

## Documents flow digitization in the supply chains

Emilian Szczepański\* , Konrad Lewczuk , Jolanta Żak 

Warsaw University of Technology, Faculty of Transport

**Abstract.** The globalization of markets has resulted in the need to develop supply chains and ensure efficient connections between entities in various remote locations. The dissemination of information technologies has made it possible to increase the excellence of the supply chain, responding to the needs arising from globalization and thus influencing the efficiency of the processes carried out by optimizing the use of resources and implementing new management strategies. Information transfer between its links significantly impacts the supply chain's reliability, safety, and costs of material flow. The introduction of electronic communication significantly accelerated and facilitated the transfer of information and, in some areas, made it possible to abandon traditional paper documentation. Modern digital technologies such as blockchain have the potential to eliminate paper documentation while increasing the security and certainty of the transferred data. This article analyzes the current flow of information and documents in the supply chain. The article presents the characteristics of the supply chain operation in terms of the flow of information accompanying the flow of cargo and the digitization of document circulation in the digital supply chain in the context of using electronic data interchange (EDI) or blockchain. The ELECTRA tool was presented concerning the discussed area, which is being developed as part of the ongoing project (Electronic Waybill for Combined Transport and Forwarding) in the EUREKA initiative, financed by the National Center for Research and Development. This tool combines the latest technological solutions to improve the flow of transport documents. The article ended with a summary, pointing to the potential of using modern solutions and the lack of technological barriers. However, the existing legislative barriers were emphasized.

**Keywords:** digital supply chain, EDI, blockchain, transport documentation

## 1. Wprowadzenie



Procesy gospodarcze, rozwój rynku i rosnące wymagania konsumentów wymuszają podnoszenie efektywności łańcuchów dostaw. Szczególnie istotnym aspektem w łańcuchach dostaw jest niezawodne i bezpieczne przemieszczanie ładunków [45]. Istnieje wiele miar efektywności łańcucha dostaw, a poza oczywistymi jak koszty funkcjonowania, czas realizacji zamówień, czy jakość produktów, można wskazać transparentność i jakość

### Article citation information:

Szczepański, E., Lewczuk, K., Żak, J. (2022). Document flow digitization in the supply chains, WUT Journal of Transportation Engineering, 135, 87-100, ISSN: 1230-9265, DOI: [10.5604/01.3001.0053.4105](https://doi.org/10.5604/01.3001.0053.4105)

\*Corresponding author

E-mail address: [emilian.szczepanski@pw.edu.pl](mailto:emilian.szczepanski@pw.edu.pl) (E. Szczepański)

ORCID:  [0000-0003-2091-0231](https://orcid.org/0000-0003-2091-0231) (E. Szczepański),  [0000-0002-0152-8531](https://orcid.org/0000-0002-0152-8531) (K.Lewczuk),

 [0000-0002-2352-7978](https://orcid.org/0000-0002-2352-7978) (J. Żak)

informacji. W dobie dużej konkurencji nie tylko optymalizacja procesów, czy stosowanie niezawodnych środków transportu i produkcji ma wpływ na efektywność, to także innowacje w innych obszarach [22, 44]. Rozwój technologii informacyjnych pozwolił na zredukowanie barier pomiędzy podmiotami w łańcuchu dostaw, a tym samym usprawnił jego funkcjonowanie z punktu widzenia bezpieczeństwa, niezawodności i jakości [38, 40].

Nieodłącznym procesem w łańcuchach dostaw jest przepływ informacji, który ze względu na liczbę zaangażowanych podmiotów jest dużym wyzwaniem. Jedną z najistotniejszych przyczyn powstawania zaburzeń w łańcuchu dostaw jest niepełna lub błędna informacja, jej całkowity brak a także opóźnienie w jej przekazaniu [20, 12, 18]. Dużą rolę odgrywa tu obieg dokumentów w procesie transportowym. Z uwagi na różnice w regulacjach prawnych, wzorach dokumentów, zakresie informacji i wymaganych załączników niepełne lub błędne wypełnienie dokumentów może wstrzymać lub uniemożliwić transport, a tym samym wygenerować dodatkowe koszty i wpłynąć na funkcjonowanie łańcucha dostaw. Ponadto, w przypadku ładunków wrażliwych np. szybko psujących się, czy niebezpiecznych może wpływać na ich wartość i podatność do dalszego transportu, a także bezpieczeństwo [39]. Istotnym rozwiązaniem pozwalającym zminimalizować prawdopodobieństwo takiego zdarzenia jest cyfryzacja obiegu dokumentów. Analizę w zakresie stanu istniejącego i perspektyw rozwoju w tym zakresie przedstawiono w niniejszym artykule.

Celem artykułu jest ocena aktualnego stopnia cyfryzacji w zakresie przepływu informacji w łańcuchu dostaw z naciskiem na obieg dokumentów związanych z transportem ładunków. W kolejnym punkcie artykułu przedstawiono charakterystykę łańcucha dostaw i dokumentów i informacji towarzyszących przepływowi ładunków w tej strukturze. W punkcie 3 przedstawiono aspekty cyfryzacji obiegu dokumentów w łańcuchu dostaw w podziale na syntetyczny opis rozwoju cyfryzacji, a także przepływ dokumentów w cyfrowym łańcuchu dostaw. Opisano tu zagadnienie rozwoju technologii i wykorzystania do tego celu standardów elektronicznej wymiany danych (EDI – ang. electronic data interchange), a także łańcucha bloków (ang. Blockchain). W punkcie 4 przedstawiono opis narzędzia ELECTRA do tworzenia i przesyłania dokumentacji transportowej między uczestnikami transportu. W rozdziale 5 przedstawiono podsumowanie i główne wnioski płynące z analizy literatury i aktualnego stanu wiedzy oraz rozwoju technologii.

## **2. Dokumentacja towarzysząca przepływowi materiałów w łańcuchu dostaw**

Łańcuch dostaw jest złożonym systemem logistycznym skupiającym wiele podmiotów. Istnieją różne jego definicje, przy czym odnoszą się one głównie do sekwencji procesów wnoszących wartość dodaną do produktu, procesów przepływu materiałów i informacji oraz powiązań z grupą przedsiębiorstw. Autorzy w pracy [30] definiują go następująco:

*„Łańcuch dostaw określany jest jako zintegrowany system, który synchronizuje szereg powiązanych ze sobą procesów biznesowych w celu: (1) pozyskiwania surowców i części; (2) przekształcenia tych surowców i części w gotowe produkty; (3) dodania wartości do tych produktów; (4) dystrybucji i promocji tych produkty wśród sprzedawców detalicznych lub klientów; (5) ułatwiania wymiany informacji między różnymi podmiotami gospodarczymi (np. dostawcami, producentami, dystrybutorami, zewnętrznymi dostawcami usług*

*logistycznych i sprzedawcami detalicznymi). Jego głównym celem jest poprawa efektywności operacyjnej, rentowności i pozycji konkurencyjnej firmy oraz jej partnerów w łańcuchu dostaw.”*

Jak można zauważyć, jest to szereg procesów realizowanych na materiale i procesów towarzyszących, aby zapewnić dostępność produktu końcowemu odbiorcy. Z funkcjonowaniem łańcucha dostaw wiąże się duża ilość informacji przekazywanych między jej uczestnikami [22, 21]. W zależności od struktury łańcucha i podmiotów w nim występujących informacje te mogą się różnić, ale generalizując można wskazać, że są stany magazynowe, prognozy popytu, dokumentacja produktów i procesów, zamówienia, faktury, dokumenty transportowe, świadectwa, certyfikaty, pozwolenia i inne informacje niezbędne do realizacji funkcji łańcucha dostaw.

Do podstawowych procesów w łańcuchach dostaw należy zaliczyć pozyskanie surowców i półproduktów, zaopatrzenie produkcji, produkcję, dystrybucję wyrobów gotowych. W każdym łańcuchu dostaw procesami, które umożliwiają realizację podstawowych funkcji, są transport zarówno w sensie zewnętrznym jak i wewnętrznym, a także magazynowanie wraz z procesami dodatkowymi (np. kompletacją). W zależności od złożoności łańcucha dostaw tj. liczby zaangażowanych podmiotów, zasięgu geograficznego łańcucha dostaw czy branży, procesy te mogą występować wielokrotnie.

Celem łańcucha dostaw jest dostarczenie odbiorcy końcowego produktu, a zatem można stwierdzić, że to ostateczni konsumenci inicjują główny proces. Składanie zamówienia przez ostatecznego klienta powoduje przepływ informacji wzdłuż całego łańcucha dostaw [21]. Tę samą funkcję mogą pełnić również prognozy popytu, na podstawie których składane są konkretne zamówienia. Zamówienie może mieć formę dokumentu papierowego lub informacji zamieszczanej w systemie informatycznym. Jest to główna informacja na podstawie, której wykonywany jest ewentualny projekt produktu, zakup surowców i półproduktów do zaopatrzenia produkcji, wreszcie wyprodukowanie i dostarczenie produktu w odpowiedniej ilości i czasie. W dzisiejszych łańcuchach dostaw zamówienia najczęściej przekazywane są przez systemy informatyczne, a zatem coraz mniej spotykana jest ich wersja papierowa, zwłaszcza w łańcuchach dostaw o dużym zasięgu.

Zainicjowany przepływ materiałów w łańcuchu dostaw wymaga realizacji transportu. W zależności od liczby podmiotów może on być wykonywany wielokrotnie i na różnych etapach. Sam transport inicjowany może być również informacją w postaci zlecenia transportowego. Proces przewozu ładunku wymaga również odpowiedniej dokumentacji. Podstawą są faktury na przewożone materiały, stanowią one również podstawę rozliczenia między podmiotami w łańcuchu dostaw i przepływów pieniężnych. W zależności od rodzaju transportu i relacji dokumenty, które powinny towarzyszyć przewożonemu ładunkowi mogą się różnić. W krajowych przewozach często wystarczającym dokumentem jest właśnie faktura, WZ lub karta drogową. Przyjęło się jednak, że podstawowym dokumentem jest list przewozowy. W transporcie międzynarodowym list przewozowy jest niezbędny i potwierdza zawarcie umowy i realizację przewozu. Listy przewozowe funkcjonują w każdym rodzaju transportu (morski, drogowy, lotniczy, kolejowy). Wzory dokumentów mogą się różnić, jednak informacje w nich zawarte związane są z wystawioną fakturą oraz złożonym zamówieniem. W transporcie międzynarodowym, w zależności od przedmiotu przewozu, mogą być wymagane dodatkowe dokumenty takie jak certyfikat pochodzenia, dokumentacja towarów niebezpiecznych (DGD), świadectwa fitosanitarne, sanitarne, dokumenty celne, pozwolenie importowe.

Właśnie w transporcie rzetelność informacji w dokumentach jest szczególnie istotna [1]. Ponadto w transporcie pośrednio lub bezpośrednio może uczestniczyć wiele podmiotów takich jak przewoźnicy, załadownicy, spedytorzy, agenci celni, agenci morscy, ubezpieczyciele, służby sanitarne i weterynaryjne, krajowa izba gospodarcza itp. Uczestnicy wymagają różnych dokumentów składanych na różnych formularzach. W dużej mierze informacje tam zawarte są bardzo podobne, a wielu miejscach się powielają. Jednak błędne wypełnienie np. listu przewozowego, czy brak świadectwa pochodzenia mogą skutecznie opóźnić lub wręcz uniemożliwić transport. W większości dokumenty te mają formę fizycznego dokumentu papierowego towarzyszącego przesyłce. Ponadto wśród dokumentów, które pośrednio wymagane są w transporcie (nie są związane z konkretnym zamówieniem, a samym procesem) można wskazać dokumentację środków transportowych, czy dokumenty osobowe (np. prawo jazdy, zaświadczenia, certyfikaty).

Jak już wspomniano, przy przepływie materiałów w łańcuchu dostaw nieodłącznym elementem jest magazynowanie i procesy towarzyszące. Główne dokumenty, które związane są z realizacją tych procesów to dokumenty przychodu materiału oraz dokumenty rozchodu. Zawierają one informacje o przybyciu, przesunięciach, zwrotach, wydaniach materiałów. Aktualnie w obrocie magazynowym przekazywanie informacji odbywa się z wykorzystaniem systemów informatycznych. Jednak nadal wydawane są kopie dokumentów w wersjach papierowych celem dołączenia ich np. do transportu, czy jako potwierdzenie dla kontrahentów.

Poza powyższymi dokumentami w łańcuchu dostaw mogą funkcjonować inne dokumenty takie jak umowy, kontrakty, polisy ubezpieczeniowe, dokumentacja produktów, dokumentacja procesów. Nie mają one jednak bezpośredniego wpływu na przepływ materiałów.

Należy podkreślić, że duża różnorodność dokumentów zawierających informacje o materiale i towarzysząca jego przepływowi może być przyczyną powstawania błędów. W przypadku dokumentów papierowych ewentualna ich korekta może być bardzo trudna i czasochłonna, a tym samym kosztowna. Dokumenty papierowe mogą ulec zniszczeniu bądź zgubieniu, a także fizyczny dokument może być przedmiotem fałszerstwa. Tradycyjny obieg dokumentów jest również czasochłonny. Między innymi z powyższych powodów wiele podmiotów decyduje się na wprowadzenie elektronicznych wersji dokumentów oraz przekazywania ich między podmiotami w tej formie. Umożliwia to lepszą kontrolę procesów przepływu, weryfikację poprawności przemieszczanego materiału, pod względem rodzaju, ilości czy innych cech. Często jednak rezygnacja z papierowych dokumentów zależy od regulacji prawnych danego kraju i nie zawsze jest możliwa.

### **3. Cyfryzacja przepływu informacji i dokumentów w łańcuchu dostaw**

#### **3.1. Rozwój cyfryzacji**

Łańcuchy dostaw na poziomie lokalnym zaczęły funkcjonować już w XVIII wieku wraz z pierwszą rewolucją technologiczną. Ich rozwój następował wraz z rozwojem unifikacji, paletyzacją i konteneryzacją ładunków oraz wdrażaniem badań operacyjnych co nastąpiło po II Wojnie Światowej. Postępująca globalizacja wymusiła również opracowywanie

nowych metod zarządzania przepływem ładunków w łańcuchu dostaw. Jednak to właśnie rozwój technologii informacyjnych spowodował znaczny wzrost efektywności i dalszy rozwój łańcuchów dostaw i ich zarządzania [28].

Jak wskazuje autor [6], to elektroniczna wymiana danych (EDI – ang. electronic data interchange) pozwoliła na usprawnienie procesów w łańcuchu dostaw. Pierwsza wiadomość wysłana została przez Teleks (ang. Teleprinter Exchange Service). Natomiast rozwój cyfryzacji zapoczątkowano w latach 70 XX wieku. Wdrożenie EDI pozwoliło ograniczyć koszty, zwiększyć elastyczność, skrócić czas realizacji usług i zapewnić ich wyższą jakość. [5, 13]. Wprowadzenie protokołu FTP znacznie rozwinęło obszar stosowania EDI w łańcuchach dostaw. W 1991 w Stanach Zjednoczonych z EDI korzystało blisko 12 tys. firm. Dalszy postęp przesyłania informacji możliwy był dzięki rozwojowi sieci Internet [29].

Istotnym obszarem rozwoju, bez którego łańcuchy dostaw nie mogłyby efektywnie funkcjonować, były systemy do planowania i zarządzania zaopatrzeniem, produkcją, dystrybucją. Rozwój tych systemów rozpoczął się w latach 60, natomiast w latach 70 wprowadzono system MRP (ang. Material Requirements Planning), czyli system do planowania zapotrzebowania materiałowego [19]. Rozwój tego typu systemów postępował w kolejnych latach. Udoskonalane były narzędzia, a wraz z rozwojem technologii były one rozszerzane o dodatkowe możliwości i pokrywały większy obszar procesów w łańcuchach dostaw. Pod koniec lat 80, wdrażano systemy MRPII (ang. Manufacturing Resource Planning), a w latach 90 systemy klasy ERP (ang. Enterprise Resource Planning), czyli kompleksowe systemy do planowania zasobów przedsiębiorstwa. Rozwój tych systemów następował dynamicznie w kolejnych latach w postaci systemów ERP II, które wykraczały poza obszar działalności pojedynczego przedsiębiorstwa, a następnie ERP III, które nie tylko obejmują lepszą integrację z przedsiębiorstwami zewnętrznymi, ale także angażują w nią klientów [43]. Oczywiście obok tego system lub jako zintegrowane elementy, powstawały systemy do zarządzania magazynem (WMS – ang. warehouse management system), zarządzania transportem (TMS – ang. transport management system), zarządzania łańcuchem dostaw (SCM – ang. supply chain management), zarządzania relacjami z klientami (CRM – ang. customer relationship management), także dostawcami (SRM – ang. supplier relationship management) itp.

Cyfryzacja umożliwiła lepsze zbieranie i analizę danych, szybsze przesyłanie informacji prognoz i dokumentów. Firmy w łańcuchach dostaw wykorzystując technologie cyfrowe, łatwiej mogą się adaptować do zmiennych warunków rynkowych i podnosić poziom obsługi klienta [7]. Jak wskazuje raport [35], wiele firm w tradycyjnych łańcuchach dostaw wciąż stosuje klasyczny obieg dokumentów w formie papierowej w połączeniu z elektroniczną wymianą danych. Ze względu na różne czynniki, w tym czynniki wewnętrzne (współpraca z partnerami) jak i zewnętrzne (obowiązujące akty prawne) nie zawsze możliwe jest całkowite zrezygnowanie z papierowego obiegu dokumentów.

Należy jednak podkreślić, że obecnie bariery między poszczególnymi podmiotami praktycznie zostały zlikwidowane i mogą zapewnić dużą transparentność. Firmy mogą dzielić się wiedzą i doświadczeniem ze swoimi partnerami podnosząc tym samym swoją efektywność [26]. Jednocześnie dalszy rozwój technologii, w tym RFID, Internetu rzeczy (IoT - ang. internet-of-things), łańcuchów bloków (ang. blockchain), obliczeń w chmurze (ang. cloud computing), sztucznej inteligencji (AI – ang. artificial intelligence) analizy dużych zbiorów danych (ang. Big data analysis), rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości (AR – ang. augmented reality, VR – ang. virtual reality), druku 3D, zaawansowanych systemów planowania i harmonogramowania (APS - ang. Advanced Planning and

Scheduling) dostarcza niezawodnych narzędzi do dalszego rozwoju łańcuchów dostaw. W aktualnie trwającej rewolucji przemysłowej 4.0, łańcuchy dostaw funkcjonujące w oparciu o zaawansowane technologie, określa się mianem cyfrowych łańcuchów dostaw (ang. Digital supply chain) [2, 3]

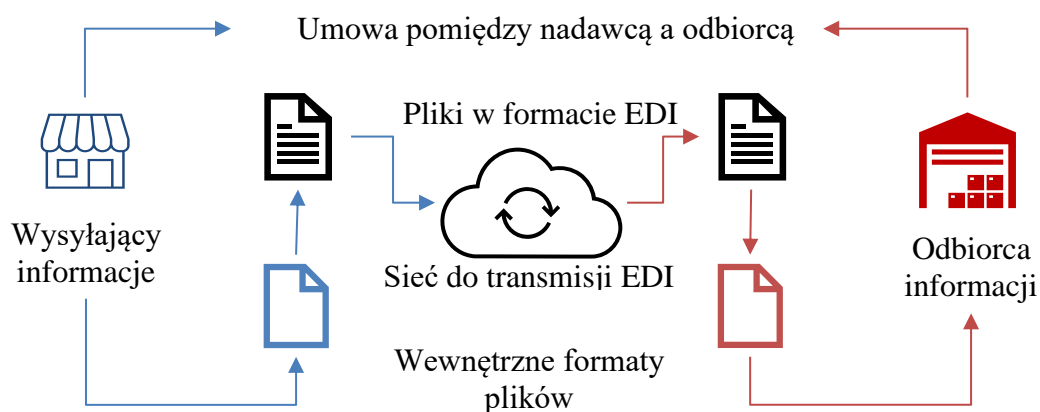
### 3.2. Przepływ informacji i dokumentów w cyfrowym łańcuchu dostaw

Jak wskazują autorzy, istnieje wiele definicji cyfrowego łańcucha dostaw [3]. Przy czym konkludując swoje rozważania definiują go jako:

*„Inteligentny, doskonale dopasowany system, który jest oparty na możliwości masowego przetwarzania danych oraz doskonałej kooperacji i komunikacji dla sprzętu cyfrowego, oprogramowania i sieci. Jego celem jest wspieranie i synchronizacja interakcji pomiędzy organizacjami przez dostarczanie usług o wyższej wartości, lepszej dostępności i niższych kosztach, jednocześnie będąc spójnymi, elastycznymi i efektywnymi”.*

Ponadto jak wskazują autorzy [36], firmy powinny na nowo projektować swoje łańcuchy dostaw jako sieć cyfrową, która służy nie tylko do przepływu materiałów, ale również wiedzy, doświadczenia, informacji i finansów. Przepływy te powinny być ze sobą powiązane w całej cyfrowej strukturze.

Aktualny rozwój technologii, w tym IoT, RFID, technik analizy dużych zbiorów danych pozwala na efektywne gromadzenie danych, ich przechowywanie, przetwarzanie i udostępnianie. Firmy w łańcuchach dostaw wykorzystują różne podejścia do przekazywania danych między sobą. Jak już wspomniano w punkcie 3.1 często w tym celu wykorzystywane są różne standardy EDI. EDI od lat 90 rozwijało się bardzo intensywnie i wzrastało jego wykorzystanie. Największy wzrost popularności tego sposobu przekazywania informacji miał miejsce właśnie w końcu lat 90 i na początku XXI wieku. Metoda ta do przekazywania danych wymaga odpowiedniej umowy regulującej relacje i wymianę danych między podmiotami, uzgodnienia standardu dokumentu, oprogramowania do tłumaczenia wewnętrznego formatu dokumentu do uzgodnionego standardu EDI, łącza komunikacyjnego między odbiorcami pliku w standardzie EDI (rys. 1) [11].



Rys. 1. Przekazywanie informacji z wykorzystaniem EDI (źródło: opracowanie własne)

Od chwili wykorzystywania EDI w przekazywaniu informacji opracowanych zostało wiele standardów dokumentów. Niektóre z tych standardów wykorzystywane są

w specyficznych sektorach np. HIPAA, który wykorzystywany jest do przekazywania danych w obszarze służby zdrowia. W łańcuchach dostaw najpopularniejsze standardy wiadomości to [14]:

- ANSI ASC X12,
- EANCOM,
- EDIFACT,
- IATA Cargo-IMP,
- IATA Cargo XML,
- RosettaNet (GS1),
- SAP IDoc.

Wiele z powyższych standardów bazuje na EDIFACT, X12 lub/i otwartej technologii XML. EDI dużą popularność zawdzięcza dzięki swoim zaletom, do których należą głównie [27]:

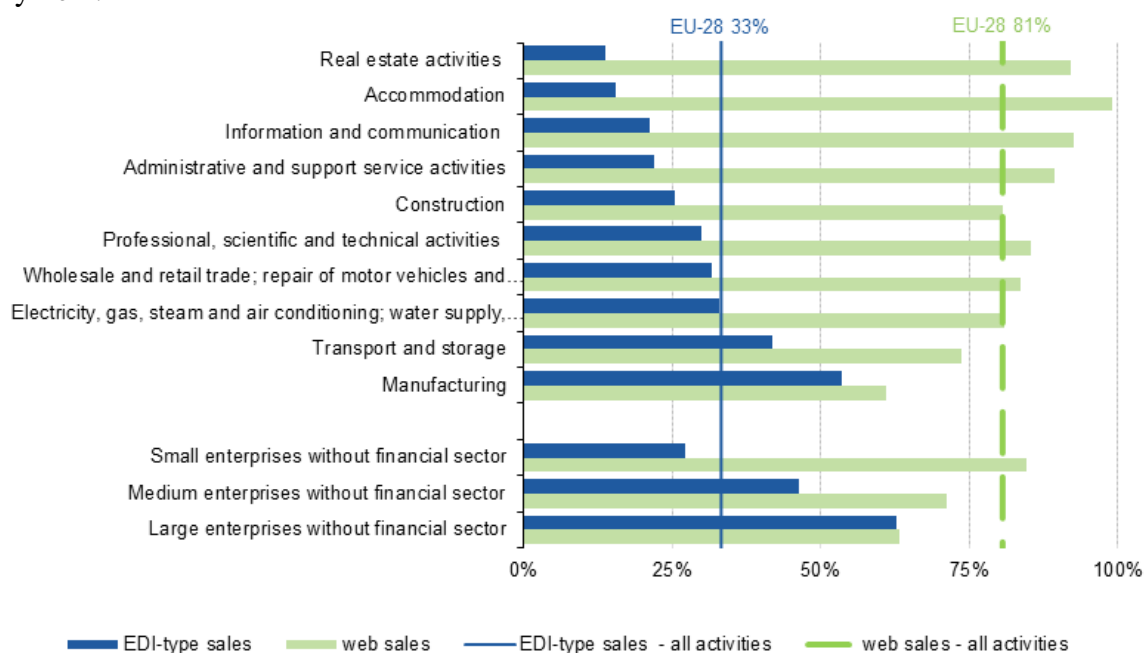
- szybkość przekazywania informacji i dokumentów,
- możliwość stosowania automatycznego uzupełniania baz danych, integracji z systemami IT, a tym samym automatyczną kontrolę danych,
- ograniczenie dokumentów papierowych,
- oszczędność czasu i pieniędzy w zarządzaniu przepływem informacji,
- redukcja błędów i wyższa dokładność informacji,
- wzrost efektywności procesów w łańcuchach dostaw dzięki szybszemu przekazywaniu danych i redukcji czasów cykli,
- korzyści wizerunkowe i strategiczne wynikające z lepszej współpracy z partnerami i wyższego poziomu obsługi klienta.

Należy jednak zauważyć, że rozwój technologii w pewien sposób ograniczył wykorzystanie systemów EDI. Stało się to za sprawą interfejsów programowania aplikacji (API) i protokołów HTTP w powiązaniu z XML. Wynika to poniekąd z rozwoju sieci Internet oraz aplikacji sieciowych np. do realizacji zakupów. Zauważalny jest spadek wykorzystywania EDI w sprzedaży w różnych sektorach gospodarki na rzecz właśnie sprzedaży z wykorzystaniem API. Z danych Eurostat [9, 10] przedstawionych na rysunku 2 i rysunku 3 wynika, że w 2014 roku średnio 33% przedsiębiorstw stosowało EDI, a 81% API. Część firm stosuje jednocześnie obydwa rozwiązania. Natomiast w 2020 roku ten udział wyniósł odpowiednio 25% i 85%.

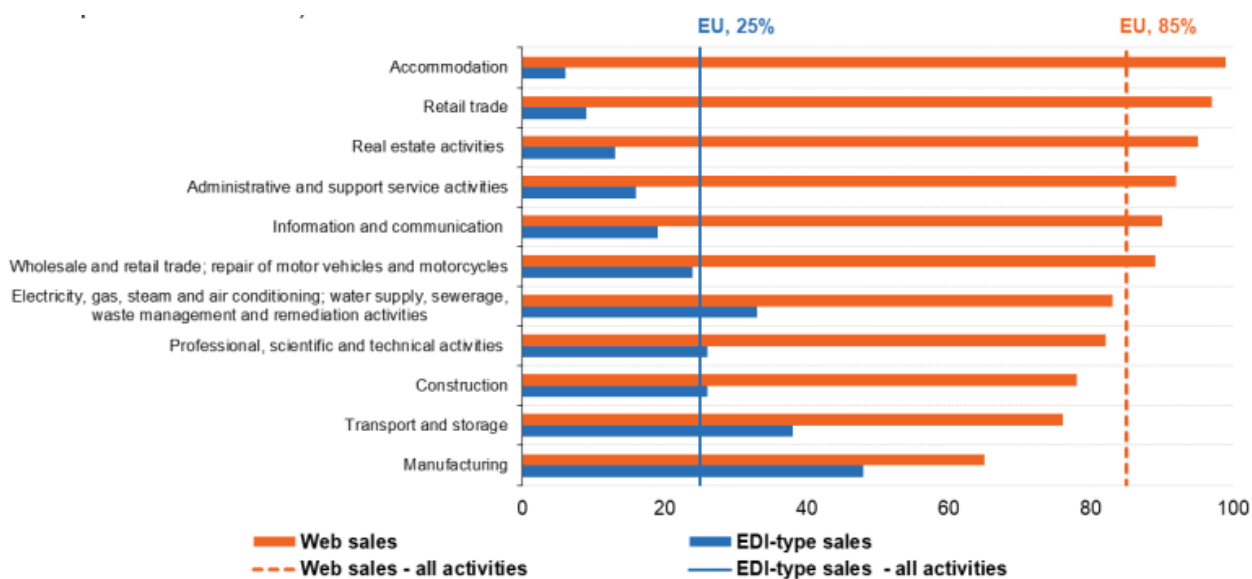
Raporty i analizy biznesowe wskazują, że EDI jednak wciąż będzie odgrywał istotną rolę w B2B, a tym samym również w łańcuchach dostaw, zwłaszcza w integracji z nowoczesnymi technologiami takimi jak IoT, blockchain, czy AI [16,8]. W analizie IBM [16] wskazuje, że wskazane technologie będą wykorzystywać EDI, jako rdzeń wymiany i standaryzacji danych. Natomiast IoT będzie służył do cyklicznego przekazywania komunikatów w standardzie EDI i zbierania danych o realizacji procesów. Blockchain zapewni przejrzysty, odporny na manipulację zapis dokumentów i przebiegu realizacji procesów dla wszystkich ich uczestników. Sztuczna inteligencja natomiast wspomże analizę danych, predykcję i odciąży pracowników zwiększając ich efektywność.

Z punktu widzenia przepływu informacji i dokumentacji w cyfrowym łańcuchu dostaw to właśnie blockchain będzie odgrywał bardzo istotną rolę. Pozwala on na transparentność informacji i jak wskazano jest to również technologia zapewniająca bezpieczeństwo informacji i odporność na manipulacje [37, 4]. Wprowadza to funkcjonowanie łańcuch dostaw na wyższy poziom doskonałości. Poszczególni partnerzy mają większe wzajemne

zaufanie co do przekazywanych danych, a tym samym ich działania są obarczone mniejszym ryzykiem.



Rys. 2. Wykorzystanie EDI i aplikacji webowych w sprzedaży przez firmy w Unii Europejskiej w podziale na sektory w 2014 roku (źródło: [9])



Rys. 3. Wykorzystanie EDI i aplikacji webowych w sprzedaży przez firmy w Unii Europejskiej w podziale na sektory w 2020 roku (źródło: [16])

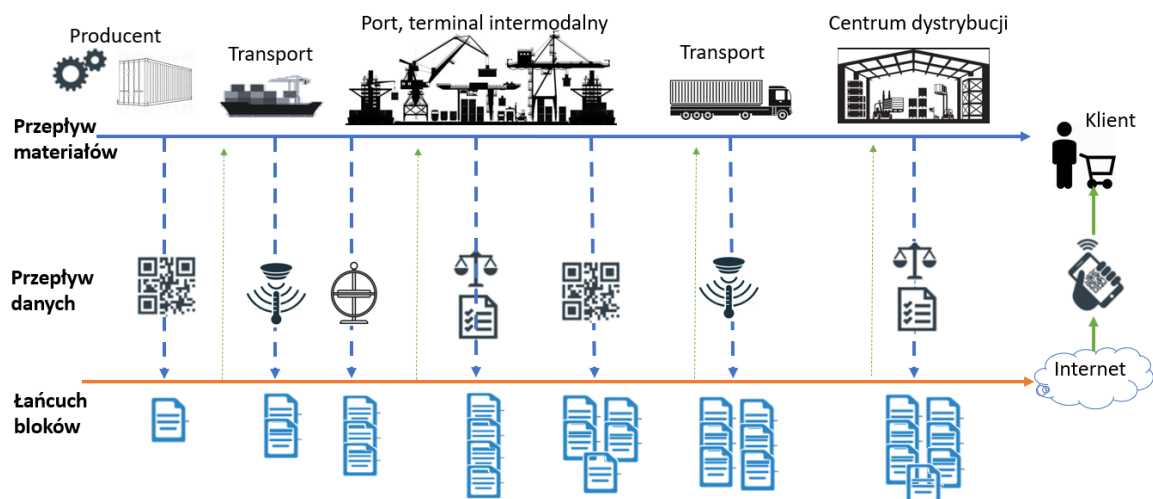
Jak wskazuje autor [32], blockchain to inaczej rozproszony rejestr służący utrzymywaniu i śledzeniu danych transakcyjnych. Rejestr ten jest współdzielony, powielany i zsynchronizowany w zdecentralizowanej sieci użytkowników. Jest on odporny na



manipulacje właśnie ze względu na jego powielenie i przechowywanie przez wielu użytkowników. Zapis w rejestrze odbywa się w postaci przyrostu bloków, które są ze sobą powiązane z wykorzystaniem zabezpieczeń kryptograficznych. W zależności od tego, kto może być użytkownikiem i kto może generować nowe bloki rejestr ten może mieć charakter prywatny lub publiczny.

Trzy główne obszary zastosowania wskazali autorzy publikacji [33]. Pierwszy z nich to transformacja systemów finansowych, dzięki którym też blockchain zyskał popularność (np. Bitcoin). Drugim obszarem jest właśnie przemysł i łańcuchy dostaw. Trzeci obszar obejmuje transformacje w sektorze publicznym i administracyjnym dotyczącym np. aktów własności, przydzielania środków publicznych, certyfikacji i akredytacji itp. Należy zauważyć, że transport i funkcjonowanie łańcucha dostaw mieści się zasadniczo w każdym ze wskazanych obszarów. Może być wykorzystany zarówno w przepływach finansowych wzdłuż łańcucha dostaw, przepływach materiałowych i kontroli ich przebiegu, a także w przekazywaniu dokumentacji i pozyskiwaniu certyfikatów w formie elektronicznej (jak np. certyfikat pochodzenia produktu - często niezbędny w imporcie towarów).

W pracach [4, 31], autorzy identyfikują zastosowanie technologii blockchain bezpośrednio w łańcuchu dostaw i wskazali je w podziale na 6 obszarów, a mianowicie identyfikowalność, rozstrzyganie sporów, integralność i bezpieczeństwo ładunku, cyfryzacja łańcucha dostaw, zgodność oraz zarządzanie zaufaniem i interesariuszami. Wskazują oni m.in. na możliwość kontroli procesów i reakcji na ryzyko przez przedsiębiorców czy władze rządowe, a także na fakt, że w transporcie międzynarodowym istnieje szereg dokumentów takich jak listy przewozowe, polisy ubezpieczeniowe, faktury, certyfikaty, które mają szczególne znaczenie z punktu widzenia poprawności realizacji transportu oraz dalszych rozliczeń między kupującym-sprzedającym. Dokumenty te powinny być odporne na fałszerstwa, co w przypadku dokumentacji papierowej nie może być wykluczone. Przykładowy przepływ informacji i dokumentów z wykorzystaniem blockchain przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Przepływ informacji i dokumentów z wykorzystaniem Blockchain w łańcuchu dostaw (opracowanie własne na podstawie [23])

Zapewnienie informacji wysokiej jakości ma duży wpływ na efektywność transportu i procesów w łańcuchu dostaw [12]. Dotyczy to różnych branż i różnych form transportu,

a zwłaszcza przemieszczania produktów wrażliwych lub niebezpiecznych [25]. Rzetelne informacje mogą mieć wpływ na bezpieczeństwo nie tylko samego ładunku, ale także innych uczestników ruchu drogowego, kolejowego, lotniczego [17, 41].

Blockchain jest perspektywicznym rozwiązaniem, który został również uwzględniony w działalności naukowo-badawczej. Unia Europejska chętnie wspiera projekty z tego obszaru. Jak wskazano w raporcie [34], na projekty w tym zakresie tylko z programu Horyzont 2020 przeznaczono ponad 170 mln EUR na sfinansowanie 43 projektów (stan na czerwiec 2021). Jest to zatem rozwiązanie, które zdominuje i zrewolucjonizuje obieg dokumentów w łańcuchach dostaw w najbliższych latach.

#### **4. System ELECTRA w przepływie dokumentacji w łańcuchu dostaw**

ELECTRA to projekt badawczo-rozwojowy realizowany w ramach inicjatywy EUREKA i finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Jest to projekt ukierunkowany na opracowanie i rozwój aplikacji internetowej do elektronicznej wymiany dokumentów przewozowych pomiędzy uczestnikami procesów transportowych.

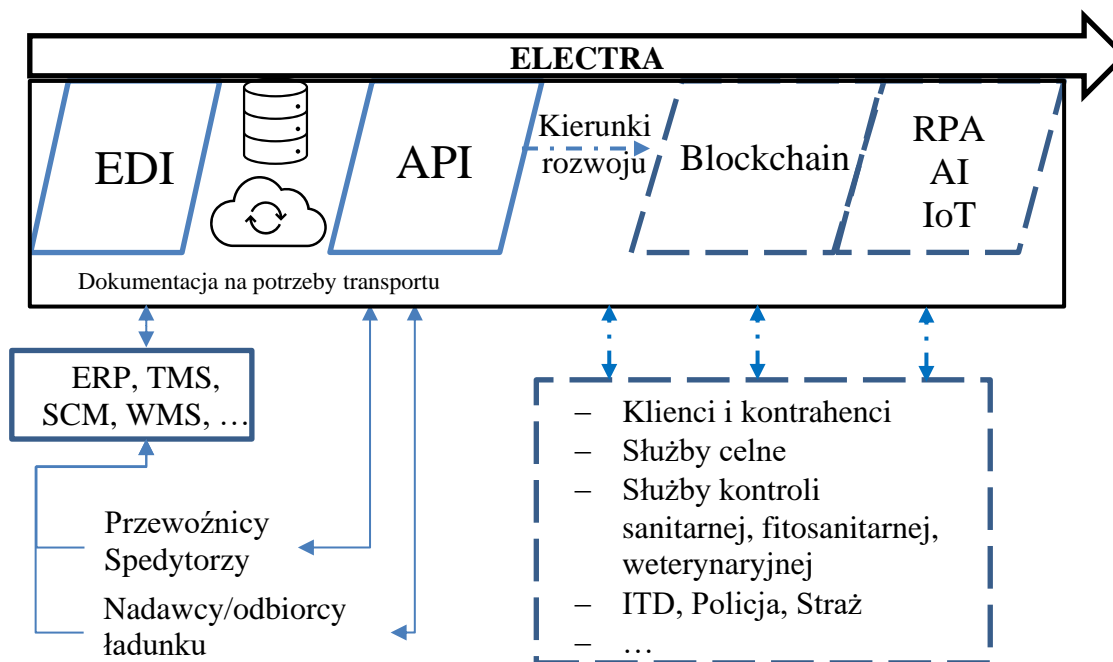
Opracowywane narzędzie ELECTRA w ramach projektu jest odpowiedzią na potrzeby związane z racjonalizacją przewozów towarowych w transporcie drogowym, kolejowym, lotniczym i morskim. Jego użyteczność będzie szczególnie istotna dla transportu kombinowanego, w którym często bierze udział wielu przewoźników. Funkcje narzędzia oparte będą o nowoczesne technologie informatyczne, które umożliwią tworzenie i przesyłanie elektronicznych listów przewozowych oraz dokumentów ładunkowych, a także innej dokumentacji transportowej i dokumentacji ładunku. Funkcjonowanie aplikacji będzie oparte o EDI, a także API. Interfejsy pozwolą na tłumaczenie różnych standardów dokumentów pochodzących od użytkowników i ich systemów oraz przechowywanie, przetwarzanie i przesyłanie ich w ustalonym standardzie. Aplikacja funkcjonować będzie w oparciu o rozwiązania w chmurze w postaci aplikacji webowej z wsparciem dla technologii mobilnych. Schematycznie system ELECTRA przedstawiono na rysunku 5.

Wykorzystanie systemu w praktyce biznesowej wzmocni współpracę przedsiębiorstw w łańcuchu transportowym, co ostatecznie przyniesie również wyższą jakość usług transportowych dla końcowych klientów. Dzięki aplikacji możliwe będzie efektywne wykorzystanie i wymiana danych o przesyłkach między różnymi dokumentami przewozowymi wymaganymi dla danego rodzaju transportu i przewoźnika, co w konsekwencji zwiększy konkurencyjność przedsiębiorstw w łańcuchu dostaw. Jednocześnie wykorzystanie tego systemu umożliwi:

- łatwiejszy dostęp do danych dla różnych uczestników,
- kontrolę danych w dokumentach przewozowych,
- skrócenie czasu przygotowywania dokumentów,
- bezpieczeństwo danych i pewność co do ich poprawności,
- redukcję dokumentacji papierowej i kosztów z nią związanych,
- odporność na manipulację danymi i fałszowanie dokumentów.

Jak zaznaczono na schemacie (rys. 5), pierwszy etap wytworzenia narzędzia ELECTRA obejmuje udostępnienie funkcjonalności przesyłania i dostępu do dokumentów dla uczestników procesu transportowego. Zidentyfikowano jednak dalsze kierunki rozwoju jako

udostępnienie danych na potrzeby innych interesariuszy w procesie transportowym, a także wykorzystanie technologii Blockchain na potrzeby zwiększenia transparentności i bezpieczeństwa. Możliwe będzie również rozszerzenie świadczonej funkcji ELECTRA przez zastosowanie mechanizmów robotyzacji procesów (RPA – ang. robotic process automation), sztucznej inteligencji (AI) do kontroli i analizy danych czy pobierania danych z sensorów IoT.



Rys. 5. Schemat narzędzia ELECTRA (źródło: opracowanie własne)

## 5. Podsumowanie

Podsumowując rozważania zawarte w niniejszym artykule należy wskazać, że duża liczba systemów i różne standardy wymiany danych komplikują lub zaburzają przepływ informacji. Wykorzystanie EDI w łańcuchach dostaw pozwala usprawnić ten przepływ, a jednocześnie zrezygnować z dokumentów papierowych. Aktualnie jeszcze wiele dokumentów niezbędnych do realizacji transportu jest przekazywanych w formie tradycyjnej, co utrudnia ich ewentualną korektę oraz może być przyczyną opóźnień lub nawet uniemożliwić transport. Wiele dokumentów wymaga tych samych danych i niespójności w ich wypełnieniu mogą być przyczyną zatrzymania lub cofnięcia ładunku. Na podstawie przeprowadzonej analizy wskazano, że:

- aktualny poziom rozwoju technologicznego pozwala na znaczne usprawnienie obiegu dokumentów i informacji w łańcuchu dostaw, w tym redukcji dokumentacji papierowej,
- powielanie danych w różnych dokumentach jest potencjalnym obszarem wdrażania robotyzacji procesów w ramach systemów informatycznych,
- jako istotne usprawnienie w obiegu dokumentów wskazano technologię *blockchain*, która jest już wdrażana np. w przewozach ładunków szybko psujących się, niebezpiecznych

czy farmaceutycznych, zapewniając transparentność procesu i pewność co do przekazywanych informacji i autentyczności dokumentacji,

- cyfryzacja obiegu dokumentów pozwoli na ograniczenie kosztów, umożliwi ich natychmiastowe przekazywanie i aktualizację, a także umożliwi dostęp organom kontrolnym do ich treści. Przełoży się to na wyższą jakość realizowanych procesów,
- system ELECTRA i jego założenia wpisuje się w problematykę przekazywania informacji i dokumentów, a jako platforma wykorzystująca nowoczesne technologie ma szansę wpłynąć na efektywność funkcjonowania łańcuchów dostaw.

Należy jednak pokreślić, że pomimo braku barier technologicznych i organizacyjnych w cyfryzacji dokumentów w łańcuchu dostaw, to takie bariery występują w sensie legislacyjnym. Organizacja GS1 w ramach prac nad projektem „Paperless” [15], w tym uwzględniający rozwiązania dotyczące elektronicznego listu przewozowego, analizowała bariery wdrożenia tego rozwiązania w Polsce. Na podstawie raportu [24] wskazują, że prawo polskie nie jest spójne w tym zakresie z prawem europejskim [42], a stosując tę formę dokumentu przewozowego firmy mogą narażać się na konsekwencje prawne.

### Podziękowania

Niniejszy artykuł jest efektem prac zrealizowanych w ramach projektu ELECTRA (Elektroniczny list przewozowy dla transportu kombinowanego i spedycji) w inicjatywie EUREKA, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

### Bibliografia:

1. Afanasieva, I., Galkin, A. (2018). Assessing the information flows and established their effects on the results of driver's activity. *Archives of Transport*, 45(1), 7-23.
2. Boiko, A., Shendryk, V., & Boiko, O. (2019). Information systems for supply chain management: uncertainties, risks and cyber security. *Procedia computer science*, 149, 65-70.
3. Büyüközkan, G., & Göçer, F. (2018). Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, 97, 157-177.
4. Chang, Y., Iakovou, E., & Shi, W. (2020). Blockchain in global supply chains and cross border trade: a critical synthesis of the state-of-the-art, challenges and opportunities. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2082-2099.
5. Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (Sixth edition, global edition).
6. Çiğdem, Ş. (2021). From EDI to Blockchain: A Bibliometric Analysis of Digitalization in Supply Chains. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 20(2), 657-677.
7. Daneshvar Kakhki, M., & Gargeya, V. B. (2019). Information systems for supply chain management: a systematic literature analysis. *International Journal of Production Research*, 57(15-16), 5318-5339.
8. Deolitte (2021). *Finance Automation -The Future of Electronic Data Interchange (EDI)*.
9. Eurostat (2014). E-sales broken down by web and EDI-type sales and by economic activity, EU28, 2014 (% enterprises with e-sales).
10. Eurostat (2020). E-sales broken down by web sales and EDI-type sales, by economic activity, EU, 2020 (% enterprises with e-sales).
11. Füzesi, I., Lengyel, P., Szilágyi, R., Ráthonyi, G., Gruia, R., & Gaceu, L. (2016). Application of EDI technologies in the food supply chains. *Journal of EcoAgriTourism*, 121(32), 69-77.
12. Gorzelanczyk, P., & Seweryn, B. (2021). Analysis of telematics techniques in logistic transport management in cities. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*, 112, 63 – 73.
13. Hansen, J. V., & Hill, N. C. (1989). Control and Audit of Electronic Data Interchange. *MIS Quarterly*, 13(4), 403–413.
14. <http://arc.cdata.com/resources/edi/standards.rst?ref=rssbus> (dostęp 17.08.2022).
15. <https://gs1pl.org/handel-i-produkcja/paperless/> (dostęp 17.08.2022 r.).

16. IBM Sterling (2021). The Future of EDI: An IBM Point of View.
17. Izdebski, M., Jacyna-Gołda, I., & Gołda, P. (2022). Minimisation of the probability of serious road accidents in the transport of dangerous goods. *Reliability Engineering & System Safety*, 217, 108093.
18. Izdebski, M., Jacyna-Gołda, I., Gołębiowski, P., Gołda, P., Pyza, D., & Żak, J. (2020). Decision problems in designing database architecture for the assessment of logistics services. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*, 108, 53–71.
19. Jacobs, F. R. (2007). Enterprise resource planning (ERP)—A brief history. *Journal of operations management*, 25(2), 357-363.
20. Jacyna, M., & Semenov, I. (2020). Models of vehicle service system supply under information uncertainty. *Eksploracja i Niezawodność*, 22(4), 694–704.
21. Jacyna-Gołda, I, Izdebski, M., Szczepański, E., Gołda, P. (2018). The assessment of supply chain effectiveness. *Archives of Transport*, 45(1), 43-52.
22. Jacyna-Gołda, I., Wasiak, M., Izdebski, M., Lewczuk, K., Jachimowski, R., & Pyza, D. (2016). The evaluation of the efficiency of supply chain configuration. W R. Kersys, R. Kersys (Red.), 20th International Conference Transport Means 2016. Proceedings (ss. 953–957). Publishing House "Technologija".
23. Johar, S., Ahmad, N., Asher, W., Cruickshank, H., & Durrani, A. (2021). Research and applied perspective to blockchain technology: A comprehensive survey. *Applied Sciences*, 11(14), 6252
24. Judek, P. (2021). Raport: Prawne aspekty stosowania elektronicznych listów przewozowych w krajowych i międzynarodowych przewozach drogowych. JUDEK. GÓRSKA. Radcy prawni. Doradcy podatkowi. Sp.p.
25. Kush, Y., Tonkoshkur, M., Vakulenko, K., Ryabev, A., Davidich, N., Galkin, A. (2020). The efficiency of food supply chain engineering (case study in Ukraine). *Archives of Transport*, 55(3), 51-71.
26. Lewczuk, K., & Kłodawski, M. (2020). Logistics information processing systems on the threshold of IoT. *Zeszyty Naukowe. Transport - Politechnika Śląska*, 107, 85-94.
27. Lula, P., Morajda, J., Paliwoda-Pękosz, G., Stal, J., Tadeusiewicz, R., & Wilusz, W. (2014). *Computer Methods of Data Analysis and Processing*. Computer Methods of Data Analysis and Processing, Cracow University of Economics.
28. Lummus, R. R., Krumwiede, D. W., & Vokurka, R. J. (2001). The relationship of logistics to supply chain management: developing a common industry definition. *Industrial management & data systems*, 101(8), 426-432.
29. McCarthy, B. (2013). EDI History. <https://blog.logicbroker.com/blog/2013/08/19/edi-history> (dostęp 17.08.2022).
30. Min, H., & Zhou, G. (2002). Supply chain modeling: past, present and future. *Computers & industrial engineering*, 43(1-2), 231-249.
31. Morabito, V. 2017. *Business Innovation Through Blockchain: The B3 Perspective*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG.
32. Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized Business Review*, 21260.
33. Nascimento, S., & Pólvora, A. (Eds.). (2019). *Blockchain Now and Tomorrow: Assessing Multidimensional Impacts of Distributed Ledger Technologies*. Publications Office of the European Union
34. Peeters, R. (2021). *Blockchain in Practice: Promoting blockchain and DLTs in European SMEs*. European Innovation Council and SMEs Executive Agency (EISMEA)
35. Raab, M., Griffin-Cryan, B. (2011). *Digital Transformation of Supply Chains: Creating Value—When Digital Meets Physical*. Capgemini Consulting ([https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/Digital\\_Transformation\\_of\\_Supply\\_Chains.pdf](https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/Digital_Transformation_of_Supply_Chains.pdf), dostęp 17.08.2022).
36. Raj, S., Sharma, A. (2014). Supply Chain Management in the Cloud ([https:// www.accenture.com/tr-en/insight-supply-chain-management-cloud](https://www.accenture.com/tr-en/insight-supply-chain-management-cloud), dostęp 17.08.2022).
37. Rejeb, A., Keogh, J. G., Simske, S. J., Stafford, T., & Treiblmaier, H. (2021). Potentials of blockchain technologies for supply chain collaboration: a conceptual framework. *The International Journal of Logistics Management*, 32(3), 973-994.
38. Semenov, I., & Jacyna, M. (2022). The synthesis model as a planning tool for effective supply chains resistant to adverse events. *Eksploracja i Niezawodność*, 24(1), 140–152.
39. Semenov, I., Filina-Dawidowicz, L., Trojanowski, P. (2019). Integrated approach to information analysis for planning the transport of sensitive cargo. *Archives of Transport*, 51(3), 65-76.

40. Staniuk, W., Staniuk, M., Chamier-Gliszczyński, N., Jacyna, M., & Kłodawski, M. (2022). Decision-Making under the Risk, Uncertainty and COVID-19 Pandemic Conditions Applying the PL9A Method of Logistics Planning—Case Study. *Energies*, 15(2), 639.
41. Szaciłło, L., Jacyna, M., Szczepański, E., & Izdebski, M. (2021). Risk assessment for rail freight transport operations. *Eksploracja i Niezawodność*, 23(3), 476–488.
42. UE, (2020). Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/1056 z dnia 15 lipca 2020 r. w sprawie elektronicznych informacji dotyczących transportu towarowego – Electronic Freight Transport Information eFTI.
43. Vasilev, J. (2013, January). The change from ERP II to ERP III systems. In 3rd International Conference On Application Of Information And Communication Technology And Statistics In Economy And Education (Icaictsee–2013) (pp. 382-384).
44. Wachnik, B., Pryciński, P., Murawski, J., Nader, M. (2021). An analysis of the causes and consequences of the information gap in IT projects. The client's and the supplier's perspective in Poland. *Archives of Transport*, 60(4), 219-244.
45. Wasiak, M., Jacyna-Gołda, I., Markowska, K., Jachimowski, R., Kłodawski, M., & Izdebski, M. (2019). The use of a supply chain configuration model to assess the reliability of logistics processes. *Eksploracja i Niezawodność*, (3), 367–374.

## Cyfryzacja obiegu dokumentów w łańcuchach dostaw

**Streszczenie.** Globalizacja rynków wpłynęła na konieczność rozwoju łańcuchów dostaw i zapewnienia sprawnego połączenia podmiotów rozmieszczonych w różnych odległych lokalizacjach. Upowszechnienie technologii informacyjnych pozwoliło podnieść doskonałość łańcucha dostaw, odpowiadając na potrzeby wynikające z globalizacji, a tym samym wpływając na efektywność realizowanych procesów przez optymalizację wykorzystania zasobów i wdrażanie nowych strategii zarządzania. Istotny wpływ na niezawodność, bezpieczeństwo, ale i koszty przepływu materiałów w łańcuchu dostaw ma przekazywanie informacji między jego ogniwami. Wprowadzenie komunikacji elektronicznej znacznie przyspieszyło i ułatwiło przekazywanie informacji i w pewnych obszarach pozwoliło na rezygnację z tradycyjnej dokumentacji papierowej. Nowoczesne technologie cyfrowe takie jak łańcuch bloków (ang. blockchain) mają potencjał, aby całkowicie wyeliminować dokumentację papierową przy jednoczesnym zwiększeniu bezpieczeństwa i pewności przekazywanych danych.

Celem niniejszego artykułu jest analiza stanu istniejącego w aspekcie przepływu informacji i dokumentów w łańcuchu dostaw. W artykule przedstawiono charakterystykę funkcjonowania łańcucha dostaw w aspekcie przepływu informacji towarzyszących przepływowi ładunków, a także problematykę cyfryzacji obiegu dokumentów w cyfrowym łańcuchu dostaw w kontekście wykorzystania elektronicznej wymiany danych (EDI – ang. electronic data interchange) czy blockchain. W odniesieniu do omawianego obszaru przedstawiono narzędzie ELECTRA, które jest opracowywane w ramach realizowanego projektu (Elektroniczny list przewozowy dla transportu kombinowanego i spedycji) w inicjatywie EUREKA, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Narzędzie to łączy najnowsze rozwiązania technologiczne celem usprawnienia przepływu dokumentów transportowych. Artykuł zakończono podsumowaniem, wskazując na potencjał wykorzystania nowoczesnych rozwiązań, a także na brak barier technologicznych, jednak podkreślono istniejące bariery natury legislacyjnej.

**Słowa kluczowe:** cyfrowy łańcuch dostaw, EDI, blockchain, dokumentacja transportowa

