

Influential Article Review - Multifaceted Analysis of the Efficacy of a Liner Shipping Network

Bill Collins

Bobbie Zimmerman

Dominic Bryant

This paper examines logistics. We present insights from a highly influential paper. Here are the highlights from this paper: This paper deals with multidimensional examination of performances of a trunk line/route of liner container-shipping network serving an intercontinental supply chain by the conventional (Panamax Max) and mega (ULC - Ultra Large Container) ships. The trunk line/route of the network includes the supplier and the customer seaport of freight shipments consolidated into containers (TEU (Twenty Foot Equivalent Unit)), and the container ships operated by liner shipping carriers and/or their alliances providing transport services between them. The supplier and the customer seaport can be either the main seaports of the line or the hubs of the H&S (Hub-and-Spoke) network of particular liner container-shipping carriers. The multidimensional examination implies defining and developing the analytical models of indicators of the trunk line's infrastructural, technical/technological, operational, economic, environmental, and social performances and their application to the selected real-life case. The infrastructural performances relate to the characteristics of infrastructure (berths) and container terminals in the seaports at both ends of the line. The technical/technological performances reflect the characteristics of facilities and equipment for loading/unloading and storing TEU shipments in these terminals, and that of the container ships transporting them. The operational performances include the transport service frequency, size, transport work and technical productivity of the deployed container ship fleet while serving a given volume of TEU flows during the specified time. The economic performances contain the inventory, handling, transport, and external costs of handling the TEU flows. The environmental performances relate to the fuel consumption and consequent emissions of GHG (GreenHouse Gases). Finally, the social performances in terms of impacts generally refer to noise, congestion, and safety. The models of indicators of performances have been applied to the liner container-shipping trunk line/route connecting East Asia and North Europe operated exclusively by two above-mentioned categories of ships according to the "what-if" scenario approach. The results have indicated the very high sensitivity of all considered indicators of performances to the category of deployed ships under given conditions. As well, they have shown to be dependent on each other – the operational on the technical/technological, and the economic, environmental, and social on the technical/technological and operational. For our overseas readers, we then present the insights from this paper in Spanish, French, Portuguese, and German.

Keywords: Liner container-shipping networks, Trunk line/route, Performances, Indicators, Analytical models, Conventional and mega container ships

SUMMARY

- This paper has dealt with the multidimensional examination of performances of a given trunk line/route of a liner container-shipping network serving an intercontinental supply chain by the conventional and the mega ships.
- The results have shown the following. The number of berths in the seaports at both ends of the given line/route needed to handle ships carrying a given volume of TEU flows during the given time has been crucially dependent on the capacity of cranes deployed per berth. Consequently, the higher deployed crane capacity has implied the lower number of needed berths, in this case intended to the mega ships.
- The transport service frequencies by the conventional have been much higher than that by the mega ships. Consequently, the ship fleet of the former category has been substantially larger. However, the fleet of both ship categories have increased in the cases of applying the super slow instead of the slow steaming speed. Thanks to balancing the transport service frequencies the transport work carried out along the line/route by both categories of ships have been almost equal. However, the technical productivity has been lower at the mega ship fleet. This has been due to decreasing the average speed of TEU flows along the line/route caused by their longer inventory time during collection and distribution at both seaports. The lower steaming speed has also affected the technical productivity of both ship fleets operating under given conditions.
- The average trunk line's total costs and their structure have been highly sensitive to the ships' payload capacity, its utilization, and the operating speed. In general, these costs have been dominated by the substantive inventory costs. Consequently, despite the lower sea/operating, transshipment, and the external costs, the line's total costs of mega ships have been higher than that of their conventional counterparts.
- The average fuel consumption and related emissions of GHG have been again lower at both categories of ships when operating at the lower steaming speed.

HIGHLY INFLUENTIAL ARTICLE

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

Janić, M. (2018). Multidimensional examination of the performances of a liner shipping network: trunk line/route operated by conventional (Panamax Max) and mega (ULC - ultra large container) ships. *Journal of Shipping and Trade*, 3(1), 1–35.

This is the link to the publisher's website:

<https://jshippingandtrade.springeropen.com/articles/10.1186/s41072-018-0039-9>

INTRODUCTION

With globalization of the world's economy, many supply chains have become increasingly global spreading between particular continents. On the one hand, the growing container shipping industry has supported and further stimulated their development. On the other, such newly developed supply chains have put increasing requirements on the industry in terms of providing high quality and reasonable price of services. Under such circumstances, the container shipping industry has been developing relatively fast during the past decades. This particularly relates to the size and payload capacity of deployed container ships operating in the liner shipping networks which have increased over time while serving increasingly global supply chains. The main driving forces of such development have generally been: i) Growing volumes and spatial diversity of the freight transport demand combined with its increased internalization, globalization, and consequently consolidation, i.e., containerization; ii) Strengthening competition in the maritime freight transport markets forcing the liner container-shipping carriers to permanently improve effectiveness (i.e., reliability,

punctuality, safety) and efficiency (by deploying larger container ships and taking advantages of their economies of scale) of their services; iii) Raising concerns on the impacts of freight transport sector and its maritime transport mode including the container-shipping segment on the environment and society; and iv) Innovative design, materials, and the manufacturing processes of container ships, the container handling supportive facilities and equipment, and the seaport infrastructure (Christa et al. 2008; Cullinane and Khanna 2000; ITF 2015; Kapoor 2016; UNCTAD 2017; Vad Karsten 2015; Van Marle 2013). Figure 1 shows an example of the relationships between the demand and capacity in the global maritime container transport market.

As can be seen, during the observed period (1980–2016), the payload capacity of the global maritime container ship fleet has increased more than proportionally, driven by the need for satisfying growing increasingly globalized and containerized freight transport demand (TEU (Twenty Foot Equivalent Unit) flows. In addition, the average payload capacity of the maritime container ships has also been increasing over time as shown in Fig. 2.

On the one hand, the larger container ships with a greater payload capacity usually run fewer transport services and the corresponding total ship-miles while transporting the given volumes of TEU flows along the same routes than those of their smaller counterparts. On the other, these ships have greater empty weight, higher energy (fuel) consumption, the total cost per service in addition to the constraints in calling the particular seaports, and more effort in providing the sufficient quantity of demand, i.e., load factor, for carrying out the profitable services (Ducruet and Notteboom 2011; Van Marle 2013). The latest particularly applies to the specific category of these ships referred as the mega or ULC ships considered as the largest in terms of their size, i.e., external dimensions - length, beam (width), draft, and the payload capacity (DWT (Dead Weight Tonnage), TEU), all compared to their closest (smaller) counterparts.

This paper deals with the multidimensional examination of performances of a trunk line/route of a liner container-shipping network operated by either conventional (Panamax Max) or mega or ULC (Ultra Large Container) ships. This implies handling and direct transportation (without the intermediate port calls) of TEU flows between their origin seaport as the line's supplier and the destination seaport as the line's customer. The collection and distribution of these flows to/from these origin/destination seaports, respectively, are not taken into account.

In addition to this introductory, the paper consists of four other sections. Section 2 describes the characteristic configurations of the liner container-shipping networks and the concept of their performances. Section 3 updates the existing and develops the novel analytical models of indicators of the particular performances of the above-mentioned trunk line/route of the liner shipping network serving a given supply chain according to the specified "what-if" scenario under given conditions. Section 4 presents an application of the proposed models of indicators of performances to the trunk line/route exclusively operated by the conventional (Panamax Max) and the mega or ULC ships. The last section contains some conclusions and discussion about some advantages and disadvantages for the main actors/stakeholders from deploying mega (ULC) ships for serving the intercontinental supply chains under given conditions.

CONCLUSION

This paper has dealt with the multidimensional examination of performances of a given trunk line/route of a liner container-shipping network serving an intercontinental supply chain by the conventional (Panamax Max) and the mega (ULC - Ultra Large Container) ships. For such a purpose, the indicators of the trunk line's infrastructural, technical/technological, operational, economic, environmental, and social performances have been defined and their analytical models developed. The models of indicators of performances have been applied by using the data from the line container-shipping network spreading between Far East Asia and North Europe, and specifically from the trunk line/route connecting the seaports of Hong Kong (China) and Rotterdam (The Netherlands) operating according to "what-if" scenario approach.

The results have shown the following: The number of berths in the seaports at both ends of the given line/route needed to handle ships carrying a given volumes of TEU flows during the given time (one year)

has been crucially dependent on the capacity (number, handling rate, operating time) of cranes deployed per berth. Consequently, the higher deployed crane capacity has implied the lower number of needed berths, in this case intended to the mega ships.

The transport service frequencies by the conventional have been much higher than that by the (ULC) mega ships. Consequently, the ship fleet of the former category has been substantively larger. However, the fleet of both ship categories have increased in the cases of applying the super slow instead of the slow steaming speed. Thanks to balancing the transport service frequencies the transport work carried out along the line/route by both categories of ships have been almost equal. However, the technical productivity has been lower at the mega (ULC) ship fleet. This has been due to decreasing the average speed of TEU flows along the line/route caused by their longer inventory time during collection and distribution at both seaports. The lower steaming speed has also affected the technical productivity of both ship fleets operating under given conditions.

The average trunk line's total costs and their structure have been highly sensitive to the ships' payload capacity, its utilization, and the operating speed. In general, these costs have been dominated by the substantive inventory costs. Consequently, despite the lower sea/operating, transshipment, and the external costs, the line's total costs of mega (ULC) ships have been higher than that of their conventional counterparts.

The average fuel consumption and related emissions of GHG have been again lower at both categories of ships when operating at the lower steaming speed. However, they have been lower at the mega (ULC) ships just due to spreading over the larger number of TEUs, all other conditions being constant.

In addition, the land used at both line's seaports handling the conventional ships has been different, influenced by the required number of port berths, and their crane capacity. It has been almost equal in both seaports if handling the mega (ULC) ships. In addition, the land used has been generally greater when handling the conventional ships compared to that when handling their mega (ULC) counterparts.

The actually rough estimate has indicated that the given trunk line/route would be, at least from the statistical point of view, safe.

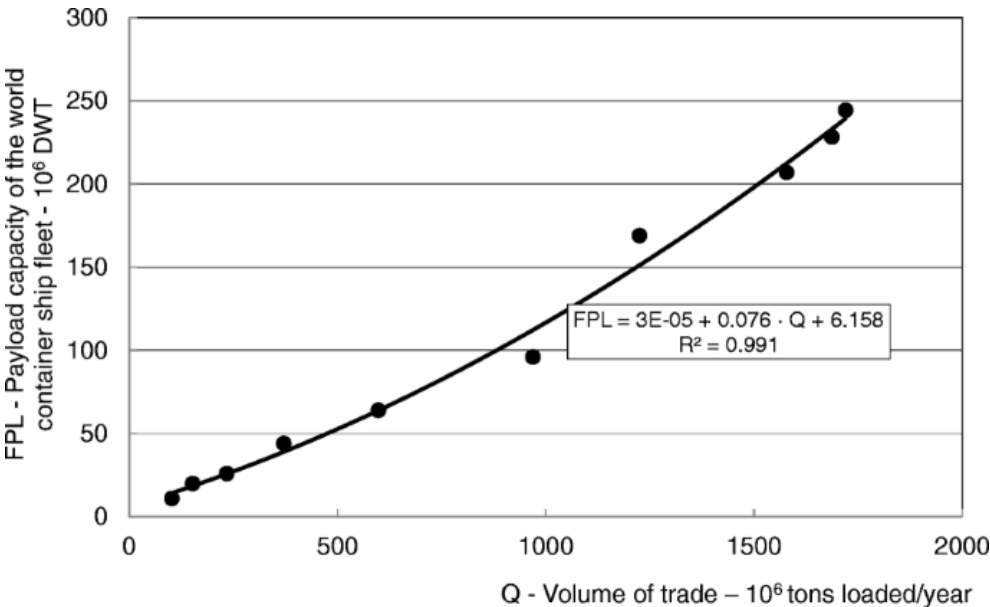
The above-mentioned results suggest a kind of the potential advantages and disadvantages for the main actors/stakeholders dealing with the mega (ULC) ship fleets. These can be integrators/coordinators of services, ports, line shipping carriers, transport operators providing the seaport inland services, and users (shippers and receivers of containers). In particular, the integrators/coordinators of services could expect a disadvantage in terms of the higher total average operating costs mainly due to the substantively higher inventory costs. The seaports could expect an advantage in terms of less frequent calls and consequent smaller area of land used by the smaller number of required berths equipped by the adequate container handling capacity. In addition, these seaports could experience a disadvantage due to the need for providing a larger space in the container terminals for the short-term container storage. The line shipping carriers could expect the advantages in terms of deploying the smaller ship fleet(s) at the lower sea/operating costs, this latter thanks to the economies of scale enabling offering more competitive prices of transport services. A disadvantage could be in terms of deploying the larger fleet(s) caused by increasing of the ships' turnaround time along the line/route due to operating at the lower speeds and the longer seaport (inventory) time during collecting and distributing the TEU flows. The transport operators providing the seaport inland services could generally have an advantage in terms of a better utilization of the existing capacities or even increasing them. Users (container shippers and consignees) could have an advantage in terms of the lower prices of transport services. However, the disadvantage could be in terms of the longer total delivery time of shipments due to the longer inventory and transport time - the former caused by the longer collection and distribution time at the seaports and the latter by the lower transport speed.

Further research could contribute to resolving the increasing dilemmas of the particular actors/stakeholders about the overall feasibility of using the mega (ULC) ships. First, this includes performing an additional estimation of the indicators of performances of the trunk lines/routes and the entire liner container-shipping networks serving the intercontinental supply chains based on the more realistic data for the particular above-mentioned (assumed) inputs. Second, considering and including the indicators of performances of the seaport inland transport modes and their systems in order to embrace the door-to-door delivery of TEU

flows and expanding the set of indicators of the environmental and social performances can be of value. In the latter case, on the one hand, this could be inclusion of the indicators on the impacts of the seaport inland transport modes and their systems on the local population. On the other, these could be also indicators relating to the local and global social effects (benefits) of the entire liner container-shipping networks and the supply chains they serve under given conditions. Fourth, the proposed and updated models of indicators of performances could be applied to the other cases of the liner container-shipping networks serving the intercontinental supply chains according to the same and/or different scenarios. Last but not least, synthesizing the findings from the elaborated cases and drafting some suggestions/recommendations for the particular above-mentioned actors/stakeholders involved could be of both scientific but also practical value.

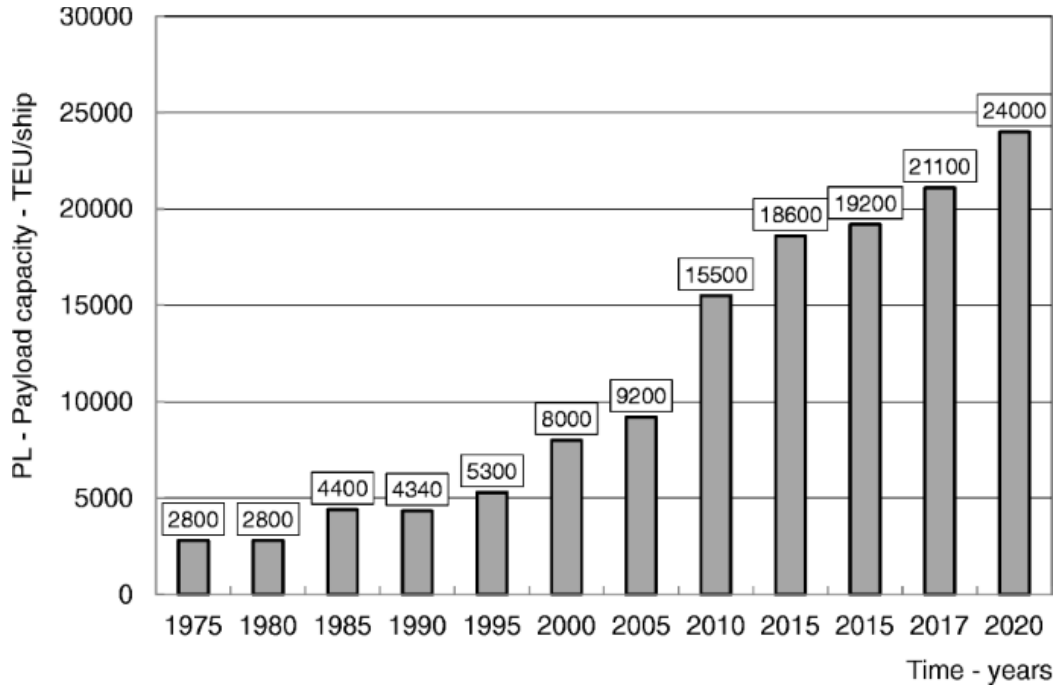
APPENDIX

**FIGURE 1
THE CONTAINERIZED FREIGHT SEABORNE TRADE VS THE CAPACITY OF
CONTAINER SHIP FLEET**



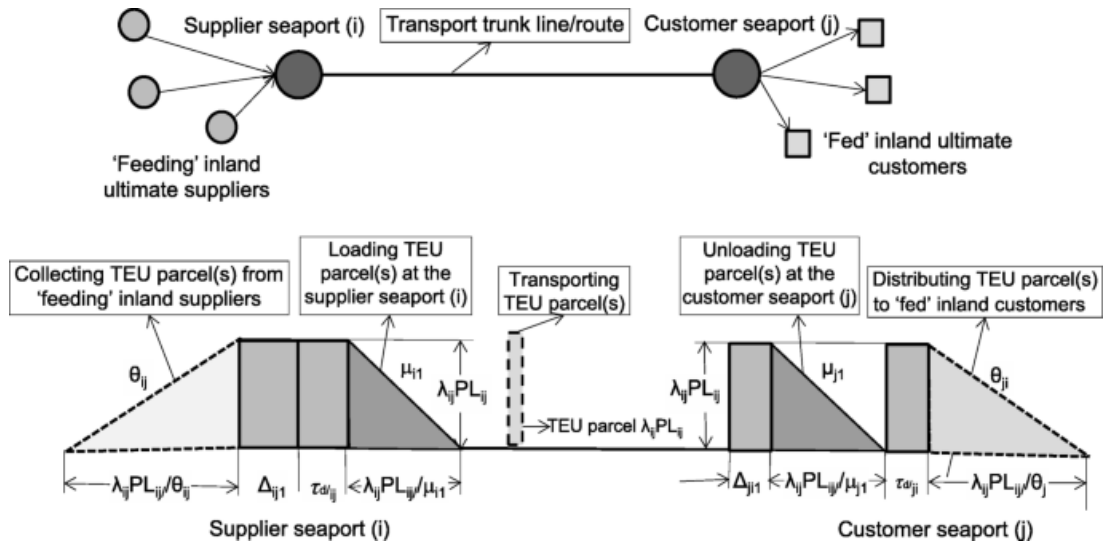
(DWT - Dead Weight Tonnage) (Period: 1980–2016) (UNCTAD 2017)

**FIGURE 2
DEVELOPMENT OF THE PAYLOAD CAPACITY OF THE MARITIME CONTAINER SHIPS
OVER TIME**



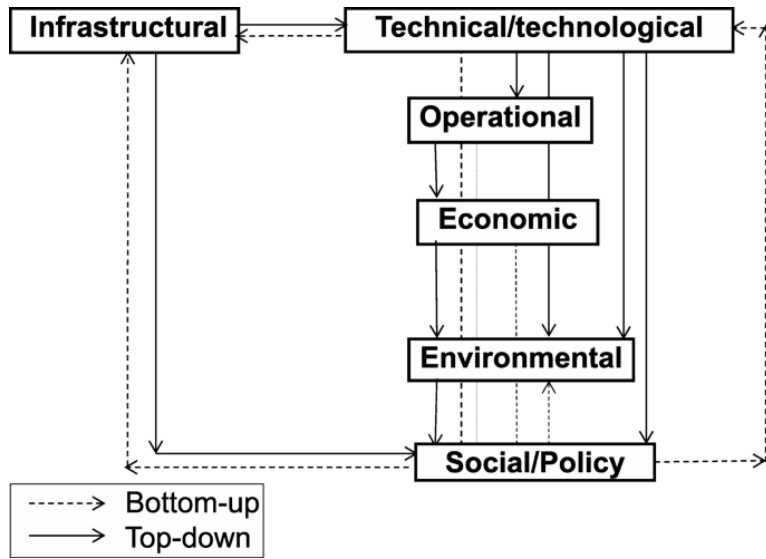
(Period: 1975–2016) (Rodrigue et al. 2017; ITF 2015; UNCTAD 2017)

FIGURE 3
A SIMPLIFIED SCHEME OF THE TRUNK LINE/ROUTE OF A LINER SHIPPING NETWORK SERVING AN INTERCONTINENTAL SUPPLY CHAIN



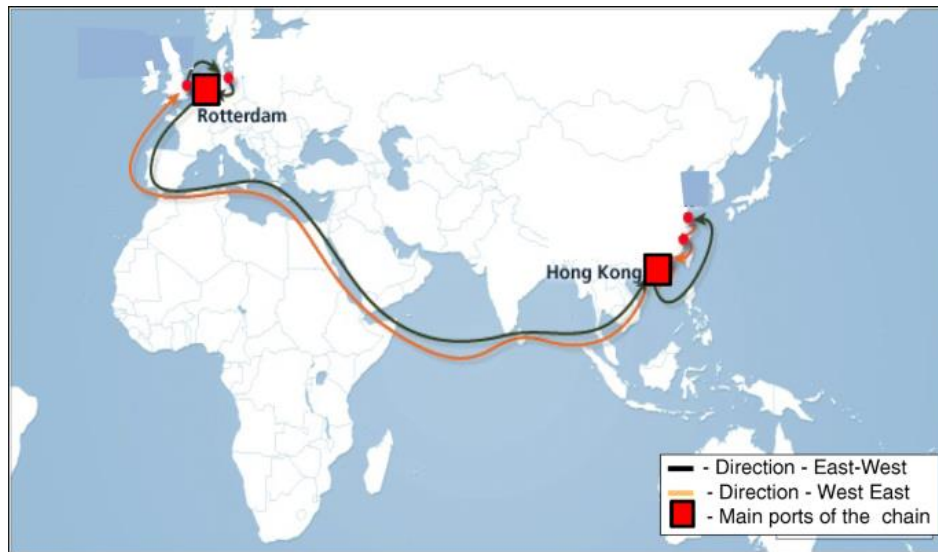
(Janić 2014)

FIGURE 4
SCHEME OF POSSIBLE CLASSIFICATION, POTENTIAL INTERRELATION AND INTERACTION OF PERFORMANCES OF THE MARITIME PART OF AN INTERCONTINENTAL SUPPLY CHAIN



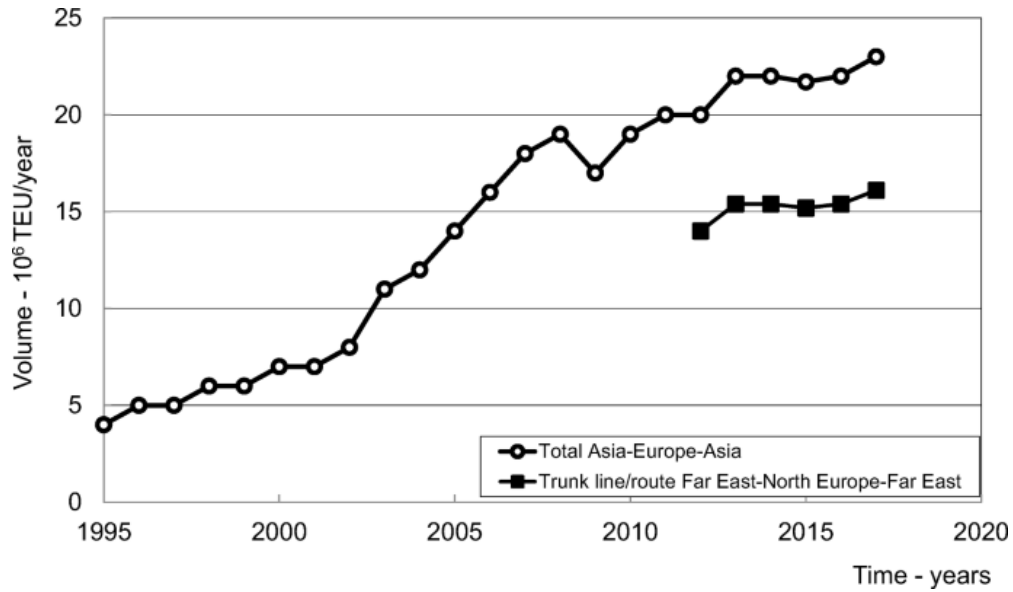
(Janić 2014)

FIGURE 5
SPATIAL/GEOGRAPHICAL LAYOUT OF THE TRUNK LINE/ROUTE OF LINE
CONTAINER SHIPPING NETWORK: HONG KONG-ROTTERDAM-HON KONG



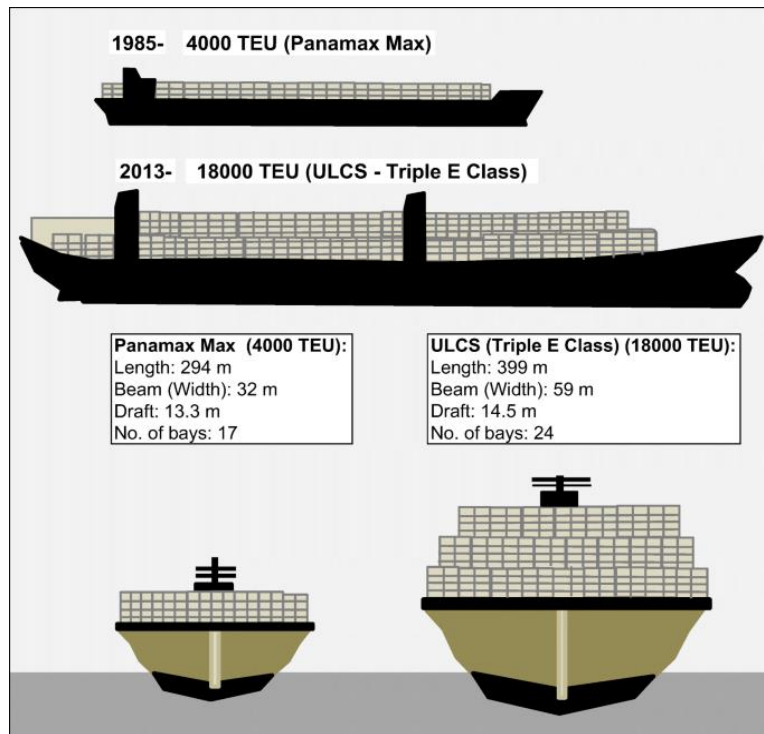
(Ducruet and Notteboom 2012; <http://www.ship.gr/news6/hanjin28.htm>)

FIGURE 6
DEVELOPMENT OF THE SEA SHIPPING CONTAINER FLOWS IN THE ASIA-EUROPE-
ASIA SEA SHIPPING MARKET OVER TIME



(UNCTAD 2017)

FIGURE 7
OVERVIEW OF THE SCALE OF CONTAINER SHIPS USED ALONG THE GIVEN LINE
SHIPPING TRUNK LINE/ROUTE



(AECOM 2012; Rodrigue et al. 2017; PR 2011)

FIGURE 8
THE INDICATORS OF INFRASTRUCTURAL PERFORMANCES OF THE TRUNK
LINE/ROUTE - NUMBER OF BERTHS IN SEAPORTS

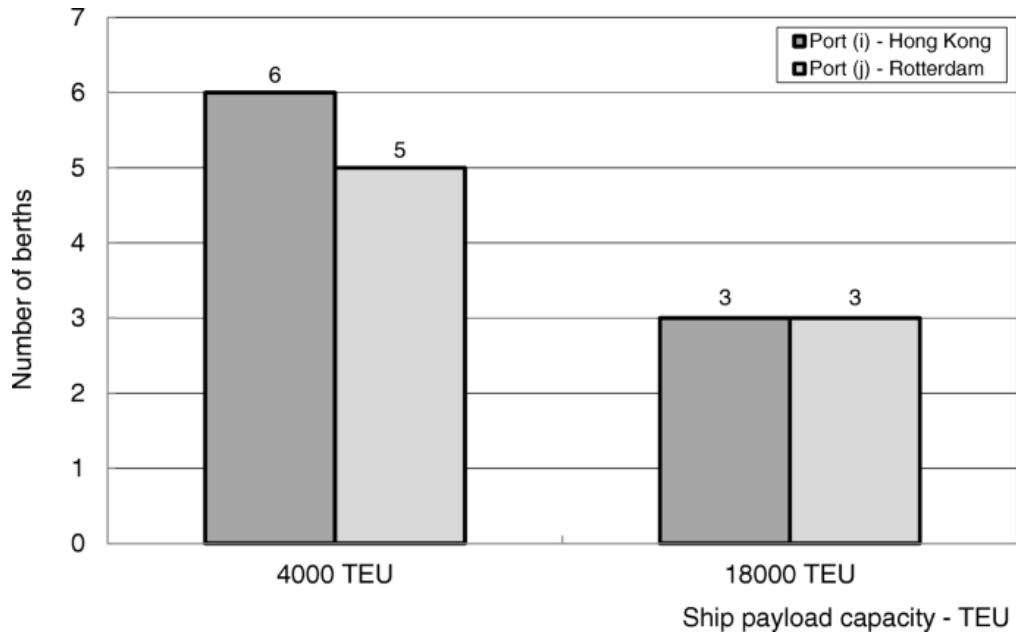
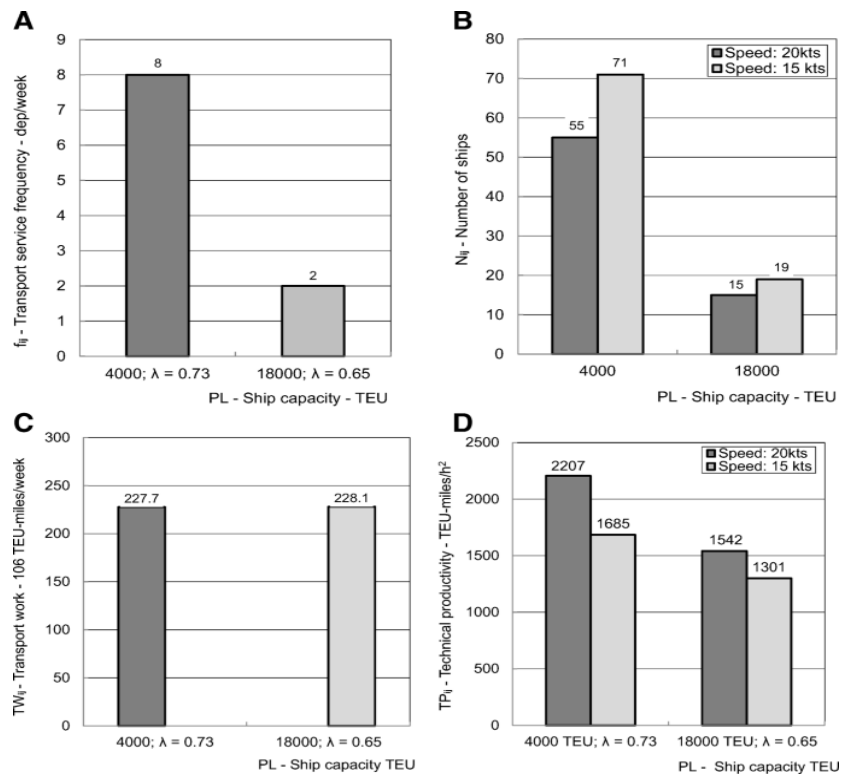


FIGURE 9
THE INDICATORS OF OPERATIONAL PERFORMANCES OF THE GIVEN TRUNK LINE/ROUTE



a Transport service frequency b Ship fleet size c Transport work d Technical productivity

FIGURE 10

THE INDICATORS OF ECONOMIC PERFORMANCES OF THE GIVEN TRUNK LINE/ROUTE - STRUCTURE OF THE AVERAGE COSTS

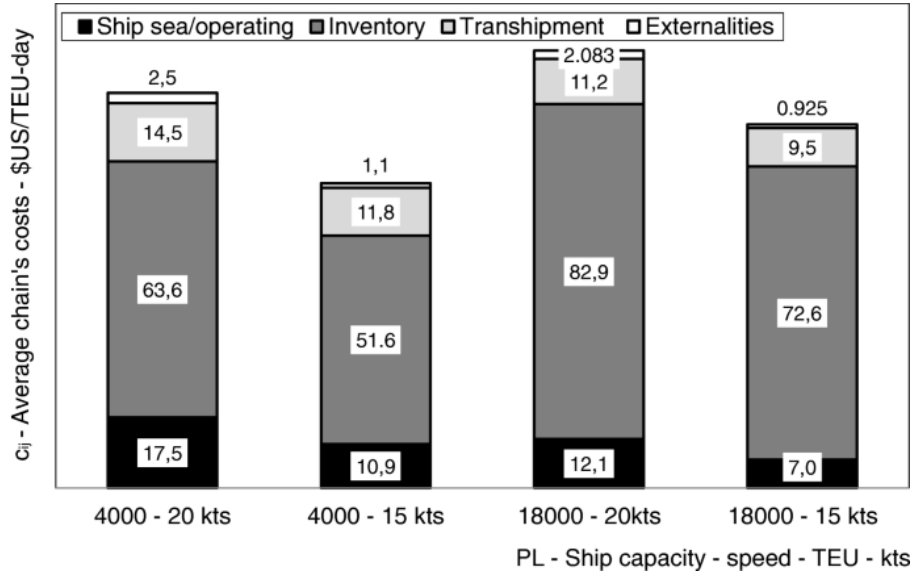
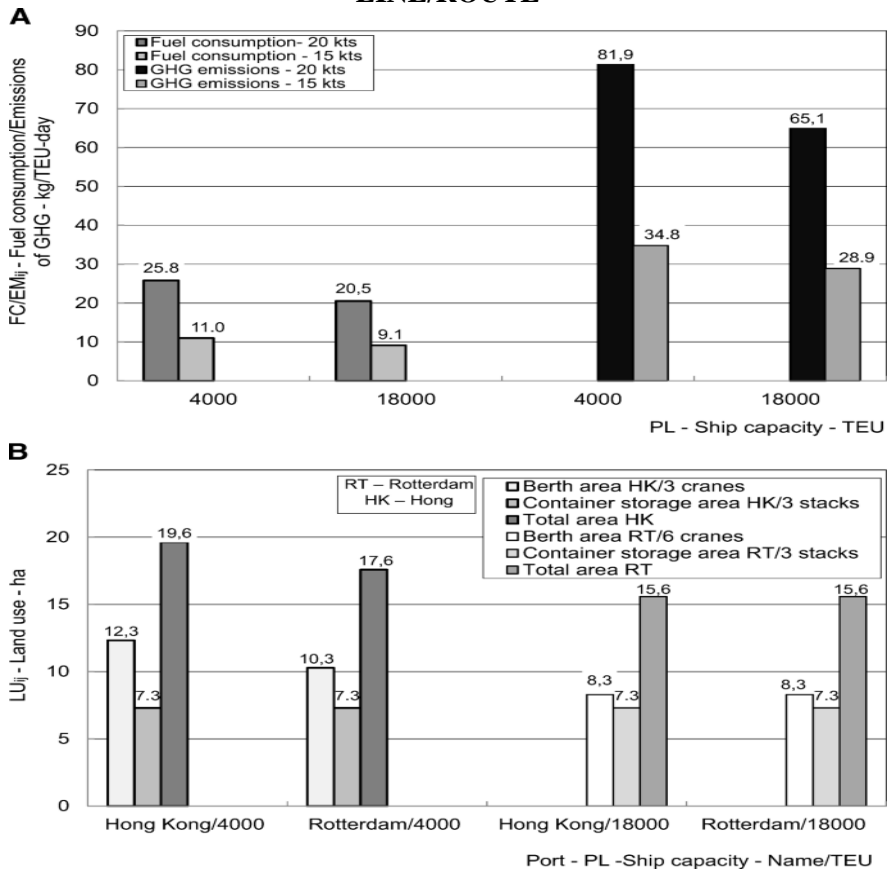


FIGURE 11

THE INDICATORS OF ENVIRONMENTAL PERFORMANCES OF THE TRUNK LINE/ROUTE



a Fuel consumption and emissions of GHG. b) Land use

TABLE 1
INPUTS FOR APPLICATION OF THE MODELS OF INDICATORS OF PERFORMANCES OF
THE GIVEN TRUNK LINE/ROUTE 1)

Input variable	Notation/Unit	Value
• Period of time	τ (years)	1
• The TEU flows during given period of time ²⁾	$\underline{Q}_i(\tau) + \underline{Q}_j(\tau)$ (TEU/year)	2,433,543
• Container ship payload capacity, length, beam (width) ³⁾	$\underline{PL}_i(\underline{L}_i)(\underline{W}_i)$ (TEU/ship)	4000/294/32
		18,000/399/59
• Collection and distribution rate and their use for the parcel of TEUs - the supplier (Hong Kong) and the consumer seaport (Rotterdam)	$\frac{\theta_i(\tau) - \theta_j(\tau)}{(\text{TEU/day})} / (-) - (\text{TEU/day}) / (-)$	1100/1.0-1100/1.0
• Loading/unloading rate per crane, the number of cranes used, TEU-factor, the rate of crane use at the supplier seaport (Hong Kong) ⁴⁾	$\frac{m_{1,2}(\rho_{c1}/k_c)(\rho_{c2}/PL_j)(\text{moves/h}) / (-)}{(\text{TEU/movè}) / T -)} / (\text{TEU/ship})$	36/3/1.5/0.75/4000
		36/6/1.5/0.75/18000
• Loading/unloading rate per crane, the number of cranes used, TEU- factor, the rate of crane use - the customer seaport (Rotterdam) ⁴⁾	$\frac{m_{1,2}(\rho_{c3}/k_c)(\rho_{c4}/PL_j)(\text{moves/h}) / (-)}{(\text{TEU/movè}) / T -)} / (\text{TEU/ship})$	42/3/1.5/0.75/4000
		42/6/1.5/0.75/18000
• Time between collecting and loading at the supplier seaport (Hong Kong), and between unloading and distributing at the customer port (Rotterdam) - a TEU parcel	$\underline{\Delta}_i - \underline{\Delta}_j$ (day(s)) - (day(s))	1.0-1.0
• Operating distance between the supplier and the customer seaport ⁵⁾	$\underline{d}_i(\underline{d}_j)$ (nm)/(nm)	9748/9748
• Average operating speed of container ships ⁶⁾	\underline{v}_i (kts)	20 (Slow steaming)
		15 (Super slow steaming)
• Portion of the maintained average ship's operating speed	$\underline{s}_i(\underline{s}_j) (-) / (-)$	1.0/1.0
• Proportion of realized transport services	$\underline{\beta}_i(\underline{\beta}_j) (-) / (-)$	1.0/1.0
• Average delay per realized transport service	$\underline{D}_i(\underline{D}_j) - \underline{D}_i(\underline{D}_j) - \underline{D}_i(\underline{D}_j)$ (days)/(h)/(h)	0.0/0.0-0.0/0.0-0.0/0.0
• Container inventory costs - the supplier and the customer seaport ⁷⁾	$\underline{a}_i - \underline{a}_j$ (\$US/TEU-day)	159; 159
• Container costs of time in transportation ⁸⁾	\underline{a}_i (\$US/TEU-day)	13.6
• Container handling costs at the supplier seaport (Hong Kong) and the customer seaport (Rotterdam) ⁹⁾	$\underline{c}_i - \underline{c}_j$ (\$US/TEU) - (\$US/TEU)	234-200
• Container ship sea/operating costs ¹⁰⁾	$\frac{c_i(\underline{v}_i)(PL_j)}{(\text{TEU/ship})}$ (\$US/TEU-day)/(kts)/	14.5/20; 10.9/15;4000
		12.1/20; 7.0/15;18,000
• Average fuel consumption of container ship at sea ¹¹⁾	$\frac{f_{c,i}(\underline{v}_i)(PL_j)}{(\text{ton/day}) / (\text{kts}) / (\text{TEU/ship})}$	75.5/20; 32.1/15;4000
		240.2/20;
		106.5/15;18,000
• Average emissions of GHG (Green House Gases) by container ship ¹²⁾	$\frac{e_i(\underline{v}_i)(PL_j)(\text{tonCO}_2\text{e}/\text{day})}{(\text{kts}) / (\text{TEU/ship})}$	239.3/20;
		101.6/15;4000
		761.4/20;
		337.6/15;18,000
• Average price of CO ₂ emissions ¹³⁾	C_{CO_2} (\$US/ton)	32
• Average loading/unloading time of a ship-the supplier seaport (Hong Kong) ¹⁴⁾	$\frac{\tau_{1,2}(\underline{PL}_i)}{(\text{day(s)}) / (\text{TEU/h}) / (\text{TEU/ship})}$	0.96/108/4000
		2.06/216/18000
• Average loading/unloading time of a ship-the customer seaport (Rotterdam) ¹⁵⁾	$\frac{\tau_{1,2}(\underline{PL}_j)(\text{day(s)}) / (\text{TEU/h}) / (\text{TEU/ship})}$	0.82/126/4000
		1.71/252/18000
• Berth's operational time and utilization ¹⁵⁾	$\frac{n_{i,j}(\rho_{i,j})(\rho_{j,i})}{(h/\text{day}) / (\text{days/yr}) / (-)}$	24/360/0.35
• Berth's width ¹⁶⁾	$\underline{S}_i(\text{m})$	60
Dwell time, area occupied by container, number of stacks, utilization of available space, operating time of container terminals ¹⁷⁾	$\frac{\tau_{d,i}(\underline{A}_{TEU,i})(\rho_{s,i})(\rho_{s,j})}{(\text{days}) / (\text{m}^2/\text{TEU}) / (-)} / (\text{days/yr})$	2/11.5/3/365/0.7
• Rate of container ship losses ¹⁸⁾	\underline{p} (Number/TEU-mile)	4.492-10 ⁻¹²

1)The liner shipping trunk line/route: Hong Kong (China) - Rotterdam (The Netherlands); 2) Estimated based on Fig. 6 (15% of the total amount of the Far East-North Europe route/market); 3) Indicators of technical/technological performances based on design; 4) (Dynamar 2015; HKMPB 2006; Mongelluzzo 2013; SCG 2013; <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/apm-terminals-rotterdam-the-most-productive->

terminal-in-europe/); 5) (<https://sea-distances.org/>); 6) (AECOM 2012; IFT 2015); 7) (REM Associates 2014; Rodrigue 2013); 8) (VTI 2013); 9) (EC 2009); 10) Based on the load factor of: 0.73 (4000 TEU/ ship) and 0.65 (18,000 TEU/ship) (Christa et al. 2008; Drewry 2017; EC 2009; UNCTAD 2017; <https://shipandbunker.com/prices/>); 11) (AECOM 2012; Churchill and Johnson 2012; Notteboom and Carriou 2009); 12) Based on the emission rate of 3.17 ton CO₂e/ton of fuel (IMO 2017); 13) (Synapse 2015; WRI 2016); 14) Based on the specified load factors; 15) (Ligteringen and Velsink 2014); 16) Handling the large ship-to-shore gantry cranes (Ligteringen and Velsink 2014); 17) (Dynamar 2015; Ligteringen and Velsink 2014); 18) Period: 2007–2017 (Allianz 2017; UNCTAD 2017) (Note: Estimation of the monetary inputs have included the appropriate adjustments respecting inflation and exchange rates of the \$US and other currencies over time)

REFERENCES

- AECOM (2012) NC maritime strategy: vessel size vs. cost. Prepared for North Carolina Department of Transportation, AECOM Technology Corporation/URS Corporation, Los Angeles
- Agarwal R, Ergun Ö (2008) Ship scheduling and network design for cargo routing in liner shipping. *Transp Sci* 42:175–196
- Agarwal R, Ergun Ö (2010) Network design and allocation mechanisms for carrier alliances in liner shipping. *Oper Res* 58:1726–1742
- Allianz (2017) Safety and shipping review 2017: an annual review of trends and developments in shipping losses and safety. Allianz Global Corporate & Specialty, London, UK
- Alvarez JF (2009) Joint routing and deployment of a fleet of container vessels. *Maritime Economics & Logistics* 11:186–208
- Associates REM (2014) Methodology of calculating inventory carrying costs. In: REM Associates management consultants. Princeton, New Jersey
- Bassan S (2007) Evaluating seaport operation and capacity analysis-preliminary methodology. *Marit Policy Manag* 34:3–19. <https://doi.org/10.1080/03088830601102725>
- Brouer BD, Alvarez JF, Plum CEM, Pisinger D, Sigurd MM (2014) A base integer programming model and benchmark suite for liner-shipping network design. *Transp Sci* 48:281–312
- Christa Sys C, Blauwens G, Omey E, Van De Voorde E, Witlox F (2008) In search of the link between ship size and operations. *Transp Plan Technol* 31:435–463. <https://doi.org/10.1080/03081060802335109>.
- Christiansen M, Fagerholt K, Nygreen B, Ronen D (2013) Ship routing and scheduling in the new millennium. *Eur J Oper Res* 228:467–483
- Churchill J, Johnson B (2012) Saving billions on bunkers. *Maersk Post* (May), pp 9–12
- Cullinane K, Khanna M (2000) Economies of scale in large container ships. *JTEP* 33:185–208
- Daganzo C (2005) *Logistics systems analysis*, 4th edn. Springer Berlin Heidelberg, New York
- Davidson N (2014) Global impacts of ship size development and liner alliances on port planning and productivity. IPAH mid-term conference for planning and investment. Sydney, April 2014
- Drewry (2015) Key trends in the container shipping industry. Presentation for Clecat's FFF 2015 in Antwerp. Maritime Research, London www.drewry.co.uk
- Drewry (2017) Ship operating costs annual review and forecast 2017/18. Maritime Research, London
- Du Y, Meng Q, Wang S (2017) Mathematically calculating the transit time of cargo through a liner shipping network with various trans-shipment policies. *Maritime Policy & Management* 44:248–270. <https://doi.org/10.1080/03088839.2016.1274831>
- Ducruet C (ed) (2018) *Maritime networks: spatial structures and time dynamics*. Routledge Studies in Transport Analysis. Routledge, Abington, Oxon
- Ducruet C, Notteboom T (2012) Developing Liner Service Networks in Container Shipping Chapter 6. In: Song DW, Panayides P (eds) *Maritime Logistics: A complete guide to effective shipping and port management*. Kogan Page, London ISBN 978 0 7494 6369 4: 77–100
- Dynamar (2015) Container throughput & terminal capacity in North Europe II. Dynamar B. V, Alkmaar www.dynamar.com

- EC (2009) Terminal handling charges during and after the liner conference era. European Commission. Publication Office of the European Union, Luxembourg
- Ferrari C, Parola F, Tei A (2015) Determinants of slow steaming and implications on service patterns. *Marit Policy Manag* 42:636–652. <https://doi.org/10.1080/03088839.2015.1078011>
- Furuichi M, Otsuka N (2018) Examining quick delivery at an affordable cost by the nsr/scr-combined shipping in the age of mega-ships. *Marit Policy Manag*. <https://doi.org/10.1080/03088839.2018.1473656>
- Gelareh S, Nickel S, Pisinger D (2010) Liner shipping hub network design in a competitive environment. *Transp. Res. E* 46:991–1004
- Gelareh S, Pisinger D (2011) Fleet deployment, network design and hub location of liner shipping companies. *Transp. Res. E* 47:947–964
- Gharehgozli AH, Amir Mileski PJ, Duru O (2017) Heuristic estimation of container stacking and reshuffling operations under the containership delay factor and mega-ship challenge. *Marit Policy Manag* 44:373–391. <https://doi.org/10.1080/03088839.2017.1295328>
- Gharehgozli AH, Roy DR, de Koster R (2016) Sea container terminals: new technologies and OR models. *Maritime Economics & Logistics* 18:103–140. <https://doi.org/10.1057/mel.2015.3>
- Grida M, Lee C-Y (2018) An empirical model for estimating berth and sailing times of mega container ships. *Marit Policy Manag*. <https://doi.org/10.1080/03088839.2018.1452304>
- GSF (2016) The implications of mega-ships and alliances for competition and total supply chain efficiency: an economic perspective. Global Shippers Forum, Tunbridge Wells
- Hall RW (1993) Design for local area freight networks. *Transp. Res. B* 27:70–95
- HKMPB (2006) Port benchmarking for Hong Kong’s maritime services and associated costs with other major international ports. Main report. Marine Department, Port Development and Port Security Branch, Hong Kong Maritime Port Board, Hong Kong
- HKMPB (2017) A world-class hub port strengths of Hong Kong port. Hong Kong Maritime and Port Board. <https://www.hkmpb.gov.hk/en/index.html>
- Hsu C-I, Hsieh Y-P (2007) Routing, ship size, and sailing frequency decision-making for a maritime hub-and-spoke container network. *Math Comput Model* 45:899–916
- Imai A, Nishimura E, Papadimitriou S, Liu M (2006) The economic viability of container mega-ships. *Transp. Res. E* 42:21–41
- IMO (2017) Reduction of GHG emissions from ships: update of maritime greenhouse gas emissions projections. International maritime organization. Marine Environment Protection Committee, London
- ITF (2015) The impact of mega-ships: case-specific policy analysis. OECD /ITF 2015, Paris www.internationaltransportforum.org
- Janić M (2014) Advanced transport systems: analysis, modelling, and evaluation of performances. Springer, London
- Jianfeng ZJ, Meng Q, Sun Z (2015) Liner hub-and-spoke shipping network design. *Transp. Res. E* 75:32–48
- Kapoor R (2016) Diminishing economies of scale from megaships? Marine Money Japan Ship Finance Forum 2015. Drewry, Tokyo www.drewry.co.uk
- Lau Y-Y, Ducruet C, Ng KYA, Fu X (2018) Across the waves: a bibliometric analysis of container shipping research since the 1960s. *Marit. Policy Manag*. 44:667–684
- Leggate H, McConville J, Morvillo A (eds) (2012) *International Maritime Transport: Perspectives*. Routledge Advances in Maritime Research. Routledge, Abington, Oxon
- Ligteringen H, Velsink H (2014) *Ports and terminals*. Delft Academic Press, Delft Little A (1999) A European Supply Chain (SC) survey. http://www.adlittle.be/insights/studies/pdf/european_supply_chain_survey.pdf. (July 15, 2011).
- MAN (2009) Propulsion of 8000–10000 of TEU container vessels. MAN Diesel & Turbo, Copenhagen
- Meng Q, Wang S (2011) Liner shipping service network design with empty container repositioning. *Transp. Res. E* 47:695–708

- Meng Q, Wang S, Andersson H, Thun K (2014) Containership routing and scheduling in liner shipping: overview and future research directions. *Transp Sci* 48:265–280
- Mongelluzzo B (2013) Bigger ships and tighter supply chains shine a new light on port productivity and its importance to shippers. *The Journal of Commerce*. www.joc.com:11–17
- Notteboom ET, Vernimmen B (2009) The effects of high fuel costs on liner service configuration in container shipping. *J Transp Geogr* 17:325–337
- Notteboom T, Carriou P (2009) Fuel surcharge practices of container shipping lines: is it about cost recovery or revenue making? Proceedings of the 2009 International Association of Maritime Economists (IAME) Conference, Copenhagen June 2009
- Panayides MP, Wiedmer R (2011) Strategic alliances in container liner shipping. *Research in Transport Economics* 32:25–38
- Plum CEM, Pisinger D, Sigurd MM (2014) A service flow model for the liner shipping service design problem. *Eur J Oper Res* 235:378–386
- PoR (2015) Port Statistics: a wealth of information makes it happen. Port of Rotterdam, Rotterdam portofrotterdam.com
- PR (2011) Port Vision 2030. Prepared for the City Council of Rotterdam, Rotterdam
- Rodrigue J-P (2013) Container shipping costs and cargo value. *The Geography of Transport Systems*. https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch3en/conc3en/table_containershippingcosts.html
- Rodrigue J-P (2013a) Fuel consumption by containership size and speed. *The Geography of Transport Systems*. https://www.google.com/?gws_rd=ssl#q=Fuel+burn+of+large+container+ships/.
- Rodrigue J-P, Comtois C, Slack B (2017) Evolution of containerships. *The geography of transport systems*, 4th edn. Routledge, London
- SCG (2013) Global supply chain news: Maersk triple E cost advantages are too great to ignore. *Supply Chain Digest*. <http://www.scdigest.com/index.php>.
- Shintani K, Imai A, Nishimura E, Papadimitriou S (2007) The container shipping network design problem with empty container repositioning. *Transp. Res. E* 43:39–59
- Song DP, Dong JX (2013) Long-haul liner service route design with ship deployment and empty container repositioning. *Transp. Res. B* 55:188–211
- Synapse (2015) 2015 Carbon dioxide price forecast. Synapse energy economics, Inc., Cambridge, Massachusetts www.synapse-energy.com
- Sys C, Blauwens G, Omei E, Van de Voede E, Witlox F (2008) In search of the link between ship size and operations. *Transp Plan Technol* 31:435–463
- Tavasszy L, Minderhoud M, Perrin J-F, Notteboom T (2011) A strategic network choice model for global container flows: specification, estimation and application. *J Transp Geogr* 19:1163–1172
- Tran KN, Haasis H-D (2015) Literature survey of network optimization in container liner shipping. *Flex Serv Manuf J* 27:139–179
- UNCTAD (2017) Review of maritime transport 2017. United Nations Conference on Trade and Development, New York
- Vad Karsten C (2015) Competitive liner shipping network design. Technical University of Denmark, DTU Management Engineering Management Science, Kongens Lyngby, www.man.dtu.dk
- Van Marle G (2013) Small ports feel the heat from big box ships as cascade effect begins. *The Loadstar*, July 1 2013
- VTI (2013) Value of freight time variability reductions: results from a pilot study for the Swedish transport administration. VTI notat 39A–2013. The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Stockholm
- Wang L, Zhu Y, Ducruet C, Bunel M, Lau Y (2018) From hierarchy to networking: the evolution of the “twenty-first-century maritime silk road” container shipping system. *Transp Rev* 38:416–435
- WRI (2016) Putting a price on carbon: reducing emissions. World Resource Institute, Washington D.C
- Zhang M, Wiegman B, Tavasszy LA (2009) A comparative study on port hinterland intermodal container transport: Shanghai and Rotterdam. The Fifth Advanced Forum on Transportation of China (AFTC), 17 October 2009, Beijing

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

Con la globalización de la economía mundial, muchas cadenas de suministro se han vuelto cada vez más globales que se propagan entre continentes particulares. Por un lado, la creciente industria del transporte marítimo de contenedores ha apoyado y estimulado aún más su desarrollo. Por otro lado, estas cadenas de suministro recientemente desarrolladas han puesto a la industria requisitos cada vez mayores en términos de proporcionar servicios de alta calidad y precios razonables. En tales circunstancias, la industria de transporte de contenedores se ha estado desarrollando relativamente rápido durante las últimas décadas. Esto se relaciona particularmente con el tamaño y la capacidad de carga útil de los buques portacontenedores desplegados que operan en las redes marítimas de buques de transporte que han aumentado con el tiempo mientras sirven a cadenas de suministro cada vez más globales. Las principales fuerzas motrices de este desarrollo han sido en general: i) el aumento de los volúmenes y la diversidad espacial de la demanda de transporte de mercancías combinada con su mayor internalización, globalización y, en consecuencia, consolidación, es decir, contenedorización; ii) Reforzar la competencia en los mercados del transporte marítimo de mercancías, obligando a los transportistas de transporte marítimo de contenedores a mejorar permanentemente la eficacia (es decir, fiabilidad, puntualidad, seguridad) y eficiencia (mediante el despliegue de buques portacontenedores más grandes y el aprovechamiento de sus economías de escala) de sus servicios; iii) Plantear preocupaciones sobre los impactos del sector del transporte de mercancías y su modo de transporte marítimo, incluido el segmento de transporte de contenedores en el medio ambiente y la sociedad; y iv) Diseño innovador, materiales y los procesos de fabricación de buques portacontenedores, las instalaciones y equipos de apoyo para la manipulación de contenedores y la infraestructura portuaria (Christa et al. 2008; Cullinane y Khanna 2000; ITF 2015; Kapoor 2016; UNCTAD 2017; Vad Karsten 2015; Van Marle 2013). La Figura 1 muestra un ejemplo de las relaciones entre la demanda y la capacidad en el mercado mundial del transporte marítimo de contenedores.

Como se puede observar, durante el período observado (1980-2016), la capacidad de carga útil de la flota mundial de buques portacontenedores marítimos ha aumentado más que proporcionalmente, impulsada por la necesidad de satisfacer los crecientes flujos cada vez más globalizados y en contenedores de la demanda de transporte de mercancías (TEU (Twenty Foot Equivalent Unit)). Además, la capacidad media de carga útil de los buques portacontenedores marítimos también ha aumentado con el tiempo, como se muestra en la Fig. 2.

Por un lado, los buques portacontenedores más grandes con una mayor capacidad de carga útil suelen tener menos servicios de transporte y el total correspondiente de millas de barco, mientras que el transporte de los volúmenes dados de TEU fluye a lo largo de las mismas rutas que los de sus contrapartes más pequeñas. Por otro lado, estos buques tienen un mayor peso vacío, un mayor consumo de energía (combustible), el coste total por servicio, además de las limitaciones a la vez que se realizan los puertos marítimos concretos, y un mayor esfuerzo en la prestación de la cantidad suficiente de demanda, es decir, el factor de carga, para la realización de los servicios rentables (Ducruet y Notteboom 2011; Van Marle 2013). El último se aplica particularmente a la categoría específica de estos buques denominados los buques mega o ULC considerados como los más grandes en términos de su tamaño, es decir, dimensiones externas

- longitud, viga (ancho), calado y capacidad de carga útil (DWT (Tonelaje de peso muerto), TEU), todos en comparación con sus contrapartes más cercanas (más pequeñas).

Este documento trata sobre el examen multidimensional de las prestaciones de una línea troncal/ruta de una red de transporte de contenedores de buques operados por buques convencionales (Panamax Max) o mega o ULC (Ultra Large Container). Esto implica la manipulación y el transporte directo (sin las llamadas intermedias al puerto) de los flujos del TEU entre su puerto marítimo de origen como proveedor de la línea y el puerto marítimo de destino como cliente de la línea. No se tiene en cuenta la recogida y distribución de estos flujos hacia/desde estos puertos marítimos de origen/destino, respectivamente.

Además de esta introducción, el documento consta de otras cuatro secciones. La Sección 2 describe las configuraciones características de las redes de transporte de contenedores de buques y el concepto de sus prestaciones. La Sección 3 actualiza las existentes y desarrolla los nuevos modelos analíticos de indicadores de las actuaciones particulares de la línea/ruta troncal antes mencionada de la red de transporte marítimo que sirve a una cadena de suministro determinada de acuerdo con el escenario de "qué pasaría si" especificado en determinadas condiciones. La Sección 4 presenta una aplicación de los modelos propuestos de indicadores de actuaciones a la línea troncal/ruta operada exclusivamente por los buques convencionales (Panamax Max) y los buques mega o ULC. La última sección contiene algunas conclusiones y debates sobre algunas ventajas y desventajas para los principales actores/partes interesadas de la implementación de mega buques (ULC) para servir a las cadenas de suministro intercontinentales en determinadas condiciones.

CONCLUSIÓN

Este documento se ha ocupado del examen multidimensional de las prestaciones de una línea/ruta troncal determinada de una red de transporte de contenedores de buques que sirve a una cadena de suministro intercontinental por parte de los buques convencionales (Panamax Max) y mega (ULC - Ultra Large Container). Para ello, se han definido los indicadores de las prestaciones de infraestructura, técnicas/tecnológicas, operativas, económicas, ambientales y sociales de la línea troncal y se han desarrollado sus modelos analíticos. Los modelos de indicadores de rendimiento se han aplicado utilizando los datos de la red de transporte de contenedores de línea que se extienden entre el Lejano Oriente de Asia y el Norte de Europa, y específicamente desde la línea troncal/ruta que conecta los puertos marítimos de Hong Kong (China) y Rotterdam (Países Bajos) que operan de acuerdo con el enfoque de "qué pasaría si".

Los resultados han mostrado lo siguiente: El número de atraques en los puertos marítimos en ambos extremos de la línea/ruta dada necesarios para manejar buques que transporten un volumen determinado de flujos TEU durante el tiempo dado (un año) ha dependido crucialmente de la capacidad (número, velocidad de manipulación, tiempo de funcionamiento) de las grúas desplegadas por atraque. En consecuencia, la mayor capacidad de carne desplegada ha implicado el menor número de atraques necesarios, en este caso destinados a los mega buques.

Las frecuencias del servicio de transporte por los convencionales han sido mucho más altas que las de los mega buques (ULC). En consecuencia, la flota de buques de la primera categoría ha sido sustancialmente mayor. Sin embargo, la flota de ambas categorías de buques ha aumentado en los casos de aplicar la superlentitud en lugar de la velocidad de vapor lenta. Gracias al equilibrio entre las frecuencias del servicio de transporte, el trabajo de transporte realizado a lo largo de la línea/ruta por ambas categorías de buques ha sido casi igual. Sin embargo, la productividad técnica ha sido menor en la flota de buques mega (ULC). Esto se ha debido a la disminución de la velocidad media de los flujos de TEU a lo largo de la línea/ruta causada por su mayor tiempo de inventario durante la recolección y distribución en ambos puertos marítimos. La menor velocidad de vapor también ha afectado a la productividad técnica de ambas flotas navales que operan en determinadas condiciones.

Los costos totales de la línea troncal promedio y su estructura han sido muy sensibles a la capacidad de carga útil de los buques, su utilización y la velocidad de operación. En general, estos costos han estado dominados por los costos sustantivos de inventario. En consecuencia, a pesar de la menor operación

marítima/operativa, el transbordo y los costos externos, los costos totales de los mega(ULC) de la línea han sido más altos que los de sus homólogos convencionales.

El consumo medio de combustible y las emisiones conexas de GEI han vuelto a ser menores en ambas categorías de buques cuando operan a una velocidad de vapor más baja. Sin embargo, han sido más bajos en los barcos mega (ULC) sólo debido a la propagación sobre el mayor número de TEU, todas las demás condiciones son constantes.

Además, el terreno utilizado en los puertos marítimos de ambas líneas que manejan los buques convencionales ha sido diferente, influenciado por el número requerido de atraques portuarios, y su capacidad de grúa. Ha sido casi igual en ambos puertos marítimos si maneja los mega (ULC) buques. Además, la tierra utilizada ha sido generalmente mayor cuando se manejan los buques convencionales en comparación con eso cuando se manejan sus contrapartes mega (ULC).

La estimación aproximada ha indicado que la línea/ruta troncal dada sería, al menos desde el punto de vista estadístico, segura.

Los resultados antes mencionados sugieren una especie de ventajas y desventajas potenciales para los principales actores/partes interesadas que se ocupan de las flotas navales mega (ULC). Estos pueden ser integradores/coordinadores de servicios, puertos, transportistas de transporte de línea, operadores de transporte que prestan los servicios terrestres del puerto marítimo y usuarios (remitentes y receptores de contenedores). En particular, los integradores/coordinadores de servicios podrían esperar una desventaja en términos de los costos operativos medios totales más elevados debido principalmente a los costos de inventario sustancialmente más elevados. Los puertos marítimos podrían esperar una ventaja en términos de llamadas menos frecuentes y consecuentemente menor superficie de tierra utilizada por el menor número de atraques requeridos equipados por la capacidad adecuada de manipulación de contenedores. Además, estos puertos marítimos podrían experimentar una desventaja debido a la necesidad de proporcionar un espacio mayor en las terminales de contenedores para el almacenamiento de contenedores a corto plazo. Los transportistas marítimos de línea podrían esperar las ventajas en términos de despliegue de la flota o flotas de buques más pequeñas a los menores costos de explotación/mar, esto último gracias a las economías de escala que permiten ofrecer precios más competitivos de los servicios de transporte. Una desventaja podría ser en términos de despliegue de la flota o flotas más grandes causadas por el aumento del tiempo de respuesta de los buques a lo largo de la línea/ruta debido a la operación a velocidades más bajas y el tiempo más largo del puerto marítimo (inventario) durante la recolección y distribución de los flujos del TUE. Por lo general, los operadores de transporte que prestan los servicios terrestres del puerto marítimo podrían tener una ventaja en términos de una mejor utilización de las capacidades existentes o incluso de aumentarlas. Los usuarios (transportistas de contenedores y consignatarios) podrían tener una ventaja en cuanto a los precios más bajos de los servicios de transporte. Sin embargo, la desventaja podría ser en términos del tiempo total de entrega más largo de los envíos debido al mayor inventario y tiempo de transporte - el primero causado por el tiempo de recolección y distribución más largo en los puertos marítimos y el segundo por la menor velocidad de transporte.

Una mayor investigación podría contribuir a resolver los crecientes dilemas de los actores/partes interesadas en particular sobre la viabilidad general de utilizar los mega buques (ULC). En primer lugar, esto incluye la realización de una estimación adicional de los indicadores de rendimiento de las líneas/rutas troncales y de todas las redes de transporte de contenedores de buques que sirven a las cadenas de suministro intercontinentales sobre la base de los datos más realistas para las entradas mencionadas anteriormente mencionadas (supuestas). En segundo lugar, considerando e incluyendo los indicadores de las prestaciones de los modos de transporte terrestre y sus sistemas con el fin de abarcar la entrega puerta a puerta de los flujos del TUE y ampliar el conjunto de indicadores de las prestaciones ambientales y sociales puede ser de valor. En este último caso, por un lado, esto podría ser la inclusión de los indicadores sobre los impactos de los modos de transporte terrestre y sus sistemas en la población local. Por otro lado, estos podrían ser también indicadores relacionados con los efectos sociales locales y globales (beneficios) de todas las redes de transporte de contenedores de buques y las cadenas de suministro a las que sirven en determinadas condiciones. En cuarto lugar, los modelos propuestos y actualizados de indicadores de rendimiento podrían aplicarse a los demás casos de las redes de transporte de contenedores de buques al servicio de las cadenas

de suministro intercontinentales de acuerdo con los mismos y/o diferentes escenarios. Por último, pero no menos importante, la síntesis de los resultados de los casos elaborados y la redacción de algunas sugerencias/recomendaciones para los actores/partes interesadas antes mencionados en particular podrían ser de valor científico, pero también práctico.

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

Avec la mondialisation de l'économie mondiale, de nombreuses chaînes d'approvisionnement sont devenues de plus en plus mondiales qui se propagent entre certains continents. D'une part, l'industrie croissante du transport maritime de conteneurs a soutenu et stimulé davantage leur développement. D'autre part, ces chaînes d'approvisionnement nouvellement développées ont imposé à l'industrie des exigences croissantes en matière de prestation de prix de services de haute qualité et raisonnables. Dans de telles circonstances, l'industrie du transport maritime de conteneurs s'est développée relativement rapidement au cours des dernières décennies. Cela concerne particulièrement la taille et la capacité de charge utile des porte-conteneurs déployés opérant dans les réseaux maritimes de paquebots qui ont augmenté au fil du temps tout en desservant des chaînes d'approvisionnement de plus en plus mondiales. Les principales forces motrices de ce développement ont généralement été : i) l'accroissement des volumes et la diversité spatiale de la demande de transport de marchandises, combinés à son internalisation accrue, à la mondialisation et, par conséquent, à la consolidation, c'est-à-dire à la conteneurisation; ii) Renforcer la concurrence sur les marchés du transport maritime de marchandises, obligeant les transporteurs maritimes à accroître durablement l'efficacité (c.-à-d. La fiabilité, la ponctualité, la sécurité) et l'efficacité (en déployant de plus gros porte-conteneurs et en tirant parti de leurs économies d'échelle) de leurs services; iii) Soulever des préoccupations sur les impacts du secteur du transport de marchandises et de son mode de transport maritime, y compris le segment du transport de conteneurs sur l'environnement et la société; iv) Conception novatrice, matériaux et procédés de fabrication des porte-conteneurs, des installations et de l'équipement de soutien en maintenance des conteneurs et de l'infrastructure portuaire (Christa et al., 2008; Cullinane et Khanna, 2000; ITF 2015; Kapoor 2016; La CNUCED 2017; Vad Karsten 2015; Van Marle 2013). La figure 1 montre un exemple des relations entre la demande et la capacité sur le marché mondial du transport maritime de conteneurs.

Comme on peut le voir, au cours de la période observée (1980-2016), la capacité de charge utile de la flotte mondiale de porte-conteneurs maritimes a augmenté plus que proportionnellement, sous l'effet de la nécessité de satisfaire les flux croissants de transport de marchandises mondialisés et conteneurisés (TEU (Twenty Foot Equivalent Unit)). En outre, la capacité de charge utile moyenne des porte-conteneurs maritimes a également augmenté au fil du temps, comme le montre la figure 2.

D'une part, les grands porte-conteneurs ayant une plus grande capacité de charge utile offrent généralement moins de services de transport et les navires-milles totaux correspondants tout en transportant les volumes donnés de flux d'evp le long des mêmes routes que ceux de leurs homologues plus petits. D'autre part, ces navires ont un poids vide plus élevé, une consommation d'énergie plus élevée (carburant), le coût total par service en plus des contraintes dans l'appel des ports maritimes particuliers, et plus d'efforts pour fournir la quantité suffisante de la demande, c'est-à-dire le facteur de charge, pour l'exécution des

services rentables (Ducruet et Notteboom 2011; Van Marle 2013). Le dernier en date s'applique en particulier à la catégorie spécifique de ces navires désignés comme les navires méga ou ULC considérés comme les plus importants en termes de taille, c'est-à-dire les dimensions externes - longueur, faisceau (largeur), tirant d'eau et capacité de charge utile (DWT (Dead Weight Tonnage), TEU), tous comparés à leurs homologues les plus proches (plus petits).

Ce document traite de l'examen multidimensionnel des performances d'une ligne principale/route d'un réseau de transport de conteneurs de revêtement exploité soit par des navires conventionnels (Panamax Max) ou méga ou ULC (Ultra Large Container). Cela implique la manutention et le transport direct (sans les escales intermédiaires) des flux TEU entre leur port maritime d'origine en tant que fournisseur de la ligne et le port maritime de destination en tant que client de la ligne. La collecte et la distribution de ces flux vers/depuis ces ports maritimes d'origine/destination, respectivement, ne sont pas prises en compte.

En plus de cette introduction, le document se compose de quatre autres sections. La section 2 décrit les configurations caractéristiques des réseaux d'expédition de conteneurs de revêtement et le concept de leurs performances. La section 3 met à jour l'existant et élabore les nouveaux modèles analytiques d'indicateurs des performances particulières de la ligne de tronc/route susmentionnée du réseau maritime de revêtement desservant une chaîne d'approvisionnement donnée selon le scénario « what-if » spécifié dans des conditions données. La section 4 présente une application des modèles proposés d'indicateurs de performances à la ligne/route principale exploitée exclusivement par les navires conventionnels (Panamax Max) et les navires méga ou ULC. La dernière section contient quelques conclusions et discussions sur certains avantages et inconvénients pour les principaux acteurs/parties prenantes du déploiement de navires méga (ULC) pour desservir les chaînes d'approvisionnement intercontinentales dans des conditions données.

CONCLUSION

Ce document traite de l'examen multidimensionnel des performances d'une ligne principale donnée /route d'un réseau de transport de conteneurs de revêtement desservant une chaîne d'approvisionnement intercontinentale par les navires conventionnels (Panamax Max) et les méga (ULC - Ultra Large Container) navires. À cette fin, les indicateurs des performances infrastructurelles, techniques/technologiques, opérationnelles, économiques, environnementales et sociales de la ligne principale ont été définis et leurs modèles analytiques développés. Les modèles d'indicateurs de performance ont été appliqués à l'aide des données du réseau de transport de conteneurs de ligne qui s'étend entre l'Asie de l'Extrême-Orient et l'Europe du Nord, et plus particulièrement de la ligne principale/route reliant les ports maritimes de Hong Kong (Chine) et Rotterdam (Pays-Bas) fonctionnant selon l'approche du scénario « what-if ».

Les résultats ont montré ce qui suit : Le nombre de postes d'amarrage dans les ports maritimes aux deux extrémités de la ligne/route donnée nécessaire pour traiter les navires transportant un volume donné de flux d'evp au cours du temps donné (un an) dépend de façon cruciale de la capacité (nombre, taux de manutention, temps d'exploitation) des grues déployées par couchette. Par conséquent, la capacité de carne déployée plus élevée a impliqué le nombre plus faible de postes d'amarrage nécessaires, en l'occurrence destinés aux méga-navires.

Les fréquences de service de transport par le conventionnel ont été beaucoup plus élevées que celle des méga-navires (ULC). Par conséquent, la flotte navale de l'ancienne catégorie a été considérablement plus importante. Cependant, la flotte des deux catégories de navires a augmenté dans le cas de l'application du super lent au lieu de la vitesse lente à la vapeur. Grâce à l'équilibrage des fréquences des services de transport, les travaux de transport effectués le long de la ligne/route par les deux catégories de navires ont été presque égaux. Toutefois, la productivité technique a été plus faible dans la flotte de navires méga (ULC). Cela s'explique par la diminution de la vitesse moyenne des flux d'evp le long de la ligne/route causée par le allongement du temps d'inventaire pendant la collecte et la distribution dans les deux ports maritimes. La baisse de la vitesse de cuisson à la vapeur a également affecté la productivité technique des deux flottes de navires opérant dans des conditions données.

Les coûts totaux de la ligne principale et leur structure ont été très sensibles à la capacité de charge utile des navires, à son utilisation et à la vitesse de fonctionnement. En général, ces coûts ont été dominés par les coûts substantiels des stocks. Par conséquent, malgré la baisse de la mer/exploitation, le transbordement et les coûts externes, les coûts totaux des navires méga (ULC) de la ligne ont été plus élevés que ceux de leurs homologues conventionnels.

La consommation moyenne de carburant et les émissions connexes de GES ont de nouveau été plus faibles dans les deux catégories de navires lorsqu'ils opèrent à une vitesse de cuisson à la vapeur plus faible. Cependant, ils ont été plus faibles aux navires méga (ULC) juste en raison de la propagation sur le plus grand nombre d'evp, toutes les autres conditions étant constantes.

De plus, les terres utilisées dans les ports maritimes des deux lignes qui manutentionnaient les navires conventionnels ont été différentes, influencées par le nombre requis de postes d'amarrage portuaires et leur capacité de grue. Il a été presque égal dans les deux ports maritimes si la manipulation des méga (ULC) navires. De plus, les terres utilisées ont généralement été plus importantes lorsqu'on manipule les navires conventionnels que lors de la manutention de leurs homologues méga (ULC).

L'estimation effectivement approximative a indiqué que la ligne/route donnée de tronc serait, du moins du point de vue statistique, sûre.

Les résultats susmentionnés suggèrent une sorte d'avantages et d'inconvénients potentiels pour les principaux acteurs/parties prenantes qui s'occupent des flottes navales méga (ULC). Il peut s'agir d'intégrateurs/coordonnateurs de services, de ports, de transporteurs maritimes, d'opérateurs de transport fournissant les services intérieurs des ports maritimes et d'utilisateurs (expéditeurs et récepteurs de conteneurs). En particulier, les intégrateurs/coordonnateurs des services pourraient s'attendre à un désavantage en termes de coûts d'exploitation moyens totaux plus élevés, principalement en raison des coûts d'inventaire substantiellement plus élevés. Les ports maritimes pourraient s'attendre à un avantage en termes d'appels moins fréquents et de superficie de terre plus petite qui en résulte, utilisée par le plus petit nombre de postes d'amarrage requis équipés par la capacité adéquate de manutention des conteneurs. De plus, ces ports maritimes pourraient être désavantagés en raison de la nécessité de fournir un plus grand espace dans les terminaux à conteneurs pour le stockage à court terme des conteneurs. Les transporteurs maritimes de ligne pouvaient s'attendre à des avantages en termes de déploiement de la flotte(s) de navires plus petits aux coûts de mer/d'exploitation inférieurs, ce dernier grâce aux économies d'échelle permettant d'offrir des prix plus compétitifs des services de transport. Un inconvénient pourrait être le déploiement de la flotte(s) plus importante(s) causée par l'augmentation du temps d'exécution des navires le long de la ligne/route en raison de l'exploitation à des vitesses plus faibles et du temps plus long du port maritime (inventaire) pendant la collecte et la distribution des flux d'evp. Les opérateurs de transport fournissant les services intérieurs du port maritime pourraient généralement avoir un avantage en termes d'une meilleure utilisation des capacités existantes ou même de les augmenter. Les utilisateurs (expéditeurs de conteneurs et destinataires) pourraient avoir un avantage en termes de prix plus bas des services de transport. Toutefois, l'inconvénient pourrait être en termes de délai de livraison total plus long des expéditions en raison de l'inventaire plus long et le temps de transport - le premier causé par le temps de collecte et de distribution plus long dans les ports maritimes et le second par la vitesse de transport plus faible.

D'autres recherches pourraient contribuer à résoudre les dilemmes croissants des acteurs/parties prenantes en ce qui concerne la faisabilité globale de l'utilisation des méga navires (ULC). Tout d'abord, cela comprend l'exécution d'une estimation supplémentaire des indicateurs des performances des lignes/routes principales et de l'ensemble des réseaux de transport de conteneurs de revêtement desservant les chaînes d'approvisionnement intercontinentales sur la base des données plus réalistes pour les intrants mentionnés ci-dessus (supposés). Deuxièmement, l'examen et l'inclusion des indicateurs des performances des modes de transport intérieur des ports maritimes et de leurs systèmes afin d'adopter la livraison porte-à-porte des flux d'evp et l'élargissement de l'ensemble des indicateurs des performances environnementales et sociales peuvent être de valeur. Dans ce dernier cas, d'une part, il pourrait s'agir d'inclure les indicateurs sur les impacts des modes de transport intérieur des ports maritimes et de leurs systèmes sur la population locale. D'autre part, il pourrait s'agir d'indicateurs relatifs aux effets sociaux locaux et mondiaux (avantages) de l'ensemble des réseaux de transport de conteneurs de paquebots et des chaînes

d'approvisionnement qu'ils desservent dans des conditions données. Quatrièmement, les modèles proposés et mis à jour d'indicateurs de performance pourraient être appliqués aux autres cas des réseaux de transport de conteneurs de revêtement desservant les chaînes d'approvisionnement intercontinentales selon les mêmes scénarios et/ou différents. Enfin, la synthèse des conclusions des cas élaborés et la rédaction de suggestions/recommandations pour les acteurs/parties prenantes mentionnés ci-dessus pourraient avoir une valeur scientifique mais aussi pratique.

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

Mit der Globalisierung der Weltwirtschaft haben sich viele Lieferketten zunehmend global auf bestimmte Kontinente ausgebreitet. Einerseits hat die wachsende Containerschifffahrt ihre Entwicklung unterstützt und weiter angeregt. Andererseits haben solche neu entwickelten Lieferketten der Industrie immer höhere Anforderungen an die Bereitstellung von qualitativ hochwertigen und angemessenen Preisen für Dienstleistungen gestellt. Unter diesen Umständen hat sich die Containerschifffahrt in den letzten Jahrzehnten relativ schnell entwickelt. Dies betrifft insbesondere die Größe und Nutzlastkapazität der eingesetzten Containerschiffe, die in den Linienreedereinetzen tätig sind und im Laufe der Zeit zugenommen haben und gleichzeitig zunehmend globale Lieferketten bedienen. Die Hauptantriebskräfte dieser Entwicklung waren im allgemeinen: i) Wachsendes Volumen und räumliche Vielfalt der Nachfrage nach Gütertransporten in Verbindung mit ihrer zunehmenden Internalisierung, Globalisierung und damit Konsolidierung, d.h. Containerisierung; ii) Stärkung des Wettbewerbs auf den Seefrachtverkehrsmärkten, der die Liniencontainer-Schiffsunternehmen zwingt, ihre Dienstleistungen dauerhaft zu verbessern (d. H. Zuverlässigkeit, Pünktlichkeit, Sicherheit) und Effizienz (durch den Einsatz größerer Containerschiffe und die Vorteile ihrer Skaleneffekte); iii) Bedenken hinsichtlich der Auswirkungen des Güterverkehrssektors und seines Seeverkehrs, einschließlich des Segments Containerschifffahrt, auf Umwelt und Gesellschaft zu äußern; und iv) Innovatives Design, Materialien und Herstellungsverfahren von Containerschiffen, Containerumschlag unterstützende Einrichtungen und Ausrüstungen und die Seehafeninfrastruktur (Christa et al. 2008; Cullinane und Khanna 2000; ITF 2015; Kapoor 2016; UNCTAD 2017; Vad Karsten 2015; Van Marle 2013). Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für die Beziehungen zwischen Nachfrage und Kapazität auf dem globalen Markt für Containertransporte auf Seecontainern.

Wie sich zeigt, hat sich die Nutzlastkapazität der weltweiten Seecontainerschiffsflotte im Beobachtungszeitraum (1980-2016) mehr als proportional erhöht, was auf den Bedarf an einer zunehmenden globalisierten und containerisierten Frachtverkehrsnachfrage (TEU (Twenty Foot Equivalent Unit) zurückzuführen ist. Darüber hinaus ist die durchschnittliche Nutzlastkapazität der Seecontainerschiffe im Laufe der Zeit ebenfalls gestiegen, wie in Abb. 2 dargestellt.

Einerseits führen die größeren Containerschiffe mit einer größeren Nutzlastkapazität in der Regel weniger Transportdienste und die entsprechenden Gesamtschiffsmeilen, während sie die angegebenen Mengen an TEU-Strömen auf denselben Strecken transportieren wie ihre kleineren Pendanten. Auf der anderen Seite haben diese Schiffe ein größeres Leergewicht, einen höheren Energieverbrauch (Kraftstoff), die Gesamtkosten pro Dienst zusätzlich zu den Beschränkungen beim Anruf der einzelnen Seehäfen und

mehr Anstrengungen bei der Bereitstellung einer ausreichenden Nachfrage, d. H. Des Lastfaktors, für die Erbringung der rentablen Dienstleistungen (Ducruet und Notteboom 2011; Van Marle 2013). Die neueste gilt insbesondere für die spezifische Kategorie dieser Schiffe, die als Mega- oder ULC-Schiffe bezeichnet werden, die hinsichtlich ihrer Größe, d. H. Der Außenabmessungen - Länge, Balken (Breite), Tiefgang und Nutzlastkapazität (DWT (Dead Weight Tonnage), TEU) als die größten bezeichnet werden, alle im Vergleich zu ihren nächsten (kleineren) Gegenstücken.

Dieses Papier befasst sich mit der multidimensionalen Untersuchung der Leistungen einer Stammstrecke/Route eines Liniencontainer-Versandnetzes, das entweder von konventionellen (Panamax Max) oder Mega- oder ULC-Schiffen (Ultra Large Container) betrieben wird. Dies beinhaltet die Abwicklung und den direkten Transport (ohne zwischengeschaltete Hafenanrufe) von TEU-Strömen zwischen ihrem Ursprungsseehafen als Lieferant der Linie und dem Zielseehafen als Kunde der Linie. Die Erhebung und Verteilung dieser Ströme zu/von diesen Ursprungs-/Zielseehäfen wird nicht berücksichtigt.

Zusätzlich zu dieser Einführung besteht das Papier aus vier weiteren Abschnitten. Abschnitt 2 beschreibt die charakteristischen Konfigurationen der Liner Container-Shipping-Netze und das Konzept ihrer Leistungen. Abschnitt 3 aktualisiert die bestehenden und entwickelt die neuartigen analytischen Modelle von Indikatoren für die besonderen Leistungen der oben genannten Stammstrecke/-route des Linienschiffahrtsnetzes, die eine bestimmte Lieferkette gemäß dem angegebenen "Was-wäre-wenn"-Szenario unter bestimmten Bedingungen bedient. Abschnitt 4 stellt eine Anwendung der vorgeschlagenen Modelle von Leistungsindikatoren auf die Stammstrecke/-route dar, die ausschließlich von den konventionellen (Panamax Max) und den Mega- oder ULC-Schiffen betrieben wird. Der letzte Abschnitt enthält einige Schlussfolgerungen und Diskussionen über einige Vor- und Nachteile für die Hauptakteure/Stakeholder durch den Einsatz von Mega-Schiffen (ULC) für den Einsatz der interkontinentalen Lieferketten unter bestimmten Bedingungen.

SCHLUSSFOLGERUNG

Dieses Papier befasste sich mit der multidimensionalen Untersuchung der Leistungen einer bestimmten Stammstrecke/-route eines Liniencontainer-Versandnetzes, das eine interkontinentale Lieferkette durch die konventionellen (Panamax Max) und die Mega-Schiffe (ULC - Ultra Large Container) bedient. Zu diesem Zweck wurden die Indikatoren für die infrastrukturellen, technischen/technologischen, betrieblichen, wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Leistungen der Stammstrecke definiert und ihre analytischen Modelle entwickelt. Die Modelle der Leistungsindikatoren wurden angewandt, indem die Daten aus dem Container-Versandnetz verwendet wurden, das sich zwischen Fernost-Asien und Nordeuropa ausbreitet, und insbesondere von der Stammstrecke/-route, die die Seehäfen Hongkong (China) und Rotterdam (Niederlande) verbindet, die nach dem "Was-wäre-wenn"-Szenarioansatz arbeiten.

Die Ergebnisse haben Folgendes gezeigt: Die Anzahl der Liegeplätze in den Seehäfen an beiden Enden der angegebenen Linie/Route, die für schiffe mit einem bestimmten Volumen von TEU-Strömen während der gegebenen Zeit (ein Jahr) benötigt wird, war entscheidend von der Kapazität (Anzahl, Umschlagrate, Betriebszeit) der pro Liegeplatz eingesetzten Krane abhängig. Folglich hat die höhere eingesetzte Carre-Kapazität die geringere Anzahl der benötigten Liegeplätze impliziert, in diesem Fall für die Mega-Schiffe bestimmt.

Die Transportfrequenzen der konventionellen waren viel höher als die der (ULC) Megaschiffe. Folglich war die Schiffsflotte der früheren Kategorie wesentlich größer. Allerdings hat die Flotte beider Schiffskategorien im Falle der Anwendung der super langsamen anstelle der langsamen Dampfgeschwindigkeit zugenommen. Dank des Ausgleichs der Transportdienstfrequenzen waren die Transportarbeiten entlang der Strecke/Route beider Schiffskategorien nahezu gleich. Die technische Produktivität der Mega-Schiffsflotte (ULC) ist jedoch geringer. Dies ist auf die Verringerung der durchschnittlichen Geschwindigkeit der TEU-Ströme entlang der Strecke/Route zurückzuführen, die durch ihre längere Lagerzeit während der Sammlung und Verteilung in beiden Seehäfen verursacht wurde. Die geringere Dampfgeschwindigkeit hat sich auch auf die technische Produktivität beider Schiffsflotten ausgewirkt, die unter bestimmten Bedingungen arbeiten.

Die Gesamtkosten der durchschnittlichen Stammstrecke und ihre Struktur waren sehr empfindlich auf die Nutzlastkapazität der Schiffe, ihre Auslastung und die Betriebsgeschwindigkeit. Im Allgemeinen wurden diese Kosten von den materiellen Lagerkosten dominiert. Folglich waren die Gesamtkosten der Mega-Schiffe (ULC) trotz des niedrigeren See-/Betriebs, des Umschlags und der externen Kosten höher als die ihrer konventionellen Pendants.

Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen waren bei beiden Schiffskategorien erneut niedriger, wenn sie mit der niedrigeren Dampfgeschwindigkeit betrieben wurden. Allerdings waren sie bei den Mega-Schiffen (ULC) niedriger, nur weil sie sich über die größere Anzahl von TEU ausbreiteten, wobei alle anderen Bedingungen konstant waren.

Darüber hinaus war das Land, das in den Seehäfen beider Linien, die die konventionellen Schiffe abwickeln, genutzt wurde, und wurde durch die erforderliche Anzahl von Hafentiegeplätzen und ihre Krankapazität beeinflusst. Bei der Abwicklung der Mega-Schiffe (ULC) war es in beiden Seehäfen nahezu gleich. Darüber hinaus war das genutzte Land im Allgemeinen größer, wenn man die konventionellen Schiffe umgab, im Vergleich zu dem, wenn man seine Mega-Pendants (ULC) abwickelt.

Die eigentlich grobe Schätzung hat ergeben, dass die angegebene Stammstrecke/-route zumindest statistisch sicher wäre.

Die oben genannten Ergebnisse deuten auf eine Art potenzieller Vor- und Nachteile für die Hauptakteure/Stakeholder hin, die sich mit den Mega-Schiffsflotten (ULC) befassen. Dabei kann es sich um Integratoren/Koordinatoren von Dienstleistungen, Häfen, Linienspediteuren, Verkehrsunternehmen, die den Binnenhafen dienste nanerischen, und Nutzer (Verlader und Empfänger von Containern) sein. Insbesondere könnten die Integratoren/Koordinatoren der Dienstleistungen einen Nachteil in Bezug auf die höheren durchschnittlichen Gesamtbetriebskosten erwarten, vor allem aufgrund der wesentlich höheren Lagerkosten. Die Seehäfen könnten einen Vorteil in Form von selteneren Anrufen und damit kleinerer Fläche erwarten, die von der geringeren Anzahl der benötigten Liegeplätze genutzt wird, die durch die angemessene Containerumschlagskapazität ausgestattet sind. Darüber hinaus könnten diese Seehäfen einen Nachteil erleiden, da in den Containerterminals ein größerer Platz für die kurzfristige Containerlagerung zur Verfügung gestellt werden muss. Die Reedereien der Linien könnten die Vorteile im Hinblick auf den Einsatz der kleineren Schiffsflotte(en) zu niedrigeren See-/Betriebskosten erwarten, wobei letztere sanieren konnte, da die Skaleneffekte es ermöglichten, wettbewerbsfähigere Preise für Transportdienstleistungen zu bieten. Ein Nachteil könnte der Einsatz der größeren Flotten sein, die durch die Erhöhung der Durchlaufzeit der Schiffe entlang der Strecke/Route verursacht werden, da sie bei den niedrigeren Geschwindigkeiten und der längeren Seehafenzeit (Inventar) während der Erhebung und Verteilung der TEU-Ströme arbeiten. Die Verkehrsunternehmen, die die Seehafen-Binnendienste erbringen, könnten im Allgemeinen einen Vorteil haben, wenn sie die vorhandenen Kapazitäten besser ausschöpfen oder sogar erhöhen. Die Verwender (Containerversender und Empfänger) könnten einen Vorteil in Bezug auf die niedrigeren Preise für Transportdienste haben. Der Nachteil könnte jedoch in Bezug auf die längere Gesamtlieferzeit der Sendungen aufgrund der längeren Lager- und Transportzeit liegen - erstere, die durch die längere Abhol- und Verteilungszeit in den Seehäfen und letztere durch die geringere Transportgeschwindigkeit verursacht wird.

Weitere Forschungsarbeiten könnten dazu beitragen, die zunehmenden Dilemmata der einzelnen Akteure/Stakeholder hinsichtlich der gesamtwirtschaftlichen Nutzung der Mega-Schiffe (ULC) zu lösen. Dazu gehört erstens eine zusätzliche Schätzung der Leistungsindikatoren der Fernleistungsstrecken/-routen und der gesamten Container-Versandnetze für die Interkontinentalen, die auf den realistischen Daten für die oben genannten (angenommenen) Eingänge basieren. Zweitens kann die Berücksichtigung und Einbeziehung der Indikatoren für die Leistungen der Binnenverkehrsträger und ihrer Systeme im Seehafen, um die Tür-zu-Haus-Lieferung der EUV-Ströme zu berücksichtigen und die Ausweitung der Indikatoren für die umwelt- und sozialgesellschaftlichen Leistungen von Nutzen sein. Im letzteren Fall könnte dies einerseits die Einbeziehung der Indikatoren auf die Auswirkungen der Binnenverkehrsträger und ihrer Systeme auf die lokale Bevölkerung sein. Andererseits könnten dies auch Indikatoren sein, die sich auf die lokalen und globalen sozialen Auswirkungen (Vorteile) der gesamten Container-Versandnetze und der Lieferketten beziehen, die sie unter bestimmten Bedingungen bedienen. Viertens könnten die

vorgeschlagenen und aktualisierten Modelle von Leistungsindikatoren auf die anderen Fälle der Containerschiffahrtsnetze angewandt werden, die die interkontinentalen Lieferketten nach denselben und/oder unterschiedlichen Szenarien bedienen. Nicht zuletzt könnte die Synthese der Ergebnisse aus den ausgearbeiteten Fällen und die Ausarbeitung einiger Vorschläge/Empfehlungen für die oben genannten beteiligten Akteure/Stakeholder sowohl von wissenschaftlichem als auch von praktischem Wert sein.

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

Com a globalização da economia mundial, muitas cadeias de abastecimento tornaram-se cada vez mais globais espalhando-se entre determinados continentes. Por um lado, a crescente indústria de transporte de contentores tem apoiado e estimulado ainda mais o seu desenvolvimento. Por outro lado, estas cadeias de abastecimento recentemente desenvolvidas colocaram requisitos crescentes à indústria em termos de prestação de serviços de elevada qualidade e preço razoável. Nestas circunstâncias, a indústria de transporte de contentores tem vindo a desenvolver-se relativamente rápido nas últimas décadas. Trata-se, em particular, da dimensão e da capacidade de carga útil dos navios porta-contentores implantados que operam nas redes de transporte marítimo que aumentaram ao longo do tempo, servindo cadeias de abastecimento cada vez mais globais. As principais forças motrizes deste desenvolvimento têm sido, em geral: i) Volumes crescentes e diversidade espacial da procura de transporte de mercadorias combinadas com o aumento da internalização, globalização e, conseqüentemente, a consolidação, ou seja, a contentorização; ii) Reforçar a concorrência nos mercados marítimos de transporte de mercadorias, obrigando os transportadores de contentores a melhorar permanentemente a eficácia (isto é, fiabilidade, pontualidade, segurança) e eficiência (através da implantação de navios porta-contentores de maiores dimensões e aproveitando as suas economias de escala) dos seus serviços; iii) Suscitar preocupações sobre os impactos do sector do transporte de mercadorias e do seu modo de transporte marítimo, incluindo o segmento de transporte de contentores no ambiente e na sociedade; e iv) Conceção inovadora, materiais e processos de fabrico de navios porta-contentores, instalações e equipamentos de apoio ao contentor e infraestruturas portuárias (Christa et al. 2008; Cullinane e Khanna 2000; ITF 2015; Kapoor 2016; UNCTAD 2017; Vad Karsten 2015; Van Marle 2013). A figura 1 mostra um exemplo das relações entre a procura e a capacidade no mercado global de transporte de contentores marítimos.

Como se pode ver, durante o período observado (1980-2016), a capacidade de carga útil da frota global de navios de contentores marítimos aumentou mais do que proporcionalmente, impulsionada pela necessidade de satisfazer cada vez mais fluxos de transporte de mercadorias globalizados e contentorizados (TEU (Unidade Equivalente a Vinte Pés)). Além disso, a capacidade média de carga útil dos navios porta-contentores marítimos tem vindo também a aumentar ao longo do tempo, tal como se pode ver na Fig. 2.

Por um lado, os navios porta-contentores de maiores dimensões com maior capacidade de carga útil normalmente gerem menos serviços de transporte e o total correspondente de milhas de navio, enquanto transportam os volumes de fluxos teu ao longo das mesmas rotas do que os dos seus congéneres mais pequenos. Por outro lado, estes navios têm maior peso vazio, maior consumo de energia (combustível), o custo total por serviço, para além dos constrangimentos na convocação de portos marítimos específicos, e um maior esforço na prestação da quantidade suficiente de procura, ou seja, fator de carga, para a realização

dos serviços rentáveis (Ducruet e Notteboom 2011; Van Marle 2013). O mais recente aplica-se, em particular, à categoria específica destes navios referidos como os navios mega ou ULC considerados os maiores em termos da sua dimensão, ou seja, dimensões externas - comprimento, viga (largura), projeto e capacidade de carga útil (DWT (Tonelagem de Peso Morto), TEU), tudo em comparação com os seus homólogos mais próximos (menores).

Este trabalho trata do exame multidimensional das performances de uma linha de tronco/rota de uma rede de transporte de contentores de liner operada por navios convencionais (Panamax Max) ou mega ou ULC (Ultra Large Container). Isto implica o manuseamento e transporte direto (sem as ligações portuárias intermédias) dos fluxos TEU entre o porto marítimo de origem como fornecedor da linha e o porto marítimo de destino como cliente da linha. A recolha e distribuição destes fluxos de/para estes portos marítimos de origem/destino, respectivamente, não são tidos em conta.

Além desta introdutória, o papel é composto por quatro outras secções. A secção 2 descreve as configurações características das redes de transporte de contentores e o conceito das suas performances. A secção 3 atualiza os modelos analíticos novos de indicadores dos desempenhos específicos da linha/rota de porta-malas acima mencionada da rede de transporte marítimo que serve uma determinada cadeia de abastecimento de acordo com o cenário especificado de "e se" em determinadas condições. A secção 4 apresenta uma aplicação dos modelos propostos de indicadores de desempenho à linha de tronco/rota exclusivamente operados pelos navios convencionais (Panamax Max) e mega ou ULC. A última secção contém algumas conclusões e discussões sobre algumas vantagens e desvantagens para os principais intervenientes/partes interessadas da implantação de mega navios (ULC) para servir as cadeias de abastecimento intercontinentais em determinadas condições.

CONCLUSÃO

Este trabalho tratou do exame multidimensional das performances de uma determinada linha de tronco/rota de uma rede de transporte de contentores que serve uma cadeia de abastecimento intercontinental pelos navios convencionais (Panamax Max) e mega (ULC - Ultra Large Container). Para tal, foram definidos os indicadores dos desempenhos infraestruturais, técnicos/tecnológicos, operacionais, económicos, ambientais e sociais da linha de tronco e desenvolvidos os seus modelos analíticos. Os modelos de indicadores de desempenho foram aplicados utilizando os dados da rede de transporte de contentores que se espalha entre o Extremo Oriente Asiático e o Norte da Europa, e especificamente a partir da linha de tronco/rota que liga os portos marítimos de Hong Kong (China) e Roterdão (Países Baixos) que operam de acordo com a abordagem do cenário "e se".

Os resultados mostraram o seguinte: O número de cais nos portos marítimos em ambas as extremidades da linha/rota necessária para manusear navios que transportam determinados volumes de fluxos teu durante o período determinado (um ano) tem sido crucialmente dependente da capacidade (número, taxa de manuseamento, tempo de funcionamento) dos guindastes implantados por cais. Consequentemente, a maior capacidade de carne implantada implicou o menor número de cais necessários, neste caso destinados aos mega navios.

As frequências de serviço de transporte pelo convencional têm sido muito mais elevadas do que as mega-navios (ULC). Por conseguinte, a frota de navios da primeira categoria foi substancialmente maior. No entanto, a frota de ambas as categorias de navios aumentou nos casos de aplicação da super lenta em vez da velocidade de vapor lenta. Graças ao equilíbrio das frequências de serviço de transporte, os trabalhos de transporte realizados ao longo da linha/rota por ambas as categorias de navios foram quase iguais. No entanto, a produtividade técnica tem sido menor na mega frota de navios (ULC). Isto deve-se à diminuição da velocidade média dos fluxos teu ao longo da linha/rota causada pelo seu tempo de inventário mais longo durante a recolha e distribuição em ambos os portos marítimos. A menor velocidade de vapor afetou igualmente a produtividade técnica de ambas as frotas de navios que operam em determinadas condições.

Os custos totais da linha de tronco média e a sua estrutura têm sido altamente sensíveis à capacidade de carga útil dos navios, à sua utilização e à velocidade de exploração. Em geral, estes custos foram dominados pelos custos substantivos de inventário. Por conseguinte, apesar do baixo mar/exploração, do

transbordo e dos custos externos, os custos totais dos navios mega (ULC) da linha foram superiores aos dos seus congêneres convencionais.

O consumo médio de combustível e as emissões relacionadas com o GEE voltaram a ser mais baixos em ambas as categorias de navios quando operam a uma velocidade de vapor mais baixa. No entanto, têm sido mais baixos nos navios mega (ULC) apenas devido à propagação ao longo do maior número de teus, sendo todas as outras condições constantes.

Além disso, as terras utilizadas nos portos marítimos de ambas as linhas que manuseiam os navios convencionais têm sido diferentes, influenciadas pelo número necessário de cais portuários e pela sua capacidade de grua. Tem sido quase igual em ambos os portos marítimos se manusear os mega navios (ULC). Além disso, o terreno utilizado tem sido geralmente maior no manuseamento dos navios convencionais em comparação com o que se faz quando manuseiam os seus mega homólogos (ULC).

A estimativa efetivamente aproximada indicou que a linha/rota da bagageira dada seria, pelo menos do ponto de vista estatístico, segura.

Os resultados acima mencionados sugerem uma espécie de vantagens e desvantagens potenciais para os principais intervenientes/partes interessadas que lidam com as mega frotas de navios (ULC). Estes podem ser integradores/coordenadores de serviços, portos, transportadores de linha, operadores de transporte que prestam serviços terrestres do porto marítimo, e utilizadores (carregadores e recetores de contentores). Em especial, os integradores/coordenadores de serviços poderiam esperar uma desvantagem em termos dos custos operacionais médios totais mais elevados, principalmente devido aos custos de inventário substancialmente mais elevados. Os portos marítimos poderiam esperar uma vantagem em termos de chamadas menos frequentes e conseqüente menor área de terreno utilizada pelo menor número de cais necessários equipados pela capacidade adequada de manuseamento de contentores. Além disso, estes portos marítimos poderiam sofrer uma desvantagem devido à necessidade de proporcionar um espaço maior nos terminais de contentores para o armazenamento de contentores de curto prazo. As transportadoras marítimas da linha poderiam esperar as vantagens em termos de implantação da ou das frotas de navios mais pequenas aos custos de mar/exploração mais baixos, esta última graças às economias de escala que permitem oferecer preços mais competitivos dos serviços de transporte. Uma desvantagem poderia ser a de implantação da ou das frotas maiores causada pelo aumento do tempo de reviravolta dos navios ao longo da linha/rota, devido à exploração a velocidades mais baixas e ao tempo mais longo do porto marítimo (inventário) durante a recolha e distribuição dos fluxos teu. Os operadores de transporte que prestam serviços no interior do porto marítimo poderiam, em geral, ter uma vantagem em termos de uma melhor utilização das capacidades existentes ou mesmo de as aumentar. Os utilizadores (transportam contentores e destinatários) poderiam ter uma vantagem em termos dos preços mais baixos dos serviços de transporte. No entanto, a desvantagem poderia ser em termos do tempo total de entrega das transferências devido ao tempo de inventário e de transporte mais longo - o primeiro causado pelo tempo de recolha e distribuição mais longo nos portos marítimos e este último pela menor velocidade de transporte.

Uma investigação adicional poderia contribuir para a resolução dos crescentes dilemas dos intervenientes/partes interessadas específicos sobre a viabilidade global da utilização dos mega navios (ULC). Em primeiro lugar, isto inclui a realização de uma estimativa adicional dos indicadores de desempenho das linhas/rotas do tronco e de todas as redes de transporte de contentores que servem as cadeias de abastecimento intercontinentais com base nos dados mais realistas para as entradas (presumidas) específicas acima mencionadas. Em segundo lugar, considerar e incluir os indicadores de desempenho dos modos de transporte interior do porto marítimo e os seus sistemas, a fim de abraçar a entrega porta-a-porta dos fluxos teu e expandir o conjunto de indicadores das performances ambientais e sociais pode ser de valor. Neste último caso, por um lado, esta poderia ser a inclusão dos indicadores sobre os impactos dos modos de transporte interior do porto marítimo e os seus sistemas na população local. Por outro lado, podem ser também indicadores relativos aos efeitos sociais locais e globais (benefícios) de todas as redes de transporte de contentores e às cadeias de abastecimento que servem em determinadas condições. Em quarto lugar, os modelos propostos e atualizados de indicadores de desempenho poderiam ser aplicados aos outros casos das redes de transporte de contentores que servem as cadeias de abastecimento intercontinentais de acordo com os mesmos cenários e/ou diferentes. Por último, mas não menos importante, a sintetização das

conclusões dos casos elaborados e a elaboração de algumas sugestões/recomendações para os intervenientes/partes interessadas acima referidos poderiam ser de valor científico, mas também prático.