

Agata Mesjasz-Lech

Wykorzystanie technologii informacyjnych w zarządzaniu łańcuchem dostaw

Ekonomiczne Problemy Usług nr 105, 543-552

2013

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

AGATA MESJASZ-LECH
Politechnika Częstochowska

WYKORZYSTANIE TECHNOLOGII INFORMACYJNYCH W ZARZĄDZANIU ŁAŃCUCHEM DOSTAW

Wprowadzenie

Rozwój technologii informacyjnych (IT) spowodował znaczące zmiany w prowadzeniu działalności gospodarczej. Umożliwiają one zarządzanie relacjami z dostawcami i odbiorcami w celu kreowania najwyższej wartości dla klienta przy najniższych kosztach. Dzięki zastosowaniu technologii informacyjnych w łańcuchu dostaw może on szybko reagować na zmieniające się otoczenie, być odpornym na zakłócenia w funkcjonowaniu któregoś z partnerów, optymalnie kształtować poziom zasobów u poszczególnych partnerów.

W artykule przedstawiono wyniki analizy czynnikowej w badaniu zmiennych determinujących wykorzystanie wybranych technologii informacyjnych w zarządzaniu łańcuchem dostaw.

1. Znaczenie technologii informacyjnych w funkcjonowaniu łańcucha dostaw

Zarządzanie łańcuchem dostaw umożliwia skuteczne i efektywne przepływy rzeczowe i informacyjne, tak aby zaspokoić potrzeby klientów, poczynając od źródła dostaw surowców, a kończąc na miejscu konsumpcji produktu przez klienta końcowego. Zarządzanie łańcuchem dostaw rozumiane jest jako zarządzanie przepływem rzeczy i informacji przez sieci przedsiębiorstw¹. Zakłada ono ścisłą współpracę między ogniwami łańcucha dostaw, a zatem dostawcami surowców, produ-

¹ *Strategie łańcuchów dostaw*, red. M. Ciesielski, J. Długosz, PWE, Warszawa 2010, s. 20.

centami, dystrybutorami i sprzedawcami detalicznymi, w taki sposób, aby zaspokoić potrzeby klientów przy możliwie najniższych kosztach. Przepływy materiałowe w łańcuchu dostaw muszą być zatem wspierane przez przepływy informacji, przy czym przepływy materiałowe mają charakter jednostronny – od pierwszego ogniwa do ostatniego, a informacje przepływają w obie strony łańcucha. Przepływ informacji oraz dzielenie się nią są niezbędne do poprawnego funkcjonowania łańcucha dostaw².

Informacja stanowi ważny zasób ekonomiczny i jeden z podstawowych czynników tworzenia wartości³. Odpowiedni przepływ informacji w łańcuchu dostaw zapewniają technologie informacyjne. Wspomagają one proces decyzyjny w łańcuchu dostaw, uwzględniając powiązania zarówno między jego partnerami, jak i partnerami a otoczeniem. Pod pojęciem technologii informacyjnych rozumie się mechanizmy przyczyniające się do poprawy funkcjonowania złożonych łańcuchów dostaw oraz koordynacji realizowanych w ich ramach procesów⁴. Technologie informacyjne zapewniają aktualne, dokładne i rzetelne informacje, co pozwala na osiąganie lepszych wyników działalności zarówno pojedynczych podmiotów, jak i całego łańcucha dostaw. Tym samym technologie informacyjne uznawane są za istotny czynnik niezbędny do zarządzania łańcuchem dostaw⁵. Technologie informacyjne wspomagają realizację procesów logistycznych praktycznie w każdym przedsiębiorstwie⁶. Wdrożenie i stosowanie technologii informacyjnych zwiększa efektywność zarządzania informacją, dzięki szybkiej dystrybucji informacji i szybkim połączeniom między partnerami łańcucha dostaw i partnerami a otoczeniem. Ponadto stosowanie technologii informacyjnych prowadzi do zmniejszenia kosztów związanych z realizacją działań koordynacyjnych oraz do redukcji ryzyka związanego z przeprowadzanymi transakcjami, a także przyczynia się do tworzenia wartości w łańcuchu dostaw.

² D. Prajogo, J. Olhager: *Supply chain integration and performance: The effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration*, „International Journal of Production Economics” 2012, 135, s. 513.

³ L. Kiełtyka, W. Jędrzejczyk, R. Kuceba: *Informacja i wiedza jako zasoby organizacji gospodarczych*, w: *Analiza i modelowanie procesów decyzyjnych menedżera z wykorzystaniem systemów rozmytych*, red. L. Kiełtyka, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa, Stowarzyszenie Wyższej Użyteczności „Dom Organizatora”, Toruń 2010, s. 12.

⁴ J.J. Nativi, S. Lee: *Impact of RFID information-sharing strategies on a decentralized supply chain with reverse logistics operations*, „International Journal of Production Economics” 2012, 136, s. 368.

⁵ G. Li, H. Yang, L. Sun, A.S. Sohal: *The impact of IT implementation on supply chain integration and performance*, „International Journal of Production Economics” 2009, 120, s. 125.

⁶ *Technologie informacyjne dla ekonomistów*, red. A. Nowicki, T. Turek, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2010, s. 223.

Technologie informacyjne w różny sposób oddziałują na działalność podmiotów, a mianowicie mogą prowadzić do⁷:

- rozwoju kreatywności,
- wsparcia strategii korporacyjnej,
- transformacji organizacji,
- tworzenia lub wzrostu wartości organizacji,
- kształtowania procesu planowania i innych procesów biznesowych,
- integracji wiedzy,
- integracji organizacyjnej.

Technologie informacyjne pełnią bardzo ważną rolę w zarządzaniu łańcuchem dostaw ze względu na to, że⁸:

- pozwalają na przesyłanie między współpracującymi partnerami większej ilości informacji oraz informacji o większej złożoności,
- pozwalają na przesyłanie w czasie rzeczywistym informacji dotyczących poziomu zapasów, statusu zamówienia oraz planowania i harmonogramowania produkcji, co pozwala współpracującym podmiotom lepiej zarządzać działaniami w łańcuchu dostaw i lepiej kontrolować je,
- ułatwiają prognozowanie i planowanie działań dostawców i odbiorców, co pozwala na lepszą koordynację działań w łańcuchu dostaw.

Równie istotnym zagadnieniem w zarządzaniu łańcuchem dostaw jest dzielenie się informacją. Inwestowanie w nowoczesne technologie informacyjne nie przyniesie oczekiwanych efektów, jeżeli partnerzy łańcucha dostaw nie będą dzielić się informacją. Współpraca w łańcuchu dostaw wymaga od jego ogniw dzielenia się przede wszystkim informacjami strategicznymi (dotyczącymi np. finansów, produkcji, projektowania i rozwoju produktu, konkurencji), a nie tylko tymi, które dotyczą zamówień materiałów i produktów. Przeprowadzone badania odnośnie do wykorzystania technologii informacyjnych w łańcuchu dostaw wykazały, że⁹:

- integracja logistyki zwiększa wydajność łańcucha dostaw,
- intensywność połączeń informacyjnych pomiędzy odbiorcami i dostawcami ma pozytywny wpływ na integrację logistyki,
- intensywność komunikowania się pomiędzy odbiorcami i dostawcami ma pozytywny wpływ na integrację logistyki,
- długookresowe relacje między dostawcami mają pozytywny wpływ na połączenia informacyjne oraz komunikację między nimi a pozostałymi partnerami łańcucha dostaw, a tym samym na wydajność całego łańcucha dostaw.

⁷ P. Besson, F. Rowe: *Strategizing information systems-enabled organizational transformation: A transdisciplinary review and new directions*, „Journal of Strategic Information Systems” 2012, 21, s. 109-113.

⁸ D. Prajogo, J. Olhager: *Supply chain integration...*, s. 515-516.

⁹ *Ibidem*, s. 518.

Integracja procesów decyzyjnych w łańcuchu dostaw wymaga zatem współpracy między jego partnerami w zakresie zarządzania zasobami. Współpraca ta możliwa jest dzięki technologiom informacyjnym.

2. Integracyjna funkcja technologii informacyjnych w zarządzaniu łańcuchem dostaw

Dzięki wymianie dużych ilości informacji strategicznych, operacyjnych i logistycznych technologie informacyjne pozwalają na integrację partnerów łańcucha dostaw w czasie rzeczywistym, prognozowanie w zakresie przepływów fizycznych, planowanie produkcji, zarządzanie zapasami i dystrybucją. Funkcjonowanie łańcucha dostaw determinowane jest współpracą jego ogniw, której podstawą powinna być integracja i koordynacja trzech podstawowych strumieni: informacji, materiałów i towarów oraz kapitału. Wdrożenie technologii informacyjnych pozwala na usprawnienie funkcjonowania łańcucha dostaw. Badania w tym zakresie pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków¹⁰:

- wdrożenie technologii informacyjnych przyczynia się do wzrostu wydajności łańcucha dostaw,
- integracja łańcucha dostaw przyczynia się do wzrostu jego wydajności,
- efektem wdrożenia technologii informacyjnych jest integracja łańcucha dostaw.

Integracja łańcucha dostaw determinowana jest integracją informacji. Integracja informacji jest niezbędna do zarządzania fizycznymi przepływami towarów, ponieważ pozwala na redukcję kosztów i poprawę stopnia realizacji działań logistycznych¹¹. Można zatem powiedzieć, że integracja informacji jest elementem zarządzania logistycznego współpracujących ze sobą podmiotów. Przeprowadzone w zakresie integracji informacji badania wskazały na jej pozytywne oddziaływanie na zaufanie partnerów logistycznych. Dzięki integracji informacji działania poszczególnych partnerów stają się transparentne i znane pozostałym podmiotom. Można stwierdzić zatem, że¹²:

- integracja informacji zwiększa zaufanie między współpracującymi podmiotami,
- integracja informacji pozytywnie wpływa na kooperację między partnerami,
- zaufanie między współpracującymi podmiotami pozytywnie wpływa na kooperację między nimi,

¹⁰ G. Li, H. Yang, L. Sun, A.S. Sohal: *The impact of IT implementation...*, s. 127-128.

¹¹ H.-L. Wei, C.W.Y. Wong, K. Lai: *Linking inter-organizational trust with logistics information integration and partner cooperation under environmental uncertainty*, „International Journal of Production Economics” 2012, 139, s. 642.

¹² *Ibidem*, s. 644.

- kooperacja między partnerami poprawia wydajność kupujących i sprzedających,
- w łańcuchu dostaw charakteryzującym się wysokim stopniem niepewności obserwuje się silny pozytywny związek między integracją informacji a wzajemnym zaufaniem partnerów, między integracją informacji a kooperacją partnerów oraz między wzajemnym zaufaniem partnerów a kooperacją pomiędzy nimi.

Do technologii informacyjnych wspomagających integrację łańcucha dostaw zaliczyć można między innymi:

- systemy MRP, ERP i CRM, które stanowią źródło aktualnych danych w zarządzaniu łańcuchem dostaw,
- systemy umożliwiające automatyczną wymianę danych i informacji zarówno wewnątrz poszczególnych ogniw łańcucha dostaw, jak i ogniw z podmiotami zewnętrznymi,
- RFID, technologię, która umożliwia kontrolę przepływów materialowych w czasie rzeczywistym, a ponadto pozwala ogniwom łańcucha dzielić się informacją za pomocą elektronicznego kodu produktu¹³.

Wymienione technologie zostały poddane analizie mającej na celu sprawdzenie, jakie czynniki wpływają na ich wykorzystanie w zarządzaniu łańcuchem dostaw.

3. Zastosowanie analizy czynnikowej w badaniach zmiennych determinujących stopień wykorzystania narzędzi informacyjnych w zarządzaniu łańcuchem dostaw

Analizę czynnikową przeprowadzono na podstawie macierzy obserwacji zawierającej siedem zmiennych, które dotyczą wykorzystania wybranych narzędzi informacyjnych w przedsiębiorstwach sklasyfikowanych według rodzaju działalności i województw. Analizie poddano następujące sekcje:

- Sekcja C – przetwórstwo przemysłowe,
- Sekcja D i E – wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz i parę wodną, dostawa wody, gospodarowanie ściekami i odpadami,
- Sekcja F – budownictwo,
- Sekcja H – transport i gospodarka magazynowa,
- Sekcja J – informacja i komunikacja,
- Sekcja K: klasy 64.19, 64.92, 66.12, 66.19 i grupy 65.1, 65.2 – działalność finansowa i ubezpieczeniowa,
- Sekcja L – obsługa rynku nieruchomości,

¹³ J.J. Nativi, S. Lee: *Impact of RFID information-sharing strategies on a decentralized supply chain with reverse logistics operations*, „International Journal of Production Economics” 2012, 136, s. 367.

- Sekcja M – działalność profesjonalna, naukowa i techniczna,
- Sektor ICT: działy 61÷62 i grupy 26.1÷26.4, 26.8, 46.5, 58.2, 63.1, 95.1.

Badaniami objęto rok 2011. Do analizy zaproponowano następujący zbiór zmiennych:

X_1 – liczba przedsiębiorstw korzystających z bezpłatnych aplikacji ERP lub CRM,

X_2 – liczba przedsiębiorstw korzystających z automatycznej wymiany danych z podmiotami zewnętrznymi,

X_3 – liczba przedsiębiorstw korzystających z automatycznej wymiany informacji wewnątrz przedsiębiorstwa w zakresie otrzymywania zamówień, w których odpowiednia informacja była automatycznie przekazywana do programów realizujących funkcje zarządzania poziomem zapasów,

X_4 – liczba przedsiębiorstw korzystających z automatycznej wymiany informacji wewnątrz przedsiębiorstwa w zakresie otrzymywania zamówień, w których odpowiednia informacja była automatycznie przekazywana do programów realizujących funkcje zarządzania produkcją lub usługami,

X_5 – liczba przedsiębiorstw korzystających z automatycznej wymiany informacji wewnątrz przedsiębiorstwa w zakresie otrzymywania zamówień, w których odpowiednia informacja była automatycznie przekazywana do programów realizujących funkcje zarządzania dystrybucją,

X_6 – liczba przedsiębiorstw korzystających z automatycznej wymiany informacji wewnątrz przedsiębiorstwa w zakresie wysyłania zamówień, w których odpowiednia informacja była automatycznie przekazywana do programów realizujących funkcje zarządzania poziomem zapasów,

X_7 – liczba przedsiębiorstw stosujących instrumenty automatycznej identyfikacji falami radiowymi (RFID).

Ze względu na to, iż badania dotyczą przedsiębiorstw pogrupowanych według województw, a zatem obiektów przestrzennych, dane globalne zastąpiono wskaźnikami natężenia. Wszystkie wielkości podano w przeliczeniu na liczbę przedsiębiorstw wykorzystujących komputery. Analiza zmiennych będących wskaźnikami natężenia pozwala abstrahować od wielkości województwa.

Analizę czynnikową zastosowano jako metodę redukcji liczby zmiennych. Dwie zmienne lub więcej zmiennych ze sobą skorelowanych połączono zatem w pojedynczy czynnik będący kombinacją liniową tych zmiennych. Łączenie zmiennych skorelowanych w jeden czynnik pozwala na uniknięcie redundantności zmiennych. Dzięki analizie czynnikowej można badać strukturę obserwacji wielowymiarowych, a więc wewnętrzne zależności zachodzące w zbiorze zmiennych opisujących te obserwacje¹⁴.

¹⁴ *Statystyczne metody analizy danych*, red. W. Ostasiewicz, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1999, s. 286.

Do obliczenia wartości ładunków czynnikowych zastosowano metodę głównych składowych. Liczbę czynników ustalono, wykorzystując kryterium Kaisera, zgodnie z którym należy wybrać te czynniki, których wartość własna jest nie mniejsza niż 1. W tabeli 1 przedstawiono wartości własne czynników większe lub równe 1.

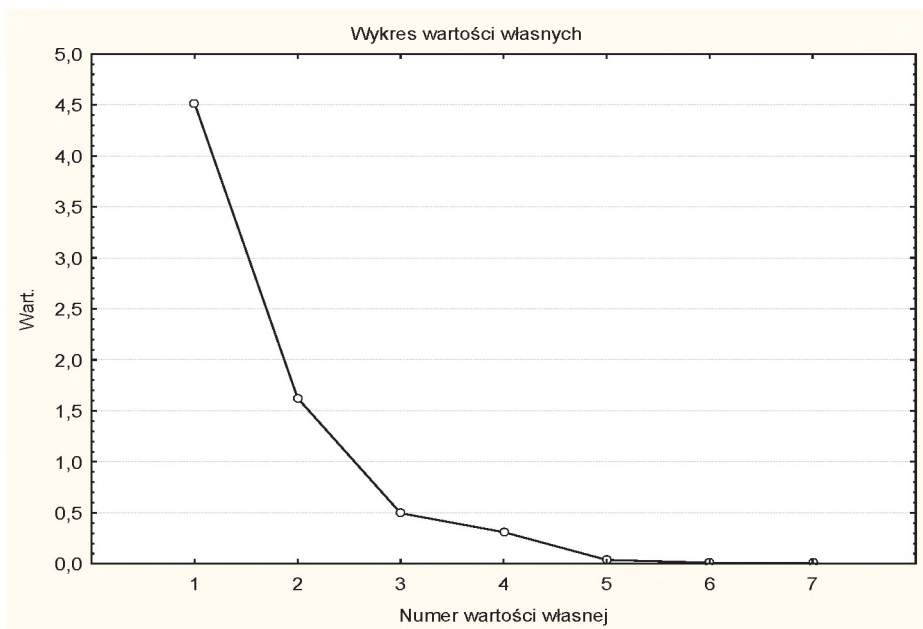
Tabela 1

Wartości własne czynników

Czynnik	Wartość własna	% ogółu wariacji	Skumulowane wartości własne	Skumulowany %
F ₁	4,512562	64,46517	4,512562	64,46517
F ₂	1,624203	23,20290	6,136765	87,66807

Źródło: obliczenia własne.

Pierwsze dwie składowe wyjaśniają 87,67% całkowitej wariacji wszystkich obserwowalnych zmiennych. Wynika z tego, że należy wyodrębnić dwa czynniki określające stopień wykorzystania technologii informacyjnych w województwach. Na dwa czynniki wskazuje również test ospiska (rys. 1).



Rys. 1. Test ospiska

Źródło: opracowanie własne.

W teście osypiska liczba czynników ustalana jest na podstawie wykresu wartości własnych. Na wykresie odnajduje się miejsce, od którego na prawo następuje łagodny spadek wartości własnych. Zgodnie z tym kryterium w modelu należy uwzględnić dwa czynniki.

W tabeli 2 przedstawiono wartości ładunków czynnikowych zrotowanych za pomocą varimaxu znormalizowanego. Rotacji dokonano w celu wyzerowania lub zminimalizowania jednego z ładunków, tak aby tylko jeden czynnik w zdecydowanym stopniu kształtował zmienną.

Tabela 2

Ładunki wyodrębnionych czynników (zrotowane za pomocą varimaxu znormalizowanego)

Zmienne	F_1	F_2
X_1	-0,864964	0,338416
X_2	-0,591318	0,609203
X_3	-0,797020	-0,581501
X_4	-0,919264	0,193699
X_5	-0,911420	-0,369392
X_6	-0,798766	-0,536116
X_7	-0,682452	0,582251

Źródło: obliczenia własne.

Najwyższe wartości ładunków czynnikowych w odpowiednich kolumnach wskazują na silne skorelowanie poszczególnych zmiennych z danym czynnikiem. Na podstawie obliczonych wartości ładunków czynnikowych można stwierdzić, że:

- czynnik F_1 ma wysokie wartości ładunków czynnikowych dla zmiennych: X_1, X_3, X_4, X_5, X_6 ,
- czynnik F_2 ma wysokie wartości ładunków czynnikowych dla zmiennych: X_2, X_7 .

Poszczególnym czynnikom przypisano określone nazwy ze względu na zmienne, które je tworzą:

- czynnik związany z wykorzystaniem technologii informacyjnych w zewnętrznych powiązaniach partnerów łańcucha dostaw (F_1),

- czynnik związany z wykorzystaniem technologii informacyjnych wspomagających wewnętrzną wymianę informacji u poszczególnych partnerów łańcucha dostaw (F_2).

Drugi czynnik dotyczy zatem systemów umożliwiających planowanie zasobów wewnątrz przedsiębiorstwa. Systemy te są źródłem informacji dla systemu zarządzania łańcuchem dostaw, stanowią tym samym ważny czynnik umożliwiający integrację i koordynację działań w całym łańcuchu. Czynnik pierwszy dotyczy systemów pozwalających na wymianę informacji między partnerami łańcucha dostaw, integrujących więc wszystkie ogniwa w jedną całość.

Podsumowanie

Analiza czynnikowa pozwala na redukcję liczby badanych zmiennych, między którymi występują powiązania. Dzięki wyodrębnieniu czynników wspólnych dla skorelowanych zmiennych można określić, jakie wielkości determinują zastosowanie technologii informacyjnych w zarządzaniu łańcuchem dostaw. Przyczynić się to może do zwiększenia efektywności funkcjonowania łańcucha dostaw ze względu na lepszą identyfikację działań, a następnie procesów związanych z powstawaniem danego czynnika związanego z wykorzystaniem technologii informacyjnych.

Literatura

1. Besson P., Rowe F.: *Strategizing information systems-enabled organizational transformation: A transdisciplinary review and new directions*, „Journal of Strategic Information Systems” 2012, 21.
2. Kieltyka L., Jędrzejczyk W., Kucęba R.: *Informacja i wiedza jako zasoby organizacji gospodarczych*, w: *Analiza i modelowanie procesów decyzyjnych menedżera z wykorzystaniem systemów rozmytych*, red. L. Kieltyka, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa, Stowarzyszenie Wyższej Użyteczności „Dom Organizatora”, Toruń 2010.
3. Li G., Yang H., Sun L., Sohal A.S.: *The impact of IT implementation on supply chain integration and performance*, „International Journal of Production Economics” 2009, 120.
4. Nativi J.J., Lee S.: *Impact of RFID information-sharing strategies on a decentralized supply chain with reverse logistics operations*, „International Journal of Production Economics” 2012, 136.
5. Prajogo D., Olhager J.: *Supply chain integration and performance: The effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration*, „International Journal of Production Economics” 2012, 135.

6. *Statystyczne metody analizy danych*, red. W. Ostasiewicz, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1999.
7. *Strategie łańcuchów dostaw*, red. M. Ciesielski, J. Długosz, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010.
8. *Technologie informacyjne dla ekonomistów*, red. A. Nowicki, T. Turek, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2010.
9. Wei H.-L., Wong C.W.Y., Lai K.: *Linking inter-organizational trust with logistics information integration and partner cooperation under environmental uncertainty*, „International Journal of Production Economics” 2012, 139.

DIE VERWENDUNG DER INFORMATIONSTECHNOLOGIEN IN DER SUPPLY CHAIN

Zusammenfassung

Die Entwicklung der Informationstechnologien (IT) hat erhebliche Veränderungen in der Führung der Geschäfte verursacht. Die Informationstechnologien ermöglichen die Verwaltung von Kunden- Lieferanten -Beziehungen mit, um der größte Kundenwert zu den niedrigsten Kosten zu schaffen. Dank der Verwendung von Informationstechnologien kann die Supply Chain schnell auf den sich dynamisch verändernden Umfeld reagieren, überwinden die Störungen in der Funktionsweise der einer der Partner sein, die optimale Bestandsgröße der einzelnen Partner gestalten. Im Artikel wurden die Ergebnisse der Faktorenanalyse in der Untersuchung von Variablen, die den Grad der Nutzung von IT-Werkzeugen in der Supply Chain Management zu bestimmen.

Übersetzt von Agata Mesjasz-Lech