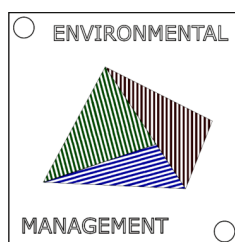


DOSKONALENIE PROCESU PRODUKCYJNEGO W CELU ELIMINACJI ŚLADU WĘGLOWEGO

Paulina ZWOLENIK - Andrzej PACANA

IMPROVING THE PRODUCTION PROCESS TO ELIMINATE THE CARBON FOOTPRINT



STRESZCZENIE

Emisja dwutlenku węgla wytwarzanego przez społeczeństwo utrzymuje trend wzrostowy. Szkodliwe gazy cieplarniane emitowane są z różnych sektorów gospodarki, niemniej jednak duży udział w produkcji CO₂ posiada przemysł. Aby zapobiec zwiększeniu śladu węglowego, przedsiębiorstwa powinny wdrażać innowacje, które nie tylko będą umacniać ich pozycję rynkową, ale równocześnie cechować się będą wysokim poziomem efektywności. W artykule przedstawiono wybrane eko-innowacje, które następnie opracowano w formie modelu. Schemat ma za zadanie zaprezentować udział innowacji w procesach logistycznych przedsiębiorstw, jako główny cel stawiając sobie minimalizację śladu węglowego.

SŁOWA KLUCZOWE: eko-innowacje, ślad węglowy, efektywność

SUMMARY

The emission of carbon dioxide produced by society is on an upward trend. Harmful greenhouse gases are emitted from various sectors of the economy, but industry nevertheless has a large share of CO₂ production. To avoid increasing their carbon footprint, companies should implement innovations that not only strengthen their market position but also have a high level of eco-efficiency. The article presents selected eco-innovations, which were then developed as a model. The scheme aims to present the participation of innovations in the logistics processes of companies as a major objective with the aim of minimising the carbon footprint.

KEYWORDS: eco-innovation, carbon footprint, eco-efficiency

Wprowadzenie

W roku 2019 na całym świecie wyprodukowano 34 169 mln ton dwutlenku węgla, który posiada największy udział wśród gazów cieplarnianych. Udział Unii Europejskiej w emisji ukształtował się na poziomie 12%, co przekłada się na 4 111 mln ton. Największą partycypację posiadały kraje Azji i Pacyfiku, sięgającą ponad 50% całości produkcji CO₂ [4].

Analizując emisję gazów cieplarnianych przez poszczególne sektory gospodarki określić można, iż za około 60% produkcji odpowiadają producenci energii – w tym w większości producenci energii

elektrycznej i ciepła. Gałąź przemysłu posiada prawie 25% udział w produkcji, a wartość ta ustawicznie rośnie [14].

Koniec drugiej dekady XXI wieku przyniósł świadomość na temat tempa zmian klimatycznych oraz potrzebę zmian w zakresie przemysłu. Odpowiednio przeprowadzone procesy produkcyjne, które wspomagane będą ekoinnowacjami, mogą służyć ograniczeniu negatywnego oddziaływania na otoczenie i środowisko naturalne, zmniejszając równocześnie ślad węglowy[2, 31].

Pojęcia śladu węglowego i efektywności

Łączna liczba gazów cieplarnianych, wyrażana w jednostkach dwutlenku węgla, określana jest terminem śladu węglowego (*Carbon footprint, CF*). Nazwa ta odnosi się do emisji CO₂ w wyniku pośredniej i bezpośredniej działalności jednostek, tj. osób, przedsiębiorstw, produktów, usług czy państw. W celu wytwarzania jak najmniejszego śladu węglowego, należy zadbać o poprawny pomiar i ewidencjonowanie gazów cieplarnianych przez podmioty gospodarcze. Dane te pozwolą na rozwój gospodarki niskoemisyjnej, której głównym założeniem jest redukcja wytwarzania szkodliwych związków chemicznych, wpływających na zmianę klimatu[23].

Na minimalizację CF wpływa również stopień efektywności podmiotów gospodarczych. Terminem tym określić można utrzymanie dotychczasowego wzrostu gospodarczego, spełniając wymagania klienta poprzez wyroby i usługi w konkurencyjnej cenie oraz sprostające jego oczekiwaniom, przy równoczesnym ograniczeniu wpływu na środowisko naturalne i minimalizację odpadów w cyklu życia produktu. By podwyższyć swoją efektywność, przedsiębiorstwo może ograniczyć zużycie materiałów, energii oraz stosowanych substancji toksycznych. Dodatkowo zwiększenie trwałości i wartości produktu oraz powiększenie udziału recyklingu, a także stosowania substancji odnawialnych wpływa na zwiększenie efektywności[3].

Analizując aktualną rolę przemysłu w emisji gazów cieplarnianych można wyciągnąć wniosek, iż należy podjąć odpowiednie kroki ku zmniejszeniu śladu węglowego przy podwyższeniu efektywności przedsiębiorstw. Prowadzić to będzie do stworzenia gospodarki niskoemisyjnej, przy założeniu, że zbędne zapasy zostaną ograniczone, powstające odpady będą redukowane oraz poddawane recyklingowi w znacznym stopniu, a wdrażane innowacje będą miały na celu zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych[31].

Metody i narzędzia sprzyjające minimalizacji emisji CO₂

Wykorzystanie nowoczesnych metod i narzędzi w procesach logistycznych przedsiębiorstw (zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji oraz magazynowaniu) może prowadzić do minimalizacji śladu węglowego. Rozwiązania te powinny spełniać założenia dotyczące zapasów, odpadów i emisji szkodliwych związków. Do nich zaliczyć można[31]:

- Kanban,
- Just-in-time (JIT),
- Zasada 3R,
- Mapowanie Strumienia Wartości,
- Metoda 8D,
- Burza mózgów,
- Zasada „zero defektów”,
- Metoda 5S-6S.

Metoda *kanban* pozwala na wizualizację przepływu materiałów w przedsiębiorstwie dzięki zastosowaniu kart kanban, w celu kontroli i redukcji kosztów magazynowania materiałów, przy równoczesnym zwiększeniu ich dostępności i eliminacji przestojów produkcji oraz ograniczeniem zużycia energii. Dzięki całkowitej optymalizacji systemu sterowania zapasów możliwe jest wyeliminowanie magazynowania. Filozofię przedstawia się jako *7 razy żadnych*: braków, opóźnień,

zapasów, kolejek, bezczynności, zbędnych operacji technologicznych i kontrolnych oraz przemieszczeń [28].

Koncepcja *Just-in-time (JIT)* przewiduje dostarczenie produktu na odpowiednie miejsce w określonym czasie. Dotyczy zarówno procesu produkcyjnego, jak i towaru przewidzianego dla klienta [10, 12, 30]. Metoda ta służy usprawnianiu realizacji zamówień, a poprzez minimalizowanie ilości zapasów obniża możliwość wystąpienia strat [11, 22].

Zasada 3R (reduce, reuse, recycle) polega na zoptymalizowaniu procesu dzięki swoim założeniom. *Reduce* dotyczy redukcji energii i materiałów. *Reuse* określa wielokrotne użycie danego elementu procesu. *Recycle* to poddanie zużytych rzeczy recyklingowi. Zasada 3R dąży do poprawy produktywności przedsiębiorstwa [22].

Mapowanie Strumienia Wartości (VSM, Value Stream Mapping) jest metodą stosowaną głównie do analizy procesu produkcyjnego [6]. Polega na identyfikacji wszelkich czynności podejmowanych do wytworzenia produktu gotowego, by zidentyfikować i wyeliminować marnotrawstwo, a następnie podjąć działania korygujące. Metoda ta analizuje proces produkcyjny jako całość, poprzez wieloetapowe jego badanie. Efektem końcowym jest możliwość wykrycia i skorygowania niepoprawnego przepływu produktów, generującego straty i niepotrzebne koszty [16, 19].

Metoda 8D (osiem dyscyplin) opiera się na zidentyfikowaniu źródła problemu i opracowaniu działań, które mają zapobiec jego wystąpieniu w przyszłości [24, 27]. 8D jest narzędziem, które w nieskomplikowany sposób ma pomóc wyeliminować błędy występujące w przedsiębiorstwie, występujące przy przebiegu pracy maszyn czy stosowanych technologiach. Przebiega według następującego schematu [1, 19, 25]:

- D1. Zespół 8D – powołanie.
- D2. Problem – zdefiniowanie i opisanie.
- D3. Akcje natychmiastowe – podjęcie wstępnych i tymczasowych działań korygujących.
- D4. Główne źródła problemu – ustalenie.
- D5. Główne źródła problemu – wybór działań korygujących.
- D6. Działania korygujące – weryfikacja skuteczności.
- D7. Działania zapobiegawcze – wprowadzenie.
- D8. Czynności końcowe – zamknięcie działań i raport 8D.

Burza mózgów to metoda, w której wykorzystywane jest kreatywne myślenie pracowników, aby znaleźć przyczyny, skutki i możliwe rozwiązania problemu/problemów [5, 25]. Istotą BM jest znalezienie odpowiedzi, które pierwotnie mogą być nieoczywiste. Stosowana w przedsiębiorstwach pozwala na m.in. doskonalenie procesu zaopatrzenia czy optymalizację produkcji [18, 32].

Zasada „zero defektów” przyjmuje założenie, że jedyny akceptowalny poziom wystąpienia niezgodności to zero. W przeciwnym razie należy podjąć działania usprawniające, obejmujące usunięcie już istniejących problemów, ale również zidentyfikowanie przyczyn i eliminację prawdopodobieństwa wystąpienia błędów. Zasada ta w znacznym stopniu nawiązuje do idei ciągłego doskonalenia i pracy zespołowej [25]. Do przykładów przyczyn występowania niezgodności zaliczyć można m.in. niewystarczające kwalifikacje pracowników, niezdolne jakościowo maszyny i urządzenia, nieodpowiednie materiały czy źle zaplanowane dostawy, co przekłada się na defekty procesu produkcyjnego [13, 19].

Metoda 5S-6S polega na zasadach organizacji produkcji w danym przedsiębiorstwie, do których należą: selekcja, systematyka, sprzątnięcie, standaryzacja i samodyscyplina. Rozszerzeniem jest uwzględnienie bezpieczeństwa. Rezultatem z wdrożenia 5S-6S jest redukcja odpadów i czasu produkcji, z równoczesnym zwiększeniem bezpieczeństwa pracy [20].

Powyższe koncepcje należą do przykładowych rozwiązań, które zastosować można w szeroko rozumianej logistyce przedsiębiorstw. Ich możliwości przypisano do założeń dotyczących zmniejszenia śladu węglowego, co przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Metody i narzędzia stosowane w logistyce, a ich ekoefektywność.

Metoda	Założenia prowadzące do minimalizacji śladu węglowego		
	ograniczenie zbędnych zapasów i materiałów	redukcja odpadów oraz ich recykling	zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych
Kanban			
JIT			
3R			
VSM			
8D			
BM			
Zero defektów			
5S-6S			

Źródło: Opracowanie własne.

Metody wykorzystywane do osiągnięcia ekoefektywności przedsiębiorstwa wymagają udziału czynnika ludzkiego. Bez uwzględnienia roli człowieka w optymalizacji procesu produkcyjnego nie jest możliwe uzyskanie mniejszego oddziaływania na środowisko naturalne i minimalizacji śladu węglowego.

Technologie wpływające na ochronę środowiska

Głównym założeniem wdrażania nowych technologii w przedsiębiorstwach jest chęć zwiększenia konkurencyjności oraz wzrost gospodarczy. Niejednokrotnie jednak możliwe jest uzyskanie dodatkowego aspektu ekologicznego, polegającego na równoczesnym zwiększeniu ekoefektywności firmy [21]. Do technologii, które są w stanie wspomóc minimalizację śladu węglowego zalicza się m.in.:

- IoT,
- RFID,
- ERP,
- WMS,
- MRP,
- MRP II.

IoT (Internet of Things, Internet Rzeczy), to infrastruktura, która pozwala na połączenie ze sobą przedmiotów w sposób fizyczny lub wirtualny, co przekłada się na samodzielne pozyskiwanie i przetwarzanie danych przez systemy. Technologia ta dąży do poznania i zobrazowania rzeczywistości

w trzech wymiarach: zawsze (*any time*), wszędzie (*any place*) i ze wszystkim (*anything*), pozwalając na automatyzację procesów w przebiegu łańcucha dostaw [8, 17].

Technologia RFID (Radio Frequency Identification) wykorzystuje fale radiowe, by za pomocą odbiornika z anteną uzyskać informacje o obiekcie, które są zachowane w znaczniku do niego przytwierdzonym [29]. Dzięki RFID możliwe jest wyeliminowanie potrzeby użycia innych sposobów identyfikacji, np. kodów kreskowych, co przekłada się na minimalizację błędów spowodowanych przez czynnik ludzki w procesie. Tagi RFID posiadają możliwość przeprogramowywania, co umożliwi ich ponowne wykorzystanie. Stosowanie tej technologii pozwala na sprawniejsze realizowanie celów i procesów logistycznych zachodzących w przedsiębiorstwie, przy równoczesnej oszczędności czasu i energii [31].

Systemy planowania zasobów przedsiębiorstwa, czyli *ERP (Enterprise Resource Planning)*, przeznaczone są do zarządzania organizacją. Technologia ta umożliwia planowanie, zarządzanie i umiejętne wykorzystanie zasobów firmy, przy równoczesnej kontroli wszystkich procesów w czasie rzeczywistym [26]. Korzyścią z wdrożenia systemu informatycznego tego typu jest m.in. zintegrowanie pozyskanych informacji z możliwością stałego nadzoru nad przebiegiem procesu, obniżenie kosztów produkcji, zredukowanie zapasów magazynowych czy zsynchronizowanie procesów logistycznych [9].

WMS (Warehouse Management System) pozwala na zoptymalizowanie poszczególnych faz procesu magazynowania: przyjęcia, składowania, kompletacji oraz wydania z magazynu, w sposób zautomatyzowany. Rozwiązanie to umożliwia stworzenie mapy z naniesionymi na nią informacjami o składowanych elementach, co pozwala na monitorowanie stanu magazynowego i efektywne rozmieszczenie produktów. Skutkiem zastosowania tej technologii jest redukcja zbędnych zapasów i uzupełnienie braków [7].

MRP (Material Requirements Planning) to system planowania potrzeb materiałowych, który bazuje na danych uzyskanych z procesu produkcyjnego. Na podstawie informacji pozyskanych z harmonogramów produkcji, stanów magazynowych czy przyjętych zleceniach generowane są zamówienia towarów. System ten pozwala na zrównoważeniu popytu z podażą, a także eliminacji przestoju produkcyjnych. Równocześnie umożliwia redukcję zapasów, kosztów i optymalizację przestrzeni magazynowych [15].

MRP II (Manufacturing Resource Planning) umożliwia planowanie potrzeb produkcyjnych. Opiera się na systemie MRP, jednakże rozszerza go na organizację długookresową, uwzględniającą finanse przedsiębiorstwa. System ten wycenia zasoby firmy oraz umożliwia przestawienie produkcji w odniesieniu do pokładów pieniężnych. Pozwala to na oszacowanie zdolności finansowych na wykonanie wcześniej opracowanego planu. Efektem jest zaplanowanie potrzeb materiałowych, minimalizujących koszty i zapasy [15].

Wdrożenie innowacyjnych technologii do przedsiębiorstwa pozwala na osiągnięcie korzyści rynkowych, umacniając pozycję wśród konkurencji. W kontekście benefitów długookresowych, zastosowanie innowacji umożliwia redukcję kosztów, minimalizację zapasów oraz zwiększenie efektywności, a co za tym idzie – ograniczenie produkcji gazów cieplarnianych. Odniesienie technologii do założeń przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Údzial v ochrane životného prostredia technológií používaných v logistike.

Technológia	Založenia vedúce k minimalizácii uhlíkovej stopy		
	obmedzenie zbytočných zásob a materiálov	redukcia odpadov a ich recykling	zníženie emisí tepelných energií
IoT			
RFID			
ERP			
WMS			
MRP			
MRP II			

Zdroj: Vlastné opracovanie

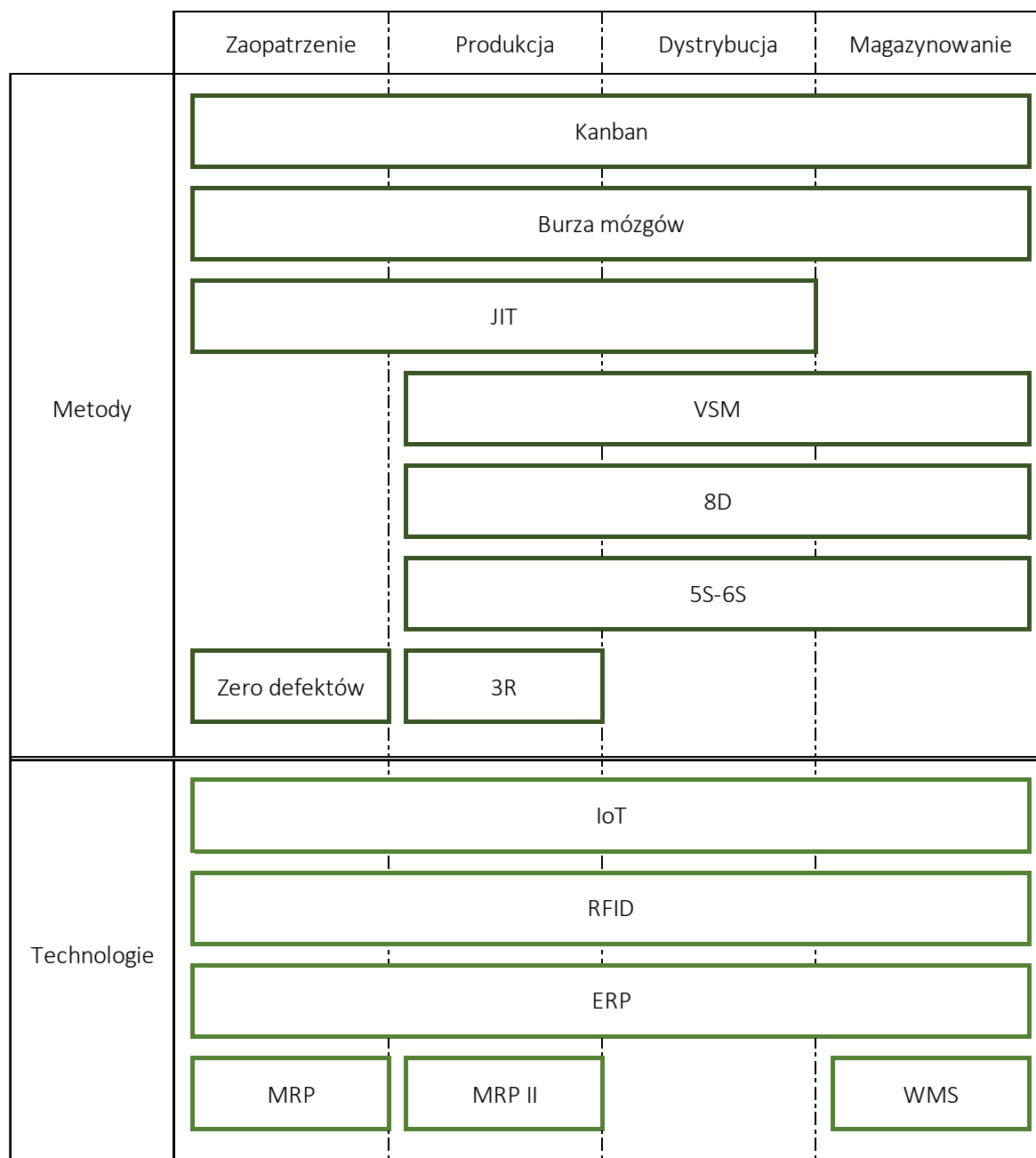
Podobne ako v prípade metód, získanie čo najnižšieho vplyvu na životné prostredie závisí od príslušného školenia zamestnancov. Bez zapojenia ľudí do procesov prebiehajúcich v podniku nie je možné efektívne využitie nových technológií.

Proponovaný model minimalizujúci uhlíkovú stopu

Príložené informácie o metódach, nástrojoch a technológiách znižujúcich uhlíkovú stopu, umožnili vypracovať model synergie inovácie, efektívnejšie pôsujúcej na ochranu životného prostredia ako jednotlivé. Model predpokladá použitie v každom aspektoch logistiky podniku, a technológie v ňom obsiahnuté vzájomne sa dopĺňajú. Vlastné opracovanie predstavuje schéma 1.

V navrhovanom modeli metóda kanban zahŕňa vo svojom dosahu všetky procesy v podniku, kontroľujúce tok materiálov a získavajúce spätnú väzbu o ich potrebe, čo je základom pre zavedenie konceptu just-in-time. Podobne použitie burzy mozgov, ktorá umožňuje kreatívne riešenie problémov napríklad súvisiacich s výskytom surovín na výrobných linkách. V kombinácii s Mapovaním prúdu hodnoty, metódou 8D a metódou 5S-6S môže byť odstránenie zbytočnosti, zníženie zásob a efektívna organizácia výroby. Zavedenie pravidla „zero defektov“ do samotného procesu zaobstarávania umožní príslušné plánovanie dodávok, a využitie v produkcii pravidla 3R umožní minimalizáciu odpadov.

Použitie v podniku Internetu vecí môže umožniť lepšiu komunikáciu ostatných systémov medzi sebou. V kombinácii s technológiou RFID umožní maximalizáciu efektívnosti podniku. Zavedenie systému ERP umožní plynulý tok materiálov v rámci reťazca dodávok, a môže byť založený na možnostiach MRP a MRP II, ktoré umožnia plánovanie surovín v zaobstarávaní, a následne v produkcii. Celosť zabezpečí systém WMS, uľahčujúci proces skladovania a poskytujúci informácie o stave tovaru.



Rysunek 1. Proponowany model łączący innowacje w celu minimalizacji śladu węglowego.
 Źródło: Opracowanie własne

Proponowany model pozwala na znaczącą minimalizację śladu węglowego. Wszystkie jego elementy spełniają postawione założenia, a także posiadają 7 cech efektywności. Wdrożenie takich rozwiązań pozwolić może na minimalizację zapasów i zużycia energii, ograniczenie wytwarzania gazów cieplarnianych, zwiększenie roli recyklingu i OZE, a także wydłużenie cyklu życia wytwarzanego produktu, poprzez powiększenie jego trwałości i wartości.

Wnioski

Za zmiany klimatyczne w dużej mierze odpowiedzialna jest emisja dwutlenku węgla. Łączna ilość produkowanego gazu określana jest terminem śladu węglowego. Celem jednostek gospodarczych powinno być utworzenie gospodarki niskoemisyjnej, stawiającej jako priorytet osiągnięcie efektywności, co możliwe jest również poprzez stosowanie odpowiednich innowacji.

Rozwój przedsiębiorstwa powiązany z wdrażaniem nowoczesnych rozwiązań podyktowany jest najczęściej chęcią umocnienia swojej pozycji rynkowej lub osiągnięciem wymiernych korzyści, zwłaszcza finansowych. Niemniej jednak wprowadzanie innowacji, takich jak metody, narzędzia czy technologie, może posiadać dodatkowy aspekt ekologiczny, mający na celu minimalizację śladu węglowego.

W artykule przedstawiono przykładowe rozwiązania, które prowadzić mogą do zwiększenia ochrony środowiska. Opracowano model, który wykorzystuje innowacje w różnych elementach przedsiębiorstwa w taki sposób, aby użyte systemy i koncepcje wykazywały efekt synergii, poprzez maksymalizację efektywności organizacji. Schemat ten nie tylko pozwoliłby na płynny przepływ materiałów w ramach łańcucha dostaw, lecz również pozwoliłby na zmniejszenie śladu węglowego przez przedsiębiorstwo, co przy aktualnej sytuacji ekologicznej i dużym udziale przemysłu w emisji gazów cieplarnianych, daje szansę na poprawę stanu środowiska.

Bibliografia

- [1] Abt S., *Zarządzanie logistyczne w przedsiębiorstwie*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1998.
- [2] Bajdur W., Kulczycka J., Odzimek T., *Ekoinnowacje technologiczne w aspekcie zrównoważonego rozwoju* [w:] *Zarządzanie i Finanse*, 16(4, cz. 2), 23-33, 2018.
- [3] Baum R., *Ekofektywne tworzenie wartości produktu jako przejaw CSR* [w:] *Marketing i Rynek 11/2018*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne S.A., Warszawa 2018.
- [4] *BP Statistical Review of World Energy 2020*, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>
- [5] Ciekankowski Z., *Jakość w zarządzaniu zasobami ludzkimi*, Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Techniczno-Ekonomicznej im. ks. Bronisława Markiewicza w Jarosławiu, Jarosław 2013.
- [6] Czerska J., *Lean – przepis na odchudzanie kosztów* [w:] *Manager*, nr 4/2002.
- [7] Drobiazgiewicz J., *Wsparcie teleinformatyczne systemu informacji logistycznej* [w:] *Ekonomiczne Problemy Usług*, nr 126, T.1, 2017.
- [8] Frąckiewicz E., *Internet rzeczy - nowe oblicze komunikacji marketingowej?* [w:] *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu*, t. 67 nr 2 Komunikacja cyfrowa firm i marek, 2016.
- [9] Galińska B., Kopania J., *Zastosowanie systemu ERP w przedsiębiorstwie logistycznym* [w:] *Autobusy : technika, eksploatacja, systemy transportowe*, R. 17, nr 6, 2016.
- [10] Greene R.T., *Global Quality: a synthesis od the world's management methods*, Irwin Professional Pub, Milwaukee 1993.
- [11] Grzechca W., *Strategia Just in Time w problemie balansowania linii montażowej* [w:] *Logistyka – nauka*, Nr 627/2012.
- [12] Haffler R., *Systemy zarządzania jakością w budowaniu przewag konkurencyjnych przedsiębiorstw*, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Toruń 2002.
- [13] Hamrol A., Mantura W., *Zarządzanie jakością : Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.

- [14] IEA, *Data and statistics: Explore energy data by category, indicator, country or region*, <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2BySector>
- [15] Latała D., *Charakterystyka systemu klasy ERP* [w:] *Autobusy : technika, eksploatacja, systemy transportowe*, R. 19, nr 6, 2018.
- [16] Michłowicz E., Świątoniowski A., *Doskonalenie ciągłości przepływu metodą mapowania VSM*, Wydawnictwo AGH, Kraków 2011.
- [17] Ogórek M., Zaskórski P., *Internet rzeczy w integracji procesów zarządzania kryzysowego* [w:] *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie*, Nr 76, 2018.
- [18] Pacana A., *Praca zespołowa i liderzy*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2017.
- [19] Pacana A., *Wybrane techniki zarządzania jakością w logistyce przedsiębiorstw*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2020.
- [20] Pacana A., Woźny A., *Draft questions of 5S pre-audit with regard to health and safety standards for tires retreating plant* [w:] *Production Engineering Archives*, Vol. 13, No 4, 2016.
- [21] Płaczek E., *Zrównoważony rozwój – nowym wyzwaniem dla współczesnych operatorów logistycznych* [w:] *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, nr 84, 2012.
- [22] Rostek M., Knosala R., *Koncepcje, metody i narzędzia służące poprawie produktywności procesów logistycznych* [w:] red. R. Knosala, *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Tom I, Wydawnictwo PTZP, Opole 2016.
- [23] Rzeńca A., *EkoMiasto#Środowisko. Zrównoważony, inteligentny i partycypacyjny rozwój miasta*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2016.
- [24] Sęp J., Pacana A., *Metody i narzędzia zarządzania jakością*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2001.
- [25] Sęp J., Perłowski R., Pacana A., *Techniki wspomaganie zarządzania jakością*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2010.
- [26] Shen Y.C., Chen P.S, Wang C.H., *A study of enterprise resource planning (ERP) system performance measurement using the quantitative balanced scorecard approach*, *Computers in Industry*, Vol. 75., 2016.
- [27] Szczepańska K., *Metody i techniki TQM*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
- [28] Szumacher P., Wasilewska A., *Logistyka i zarządzanie w kraju kwitnącej wiśni* [w:] *Zeszyty Studenckie Wydziału Ekonomicznego „Nasze Studia”* (8), 2017.
- [29] Topolski M., *Model sterowania przepływem materiałów w procesie produkcyjnym* [w:] *Autobusy : technika, eksploatacja, systemy transportowe*, R. 19, nr 6, 2018.
- [30] Witkowski J., *Logistyka firm japońskich*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1999.
- [31] Zwolenik P., *Możliwości zastosowań nowoczesnych rozwiązań i technologii w przedsiębiorstwie w celu minimalizacji śladu węglowego* [w:] red. Surowiec K., *Bezpieczeństwo i jego aspekty oczami studentów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2020.
- [32] Żuchowski J., Łagowski E., *Narzędzia i metody doskonalenia jakości*, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2004.

CONTACT ADDRESS

Paulina ZWOLENIK

Rzeszow University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Aeronautics, Rzeszow, Poland

Andrzej PACANA

Rzeszow University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Aeronautics, Rzeszow,
Poland

app@prz.edu.pl, ORCID: 0000-0003-1121-6352

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.