en téléchargement gratuit de SOS (2018). Le site contient toutes les données, programmes et manuels d'utilisation de SOS. Des systèmes similaires SOS peuvent être adaptés à d'autres moyens de transport de marchandises.

Les travaux futurs sont suggérés pour aller plus loin dans l'ajout d'éléments d'expédition et de règles de sorte que les modèles d'expédition de clochard deviennent plus réalistes. Des éléments tels que la taille flexible de la cargaison, le fractionnement des charges et la vitesse différente du navire, bien qu'ils affectent la rentabilité s'ils sont formulés dans les modèles, ils peuvent plutôt être manipulés par sensibilité et analyse de ce si, donnant à d'autres éléments la possibilité d'être formulés. Les modèles stochastiques et à but lucratif par jour ont besoin de plus d'attention. La demande de transport de marchandises nécessite une

étude plus approfondie sur la construction de la répartition des probabilités de la demande de transport pour les principaux types de marchandises. Les systèmes d'aide à la décision basés sur OR sont utilisés pour intégrer des modèles OR dans les systèmes de gestion des bases de données. Il est fortement recommandé de construire de tels systèmes pour l'expédition de sorte que les méthodologies de RO deviennent transparentes pour les armateurs tout en étant favorables en même temps. En outre, ces systèmes doivent interagir avec l'armateur dans une sensibilité plus amicale et des séances d'analyse de ce si. Étant donné que la vitesse matérielle représente la principale limitation de l'algorithme adopté dans ce document, le matériel informatique et l'équipement de communication plus rapides doivent être utilisés pour permettre aux armateurs de prendre leurs décisions au bon moment. Les propriétaires de navires, les exploitants de services publics et les chercheurs sont encouragés à se réunir quelque part pour discuter de problèmes d'intérêt mutuel. Il est fortement recommandé que les ateliers soient considérés comme les endroits où tous devraient se réunir pour discuter d'études de cas comme celles mentionnées dans ce document de recherche. C'est le rôle des conférences internationales d'organiser de tels ateliers dans différents endroits à travers le monde. Les travaux futurs sur le transport maritime de clochards devraient avoir un impact sur le système logistique dans lequel le transport par bateau fait partie. Un exemple de cet impact est donné par ce document de recherche lorsqu'il montre que le raccourcissement du temps de voyage des navires, dans la mesure où les armateurs peuvent se le permettre, est causé par un objectif stochastique de profit brut par jour. Enfin, l'objectif stochastique de profit brut par jour peut être utilisé dans d'autres systèmes de production sensibles au temps. Par exemple, les graphiques des cultures dans l'agriculture, la ligne de production personnalisée dans l'industrie, le calendrier d'entretien des produits dans les services, le plan de projet dans la construction et le réseau logistique dans le commerce. Il peut également être utilisé dans les systèmes de production à temps fixe, avant que le temps soit fixé, pour déterminer les quantités optimales de facteurs de production utilisés dans un plan d'investissement à plusieurs systèmes à plusieurs produits. Par exemple, la récolte dans l'agriculture, la fabrication de voitures et les chaînes d'assemblage dans l'industrie, la manutention des marchandises portuaires dans les services, le pavage routier dans la construction et les mesures de contrôle du marché dans le commerce.

### **TRANSLATED VERSION: GERMAN**

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

### **ÜBERSETZTE VERSION: DEUTSCH**

Hier ist eine ungefähre Übersetzung der oben vorgestellten Ideen. Dies wurde getan, um ein allgemeines Verständnis der in dem Dokument vorgestellten Ideen zu vermitteln. Bitte entschuldigen Sie alle grammatikalischen Fehler und machen Sie die ursprünglichen Autoren nicht für diese Fehler verantwortlich.

### **EINLEITUNG**

Im Vergleich zu anderen Unternehmen weist der Frachttransport im Tramp-Modus drei Besonderheiten auf. Das erste Merkmal ist, dass sein Produktionszyklus (Schiffsreise) durch verschiedene Wirtschaftssysteme verläuft, die Unsicherheit verursachen und eine unstrukturierte Entscheidungssituation schaffen (Fields and Shingles 2016). In einer unstrukturierten Entscheidungssituation sind Lösungsschritte in der Regel nicht im Voraus bekannt. Das zweite Merkmal ist, dass die Produktionszeit (Voyage-Zeit) von einem alternativen Produktionszyklus zum anderen sehr unterschiedlich ist. Der Produktionszyklus soll aufgrund dieser zeitlichen Variation zeitsensibel sein. Die Abweichung ist hauptsächlich auf die alternativen Ladungsmischungen zurückzuführen, die für den Transport im Wettbewerb mit anderen Schiffen zur Verfügung stehen, die alternativen Schifffahrtsrouten, die das Schiff in Richtung des gleichen

Ladungsmixes verfolgen kann, und die alternativen Schiffsgeschwindigkeiten, mit denen das Schiff segeln darf. Im Vergleich dazu ist der Produktionszyklus in der Linienschiffahrt nicht zeitgemäß, da die Produktionszeit dort festgelegt ist, wo das Schiff auf einer vorgegebenen Route segelt (siehe El Noshokaty 2013). Ebenso sind die Ernte in der Landwirtschaft, im Automobilbau und in den Montagelinien in der Industrie und bei straßenbaulichen Straßenbauarbeiten nicht zeitsensibel. Zeitsensibilität ist dem Reeder bekannt, wenn er sein Schiff als Zeitcharter für eine bessere Miete pro Tag anheuert, vor allem, während er es ignoriert, wenn er sein Schiff nicht als Reisecharter für einen besseren Bruttogewinn pro Tag anheuert (Time Charter Äquivalenzrate in Reisecharter ist nicht der Bruttogewinn pro Tag, wie in diesem Papier definiert). Der Reeder zeigt jedoch ein Bewusstsein für die Zeitliche Sensibilität, wenn er in der Reisecharterpartei eine Klausel einbringt, die eine Mindestladungs- und Entladerate festlegt. Seine Absicht ist es, die Reisezeit zu minimieren. Diese Aktion beeinflusst wenige Kosten- und Umsatzposten plus Frachtumschlagstage, während ein Bruttogewinn-pro-Tag-Ziel alle Kosten- und Umsatzposten sowie alle Reisetage, einschließlich Segel- und Wartetage, beeinflusst. Das Brutto-Gewinn-pro-Tag-Ziel wird im Folgenden genauer beschrieben. Das dritte Merkmal ist, dass die Transporteinheit an einer variablen Anzahl von Stopps anruft und vielen Anrufsequenzen zwischen diesen Stopps folgt. Mit anderen Worten, eine Transporteinheit arbeitet nicht nach einem veröffentlichten Zeitplan, sondern bedient verschiedene Haltestellen als Reaktion auf die Ausschreibungen Fracht. Es läuft wie ein Taxi im privaten Verkehr, wenn im Vergleich zu einem Bus in öffentlichen Verkehrsmitteln. Diese Arbeitsweise erfordert in der Modellterminologie viele Variablen und Einschränkungen, die wiederum die Verwendung mathematischer Modelle erfordern (Christiansen und Fagerholt 2014).

Wenn man an eine Lösungsmethode zur Lösung von Tramptransportproblemen denkt, muss er drei Hauptprobleme überwinden; für jedes oben erwähnte Geschäftsmerkmal. Das erste Problem ist die Unsicherheit oder Zufälligkeit der Faktoren, die das Unternehmen beeinflussen. Es sollte eine stochastische Formulierung geben, mit der man die zukünftige Nachfrage nach Gütertransporten erkunden kann. Diese Nachfrage zu kennen, wird den Besitzern von Transporteinheiten helfen, fundiertere unstrukturierte betriebsbedingte Entscheidungen zu treffen. Es könnte besser sein, eine Fracht in Betracht zu ziehen, von der erwartet wird, dass sie mehr als eine angeboten wird, wenn erstere höchstwahrscheinlich mehr zum Bruttogewinn beitragen wird (der Begriff "angeboten" bezieht sich auf einen bestätigten Versandvorschlag, während "noch nicht angeboten" auf einen unbestätigten oder erwarteten Versandvorschlag verweist). Das zweite Problem ist die Verwendung eines Bruttogewinn-pro-Tag-Ziels und nicht eines Bruttogewinnziels; da die Zeit von einer alternativen Schiffsfahrt zur anderen sehr unterschiedlich ist. Das Bruttogewinn-pro-Tag-Ziel kümmert sich um den höheren Bruttogewinn, den es bringt, und um die geringere Anzahl von Tagen, die es braucht, um einen solchen Gewinn zu erwirtschaften. Um zu erklären, nehmen wir an, es gibt zwei Ladungen und man muss nur eine wählen: Fracht A, die einen Bruttogewinn von 2 Millionen Dollar in 200 Tagen ergibt (10.000 Dollar pro Tag), und Fracht B, die einen Bruttogewinn von 1,5 Millionen Dollar in 100 Tagen ergibt (15.000 Dollar pro Tag). Obwohl Fracht B weniger Bruttogewinn generiert, führt dies dazu, dass der Transport-Unit-Besitzer in 200 Tagen 3 Millionen Dollar statt 2 Millionen Dollar erhält, wenn der Eigentümer sehr davon ausgeht, dass die Versender nach den 100 Tagen B-ähnliche Fracht anbieten werden. Um diese Erwartung zu berücksichtigen, muss das Bruttogewinn-pro-Tag-Ziel eine stochastische Formulierung haben, um die künftige Verkehrsnachfrage als das, was bereits erwähnt wurde, zu berücksichtigen. Im Gegensatz dazu besteht die derzeitige Praxis der Reeder darin, Fracht A mit einer Zeitcharter-Equivalenzrate von 10.000 Dollar zu wählen. Das dritte Problem ist die Notwendigkeit, massive alternative Lösungen zu erforschen, bevor die optimale Lösung erreicht wird. Glücklicherweise bieten Operations Research (OR)-Techniken eine solche Lösungsmethodik. Der Einfluss der optimalen Lösung von OR auf jedes Logistik- und Lieferkettensystem besteht darin, dass es die kürzest mögliche Transportzeit beibehält, die sich Eigentümer von Transporteinheiten leisten können. Die Herausforderung bei der Verwendung von OR-Modellen besteht darin, alle notwendigen Parameter und Geschäftsregeln einzubeziehen, die ein echtes Frachttransportproblem darstellen. Und da einige dieser Parameter festgelegt sind, müssen sie auf Gültigkeit überprüft werden. Darüber hinaus müssen OR-Modelle in ein Entscheidungsunterstützungssystem integriert werden, damit Nicht-ODER-Benutzer Modellparameter bereitstellen und mit diesen Modellen interagieren können.



Die oben erwähnte Einleitung legt den Grundstein, um den Beitrag dieses Papiers im Vergleich zu anderen Papieren in der aktuellen Frachttransportliteratur zu verstehen. Aktuelle Forschungsarbeiten werden verwendet, um den Frachtmix auf der Grundlage des Beitrags auszuwählen, den sie zum Bruttogewinn jeder Transporteinheit hinzufügt, vorausgesetzt, dass die deterministische Transportnachfrage für jede Ladung (Bruttogewinn pro Tag und Zufälligkeit der Frachtnachfrage sind zwei wichtige Themen in der Trampschiffahrt, die nicht ignoriert werden dürfen). Die Modelle in solchen Papieren enthalten keine echten Versandelemente und Regeln (20 solcher Elemente und Regeln, die alle die Rentabilität beeinflussen, werden im SOS Voyager Optimierungsmodell diskutiert). Wenn diese Forschungsarbeiten OR-basierte Modelle verwenden, müssen Benutzer dieser Modelle zusätzliche Fähigkeiten im Zusammenhang mit ODER erwerben (im Gegensatz dazu haben Entscheidungsunterstützungssysteme oder-Modelle eingebaut). Schließlich prüfen die aktuellen Forschungsarbeiten in der Regel nicht die Gültigkeit von Modellparametern, insbesondere Frachtmenge und Fracht, Frachturnschlagsrate und -ladungen sowie Schiffsgeschwindigkeit und Kraftstoffverbrauch (Empfindlichkeit und Was-wäre-wenn-Analyse, die normalerweise zur Überprüfung dieser Gültigkeit verwendet werden, erscheinen in keinem dieser Forschungsarbeiten). Eine Forschungsfrage, die an dieser Stelle aufgeworfen werden könnte, lautet: Gibt es eine Möglichkeit, diese Kommentare zu aktuellen Forschungsarbeiten zu vermeiden? Die Antwort, die ja ist, wird von diesem Forschungspapier gegeben. Es hat den folgenden Forschungszweck. Es ist, das Schiff im Tramp-Modus zu verwenden, um als Beispiel zu zeigen, wie eine Frachttransporteinheit OR-Modelle mit einem stochastischen Bruttogewinn-pro-Tag-Ziel verwenden kann, um den Frachtmix auszuwählen, der die Rentabilität verbessert und jedes Logistik- und Lieferkettensystem, zu dem das Schiff gehört, zu verbessern. Entscheidungsunterstützungssysteme (DSS), die zu diesem Zweck entwickelt werden, werden als Versandoptimierungssysteme (SOS) bezeichnet. SOS enthält realistische Versandelemente und -regeln und kann die Gültigkeit dieser Elemente und Regeln überprüfen. Ein zusätzlicher Zweck dieses Forschungspapiers besteht darin, den optimalen Bruttogewinn zu verwenden, der von SOS für jede auf jeder Handelsfläche absolvierte Schiffsfahrt generiert werden kann, um die Flotteneinheiten den Handelsgebieten zuzuordnen, wobei eine bestimmte Ruhhäufigkeit für jede Einheit in jeder Handelszone festgelegt ist. Während ersterer Zweck die alternativen Produktionszyklen durch die alternativen Ladungsmischungen betreut, die innerhalb eines kurzfristigen Planungszeitraums transportiert werden können, kümmert sich der zusätzliche Zweck um die alternativen Produktionszyklen, die durch die alternativen Gewerbegebiete verursacht werden, die innerhalb eines langfristigen Planungszeitraums gewartet werden können. Jedes Handelsgebiet hat seine eigenen Eigenschaften von Warentyp, Menge und Fracht der Fracht, Servicekosten und Segeldistanz. Eine nützliche Anwendung dieser Zuweisung besteht darin, die Häufigkeit von Anrufen als die Nachfrage nach Dienstleistungen zu betrachten, die von Versorgungsunternehmen, die in jedem Handelsgebiet tätig sind, erbracht werden. Eine weitere nützliche Anwendung ist, in einem wettbewerbsorientierten Umfeld die neuen Schiffe zusammen mit den alten in den Allokationsplan aufzunehmen, um den Anteil zu finden, den jedes neue Schiff jedes Jahr zum Bruttobruttogewinn hinzufügt. SOS verwendet den Bruttogewinn des neuen Schiffes zusammen mit anderen Cashflows und Investitionskosten, um den Nettobarwert dieses neuen Schiffes zu berechnen.

Im folgenden Abschnitt werden aktuelle Forschungsarbeiten erörtert, um zu beweisen, dass die oben genannten Kommentare wahr sind, und um zu sehen, welchen möglichen Beitrag dieses Forschungspapiers leisten könnte, um diese Kommentare zu vermeiden. Eine Problemaussage wird neben der Literaturrecherche formuliert.

## **SCHLUSSFOLGERUNG**

Diese abschließende Erklärung soll den Beitrag in diesem Papier leisten; die darin besteht, allen zeitempfindlichen Systemen eine neue Politik anzukündigen. Im Tramp-Frachttransport ist es beispielsweise die derzeitige Politik, für jede Transporteinheit den Frachtmix auszuwählen, der unter der Annahme einer deterministischen Nachfrage nach Gütertransporten mehr zu einem Bruttogewinnziel beiträgt. Da das Transportsystem für Tramploadungen zeitlich empfindlich ist, wo die Zeit von einer alternativen Schiffsreise zur anderen erheblich variiert, würde eine neue Politik dieses Ziel als weniger

rentabel betrachten als das Bruttogewinn-pro-Tag-Ziel, wobei sowohl die deterministische als auch die stochastische Nachfrage nach Frachttransporten angenommen würde. Besitzer von Tramp-Transportsystemen sollten sich nicht nur um den Bruttogewinn sorgen, den sie zu verdienen erwarten, sondern auch um die Zeit, die sie für die Erzielung dieses Gewinns auf sich nehmen. Um diese neue Richtlinie einzuführen, SOS; eine Reihe von Entscheidungsunterstützungssystemen, die entwickelt wurden, um den Trampversandbetrieb mit einem stochastischen Bruttogewinn-pro-Tag-Ziel zu optimieren. Dieses neue Ziel wurde im Bereich SOS Voyager durch ein Modell eingeführt, das zur "Optimierung des Forschungsgebiets Schiffsreisen" entwickelt wurde. Die Analyse dieses Abschnitts zeigt den Fall, dass das deterministische Bruttogewinnziel für die Trampschiffahrt wesentlich weniger rentabel ist als das stochastische Bruttogewinn-pro-Tag-Ziel. Daher wird die folgende neue Managementrichtlinie für jedes zeitkritische Frachttransportsystem festgelegt:

- a) Verwenden Sie Bruttogewinn pro Tag Ziel, anstatt Bruttogewinn nur.
- b) Betrachten Sie die deterministische und stochastische Nachfrage im Frachtverkehr und nicht nur die deterministische Nachfrage.
- c) Wenden Sie Optimierungsmethoden an und verwenden Sie Empfindlichkeit und Was-wäre-wenn-Analyse, um die optimale Lösung zu validieren.

Mit anderen Worten, eine alte Managementpolitik der Verwendung von Bruttogewinnzielen wird nicht mehr empfohlen, auch wenn die stochastische Verkehrsnachfrage fehlt. Für den Fall, dass die Wahrscheinlichkeitsverteilung für den Frachttransportbedarf, die Sensitivität und die Was-wäre-wenn-Analyse der Frachtmenge und Fracht nicht identifiziert werden kann, kann mit dem Bruttogewinn-pro-Tag-Ziel verwendet werden.

Die neue Politik hat Auswirkungen, dass sie die kürzest mögliche Transportzeit beibehält, die sich das Transportsystem leisten kann. Die Ergebnisse dieses Teils des Forschungspapiers lassen sich leicht auf andere Transportsysteme als Frachtschiffe ausdehnen; Frachtflugzeuge, Lastwagen und Züge.

Im SOS-Zuteilungsmodell wurde gezeigt, dass der optimale Bruttogewinn, der für jedes Schiff in jedem Handelsgebiet erzielt wird, von SOS genutzt werden kann, um Schiffsreisen innerhalb eines langfristigen Planungszeitraums den Weltfrachthandelsgebieten zuzuordnen. Eine nützliche Anwendung dieser Zuweisung besteht darin, die Häufigkeit der in den einzelnen Handelsgebieten zugeteilten Anrufe als die Nachfrage nach Dienstleistungen in diesem Bereich zu betrachten und diese Nachfrage zu nutzen, um die Wettbewerbsfähigkeit von Versorgungsunternehmen in Frachthandelsgebieten zu bewerten. Ports werden als Beispiel für solche Dienstprogramme genommen. Die Analyse der Fallstudie zur Hafentwicklung zeigt den Fall, dass SOS Voyager und SOS Allocator eine optimale Verbesserung der Handelsflächen empfehlen, so dass alle Ruffrequenzen in diesem Bereich gewartet und Schiffsverlegungen vermieden werden, während die maximalen Einnahmen der Gebietshäfen erhalten bleiben. Sensitivität und Was-wäre-wenn-Analyse ist das SOS-Tool, um diese optimale Verbesserung der Handelsfläche zu erreichen. Die Ergebnisse dieses Teils des Forschungspapiers können leicht auf andere Schiffstypen, andere Hafendienste, andere Versorgungsunternehmen ausgedehnt werden; Kanäle und Meerengen.

Eine weitere nützliche Anwendung von SOS Allocator ist, dass es den Bruttogewinn des neuen Schiffes jedes Jahr seiner Lebensdauer berechnet, wenn es zu alten Flotteneinheiten im Allokationsplan hinzugefügt wird. SOS Appraiser, wie im Abschnitt SOS-Prüfer beschrieben, kann dann drei Bewertungswerte berechnen, die drei Ebenen der stochastischen Frachttransportnachfrage entsprechen: eine Obergrenze, deterministische Äquivalenz und Untergrenze. Die Fallstudie in diesem Abschnitt berechnet die drei Nettogegenwartswerte für einen Öltanker, der für den Trampversand angeschafft werden soll, und zeigt, wie der deterministisch-äquivalente Wert den wahrscheinlichsten Wert in einem Wertebereich darstellt, der durch Unter- und Obergrenzen begrenzt ist.

Der Beitrag dieses Papiers liegt nicht nur in der Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems mit innovativen Modellen und Methoden zur Optimierung der Trampschiffahrt, sondern auch in der Integration zwischen diesen Modellen und Methoden. Die Integration zwischen SOS Voyager und SOS Allocator ermöglicht den Austausch von Parametern wie dem Bruttogewinn der Reise zu SOS Allocator und den empfohlenen Arbeitshandelsgebieten zu SOS Voyager. Ein Planungsbudget für das kommende Jahr ist ein wichtiges Produkt, das aus dieser Integration

hervorgehen könnte. Ebenso ermöglicht die Integration zwischen SOS Allocator und SOS Appraiser die Berechnung des Bruttogewinns neuer Schiffe und die Weitergabe an SOS Appraiser. SOS kann versucht und manipuliert werden, indem sie kostenlos von SOS (2018) heruntergeladen werden. Die Website enthält alle SOS-Daten, Programme und Benutzerhandbücher. SOS ähnliche Systeme können auf andere Transportmittel zugeschnitten werden.

Zukünftige Arbeit wird vorgeschlagen, weiter zu gehen, indem mehr Versandelemente und Regeln hinzugefügt werden, so dass Tramp-Versandmodelle realistischer werden. Elemente wie flexible Ladungsgrößen, Lastenteilung und unterschiedliche Schiffsgeschwindigkeit, obwohl sie die Rentabilität beeinflussen, wenn sie innerhalb der Modelle formuliert werden, können sie stattdessen durch Empfindlichkeit und Was-wäre-wenn-Analyse behandelt werden, so dass andere Elemente die Möglichkeit haben, formuliert zu werden. Stochastische und Gewinn-pro-Tag-Modelle brauchen mehr Aufmerksamkeit. Die Nachfrage nach Frachttransporten erfordert mehr Studien über den Bau der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Transportbedarfs für die wichtigsten Frachtarten. OR-based Decision Support Systems werden verwendet, um OR-Modelle in Datenbankmanagementsysteme zu integrieren. Es wird dringend empfohlen, solche Systeme für die Schifffahrt zu bauen, damit OR-Methoden für Reeder transparent werden und gleichzeitig unterstützend sind. Darüber hinaus müssen diese Systeme mit dem Schiffseigner in freundlicheren Sensitivitäts- und Was-wäre-wenn-Analysesitzungen interagieren. Da die Hardwaregeschwindigkeit die Hauptbeschränkung des in diesem Dokument verwendeten Algorithmus darstellt, müssen schnellere Computerhardware und Kommunikationsgeräte verwendet werden, damit die Reeder ihre Entscheidungen zur richtigen Zeit treffen können. Schiffseigner, Betreiber von Versorgungsunternehmen und Forscher werden ermutigt, sich irgendwo zu treffen, um Probleme von beiderseitigem Interesse zu diskutieren. Es wird dringend empfohlen, Workshops als Orte zu betrachten, an denen sich alle treffen sollten, um Fallstudien wie die in diesem Forschungspapier erwähnten zu diskutieren. Es ist die Aufgabe internationaler Konferenzen, solche Workshops an verschiedenen Orten weltweit zu organisieren. Die zukünftigen Arbeiten an der Trampschifffahrt sollten zu Auswirkungen auf das Logistiksystem führen, in dem der Transport per Schiff teilnimmt. Ein Beispiel für diese Wirkung wird in diesem Forschungspapier angeführt, wenn es zeigt, dass die Verkürzung der Schiffsreisezeit, soweit sich die Reeder es leisten können, durch ein stochastisches Brutto-Gewinn-pro-Tag-Ziel verursacht wird. Schließlich kann das stochastische Bruttogewinn-pro-Tag-Ziel in anderen zeitkritischen Produktionssystemen verwendet werden. Beispiele sind Erntediagramme in der Landwirtschaft, kundenspezifische Produktionslinien in der Industrie, Produktwartungspläne in Dienstleistungen, Projektplan im Bauwesen und Logistiknetzwerk im Handel. Es kann auch in festverfristeten Produktionssystemen verwendet werden, bevor die Zeit festgelegt wird, um die optimalen Produktionsfaktoren zu bestimmen, die in einem Mehrprodukt-Investitionsplan für mehrere Systeme verwendet werden. Beispiele hierfür sind die Ernte in der Landwirtschaft, die Automobilindustrie und Montagelinien in der Industrie, der Hafenfrachturnschlag im Dienstleistungssektor, straßenweise Pflasterarbeiten im Bauwesen und Marktkontrollmessungen im Handel.

## **TRANSLATED VERSION: PORTUGUESE**

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

## **VERSÃO TRADUZIDA: PORTUGUÊS**

Aqui está uma tradução aproximada das ideias acima apresentadas. Isto foi feito para dar uma compreensão geral das ideias apresentadas no documento. Por favor, desculpe todos os erros gramaticais e não responsabilize os autores originais responsáveis por estes erros.

## **INTRODUÇÃO**

Se comparado a outras empresas, o transporte de carga no modo tem três características distintas. A primeira característica é que seu ciclo de produção (viagem de navio) passa por diferentes sistemas econômicos que causam incerteza e criam situação de decisão não estruturada (Campos e Telhas 2016). Em uma situação de decisão não estruturada, as etapas de solução geralmente não são conhecidas de antemão. A segunda característica é que o tempo de produção (tempo de viagem) varia consideravelmente de um ciclo de produção alternativo para outro. Diz-se que o ciclo de produção é sensível ao tempo por causa dessa variação de tempo. A variação é causada principalmente pelas misturas alternativas de carga disponíveis para transporte em concorrência com outros navios, as rotas alternativas de navegação que o navio pode seguir em direção ao mesmo mix de carga, e as velocidades alternativas de navios nas quais o navio pode navegar. Em comparação, o ciclo de produção no transporte de ferro não é sensível ao tempo, uma vez que o tempo de produção é fixado onde o navio navega por um itinerário predeterminado (ver El Noshokaty 2013). Da mesma forma, a colheita de culturas na agricultura, fabricação de automóveis e linhas de montagem na indústria e pavimentação de estradas na construção não são todas sensíveis ao tempo. A sensibilidade ao tempo é conhecida pelo proprietário do navio quando ele contrata seu navio como um fretamento de tempo para uma melhor contratação por dia, principal, enquanto ele ignora quando ele não contrata seu navio como uma carta de viagem para um melhor lucro bruto por dia (Taxa equivalente de Carta de Tempo em fretamento de viagem não é o lucro bruto por dia como foi definido neste artigo). No entanto, o proprietário do navio mostra consciência da sensibilidade do tempo quando coloca no time de fretamento da viagem uma cláusula especificando uma taxa mínima de carga e descarga. Sua intenção é minimizar o tempo de viagem. Esta ação influencia poucos itens de custo e receita mais dias de movimentação de carga, enquanto um objetivo de lucro bruto por dia influencia todos os itens de custo e receita, além de todos os dias de viagem, incluindo dias de navegação e espera. O objetivo de lucro bruto por dia é mais descrito do que vem. A terceira característica é que a unidade de transporte liga em um número variável de paradas e segue muitas sequências de chamadas entre essas paradas. Ou seja, uma unidade de transporte não opera em horário publicado, mas atende paradas diferentes em resposta às licitações de carga. Funciona como um táxi em transporte privado se comparado a um ônibus no transporte público. Esse modo de operação requer, em terminologia do modelo, muitas variáveis e restrições que, por sua vez, requer o uso de modelos matemáticos (Christiansen e Fagerholt 2014).

Se pensarmos em uma metodologia de solução para resolver problemas de transporte de, ele deve superar três problemas principais; um para cada característica de negócio mencionado anteriormente. O primeiro problema é a incerteza ou aleatoriedade nos fatores que afetam o negócio. Deve haver uma formulação estocástica pela qual se pode explorar a demanda futura de transporte de carga. Conhecer essa demanda ajudará os proprietários de unidades de transporte a tomar decisões operacionais mais sólidas e não estruturadas. Talvez seja melhor considerar uma carga esperada para ser oferecida mais do que uma que é oferecida se a primeira provavelmente contribuir mais para o lucro bruto (o termo 'oferecido' refere-se a uma proposta de transporte confirmada, enquanto "ainda não oferecido" refere-se a uma proposta de transporte não confirmada ou esperada). O segundo problema é o uso de um objetivo de lucro bruto por dia, em vez de um lucro bruto; uma vez que o tempo varia consideravelmente de uma viagem de navio alternativo para outra. Cuidados objetivos de lucro bruto por dia para o maior lucro bruto que rende e o menor número de dias necessários para gerar esse lucro. Para explicar, assumo que existem duas cargas e deve-se escolher apenas uma: carga A que rende um lucro bruto de US\$ 2 milhões em 200 dias (US\$ 10.000 por dia), e carga B que rende um lucro bruto de US\$ 1,5 milhão em 100 dias (US\$ 15.000 por dia). Embora a carga B gere menos lucro bruto, faz com que o proprietário da unidade de transporte receba US\$ 3 milhões em 200 dias em vez de US\$ 2 milhões, se o proprietário espera que os transportadores ofereçam carga semelhante a B após os 100 dias. Para dar conta dessa expectativa, o objetivo do lucro bruto por dia deve ter uma formulação estocástica para incorporar a demanda futura de transporte como o mencionado anteriormente. Em contrapartida, a prática atual dos armadores é escolher a carga A com uma taxa de Equivalente de Tempo de US\$ 10.000. O terceiro problema é a necessidade de explorar soluções alternativas maciças antes de chegar à solução ideal. Felizmente, as técnicas de Pesquisa de Operações (OR) fornecem essa metodologia de solução. O impacto da solução ideal fornecida pela OR em qualquer sistema de

logística e supply chain é que ele mantém o menor tempo de transporte possível que os proprietários de unidades de transporte podem pagar. O desafio no uso dos modelos OR está em incluir todos os parâmetros e regras de negócios necessários que representam um verdadeiro problema de transporte de carga. E, como alguns desses parâmetros são fixos, eles precisam ser verificados quanto à validade. Além disso, os modelos or devem ser incorporados dentro de um sistema de suporte de decisão, a fim de permitir que os usuários não-OR entreguem parâmetros de modelo e corram e interajam com esses modelos.

A introdução acima mencionada estabelece o terreno necessário para compreender a contribuição deste artigo se comparado a outros artigos da literatura atual do transporte de cargas. Os trabalhos atuais de pesquisa são utilizados para selecionar o mix de cargas com base na contribuição que adiciona ao lucro bruto de cada unidade de transporte, assumindo a demanda de transporte determinista para cada carga (lucro bruto por dia e aleatoriedade da demanda de carga são duas questões importantes no transporte de para não ignorar). Os modelos em tais artigos não apresentam elementos e regras reais de expedição (20 tais elementos e regras, todos afetam a rentabilidade, são discutidos no Modelo de Otimização SOS Voyager). Se esses artigos de pesquisa usarem modelos baseados em OR, os usuários desses modelos devem adquirir habilidades adicionais relacionadas ao OR (em contraste, os sistemas de suporte à decisão têm modelos de OR incorporados). Por fim, os trabalhos atuais de pesquisa geralmente não verificam a validade dos parâmetros do modelo, especialmente quantidade de carga e frete, taxa de movimentação de carga e encargos, e o consumo de velocidade e combustível do navio (sensibilidade e análise de se, que geralmente são usados para verificar tal validade, não aparecem em nenhum desses artigos de pesquisa). Uma questão de pesquisa que poderia ser levantada neste momento é: Existe alguma maneira de evitar esses comentários sobre os artigos de pesquisa atuais? A resposta que é sim é dada por este artigo de pesquisa. Tem o seguinte propósito de pesquisa. É usar o navio no modo, como exemplo, para mostrar como uma unidade de transporte de carga pode usar modelos OR com um objetivo estocástico de lucro bruto por dia para selecionar o mix de carga que melhora a rentabilidade e melhorar qualquer sistema logístico e de supply chain do qual o navio faz parte. Os sistemas de suporte à decisão (DSS), que são desenvolvidos para atender a esse fim, são chamados de Sistemas de Otimização de Envio (SOS). O SOS contém elementos e regras de envio realistas e pode verificar a validade desses elementos e regras. Um propósito adicional deste trabalho de pesquisa é usar o lucro bruto ideal que pode ser gerado pelo SOS para cada viagem de navio concluída em cada área comercial para alocar as unidades da frota para áreas de comércio, com uma frequência de chamada especificada para cada unidade em cada área comercial. Enquanto o antigo propósito cuida dos ciclos alternativos de produção causados pelas misturas alternativas de carga prontas para serem transportadas dentro de um período de planejamento de curto prazo, o propósito adicional cuida dos ciclos alternativos de produção causados pelas áreas alternativas de comércio prontas para serem atendidas dentro de um período de planejamento de longo prazo. Cada área comercial tem suas próprias características de tipo de mercadoria, quantidade e frete de carga, custo de serviço e distância de navegação. Uma aplicação útil dessa alocação é considerar a frequência das chamadas como representando a demanda de serviços prestados pelas concessionárias que operam em cada área comercial. Outra aplicação útil é incluir, em um ambiente competitivo, os novos navios, juntamente com os antigos no plano de alocação para encontrar a parte que cada novo navio adiciona ao lucro bruto total a cada ano. A SOS utiliza o novo lucro bruto do navio, juntamente com outros fluxo de caixa e custo de investimento, para calcular o valor presente líquido deste novo navio.

Na seção a seguir, são discutidos os trabalhos de pesquisa atuais para provar que os comentários acima mencionados são verdadeiros, e para ver que possível contribuição que poderia ser feita por este artigo de pesquisa para evitar esses comentários. Uma afirmação problemática é formulada lado a lado com a revisão da literatura.

## CONCLUSÃO

Esta declaração final é para trazer a contribuição feita neste artigo; que é anunciar uma nova política para todos os sistemas que são sensíveis ao tempo. No transporte de cargas, como exemplo, a política atual é selecionar para cada unidade de transporte o mix de cargas que contribui mais para um objetivo de lucro

bruto, assumindo a demanda determinística do transporte de cargas. Uma vez que o sistema de transporte de cargas é sensível ao tempo, onde o tempo varia consideravelmente de uma viagem de navio alternativo para outra, uma nova política consideraria esse objetivo menos rentável do que o objetivo de lucro bruto por dia, assumindo tanto a demanda determinística quanto a estocástica de transporte de carga. Os proprietários de sistemas de transporte devem se preocupar não apenas com o lucro bruto que esperam ganhar, mas também com o tempo que levou para obter esse lucro. Para introduzir esta nova política, SOS; um conjunto de sistemas de suporte a decisões, é desenvolvido para otimizar as operações de transporte de usando um objetivo estocástico de lucro bruto por dia. Este novo objetivo foi introduzido na seção SOS Voyager por um modelo desenvolvido para a área de pesquisa "otimização da viagem de navio". A análise feita por esta seção demonstra o caso em que o objetivo determinístico de lucro bruto é consideravelmente menos rentável para o transporte de do que o dado pelo objetivo estocástico de lucro bruto por dia. Portanto, a seguinte nova política de gerenciamento é definida para qualquer sistema de transporte de carga sensível ao tempo:

- a) Use o lucro bruto por dia objetivo, em vez de apenas lucro bruto.
- b) Considere a demanda determinística e estocástica do transporte de carga, em vez de apenas uma demanda determinística.
- c) Aplique métodos de otimização e use a sensibilidade e a análise de e se para validar a solução ideal.

Em outras palavras, a velha política de gestão de uso do objetivo de lucro bruto não é mais aconselhável, mesmo que a demanda de transporte estocástico esteja ausente. Caso a distribuição de probabilidades não possa ser identificada para a demanda de transporte de carga, a sensibilidade e a análise da quantidade de carga e frete podem ser utilizadas com o objetivo de lucro bruto por dia.

O impacto da nova política em qualquer sistema logístico e de supply chain é que ele mantém o menor tempo de transporte possível que o sistema de transporte pode pagar. Os achados desta parte do artigo de pesquisa podem ser facilmente estendidos a sistemas de transporte que não sejam navios de carga; ou seja, aviões de carga, caminhões e trens.

No modelo de alocação do SOS, mostrou-se que o lucro bruto ideal gerado para cada navio em cada área comercial pode ser usado pela SOS para alocar viagens de navios para áreas de comércio mundial de carga dentro de um período de planejamento de longo prazo. Uma aplicação útil dessa alocação é considerar a frequência de chamadas alocadas em cada área comercial como representando a demanda de serviços prestados nessa área e utilizar essa demanda para avaliar a competitividade das concessionárias nas áreas de comércio de cargas. Os portos são tomados como um exemplo para tais utilitários. A análise feita pelo estudo de caso sobre o desenvolvimento portuário demonstra o caso em que uma ótima melhoria da área de comércio é aconselhada pela SOS Voyager e pelo SOS Allocator para que todas as frequências de chamada nesta área sejam atendidas e as demissões de navios sejam evitadas, mantendo a receita máxima dos portos da área. Sensibilidade e análise de e-se é a ferramenta SOS para alcançar essa melhoria ideal da área de comércio. Os achados desta parte do trabalho de pesquisa podem ser facilmente estendidos a outros tipos de navios, outros serviços portuários, outros utilitários; ou seja, canais e estreitos.

Outra aplicação útil do SOS Allocator é que ele calcula o lucro bruto do novo navio a cada ano de sua vida quando é adicionado a antigas unidades de frota no plano de alocação. O avaliador SOS, conforme descrito na seção SOS Appraiser, pode então calcular três valores de avaliação, correspondentes a três níveis de demanda estocástica de transporte de carga: um limite superior, equivalência determinística e limite inferior. O estudo de caso nesta seção calcula os três valores líquidos presentes para um petroleiro a ser comprado para o serviço de transporte de e demonstra como o valor determinista-equivalente representa o valor mais provável em uma faixa de valores limitados por limites inferiores e superiores.

A contribuição deste artigo não está apenas no desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão utilizando modelos e metodologias inovadoras para otimização do transporte de, mas também na integração que proporciona entre esses modelos e metodologias. A integração entre o SOS Voyager e o SOS Allocator permite uma troca de parâmetros como o lucro bruto da viagem para o SOS Allocator e áreas de comércio de trabalho aconselháveis para a SOS Voyager. Um orçamento de planejamento para o próximo ano é um produto importante que poderia ser produzido a partir dessa integração. Da mesma forma, a integração entre

o SOS Allocator e o SOS Appraiser permite o cálculo do lucro bruto de novos navios e passá-lo para o SOS Appraiser. O SOS pode ser tentado e manipulado pelo download gratuito do SOS (2018). O site contém todos os dados, programas e manuais do usuário do SOS. Sistemas similares sos podem ser adaptados para outros meios de transporte de carga.

Sugere-se que o trabalho futuro vá além na adição de mais elementos e regras de transporte para que os modelos de transporte de se tornem mais realistas. Elementos como tamanhos flexíveis de carga, divisão de cargas e velocidade de navio diferente, embora afetem a rentabilidade se formulados dentro dos modelos, podem ser manuseados em vez de sensibilidade e análise de e-se, dando a outros elementos a chance de serem formulados. Modelos estocásticos e lucrativos por dia precisam de mais atenção. A demanda de transporte de cargas precisa de mais estudo sobre a construção da distribuição de probabilidade da demanda de transporte para os principais tipos de carga. Os sistemas de suporte a decisões baseados em OR são usados para integrar modelos or em sistemas de gerenciamento de banco de dados. É altamente recomendável construir tais sistemas para o transporte para que as metodologias OR se tornem transparentes para os proprietários de navios ao mesmo tempo que sejam favoráveis ao mesmo tempo. Além disso, esses sistemas têm que interagir com o proprietário do navio em sessões de análise mais amigáveis e sessões de análise. Como a velocidade do hardware representa a principal limitação do algoritmo adotado neste artigo, equipamentos de hardware e comunicação mais rápidos devem ser usados para permitir que os proprietários de navios tomem suas decisões no momento certo. Proprietários de navios, operadores de serviços públicos e pesquisadores são encorajados a se reunir em algum lugar para discutir problemas de preocupação mútua. É altamente recomendável que as oficinas sejam consideradas como os locais onde todos devem se reunir para discutir estudos de caso como os mencionados neste artigo de pesquisa. É papel das conferências internacionais organizar tais workshops em diferentes lugares do mundo. O futuro trabalho no transporte de deve resultar em um impacto no sistema logístico no qual o transporte por navio faz parte. Um exemplo desse impacto é dado por este artigo de pesquisa quando mostra que o encurtamento do tempo de viagem de navios, na medida em que os proprietários de navios podem pagar, é causado por um objetivo estocástico de lucro bruto por dia. Finalmente, o objetivo estocástico de lucro bruto por dia pode ser usado em outros sistemas de produção sensíveis ao tempo. Exemplos são gráficos de culturas na agricultura, linha de produção personalizada na indústria, cronograma de manutenção de produtos em serviços, plano de projetos na construção civil e rede logística no comércio. Pode ser usado também em sistemas de produção em tempo fixo, antes do tempo ser fixado, para determinar as quantidades ideais de fatores de produção empregados em um plano de investimento de múltiplos produtos de múltiplos sistemas. Exemplos são a colheita de culturas na agricultura, fabricação de automóveis e linhas de montagem na indústria, movimentação de cargas portuárias em serviços, pavimentação de estradas na construção civil e medições de controle de mercado no comércio.