

ПРИЛОЖЕНИЕ НА БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЯТА ЗА УСТОЙЧИВО ДЕЦЕНТРАЛИЗИРАНО УПРАВЛЕНИЕ В МОРСКИЯ СЕКТОР

Тодор Димов Коритаров

ВВМУ „Н.Й. Вапцаров“, капитан III ранг, главен асистент, доктор

Резюме: Морската индустрия е изправена пред редица предизвикателства, които могат да бъдат ефективно решени чрез внедряването на децентрализирани системи за управление, базирани на блокчейн технологията. В настоящото изследване се разглежда потенциалът на блокчейн технологията за повишаване на ефективността и ефикасността в сектора. Ключовите характеристики на блокчейн технологията, включително децентрализация, неизменност, прозрачност и интелигентни договори, имат потенциала да подобрят сътрудничеството, доверието, оперативната ефективност и устойчивостта сред заинтересованите страни. Децентрализацията на данните позволява взаимодействието между равнопоставени партньори, а прозрачността гарантира целостта на записите. Автоматизирането на процесите и намаляването на разходите са още две предимства на интелигентните договори. Освен това интегрирането на блокчейн с интернет на нещата (IoT) има потенциала да създаде по-ефективна екосистема. Въпреки това продължават да съществуват пречки, като например съпротива срещу промяната, недостиг на експертен опит и сложни вериги за доставки. За да се решат тези проблеми, е необходимо да се приложат програми за образование и обучение, както и рамки за сътрудничество. Проучването стига до заключението, че приемането на блокчейн технологията е от жизненоважно значение за морската индустрия, за да се подобри сътрудничеството, да се постигне устойчивост и да се запази конкурентоспособността. По-нататъшните изследвания следва да се съсредоточат върху разработването на стратегии за прилагане и разглеждането на регулаторните съображения.

Ключови думи: Блокчейн, децентрализирано управление, морска индустрия, сътрудничество, прозрачност, оперативна ефективност, устойчивост

LEVERAGING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE DECENTRALIZED MANAGEMENT IN MARITIME SECTOR

Todor Dimov Koritarov

Nikola Vaptsarov Naval Academy, lieutenant commander, assistant professor, PhD

Abstract: *The maritime industry is confronted with a number of challenges that can be effectively addressed through the implementation of a decentralized management system based on blockchain technology. This study examines the potential for blockchain technology to enhance efficiency and effectiveness in the sector. The key features of blockchain technology, including decentralization, immutability, transparency, and smart contracts, have the potential to enhance collaboration, trust, operational efficiency, and sustainability among stakeholders. The decentralization of data allows for peer-to-peer interactions, while transparency ensures the integrity of records. The automation of processes and reduction of costs are two further benefits of smart contracts. Furthermore, the integration of blockchain with the Internet of Things (IoT) has the potential to create a more efficient ecosystem. Nevertheless, obstacles such as resistance to change, deficiencies in expertise, and intricate supply chains persist. To address these issues, it is necessary to implement educational and training programs, as well as collaborative frameworks. The study concludes that the adoption of blockchain technology is vital for the maritime industry in order to enhance cooperation, achieve sustainability, and maintain competitiveness. Further research should concentrate on the development of implementation strategies and the examination of regulatory considerations.*

Keywords: *Blockchain, decentralized management, maritime industry, collaboration, transparency, operational efficiency, sustainability*

1. Въведение

Децентрализираните системи за управление привлякоха значително внимание през последните години поради способността им да се справят със сложни предизвикателства и да задоволяват разнообразните нужди на заинтересованите страни. Морският сектор е сложна и фрагментирана индустрия, която може да извлече ползи от прилагането на децентрализирани системи за управление, които използват блокчейн технология.

Въпреки че в предишни проучвания са изследвани възможностите на блокчейн технологията в различни сектори, все още липсва задълбочено разбиране по отношение на използването ѝ в морската област. Съществуват празноти в знанията по отношение на потенциала на блокчейн технологията за справяне с предизвикателствата, пред които е изправена морската индустрия, и за повишаване на нейната оперативна ефективност.

Статията има за цел да редуцира гореспоменатия недостиг на знания, като се проучи потенциалът на блокчейн технологията за справяне с предизвикателствата, пред които понастоящем е изправена морската индустрия, и за повишаване на нейната оперативна ефективност чрез внедряване на децентрализирани системи за управление. Авторът излага тезата, че блокчейн технологията има потенциал да повиши приложимостта на децентрализираните системи за управление в морския сектор.

2. Изследване на въздействието на блокчейн технологията върху децентрализираното управление - от теория към практика

Блокчейн технологията се превърна в трансформираща сила в редица индустрии, особено в контекста на децентрализираните системи за управление. Фундаменталните характеристики на блокчейн технологията - децентрализация, неизменност, прозрачност и способност за изпълнение на интелигентни договори - позволяват на организациите да функционират, без да разчитат на централизиран орган, като по този начин насърчават сътрудничеството и подобряват ефективността. Настоящото изследване обобщава съществуващата литература, за да изясни начина, по който тези черти улесняват създаването на децентрализирани системи за управление.

Може да се твърди, че децентрализацията е най-значимият аспект на блокчейн технологията. Разпределението на данните в мрежа от възли премахва необходимостта от централен орган, който да валидира трансакциите. Тази характеристика повишава сигурността, като намалява вероятността от единични точки на срив и укрепва доверието между участниците. Както отбелязват Молнар и др., децентрализираният характер на блокчейн насърчава отворена среда, благоприятстваща сътрудничеството и колективното вземане на решения, особено в контекста на бизнес процесите във финансовия сектор (Molnár et al., 2023). В друго изследване се подчертава, че премахването на посредниците в процесите на валидиране на трансакциите може да доведе до повишаване на ефективността и намаляване на разходите, които са от решаващо значение за децентрализираните системи за управление (Monrat et al., 2019).

Веднъж добавени в блокчейна, данните не могат да бъдат променяни или премахвани, като по този начин се гарантира достоверността и целостта на

информацията. Това качество е от първостепенно значение за установяването на доверие между участниците, тъй като гарантира постоянството и проверимостта на всички трансакции. Хуанг и др. подчертават, че тази неизменност, съчетана с механизъм за консенсус, улеснява сигурното взаимодействие между страни, които може да не си имат доверие, което е от ключово значение в децентрализираните среди (Huang et al., 2020). Възможността за поддържане на неизменен запис на трансакциите повишава както отчетността, така и проследимостта.

Блокчейн осигурява счетоводна книга(регистър), която позволява на всички участници да имат достъп до записите на трансакциите, като по този начин насърчава атмосферата на откритост. Тази степен на прозрачност позволява на заинтересованите страни да наблюдават дейностите и да проверяват спазването на разпоредбите, без да разчитат на централен орган. Джао и др. изказват мнение, че прозрачният характер на блокчейн технологията може значително да смекчи проблемите с измамите и корупцията, които са широко разпространени в централизираните системи (Zhao et al., 2022).

Възможността за изпълнение на интелигентни договори представлява още един революционен аспект на блокчейн технологията. Интелигентните договори са цифрови споразумения, които се изпълняват автоматично, като техните клаузи са кодирани директно в софтуера. Хуабай и Джаки твърдят, че интелигентните договори могат значително да повишат ефективността на управлението чрез автоматизиране на процесите на вземане на решения и намаляване на вероятността от човешка грешка (Huabai & Jiaqi, 2020). Адаптивният характер на интелигентните договори позволява създаването на индивидуални решения, които могат да отговорят на специфичните нужди на различните заинтересовани страни.

В допълнение към тези основополагащи характеристики блокчейн технологията предлага засилени предимства в областта на сигурността. Внедряването на криптографски техники осигурява сигурно съхранение и предаване на данни, като ги защитава от неоторизиран достъп и модификации. Това е от особена важност в децентрализираните системи за управление, където чувствителни данни могат да се обменят между множество субекти. Както е отбелязано от Али и др., интегрирането на децентрализацията, прозрачността и криптографската сигурност създава стабилна рамка, която повишава доверието между заинтересованите страни (V. Ali et al., 2023).

Освен това присъщата на блокчейн мрежите устойчивост на грешки също улеснява децентрализираното управление. Тъй като данните са разпределени в

множество възли, системата остава оперативна дори, когато някои възли са неработоспособни. Тази дълготрайност е от решаващо значение за осигуряване на непрекъснатост на операциите в децентрализирани условия. В изследването на Сюн и др. се подчертава, че децентрализираната структура на блокчейн намалява риска от системни сривове, които могат да имат неблагоприятни последици в централизираните системи (Xiong et al., 2019).

Последиците от блокчейн технологията се простират отвъд обикновената оперативна ефективност, като обхващат по-широк спектър от обществени ефекти. Децентрализираният характер на блокчейн технологията е в съответствие с принципите на демократичното управление, при което властта е разпределена, а не концентрирана в един субект. Тази характеристика има потенциала да овласти хората и общностите, като им предостави по-голям контрол върху техните данни и ресурси. Както отбелязва Кшетри, децентрализираният характер на блокчейн може да доведе до намаляване на уязвимостта към манипулиране и фалшифициране, като по този начин се повишава цялостта на системите за управление (Kshetri, 2017). Такава форма на овластяване е от особено значение в области, като здравеопазването и селското стопанство, където хората често се сблъскват с трудности, свързани с целостта на данните и доверието.

Освен това интегрирането на блокчейн технологията с други авангардни разработки, като интернет на нещата (IoT) и изкуствения интелект (AI), има потенциала да улесни създаването на по-свързана и ефективна среда, позволявайки безпроблемно прехвърляне на данни между устройствата и участниците. За илюстрация, интегрирането на блокчейн технологията в интернет на нещата (IoT) може да гарантира сигурен и прозрачен обмен на данни, като по този начин улесни наблюдението и вземането на решения в реално време (M. S. Ali et al., 2019). Предложеното взаимодействие има потенциал да доведе до създаването на системи за управление, които са по-адаптивни и отзивчиви.

Отличителните характеристики на блокчейн технологията - децентрализация, неизменност, прозрачност, интелигентни договори, повишена сигурност и устойчивост на грешки - когато се разглеждат в съвкупност, осигуряват основата за разработването на ефективни децентрализирани системи за управление. Тези характеристики не само повишават оперативната ефикасност, но и насърчават доверието и сътрудничеството между участниците. Тъй като организациите проучват потенциала на блокчейн технологията, от съществено значение е да се признае значителното въздействие, което нейните атрибути имат върху управлението, отчетността и участието на

заинтересованите страни. Еволюцията на децентрализираните системи за управление вероятно ще се определя от непрекъснатия напредък на блокчейн технологията и интегрирането ѝ с други иновативни решения.

3. Блокчейн технологията в морския сектор: насърчаване на сътрудничеството между заинтересованите страни чрез децентрализирано управление.

Внедряването на блокчейн технологията в морската индустрия представлява трансформираща възможност за повишаване на оперативната ефективност, прозрачността и устойчивостта. Тъй като морската индустрия се бори с предизвикателства, като прекомерна документация, проблеми с целостта на данните и неефективни процедури, блокчейн технологията се очертава като обещаващо решение на тези проблеми. Децентрализираният характер на технологията позволява създаването на неизменни записи, които могат да се използват за оптимизиране на операциите по цялата верига на доставки, което в крайна сметка води до намаляване на разходите и повишаване на нивото на услугите (Zhou et al., 2020)(Pu & Lam, 2021)(Peronja et al., 2020).

Едно от основните предимства на блокчейн технологията в областта на морската логистика е способността да дигитализира и автоматизира процеси, които в миналото са били зависими от хартиена документация. Морският сектор се характеризира със значителна зависимост от обширна документация, която не само възпрепятства оперативната ефективност, но и увеличава потенциала за грешки и измами. Внедряването на блокчейн технологията позволява създаването на споделена цифрова счетоводна книга, която проследява трансакциите в реално време, като по този начин намалява необходимостта от физическа документация и подобрява точността на съхраняваните данни (Pu & Lam, 2021)(Jović et al., 2020). Изоставането на морската индустрия от други сектори в усвояването на модерни технологии подчертава необходимостта от преход към цифровизация (Gausdal et al., 2018).

Освен това блокчейн технологията има потенциала да повиши прозрачността и проследимостта във веригата за доставки. Всяка трансакция, записана в блокчейна се маркира във времето и се свързва с предходните трансакции, създавайки цялостна одитна следа, която е достъпна за упълномощени лица. Тази степен на прозрачност е особено полезна за намаляване на споровете и гарантиране на спазването на регулаторните задължения (Duran et al., 2021)(Elmay et al., 2022). Като пример може да се посочи, че прилагането на блокчейн технологията може да подобри наблюдението на

корабните контейнери, като по този начин улесни получаването на информация в реално време за тяхното състояние и местоположение, което е от първостепенно значение за ефективното управление на веригите за доставки (Elmay et al., 2022)(Liu et al., 2023)(Gancheva, 2021).

В допълнение към потенциала си за оптимизиране на оперативната ефективност, блокчейн технологията може да се окаже ценна и в подкрепа на инициативите за устойчивост в морския сектор. Технологията може да улесни усилията за намаляване на въглеродните емисии(Velinov, 2024), като позволи по-ефективно маршрутизиране и планиране на корабите, което от своя страна намалява разхода на гориво(Dimitrakieva, Milev, et al., 2023)(Nguyen et al., 2023)(Sun et al., 2023). Освен това блокчейн технологията може да се интегрира с интелигентни договори, за да се мотивират корабните компании да възприемат екологосъобразни практики, като например спазване на графици за доставка "точно навреме" (JIT – Just In Time), които намаляват времето на престой и емисиите (Nguyen et al., 2023). Съобразяването на индустрията с целите на устойчивото развитие става все по-решаващо, тъй като тя се сблъсква с изискванията за спазване на глобалните екологични разпоредби и Програмата на ООН до 2030 г. (Serra et al., 2022).

Въпреки това интегрирането на блокчейн технологията в морската индустрия се сблъсква с редица предизвикателства. Сложният характер на технологията, съчетан с необходимостта от значителни културни трансформации в организациите, може да възпрепятства нейното прилагане (Gausdal et al., 2018)(Kapnissis et al., 2020). Значителен брой фирми, работещи в морския сектор се възприемат като сравнително бавни в усвояването на цифровите технологии. Това се възприема като пречка за по-широкото прилагане на блокчейн решенията (Gausdal et al., 2018)(Kapnissis et al., 2020). Освен това енергийните изисквания на блокчейн технологията, особено в някои от сегашните ѝ проявления, поражда опасения относно въздействието ѝ върху околната среда, което е в противоречие с целите за устойчивост на индустрията (Serra et al., 2022).

За да се постигне ефективно интегриране на блокчейн технологията в морските операции е от съществено значение да се разработи регулаторна рамка, която да насърчава приемането на тази технология и да улеснява сътрудничеството между заинтересованите страни в сектора (Dimitrakieva, Atanasova, et al., 2023). Както е предложено от Капнисис и др. създаването на специализирани блокчейн съдилища може да се окаже ефективно средство за разрешаване на конфликти, произтичащи от

блокчейн трансакции, като по този начин се повиши доверието в технологията (Karnissis et al., 2020). Освен това установяването на общоотраслови стандарти за обмен на данни и оперативна съвместимост е от решаващо значение за осигуряване на ефективно взаимодействие на различни блокчейн системи (Papadakis & Koranaki, 2022)(Perkušić et al., 2020).

Пристанищата служат като жизненоважни възли в глобалните вериги за доставки, а интегрирането на блокчейн технологията може да улесни оперативната ефективност, да засили целостта на данните и да насърчи сътрудничеството между различни заинтересовани страни. Значителна полза от използването на блокчейн технологията в пристанищните операции е способността ѝ да подобрява координацията и комуникацията между различните участващи страни. Конвенционалните пристанищни операции обикновено включват различни субекти, включително корабни фирми, оператори на терминали, митнически агенции и спедитори. Това води до сложни взаимодействия и възможност за неправилна комуникация. Блокчейн осигурява децентрализирана система, която позволява на всички страни да имат достъп до споделена счетоводна книга, като по този начин се гарантира, че всички страни имат актуална видимост за състоянието на товара и съответната документация (Abushaikha et al., 2024)(Tsiulin et al., 2020). Този подход може значително да намали закъсненията, свързани с несъответствия в документите, и да повиши ефективността на процедурите за обработка на товари (Jović et al., 2019)(Boison & Antwi-Boampong, 2020).

Освен това блокчейн технологията може да улесни прилагането на интелигентни договори в пристанищните операции, като по този начин автоматизира и спазва споразуменията между страните без необходимост от посредници. Например, интелигентните договори могат да бъдат конфигурирани така, че да изпълняват автоматично плащания, когато са изпълнени определени условия, като например успешното разтоварване на стоки в пристанището (Irannezhad, 2020). Процесът на автоматизация не само ускорява трансакциите, но и намалява вероятността от измами и спорове, тъй като всяко действие се записва в неизменна счетоводна книга (Nguyen et al., 2023).

Освен че повишава оперативната ефективност, блокчейн технологията може да улесни проследяването и сигурността на товарните пратки. Всяка трансакция, записана в блокчейн, се маркира във времето и се свързва с предходните записи, като се създава цялостна одитна следа, която може да бъде от съществено значение за наблюдението на движението на стоките (Le et al., 2023). Тази функционалност е от голямо значение в

контекста на международното корабоплаване, където спазването на множество разпоредби и стандарти е от първостепенно значение. Блокчейн технологията осигурява сигурен и прозрачен метод за наблюдение на пратките, което позволява на пристанищата да изпълняват регулаторните задължения по по-ефективен начин и намалява риска от кражба или подправяне на товари (Serra et al., 2022).

Освен това интегрирането на блокчейн технологията с устройствата от интернет на нещата (IoT) има потенциала да подобри значително пристанищните операции. Сензорите на интернет на нещата (IoT) са в състояние да наблюдават условията на товара, включително температурата и влажността, и да предават тези данни на блокчейн в реално време (Le et al., 2023). Тази функция е особено полезна за крехки пратки, като например фармацевтични продукти или бързо развалящи се стоки, при които поддържането на специфични екологични стандарти е от първостепенно значение. Интегрирането на блокчейн технологията с интернет на нещата позволява на пристанищата да гарантират, че всички страни са наясно с всички отклонения от установените условия, като по този начин повишават отчетността и намаляват вероятността от разваляне или повреда на товара (Le et al., 2023).

Въпреки че блокчейн технологията предлага многобройни предимства, интегрирането ѝ в пристанищните операции се сблъсква с множество предизвикателства. Съществено предизвикателство е настоящата технологична инфраструктура, която може да не е съвместима с блокчейн решенията (Gausdal et al., 2018)(Zhou et al., 2020). Значителен брой пристанища продължават да разчитат на наследени IT системи, което води до сложен и ресурсоемък преход към блокчейн решения. Освен това потреблението на енергия, свързано с блокчейн технологията, поражда опасения, особено в индустрия, която все повече дава приоритет на устойчивостта (Serra et al., 2022)(Zhou et al., 2020). Тъй като пристанищата се стремят да постигнат своите екологични цели, е наложително блокчейн решенията да се разработват с оглед на енергийната ефективност.

Освен това успешното интегриране на блокчейн технологията в пристанищните операции зависи от сътрудничеството на всички заинтересовани страни. Установяването на браншови стандарти и протоколи ще бъде от първостепенно значение за поддържането на оперативна съвместимост между разнородните блокчейн системи (Irannezhad, 2020). В допълнение на това е наложително да се култивира култура на доверие и сътрудничество между всички заинтересовани страни, за да се преодолее ефективно съпротивата срещу промяната и да се улесни приемането на

новите технологии (Kapidani et al., 2021). Образователните програми и пробните проекти могат да илюстрират предимствата на блокчейн технологията, като по този начин улеснят приемането ѝ в морския сектор (Atanasova, 2022) (Atanasova, 2023) (Dimitrakiev et al., 2023) (Narleva & Gancheva, 2023).

Твърдението, че блокчейн технологията улеснява децентрализираното управление в морския сектор, се подкрепя от редица забележителни характеристики на технологията, включително нейния потенциал за повишаване на прозрачността, намаляване на зависимостта от посредници и насърчаване на съвместното вземане на решения сред заинтересованите страни. Тези характеристики са в съответствие с основните принципи на децентрализираното управление, които се стремят към разпределяне на правомощията и овластяване на участниците в процесите на вземане на решения.

Концепцията за децентрализиран автономни организации (ДАО) представлява допълнителна илюстрация на потенциала на блокчейн технологията да подкрепя децентрализиран модели на управление. ДАО работят в блокчейн мрежи, като улесняват съвместното вземане на решения чрез използването на интелигентни договори, които кодират правила и споразумения директно в блокчейна (Pereira et al., 2019) (Lumineau et al., 2021). Този модел е особено полезен в морския сектор, където множество заинтересовани страни трябва да си сътрудничат за постигане на общи цели, като например насърчаване на устойчивостта и повишаване на оперативната ефективност. Въвеждането на ДАО в морската индустрия позволява да се участва в управленски дейности, които не са лимитирани от ограниченията на конвенционалните йерархични системи. Това стимулира по-демократичен и приобщаващ метод за вземане на решения (Allessie et al., 2019) (Lumineau et al., 2021).

Независимо от значителния потенциал за децентрализирано управление, който блокчейн технологията дава, все още има редица предизвикателства, които трябва да бъдат преодоляни. Морският сектор се отличава със своя сложен и фрагментиран характер, който може да се окаже значителна пречка за широкото прилагане на блокчейн технологиите (Gausdal et al., 2018) (Kapidani et al., 2021). Освен това преходът към децентрализиран рамки на управление изисква промяна на преобладаващите културни норми сред заинтересованите страни, много от които може да са свикнали с традиционните йерархични системи (Gausdal et al., 2018) (Kapidani et al., 2021).

Блокчейн технологията има потенциала да улесни въвеждането на децентрализиран структури за управление в морския сектор. Това се постига чрез

повишаване на прозрачността, намаляване на зависимостта от посредници и насърчаване на съвместните процеси на вземане на решения. Като решава проблемите, свързани с бюрокрацията, надеждността на данните и последиците за околната среда, блокчейн технологията има потенциала да трансформира морските операции и да повиши устойчивостта на веригата за доставки. Въпреки това, за да се реализира този потенциал, е от съществено значение да се преодолеят културните и технологичните пречки, както и да се насърчи сътрудничеството между заинтересованите страни, за да се култивира благоприятна среда за иновации.

4. Заключение

Блокчейн технологията предоставя съвременно решение на сложните предизвикателства, пред които е изправена морската индустрия, чрез своите възможности за децентрализирано управление. В настоящото изследване е разгледан потенциалът на блокчейн технологията за подобряване на сътрудничеството, ефективността и отговорността на участниците в морския сектор чрез използване на нейните основни характеристики, а именно децентрализация, неизменност, прозрачност и функции за интелигентни договори.

Резултатите от анализа в статията показват, че блокчейн технологията има потенциала за:

1. Насърчаване на сътрудничеството чрез създаване на възможност за взаимодействие между равнопоставени партньори без посредници
2. Повишаване на прозрачността и доверието чрез неизменни и проверими записи на трансакциите
3. Оптимизиране на операциите и намаляване на разходите чрез интелигентни договори и автоматизация на процесите
4. Подобряване на усилията за устойчивост чрез засилен обмен на данни и мобилизиране на ресурси
5. Повишаване на устойчивостта и адаптивността на индустрията към променящите се условия

Въпреки това успешното прилагане на тази технология се сблъсква с редица предизвикателства, включително съпротива срещу технологичните промени, липса на необходимите умения и присъщата сложност на морските вериги за доставки. За да се преодолеят тези пречки, е наложително да се реализират инициативи за обучение, съчетани със създаването на прозрачни рамки за сътрудничество.

Тъй като морската индустрия продължава да се развива, интегрирането на блокчейн технологията може да се окаже от ключово значение за насърчаване на сътрудничеството, постигане на целите за устойчиво развитие и поддържане на конкурентоспособността в бързо променящата се глобална икономика. Бъдещите изследвания следва да се съсредоточат върху практическото прилагане на блокчейн технологията в морския мениджмънт, заедно с проучване на регулаторните съображения и дългосрочните ползи от такова прилагане.

В заключение, въпреки че предизвикателствата продължават да съществуват, блокчейн технологията предлага значителен потенциал за трансформиране на морската индустрия чрез внедряване на децентрализирани системи за управление, като по този начин проправя пътя към едно по-ефективно, прозрачно и основано на сътрудничество бъдеще.

Използвана литература:

- Abushaikha, I., Albahsh, R., Alsayes, M., & Al-Anaswah, M. (2024). Toward a model to enhance the applicability of blockchain in maritime shipping: a qualitative study from the Middle East. *Measuring Business Excellence*, 28(1), 69–83. <https://doi.org/10.1108/MBE-07-2023-0100>
- Ali, M. S., Vecchio, M., Pincheira, M., Dolui, K., Antonelli, F., & Rehmani, M. H. (2019). Applications of Blockchains in the Internet of Things: A Comprehensive Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(2), 1676–1717. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2886932>
- Ali, V., Norman, A. A., & Azzuhri, S. R. Bin. (2023). Characteristics of Blockchain and Its Relationship With Trust. *IEEE Access*, 11, 15364–15374. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3243700>
- Allessie, D., Janssen, M., Ubacht, J., Cunningham, S., & van der Harst, G. (2019). The consequences of blockchain architectures for the governance of public services: A case study of the movement of excise goods under duty exemptions. *Information Polity*, 24(4), 487–499. <https://doi.org/10.3233/IP-190151>
- Atanasova, C. (2022). Digital platforms as factor transforming maritime education and industry. *Proceedings of the International Association of Maritime Universities Conference, 2022-October*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85143830621&partnerID=40&md5=f1f8a0726219d87cf04e18a4c8f12e1f>
- Atanasova, C. (2023). Transforming Maritime Education for a Digital Industry. *Strategies for Policy in Science and Education-Стратегии На Образователната и Научната Политика*, 31(6s), 9–18. <https://doi.org/10.53656/str2023-6s-1-mar>
- Boison, D. K., & Antwi-Boampong, A. (2020). Blockchain Ready Port Supply Chain Using Distributed Ledger. *Nordic and Baltic Journal of Information & Communications Technologies*. <https://doi.org/10.13052/nbjict1902-097X.2020.001>

- Dimitrakiev, D., Stankov, V., & Atanasova, C. (2023). Simulator Training – Unique Powerful Instrument for Educating, Skills Creating, Mitigating Skills and Resilience Creating. *Strategies for Policy in Science and Education-Strategii Na Obrazovatelna i Nauchna Politika*, 31(6s), 103–111. <https://doi.org/10.53656/str2023-6s-9-sim>
- Dimitrakieva, S., Atanasova, K., & Kostadinov, O. (2023). Pools in Tramp Shipping and the Rules on Competition Given the Art. 101 of the Treaty on the Functioning of the European Union. *Strategies for Policy in Science and Education-Strategii Na Obrazovatelna i Nauchna Politika*, 31(3s), 140–147. <https://doi.org/10.53656/str2023-3s-11-poo>
- Dimitrakieva, S., Milev, D., & Atanasova, C. (2023). Voyage of Learning: Cruise Ships Weather Routing and Maritime Education. *Strategies for Policy in Science and Education-Strategii Na Obrazovatelna i Nauchna Politika*, 31(6s), 48–55. <https://doi.org/10.53656/str2023-6s-4-voy>
- Duran, C. A., Fernandez-Campusano, C., Carrasco, R., Vargas, M., & Navarrete, A. (2021). Boosting the Decision-Making in Smart Ports by Using Blockchain. *IEEE Access*, 9, 128055–128068. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3112899>
- Elmay, F. K., Salah, K., Jayaraman, R., & Omar, I. A. (2022). Using NFTs and Blockchain for Traceability and Auctioning of Shipping Containers and Cargo in Maritime Industry. *IEEE Access*, 10, 124507–124522. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3225000>
- Gancheva, Y. (2021). Some Problems Related To The Exploitation Of Automated Container Terminals. *Pedagogika-Pedagogy*, 93(7s), 122–131. <https://doi.org/10.53656/ped21-7s.10cont>
- Gausdal, A. H., Czachorowski, K. V., & Solesvik, M. Z. (2018). Applying Blockchain Technology: Evidence from Norwegian Companies. *Sustainability*, 10(6), 1985. <https://doi.org/10.3390/su10061985>
- Huabai, B., & Jiaqi, B. (2020). Research on the Improvement of Village Governance Efficiency Based on Blockchain Technology. *Journal of Agricultural Science*, 12(9), 192. <https://doi.org/10.5539/jas.v12n9p192>
- Huang, H., Zhu, P., Xiao, F., Sun, X., & Huang, Q. (2020). A blockchain-based scheme for privacy-preserving and secure sharing of medical data. *Computers & Security*, 99, 102010. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2020.102010>
- Irannezhad, E. (2020). The Architectural Design Requirements of a Blockchain-Based Port Community System. *Logistics*, 4(4), 30. <https://doi.org/10.3390/logistics4040030>
- Jović, M., Filipović, M., Tijan, E., & Jardas, M. (2019). A Review of Blockchain Technology Implementation in Shipping Industry. *Pomorstvo*, 33(2), 140–148. <https://doi.org/10.31217/p.33.2.3>
- Jović, M., Tijan, E., Žgaljić, D., & Aksentijević, S. (2020). Improving Maritime Transport Sustainability Using Blockchain-Based Information Exchange. *Sustainability*, 12(21), 8866. <https://doi.org/10.3390/su12218866>
- Kapidani, N., Bauk, S., & Davidson, I. E. A. (2021). Developing Countries' Concerns Regarding Blockchain Adoption in Maritime. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(12), 1326. <https://doi.org/10.3390/jmse9121326>
- Kapnissis, G., Leligou, E.-E., & Vaggelas, G. (2020). Blockchain Challenges in Maritime Industry: An Empirical Investigation of the Willingness and the Main Drivers of Adoption by the Hellenic Shipping Industry. *Open Journal of Applied Sciences*, 10(12), 779–790. <https://doi.org/10.4236/ojapps.2020.1012055>

- Kshetri, N. (2017). Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy. *Telecommunications Policy*, 41(10), 1027–1038. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.09.003>
- Le, W., Moros-Daza, A., Jubiz-Diaz, M., & Voß, S. (2023). A Blockchain Prototype for Improving Electronic Seals on Container Shipping Operations. *Sustainability*, 15(14), 11341. <https://doi.org/10.3390/su151411341>
- Liu, J., Zhang, H., & Zhen, L. (2023). Blockchain technology in maritime supply chains: applications, architecture and challenges. *International Journal of Production Research*, 61(11), 3547–3563. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1930239>
- Lumineau, F., Wang, W., & Schilke, O. (2021). Blockchain Governance—A New Way of Organizing Collaborations? *Organization Science*, 32(2), 500–521. <https://doi.org/10.1287/orsc.2020.1379>
- Molnár, B., Pisoni, G., Kherbouche, M., & Zghal, Y. (2023). Blockchain-Based Business Process Management (BPM) for Finance: The Case of Credit and Claim Requests. *Smart Cities*, 6(3), 1254–1278. <https://doi.org/10.3390/smartcities6030061>
- Monrat, A. A., Schelen, O., & Andersson, K. (2019). A Survey of Blockchain From the Perspectives of Applications, Challenges, and Opportunities. *IEEE Access*, 7, 117134–117151. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2936094>
- Narleva, K., & Gancheva, Y. (2023). The Role of Maritime Education in Digitalization. *Pedagogika-Pedagogy*, 95(6s), 132–141. <https://doi.org/10.53656/ped2023-6s.12>
- Nguyen, S., Leman, A., Xiao, Z., Fu, X., Zhang, X., Wei, X., Zhang, W., Li, N., Zhang, W., & Qin, Z. (2023). Blockchain-Powered Incentive System for JIT Arrival Operations and Decarbonization in Maritime Shipping. *Sustainability*, 15(22), 15686. <https://doi.org/10.3390/su152215686>
- Papadakis, M. – N., & Kopanaki, E. (2022). Innovative Maritime Operations Management Using Blockchain Technology & Standardization. *Journal of ICT Standardization*. <https://doi.org/10.13052/jicts2245-800X.1041>
- Pereira, J., Tavalaei, M. M., & Ozalp, H. (2019). Blockchain-based platforms: Decentralized infrastructures and its boundary conditions. *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.04.030>
- Perkušić, M., Jozipović, Š., & Piplica, D. (2020). Need for Legal Regulation of Blockchain and Smart Contracts in the Shipping Industry. *Transactions on Maritime Science*, 9(2). <https://doi.org/10.7225/toms.v09.n02.019>
- Peronja, I., Lenac, K., & Glavinović, R. (2020). Blockchain technology in maritime industry. *Pomorstvo*, 34(1), 178–184. <https://doi.org/10.31217/p.34.1.19>
- Pu, S., & Lam, J. S. L. (2021). Blockchain adoptions in the maritime industry: a conceptual framework. *Maritime Policy & Management*, 48(6), 777–794. <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1825855>
- Serra, P., Fancello, G., Tonelli, R., & Marchesi, L. (2022). Application Prospects of Blockchain Technology to Support the Development of Interport Communities. *Computers*, 11(5), 60. <https://doi.org/10.3390/computers11050060>
- Sun, Z., Xu, Q., & Liu, J. (2023). Dynamic Incentive Contract of Government for Port Enterprises to Reduce Emissions in the Blockchain Era: Considering Carbon Trading Policy. *Sustainability*, 15(16), 12148. <https://doi.org/10.3390/su151612148>

- Tsiulin, S., Reinau, K. H., Hilmola, O.-P., Goryaev, N., & Karam, A. (2020). Blockchain-based applications in shipping and port management: a literature review towards defining key conceptual frameworks. *Review of International Business and Strategy*, 30(2), 201–224. <https://doi.org/10.1108/RIBS-04-2019-0051>
- Velinov, S. (2024). DECARBONIZATION OF MARITIME INDUSTRY. *Списание Морско Право и Индустрия*, 2, 183–191. [https://maritime.vfu.bg/files/Svilen%20Velinov,%20Decarbonization%20of%20Maritime%20Industry%20\(%D0%92%D0%92%D0%9C%D0%A3\).pdf](https://maritime.vfu.bg/files/Svilen%20Velinov,%20Decarbonization%20of%20Maritime%20Industry%20(%D0%92%D0%92%D0%9C%D0%A3).pdf)
- Xiong, Z., Feng, S., Wang, W., Niyato, D., Wang, P., & Han, Z. (2019). Cloud/Fog Computing Resource Management and Pricing for Blockchain Networks. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(3), 4585–4600. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2871706>
- Zhao, P., Cedeno Jimenez, J. R., Brovelli, M. A., & Mansourian, A. (2022). Towards geospatial blockchain: A review of research on blockchain technology applied to geospatial data. *AGILE: GIScience Series*, 3, 1–6. <https://doi.org/10.5194/agile-giss-3-71-2022>
- Zhou, Y., Soh, Y. S., Loh, H. S., & Yuen, K. F. (2020). The key challenges and critical success factors of blockchain implementation: Policy implications for Singapore’s maritime industry. *Marine Policy*, 122, 104265. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104265>