

DYTCZAK Mirosław¹
 GINDA Grzegorz²
 JASTRZĄBEK Barbara³

Zagadnienia badawcze łańcucha dostaw w budownictwie

WSTĘP

Budownictwo jest specyficznym rodzajem działalności m.in. na skutek zróżnicowania i wrażliwości procesów budowlanych na oddziaływania otoczenia oraz oddziaływania inwestycji na otoczenie, zróżnicowania interesów stron zaangażowanych w proces inwestycyjny, zaangażowania licznych zasobów o różnym charakterze oraz wysokiej czaso- i kosztochłonności. Sprawna realizacja inwestycji nie jest więc możliwa bez właściwego zaplanowania procesów logistycznych, związanych z dowozem i wywozem pracowników, dostarczaniem komponentów budowlanych i sprzętu, wywozem odspojonego gruntu, odpadów i sprzętu, a także dostarczeniem mediów i odbiorem ścieków. Zauważmy również, że logistyka obejmuje nie tylko czynności realizowane poza budową np. transport zewnętrzny, ale również transport ludzi, komponentów i sprzętu w obrębie budowy [49]. Logistyka procesów budowlanych wymaga więc także odpowiedniego rozplanowania urządzeń placu budowy oraz organizacji ich wykorzystania. Z tak zróżnicowanego charakteru procesów logistycznych wynika również konieczność zsynchronizowania działań realizowanych poza budową i na niej. W praktyce planowania procesów logistycznych są na ogół brane pod uwagę jedynie doraźne korzyści, związane z oszczędnością czasu i środków finansowych. Wpływ innych czynników nie jest uwzględniany lub jest uwzględniany, lecz w stopniu nieadekwatnym do ich potencjalnego wpływu. Racjonalizacja procesów logistycznych w budownictwie wymaga uwzględnienia wszelkich czynników wewnętrznych i zewnętrznych wpływających na efektywność procesów łańcucha dostaw. Cennych informacji dostarcza w tym zakresie literatura przedmiotu. Dlatego też w pracy przedstawiono krótki przegląd współczesnej tematyki związanej z badaniami łańcucha dostaw w budownictwie.

1. CHARAKTER PROBLEMÓW BADAWCZYCH

Na podstawie dostępnej literatury można wyróżnić kilka grup tematycznych w badaniach nad łańcuchem dostaw. Wiązą się one kolejno z:

1. Modelowaniem i optymalizacją.
2. Ekologizacją, oszczędnością energii, realizacją idei zrównoważonego rozwoju.
3. Zarządzaniem, kooperacją i integracją procesów.
4. Płatnościami i rachunkiem kosztów.
5. Zastosowaniami innowacji i inteligentnych technologii.
6. Zagadnieniami ogólnymi.

Poniżej omówiono literaturę poświęconą tym zagadnieniom.

2. MODELOWANIE I OPTYMALIZACJA

W pracy [39] zaproponowano model symulacyjny służący do zarządzania łańcuchem dostaw mieszanki betonowej. Soroor i inni [51] przedstawiają interesujący model pozwalający na zdecentralizowaną koordynację procesów logistycznych. Wykorzystuje on automatyczne rangowanie ofert dostawców zaangażowanych w procesy łańcucha. Zastosowano przy tym liczby

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania w Energetyce, Pracownia Zastosowań Metod Wielokryterialnych; 30-067 Kraków; ul. Gramatyka 10. Tel: + 48 12 617-43-21, mdytczak@gmail.com, mdytczak@zarz.agh.edu.pl

² AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania w Energetyce, Pracownia Zastosowań Metod Wielokryterialnych; 30-067 Kraków; ul. Gramatyka 10. Tel: + 48 12 617-43-21, gg.ginda@gmail.com, gginda@zarz.agh.edu.pl

³ Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Nauk o Materiałach i Środowisku, Instytut Inżynierii Tekstyliów i Materiałów Polimerowych, Zakład Budownictwa; 43-309 Bielsko-Biała; ul. Willowa 2, C 30. Tel: + 48 33 827-91-60, bjastrzabek@ath.bielsko.pl, jb-czabak@wp.pl

rozmyte. W publikacji [2] zaprezentowano problematykę dostaw materiałów budowlanych. Jednocześnie zaproponowano metodykę ich skutecznego rozwiązywania.

W artykule [48] zastosowano metodykę grupowego wspomagania decyzji do strategicznych wyborów dokonywanych w trakcie koordynacji łańcucha dostaw. Wykorzystują przy tym liczby rozmyte i metodę TOPSIS. Castro-Lacouture i inni [8] zajęli się optymalizacją decyzji zakupu na rynku budowlanym. Korzystają w tym celu z metod programowania liniowego i DEA. Hu i Mohamed [27] przedstawiają możliwość zastosowania programowania dynamicznego do automatyzacji procesu produkcji komponentów do budowy konstrukcji przemysłowych.

Złożoność zagadnień logistyki w budownictwie powoduje, że do modelowania i optymalizacji łańcucha dostaw są często wykorzystywane innowacyjne metody optymalizacji np. systemy agentowe [52]. Pojawiają się one w różnych aspektach. Na przykład w pracy [60] przedstawiono zarys modelu służącego koordynacji procesów łańcucha, natomiast w artykule [61] skoncentrowano się na poprawie negocjacyjnych własności agentów. Li i inni [32] korzystają z algorytmów genetycznych do modelowania łańcucha związanego z dostawą elementów prefabrykowanych.

W artykule Shu i innych [47] zaproponowano wykorzystanie informacji na temat zapotrzebowania na materiały w celu dostosowania do zmian w zapotrzebowaniu rynku, odchudzenia procesów produkcyjnych, sprzyjających sprawniejszemu zarządzaniu całkowitym kosztem łańcucha dostaw. Przedstawiony model pozwala na kontrolę ryzyka wystąpienia zaburzeń w procesach łańcucha i na uwzględnienie niepewności efektów produkcji. Łączy w tym celu wykorzystanie symulacji i sztucznych sieci neuronowych oraz algorytm genetyczny i symulowane wyżarzanie.

Innowacje nie wiążą się jedynie z wykorzystaniem zaawansowanych systemów optymalizacji. Potwierdza to niedawna praca [41], w której przedstawiono model pozwalający na przewidywanie powodzenia procesów łańcucha dostaw. Zostało tam zastosowane nowatorskie połączenie metody DEMATEL i rozmytego wielokryterialnego wspomagania decyzji.

W literaturze są również dostępne publikacje związane z optymalizacją dostaw. Przykładowo można tu wyróżnić pracę Paślawskiego i Rożdżyńskiej [40], poświęconą określeniu właściwej organizacji dostaw mieszanki betonowej przy uwzględnieniu zmienności warunków ruchu drogowego. Na uwagę zasługuje również artykuł Sobotki i innych [50], dotyczący optymalizacji dostaw kruszywa do budowy dróg oraz publikacja Tokarskiego i innych [55], w której poruszono zagadnienie harmonogramowania dostaw materiałów do budowy nawierzchni autostrady.

3. EKOLOGIZACJA, OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII, ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ

Zagadnieniu ekologizacji łańcucha dostaw na przykładzie Singapuru poświęcono artykuł [37]. Genovese i inni [20] zajęli się efektywnością energetyczną usług związanych z modernizacją budynków.

Hassini i inni [24] dokonując przeglądu literatury przedstawili przykłady łańcucha krytycznego w kontekście odpowiednich metryk, z uwzględnieniem budownictwa. Przeglądową pracę [42] poświęcono analizie wpływu świadomego wykonawstwa i zarządzania wiedzą na osiąganie celów zrównoważonego rozwoju w trakcie realizacji procesów łańcucha dostaw.

W artykule [13] przedstawiono sieciowy system informacyjny pozwalający na mierzenie i monitorowanie szkodliwego wpływu i emisji związków węgla w łańcuchu dostaw.

4. ZARZĄDZANIE

W artykule [30] podjęto tematykę oceny gotowości łańcucha dostaw związanej z możliwością wykorzystania koncepcji równoległego zarządzania (ang. concurrent management). Publikacja Barkera i innych [4] omawia możliwość zastosowania metodyki skanowania terenu do oceny i udoskonalania procesów łańcucha dostaw. Artykuł Tarantilisa i innych [54] pokazuje sieciowy system ERP wspomagający zarządzanie procesami biznesowymi i łańcuchem dostaw. Dubois i Gadde [17] zajęli się tematyką podwyższania efektywności dzięki odpowiednim strategii dostaw i sieci wiążącej uczestników łańcucha powiązań. Analizują przy tym możliwości jakie daje kształtowanie zachowań nabywców w łańcuchu dostaw.

Przegląd literaturowy [21] poświęcono zagadnieniu zarządzania łańcuchami dostaw, związanymi ze specyficzną organizacją przedsięwzięć. Yeo i Ning [64] rozpatrują zagadnienie integracji łańcuchów dostaw w przedsięwzięciach związanych z udzielaniem zamówień w formie integrującej usługi projektowe, zamawianie materiałów oraz wykonawstwo. Pracę [36] poświęcono omówieniu zagadnień związanych z kształtowaniem współpracy w łańcuchach dostaw.

Tematykę zarządzania wiedzą przedstawiają w przeglądowym artykule [33] Marra i inni. Tah i Carr [53] zawęzili przy tym swe rozważania do zagadnienia zarządzania wiedzą o ryzyku.

5. PŁATNOŚCI I RACHUNEK KOSZTÓW

Wang i inni [58] omawiają wykorzystanie metody złożonej podstawy do wyznaczania wynagrodzenia wykonawcy. Uwzględnia ona zarówno wstępne propozycje inwestora i wykonawcy, jak i odpowiednio skalkulowane – na podstawie rzeczywistego kosztu wykonania prac – premie i kary. W artykule [43] omówiono skuteczność europejskich sposobów na redukcję kosztów w budownictwie. Chen [9] przedstawia rezultaty empirycznej analizy związków między efektywnością przepływów gotówkowych z punktu widzenia wykonawcy i wzorcowymi sposobami wypłat, stosowanymi przez inwestorów.

Publikację [10] poświęcono wyjaśnieniu wpływu wzorców zachowań i uwarunkowań wynagradzania wykonawców. Taka wiedza pozwala na właściwe ujmować zależności między sposobami zarządzania łańcuchem a uzyskiwanymi efektami przy modelowaniu uzyskiwanych efektów.

6. INNOWACJE I INTELIGENTNE TECHNOLOGIE

Tematyka badawcza związana z innowacjami i inteligentnymi rozwiązaniami jest zdecydowanie najświeższa. Bygballe and Ingemansson [6] poświęciły swą pracę uwarunkowaniom wprowadzania innowacji w wykonawstwie.

Tematykę badania nad stosowaniem inteligentnych systemów w budownictwie omówili ogólnie Irani i inni [28]. Artykuł [25] poświęcono zastosowaniu technologii radiowej identyfikacji RFID do śledzenia obiektów w handlu towarami technicznymi i procesach łańcucha dostaw. W pracy Wanga i innych [57] zaprezentowano dynamiczny i mobilny system sterowania i zarządzania łańcuchem. Shin i inni [46] proponują zastosowanie systemu informacyjnego do inteligentnego wspomaganie zarządzania łańcuchem. Integruje on technologię RFID z bezprzewodową siecią czujników WSN. Tematykę integracji systemów informacyjnych poruszają również Cheng i inni [11] oraz Xue i inni [63]. W drugiej z wymienionych prac zaproponowano zastosowanie sieci Internet do wspomaganie koordynacji w łańcuchu dostaw. Ocenie korzyści kosztowych wynikających z zastosowania RFID został poświęcony artykuł Demiralpa i innych [16]. Wykorzystano w nim przykład produkcji elementów prefabrykowanych.

Publikacja [29] dotyczy integracji narzędzi inteligentnego modelowania budowy BIM i geograficznego systemu informacyjnego GIS w celu wizualnego monitorowania łańcucha dostaw. W pracy [12] podjęto wyzwanie związane z modelowaniem i monitorowaniem budowy, zgodnym z przemysłowym standardem SCOR. W celu integracji informacji pochodzących z różnych źródeł wykorzystano system sieciowy używający otwartych standardów do implementacji odpowiednich procedur i narzędzi. Costa i Tavares [14] przedstawiają innowacyjny system sieciowy usprawniający współpracę w wykonawstwie budowlanym. Wyróżnia go zastosowanie społecznej koncepcji e-biznesu.

W pracy Xu i innych [59] zaprezentowano przykładowe ramy oceny systemu BIM z perspektywy użytkownika. Aram i inni [3] proponują formalne wymagania dla platform BIM dostosowanych do potrzeb dostaw zbrojenia betonu. Publikację [31] poświęcono zarządzaniu i monitorowaniu budowy za pomocą urządzeń mobilnych. Artykuł [45] omawia zagadnienie błędów pozycjonowania w technologii ultraszerokiego pasma radiowego UWB i sugeruje sposoby ograniczenia skutków błędów.

7. ZAGADNIENIA OGÓLNE

Szczególną rolę w badaniach nad łańcuchami dostaw w budownictwie pełni tematyka relacji partnerskich. Ich kształtowaniu poświęcono dwie przeglądowe prace. Saad i inni [44] przedstawiają postępy zanotowane w adaptacji relacji łańcucha dostaw do potrzeb budownictwa. Późniejszy przegląd [7] uwzględnia sposoby wykorzystania relacji partnerskich do podnoszenia efektywności łańcucha dostaw. W artykule Briscoe i innych [5] zaprezentowano uwarunkowania właściwego wykorzystywania relacji w łańcuchach dostaw. Uwarunkowania te obejmują umiejętności, wiedzę i wymagane postawy. Meng [35] podejmuje tematykę wpływu zarządzania relacjami na efekty przedsięwzięć budowlanych, a w pracy [34] przedstawia metodę oceny relacji. W pracy Akintoye i innych [1] dokonano przeglądu tematyki współpracy w zarządzaniu łańcuchem dostaw w budownictwie. Dotyczy on realiów brytyjskich.

Inną popularną tematyką badawczą jest kształtowanie łańcucha dostaw. Palneeswaran i inni [38] przedstawiają zagadnienie przekształceń łańcucha dostaw. Przekształcenia rozpatrują w kontekście wyboru usługodawców i dostawców oraz organizacyjnej postaci łańcucha. W artykule [23] przedstawiono zagadnienie konfiguracji łańcucha dostaw związanego z brytyjskimi inwestycjami realizowanymi zgodnie z koncepcją prywatnego finansowania inwestycji, polegającego na zakupie inwestycji przez państwo. Gosling i inni [22] rozważają znaczenie elastyczności łańcucha dostaw w kontekście wyboru dostawców. W publikacji [56] przedstawiono zasadnicze role zarządzania łańcuchem w jego różnych konfiguracjach. Fulford i Standing [19] zainteresowali się zagadnieniem produktywności i potencjałem tkwiącym w możliwościach pełnej współpracy stron zaangażowanych w realizację procesów łańcucha. Natomiast Hong-Minh i inni [26] przedstawiają rozwiązania stosowane w łańcuchach dostaw w budownictwie mieszkaniowym. Uwzględniają przy tym lokalne uwarunkowania brytyjskie. W pracy [15] rozpatrzono zagadnienie przejrzystości łańcuchów dostaw towarzyszących uprzemysłowionymi przedsięwzięciami budowlanym.

W literaturze przedmiotu jest również obecna tematyka wymiany i wykorzystania informacji w zarządzaniu procesami łańcucha dostaw. Xue i inni [62] porównali wartość dzielenia się informacją dla różnych postaci strategii zarządzania zapasami. W pracy Edum-Fotwe i innych [18] poruszono tematykę praktyki pozyskiwania informacji przez kluczowych uczestników procesów łańcuchów dostaw.

WNIOSKI

Przedstawiony przegląd potwierdza zróżnicowanie współczesnej tematyki badawczej, dotyczącej łańcucha dostaw w budownictwie. Zróżnicowanie to wynika z wielodyscyplinarnego i wielowymiarowego charakteru zagadnień decyzyjnych pojawiających się w trakcie kształtowania oraz funkcjonowania łańcucha. Efektywne rozwiązywanie problemów łańcucha dostaw wymaga więc zwykle zastosowania zaawansowanych narzędzi wspomaganie decyzji.

Przegląd wskazuje na dynamiczny rozwój badań. Świadczy on o nieustannej potrzebie rozwiązywania nowych zagadnień. W przyszłości można więc oczekiwać dalszego rozwoju problematyki związanej z kształtowaniem i funkcjonowaniem łańcuchów dostaw w budownictwie. Staje się więc ona atrakcyjnym obszarem badawczym budownictwa.

Streszczenie

W pracy przedstawiono przegląd współczesnej tematyki badawczej związanej z kształtowaniem i zarządzaniem łańcuchami dostaw w budownictwie. Wskazuje on na złożony, wieloaspektowy charakter rozważanych zagadnień, które można podzielić na szereg grup. Grupy te wiążą się kolejno z optymalizacją i modelowaniem łańcuchów, ekologizacją, oszczędnością energii, realizacją idei zrównoważonego rozwoju, zarządzaniem łańcuchem oraz kooperacją zaangażowanych podmiotów i integracją procesów łańcucha, a także płatnościami i rachunkiem kosztów, innowacyjnością i wykorzystaniem inteligentnych technologii. Można również wyróżnić zagadnienia o ogólnym charakterze. W ramach każdej z grup są realizowane badania zróżnicowane pod względem przedmiotu i zakresu. Przeprowadzony przegląd wskazuje na dynamiczny charakter rozwoju badań. Pojawiające się kolejne problemy badawcze wynikają również z potrzeb ujawnianych w trakcie bieżących badań. Łańcuchy dostaw stanowią więc jeszcze dość słabo rozpoznany, ale

dzięki temu szczególnie atrakcyjny obszar badawczy w budownictwie.

The research problems in construction supply chains

Abstract

Contemporary research devoted to construction supply chains is discussed in the paper. The presented survey confirms complex and multi-dimensional nature of decision problems related to supply chain shaping and management. The problems deal with different issues: modelling and optimisation, greening, energetic efficiency, sustainability, efficient management and process integration. Issues of efficient cooperation, expenditure and savings, innovations and intelligent technology utilisation are also addressed. Conducted research differs among different problem groups according to considered objects and range. Dynamic research development is also registered. It proves, therefore, that construction supply chains comprise attractive research area in civil engineering.

BIBLIOGRAFIA

1. Akintoye A., McIntosh G., Fitzgerald E.: *A survey of supply chain collaboration and management in the UK construction industry*, European Journal of Purchasing & Supply Management, vol.6(3-4)/2000, s.159-168
2. Ala-Risku T., Kärkkäinen M.: *Material delivery problems in construction projects: A possible solution*, International Journal of Production Economics, vol.104(1)/2006, s.19-29
3. Aram S., Eastman C., Sacks R.: *Requirements for BIM platforms in the concrete reinforcement supply chain*, Automation in Construction, vol.35/2013, s.1-17
4. Barker R., Hong-Minh S., Naim M.M.: *The terrain scanning methodology, Assessing and improving construction supply chains*, European Journal of Purchasing & Supply Management, vol.6(3-4)/2000, s.179-193
5. Briscoe G., Dainty A.R.J., Millett S.: *Construction supply chain partnerships: skills, knowledge and attitudinal requirements*, European Journal of Purchasing & Supply Management, vol.7(4)/2001, s.243-255
6. Bygballe L.E., Ingemansson M.: *The logic of innovation in construction*, Industrial Marketing Management, In Press, Corrected Proof, Available online 18 January 2014
7. Bygballe L.E., Jahre M., Swärd A.: *Partnering relationships in construction: A literature review*, Journal of Purchasing and Supply Management, vol.16(4)/2010, s.239-253
8. Castro-Lacouture D., Medaglia A.L., Skibniewski M.: *Supply chain optimization tool for purchasing decisions in B2B construction marketplaces*, Automation in Construction, vol.16(5)/2007, s.569-575
9. Chen H.L.: *An empirical examination of project contractors' supply-chain cash flow performance and owners' payment patterns*, International Journal of Project Management, vol.29(5)/2011, s.604-614
10. Chen H.L., Chen W.T.: *Clarifying the behavioral patterns of contractor supply chain payment conditions*, International Journal of Project Management, vol.23(6)/2005, s.463-473
11. Cheng J.C.P., Law K.H., Bjornsson H., Jones A., Sriram R.: *A service oriented framework for construction supply chain integration*, Automation in Construction, vol.19(2)/2010, s.245-260
12. Cheng J.C.P., Law K.H., Bjornsson H., Jones A., Sriram R.: *Modeling and monitoring of construction supply chains*, Advanced Engineering Informatics, vol.24 (4)/2010, s.435-455
13. Chenga J.C.: *A Web Service Framework for Measuring and Monitoring Environmental and Carbon Footprint in Construction Supply Chains*, Procedia Engineering, vol.14/2011, s.141-147
14. Costa A.A., Tavares L.V.: *Social e-business and the Satellite Network model: Innovative concepts to improve collaboration in construction*, Automation in Construction, vol.22/2012, s.387-397
15. Čuš-Babič, Rebolj D., Nekrep-Perc N., Podbreznik P.: *Supply-chain transparency within industrialized construction projects*, Computers in Industry, vol.65(2)/2014, s.345-353

16. Demiralp G., Guven G., Ergen E.: Analyzing the benefits of RFID technology for cost sharing in construction supply chains: A case study on prefabricated precast components, *Automation in Construction*, vol.24/2012, s.120-129
17. Dubois A., Gadde L.-E.: *Supply strategy and network effects — purchasing behaviour in the construction industry*, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, vol.6(3-4)/2000, s.207-215
18. Edum-Fotwe F.T., Thorpe A., McCaffer R.: *Information procurement practices of key actors in construction supply chains*, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, vol.7(3)/2001, s.155-164
19. Fulford R., Standing C.: *Construction industry productivity and the potential for collaborative practice*, *International Journal of Project Management*, vol.32(2)/2014, s.315-326
20. Genovese A., Koh S.C.L., Acquaye A.: Energy efficiency retrofitting services supply chains: Evidence about stakeholders and configurations from the Yorkshire and Humber region case, *International Journal of Production Economics*, vol.144(1)/2013, s.20-43
21. Gosling J., Naim M.M.: *Engineer-to-order supply chain management: A literature review and research agenda*, *International Journal of Production Economics*, vol.122(2)/2009, s.741-754
22. Gosling J., Purvis L., Naim M.M.: *Supply chain flexibility as a determinant of supplier selection*, *International Journal of Production Economics*, vol.128(1)/2010, s.11-21
23. Hall M., Holt R., Graves A.: *Private finance, public roads: configuring the supply chain in PFI highway construction*, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, vol.6(3-4)/ 2000, s.227-235
24. Hassini E., Surti C., Searcy C.: *A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics*, *International Journal of Production Economics*, vol.140(1)/2012, s.69-82
25. Hinkka V., Tätilä J.: RFID tracking implementation model for the technical trade and construction supply chains, *Automation in Construction*, vol.35/2013, s.405-414
26. Hong-Minh S.M., Barker R., Naim M.M.: *Identifying supply chain solutions in the UK house building sector*, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, vol.7(1)/2001, s.49-59
27. Hu D., Mohamed Y.: A dynamic programming solution to automate fabrication sequencing of industrial construction components, *Automation in Construction*, vol.40/2014, s.9-20
28. Irani Z., Kamal M.M.: *Intelligent Systems Research in the Construction Industry*, *Expert Systems with Applications*, vol.41(4), Part 1/2014, s.934-950
29. Irizarry J., Karan E.P., Jalaei F.: *Integrating BIM and GIS to improve the visual monitoring of construction supply chain management*, *Automation in Construction*, vol.31/2013, s.241-254
30. Khalfan M.M.A, Anumba C.J., Siemieniuch C.E., Sinclair M.A.: *Readiness Assessment of the construction supply chain for concurrent engineering*, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, vol.7(2), s.141-153
31. Kim C., Park T., Lim H., Kim H.: *On-site construction management using mobile computing technology*, *Automation in Construction*, vol.35/2013, s.415-423
32. Li S.H.A., Tserng H.P., Yin S.Y.L., Hsu C.W.: *A production modeling with genetic algorithms for a stationary pre-cast supply chain*, *Expert Systems with Applications*, vol.37(12)/2010, s.8406-8416
33. Marra M., Ho W., Edwards J.S.: *Supply chain knowledge management: A literature review*, *Expert Systems with Applications*, vol.39(5)/2012, s.6103-6110
34. Meng X.: Assessment framework for construction supply chain relationships: Development and evaluation, *International Journal of Project Management*, vol.28(7)/2010, s.695-707
35. Meng X.: *The effect of relationship management on project performance in construction*, *International Journal of Project Management*, vol.30(2)/2012, s.188-198
36. Ming Y., Grabot B., Houé R.: *A typology of the situations of cooperation in supply chains*, *Computers & Industrial Engineering*, vol.67/2014, s.56-71
37. Ofori G.: *Greening the construction supply chain in Singapore*, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, vol.6(3-4)/2000, s.195-206

38. Palaneeswaran E., Kumaraswamy M.M., Zhang X.Q.: *Reforging construction supply chains: a source selection perspective*, European Journal of Purchasing & Supply Management, vol.7(3)/2001, s.165-178
39. Park M., Kim W.-Y., Lee H.-S., Han S.: *Supply chain management model for ready mixed concrete*, Automation in Construction, vol.20(1)/2011, s.44-55
40. Paślawski J., Rożdżyńska M.: *Flexible Approach in Infrastructure Design Buffer Parking Case Study*, Procedia Engineering, vol.57/2013, s.882-888
41. Patil S.K., Kant R.: A hybrid approach based on fuzzy DEMATEL and FMCDM to predict success of knowledge management adoption in supply chain, Applied Soft Computing, In Press, Uncorrected Proof, Available online 27 January 2014
42. Pietrosevoli L., Monroy C.R.: The impact of sustainable construction and knowledge management on sustainability goals. A review of the Venezuelan renewable energy sector, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol.27/2013, s.683-691
43. Proverbs D.G., Holt G.D.: *Reducing construction costs: European best practice supply chain implications*, European Journal of Purchasing & Supply Management, vol.6(3-4)/2000, s.149-158
44. Saad M., Jones M., James P.: A review of the progress towards the adoption of supply chain management (SCM) relationships in construction, European Journal of Purchasing & Supply Management, vol.8(3)/2002, s.173-183
45. Shahi A., Aryan A., West J.S., Haas C.T., Haas R.C.G.: Deterioration of UWB positioning during construction, Automation in Construction, vol.24/2012, s.72-80
46. Shin T.-H., Chin S., Yoon S.-W., Kwon S.-W.: A service-oriented integrated information framework for RFID/WSN-based intelligent construction supply chain management, Automation in Construction, vol.20(6)/2011, s.706-715
47. Shu T., Chen S., Wang S., Lai K.K.: GBOM-oriented management of production disruption risk and optimization of supply chain construction, Expert Systems with Applications, vol.41(1)/2014, s.59-68
48. Singh R.K., Benyoucef L.: A consensus based group decision making methodology for strategic selection problems of supply chain coordination, Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol.26(1)/2013, s.122-134
49. Sobotka A.: Logistyka przedsiębiorstw i przedsięwzięć budowlanych, AGH, Kraków 2010
50. Sobotka A., Jaśkowski P., Czarnigowska A.: *Optimization of Aggregate Supplies for Road Projects*, Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol.48/2012, s.838-846
51. Soroor J., Tarokh M.J., Abedzadeh M.: *Automated bid ranking for decentralized coordination of construction logistics*, Automation in Construction, vol.24/2012, s.111-119
52. Tah J.H.M.: Towards an agent-based construction supply network modelling and simulation platform, Automation in Construction, vol.14(3)/2005, s.353-359
53. Tah J.H.M., Carr V.: Towards a framework for project risk knowledge management in the construction supply chain, Advances in Engineering Software, vol.32(10-11)/2001, s.835-846
54. Tarantilis C.D., Kiranoudis C.T., Theodorakopoulos N.D.: *A Web-based ERP system for business services and supply chain management: Application to real-world process scheduling*, European Journal of Operational Research, vol.187(3)/2008, s.1310-1326
55. Tokarski Z., Sobotka A., Czarnigowska A.: *Scheduling Material Transportation for Highway Repaving Project*, Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol.48/2012, s.847-856
56. Vrijhoef R., Koskela L.: *The four roles of supply chain management in construction*, European Journal of Purchasing & Supply Management, vol.6(3-4)/2000, s.169-178
57. Wang L.-C., Lin Y.-C., Lin P.H.: *Dynamic mobile RFID-based supply chain control and management system in construction*, Advanced Engineering Informatics, vol.21(4)/2007, s.377-390
58. Wang Y., Yu X., Xue X.: An application of the method of combined radix determination for selecting construction supply chain partners, International Journal of Project Management, vol.25(2)/2007, s.128-133

59. Xu H., Feng J., Li S.: Users-orientated evaluation of building information model in the Chinese construction industry, *Automation in Construction*, vol.39/2014, s.32-46
60. Xue X., Li X., Shen Q., Wang Y.: *An agent-based framework for supply chain coordination in construction*, *Automation in Construction*, vol.14(3)/2005, s.413-430
61. Xue X., Shen Q., Li H., O'Brien W.J., Ren Z.: *Improving agent-based negotiation efficiency in construction supply chains: A relative entropy method*, *Automation in Construction*, vol.18(7)/2009, s.975-982
62. Xue X., Shen Q., Tan Y., Zhang Y., Fan H.: *Comparing the value of information sharing under different inventory policies in construction supply chain*, *International Journal of Project Management*, vol.29(7)/2011, s.867-876
63. Xue X., Wang Y., Shen Q., Yu X.: *Coordination mechanisms for construction supply chain management in the Internet environment*, *International Journal of Project Management*, vol.25(2)/2007, s.150-157
64. Yeo K.T., Ning J.H.: Integrating supply chain and critical chain concepts in engineer-procure-construct (EPC) projects, *International Journal of Project Management*, vol.20(4)/2002, s.253-262