

# 42

## ZIELONE I INTELIGENTNE ŁAŃCUCHY DOSTAW, DEDYKOWANE BRANŻY GÓRNICZEJ

### 42.1 WPROWADZENIE

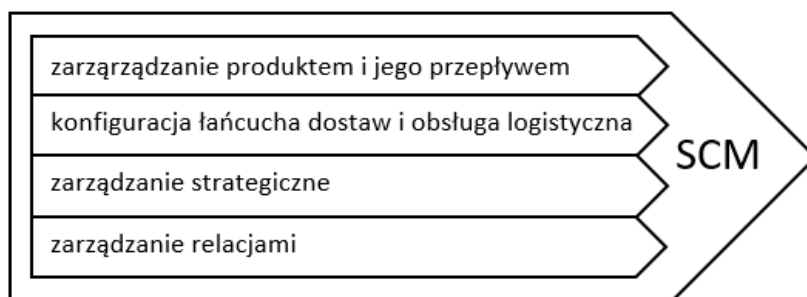
W literaturze przedmiotu w zakresie branży węglowej najczęściej rozważane są kwestie związane z technologią i bezpieczeństwem pracy. Niewiele jest jednak opracowań, w których podejmuje się wątek zarządzania łańcuchem dostaw. Przykładowo Zuñiga, Wuest i Thoben [35] doszli do wniosku, że modelowanie procesów wydobywczych w odniesieniu do łańcucha dostaw (SCOR) jest możliwe i zapewnia korzyści. Wykorzystanie standardów KPI (*Key Performance Indicators*) w całym łańcuchu dostaw przyczynia się do poprawy przejrzystości w przemyśle górniczym. Świerczek [30] zbadał możliwości optymalnej lokalizacji materiałowego i informacyjnego punktu rozdziału w łańcuchu logistycznym kopalni węgla kamiennego. Autor doszedł do wniosku, że całkowite przesunięcie informacyjnego punktu rozdziału w górę, łańcucha prowadziłyby do wygenerowania bardzo wysokiego poziomu kosztów produkcji i do nieefektywnego wykorzystania zdolności produkcyjnych oraz że, zastosowanie selektywnej strategii wydobywczej przy obecnym poziomie rozwoju technologicznego jest niemożliwe. Wu, Santoso i Roan [33] zbadali kluczowe czynniki zrównoważonego zarządzania łańcuchem dostaw. Autorzy wyodrębnili dwanaście czynników w ramach czterech kryteriów. Przedstawili ich związek z wynikami ekonomicznymi, operacyjnymi, społecznymi i środowiskowymi oraz z motywatorami ich wdrażania. Wang, Zhang i Li [31] opracowali model oparty na łańcuchu dostaw, który wspomaga rozwiązywanie kwestii spornych w zakresie konieczności produkcji w dużej skali i niestandardowego zapotrzebowania na produkty przemysłu węglowego. W tym celu autorzy sporządzili schemat działań w branży górniczej, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów logistycznych. Zaklan i in. [34] badali zależności w jakim stopniu logistyka wpływa na zmiany cen węgla poprzez koszty transportu, które zależą głównie od cen ropy. Z kolei Mhlanga, Mbohwa i Pretorius [22] opisują czynniki wpływające na transport w przemyśle węglowym, takie jak: sposób załadunku, plany płatności, niezawodność. Benalcazar, Kamiński i Saługa [4] zwrócili uwagę na konieczność analizy łańcucha dostaw w branży węglowej pod

kątem problemów efektywnej alokacji powierzchni magazynowych, parametrów jakościowych produktów i różnorodności odbiorców. Attari i Torkayesh [1] podjęli próbę zaprojektowania sieci łańcucha dostaw dla trzech kopalń przemysłu górniczego z uwzględnieniem dostawców, centrów produkcyjnych i dystrybutorów różnymi rodzajami pojazdów. Zaproponowany model ma na celu minimalizację kosztów transportu, kosztów zakupu i produkcji oraz zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub>. Osborne, Smith i Mann [24] omawiają wszystkie podstawowe komponenty łańcucha dostaw od rozwoju produktu, zarządzania informacjami i finansowania po optymalizację przepływu strumieni przepływu. Włodarczyk i Rybak [32] przeanalizowały kanały dystrybucji węgla kamiennego oraz metody przewozu węgla do klientów indywidualnych.

Pomimo rosnącej literatury naukowej z zakresu branży górniczej istnieje wiele kierunków badawczych w obszarze łańcuchów dostaw jeszcze niewyeksplorowanych. Na podstawie przeglądu światowej literatury przedmiotu dotyczącej aspektów zarządzania łańcuchem dostaw wśród propozycji do dalszych analiz bazujących na branży górniczej można wymienić:

- zarządzanie ofertą produktową w celu wydłużania i zapętlania łańcuchów dostaw oraz podnoszenia jej jakości,
- formułowanie strategii przepływów typu „produkcja na zapas” (*make-to-stock* – MTS) w kontekście możliwości jej uelastycznienia,
- problematyczne aspekty zarządzania zaopatrzeniem, produkcją i dystrybucją,
- zarządzanie gospodarką magazynową i stanami zapasów,
- formułowanie zamkniętej pętli łańcuchów dostaw,
- obsługę logistyczną przez podmioty typu 3PL (*Third Party Logistics*) i 4PL (*Fourth Party Logistics*),
- projektowanie zielonych łańcuchów dostaw,
- wdrażanie czystych technologii,
- kreowanie wiedzy, jej przechowywanie, transferowanie, dzielenie się wiedzą oraz jej wykorzystywanie przez uczestników łańcucha dostaw,
- ocena wskaźnikowa łańcuchów węglowych na podstawie modelu SCOR (*Supply Chain Operation Reference-Model*), strategicznej karty wyników lub innych narzędzi wspomagających tego typu raportowanie,
- zarządzaniem ryzykiem w łańcuchu dostaw,
- mapowanie procesów logistycznych dodających i niedodających wartość,
- ocena wpływu przemysłu 4.0 na funkcjonowanie łańcuchów węglowych,
- budowanie łańcuchów transparentnych poprzez zwiększanie ich innowacyjności i wdrażanie rozwiązań inteligentnych,
- budowanie relacji międzyorganizacyjnych między zintegrowanymi pionowo uczestnikami łańcucha dostaw,
- tworzenie sieci gospodarczych z interesariuszami rynku węglowego,
- powoływanie branżowych klastrów logistycznych,

- współpraca nauki i biznesu w zakresie kształtowania kadry górniczej.
- Reasumując, można stwierdzić, że tworzenie modeli biznesowych skoncentrowanych na przepływach w dół i w górę, łańcuchów dostaw w branży węglowej powinno obejmować cztery podstawowe aspekty (rys. 42.1):
- zarządzanie podażą, segmentacją odbiorców i strategiami przepływu towarów,
  - konfigurowanie łańcuchów i ustalanie sposobów obsługi logistycznej,
  - zarządzanie strategiczne dotyczące: dyfuzji wiedzy, mapowania procesów, zarządzania ryzykiem i wdrażania innowacyjnych rozwiązań,
  - tworzenie relacji na wejściu i wyjściu łańcuchów dostaw, pomiędzy łańcuchami oraz bliższym i dalszym otoczeniem branży górniczej.



**Rys. 42.1 Zarządzanie łańcuchem dostaw (supply chain management – SCM)**

Źródło: Opracowanie własne

Na podstawie analizy opracowań z zakresu łańcuchów węglowych można stwierdzić, że osadzenie poszczególnych zagadnień w bogatej literaturze z zakresu łańcuchów dostaw jest niewystarczające. Wykorzystanie teoretycznego i empirycznego dorobku naukowego na przykład w obszarze przepływów [3], łańcuchów zielonych [11] czy transferu wiedzy [7] pozwoli efektywniej zarządzać węglowymi łańcuchami dostaw.

Z uwagi na konieczność podnoszenia konkurencyjności branży górniczej istnieje pilna potrzeba wypracowania łańcuchów, których charakter zapewni im stabilną pozycję w kontekście alternatywnych źródeł energii.

## 42.2 TYPY ŁAŃCUCHÓW DOSTAW

W praktyce można wyróżnić łańcuchy zrównoważone, zielone, odchudzone, zwinne, elastyczne, sprężyste, wrażliwe czy inteligentne [6, 9, 12, 18, 19, 26].

Łańcuchy zrównoważone to takie, które zachowują równowagę w wymiarze ekonomicznym, społecznym i środowiskowy. Zamiennie określa się je także mianem społecznie odpowiedzialnych. Szczególnie znaczenie ich zaznacza się w branży odzieżowej i elektronicznej. W łańcuchach odchudzonych koncentracja decyzyjna zogniskowana jest wokół minimalizacji strat i prowadzenia strategii prooszczędnościowej. Ich przykłady opisywane są między innymi w kontekście branży motoryzacyjnej. Łańcuchy zwinne i elastyczne (które charakteryzuje mniejszy zakres zwinności) są między innymi odzwierciedlone w branżach

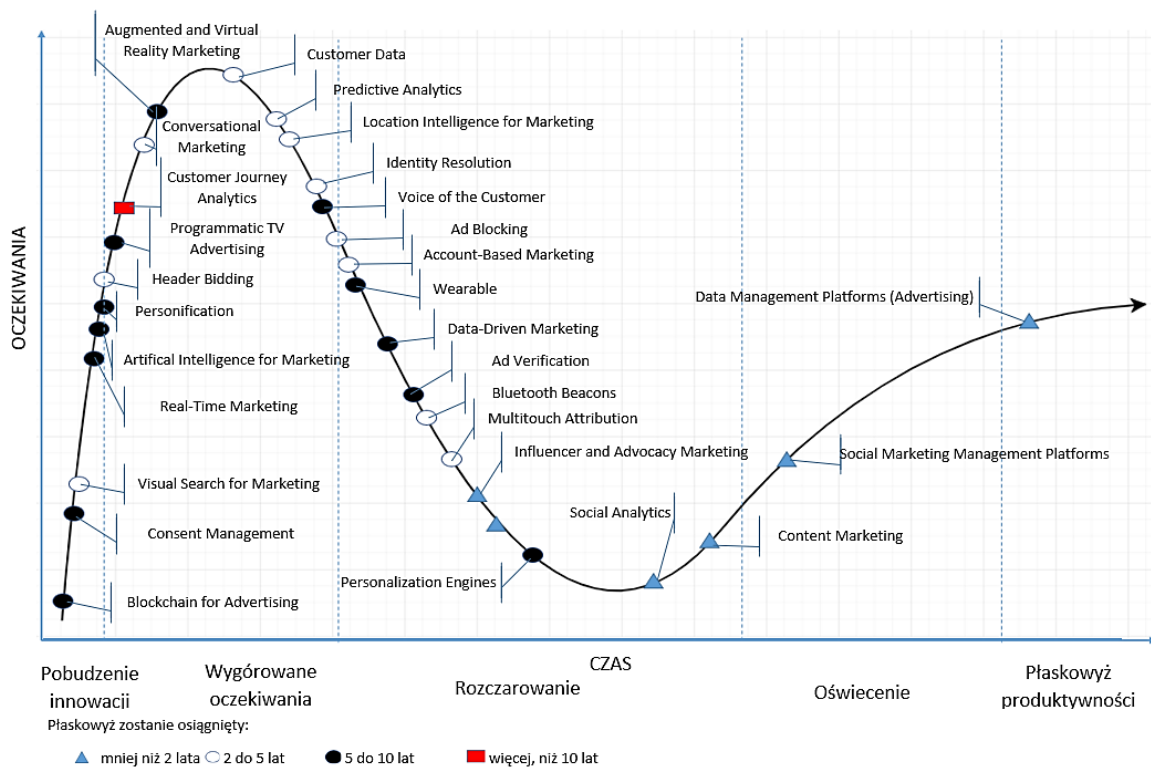
wysokich technologii i w przemyśle z produktami o krótkiej żywotności. Łańcuchy sprężyste kreowane są w sytuacji, gdy ich rentowność jest w dłuższym czasie jest zapewniona i nie ma powodów poddawać ich silnemu reengineeringowi. Przykładem takiego łańcucha są ogniwa zaangażowane w produkcję i przemieszczanie lodu. Z kolei łańcuchy wrażliwe cechuje rozmieszczenie ogniw w miejscach o dużym ryzyku prowadzenia działalności ze względu na czynniki emigracyjne, klimatyczne, sejsmiczne czy terrorystyczne. Mimo dużego ryzyka, tego typu łańcuchy kreuje się z uwagi na tanią siłą roboczą i słabą legislację. Wiele łańcuchów tego typu, to łańcuchy osadzone w branży spożywczej i rzemieślniczej. Branża i sam produkt jaki jest przemieszczany w łańcuchu w dużym stopniu determinuje jego charakter. Są to zwykle hybrydy, w których dominują konkretne typy łańcucha. Z uwagi na politykę energetyczną państw i słabszą naturalną naoczność transparentność łańcuchów węglowych, szczególnie ważne jest kreowanie ich na inteligentne i prośrodowiskowe. Transparentność wpływa na zmniejszenie ich kosztowności, a „zazielenienie” ich wpływa na decyzje trade-off w kontekście innych źródeł energii.

### 42.3 INTELIGENTNE ŁAŃCUCHY DOSTAW

Z uwagi na duże ryzyko występowania niebezpiecznych sytuacji w procesie pozyskiwania i transportowania produktów zasadne jest budowanie łańcuchów inteligentnych. Dlatego też istotne jest podnoszenie kompetencji w zakresie absorpcji nowoczesnych, inteligentnych rozwiązań, które wspomagają integrację rozproszonych ogniw, umożliwiają konwergencje dostępu do sieci heterogenicznych zasobów, podnoszą efektywność działań w łańcuchu dostaw, równoważą czas przepływu towarów oraz podnoszą sprawność wymiany informacji między kontrahentami.

W związku z powyższym, w centrum analiz znajdują się takie przykładowe produkty jak: Cloud of Things (CoT) – ułatwiający współdzielenie zasobów w całym cyklu życia łańcucha dostaw; Label Cloud – pierwszy na świecie system zarządzania etykietami na chmurze publicznej pozwalający na centralną, szybką cyfryzację procesów etykietowania; platforma Inventory Viewer, która znacznie skraca czas inwentaryzacji i umożliwia ustalenie niezgodności bez obecności na magazynie; model biznesowy Cargonexx łączący zalety Big Data i sztucznej inteligencji służący do usprawniania organizacji ładunków, który w przyszłości ma się stać pierwszą sztuczną neuronową siecią w tego typu zastosowaniach; chataboty, czyli wirtualni asystenci, którzy przejmują część prac związanych z zamówieniami; urządzenia typu ASR ułatwiające prace w środowisku międzynarodowym; robot M3 wykorzystywany m.in. do skanowania obiektów magazynowych w technologii 3D czy narzędzie do kalkulacji emisji CO<sub>2</sub> i zużycia paliwa – Vecto. Są to więc wytwory, które korzystają ze zdobyczy jakie oferuje sztuczna inteligencja (*artificial*

intelligence – AI), uczenie maszynowe (*machine learning* – ML), deep learning, big data, data science, sieci neuronowych (NN) czy natural language processing (NLP). Na podstawie prognoz Gartner Hype Cycle [36] możemy przypuszczać w jaki sposób technologie będą się rozwijać. Od etapu „pobudzenia innowacji”, kiedy pojawia się nowa technologia, aczkolwiek nie udowodniono jeszcze jej komercyjnej opłacalności, poprzez „wygórowane oczekiwania”, „rozczarowanie”, „oświecenie” po „płaskowyż produktywności”, kiedy technologia uzyskuje szerokie zastosowanie (rys. 42.2). Gartner prognozuje również czas w jakim prezentowane technologie mogą osiągnąć ostatni etap związany z dojrzałością danej technologii oraz jej praktycznym zastosowaniem.



Rys.42.2 Technologie wspomagające tworzenie łańcuchów inteligentnych

Źródło: [37]

Te i wiele innych zastosowań, w praktyce przedsiębiorstw w sposób znaczny umożliwiają podniesienie poziomu wydajności łańcucha dostaw, niemniej branża węglowa ze względu na specyfikę produktu, sposób jego przemieszczania i magazynowania wymaga przeformułowania pomysłów wykorzystywanych w innych branżach. Istnieje zatem potrzeba implementacji tzw. łańcuchów 4.0 [2, 5, 8, 10, 13, 17, 21, 23, 28], które zawierają w sobie rozwiązania innowacyjne i inteligentne i czerpią ze zdobyczy jakie oferuje tzw. *Internet of Everything* (IoE) [25]. Jednym z przykładów łączących kwestie nowych technologii z branżą górniczą jest opracowanie Koszowskiego i Łukaszczyka [20]. Autorzy wskazują na możliwości zastosowania narzędzi do skutecznego zarządzania efektywnością procesów wydobywania węgla w oparciu o Big Data. Na rzecz tego typu rozwiązań działa coraz

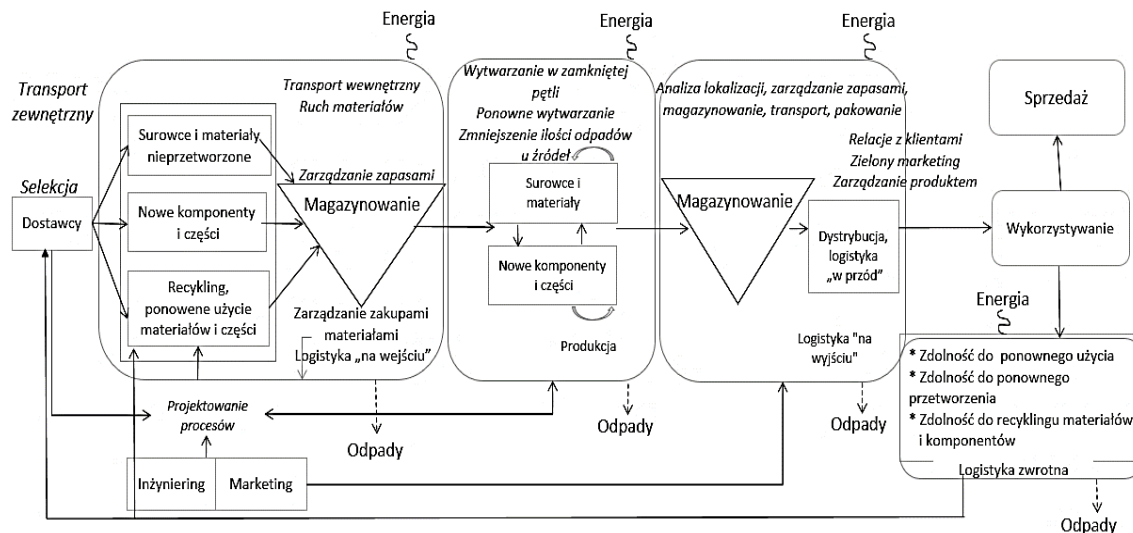
więcej przedsiębiorstw. Między innymi Grupa Famur i koncernem ABB współpracują w zakresie tworzenia nowoczesnych rozwiązań zawierających technologie informacyjne i komunikacyjne oraz sieć bezprzewodową do produkcji maszyn mających zastosowanie w branży wydobywczej. Obie firmy wdrażają wiele rozwiązań, które pozwalają na ponoszenie produktywności i obniżenie kosztów działalności. Przykładowo system ABB MineScape pozwala na budowę przestrzennego modelu geometrycznego i jakościowego pokładów węgla umożliwiającego szybsze, wariantowe planowanie produkcji oraz na dokładniejsze modelowanie tektoniki złoża oraz rozpoznanie krytycznych dla procesu produkcji nieciągłości z odpowiednim wyprzedzeniem. System pozwala na wybór najefektywniejszych kosztowo metod eksploatacji złóż. System MineScape wchodzi w skład wielobranżowej oferty cyfrowej, która łączy urządzenia, systemy i usługi w oparciu o platformę w chmurze i umożliwia klientom zwiększenie produktywności i obniżenie kosztów.

Porozumienia o współpracy na omawianej płaszczyźnie ważne są nie tylko wśród podmiotów będących dostawcą dla branży, lecz także wśród podmiotów stanowiących główne ogniwa produkcyjne. Dlatego też porozumienie: Lubelski Węgiel Bogdanka, Jastrzębska Spółka Węglowa oraz KGHM Polska Miedź w sprawie współpracy przy wprowadzaniu do procesu produkcji najnowocześniejszych rozwiązań technicznych i informatycznych jest przykładem dla innych podmiotów działających w branży. Korzyści skali, wspólne inwestycje i nakłady na prace badawczo-rozwojowe oraz wspólna wymiana doświadczeń na temat tworzenia obiegu zamkniętego pozwoli zmultiplikować efekty i budować inteligentne kopalnie oparte o sieci neuronowe.

#### **42.4 ZIELONE ŁAŃCUCHY DOSTAW**

Innowacyjne technologie są jednocześnie wsparciem dla budowy łańcuchów zielonych. Zakres analiz środowiskowych obejmuje poszukiwanie rozwiązań w obszarze wykorzystywania nowoczesnych technologii umożliwiających śledzenie przemieszczania ładunków i zwiększenie poziomu transparentności łańcucha dostaw, obniżania w produktach i urządzeniach zawartości substancji niebezpiecznych, wyboru partnerów o bliskiej lokalizacji, ustalenia stopnia przetworzenia zapasów i miejsc ich składowania, wykorzystania środków transportu przyjaznych dla środowiska (w tym technologii intermodalnych), ograniczenia ryzyka wypadków zanieczyszczających środowiskowo w trakcie przemieszczania ładunków, szczupłego zarządzania (umożliwiających redukcję emisji CO<sub>2</sub>, wody, energii i odpadów), pomiaru i raportowania aktywności środowiskowych, zredefiniowania modeli biznesowych, a także w zakresie promowania wzorcowych zachowań i dyfuzji wiedzy w obszarze tematyki pro środowiskowej i dostosowania do obowiązujących norm prawnych. Ramy analiz dla tego rodzaju łańcuchów między innymi zaproponował Srivastava [29], Sarkis [27],

Hervaniego, Helmsa i Sarkisa [16], Goshen i Kumar [14]. Można powiedzieć, że idea łańcuchów odpowiedzialnych w wymiarze środowiskowym jest możliwa do implementacji praktycznie w każdej branży (rys. 42.3).



Rys. 42.3 Zielony łańcuch dostaw

Źródło: [16]

W opracowaniach i dokumentach dotyczących strategii energetycznej wskazuje się na konieczność minimalizacji oddziaływania kopalni na środowisko naturalne. Ustalenia Konferencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, zapisy prawne Unii Europejskiej oraz raporty ukazujące znaczenie węgla na tle innych źródeł energii [15] sprawiają, że jest to temat aktualny i ważny. Z jednej strony wskazuje się na konieczność inwestowania w odnawialne źródła energii, z drugiej strony podkreśla się, że węgiel dzięki stosowaniu nowych, wysoko sprawnych technologii, staje się również stopniowo coraz bardziej czystym źródłem energii. Niemniej, implementacja rozwiązań „zielonych” powinna być postrzegana holistycznie przez pryzmat całych łańcuchów dostaw. Służy temu szereg przedsięwzięć, które mogą być realizowane nie tylko na poziomie pojedynczych ogniw, ale także w przestrzeni całego łańcucha dostaw oraz podmiotów logistycznych, które go wspierają.

Są to działania mające na celu: podnoszenie wymagań dostawcom w zakresie certyfikatów środowiskowych, rozwijanie polityki sposobu składowania, która zawiera rozwiązania prośrodowiskowe, wprowadzanie nowoczesnych technologii logistycznych mających na celu ochronę środowiska naturalnego, prowadzenie analiz ryzyka w łańcuchu dostaw w kontekście środowiska naturalnego, prowadzenie badań mających na celu wdrożenie rozwiązań prośrodowiskowych w łańcuchu dostaw, itp.

Wśród przykładowych prac podejmowanych przez spółki węglowe na rzecz ochrony środowiska można wyróżnić: zmniejszenie ilości wytwarzania odpadów wydobywczych, (np. odzyskiwanie soli, czy gospodarcze wykorzystanie metanu i

gazu koksowniczego), uczestnictwo w programach Systemu Monitorowania Emisji Gazów Ciepłarnianych (SMEGC), redukcję emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych do atmosfery, minimalizację wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu, rekultywację techniczną i biologiczną opartą na tradycyjnych i bezglebowych metodach zazieleniania, likwidację nadmiernego poziomu hałasu emitowanego do środowiska, wykorzystanie wód powierzchniowych do celów technologicznych, sprzedaż odpadów w postaci nieprzetworzonej, ograniczenie emisji metanu i osiadania terenu.

Przykładem konkretnych propozycji takich działań, jest wydłużanie łańcuchów dostaw i ich zapętlanie poprzez odpowiednie wykorzystanie odpadów antropogenicznych. Może to się odbywać na trzy sposoby. Po pierwsze poprzez kierowanie odpadów do kolejnych branż, w których odpady wykorzystywane są do produkcji farb, papy czy cementu. Drugim sposobem jest wykorzystywanie złóż po odpowiedniej przeróbce do uszlachetniania wydobytego produktu celem dyferencji oferty produktowej i podnoszenia jej jakości. Trzecim sposobem jest wykorzystywanie złóż antropogenicznych jako surowiec do konstrukcji maszyn, urządzeń i materiałów budowlanych wpierających działanie kopalni.

#### 42.5 PODSUMOWANIE

Obecnie istnieje pilna potrzeba szerszego spojrzenia na problemy pojawiające się w branży górniczej. Holistyczne podejście do zarządzania w perspektywie całego łańcucha dostaw pozwoli na wypracowanie efektów synergicznych, będących pokłosiem optymalizacji wszystkich sfer łańcucha dostaw. Szczególnie ważne jest podniesienie poziomu transparentności łańcucha zarówno ze względów ekologicznych, jak i wydajnościowych.

Mimo specyfiki opisywanej branży zasadne jest dokonanie oceny w jakim zakresie można implementować rozwiązania wypracowane w łańcuchach dostaw o innym profilu biznesowym. Stworzenie węglowych łańcuchów zarazem inteligentnych i zielonych podniesie konkurencyjność całej branży.

#### LITERATURA

1. Attari, M.Y.N., Torkayesh, A.E., 2018, Developing benders decomposition algorithm for a green supply chain network of mine industry: Case of Iranian mine industry, *Operations Research Perspectives*, 5, 371-382.
2. Barata, J., Da Cunha, P.R., Stal, J., 2018, Mobile supply chain management in the Industry 4.0 era, *Journal of Enterprise Information Management*, 31(1), 173-192.
3. Barbosa, C., Azevedo, A., 2018, Towards a hybrid multi-dimensional simulation approach for performance assessment of MTO and ETO manufacturing environments, *Procedia Manufacturing*, 17, 852-859.
4. Benalcazar, P., Kamiński, J., Saługa, P.W., 2017, The storage location problem in a coal supply chain: background and methodological approach, *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, 33(1), 5-14.



5. Bonilla, S.H., Silva, H.R.O, Da Silva, M.T., Gonçalves, R.F., Sacomano, J.B., 2018, Industry 4.0 and Sustainability Implications: A Scenario-Based Analysis of the Impacts and Challenges, *Sustainability*, 10(3740), 1-24.
6. Carvalho, H., Govindan, K., Azevedo, S.G, Cruz-Machado, V., 2017, Modelling green and lean supply chains: An eco-efficiency perspective, *Resources, Conservation and Recycling*, 120, 75-87.
7. Cerchione, R., Esposito, E., 2016, A systematic review of supply chain knowledge management research: State of the art and research opportunities, *International Journal of Production Economics*, 182, 276-292.
8. Cichosz, M., 2018, Otwarte innowacje: technologiczne partnerstwa w branży usług logistycznych, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, nr 4, 12-20.
9. Ciccullo, F., Pero, M., Caridi, M., Gosling, J., Purvis, L., 2018, Integrating the environmental and social sustainability pillars into the lean and agile supply chain management paradigms: A literature review and future research directions, *Journal of Cleaner Production*, 172, 2336-2350.
10. Da Silva, V.L., Kovaleski, J.L., Pagani, R.N., 2018, Technology transfer in the supply chain oriented to industry 4.0: a literature review, *Technology Analysis & Strategic Management*, 31(5), 546-562.
11. De Oliveira, U.R., Espindola, L.S., da Silva, I.R. ; da Silva, I.N., Rocha, H.M., 2018, A systematic literature review on green supply chain management: Research implications and future perspectives, *Journal of Cleaner Production*, 187, 537-56.
12. Duarte, S., Carvalho, H., Cruz-Machado, V., 2011, The commitments between lean, agile, resilient and green supply chain paradigms, w: *Proceedings of the Third European Research Conference on Continuous Improvement and Lean Six Sigma in Glasgow, Scotland, UK*, 68-82.
13. Frankowska, M., Nowicka, K., 2018, Technologie Smart Industry a rozwój zarządzania łańcuchami dostaw, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, nr 6, 2-11.
14. Goshen, S., Kumar, E.R., 2015, The Implementation of Green Supply Chain Management Practices in Automobile Industry, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technolog*, 4(4), 233-237.
15. Gray, M., Ljungwaldh, S., Watson, L., Kok, I., 2018, Powering down coal. Navigating the economic and financial risks in the last years of coal power, *Carbon Tracker*; [https://www.carbontracker.org/wp-content/uploads/2018/11/CTI\\_Powering\\_Down\\_Coal\\_Report\\_Nov\\_2018-1.pdf](https://www.carbontracker.org/wp-content/uploads/2018/11/CTI_Powering_Down_Coal_Report_Nov_2018-1.pdf).
16. Hervani, A.A., Helms, M.M., Sarkis, J., 2005, Performance measurement for green supply chain management, *Benchmarking. An International Journal*, 12(4), 330-353.
17. Ivanov, D., Sethi, S., Dolgui, A., Sokolov, B., 2018, A survey on control theory applications to operational systems, supply chain management, and Industry 4.0, *Annual Reviews in Control*, 46, 134-147.
18. Jabbarzadeh, A., Fahimnia, B., Sabouhi, F., 2018, Resilient and sustainable supply chain design: sustainability analysis under disruption risks, *International Journal of Production Research*, 56(7), 5945-5968.
19. Kim, J., Chung, B., Kang, Y., Jeong, B., 2018, Robust optimization model for closed-loop supply chain planning under reverse logistics flow and demand uncertainty, *Journal of Cleaner Production*, 196, 1314-1328.
20. Koszowski, Z., Łukaszczyk, Z., 2018, Górnictwo węgla kamiennego. Informatyzacja. COIG S.A, w: Biały, W., Badura, H., Czerwińska-Lubszczyk, A. (red.) *Systemy wspomaganie w inżynierii produkcji górnictwo– perspektywy i zagrożenia.*, 7(1), 279-289.
21. Luthra, S., Mangla, S.K., 2018, Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies, *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 168.

22. Mhlanga, S., Mbohwa, C., Pretorius, J.H.C., 2013, Transportation Demand Analysis of Coal from Hwange Coal Fields, Proceedings of the World Congress on Engineering 2013 Vol I, WCE, July 3-5, 2013, London, U.K., 1-6.
23. Müller, J.M., Voigt, K.I., 2018, The Impact of Industry 4.0 on Supply Chains in Engineer-to-Order Industries - An Exploratory Case Study, FAC PapersOnLine, 51(11), 122-127.
24. Osborne, D., Smith, G., Mann, B., 2013, Supply chain management for bulk materials in the coal industry w: Osborne, D. (red.),The coal handbook. Toward cleaner production, Chapter 18, Cambridge: Woodhead Publishing, Philadelphia, 589-627.
25. Pundeer, A., 2015, How Technology Players acting on IoT, HCL, Engineering and R&D Services, [https://theinternetofthings.report/Resources/Whitepapers/55e7e647-ff45-4497-9de7-748bc483f87e\\_how\\_technology\\_players\\_are\\_acting\\_on\\_iiot\\_amit\\_pundeer\\_-\\_v2.0%20\(5\).pdf](https://theinternetofthings.report/Resources/Whitepapers/55e7e647-ff45-4497-9de7-748bc483f87e_how_technology_players_are_acting_on_iiot_amit_pundeer_-_v2.0%20(5).pdf).
26. Ruiz-Benítez, R., López, C., Real, J.C., 2018, The lean and resilient management of the supply chain and its impact on performance, International Journal of Production Economics, 203, 190-202.
27. Sarkis, J., 2003, A Strategic Decision Framework for Green Supply Chain Management, Journal of Cleaner Production, 11(4), 397-409.
28. Sieradzka, A, Reńda A., 2018, Przemysł 4.0 i jego wpływ na logistykę, Logistyka, nr 3, 65-68.
29. Srivastava, K.S., 2007, Green supply chain management: A state-of-the-art literature review, International Journal of Management Reviews, 9(1), 53-80.
30. Świerczek, A., 2004, Koncepcja łańcucha popytu dla kopalni węgla kamiennego, Gospodarka Materiałowa i Logistyka, nr 10,15-21.
31. Wang, J., Zhang, J., Li, J., 2014, A Scheduling Model of Coal Supply Chain Based on Supply Chain Management (SCM), American Journal of Industrial Engineering, 2(1), 15-20.
32. Włodarczyk, E., Rybak, A., 2018, Organization of coal distribution in PGG, CBU International Conference Proceedings, 6, 496-502.
33. Wu, J.Z., Santoso, C.H.; Roan, J., 2017, Key factors for truly sustainable supply chain management: An investigation of the coal industry in Indonesia, The International Journal of Logistics Management, 28(4),1196-1217.
34. Zaklan, A., Cullmann A, Neumann, A., von Hirschhausen, C., 2012, The globalization of steam coal markets and the role of logistics: An empirical analysis, Journal Energy Economics, 34(1), 105-116.
35. Zuñiga, R., Wuest, T., Thoben, K.D., 2013, Comparing mining and manufacturing supply chain processes: challenges and requirements, Production Planning & Control, December, 1-16.
36. <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>, Gartner, 17-04-2019.
37. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-insights-from-gartner-hype-cycle-for-digital-marketing-and-advertising-2018/>, Gartner, 17-04-2019.

*Data przesłania artykułu do Redakcji: 01.2019*

*Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2019*

## ZIELONE I INTELIGENTNE ŁAŃCUCHY DOSTAW DEDYKOWANE BRANŻY GÓRNICZEJ

**Streszczenie:** W opracowaniu przedstawiono propozycje przyszłych kierunków badań w zakresie zarządzania węglowych łańcuchów dostaw oraz rozwinięto jeden z niewyeksplorowanych naukowo wątków dotyczących kształtowania charakteru łańcuchów dostaw. Z uwagi na specyfikę omawianej branży i podatność logistyczną przemieszczanego produktu w sposób szczególny skoncentrowano się na omówieniu łańcuchów zielonych i inteligentnych. W wyniku podjętych prac między innymi stwierdzono, że opracowania dotyczące łańcuchów węglowych są słabo umocowane w światowej literaturze z zakresu łańcuchów dostaw.

**Słowa kluczowe:** łańcuchy inteligentne, łańcuchy zielone, przemysł 4.0, branża węglowa

## GREEN AND INTELLIGENT SUPPLY CHAINS DEDICATED TO THE COAL INDUSTRY

**Abstract:** This paper presents some proposals of future direction of scope of manage coal supply chains. What is more, some of scientifically unexplored strains has been developed. Because of specific character of discussed industry and a product relocation, the paper is concentrated on green and intelligent supply chains. As a result of an action taken, it has been stated that studies about coal supply chains are fixed poorly in worldwide literature about chains' supplies.

**Key words:** intelligent supply chains, green supply chains, industry 4.0, coal industry

**dr hab. Anna Maryniak, prof. nadzw. UEP**  
Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu  
Wydział Zarządzania  
Katedra Logistyki i Transportu  
ul. Powstańców Wlkp. 16,  
61-808 Poznań, Polska  
e-mail: anna.maryniak@ue.poznan.pl

**dr Agnieszka Czerwińska-Lubszczyk**  
Akademia Techniczno-Humanistyczna  
w Bielsku-Białej  
Wydział Zarządzania i Transportu  
Katedra Nauk Ekonomicznych i Społecznych  
ul. Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biała, Polska  
e-mail: aczerwinska@ath.bielsko.pl