

Stauwarnungen für Schiffe – Wie eine echtzeitbasierte Seeverkehrsvorhersage helfen kann, maritime Warenströme effektiver zu gestalten

Dana Meißner*

Leiterin Forschung und Entwicklung, Institut für Sicherheitstechnik / Schiffsicherheit e.V., Friedrich-Barnewitz-Str. 4c, 18119 Rostock-Warne-
münde, Deutschland

Abstract

Innerhalb des im Sommer 2019 begonnenen Forschungsprojektes PRESEA soll eine echtzeitbasierte Seeverkehrsvorhersage entwickelt werden. Im Unterschied zu bereits existierenden Systemen, die die Position von Schiffen zum Zeitpunkt der Abfrage darstellen, soll es möglich sein, für ein beliebiges Seegebiet auf der Welt nach dem zu erwartenden Schiffsaufkommen in den kommenden Tagen zu fragen – dabei soll der Vorhersagezeitraum bis zu zwei Wochen in der Zukunft liegen können. Eine solche Seeverkehrsvorhersage kann die Abstimmung von Warenketten aufeinander effektiver machen, aber auch die Planungen von Personal, Versorgungseinrichtungen sowie Umweltschutz- und Sicherheitsmaßnahmen unterstützen.

Schlagwörter/Keywords:

Seeverkehrsvorhersage, AIS, Warenkette

Einleitung

Für die Planung von längeren Autofahrten ist es heutzutage hilfreich, dass es Systeme gibt, die Vorhersagen des Verkehrsaufkommens für einige Tage im Voraus ermöglichen [1], [2]. So bieten der Routenplaner von Google Maps oder der ADAC die Berechnung von Reisezeiten in der Zukunft an, wobei der Nutzer selbst die zu fahrende Route und die gewünschte Abfahrtszeit eingeben kann. Berücksichtigung finden bei diesen Prognosen für die kommenden Tage bekannte Baustellen oder Sperrungen, aber auch Termine wie der Ferienbeginn in einzelnen Bundesländern. Der Autofahrer hat dadurch die Möglichkeit, Strecken, auf denen Stau prognostiziert wird, von vornherein zu vermeiden oder Fahrtzeiten zu wählen, die nicht mit dem hohen Verkehrsaufkommen zusammenfallen.

Wie sieht es aber mit dem Schiffsverkehr aus? Moderne Technologien ermöglichen bereits heute die Darstellung von Schiffsbewegungen in Echtzeit auf digitalen Plattformen. Dabei werden die AIS-Daten der Schiffe ausgewertet. Derzeit werden jedoch nur die gerade jetzt aktuellen Schiffspositionen angezeigt und der Fokus liegt auf der Bestimmung des genauen Standortes eines ausgewählten Schiffes und der Abschätzung seiner Route für wenige Stunden im Voraus.

Vorhersagen für ein beliebiges Seegebiet zum gesamten Schiffsverkehrsaufkommen für die kommenden Stunden oder Tage gibt es jedoch noch nicht. Das im Sommer 2019 gestartete Forschungsprojekt PRESEA hat es sich zum Ziel gestellt, eine solche echtzeitbasierte Vorhersage auch für den Schiffsverkehr verfügbar zu machen. Die im Projekt zu entwickelnde Software soll es also möglich machen, für ein beliebiges Seegebiet auf der Welt den dort in den kommenden Tagen zu erwartenden Schiffsverkehr zu berechnen. Der Vorhersagezeitraum soll vom Nutzer frei wählbar sein und sich bis etwa 14 Tage in die Zukunft erstrecken. Eine Anfrage an das System könnte z.B. sein, die in 8 Tagen in der Kadettinne zu erwartenden Schiffe anzuzeigen.

AIS steht für Automatic Identification System. Es wurde im Jahr 2000 durch die International Maritime Organization (IMO) als verpflichtender Standard für (fast) alle Schiffe eingeführt, insbesondere um Kollisionen zu vermeiden und generell die Sicherheit der Seefahrt zu erhöhen. Mit Hilfe des AIS überträgt ein Schiff permanent in kurzen zeitlichen Abständen per Funk „persönliche“ Daten, wie z.B. seinen Namen oder die aktuelle Position. Diese Daten werden von anderen Schiffen empfangen und an Bord in eine elektronische Seekarte (ECDIS) integriert, was es jeder Schiffsführung möglich macht, die sie umgebenden Schiffe zu identifizieren

* Korrespondierende Autorin.

E-Mail: d.meissner@schiffssicherheit.de (D. Meißner)

und die gesamte navigatorische Lage besser einschätzen zu können. Gleichzeitig können die AIS-Daten auch von Satelliten bzw. Landstationen empfangen und von entsprechenden Anbietern zusammengeführt und visualisiert werden. So wird eine weltweite Darstellung aller Schiffsbewegungen in Nahe-Echtzeit möglich. Allgemein zugängliche Systeme wie FleetMon, vesselfinder oder marine traffic stellen entsprechende Übersichten zur Verfügung.

Der Inhalt der durch AIS minimal zu übermittelnden Daten ist international vorgeschrieben und umfasst:

- Statische Daten: IMO-Nummer, Schiffsname, Rufzeichen, MMSI-Nummer, Schiffstyp, Abmessungen des Schiffes
- Dynamische Schiffsdaten: Navigationsstatus, Schiffsposition mit Uhrzeit, Kurs über Grund, Geschwindigkeit über Grund, Vorausrichtung, Kursänderungsrate
- Reisedaten: aktueller Tiefgang, Gefahrgutklasse der Ladung, Reiseziel, geschätzte Ankunftszeit (ETA – estimated time of arrival)

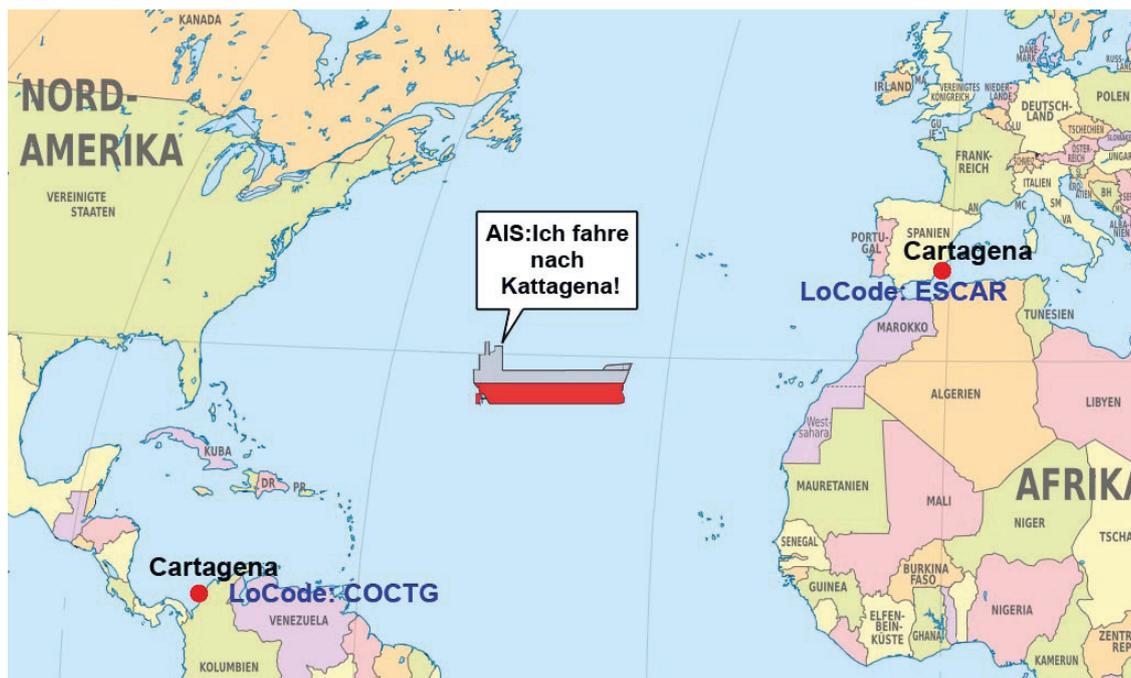
Fährt ein weißes Schiff nach Hongkong? – die Bestimmung des Zielhafens

Die AIS-Daten der Schiffe enthalten also die geplante Ankunftszeit und den jeweiligen nächsten Zielhafen, welcher auf den meisten Schiffen durch den nautischen Offizier per Hand in ein Freifeld eingegeben und dann über AIS mitgesendet wird. Idealerweise wird dabei der so genannte LoCode (Location Code) verwendet – eine eindeutige Kodierung aller Häfen, um den gemeinten Hafen eindeutig zu beschreiben. Eine

solche Kodierung ist aus vielerlei Hinsicht sinnvoll, u.a. dafür, gleich benannte Hafenstädte unterscheiden zu können. Durch den LoCode kann auf diese Weise z.B. die Hafenstadt Cartagena (LoCode COCTG) in Kolumbien von dem Cartagena in Spanien (LoCode ESCAR) unterschieden werden.

Bei der Eintragung der Zielhäfen werden diese LoCodes jedoch häufig nicht verwendet, verwechselt oder falsch geschrieben. Die Bestimmung der genauen Destination ist dann falsch oder nicht möglich. Derzeit trifft dies für ca. 10 – 20 % aller Schiffe zu. Um hier im Sinne der angestrebten Vorhersage eine Verbesserung zu erreichen, soll innerhalb des Projektes ein selbstlernender Algorithmus entwickelt werden, der fehlerhaften Zielhafenbeschreibungen den tatsächlich gemeinten LoCode zuordnet. Grundlage für diese Aufgabe ist zunächst eine strukturierte Darstellung aller möglichen Zielhäfen mit ihren zugehörigen Subports. Im zweiten Schritt muss eine Art Übersetzungstabelle geschaffen werden zwischen Falscheintragungen und dem korrekt zugehörigen LoCode. Aber woher weiß man, welcher Zielhafen tatsächlich gemeint ist? Bei ausgeschriebenen Hafenstadtnamen kann man in den meisten Fällen auf die tatsächlich gemeinte Stadt schließen. Als Beispiel sei wieder Cartagena genannt, welches man auf verschiedene Arten falsch schreiben und dennoch mit hoher Wahrscheinlichkeit den Rückschluss auf die richtige Stadt ziehen kann. Diese Falschreibungen kann ein Algorithmus lernen und selbst berichtigen. Ist jedoch ein falscher LoCode eingetragen, so kann es hilfreich sein, die Route des Schiffes in der Vergangenheit zu verfolgen und daraus auf die Zukunft zu schließen: Wo kommt es her? Fährt es im Liniendienst? Kann seine Ladung in dem angegebenen

Abbildung 1: Problem der genauen Zielhafenbestimmung: a) falsche Schreibweisen, b) gleich bzw. ähnlich benannte Hafenstädte – wohin möchte das Schiff tatsächlich fahren?



Quelle: erstellt durch D. Meißner unter Verwendung von: TUBS- "Politische Weltkarte aller Staaten" (Lizenz CC BY-SA 3.0)

Hafen überhaupt gelöscht werden? Dieser Fall wird sehr schnell zu einem Big-Data-Problem, bei dem viel Daten sinnvoll miteinander verknüpft werden müssen. Für diese Aufgabe können auch Methoden aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz genutzt werden.

Wir lagen vor Madagaskar – Faktoren, die die Reisezeit beeinflussen

Viele Faktoren können dazu führen, dass die geplante oder übliche Reisezeit nicht eingehalten werden kann [3], [4]. Auch die Zeiten des Be- und Entladens unterliegen verschiedenen Umgebungsbedingungen. So kann z.B. Nebel Be- und Entladevorgänge erheblich verzögern [5], [6]. Neben den Wetterbedingungen spielt das Zusammenspiel der gesamten Logistik-Kette eine wichtige Rolle für die Abfertigungszeit im Hafen [7]. In vergleichenden Untersuchungen zur Effizienz in der Abfertigung für verschiedene Häfen weltweit [8], [9], [10] wurde ermittelt, dass die durchschnittliche Hafendurchlaufzeit in Europa zwischen 0 und 1,5 Tagen liegt, in Afrika aber bis zu 9 Tagen betragen kann. Eine Seeverkehrsvorhersage sollte solche Parameter bis zu einem bestimmten Grad berücksichtigen.

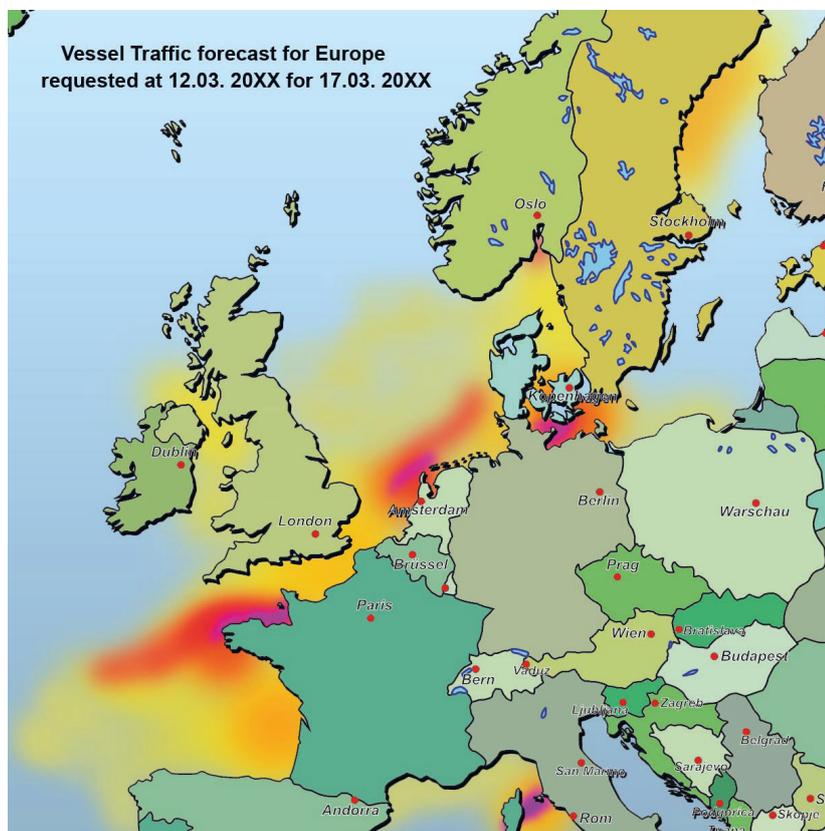
Eine wesentliche Forschungsaufgabe für das Projekt PRE-SEA besteht daher in der Erfassung und Bewertung der den

Seeverkehr beeinflussenden Faktoren. Dabei soll möglichst quantifiziert beschrieben werden, wie sich diese Faktoren auf die Reisezeiten oder Reiserouten auswirken. Typische externe Faktoren sind z.B. Wetterphänomene oder geografische Besonderheiten (Meerenge). Interne Faktoren resultieren aus der Schifffahrt selbst und meinen sowohl schiffsspezifische Merkmale (z.B. Tiefgang) oder Eigenschaften der maritimen Infrastruktur (z.B. Brückenhöhen). Für beide Faktorengruppen gibt es einerseits statische Parameter, mit deren Eintreffen relativ sicher gerechnet werden kann (z.B. Gezeiten, Linienverkehre) und andererseits dynamische Ereignisse, die plötzlich und unerwartet eintreten (z.B. Sturm, Schiffshavarie). All diese Faktoren sollen ermittelt, mögliche gegenseitige Beeinflussungen festgestellt und deren Relevanz in Bezug auf das angestrebte Projektziel bewertet werden. Auch hier ist die Auswertung großer Datenmengen Teil der Aufgabenstellung.

Der Kanal ist voll!? – Anwendungsfelder für das PRE-SEA-System

Eine Vorhersage-Darstellung des Schiffsverkehrs, beginnend vom gerade gültigen Zeitpunkt bis etwa 14 Tage im Voraus, z.B. in Form von farblich abgestuften Heatmaps, könnte ein wichtiges Hilfsmittel für die gesamte maritime Branche sein.

Abbildung 2: Beispiel einer „Heatmap“-Darstellung: je dichter der Schiffsverkehr, je dunkler das Rot auf der Karte, die letztendlich umzusetzende Darstellungsform ist mit den Endnutzern zu verifizieren



Quelle: erstellt durch D. Meißner unter Verwendung von <http://www.kostenlose-landkarten.de/bilder/Europa-karte.png>

Durch die Kenntnis des zu erwartenden maritimen Verkehrsaufkommens in den kommenden Tagen kann u.a. die Routenplanung eines Schiffes verbessert werden. Ist z.B. einem Schiff auf dem Weg zum Nord-Ostsee-Kanal (NOK) heute bereits klar, dass übermorgen dort mit längeren Wartezeiten zu rechnen ist, so kann es seine Fahrt treibstoffsparend verlangsamen oder die Route kann komplett umgeplant werden, wenn das hohe Verkehrsaufkommen absehbar über eine längere Zeit anhalten wird. Eine Abschätzung des zu erwartenden Schiffsverkehrs für Tage im Voraus erleichtert zudem die Personalplanung für Lotsen, Schlepperreedereien, Logistik-Unternehmen und viele andere.

Durch die Vorhersage konkreter Waren- und Personenströme können bestimmte Versorgungsketten besser aufeinander abgestimmt werden. Genannt seien hier beispielhaft Bunkervorräte für Schiffe, Kühlkapazitäten und Gefahrgutlagerplätze. Auch im Zusammenhang mit der zunehmend diskutierten autonomen Schifffahrt kann es von Nutzen sein, günstige Zeitfenster für solche Verkehre auszuwählen, um die Kollisionsgefahr möglichst gering zu halten.

Neben wirtschaftlichen Aspekten kann es auch von sicherheitspolitischer Bedeutung sein, Schiffsverkehrsstärken pro Zeiteinheit (Fhrz/ h) und Meeresgebiet vorausschauend darzustellen, z.B. wenn es um die Vorhaltung von Versorgungseinrichtungen, Infrastrukturen und Sicherheitsmaßnahmen geht. Eine Filterung der Vorhersage nach Schiffstypen könnte zusätzliche Informationen liefern. Wenn man also genauer wüsste, wann und wo in den nächsten Wochen besonders viel bzw. welcher Schiffsverkehr zu erwarten ist, könnte man entsprechend mit organisatorischen und technischen Maßnahmen darauf reagieren. Da geplant ist, nicht nur die Anzahl der Schiffe, sondern auch die ganz konkret in einem Seegebiet zu erwartenden Schiffe vorherzusagen, könnte dadurch im Falle von Havarien die Lenkung des Schiffsverkehrs, z.B. im Ein-Wege-System an einer Gefahrenstelle vorbei, deutlich erleichtert werden. In einem solchen Fall könnten die Reedereien bzw. die Verkehrsleitzentralen rechtzeitig im Voraus die entsprechenden Schiffe kontaktieren.

Nicht zuletzt werden auch in der Seefahrt zunehmend Umweltschutz-Aspekte eine Rolle spielen. Es ist denkbar, dass in absehbarer Zeit bestimmte empfindliche Seegebiete, z.B. die polaren Regionen, immer nur von einer maximalen Anzahl von Schiffen gleichzeitig befahren werden dürfen. Eine Seeverkehrsvorhersage kann dann ein wichtiges Instrument für die Planung sein.

Es ist davon auszugehen, dass die einzelnen Zielgruppen das zu entwickelnde System für unterschiedliche Anwendungen nutzen möchten und die Ansprüche daran daher verschieden sind. Logistikkienstleister werden vielleicht primär an der Identifizierung von Liniendiensten interessiert sein, Sicherheitsbehörden an der Anzahl erwarteter Tankschiffe in einem bestimmten Seegebiet und Umweltorganisationen an der Gesamtzahl der Schiffe zu einem bestimmten Zeitpunkt. Dementsprechend ergeben sich gewünschte Funktionalitäten für das zu entwickelnde System wie z.B. Skalierbarkeit und

Filterfunktionen (z.B. nach Schiffstyp oder Schiffsgröße) oder auch für Warneinstellungen, wenn in einem bestimmten Gebiet ein besonders hohes Verkehrsaufkommen zu erwarten ist. Entsprechend sollen potentielle Endnutzer von Anfang an in die Projektarbeit integriert werden, um möglichst zielsicher auf ein marktfähiges Produkt hinzuwirken.

Das Projekt

Das Verbundprojekt PRESEA wird innerhalb der Förderbekanntmachung „Echtzeittechnologien für die Maritime Sicherheit“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie gefördert und durch den Projektträger Jülich betreut. Das Konsortium besteht aus den direkten Partnern JAKOTA Cruise Systems GmbH und dem Institut für Sicherheitstechnik / Schiffssicherheit e.V. sowie den assoziierten Partnern Reederei F. Laeisz GmbH, die Synfioo GmbH, die Klassifikationsgesellschaft DNV-GL und die Daimler AG.

Die JAKOTA Cruise Systems GmbH (JCS) mit dem Markenprodukt FleetMon ist einer der Weltmarktführer im Bereich des Tracking und der Positionsbestimmung von Schiffen. Dazu werden mehrere tausend Landstationen betrieben, die über AIS-Satelliten das Lagebild auf der hohen See abbilden und ergänzende Reiseinformationen darstellen. Durch diese Infrastruktur werden täglich mehr als 400.000.000 AIS-Datensätze empfangen, verarbeitet und in verschiedenen Produkten in nahezu Echtzeit zur Verfügung gestellt. Der Markt für derartige Angebote ist relativ klein, aber hoch spezialisiert. So wurde faktisch jeder deutsche Offshore-Windpark unter Verwendung von FleetMon Daten geplant oder gebaut. JCS unterhält u.a. Partnerschaften zum Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt und zum Fraunhofer Zentrum für Maritime Logistik. So wird ein permanenter wissenschaftlicher Austausch zu Fragen des Empfangs und der Verarbeitung von Satellitendaten sichergestellt. Verschiedene erfolgreiche Industrieforschungsprojekte, z.B. mit DHL / Deutsche Post führten 2017 zur Auszeichnung mit dem Ludwig-Bölkow-Technologiesonderpreis.

Das Institut für Sicherheitstechnik / Schiffssicherheit e.V. (ISV) ist eine BVQI-zertifizierte außeruniversitäre Einrichtung, die mit eigener wissenschaftlicher Arbeit sowie Aus- und Weiterbildung Beiträge zur Erhöhung der Schiffssicherheit und des maritimen Umweltschutzes leistet. Die Mitarbeiter des Institutes sind ausgewiesene Wissenschaftler auf dem Gebiet der Schiffssicherheit. Spezielle Kenntnisse liegen u.a. auf den Teilgebieten:

- Sicherheitsanalysen, Sicherheitsmanagement für Schifffahrtsunternehmen
- Gefahrguttransport auf Seeschiffen
- Konzipierung von Schiffssicherheitstechnik
- Berufsbegleitende Qualifizierung von Führungspersonal im maritimen Bereich sowie für seefahrendes Personal
- Entwicklung von computergestützten Lehr- und Lernsystemen

Das ISV ist seit vielen Jahren in maritimen Forschungsprojekten sowohl als Koordinator als auch als Partner aktiv. Durch die vielfältigen Kontakte zu Reedereien, Hafengebietern, Zulieferbetrieben, aber auch zu maritimen Bildungseinrichtungen wie der Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt, besteht eine Besonderheit der Geschäftspraxis des ISV darin, dass aktuelle Ergebnisse aus Forschungsprojekten direkt in die Aus- und Weiterbildung übernommen werden können.

Die Partner haben für das Projekt eine intensive Zusammenarbeit vereinbart. Die Projektlaufzeit erstreckt sich vom Juni 2019 bis November 2021.

Literatur

- [1] <http://www.gpskoordinaten.de/routenplaner>
- [2] https://www.adac.de/reise_freizeit/verkehr/wochenendprognose/default.aspx
- [3] C. S. Nilsson „The Effect of Weather on a ship’s speed“, Department of Defence and technology Organisation, RARNL Technical Note 4/77, Commonwealth Australia 1977
- [4] T. Szelangiewicz, B. Wiśniewski, K. Żelazny, „The influence of wind, wave and loading condition on total resistance and speed of the vessel“, Polis Maritime Research, 3(83) 2014 Vol. 21; pp. 61-67
- [5] T. Stanivuk, T. Tokić “How to predict cargo handling times at the sea port affected by weather conditions”, Croatian Operational Research Review (CRORR), Vol. 3, 2012, pp. 103-112
- [6] “Report on Environmental Factors Affecting Safe Access and Operations within New Zealand Ports and Harbours”, Maritime Safety Authority of New Zealand, 2005
- [7] C.C. Chung, C.H. Chiang “The Critical Factors: An Evaluation of Schedule Reliability in Liner Shipping”, International Journal of Operations Research, Vol. 8 (4), 2011, pp. 3-9
- [8] N. Kutin, T. T. Nguyen, T. Vallee, “Relative Efficiencies of ASEAN Container Ports based on Data Envelopment Analysis”, The Asian Journal of Shipping and Logistics, Vol 33(2), 2017, pp. 67-77
- [9] C. Ducruet, H. Itoh, O. Merk „Time Efficiency at World Container Ports“, International Transport Forum, Discussion Paper 08, 2014
- [10] M. Herrera Dappe, A. Suárez-Alemán “Competitiveness of South Asia’s Container Ports”, International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2016