PRACE NAUKOWE
Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS
of Wrocław University of Economics

Nr 383

Ekonomiczne, społeczne i środowiskowe uwarunkowania logistyki

Redaktorzy naukowi
Jarosław Witkowski
Agnieszka Skowrońska

Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2015

Redaktor Wydawnictwa: Elżbieta Kożuchowska
Redakcja techniczna: Barbara Łopusiewicz
Korekta: Barbara Cibis
Łamanie: Adam Dębski
Projekt okładki: Beata Dębska

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania
znajdują się na stronie internetowej Wydawnictwa
www.pracenaukowe.ue.wroc.pl
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiejkolwiek formie
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2015

ISSN 1899-3192
e-ISSN 2392-0041

ISBN 978-83-7695-487-5

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Zamówienia na opublikowane prace należy składać na adres:
Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
tel./fax 71 36 80 602; e-mail:econbook@ue.wroc.pl
www.ksiegarnia.ue.wroc.pl

Druk i oprawa: EXPOL

Spis treści

Wstęp 9

Część 1. Logistyka miejska i usługi logistyczne w sektorze usług publicznych w warunkach ograniczeń budżetowych

Grażyna Chaberek-Karwacka: Teoretyczne kryteria kształtowania logistyki ostatniej mili i realne możliwości ich wykorzystania na obszarze największych aglomeracji w Polsce 13
Marzenna Cichosz: Innowacje w logistyce miejskiej – zrównoważony transport publiczny 26
Stanisław Iwan: Zarządzanie miejskim transportem towarowym w kontekście budowania konsensusu pomiędzy zróżnicowanymi oczekiwaniami jego interesariuszy 40
Sabina Kauf: Zarządzanie łańcuchem dostaw w sektorze publicznym 50
Maja Kiba-Janiak: Projekty logistyki miejskiej w warunkach ograniczeń budżetowych 60
Tomasz Kołakowski: Skuteczne i efektywne wdrażanie rozwiązań projektowych w zakresie logistyki miejskiej – wybrane zagadnienia 74
Kinga Kijewska: Rola menedżera logistyki miejskiej w usprawnianiu organizacji przewozów towarowych w miastach 87
Krzysztof Lewandowski: Propozycja redukcji kosztów w realizacji dostaw w centrum miasta na przykładzie Jeleniej Góry 95
Katarzyna Nowicka: Innowacje w logistyce miejskiej – ITS jako usługa 108
Barbara Ocicka: Perspektywy rozwoju potencjału logistycznego regionu łódzkiego 121
Bohdan Pac: Istota zarządzania zabezpieczeniem logistycznym w sytuacjach kryzysowych i stanach nadzwyczajnych 132
Aneta Pluta-Zaremba: Innowacje w logistyce miejskiej – zrównoważony transport towarów 154
Jacek Szołtysek, Rafał Otręba: Wieloaspektowa analiza czynników kształtujących poczucie jakości życia w mieście – jako przesłanka tworzenia polityki logistycznej miasta 166
Jacek Szołtysek, Sebastian Twaróg: Outsourcing obsługi logistycznej szpitali w warunkach kryzysu 187
Rajmund Żuryński: Perspektywa zarządzania projektami logistycznymi w organizacji masowych imprez sportowych w sytuacjach kryzysowych 200

Część 2. Zrównoważone łańcuchy dostaw i zielona logistyka w sytuacjach kryzysowych

Monika Bąk-Sokołowska: Znaczenie zrównoważonej logistyki w redukcji kosztów i poprawie jakości obsługi na przykładzie wybranych firm 217
Anna Baraniecka: Rozwój ekologistycznych łańcuchów dostaw jako skutek kryzysów: ekonomicznego i środowiskowego 235
Sławomir Droździecki: Działania Unii Europejskiej zmierzające do implementacji dyrektywy antysiarkowej II w portach morskich 249
Agata Mesjasz-Lech: Kryteria optymalizacji przepływów zwrotnych w zielonych łańcuchach dostaw 266
Adam Sadowski, Katarzyna Michniewska: Logistyka w usługach publicznych. Analiza wartości rynku surowców wtórnych 280
Blanka Tundys: Zielony łańcuch dostaw w gospodarce o okrężnym obiegu – założenia, relacje, implikacje 288
Krzysztof Witkowski: Aspekt logistyki zwrotów i recyklingu tworzyw sztucznych 302

Summaries

Part 1. City logistics and logistic services in the public service sector in the conditions of budgetary constraints

Grażyna Chaberek-Karwacka: Theoretical criteria for shaping the last mile logistics and real possibilities of their use in the area of the largest Polish agglomerations 25
Marzenna Cichosz: Innovations in urban logistics – sustainable public transport 39
Stanisław Iwan: Urban freight transport management in the context of consensus building between different stakeholders expectations 49
Sabina Kauf: Supply chain management in the public sector 59
Maja Kiba-Janiak: City logistics projects under budget restrictions 73
Tomasz Kołakowski: Effective and efficient implementation of project solutions in the field of city logistics – selected issues 86
Kinga Kijewska: The role of City Logistics Manager in the improvement of freight transport organization in cities 94
Krzysztof Lewandowski: The proposition of mutual reduction of delivery cost in the city center on the example of Jelenia Góra 107
Katarzyna Nowicka: Innovations in city logistics – ITS as a service 120

Barbara Ocicka: The development perspectives for logistics potential of Łódź region 131
Bohdan Pac: The role of logistic support management in the crisis and extreme situations 153
Aneta Pluta-Zaremba: Innovations in the city logistics focused on sustainable transport of goods 165
Jacek Szołtysek, Rafał Otręba: Multi-aspect analysis of factors that affect a sense of quality of life in a city – as a premise for elaborating a city logistic policy 186
Jacek Szołtysek, Sebastian Twaróg: Outsourcing of logistics services in hospitals in the conditions of crisis 198
Rajmund Żuryński: Logistics projects management – mass, sporting events in crisis situations 214

Part 2. Sustainable supply chains and the green logistics in crisis situations

Monika Bąk-Sokołowska: The importance of sustainable logistics in the reduction of costs and in the improvement of quality of service based on selected companies 234
Anna Baraniecka: The development of eco-logistic supply chains as the result of economic and environmental crises 248
Sławomir Droździecki: European Union political activity aimed at the implementation of anti sulphur directive II in sea ports 265
Agata Mesjasz-Lech: Reverse flows optimization criteria for green supply chains 279
Adam Sadowski, Katarzyna Michniewska: Logistics in public services. Secondary raw material market value analysis 287
Blanka Tundys: Green supply chain in circular economy − assumptions, relations, implications 301
Krzysztof Witkowski: The aspect of reverse logistics and recycling of plastics 317

PRACE NAUKOWE UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO WE WROCŁAWIU
RESEARCH PAPERS OF WROCŁAW UNIVERSITY OF ECONOMICS nr 383 ● 2015

Ekonomiczne, społeczne i środowiskowe uwarunkowania logistyki

ISSN 1899-3192
e-ISSN 2392-0041

Blanka Tundys
Uniwersytet Szczeciński
e-mail: blanka.tundys@wzieu.pl

ZIELONY ŁAŃCUCH DOSTAW W GOSPODARCE O OKRĘŻNYM OBIEGU – ZAŁOŻENIA, RELACJE, IMPLIKACJE*

Streszczenie: Aktualność tematyki związanej z założeniami i funkcjonowaniem zarówno zielonego łańcucha dostaw, jak i gospodarki o zamkniętym obiegu predestynuje do podjęcia rozważań dotyczących między innymi podstaw metodycznych do budowania modeli i wskazania wzajemnych relacji zachodzących pomiędzy powyższymi koncepcjami. Jednym z celów artykułu jest usystematyzowanie wiedzy na temat gospodarki cyrkularnej oraz teoretycznych podstaw zielonego łańcucha dostaw, także w kontekście ich wzajemnych powiązań i skutków, jakie może nieść ze sobą wdrożenie rozwiązań. Przedstawione zostały korzyści i efekty jakie przynoszą powyższe koncepcje. Wskazana została rola, jaką zielony łańcuch dostaw może odgrywać w tego typu gospodarce. Obiektem badań są teoretyczne modele zarówno odnoszące się do gospodarki o obiegu zamkniętym, jak i zielonego łańcucha dostaw. W rozważaniach wykorzystano analizę literatury światowej, na podstawie której wyciągnięto wnioski oraz sformułowano rekomendacje.

Słowa kluczowe: zielony łańcuch dostaw, gospodarka cyrkularna.

DOI: 10.15611/pn.2015.383.21

1. Wstęp

Tematyka zielonego łańcucha dostaw interesuje badaczy już od ponad 25 lat. Koncepcje, założenia oraz metodyka tworzenia zostały dogłębnie opisane w literaturze światowej. Rozwiązanie znajduje także odzwierciedlenie w praktyce gospodarczej. Do kluczowych obszarów zainteresowania należy zaliczyć: zielone operacje, zielone projektowanie, zieloną produkcję, zielone procesy, logistykę zwrotną czy zarządzanie odpadami. Wymienione aspekty wiążą się jednoznacznie z gospodarką o okrężnym obiegu (*gospodarka o obiegu zamkniętym*, *cyrkularna*, *zapętlona gospodarka*, *circular economy*). Jej koncepcje rozwinęły się w XXI wieku, choć genezy należy

* Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer: DEC-2013/09/B/HS4/02707

poszukiwać już w latach 70. XX w. Zainteresowanie wprowadzeniem jej w życie wykazują nie tylko kraje europejskie (odzwierciedlenie w dokumentach Komisji Europejskiej), ale także na przykład Chiny (promocja zasad circular economy stała się podstawą jedenastego pięcioletniego planu gospodarczego Chin z 2006 r.). Prognozuje się, że Unia Europejska do 2030 r. mogłaby odnotować wzrost produktywności przy przejściu na gospodarkę cyrkularną o 30%, co jednocześnie wpłynęłoby na tworzenie miejsc pracy i wzrost PKB [Komisja Europejska 2014].

W założeniach jest to gospodarka o zamkniętym obiegu, w której ilość odpadów powinna zostać ograniczona do zera, a produkty powinny być skonstruowane w taki sposób, aby uwzględniać ich jak najdłuższe użytkowanie, późniejszy demontaż oraz recykling (ponowne wykorzystanie). Taki model gospodarki jest mniej zasobochłonny i mniej emisyjny, a także sprzyja rozwojowi gospodarczemu oraz konkurencyjności gospodarek. Podstawą jest podejście systemowe, co doskonale komponuje się z zasadami logistyki i strategią zielonego łańcucha dostaw.

Powiązanie nowych zasad ekonomii z zielonym łańcuchem dostaw i jego założeniami jest jak najbardziej zasadne. Gospodarka okrężna stoi w opozycji do klasycznego linearnego ujęcia. Zielony łańcuch to wykorzystanie tradycyjnych zasad związanych z zarządzaniem łańcuchem dostaw, ale ze zwróceniem szczególnej uwagi na aspekty środowiskowe i recykling, a więc zamykanie obiegu i przeprojektowywanie procesów w taki sposób, aby były z jednej strony ekonomiczne, a z drugiej zasobooszczędne i jak najmniej obciążające środowisko naturalne.

2. Gospodarka o obiegu zamkniętym i zielony łańcuch dostaw – podstawy teoretyczne

2.1. Gospodarka o obiegu zamkniętym (*circular economy*) – założenia i definicje

Gospodarka o obiegu okrężnym nabiera coraz większego znaczenia i praktycznego zastosowania w systemach gospodarczych. W Europie jej popularyzacja związana jest z wymogami Unii Europejskiej.

Nie wskazuje się jednoznacznie na twórcę koncepcji, choć wiele jej założeń i podstaw teoretycznych pochodzi z prac W.R. Stahela. Już w 1976 r. w raporcie badawczym stworzonym na potrzeby Wspólnoty Europejskiej W. Stahel wraz z G. Reday [Stahel, Reday 1976; 1981] przedstawili wizję gospodarki o zamkniętym obiegu i jej wpływu na tworzenie miejsc pracy, konkurencyjność gospodarczą, oszczędności zasobów oraz zapobieganie powstawania odpadów. Raport wskazuje potencjał siły roboczej i zmian w produktach, które wpływają na zużycie energii. Wskazano, że wydłużenie życia produktu pozwala na zmniejszenie zużycia energii przy równoczesnym zwiększeniu zatrudnienia. Raport stał się podwaliną do tworzenia podstaw gospodarki o obiegu zamkniętym. W 1982 r. W.R. Stahel w syntetyczny sposób doprecyzował swoje pomysły w artykule *The product-life factor* [Stahel 1982]; zawarte

zostały w nim idee wykorzystania sprzedaży usług zamiast wyrobów, jako ostatecznego modelu zrównoważonego biznesu w gospodarce cyrkularnej. Na podstawie konkretnych studiów przypadków wskazano, że wykorzystanie sprzedaży usług umożliwia tworzenie zrównoważonych zysków z wysoką produktywnością zasobów bez eksternalizacji kosztów ryzyka i kosztów odpadów. Także wtedy pojawiła się wizualizacja alternatywnego modelu cyklu życia produktów, który może być podstawą do budowy modelu gospodarki o obiegu okrężnym (rys.1).

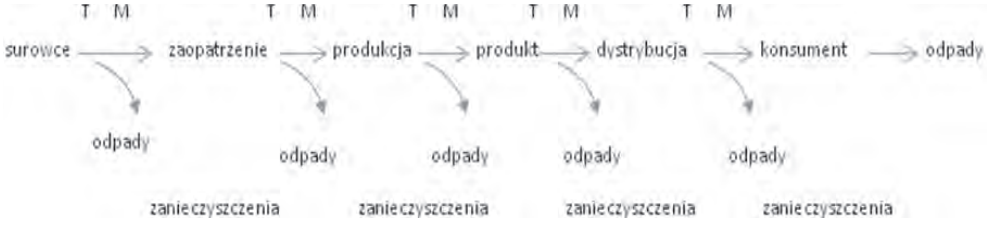
Rys. 1. Model cyklu życia produktów przemysłowych (W.R. Stahel)

Źródło: W.R. Stahel, *The product-life factor*, [in:] *An Inquiry Into the Nature of Dustinable Docieties. The Role of the Private Sector*, ed. S. Grinton Orr, Houston 1982, s. 76.

Kontynuując badania, w 1987 r. W.R. Stahel i M. Börlin opublikowali raport *Economic Strategies of Durability – longer product-life of goods as waste prevention strategy* [Stahel, Börlin 1987], w którym wskazali, że podmioty ekonomiczne w cyrkularnej gospodarce mogą osiągnąć większą zyskowność niż ich konkurenci w gospodarce przerobowej (linearnej). Aby gospodarka o obiegu okrężnym odniosła sukces, musi nastąpić restrukturyzacja założeń gospodarki przemysłowej.

Przeciwnicy nowej teorii wskazywali, że zapobieganie powstawaniu odpadów możliwe jest tylko w procesach wytwórczych (*cradle to grave*), co jest zgodne z liniowym modelem ekonomicznym. Nie ma takiej możliwości już podczas użytkowania produktu. Z tym podejściem nie zgadzał się W.R. Stahel, który wraz z M. Braungart w swoich publikacjach propagowali rewolucyjne podejście *cradle to cradle* – „od kołyski do kołyski" (niem. *von der Wiege zur nächsten Wiege*, fr. *d'un berceau à l'autre*). W latach 80. XX wieku W. McDonough i M. Braungart rozwinęli koncepcję Cradle to Cradle™. Opiera się ona między innymi na efektywnym projektowaniu produktów, które ma mieć pozytywny wpływ na środowisko naturalne i zmniejszenie negatywnych skutków po okresie użytkowania, poprzez zwiększenie wydajności i produktywności produktów (wydłużenie cyklu życia, recykling). Założenia koncepcji, które mogą być pierwowzorami gospodarki o obiegu okrężnym, wskazują na konieczność eliminacji odpadów (*waste equals food*), wykorzystanie energii odnawialnej (*use current solar income*), promowanie różnorodności (*celebrate diversity*) poprzez zarządzenie wykorzystaniem wody, promowanie zdrowych ekosystemów, szanowanie lokalności, używanie odpowiedzialności społecznej do działań i relacji z interesariuszami.

Tradycyjny liniowy model gospodarki opiera się na dużej ilości łatwo dostępnych zasobów i energii (rys. 2). Obecnie podejmowane działania na rzecz ograniczenia wykorzystywania zasobów i energii (ze źródeł konwencjonalnych) są słuszne i pozytywnie oceniane, jednakże w większości wypadków nie zmieniają charakteru wyrobów końcowych. Istotnym elementem gospodarki o zamkniętym obiegu jest nie tylko korzystanie ze źródeł energii odnawialnej, eliminacja toksycznych środków chemicznych, ale także staranne projektowanie produktów, po to aby wydłużyć okres ich użytkowania i eliminować odpady. Koncepcja czerpie z badania systemów nieliniowych (w tym organizmów żywych i biologicznych). Istotnym elementem jest także podejście całościowe, polegające na zarządzaniu całym przepływem materiałów w danym cyklu, a nie zarządzaniu poszczególnymi elementami cyklu. Takie ujęcie pozwala na obieg zwrotny, ponowne wprowadzenie produktów (lub elementów, które z nich pozostały) do obiegu i ponowne użytkowanie.



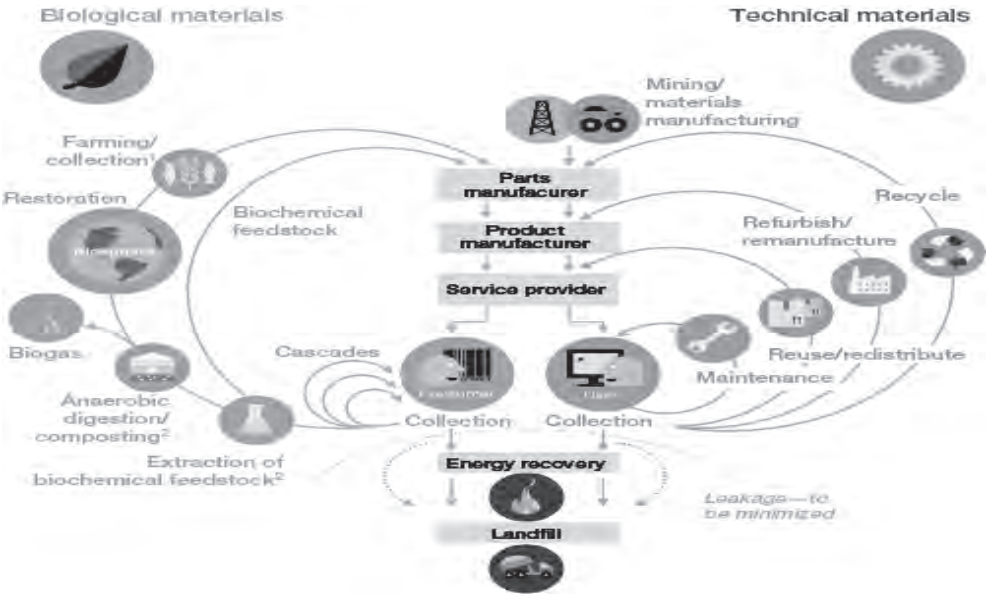
Rys. 2. Linearny model gospodarki

Źródło: opracowanie własne.

Nowością jest gospodarka budowana na zasadzie funkcjonalnego modelu „usług", w którym producenci i detaliści w coraz większym stopniu zachowują własność swoich produktów i, jeśli to możliwe, działają jako dostawcy usług (*service providers*), sprzedając użytkowanie produktu, a nie konsumpcję danego produktu. Modelowo zostało to zaprezentowane na rys. 3. Ostateczny konsument staje się właścicielem tylko części produktów, pozostałe użytkuje. Taka zmiana ma bezpośrednie przełożenie na rozwój skutecznych i wydajnych systemów gospodarczych, jednocześnie pozwalając na proliferację praktycznych modeli biznesowych. Umożliwia to tworzenie bardziej trwałych produktów, o dłuższym cyklu życia, ułatwiających ich demontaż, remont oraz rozwój.

Odnosząc się do prezentowanego przez Fundację E. MacArthur modelu gospodarki o obiegu zamkniętym (rys. 3), należy zauważyć, że jest on przeciwieństwem modelu linearnego. Model linearny oparty na zasadzie modelu wzrostu „weź, wyprodukuj, zużyj, wyrzuć" – bierze pod uwagę fakt, że zasoby występują w obfitych ilościach, są łatwo dostępne, można je w sposób bezproblemowy pozyskać i usunąć niewielkim kosztem. Systemy gospodarki cyrkularnej (o obiegu zamkniętym) pozwalają na zachowanie jak najdłużej wartości dodanej produktów i eliminowanie

odpadów. Zasoby są zachowane w obrębie gospodarki, wykorzystuje się wielokrotnie zużyte produkty, co pozwala na tworzenie nowej wartości i produktywności. W gospodarce linearnej zużyte produkty nie są wykorzystywane.



Rys. 3. Model gospodarki o zamkniętym obiegu

Źródło: Ellen MacArthur Foundation, *Toward the circular economy, opportunities for the consumer foods sector*, Part 2, Ellen MacArthur Foundation 2013, s. 30.

Przejście na gospodarkę o obiegu zamkniętym wymaga zmian właściwie w każdym ogniwie łańcucha wartości, a co za tym idzie – także łańcucha dostaw. Wymaga się restrukturyzacji i zmiany myślenia już od fazy projektowania produktu, potrzebne są też nowe modele biznesowe, jak również ścisła współpraca na każdym etapie łańcucha dostaw. Takie zmiany wymagają podejścia systemowego, zastosowania innowacji, użycia nowych sposobów przekształcania odpadów w zasoby, a także zmiany mentalności i podejścia do użytkowania wyrobów przez konsumentów. Istnieje potrzeba wdrożenia innowacji technologicznych, organizacyjnych, społecznych oraz zastosowania nowych instrumentów finansowych i politycznych.

2.2. Zielony łańcuch dostaw – elementy, budowa, definicje

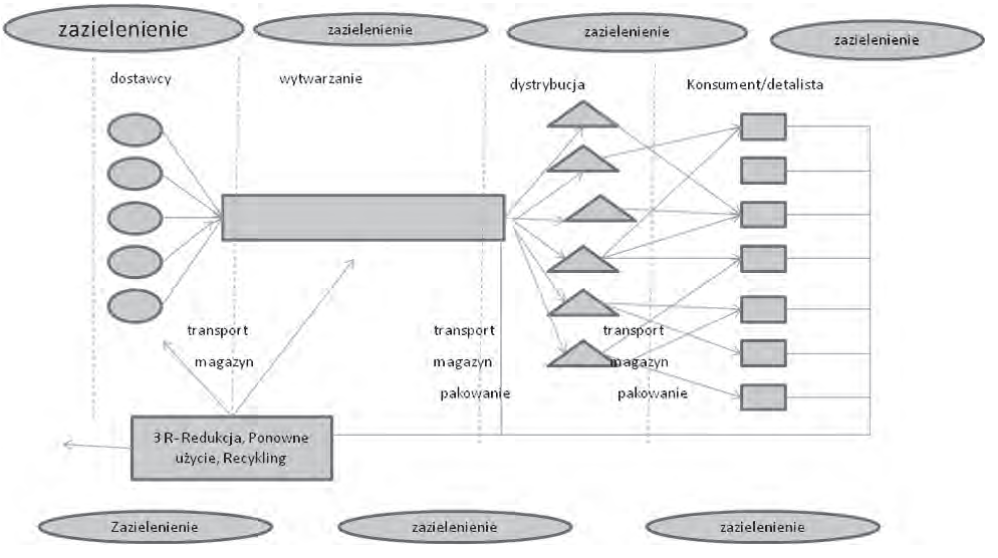
W ostatnich dziesięcioleciach nastąpiły poważne zmiany w zarządzaniu łańcuchami dostaw. Powstają nowe idee, rozwiązania, podstawy teoretyczne i rozwiązania praktyczne. Wiele miejsca w literaturze poświęca się łańcuchom o obiegu zamkniętym (*close loop supply chain*), wykorzystującym recykling. Wydaje się jednak zasadne wskazanie, że połączenie idei zamkniętej pętli łańcucha i założeń zielonego

łańcucha dostaw może znajdować odzwierciedlenie i wpisywać się w założenia gospodarki o zamkniętym obiegu. Zielony łańcuch dostaw to koncepcja bazująca na „zazielenieniu" i nieszkodzeniu środowisku naturalnemu na każdym etapie i w każdym procesie. W zaawansowanych rozwiązaniach wykorzystuje się także zamykanie pętli poprzez ponowne użytkowanie, recykling, przetworzenie i powrót do obiegu tego samego lub zmodyfikowanego produktu.

Dokładna analiza literatury przedmiotu wskazuje na zainteresowanie tematyką zielonego łańcucha dostaw już od ponad ćwierć wieku. W tego typu koncepcjach proces zarządzania jest rozszerzony o informacje o wpływie na środowisko oraz o ochronie zasobów, łączy strumienie informatyczne, materiałowe i energii, systematycznie je integrując i optymalizując, biorąc pod uwagę wymogi środowiska naturalnego i taką organizacje procesów, która ma jak najmniejszy negatywny wpływ na środowisko. Zarządzanie zielonym łańcuchem dostaw obejmuje zamknięty cykl, który związany jest z projektowaniem, produkcją, opakowaniem, sprzedażą, użytkowaniem i recyklingiem, włączając w to procesy magazynowania, transportu i wymiany informacji. Wszystkie elementy powinny spełniać odpowiednie wymogi środowiskowe. W łańcuchach wyróżnia się: procesy zwrotne, ponowne użycie, wykorzystanie materiałów i produktów. Rozpatrując zielony łańcuch dostaw, można stwierdzić, że oprócz tradycyjnych funkcji celów: czasu, jakości, kosztów i usług, obejmuje także funkcje związane z wpływem na środowisko i zasobooszczędne użytkowanie.

Definiując pojęcie zarządzania zielonym łańcuchem dostaw, należy wziąć pod uwagę definicję S. Srivastavy, który wskazuje, iż jest to integracja myślenia środowiskowego w ramach łańcucha dostaw, obejmująca jednocześnie projektowanie produktu, dostawy materiałów i ich selekcję, procesy wytwórcze, dostawę produktu końcowego do konsumenta, jak również zarządzanie produktem, którego cykl życia się skończył (wycofanego z eksploatacji) [Srivastava 2007]. Jest to także nowy rodzaj archetypu dla przedsiębiorstw działających w ramach łańcuchów dostaw, gdzie cele związane z zyskami i udziałem w rynku można osiągnąć za sprawą redukcji negatywnego wpływu na środowisko naturalne, jednocześnie podnosząc efektywność ekologiczną podmiotów [Zhu, Sarkis, Geng 2005]. Zazielenienie łańcucha jest procesem, który musi uwzględniać kryteria środowiskowe w podejmowaniu decyzji związanych z zaopatrzeniem, w tym decyzji organizacyjnych związanych z długoterminowymi relacjami z dostawcami. To, co wiąże podejmowane decyzje i co jest sterownikiem i wyznacznikiem podejmowanych decyzji, to wzajemne relacje pomiędzy środowiskiem, strategią i logistyką [Gilbert 2001]. Nowe podejście do zarządzania łańcuchem dostaw wskazuje, że do tradycyjnie pojmowanych procesów należy dodać zintegrowane myślenie oraz działania, które nie kończą się wraz z dostarczeniem produktu klientowi, a obejmują także jego zagospodarowanie (i wszelkie z tym związane procesy, w tym logistyczne) po okresie jego użytkowania, czyli w momencie, kiedy cykl życia produktu się kończy i rozpoczyna się zwrotny łańcuch dostaw (nie tylko opakowania). Wszystkie elementy i procesy mu-

szą uwzględniać aspekty środowiskowe. W klasycznym ujęciu nie rozpatrywano łańcucha dostaw w kategoriach kreatora tworzonych kosztów zewnętrznych czy negatywnego wpływu na środowisko. Na łańcuch trzeba spojrzeć w taki sposób, aby uwypuklić kwestie związane z tym, że zielone aspekty mogą przynosić albo korzyści, albo koszty. Istotna jest także taka konstrukcja, która będzie przynosiła wartość i korzyści (ekonomiczne, społeczne i środowiskowe) dla wszystkich użytkowników. Obecnie kwestie ochrony środowiska i wpływu łańcuchów na środowisko stają się coraz ważniejsze i stanowią poważny problem dla większości globalnych łańcuchów dostaw. „Inność" zielonego łańcucha dostaw polega na „zazielenieniu" procesów na każdym etapie oraz próbie zamykania pętli łańcucha (przynajmniej na pewnych odcinkach). Wdrażanie procesów związanych z ekologizacją i ograniczeniem negatywnych skutków procesów logistycznych należą do najważniejszych zadań. Wartością dodaną takich łańcuchów jest właśnie przymiotnik „zielony" już na etapie projektowania łańcucha (potem produktu) i jego dalszych procesów. W tym aspekcie mówi się także o projektowaniu produktów, produkcji, zakupie materiałów, opakowaniach, magazynowaniu, transporcie, innych procesach logistycznych, procesach zwrotnych, o zamykaniu pętli (w tym recyklingu) oraz relacjach z dostawcami, przepływach informacyjnych i finansowych. Wizualizację zielonego łańcucha dostaw prezentuje rys. 4.



Rys. 4. Model zielonego łańcucha dostaw – ujęcie podstawowe

Źródło: opracowanie własne.

Istotne jest ponowne wprowadzanie materiałów do procesów produkcyjnych, do różnych segmentów pierwotnego łańcucha dostaw lub do innych łańcuchów dostaw.

Implikując rozważania jako nowe rozwiązanie biznesowe, należy zidentyfikować czynniki, które napędzają lub utrudniają organizacjom wdrożenie ekologicznych inicjatyw w zakresie zarządzania łańcuchem dostaw; wśród nich wyróżnia się „sterowniki" (*drivers*) wpływające na kształt i konstrukcję łańcucha – wewnętrzne (czynniki organizacyjne), zewnętrzne (regulacje administracyjne i prawne, klienci, konkurenci, dostawcy, inni interesariusze) [Walker, Di Sisto, McBain 2008]. H.A. Quazi zidentyfikował siedem czynników krytycznych, które mogą stać się czynnikami sukcesu zielonego łańcucha dostaw. Są to: zaangażowane kierownictwo; zaangażowanie pracowników; szkolenia; zielone produkty/procesy projektowania; zarządzanie dostawcami; pomiar procesów; zarządzanie informacją.

3. Modelowanie zielonego łańcucha dostaw w gospodarce cyrkularnej

Systemy, które są mają mniej węzłów, mniej połączeń i większą przepustowość, są wydajne, ale stają się tym samym bardziej kruche, bardziej podatne na skutki wstrząsów (zmienność cen, przerwanie dostaw). Systemy składające się z wielu węzłów i połączeń są bardziej odporne, ale mogą być wolne i nieskuteczne. Należy więc w taki sposób tworzyć globalne systemy i łańcuchy dostaw, aby potrafiły one sprostać wymaganiom, w tym nowym systemom ekonomicznym, a jednocześnie były efektywne. W takich wypadkach zarówno sprawność, jak i odporność muszą ze sobą współgrać (*resilience* i *efficiency*). Jest to inny sposób patrzenia na optymalizację systemów (m.in. poprzez eliminację odpadów); wspiera się myślenie kaskadowe (tworzenie wartości poprzez układy kaskadowe) i maksymalne wykorzystywanie wszystkich elementów łańcuchów.

Zmiany zachodzące w systemach ekonomicznych jednocześnie wpływają na zmiany w konstrukcjach łańcucha dostaw. Wymagania dotyczące zasad ochrony środowiska, utylizacji odpadów czy opakowań zwrotnych mają zdecydowany wpływ na jego funkcjonowanie. Innowacje, w tym odnoszące się do zazielenienia łańcucha dostaw, wpływają na tworzenie gospodarki o obiegu zamkniętym. Przykłady innowacji w całym łańcuchu wartości, które wspierają nowy model gospodarczy, prezentuje tab. 1.

Zarówno w zasadach nowego podejścia ekonomicznego, jak i zielonego łańcucha dostaw należy projektować produkty (usługi) w taki sposób, aby móc produkty przeprojektować, wydłużyć okres ich użytkowania, dać możliwość naprawy (łącznie z tworzeniem łańcucha serwisu jako jednego elementu zamkniętej pętli), przerobienia, recyklingu zamiast wyrzucania. Procesy produkcyjne powinny być w taki sposób zaprojektowane, aby wykorzystać zdolność zasobów naturalnych do odtwarzania się, a innowacyjne modele biznesowe powinny prowadzić do powstawania nowych relacji między przedsiębiorstwami a konkurentami.

Tabela 1. Przykłady rozwiązań związanych z tworzeniem gospodarki o zamkniętym obiegu

Opis rozwiązania	Przykład
Ograniczenie ilości materiałów wymaganych do świadczenia konkretnej usługi	ograniczenie wagi
Przedłużenie okresu użytkowania produktów	trwałość
Ograniczenie zużycia energii i materiałów na etapach produkcji i użytkowania	efektywność
Ograniczenie wykorzystania materiałów niebezpiecznych lub trudnych do recyklingu w produktach i procesach produkcji	substytucja
Stworzenie rynków dla surowców wtórnych (recyklatów)	w oparciu o normy, zamówienia publiczne
Projektowanie produktów łatwiejszych do utrzymania, naprawy, modernizacji, przerobienia lub recyklingu	ekoprojekt
Rozwój koniecznych usług dla konsumentów w danym obszarze	konserwacje/naprawy
Zachęcanie konsumentów do ograniczania odpadów i wysokiej jakości segregacji oraz wspieranie tych działań	edukacja
Zachęcanie do segregacji i stosowanie systemów zbiórki minimalizujących koszty recyklingu oraz ponownego wykorzystania	edukacja, instrumenty finansowe
Ułatwianie grupowania działań mających na celu zapobieganie przeznaczaniu produktów ubocznych na odpady	symbioza przemysłowa
Stymulowanie warunków sprzyjających szerszym i lepszym wyborom konsumentów za sprawą usług dzierżawy, wynajmu lub współużytkowania, stanowiących alternatywę dla posiadania produktów na własność, przy jednoczesnym zabezpieczeniu interesów konsumentów	pod względem kosztów, ochrony, informacji, warunków umownych, aspektów dotyczących ubezpieczenia

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program ‘zero odpadów” dla Europy”. Bruksela, 2.07.2014, COM(2014) 398 final.

W swoich opracowaniach z lat 80. XX wieku W. Stahel [1982] wskazuje na ekonomiczne, ekologiczne i społeczne zalety gospodarki cyrkularnej (zapętlonej). Jest to zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju. Do zalet zalicza m.in.:

– znaczące różnice ekonomiczne występujące pomiędzy ponownym użyciem dóbr i komponentów (także wydłużeniem czasu użytkowania dobra) a recyklingiem części;
– aksjomat najmniejszej pętli (ponownego użycia) jako najbardziej opłacalnej, który powinien być uwzględniany w określaniu zrównoważonych strategii gospodarczych;
– konieczność zamknięcia pętli odpowiedzialności (obowiązek odbioru przez producentów), nie tylko pętli fizycznych, zwłaszcza odnosząc się do prawodawstwa i polityki;
– powiązanie pomiędzy wkładem zasobów energetycznych/surowcowych a tworzeniem miejsc pracy w zapętlonej gospodarce.

Poszczególne etapy wdrażania modelu gospodarki cyrkularnej powinny oferować możliwość zmniejszania kosztów i uzależniania od zasobów naturalnych, stymulując wzrost gospodarczy i tworzenie miejsc pracy oraz ograniczając odpady i szkodliwe emisje dla środowiska. Etapy muszą być ze sobą powiązane, ponieważ materiały mogą być wykorzystywane w systemie kaskadowym (wykorzystanie przez innych), a to ma zapewnić pozostanie zasobów w obiegu i optymalizację systemu. W ten sposób można modelować łańcuchy.

Rozważając zagadnienia związane z zielonym łańcuchem dostaw, należy wskazać, że to, czego się oczekuje w ramach tworzonego łańcucha, to przede wszystkim: redukcja kosztów [Zhu, Sarkis 2006], rozwój produktu, odpowiednia jakość procesów [Lamming, Hampson 1996], redukcja ryzyka [Welford, Frost 2006], lepsze wyniki finansowe, znaczenie kupującego, siła nabywcza kupującego [Hall 2000], tworzenie efektu mnożnikowego [Preuss 2001]. P. Rao i D. Holt w swoich rozważaniach zauważyli, że proekologiczne rozwiązania na różnych etapach łańcucha dostaw prowadzą do jego integracji, a to z kolei prowadzi do zwiększenia konkurencyjności i wydajności w obszarze ekonomicznym i operacyjnym [Rao, Holt 2005]. S. Lee wskazał, że głównymi czynnikami sukcesu i korzyści w zarządzaniu zielonym łańcuchu dostaw są zielone rozwiązania, nabywcy oraz administracja publiczna [Lee 2008]. Oczywiście stworzenie takiej konstrukcji w ramach gospodarki o zamkniętym obiegu niesie ze sobą oczekiwanie korzyści związanych ze zrównoważonym rozwojem i środowiskiem naturalnym.

Zarówno zielony łańcuch dostaw, jak i zasady gospodarki o zamkniętym obiegu wymagają nowych sposobów przekształcania odpadów w zasoby, nowych zachowań konsumentów. Wiąże się to z kompletną zmianą systemową oraz innowacjami nie tylko w technologiach i infrastrukturze, ale również w organizacji, społeczeństwie, metodach finansowania i polityce. Jednocześnie należy pamiętać, że nawet w gospodarce, która w dużym stopniu opiera się na obiegu zamkniętym, pozostanie pewien element linearności, ponieważ istnieje zapotrzebowanie na zasoby dotąd nieeksploatowane, a także usuwa się odpady resztkowe.

Zgodnie z założeniami gospodarki o zamkniętym obiegu powinno stosować się zasadę 3R – *reduce*, *reuse*, *recycle* (redukuj, używaj ponownie, recykluj) i jest to przeciwieństwo gospodarki linearnej zasoby-produkt-odpady. Zgodnie z koncepcją zrównoważonego rozwoju, jak i właśnie gospodarki zamkniętego obiegu można wskazać na zasoby-produkty-odpady-odnawialne źródła energii. Gospodarka o okrężnym cyklu wzmacnia świadomość ochrony zasobów i środowiska, a tym samym promowanie wdrażania strategii zarządzania zielonym łańcuchem dostaw. Definicja zarządzania zielonym łańcuchem dostaw nie jest jednoznacznie związana z gospodarką o okrężnym obiegu, jednakże widać wspólne elementy. Zielony łańcuch dostaw i zarządzanie nim ma za zadanie być kompatybilnym ze środowiskiem, co można osiągnąć za pomocą optymalizacji działań i procesów oraz przyjazności dla środowiska. W założeniu koncepcja zakłada redukcję zanieczyszczeń u źródła, prewencję, unieszkodliwianie. Pełne zaangażowanie i integracja pozwala na zmniej-

szenie kosztów niwelowania negatywnych skutków, jak i wpływu na środowisko, a tym samym na poprawę efektywności środowiskowej podmiotów uczestniczących w łańcuchu oraz ich wydajności ekonomicznej. Należy zatem konstruować zielony łańcuch dostaw w związku z circular economy. Powiązanie zasad gospodarki o obiegu zamkniętym i łańcucha dostaw prezentuje tab. 2.

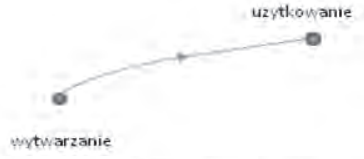
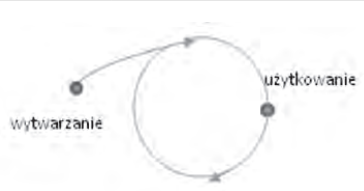
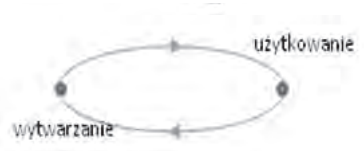
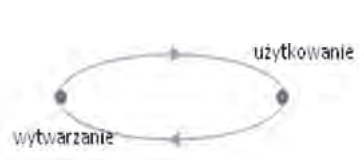
Tabela 2. Elementy związane z gospodarką o zamkniętym obiegu w łańcuchu dostaw

Etap	Charakterystyka
Produkcji	zrównoważone środowiskowo, standardy wyboru dostawców, dobrowolne systemy w sektorach przemysłu i wśród sprzedawców detalicznych oraz symbioza przemysłowa w celu stworzenia rynków produktów ubocznych;
Dystrybucji	lepsze informacje na temat zasobów zawartych w produktach oraz sposobu naprawy lub recyklingu tych produktów, określane w zaleceniach platformy jako „paszport produktu”;
Konsumpcji	modele konsumpcji współdzielonej, opierające się na pożyczaniu, wymianie, zamianie i wynajmowaniu produktów oraz na systemach produktowo-usługowych w celu uzyskania większej wartości z niedostatecznie wykorzystanych aktywów lub zasobów (np. samochodów, narzędzi, pomieszczeń).

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program ‘zero odpadów’ dla Europy”. Bruksela, 2.07.2014, COM(2014) 398 final.

Powołując się na raport fundacji E. MacArthur [Ellen MacArthur Foundation 2014], należy wskazać, że już funkcjonują łańcuchy dostaw o cyklu zamkniętym. Nie są one bardzo powszechne. Punkty ciężkości postawione są na zmniejszanie kosztów i możliwie zamknięcie cyklu, koncentrację na zgłaszanym popycie, obejmując cykle wsteczne. Zaawansowane technologie pozwalają zwiększyć wydajność w obu kierunkach. Działalność tego typu musi być wspierana przez rozwiązania rządów, system bodźców (opłaty środowiskowe). To właśnie odpowiednio skonstruowane i zarządzane łańcuchy dostaw z zamkniętymi cyklami są kluczem do wprowadzania zmian. Wdrożenie zielonych zasad dotyczących produkcji, transportu, projektowania, a także opakowań czy ponownego wykorzystania produktów mogą być podstawą sukcesu gospodarki o okrężnym obiegu. Tradycyjne podejście i to, co się dzieje w światowej gospodarce, gdzie dominuje chińska produkcja (kraj bogaty w zasoby naturalne) i rynki docelowe w Europie i Ameryce – gdzie produkty są deponowane i w ograniczonym stopniu recyklingowane, jest przeciwieństwem zamkniętej pętli. W zglobalizowanej gospodarce należy eliminować bariery związane z rozproszeniem geograficznym, kompleksowością materiałów (i brakiem możliwości ich ponownego użytkowania) i ich liniowy przepływ. Schematycznie powiązania i przechodzenie do zamkniętej pętli oraz charakterystykę prezentuje tab. 3.

Tabela 3. Pierwowzory łańcuchów dostaw i pętli

Rodzaj powiązań	Ujęcie		Charakterystyka	Przykład
	globalne	regionalne		
Linearny			wycofane z użycia produkty są usuwane na wysypiska lub do spalarni. Procesy odbywają się w krajach konsumpcji produktów	80% materiałów z branży FMCG
Otwarty/ kaskadowy			część wycofanych z użycia produktów jest zbierana i sprzedawana na rynku wtórnym (przepływy powtórne nie są regulowane)	sprzedaż i dystrybucja używanych ubrań
Częściowo otwarty/ pętle regionalne			produkcja na rynku regionalnym i także produkty wtórne wracają do producentów w regionie. Na miejscu korzysta się z produktów wycofanych z rynku, produkty są zbierane, następuje ich reinżyniering/regeneracja, sprzedaż na rynku lokalnym	skrzynie biegów samochodów, naprawy sprzętu (np. wiertarki)
Łańcuchy zamknięte globalnie/ regionalnie			produkcja na rynku regionalnym i także produkty wtórne wracają do producentów w regionie. Na miejscu korzysta się z produktów wycofanych z rynku, produkty są zbierane, następuje ich reinżyniering/regeneracja, sprzedaż na rynku lokalnym	dystrybucja piwa butelkowego
			wycofane z użycia produkty i komponenty są gromadzone i zwracane do krajów, w których zostały wytworzone. Używane do stosowania w produkcji takich samych lub podobnych produktów, wykorzystywany recykling	nitki bawełny z jeansów

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Report: Toward the circular economy. Accelerating the scale – up, across global supply chain*, Part 3, Ellen MacArthur Foundation, 2014, s. 39.

Zielony łańcuch dostaw może stymulować, inspirować i wspierać gospodarkę o obiegu zamkniętym.

4. Podsumowanie i rekomendacje

Aby działać w sposób jak najbardziej efektywny przy wprowadzaniu zasad gospodarki o zamkniętym obiegu, w tym zielonego łańcucha dostaw, należy zastosować odpowiednie mechanizmy rynkowe, eliminując wszelkie niedoskonałości rynku i wąskie gardła dla innowacji. Należy rozwijać funkcjonujące już rynki surowców wtórnych. Szczególną uwagę należy zwrócić na stworzenie przedsiębiorcom możliwości wejścia na potencjalne nowe rynki związane z gospodarką o obiegu zamkniętym, zapewniając też, by rynek pracy dysponował koniecznym zasobem umiejętności. Konsumentom należy stworzyć możliwości dokonywania świadomych wyborów poprzez lepsze informowanie o ekologicznych aspektach różnych produktów. Stymulowanie innowacji w zakresie recyklingu i ponownego wykorzystania ogranicza ilość odpadów składowanych, zmniejsza straty w zasobach oraz dostarcza środków zachęcających do zmiany zachowań – to wspiera nowe zasady gospodarcze. Założenia gospodarki o zamkniętym obiegu są ściśle związane z łańcuchem dostaw. Można ją także w zdecydowany sposób łączyć z zielonym łańcuchem dostaw. Korzyści, jakie przynoszą oba rozwiązania, są ze sobą powiązane. Konkludując, należy wskazać, iż oba rozwiązania powinny ze sobą współdziałać, wspierać się i uzupełniać. Wtedy funkcjonalność i możliwości implementacyjne będą większe, zwłaszcza jeśli weźmie się pod uwagę możliwości wdrażania podobnych instrumentów organizacyjnych, administracyjnych, prawnych, a także kampanii społecznych. Przyczyniają się one do odciążenia środowiska naturalnego od negatywnego wpływu procesów gospodarczych.

Literatura

Ellen MacArthur Foundation, 2013, *Toward the circular economy, opportunities for the consumer foods sector*, Part 2, Ellen MacArthur Foundation.

Ellen MacArthur Foundation, 2014, *Report: Toward the circular economy, Accelerating the scale – up, across global supply chain*, Part 3, Ellen MacArthur Foundation.

Gilbert S., 2001, *Greening supply chain: enhancing competitiveness through green productivity*, „International Journal of Operations & Production Management", vol. 25, no. 9/10, s. 898–916.

Hall J., 2000, *Environmental supply chain dynamics*, „Journal of Cleaner Production", vol. 8 (6), s. 455–471.

Komisja Europejska, 2014, Commission staff working document Analysis of an EU target for Resource Productivity Accompanying the document Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions Towards a circular economy: a zero waste programme for Europe {COM(2014) 398} {SWD(2014) 206}.

Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program 'zero odpadów' dla Europy". Bruksela, 2.07.2014, COM(2014) 398 final.

Lamming R., Hampson J., 1996, *The environment as a supply chain management issue*, „British Journal Management", no. 7 (special issue), s. 45–62.
Lee S.Y., 2008, *Drivers for participation of small and medium-sized suppliers in green supply initiatives. Supply chain management*, „An International Journal", vol. 13(3), s. 185–198.
Preuss L., 2001, *In dirty chains? Purchasing and greener manufacturing*, „Journal of Business Ethics", vol. 34(3), s. 345–359.
Srivastava S.K., 2007, *Green supply-chain management: A state-of – the-art – literature review*, „International Journal of Management Reviews", vol. 9.
Stahel W., 1982, *The product-life factor*, [w:] *An Inquiry Into the Nature of Dustinable Docieties. The Role of the Private Sector*, ed. S. Grinton Orr, Houston, s. 72–104.
Stahel W., Börlin M., 1987, *Economic Strategies of Durability – Longer Product-life of Goods as Waste Prevention Strategy*, The Product-Life Institute, Geneva.
Stahel W., Reday G., 1976, *Report The Potential for Substituting Manpower for Energy 1976*, Vantage Press, New York.
Stahel W., Reday G., 1981, *Jobs for Tomorrow, the Potential for Substituting Manpower for Energy*, Vantage Press, New York.
Walker H., Di Sisto L., McBain D., 2008, *Drivers of environmental supply chain practices: lessons from the public and private sec tors*, „Journal of Purchasing and Supply Chain Management", vol. 14(1), s. 69–85.
Welford R., Frost S., 2006, *Corporate social responsibility in Asian supply chains*, „Corporate Social Responsibility and Environmental Management", vol. 13, s. 166–176.
Zhu Q., Sarkis J., 2004, *Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises*, „Journal of Operations Management".
Zhu Q. H., Sarkis J., 2006, *An inter-sectoral comparison of green supply chain management in China: Drivers and practices*, „Journal of Cleaner Production", vol. 14(5), s. 472–486.
Zhu Q., Sarkis J., Geng Y., 2005, *Green supply chain management in China: Pressures, practices and performance*, „International Journal of Operations and Production Management", vol. 25, s. 449–468.

GREEN SUPPLY CHAIN IN CIRCULAR ECONOMY − ASSUMPTIONS, RELATIONS, IMPLICATIONS

Summary: The topic of supply chain and circular economy is very important in the global world and global economy. Both areas are connected. One purpose of this article is to systematize the knowledge of circular economy and the theoretical foundations of the green supply chain, included in the context of their interrelationships and effects that may involve the implementation of solutions. The article presents the benefits and effects that bring these concepts and the role green supply chain in this type of economy can play. The analysis of world literature, on the basis of which conclusions are formulated, is used in considerations.

Keywords: green supply chain, circular economy.