

STAROSTKA-PATYK Marta<sup>1</sup>

## Zarządzanie łańcuchem dostaw z zamkniętą pętlą (CLSCM) – teoretyczne podstawy koncepcji

### WSTĘP

Już od kilku dekad, a szczególnie w ostatnich latach, koncepcja zrównoważonego rozwoju obecna jest w bardzo wielu dziedzinach życia i biznesu, w tym też w koncepcjach zarządzania, technologii i zarządzania łańcuchami dostaw (SCM). Łącząc koncepcję zrównoważonego rozwoju z zarządzaniem łańcuchem dostaw można się skłonić, że najbardziej akceptowaną definicją zrównoważonego zarządzania łańcuchem dostaw (SSCM) będzie ta, która mówi, że wszystkie produkty konsumenckie są tworzone i wytwarzane, wykorzystywane, a następnie podlegają procesom recyklingu lub utylizacji w systemie tzw. zamkniętej pętli. Zarządzanie łańcuchem dostaw z pętlą zamkniętą (CLSCM) odnosi się zarówno do wszystkich procesów logistyki w łańcuchu tradycyjnym (jak zakup materiałów, produkcja i dystrybucja), jak również procesów logistyki odwrotnej, czyli do gromadzenia i przetwarzania zwracanych produktów i / lub części produktów (wykorzystanych lub nie), których przebieg ma na celu zapewnienie socjoekonomicznego i ekologicznie zrównoważonego odzysku. W ciągu ostatnich lat, zarządzanie łańcuchem dostaw z pętlą zamkniętą (CLSCM) zyskało znaczną uwagę zarówno w przemyśle jak i środowisku akademickim. Literatura związana z poruszoną w niniejszym artykule tematyką analizuje i omawia kluczowe tematy takie jak: działania zielone (logistyka odwrotna), zielone projektowanie, zielona produkcja, zarządzanie i gospodarka odpadami oraz ocena cyklu życia produktu. W dalszej części artykułu, oprócz prezentacji zarządzania łańcuchami dostaw z zamkniętą pętlą, zostaną omówione właśnie te obszary, które w kompleksowy sposób uzupełniają to zarządzanie i przyczyniają się do wywołania efektu zrównoważenia działań logistycznych w łańcuchach dostaw.

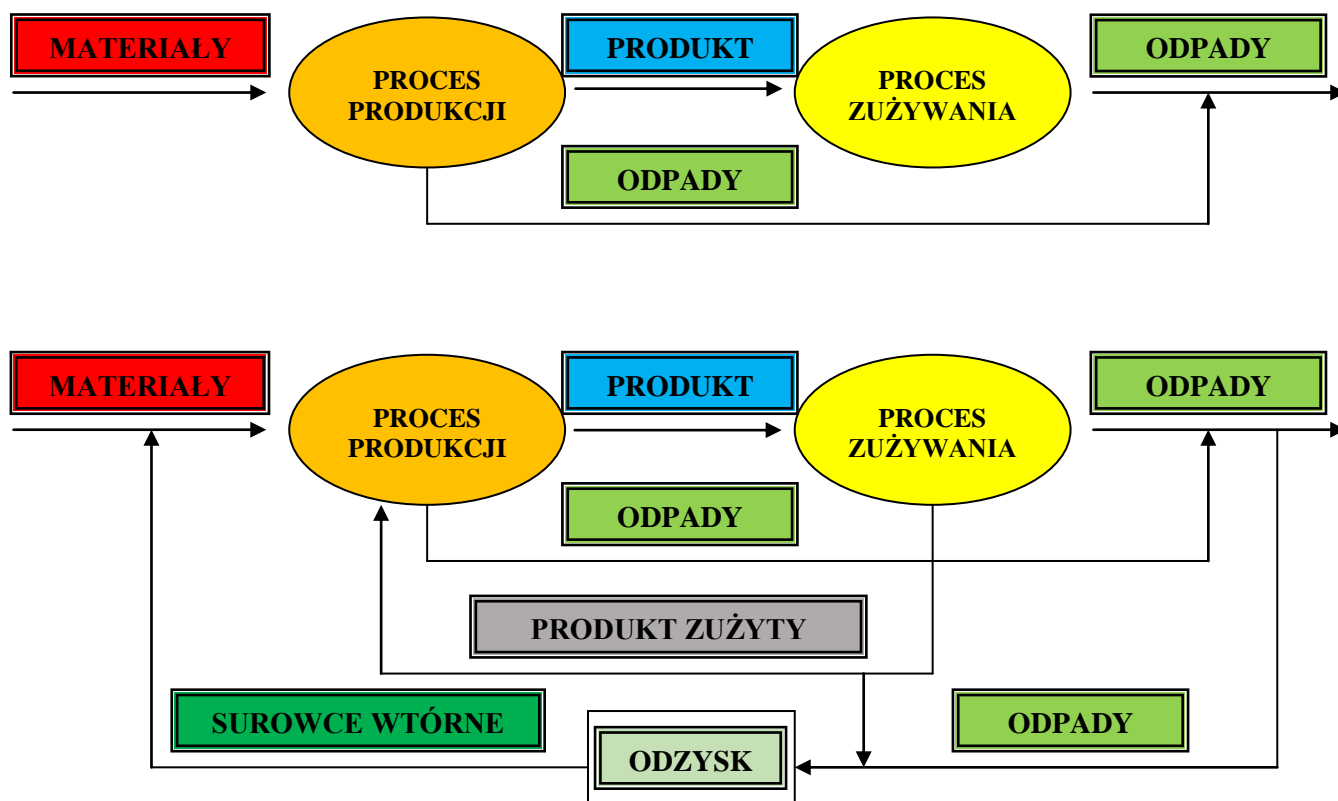
### 1 ZARZĄDZANIE ŁAŃCUCHEM DOSTAW Z ZAMKNIĘTĄ PĘTLĄ (CLSCM)

Łańcuch dostaw jest zestawem procesów i działań które obejmują między innymi zakupy, produkcję, logistykę, dystrybucję, marketing, i które pełnią funkcje mające na celu dostarczenie wartości do klienta końcowego [3]. Mimo iż od wielu lat nacisk na aktywne stosowanie koncepcji zrównoważonego rozwoju i „zielonych” zasad w ekonomii i gospodarce rośnie, w literaturze nadal nie ma zbyt dużej ilości badań poświęconych tej tematyce w powiązaniu z łańcuchami dostaw i logistyką. Poszukując informacji związanych z tymi koncepcjami i ich połączeniem należy posługiwać się zróżnicowanymi słowami kluczowymi, i dopiero dzięki nim możliwe jest uzyskanie pełniejszego obrazu teoretycznego w tym zakresie. Zatem zarządzanie łańcuchem dostaw z zamkniętą pętlą najczęściej jest łączone z koncepcjami związanymi z zarządzaniem zielonym łańcuchem dostaw (GrSCM), zarządzaniem łańcuchem dostaw z zamkniętą pętlą (CLSCM), zarządzaniem odwrotnym łańcuchem dostaw (RSCM), logistyką odwrotną (RL), zrównoważonymi łańcuchami dostaw (SSC), zrównoważonym transportem, itp. [8].

Zagadnienia systemów zamkniętej i otwartej pętli (z ang. closed i open loop)[1,2,6,7,9,11] w łańcuchach dostaw są efektem utworzenia koncepcji logistyki odwrotnej oraz zarządzania logistycznego strumieniami odpadów. Ich istotą jest dalsze postępowanie ze zużytymi produktami i odpadami – jeśli nie są one poddawane żadnym procesom, a jedynie przekazywane do punktów zbiorczych bądź składowisk odpadów to mamy do czynienia z pętlą otwartą, a jeśli są poddawane procesom mającym na celu odzyskanie z nich jakiegokolwiek wartości to z pętlą zamkniętą, gdyż

<sup>1</sup> Politechnika Częstochowska, Wydział Zarządzania, Instytut Logistyki i Zarządzania Międzynarodowego, 42-200 Częstochowa, Armii Krajowej 19B

odzyskana wartość powraca do łańcucha logistycznego. Systemy zamkniętej i otwartej pętli nie są popularnym zagadnieniem w literaturze logistycznej, jednak wraz z przybywającymi publikacjami w zakresie logistyki odwrotnej i zarządzania logistycznym strumieniami odpadów pojawia się ono coraz częściej. Łańcuchy dostaw z zamkniętą i otwartą pętlą przedstawiono na rysunku 1 wraz z różnicami w przepływach w tychże łańcuchach.



Rys. 1. Przepływ produktów i odpadów w łańcuchu dostaw: a) w pętli otwartej, b) w pętli zamkniętej. [Opracowanie własne na podstawie 4].

Pętla otwarta jest bardzo prostym przepływem produktów i odpadów. Surowce dostarczane są do procesu produkcji, gdzie powstaje gotowy wyrób i odpady produkcyjne. Produkt poprzez poszczególne ogniwa łańcucha trafia do nabywcy finalnego, przez którego jest wykorzystywany, a po zużyciu staje się odpadem i w żaden sposób nie jest powtórnie wykorzystywany, a najczęściej jest po prostu deponowany na składowisku. Również odpady produkcyjne nie są wykorzystywane tylko przeznaczone na składowisko. Jedyne procesy logistyki odwrotnej występujące w pętli otwartej związane są z gromadzeniem odpadów i zużytych produktów, ich transportowaniem i ewentualnym magazynowaniem, a także deponowaniem na składowisku [10].

Pętlę zamkniętą charakteryzuje recykulacja odpadów i zużytych produktów. Produkty wykorzystane przez końcowych użytkowników niekoniecznie stają się odpadami, ale wracają do procesu produkcji, gdzie mogą zostać ponownie wykorzystane w całości lub elementach. Oczywiście wcześniej są gruntownie kontrolowane i testowane w celu zachowania odpowiedniej jakości. Zużyte produkty niskiej jakości mogą zostać poddane odzyskowi surowców wtórnych lub zdeponowane na składowisku jako odpady. Również odpady produkcyjne nie trafiają od razu na wysypisko, ale te które posiadają jakąkolwiek wartość wtórną poddawane są procesom odzysku. Dzięki temu jako surowce wtórne stają się materiałami do produkcji. W tym systemie recykulacja produktów i odpadów pozwala na stosowanie dobrej praktyki gospodarowania produktami i odpadami z uwzględnieniem aspektów środowiskowych i koncepcji zrównoważonego rozwoju [12].

CLSCM, RSCM i GrSCM to problemy złożone i bardziej skomplikowane, zatem tu potrzebna jest bardziej efektywna kontrola wraz z jednoczesnym kontrolowaniem ich wpływu na środowisk.

Natomiast GrSCM jest przyczyną która skłania przedsiębiorstwa do domykania pętli w ich łańcuchach dostaw w celu osiągnięcia przyjaznej dla środowiska produkcji, przewagi konkurencyjnej i większych zysków [17]. Firmy wykorzystujące CLSCM mogą rozwijać swoje systemy przemysłowe, gospodarkę oraz ochronę środowiska [11] poprzez wdrożenie otoczenia pozwalającego na odzyskiwanie wartości z produktów, gdzie pomoc stanowi dla nich GrSCM poprzez utworzenie systemu obiegu zamkniętego łączącego tradycyjne przepływy logistycznych i kanały logistyki odwrotnej [14]. Tu podkreślić należy, że ponowne wytwarzanie, związane z wykorzystywaniem części produktów, surowców wtórnych itp. stanowi esencję zrównoważonego systemu produkcji, pozwalając na zmniejszenie ilości odpadów, co jest zarówno korzystne z punktu widzenia zyskowości jak również ochrony środowiska.

Obecnie zarządzanie łańcuchem dostaw z zamkniętą pętlą definiowane jest jako: projektowanie, kontrola i obsługa systemu w taki sposób aby zmaksymalizować tworzenie wartości w całym cyklu życia produktu z dynamicznym odzyskaniem wartości z różnych rodzajów i ilości zwracanych produktów i odpadów w danym okresie czasu [14]. W CLSCM mają miejsce następujące działania: gromadzenie, kontrola / segregacja, ponowne przetwarzanie, unieszkodliwianie i redystrybucja [7].

## **2 RÓŻNICE MIĘDZY ZARZĄDZANIEM ŁAŃCUCHEM DOSTAW Z ZAMKNIĘTĄ PĘTLĄ A TRADYCYJNYM ŁAŃCUCHEM DOSTAW**

Zarządzanie łańcuchem dostaw z zamkniętą pętlą w porównaniu z tradycyjnym łańcuchem dostaw ma na celu zmiany w zakresie pięciu następujących aspektów [13]:

1. Cel. Tradycyjny łańcuch dostaw ma na celu obniżenie kosztów i poprawę efektywności łańcucha dostaw przedsiębiorstwa w celu maksymalizacji korzyści ekonomicznych. CLSCM dąży ponad to do maksymalizacji korzyści ekonomicznych, w celu zmniejszenia zużycia zasobów i energii oraz ograniczenia emisji zanieczyszczeń - wszystko w celu stworzenia społecznie odpowiedzialnej przedsiębiorczości i zrównoważenia korzyści gospodarczych, społecznych i wpływu na środowisko.

2. Struktura zarządzanie łańcuchem dostaw. Dla CLSCM, oddziaływanie na środowisko znajduje się w wewnętrznej i zewnętrznej strukturze zarządzania przedsiębiorstwami kooperującymi w łańcuchu, a ten element nie występuje w tradycyjnych łańcuchach dostaw.

3. Model biznesowy. CLSCM oznacza pełniejszy, bardziej kompletny model biznesowy. Działania takie jak obniżanie emisji dwutlenku węgla czy ochrony środowiska muszą być włączone do działań biznesowych w całej logistyce i łańcuchu dostaw aby możliwe było osiągnięcie pełnego systemu zielonego i niskoemisyjnego łańcucha dostaw dzięki przebiegowi całego cyklu życia produktu, od surowego materiału począwszy, poprzez pozyskiwanie wzoru przemysłowego do produkcji i dostawy włącznie.

4. Proces biznesowy. Tradycyjny łańcuch dostaw rozpoczyna się od dostawców, a kończy się na użytkownikach finalnych, a przepływu produktów realizowane są w sposób jednostronny i nieodwracalny, co w języku angielskim w literaturze określane jest jako "Cradle-to-Grave", oznaczając „od kołyski do grobu”. CLSCM zmienia ten tryb zarządzania w taki sposób, aby realizować przepływ "Cradle-to-Reincarnation" czyli "od kołyski do reinkarnacji", gdzie reinkarnacją będzie odzysk i wtórne użycie materiałów. W CLSCM cały tryb zarządzania musi opierać się na myślenie o cyrkulacji przepływu produktów i na odwrrotności tego przepływu, a dotyczyć to musi całego cyklu życia produktów zawartych w przepływie, co zasadniczo sprowadza się do tego, że odpady i produkty niepełnowartościowe muszą pozyskiwać „drugie życie” lub stawać się surowcem dostępnym dla nowej produkcji lub zostać wykorzystanymi do innych celów.

5. Wzór konsumpcjonizmu (wykorzystywania / zużywania). Wzór konsumpcjonizmu w tradycyjnych łańcuchach dostaw jest dobrowolna inicjatywa ustalana przez pryzmat wymagań i oczekiwań konsumentów oraz jednostek gospodarczych. CLSCM mogą być promowane poprzez regulacje rządowe zmierzające w kierunku realizacji priorytetów zrównoważonego rozwoju, społeczną odpowiedzialność biznesu, zrównoważony konsumpcjonizm i praktyki edukacyjne [5].

Dalsza część artykułu poświęcona jest przeglądowi koncepcji łączących się ściśle z realizacją działań w CLSCM czyli: działania zielone – logistyka odwrotna, zielone projektowanie, zielona produkcja, zarządzanie i gospodarka odpadami oraz ocena cyklu życia produktu.

### **3 DZIAŁANIA ZIELONE – LOGISTYKA ODWROTNA**

Logistyka odwrotna (RL) jest przeciwieństwem logistyki tradycyjnej, realizującej przepływy jednostronne, kończące się na kliencie finalnym [15]. Logistykę odwrotną można zdefiniować jako proces, w którym producent zaakceptuje uprzednio dostarczone produkty z punktu ich wykorzystania finalnego do ewentualnego recyklingu i ponownego przetworzenia [2]. Logistyka odwrotna jest stosowana na szeroką skalę szczególnie w przemyśle motoryzacyjnym przez firmy takie jak BMW i General Motors [16]. Inne firmy, takie jak Hewlett Packard, Storage Tek i TRW również wykorzystują logistykę odwrotną jako jeden z procesów w łańcuchu dostaw. Takie działania pomagają tym firmom w pozyskaniu bardziej konkurencyjnej pozycji w danej branży [13]. Kolekcjonowanie i gromadzenie jest pierwszym etapem w procesie odzyskiwania wartości z odpadów czy produktów niepełnowartościowych. Produkty są selekcionowane, zbierane i transportowane do zakładów odzyskujących z nich wartość i przetwarzających je [13]. Odpady czy zużyte produkty pochodzą z różnych źródeł i najpierw muszą zostać dostarczone do zakładu odzysku w celu rozpoczęcia procesu ich kontroli jakościowej, który następnie odzwierciedla się w kolejnych etapach odzysku, gdyż od kontroli jakości zależy dalsze przeznaczenie produktu czy odpadu [15]. Sortowanie i recykling są równie ważnym mechanizmem w przypadku sortowania produktów wielokrotnego użytku. Systemy zbiórki powinny posiadać klasyfikację produktów i odpadów według rodzajów użytych do ich wytworzenia materiałów, i być albo rozdzielanymi przez konsumenta (segregacja u źródła) lub w scentralizowanej, wyspecjalizowanej w tym celu jednostce (odpady zmieszane) [13]. Celem jest tu takie posortowanie produktów które mogą być ponownie wykorzystane aby uzyskać obniżenie kosztów wytwarzania nowych produktów.

### **4 ZIELONE PROJEKTOWANIE**

Zielone projektowanie jest ważnym tematem pobocznym przy analizie koncepcji CLSCM. Wiąże się ono z takim projektowaniem produktu lub usługi, które zachęci konsumentów do budowania świadomości ekologicznej [8]. Każda organizacja ma określony potencjał do tego, aby stać się przyjazną dla środowiska poprzez regenerację własnych produktów. Szczególnie przemysł ciężki, w przypadku którego łańcuchy dostaw są bardzo złożone, powinien brać pod uwagę korzyści wynikające ze stosowania procesów logistyki odwrotnej [10]. Za szczególnie cenną w tym zakresie regulację uznaje się wprowadzenie i rozwój normy ISO14000. Istotą zielonego projektowania jest to, aby produkt lub usługa już od samego początku była nastawiona na finalne przeznaczenie w formie możliwej do ponownego wykorzystania, a w trakcie użytkowania żeby wykazywała zminimalizowane oddziaływanie na środowisko naturalne. Dzięki temu procesy organizacji i zarządzania łańcuchem dostaw z zamkniętą pętlą już od początku będą nieco ułatwione, gdyż cykl życia produktów będzie znany i przewidywalny, oraz możliwe będzie prognozowanie pozyskania surowców wtórnych. Ponadto zielone projektowanie pozwala na zminimalizowanie ilości odpadów wytwarzanych w trakcie procesów produkcyjnych.

### **5 ZIELONA PRODUKCJA**

Zielona produkcja w CLSCM jest zrównoważonym podejściem do działań projektowych i inżynierskich zaangażowanych w rozwój produktów i / lub działania całego systemu w celu zminimalizowania negatywnego wpływu środowiska. Tendencje rozwoju podejścia „zielonego” pojawiły się kiedy dostrzeżono, że środowisko jest w poważnym niebezpieczeństwie. Ekolodzy rozpoczęli wywieranie nacisków zarówno na ludzi jak i na przedsiębiorstwa, aby zmieniali sposób działania na proekologiczny [6]. Firmy produkcyjne są głównym czynnikiem przyczyniającym się do niszczenia środowiska i to one muszą zdawać sobie sprawę, że na nich ciąży w pierwszej kolejności wdrażanie zielonych technik i strategii produkcji [3]. Niebezpieczeństwa w obliczu których stoi



środowisko to między innymi zmiany klimatyczne, pogorszenie stanu warstwy ozonowej i wyczerpanie ograniczonych zasobów naturalnych [10]. Wdrażając zielone technologie uzyskuje się zieloną gospodarkę, co oznacza że problemy środowiskowe i społeczne rozwiązywane są jednocześnie i tworzą nowe możliwości [10]. Gdy firma decyduje się na używanie zielonych strategii oraz zielonej techniki produkcji i przetwarzania, jej procesy są bardziej wydajne poprzez korzystanie z bardziej ekologicznych technologii, które nie zanieczyszczają ani nie tworzą produktów odpadowych które są marnotrawione. Ważne jest dla firm produkcyjnych aby przykładać wagę do problemów środowiskowych, ponieważ te problemy, prawidłowo rozwiązywane, mogą stworzyć możliwości dla innowacji, jak również pomóc tym firmom być konkurencyjnymi. Poza tym, według założeń zrównoważonego rozwoju, jeśli środowisko nie jest chronione to trwałość przyszłych pokoleń jest zagrożona.

## **6 ZARZĄDZANIE I GOSPODARKA ODPADAMI**

Programy zarządzania recyklingiem i ponownym wykorzystaniem odpadów koncentrują się na zarządzaniu odpadami po tym jak zostały one wytworzone. Z drugiej strony strategia redukcji ilości odpadów u źródła dotyczy zapobiegania lub zmniejszania strat podczas wytwarzania zamiast zarządzania nimi po wygenerowaniu, w celu efektywnego wykorzystania zasobów przez sprawdzenie, jak dana działalność jest prowadzona, jakie stosuje się materiały, czy które produkty zostały zakupione. Redukcja u źródła może być uzyskana za pomocą takich środków jak: stosowanie materiałów wielokrotnego użytku zamiast jednorazowych, eliminacja pewnych elementów produktów, naprawy i konserwacje urządzeń, produkowanie trwałych produktów i produkowanie z wykorzystaniem materiałów pochodzących z recyklingu [1]. Gospodarowanie odpadami obejmuje wstępną obróbkę odpadów. Obróbka wstępna jest przeprowadzana, gdy odpad przeszedł przez test trzypunktowy, i w którym wszystkie trzy punkty zostały spełnione. A dokładniej: a) musi być możliwe dla niego przeprowadzenie fizycznego, termicznego lub chemicznego, lub też biologicznego procesu unieszkodliwienia, w tym sortowania, b) jego właściwości muszą pozwalać na zmianę właściwości, c) musi wykazywać właściwości pozwalające na redukcję jego ilości, niebezpiecznych właściwości ułatwiają tym samym dalsze postępowanie w celu odzyskania wartości [4].

W zakresie gospodarki odpadami można też przedstawić strategię ośmiu punktów ochrony środowiska przez producenta: 1. obniżenie ilości wytwarzanych odpadów poprzez poprawę efektywności produkcji, 2. sprzedaż odpady w celu ponownego wykorzystania 3. inwestycja w wybudowanie dodatkowej instalacji do przetwarzania odpadów na surowce wtórne lub produkty, które będą użyteczne dla firmy lub innej jednostki, 4. współpraca z władzami państwowymi i lokalnymi społecznościami zmniejszyć uciążliwość środowiskową, 5. negocjować normy emisji i dotacje z tytułu bycia ekologicznym z lokalnymi władzami, 6. inwestycja w technologię przywracającą wartość odpadom wspólnie z innym przedsiębiorstwem lub lokalnymi władzami, 7. budowa własnej instalacji odzysku przy pomocy własnych pracowników i know-how, 8. sprzedaż zdobytej wiedzy innym jednostkom z podobnymi problemami [14].

## **7 OCENA CYKLU ŻYCIA PRODUKTU**

Ocena cyklu życia produktu jest ważną koncepcją dla zielonego projektowania a przez to również dla CLSCM. Ocena cyklu życia została wprowadzona do pomiaru oddziaływania na środowisko i zużycia zasobów materiałowych związanych z procesem produkcyjnym [13]. Pomiar ten przebiega na badaniach podzielonych na etapy obejmujące czynności od wydobycia surowców, poprzez produkcję, dystrybucję i przetwarzanie, kończąc na recyklingu i ostatecznej utylizacji. Analiza cyklu życia szacuje oraz oblicza energię i materiały wykorzystane i skategoryzowane jako odpady, a także ocenia wpływ produktu na środowisko naturalne.

## **WNIOSKI**

Wraz ze zmianami w produkcji, trend tworzenia produktów przyjaznych środowisku rośnie, kwestie środowiskowe i społeczne stały się ważne dla sfery zarządzania w każdej firmie. CLSCM

zidentyfikowano jako podejście do polepszenia wydajności procesów i produktów zgodnie z wymaganiami przepisów środowiskowych. CLSCM jest podsumowaniem dla zielonych działań i logistyki odwrotnej, zielonego projektowania, zielonej produkcji, gospodarki i zarządzania odpadami oraz oceny cyklu życia produktu. CLSCM w swojej organizacji bierze pod uwagę przyczyny i skutki ekologiczne, społeczne i gospodarcze, obierając je za cel działania, podczas gdy tradycyjne SCM zazwyczaj koncentruje się wyłącznie na efektywności gospodarczej. Zamknięcie pętli łańcucha dostaw daje korzyści zarówno operacyjne jak i finansowe dla organizacji, a jednocześnie działa na rzecz zrównoważonego rozwoju środowiska. CLSCM pozwala uzyskać przewagę konkurencyjną i poprawia sytuację ekonomiczną organizacji. Skuteczne wdrażanie CLSCM prowadzi do redukcji odpadów, zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska, optymalizacji wykorzystania zasobów i zmniejszenia kosztów. Projektowanie odpowiednich regulacji stanowi wyzwanie, które w realizacji pozwoli na rozwiązanie różnych problemów z zakresu ochrony środowiska, co z kolei przyczyni się do zrównoważonego rozwoju.

### **Streszczenie**

*Artykuł prezentuje mało znaną i szczątkowo publikowaną koncepcję związaną z zarządzaniem łańcuchami dostaw z zamkniętą pętlą (CLSCM). O ile zarządzanie tradycyjnymi łańcuchami dostaw (SCM) jest szeroko omawianym zagadnieniem w literaturze z zakresu logistyki, to informacje o pętlach, w tym pętli zamkniętej nie są popularne. Domykanie pętli łańcucha dostaw polega na wprowadzaniu powrotnym do przepływów w łańcuchu odpadów i produktów, które zostały poddane procesom odzysku i stanowią wartość w postaci surowców wtórnych i materiałów.*

*Artykuł przedstawia kilka wybranych koncepcji wspomagających domykanie pętli łańcucha dostaw czyniąc je bardziej ekologicznymi, a przez to bardziej nastawionymi na realizację priorytetów zrównoważonego rozwoju. Wśród nich najbardziej popularnymi są: zielone działania w ramach logistyki odwrotnej, zielona produkcja, zielone projektowanie, gospodarka i zarządzanie odpadami oraz ocena cyklu życia produktów. Po wskazaniu na różnice między SCM a CLSCM niniejsza publikacja prezentuje krótką charakterystykę tych elementów.*

## Closed-Loop Supply Chain Management – theoretical perspective of the concept

### **Abstract**

*The article presents the little-known and published vestigial concept related to closed loop supply chain management (CLSCM). Although the traditional supply chain management (SCM) is a widely discussed issue in the literature of logistics, the information about the loops, especially the closed loop are not popular. Closing the loop in supply chain involves the insertion of a return to the chain flows the waste and products that have undergone the processes of recovery and provide value in the form of secondary raw materials and materials.*

*The article presents a few selected concepts support closing the loop in supply chain making them greener and thus more geared to the priorities of sustainable development. Among them, the most common are: green action under reverse logistics, green manufacturing, green design, waste management and life cycle assessment of products. After pointing out the differences between SCM and CLSCM, this publication presents a brief description of these elements.*

### **BIBLIOGRAFIA**

1. Bettac E., Maas K., Beullens P., Bopp R.: RELOOP: reverse logistics chain optimization in a multi-user trading environment, Conference Record IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, Danvers, Massachusetts, USA, 1999.
2. Blumberg D., Introduction to management of reverse logistics and closed loop supply chain processes. CRC Press, Florida, USA, 2005.
3. Carter, C. R., Easton, P. L., Sustainable supply chain management: evolution and future directions. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 41(1), 46-62, 2011.

4. Drożdż M., Optymalizacja zużycia zasobów przez recykulację zużytego produktu. Statyczne modele recykulacji zasobów. [w] *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* nr 2/1996.
5. Huttunen, K., Autio, M., Consumer ethoses in Finnish consumer life stories: Agrarianism, economism and green consumerism. *International Journal of Consumer Studies*. 34(2): 146-152, 2010.
6. Inderfurth K., Teunter R.H., Production planning and control of closed-loop supply chains, [w] *Guide, Jr., V.D.R., Corbett, C., Dekker, R., Van Wassenhove L.N.: Business Aspects of Closed Loop Supply Chains*, 2002.
7. Krikke H.R., Kokkinaki A.I., van Nunen J.: *Business Aspects of Closed Loop Supply Chains*, [w] *Guide, Jr., V.D.R., Corbett, C., Dekker, R., Van Wassenhove L.N.: Business aspects of Closed Loop Supply Chain*, 2001.
8. Lee, K., Why and how to adopt green management into business operations? *Management Decision*. 47(7): 1101-1121, 2009.
9. Minner S., Kiesmüller G.P.: *Dynamic Product Acquisition in Closed Loop Supply Chains*. Working Paper 09/2002, Otto-von-Guericke, University of Magdeburg, Germany, 2002.
10. Piplani, R., Pujawan, N., Ray, S., Sustainable supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 111(2), 193-194, 2008.
11. Sarkis J., *Greener manufacturing and operations. From design to delivery and back*. Greenleaf Publishing, Sheffield UK, 2001.
12. Sarkis, J., Zhu, Q., Lai, K.-h., An organizational theoretic review of green supply chain management literature. *International Journal of Production Economics*, 130(1), 1-15, 2011.
13. Srivastava, S., Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, 9(1), 53-80, 2007.
14. Starostka-Patyk M., *Logistics management of waste flows*. Second edition. Valahia University Press. Targoviste, 2012.
15. Stinchfield, B.T., Li, H., Du, J., Sustainable manufacturing strategies and organizational performance in China. *International Journal of Business Research*. 9(6): 46-57, 2009.
16. Vachon, S., Klassen, R.D., Environmental management and manufacturing performance: The role of collaboration in the supply chain. *International Journal of Production Economics*. 111(2): 299-315, 2008.
17. Zikmund, W.G., Babin, B.J., Carr, J.C., Griffin, M., *Business research methods*. 8th Edition. South Western: Cengage Learning, 2010.