



**Włodzimierz Kramarz**

Politechnika Śląska  
Wydział Organizacji i Zarządzania  
Instytut Zarządzania i Administracji  
mkramarz1@polsl.pl

**Mateusz Zaczyk**

Politechnika Śląska  
Wydział Organizacji i Zarządzania  
Instytut Zarządzania i Administracji  
mkramarz1@polsl.pl

## **NIEZAWODNOŚĆ SYSTEMU LOGISTYCZNEGO W KONTEKŚCIE WZROSTU SIECIOWOŚCI ŁAŃCUCHÓW DOSTAW**

**Streszczenie:** W artykule skoncentrowano się na problemie adaptacyjności łańcuchów dostaw. Sieciowość łańcucha dostaw może zwiększać odporność, ale także być potencjalnym źródłem dodatkowych zakłóceń. Nadwyżka zasobów jest jedną ze strategii wzmacniania odporności. W artykule analizowano wpływ zakłóceń na odchylenia w przepływach materiałowych i niezawodność metalogistycznego systemu.

**Słowa kluczowe:** niezawodność, sieciowy łańcuch dostaw, zakłócenia.

### **Wprowadzenie**

Wzrost relacji sieciowych w łańcuchu dostaw jest wyraźnie zauważalną tendencją związaną z potrzebą wzmacniania odporności i adaptacyjności współczesnych łańcuchów dostaw. Zakłócenia związane z oddziaływaniem trudnych do przewidzenia czynników w otoczeniu mikro i makro, a także w samych łańcuchach dostaw powodują odchylenia w przepływach materiałowych, które osłabiają niezawodność całego systemu i pociągają za sobą skutki zarówno organizacyjne, jak i finansowe.

W artykule skoncentrowano uwagę na niezawodności metalogistycznego systemu logistycznego. Zawężono rozważania do dwóch uwarunkowań: realizacja zadań odroczonej produkcji na etapie dystrybucji i kształtowanie przez przedsiębiorstwa dystrybucyjne relacji sieciowych. Tym samym w rozważaniach skoncentrowano się na łańcuchach dostaw, w których materiałowy punkt rozdziału to montaż/różnicowanie produktu zgodnie ze złożonymi zamówieniami.

W związku z przyjętymi założeniami w punkcie 1 wskazano dorobek literatury w zakresie niezawodności łańcuchów dostaw. Podkreślono wymiary niezawodności, a także przytaczane wskaźniki pozwalające na ocenę niezawodności systemu logistycznego. W punkcie 2 wskazano na kluczowe determinanty wzrostu relacji sieciowych: dyferencjację i złożoność produktu. Jednocześnie w tym kontekście przedstawiono klasyfikację zakłóceń w przepływach materiałowych. Punkt 3 przedstawia wyniki badań przeprowadzonych w łańcuchu dostaw wyrobów hutniczych, który spełnia przyjęte założenia teoretyczne.

## 1. Niezawodność w kontekście wzrostu sieciowości łańcucha dostaw

Metalogistyczny system, jakim jest łańcuch dostaw, może mieć różny stopień złożoności. Stopień złożoności jest związany ze strukturą łańcucha dostaw, w tym: liczbą szczebli, typem i liczbą kształtowanych relacji, zróżnicowaniem organizacji tworzących łańcuch, a także zaangażowaniem dodatkowych uczestników, w tym także przedsiębiorstw logistycznych. Struktura łańcucha dostaw ma istotny wpływ na niezawodność takiego metalogistycznego systemu. Laprie [1992] definiuje niezawodność (ang. *dependability*) jako zdolność systemu do dostarczenia specyficznej usługi [Laprie, 1992]. Twaróg [2003] interpretuje na tej podstawie niezawodność systemu logistycznego jako zapewnienie terminowego i niezakłóconego procesu dostawy poszczególnych produktów [Twaróg, 2003]. Natomiast w logistyce wojskowej niezawodność systemu to „zdolność do zapewnienia gotowości wszelkich zasobów (...), niezbędnych w procesie realizacji zadań operacyjnych systemu wojskowego” [Nowakowski, 2011]. Powyższe definicje można przekształcić na potrzeby problematyki logistyki cywilnej, traktując niezawodność jako zdolność do zapewnienia gotowości zasobów potrzebnych do realizacji zadań systemu poszczególnych przedsiębiorstw. Niezawodność można rozpatrywać również w kontekście łańcucha dostaw i definiować ją jako zdolność metalogistycznego systemu do zaspokojenia potrzeb klienta końcowego. Interpretacja tego podejścia wymaga sięgnięcia do innych nauk, w których wykorzystuje się pojęcie niezawodności. Nowakowski wskazuje przykładowo na interpretację niezawodności w naukach technicznych, podkreślając właściwości składające się na ten termin: nieszkodzalność, obsługiwalność i zapewnienie środków obsługi [Nowakowski, 2011]. Z kolei w ujęciu normatywnym niezawodność wiąże się z pewną hierarchią pojęć wynikającą z dualnego podziału pojęcia na właściwość opisywaną w kategoriach probabilistycznych oraz deterministycznych. Z podejściem probabilistycznym wiąże się pojęcie gotowości obiektu (ang. *availability*) oraz pojęcia podrzędne, takie jak nieszkodzalność (*reliability*) i obsługiwalność (*maintainability*). W podejściu

deterministycznym istotna jest wiarygodność systemu (*credibility*), na którą składają się integralność (*integrity*) i zabezpieczenie (*security*). Złożoność problemu definiowania niezawodności podkreśla wielu autorów. Avizienis, Laprie i Randell twierdzą, że aby właściwie zdefiniować pojęcie niezawodności, należy rozpatrywać ją jakby z trzech punktów widzenia. Mianowicie należy wziąć pod uwagę zagrożenia dla niezawodności, jej cechy (atrybuty) oraz środki do jej osiągnięcia [Avizienis, Laprie, Randell, 2004, s. 11-33].

Tak rozumianą niezawodność trzeba odnieść w dalszej kolejności do problematyki zarządzania logistycznego. Zarządzanie logistyczne za Szoltykiem [2015] jest rozumiane jako oddziaływanie informacyjno-decyzyjne aparatu zarządzającego sferą logistyki, przekazywane kanałami informacyjnymi ukształtowanymi przez stosunki (reguły) organizacyjne na komórki organizacyjne sfery realnej (stanowiska realizujące procesy i czynności logistyczne). Oddziaływania te powodują, że realizowane przez te komórki zadania w zakresie kształtowania przepływów materialnych i informacyjnych zmierzają do osiągnięcia celów organizacji. Podstawowym wymiarem niezawodności systemu logistycznego wynikającym z celów zarządzania logistycznego jest kompletna, terminowa i pewna (bez uszkodzeń) realizacja zamówienia, a więc dostarczenie produktu we właściwe miejsce, we właściwym czasie, w wymaganej ilości i jakości, właściwemu klientowi, po właściwych kosztach.

W dalszych rozważaniach przyjęto definicję niezawodności systemu w odniesieniu do podstawowych celów, jakie ma przed sobą każdy system logistyczny: niezawodność systemu logistycznego to zdolność tego systemu do realizowania zamówień klienta ze szczególnym uwzględnieniem kompletności, terminowości i pewności realizowanych zamówień.

W literaturze przytacza się wiele mierników oceny niezawodności i proponuje różną metodykę. Nowakowski proponuje trzy grupy wskaźników pozwalających ocenić niezawodność. Do pierwszej z nich zalicza współczynniki braku zdolności systemu logistycznego do realizacji zadań wspierających. Określają one procent czasu, w którym system nie jest w stanie realizować zadań związanych ze wspieraniem z powodu braku wyposażenia niezbędnego do prowadzenia procesów obsługi klienta. Kolejną grupą wskaźników są wskaźniki elastyczności wsparcia logistycznego. Pierwszym z nich jest elastyczność wsparcia dla istniejącej sieci dostawców, która odzwierciedla czas reakcji na powiększone w wyniku wzrostu popytu zapotrzebowanie na zasoby w ramach istniejącej i ukształtowanej odpowiednio sieci dostawców. Drugi to elastyczność sieci z nowym dostawcą, oznaczająca właściwie czas potrzebny do pozyskania nowego dostawcy będącego w stanie wypełnić lukę w zaopatrzeniu przedsiębiorstwa w zasoby. Ten wskaźnik bezpośrednio odnosi się więc do nawiązywania relacji sieciowych. Trzecia i ostatnia grupa wskaźników to

wskaźniki odnoszące się do niezawodności systemu w rozumieniu jego zdolności do nieprzerwanej realizacji zadań wspierających. W tym obszarze na szczególną uwagę zasługują następujące wskaźniki:

- niezawodność dostawy – jako prawdopodobieństwo dotrzymania ustalonych terminów oraz utrzymania zgodności dostawy z zamówieniem,
- niezawodność transportu – jako prawdopodobieństwo dostarczania zamówień terminowo i bez uszkodzeń,
- niezawodność infrastruktury logistycznej – jako czynnik uwzględniający parametry pracy personelu oraz wyposażenia [Nowakowski, 2011].

Przykładowe wskaźniki przyporządkowane poszczególnym elementom definicji niezawodności systemu wraz ze sposobami ich obliczenia i adekwatnymi jednostkami miar zaprezentowano w tab. 1.

**Tabela 1.** Wskaźniki niezawodności systemu logistycznego

Element definicji	Wskaźnik	Sposób obliczenia wskaźnika	J.m.
Zapewnienie dostępności właściwych produktów	– wielkość popytu, która może być zaspokojona z zapasów pozostających na składzie [Kempny, 2001]	$\frac{\text{zamówienia możliwe do zrealizowania z zapasów} \times 100}{\text{wszystkie zamówienia}}$	%
Kompletność realizacji zamówienia	– % kompletnych dostaw	$\frac{\text{liczba kompletnych dostaw} \times 100}{\text{liczba dostaw}}$	%
Dostarczanie produktu bez uszkodzenia	– % dostaw bez uszkodzeń produktu	$\frac{\text{liczba dostaw bez uszkodzeń} \times 100}{\text{liczba dostaw}}$	%
	– udział wadliwych dostaw wyrobów	$\frac{\text{liczba dostaw nieprawidłowych} \times 100}{\text{liczba dostaw}}$	%
Realizacja zamówienia z uwzględnieniem miejsca jego dostarczenia	– % dostaw dostarczonych we właściwe miejsce	$\frac{\text{liczba dostaw dostarczonych we właściwe miejsce} \times 100}{\text{liczba dostaw}}$	%
Terminowa realizacja zadania	– udział liczby dostaw zrealizowanych terminowo w łącznej liczbie dostaw w danym miesiącu	$\frac{\text{liczba dostaw zrealizowanych w terminie} \times 100}{\text{liczba dostaw}}$	%
	– przeciętny czas dostawy wyrobów	$\frac{\text{czas realizacji zlecenia}}{\text{liczba dostaw}}$	dni
Dokładność zamówienia	– udział zwróconych dostaw wyrobów	$\frac{\text{liczba zwróconych dostaw wyrobów} \times 100}{\text{liczba dostaw}}$	%
	– udział reklamowanych dostaw wyrobów	$\frac{\text{liczba reklamowanych dostaw wyrobów}}{\text{liczba dostaw}}$	%
Zgodność dokumentów płatności	– udział wystawionych dokumentów zgodnych z wymaganiami w łącznej liczbie dokumentów	$\frac{\text{liczba dokumentów wystawionych prawidłowo} \times 100}{\text{liczba wystawionych dokumentów płatności}}$	%

Źródło: Opracowanie na podstawie: Stajniak [2012].

Opisane powyżej wskaźniki dotyczące niezawodności logistycznego systemu dystrybucji są wskaźnikami przykładowymi. W literaturze można się natknąć na wiele innych, które również można zastosować w praktyce gospodarczej. Wykorzystanie jedynie wskaźników opisanych w tab. 1 może powodować zaniedbanie innych, równie istotnych aspektów dystrybucji, niejednokrotnie wynikających ze specyfiki rozpatrywanego przedsiębiorstwa. Ponadto opisane miary należy traktować systemowo, całościowo, gdyż traktowanie ich indywidualnie, w sposób wyizolowany może być powodem licznych niedociągnięć, opóźnień czy innego rodzaju wad [Stajniak, 2012]. Z tego powodu kompleksowe traktowanie problemów związanych z niezawodnością badanego systemu wydaje się niezbędne i konieczne, by w pełni właściwie go przeanalizować.

## **2. Determinanty wzrostu sieciowości łańcucha dostaw wyrobów hutniczych**

Przytoczone miary niezawodności systemu logistycznego są opracowywane głównie dla systemów w skali mikro. Przejście na poziom metasystemów wymaga uwzględnienia czynników warunkujących przepływy materiałowe między organizacjami oraz determinantów przepływów. Najważniejszymi czynnikami podkreślanymi w literaturze, determinującymi strukturę łańcucha dostaw, jest stopień złożoności produktu oraz stopień jego różnicowania. Najogólniej można wskazać następujące poziomy związane ze różnicowaniem produktu: produkty standardowe, produkty wielowariantowe (wczesna dyferencjacja na poziomie przedsiębiorstwa produkcyjnego), produkty modułowe (montowane zgodnie ze składanym zamówieniem), produkty różnicowane pod zamówienie klienta (odroczonego na etapie dystrybucji), produkty projektowane i wytwarzane zgodnie z zamówieniem klienta. W literaturze masowe dostosowywanie produktu „mass customization” (produkcja wielowariantowa) jest definiowane jako zdolność wykazywana przez niektóre przedsiębiorstwa, podejmowana w celu zaoferowania indywidualnie dostosowanych produktów lub usług na dużą skalę [Zipkin, 2001]. Zipkin, definiując masowe dostosowywanie, wskazuje na trzy części tego procesu:

- aktywizacja (*elicitation*) – ustalenie, czego właściwie klient oczekuje, niejednokrotnie powstaje problem ustalenia szczegółowych wymagań klienta,
- elastyczność procesu (*process flexibility*) – należy ustalić, czy dany proces jest możliwie elastyczny, czy sterowanie tym procesem daje możliwość częstych zmian parametrów końcowych wyrobów,

- logistyka – procesy logistyczne następujące po wyprodukowaniu końcowych wyrobów związane z ich dostarczeniem do klienta.

Wśród głównych barier wczesnej dyferencjacji wymienia się:

- potrzebę wysoce elastycznej technologii produkcji,
- potrzebę rozwiniętego systemu rozpoznawania wymagań klienta,
- potrzebę silnego wsparcia logistycznego,
- zróżnicowanie rynku łatwe do prognozowania dla poszczególnych wariantów produktu.

Jedną z metod dostosowywania zamówienia pod potrzeby odbiorcy jest stosowanie strategii odroczenia produkcji (opóźnionej dyferencjacji) [Kramarz, Kramarz, 2013]. Polega ona na utworzeniu pewnego punktu bazowego i wykonywaniu końcowych operacji technologicznych (decydujących o ostatecznych właściwościach produktu) dopiero po wpłynięciu zamówienia wraz ze specyfikacją zamówionych produktów [Mangan, Lalwani, Butcher, 2008].

Do podstawowych korzyści stosowania strategii odroczonej produkcji należy zaliczyć:

- wzrost elastyczności – możliwość oferowania szerszej gamy produktów,
- redukcję niepewności – możliwość zmniejszenia poziomu niepewności systemu,
- zmniejszenie kosztów złożoności,
- złagodzenie ryzyka – dzięki umieszczeniu zabezpieczenia w postaci zapasów produktu bazowego (przed różnicowaniem) stosunkowo blisko klienta,
- zwiększenie efektywności łańcucha dostaw – dzięki wprowadzeniu dyferencjacji produktu stosunkowo blisko klienta.

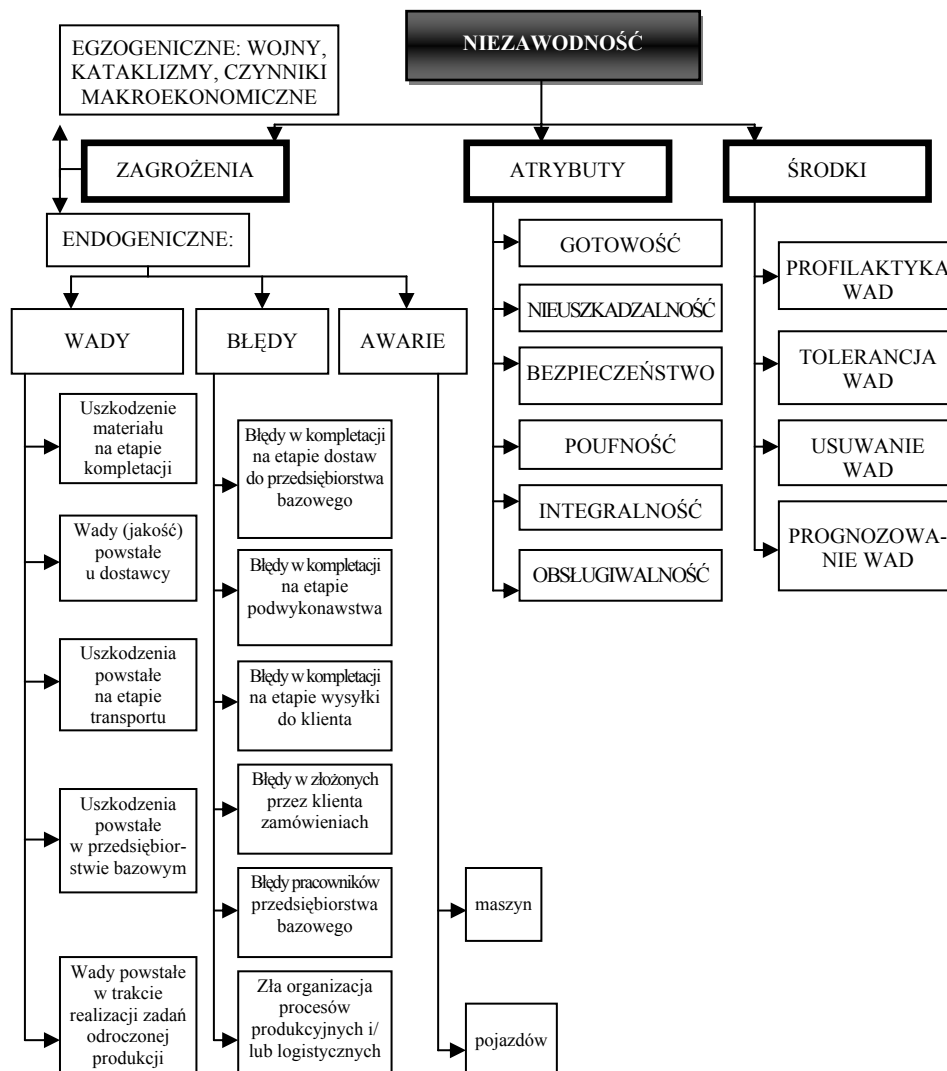
Najbardziej istotną korzyścią wydaje się być jednak szansa na pomniejszenie ryzyka związanego z niepewnością składanych zamówień dzięki możliwie najpóźniejszemu dostosowaniu bazowego produktu do specyficznych wymagań klienta [Kramarz, 2012].

Najważniejszym kryterium decydującym o korzyściach stosowania strategii odroczonej produkcji jest stopień złożoności produktu. Stopień złożoności produktu oceniany w skali pięciostopniowej jest zmienny na etapie strumienia wartości dodanej. Należy więc oceniać stopień zróżnicowania produktu finalnego, którym może być również półprodukt sprzedawany klientom różnych branż.

Rynek obrotu wyrobami hutniczymi charakteryzuje się dużą ilością klientów wymagających dostosowanych do ich potrzeb wyrobów. Kluczowi dystrybutorzy muszą dysponować elastyczną technologią umożliwiającą dostosowywanie wyrobu zgodnie ze składanymi zamówieniami, systemem rozpoznawania wymagań klientów oraz silnym wsparciem logistycznym. Tym samym zapewniają możliwość realizacji zamówień zgodnie ze strategią opóźnionej dyferencjacji.

Metalogistyczny system dostaw wyrobów hutniczych cechuje się strukturą sieciową o materiałowym punkcie rozdziału zlokalizowanym na poziomie dystrybucji, produktami o różnym stopniu złożoności, w zależności od branży, dla której jest realizowane zamówienie. W łańcuchu tym można wyróżnić strumienie przepływów materiałowych organizowane według każdego z przytoczonych poziomów różnicowania produktu.

Podsumowując, wskazano kluczowe poziomy definiowania niezawodności sieciowego łańcucha dostaw wyrobów hutniczych (rys. 1), na podstawie których prowadzono dalsze badania.



Rys. 1. Zagrożenia, atrybuty, środki jako komponenty niezawodności

Źródło: Opracowanie własne.

Jak wskazano na rys. 1, na pojęcie niezawodności składają się trzy czynniki: zagrożenia dla niezawodności, jej atrybuty oraz środki do jej osiągnięcia. Zagrożenia wymagają klasyfikacji wskazującej na czynniki egzogeniczne wynikające z uwarunkowań zewnętrznych zarówno w stosunku do przedsiębiorstwa bazowego, jak i całego łańcucha dostaw oraz czynniki endogeniczne wynikające z realizacji procesów w przedsiębiorstwie bazowym, w łańcuchu dostaw, a także w sieci podwykonawców i sieci logistycznej.

Ponadto należy uwzględnić relacje przyczynowo-skutkowe pomiędzy zidentyfikowanymi zakłóceniami. I tak na przykład: awarie maszyn mogą być konsekwencją błędów, natomiast awarie mogą wzmacniać zakłócenia związane z wadami.

Kolejnym czynnikiem wpływającym na właściwe zinterpretowanie niezawodności są jej atrybuty: gotowość, nieuszkodzalność, bezpieczeństwo, poufność, integralność, obsługiwalność.

Ostatnim elementem analizowanego schematu są środki do osiągnięcia niezawodności. W literaturze wskazuje się na prewencję, tolerancję, usuwanie, prognozowanie.

### 3. Wyniki badań w sieciowym łańcuchu dostaw wyrobów hutniczych

Jak wskazano w punkcie 2, łańcuch dostaw wyrobów hutniczych ma strukturę sieciową ze względu na takie determinanty, jak stopień zróżnicowania produktu, stopień złożoności produktu, a także związana z nimi niepewność otoczenia wzmacniająca zakłócenia w przepływach materiałowych. Badania nad niezawodnością i zakłóceniami w przepływach materiałowych prowadzono z wykorzystaniem kart pomiaru zakłóceń w okresie 6 miesięcy w węźle łańcucha dostaw realizującym zarówno zadania związane z odraczaniem produkcji, jak i spełniającym funkcje hurtownika w przepływach materiałowych produktów standardowych. W tym okresie wyznaczono kluczowe wskaźniki niezawodności zaprezentowane w tab. 2.

**Tabela 2.** Wyniki pomiaru niezawodności

Element definicji	1	2	3	4	5	6	J.m.	Interpretacja
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dostępność wariantów produktu	65	72	78	87	74	87	%	Poziom tego wskaźnika jest bardzo niski i wynika głównie z faktu, iż przeważającą część zamówień stanowi opóźniona dyferencjacja charakteryzująca się utrzymywaniem zapasów produktów bazowych, a nie zróżnicowanych

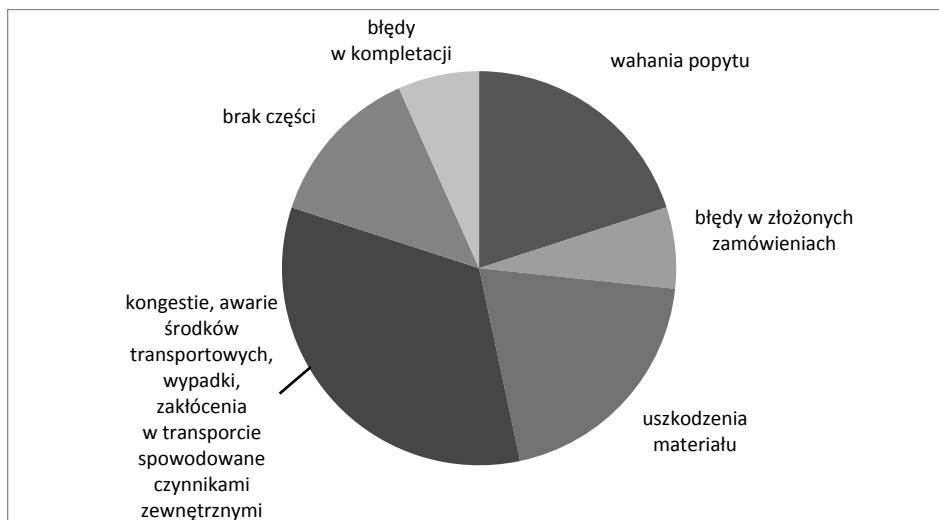


cd. tabeli 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kompletność realizacji zamówienia	83	91	84	87	87	80	%	Wahania we wskaźniku kompletacji są nieznaczne i wynikają z kumulacji błędów od strony dostawców, w tym także z dostaw wadliwych materiałów
Dostarczanie produktu bez uszkodzenia	84	91	87	89	90	86	%	Pewność realizacji zamówienia zmienia się wraz z działaniem czynników endogenicznych i zakłóceń wywołanych przez przedsiębiorstwa transportowe
Dokładna realizacja zamówienia	99	99	100	100	100	99	%	Wskaźnik ten jest zadowalający, a nieznaczne jego obniżenie wynikało z błędnych i niekompletnych danych podanych przez klienta
Terminowa realizacja zadania	86	96	98	92	93	87	%	Jest to kluczowy wskaźnik z perspektywy analizowanego przedsiębiorstwa bazowego. Przedsiębiorstwo wyznaczyło poziom graniczny tego wskaźnika na 95%, tym samym konieczne jest doskonalenie procesów w celu poprawy terminowości realizowanych zamówień. Pogorszenie wskaźnika wynikało bowiem z kumulacji zamówień w pierwszym i ostatnim badanym okresie, co skutkowało brakiem zdolności produkcyjnych i transportowych
Dokładność zamówienia	81	84	91	90	99	86	%	Poziom wskaźnika jest skorelowany z innymi wskaźnikami, w tym zwłaszcza ze wskaźnikiem pewności realizowanych zamówień; uszkodzone wyroby skutkowały zwrotami i reklamacjami
Zgodność dokumentów płatności	90	91	98	98	99	90	%	Wskaźnik ten jest na zadowalającym poziomie

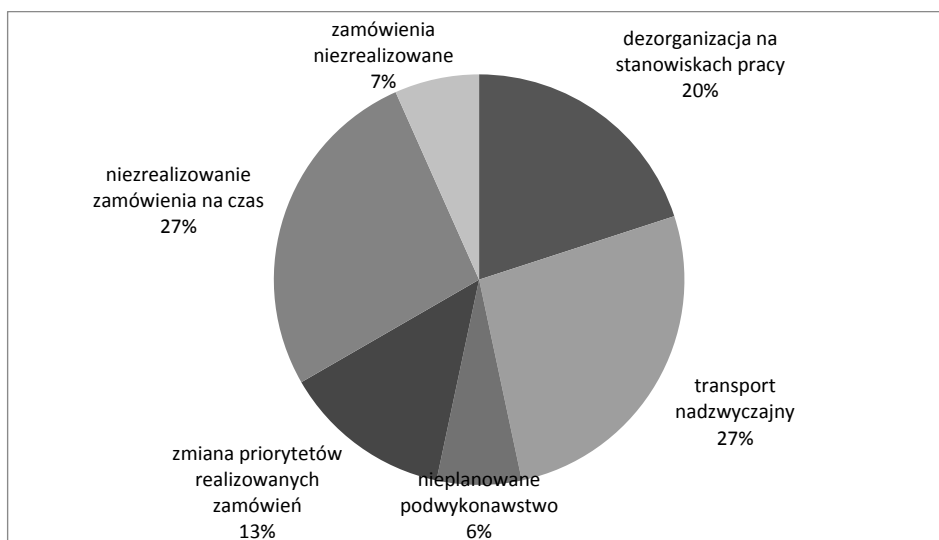
Źródło: Opracowanie własne.

Analiza wskaźników składających się na niezawodność wskazuje na istotny związek poziomu wskaźników z zakłóceniami endogenicznymi i egzogenicznymi. Zakłócenia oceniano nie tylko ilościowo pod względem źródeł ich powstania (rys. 2), ale także pod względem skutków (rys. 3).



**Rys. 2.** Struktura zakłóceń pod względem przyczyn

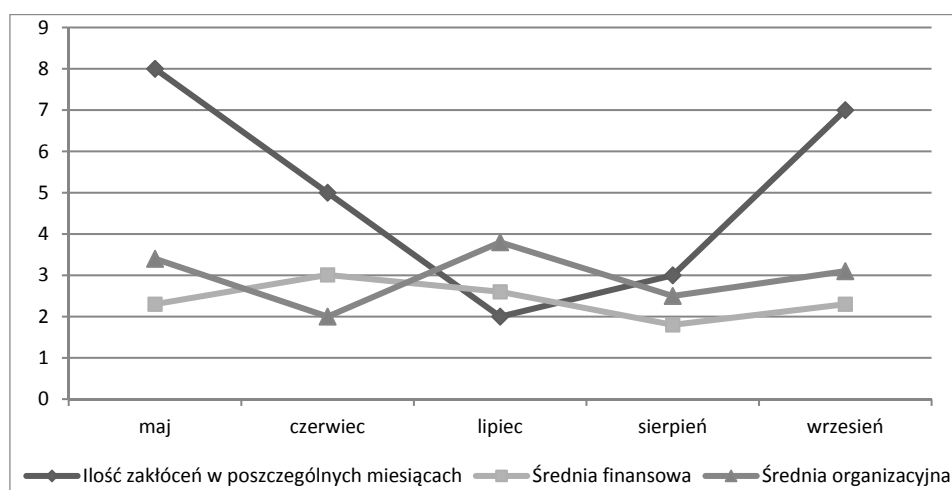
Źródło: Opracowanie własne na podstawie badań.



**Rys. 3.** Struktura zakłóceń według skutków

Źródło: Opracowanie własne na podstawie badań.

Zidentyfikowane zakłócenia analizowano także w rozkładzie miesięcznym (rys. 4). Zakłócenia oceniano według skutków organizacyjnych i finansowych w skali pięciostopniowej.



**Rys. 4.** Ilość zakłóceń w poszczególnych miesiącach oraz średnia

Źródło: Opracowanie własne na podstawie badań.

Znaczne zakłócenia w pierwszym badanym okresie (maj) skutkowały odchyleniami w przepływach materiałowych, które spowodowały obniżenie takich wskaźników niezawodności, jak: zapewnienie dostępności wymaganych wariantów produktu, kompletności, pewności i terminowości realizowanych zamówień. Przyczyną był wzrost popytu na wyroby różnicowane zgodnie ze składanymi zamówieniami, co spowodowało trudności w dostępie do zasobów umożliwiających realizację zadań odroczonej produkcji. W tym okresie odnotowano zamówienia niezrealizowane, a także nieterminowe; konieczna była również zmiana priorytetów organizowanych zamówień.

Kolejne trzy miesiące cechowały się zadowalającym poziomem większości wskaźników. Sygnałem ostrzegawczym są wahania kompletności realizowanych zamówień, a także zdecydowanie zbyt niski wskaźnik zapewnienia dostępności wymaganych wariantów produktów.

We wrześniu ponownie odnotowano wzrost zakłóceń. Kluczowym źródłem odchylenia w przepływach materiałowych w tym okresie były powroty pracowników po długich urlopach i trudność z wdrożeniem się do pracy, co wywoływało błędy w przedsiębiorstwie bazowym, w tym także uszkodzenia wyrobów. Skutkiem tych zdarzeń była dezorganizacja na stanowiskach pracy, zamówienia zrealizowane nieterminowo, a także potrzeba organizacji transportu nadzwyczajnego.

Niski wskaźnik zapewnienia dostępności wymaganych wariantów produktów w całym badanym okresie wskazuje na konieczność zwiększenia bazy zasobowej umożliwiającej realizację zadań odroczonej produkcji. Ze względu na

uwarunkowania zewnętrzne – duże wahania w zapotrzebowaniu na poszczególne warianty, postuluje się zwiększenie bazy zasobowej poprzez zwiększenie liczby relacji sieciowych. Więzy międzyorganizacyjne powinny być rozszerzone nie tylko w obrębie zasobów komplementarnych, ale także substytucyjnych.

## Podsumowanie

Wzrost sieciowości łańcucha dostaw jest wariantem strategicznym istotnie ograniczającym negatywne skutki zakłóceń w przepływach materiałowych. Zakłócenia mogą być oceniane pod względem ich źródeł oraz typu odchyień w przepływach materiałowych będących ich konsekwencją.

W łańcuchu dostaw wyrobów hutniczych zidentyfikowane zakłócenia istotnie korelują ze wskaźnikami oceny niezawodności. Zakłócenia rozumiane jako czynniki endogeniczne i egzogeniczne wywołujące odchylenia w przepływach materiałowych mogą zdywersyfikować w łańcuchu dostaw. Dlatego też istotne jest zidentyfikowanie ogniwa w łańcuchu dostaw, które jest w stanie tłumić zakłócenia. Takim ogniwem w łańcuchu dostaw wyrobów hutniczych jest materiałowy punkt rozdziału. Ogniwo to powinno kompensować zakłócenia wynikające zwłaszcza z wahań popytu, w tym wahań zapotrzebowania na poszczególne warianty produktu. Na tym etapie są stosowane wszystkie z wymienionych w literaturze opcji: prewencja, tolerancja, usuwanie, prognozowanie.

Zwiększenie bazy zasobowej poprzez kształtowanie relacji sieciowych jest szansą na kompensację zakłóceń na etapie odraczania produkcji w strumieniu wartości dodanej.

## Literatura

- Avizienis A., Laprie J.C., Randell B. (2004), *Basic concepts and taxonomy of dependable and secure computing*, IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing, Vol. 1, s. 11-33.
- Kempny D. (2001), *Logistyczna obsługa klienta*, PWE, Warszawa.
- Kramarz M., Kramarz W. (2013), *Dyferencjacja produktów w kontekście odporności łańcucha dostaw wyrobów hutniczych*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” (CD).
- Kramarz M. (2012), *Strategie adaptacyjne przedsiębiorstw flagowych sieci dystrybucji z odroczoną produkcją. Dystrybucja wyrobów hutniczych*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- Laprie J.C. (1995), *Dependability: basic concepts and terminology*, Springer, Invited paper to FTCS-25, the 25th IEEE International Symposium on Fault-Tolerant Computing, Pasadena, California, USA, June 27-30, Special Issue, s. 42-54.

- 
- Mangan J., Lalwani Ch., Butcher T. (2008), *Global logistics and supply chain management*, John Wiley & Sons, Ltd.
- Nowakowski T. (2011), *Niezawodność systemów logistycznych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Stajniak M. (2012), *Racjonalizacja transportu w logistycznych procesach zaopatrzenia i dystrybucji*, Biblioteka Logistyka, ILiM, Poznań.
- Szołtysek J. (2015), *Pryncypium logistyki*, „Logistyka”, 1, s. 70-72.
- Twaróg J. (2003), *Mierniki i wskaźniki logistyczne*, Biblioteka Logistyka, ILiM, Poznań.
- Zipkin P. (2001), *The limits of mass customization*, “MIT Sloan Management Review”, Vol. 42(3), s. 81-87.

#### **RELIABILITY OF THE LOGISTIC SYSTEM IN THE CONTEXT OF THE HEIGHT NETWORK-NESS OF SUPPLY CHAINS**

**Summary:** The network-ness of the supply chain can increase the resistance but also be a potential source of additional disruptions. The surplus resources is one of strategies of improving the resistance. In the article an influence of disruptions on deviations was being analysed. In conducted examinations they fixed their attention on the reliability of the network supply chain.

**Keywords:** network supply chain, reliability, disruptions.