

Kacper Galek✉

Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej

Marnotrawstwo w procesach logistycznych i metody jego eliminacji

Waste in logistics processes and methods of its elimination

Synopsis. Marnotrawstwo w procesach logistycznych stanowi jedno z głównych wyzwań wpływających na efektywność funkcjonowania przedsiębiorstw. Występuje ono na różnych etapach łańcucha dostaw i obejmuje m.in. nadmierne zapasy, zbędne przemieszczanie towarów, przestoje, błędy kompletacyjne, nieefektywne wykorzystanie zasobów oraz straty informacyjne. Celem artykułu jest identyfikacja najczęściej występujących form marnotrawstwa w logistyce oraz przedstawienie metod ich ograniczania, co sprowadza się do odpowiedzi na główne pytanie badawcze: jakie rodzaje strat występują w tym obszarze najczęściej i jakie narzędzia organizacyjno-informatyczne mają decydujący wpływ na ich eliminację? W pracy omówiono znaczenie koncepcji Lean Management oraz narzędzi takich jak 5S, Kaizen, mapowanie strumienia wartości (VSM) i standaryzacja procesów. Zwrócono również uwagę na rolę automatyzacji, cyfryzacji i systemów informatycznych wspierających zarządzanie logistyczne w redukcji strat operacyjnych. Analiza wskazuje, że skuteczne ograniczanie marnotrawstwa prowadzi nie tylko do obniżenia kosztów działalności, lecz także do poprawy jakości obsługi, zwiększenia płynności procesów oraz wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstwa. Problem ten ma szczególne znaczenie we współczesnej logistyce, gdzie stale rośnie presja efektywności, szybkości realizacji oraz optymalizacji zasobów.

Słowa kluczowe: marnotrawstwo w logistyce, Lean Management, optymalizacja procesów logistycznych, mapowanie strumienia wartości, efektywność operacyjna

Abstract. Waste in logistics processes is one of the major challenges affecting the efficiency of enterprises. It appears at different stages of the supply chain and includes excessive inventories, unnecessary movement of goods, waiting time, picking errors, inefficient use of resources and information losses. The aim of the article is to identify the most common forms of waste in logistics and to present

✉ **Kacper Galek** – student kierunku transport na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej;
e-mail: kacperg1805@gmail.com

methods of their reduction, which comes down to answering the main research question: what types of waste occur most frequently in this area, and what organizational and IT tools have a decisive impact on their elimination? The study discusses the importance of Lean Management and tools such as 5S, Kaizen, value stream mapping (VSM), and process standardization. Attention is also paid to automation, digitalization and information systems supporting logistics management in reducing operational losses. The analysis shows that effective waste reduction not only lowers operating costs but also improves service quality, increases process flow, and strengthens the competitive position of an enterprise. This issue is particularly important in contemporary logistics, where pressure on efficiency, speed of delivery, and resource optimization is constantly increasing.

Keywords: logistics waste, Lean Management, logistics process optimization, value stream mapping, operational efficiency

Kody JEL: M11, M15, L23

Wprowadzenie

Logistyka stanowi jeden z kluczowych filarów pozwalających firmom konkurować na rynku, integrując przepływy materiałów, informacji i kapitału od dostawcy aż do ostatecznego odbiorcy [Skowronek i Sarjusz-Wolski 2012; Coyle i in. 2017]. Problem polega na ciągłej zmienności popytu przy jednoczesnej presji minimalizacji kosztów i skracania czasu realizacji dostaw. Powoduje to, że łańcuchy logistyczne są bardzo obciążone. W takiej sytuacji nawet małe zakłócenie na dowolnym etapie procesu może generować dodatkowe koszty.

Dlatego współczesna literatura przedmiotu redefiniuje rolę logistyki, która przestała pełnić tylko funkcję pomocniczą, ale stała się elementem strategii konkurowania poprzez czas, niezawodność i dostępność produktu. Autorzy wybranych publikacji wiążą sprawność łańcucha dostaw z koordynacją przepływów międzyorganizacyjnych, a raport Banku Światowego LPI 2023 wskazuje, że zdolność przemieszczania towarów przez granice zależy od szybkości, niezawodności, jakości usług logistycznych, infrastruktury i cyfryzacji [World Bank 2023]. Marnotrawstwa w tym obszarze nie można zatem sprowadzać do lokalnych kosztów magazynu czy floty [Bowersox i in. 2013; Christopher 2016; Ruhston i in. 2017] – jest to systemowe zagrożenie dla jakości obsługi klienta i odporności całego łańcucha dostaw. Bozarth i Handfield [2019] opisali efekt byczego bicia (bullwhip effect), w ramach którego zmienność zamówień rośnie w górę łańcucha dostaw, prowadząc do nadmiernych zapasów, błędnego planowania zdolności, nieefektywnego transportu i pogorszenia obsługi klienta. Ten mechanizm pokazuje, że marnotrawstwo nie musi zaczynać się w magazynie; może powstać już na etapie planowania, partii zamówień, polityki cenowej lub przekazywania niepełnych danych. Opóźniona aktualizacja stanów magazynowych może w praktyce wywołać nadmiarowe zakupy i wydłużyć kompletację.

Pojęcie marnotrawstwa wiąże się najczęściej z koncepcją Lean Management oraz japońskim określeniem Muda. Istotą koncepcji „szczupłego zarządzania” jest założenie ciągłego i systematycznego odchudzania procesów ze wszelkich nieefektywności, przy

stałej maksymalizacji wartości. Z kolei sam termin Muda oznacza każdą czynność, która bezproduktywnie pochłania czas i zasoby firmy, nie wnosząc żadnej wartości dodanej z perspektywy odbiorcy. Podejście to wypracowano w systemie produkcyjnym firmy Toyota opierającym się na eliminacji marnotrawstwa, gdzie o wartości decyduje klient: produkt ma mieć odpowiednią jakość i zostać dostarczony we właściwym miejscu i czasie [Womack i Jones 2003; Liker 2020]. I choć Lean rodził się na liniach montażowych, jego rola w logistyce jest równie krytyczna. Łańcuch dostaw to przecież nic innego jak gęsta sieć punktów styku, przekazania, fizycznego oczekiwania i tysięcy mikrodecyzji. W przypadku produkcji łatwiej wskazać stanowisko, operację lub gniazdo, w którym występuje strata. Ponieważ w logistyce marnotrawstwo może być wynikiem relacji między dostawcą, magazynem, przewoźnikiem, systemem informatycznym i odbiorcą, przyjmuje postacie materialne, czasowe, przestrzenne, informacyjne lub organizacyjne. Usprawnienia marnotrawstwa powinny obejmować nie tylko sam fizyczny ruch towaru, lecz także obieg informacji, harmonogramowanie, komunikację oraz proces podejmowania decyzji. Błędy kompletacyjne przyczyniają się do zwrotów i reklamacji, zbędne przeładunki wydłużają czas realizacji zamówień, nadmierne zapasy zamrażają kapitał i zajmują powierzchnię magazynową, a niespójne dane w systemach informatycznych prowadzą do podejmowania decyzji opartych na nieaktualnym obrazie sytuacji. Złożoność sieci dostaw, liczba pozycji asortymentowych oraz rozproszenie dostawców i odbiorców zwiększają skalę problemu.

Różne aspekty marnotrawstwa wpływają również na jakość pracy oraz zdolności pracowników. Zmniejszona wydajność jest spowodowana liczbą ustanowionych wyjątków, takich jak ręczne wyszukiwanie towaru, konieczność ciągłego poprawiania dokumentów i wielokrotnego wyjaśniania tych samych niezgodności. Monotonne i niezautomatyzowane czynności powodują zmęczenie pracowników, co z kolei wpływa na popełnianie przez nich kolejnych błędów. Zwalczanie marnotrawstwa obejmuje także kwestie związane z organizacją pracy, wzmacnianiem odpowiedzialności procesowej oraz budową struktury opartej na szybkim ujawnianiu problemów.

Ponieważ wiele strat ma charakter międzydziałowy, niezbędne jest podejście procesowe. Knop [2020] wskazał, że narzędzia mapowania powinny być dobierane do rodzajów marnotrawstwa występujących w strumieniu wartości, a nie do granic funkcjonalnych organizacji. W transporcie podobną logikę potwierdzają dane Eurostatu [2021]: w 2020 roku około jedna piąta pracy przewozowej drogowego transportu towarowego w UE, mierzonej w wozokilometrach, była realizowana pustymi pojazdami. Ten wynik to nie tylko dane statystyczne, lecz także przykład straty powstającej na styku planowania, konsolidacji przesyłek, dostępności ładunków powrotnych i współpracy z odbiorcami. Dodatkowym czynnikiem wzmacniającym znaczenie problematyki jest rozwój handlu elektronicznego i obsługi wielokanałowej. Boysen i in. [2019] wskazują, że magazyny e-commerce muszą uwzględniać zapotrzebowanie na zmienny popyt, krótkie czasy realizacji, dużą liczbę małych zamówień oraz szeroki asortyment. Van Gils i in. [2018] podkreślają natomiast, że optymalizacja kompletacji wymaga łączenia decyzji dotyczących trasowania, grupowania zleceń, rozmieszczenia zapasów i podziału stref. Nawet niewielkie niezgodności w lokalizacji, opóźnienia danych bądź nieprzemyślana partia zleceń może szybko zmienić się w koszt zarówno finansowy, jak i czasowy.

Artykuł ma charakter przeglądowo-analityczny i koncentruje się na zastosowaniu podejścia Lean Management w magazynowaniu, transporcie, przepływie informacji oraz zarządzaniu zapasami. Sformułowano następujące pytanie badawcze: jakie rodzaje marnotrawstwa występują najczęściej w logistyce przedsiębiorstwa i jakie narzędzia organizacyjne, procesowe oraz informatyczne mogą mieć wpływ na jego efektywność operacyjną?

Cel i metodyka badań

Podstawę niniejszego opracowania stanowi przegląd literatury przedmiotu połączony z syntezą koncepcji zarządzania procesami logistycznymi. Zakres analizowanej literatury obejmował z jednej strony klasyczne pozycje opisujące filozofię Lean Management, z drugiej zaś współczesne publikacje i raporty instytucjonalne poświęcone cyfryzacji [Eurostat 2021; World Bank 2023]. Badania miały charakter jakościowy i opisowy, celowo zrezygnowano z analizy przypadków konkretnych firm. Taki zabieg pozwala skupić się na pogłębionym zrozumieniu mechanizmów powstawania marnotrawstwa, zamiast ograniczać się do jego statystycznej ewidencji.

Najpierw przeanalizowano siedem klasycznych strat Lean Management w kontekście specyfiki łańcuchów dostaw, rozszerzając je o marnotrawstwo informacyjne i organizacyjne [Hicks 2007; Knop 2020]. Następnie przyporządkowano do nich wybrane narzędzia eliminacji strat, takie jak 5S, Kaizen, standaryzacja, VSM (value stream mapping), system ssący, kontrola wizualna, WMS (warehouse management system), TMS (transportation management system), identyfikacja automatyczna i analityka danych. Efektem takiego podejścia jest uporządkowanie problemu marnotrawstwa i wskazanie zależności między stratami, objawami operacyjnymi i konkretnymi metodami ich zwalczania. Zaproponowane zestawienie może pełnić funkcję modelu diagnostycznego wspierającego identyfikację i ograniczanie marnotrawstwa w procesach logistycznych.

Wyniki badań i dyskusja

Istota marnotrawstwa w procesach logistycznych

Pojęcie wartości w logistyce wiąże się nierozdzielnie z dostarczeniem pożądanego produktu we właściwym czasie i miejscu oraz przy akceptowalnych nakładach finansowych. Z tego punktu widzenia każda operacja, która nie wspiera tego nadrzędnego celu, jest potencjalnym marnotrawstwem. Należy jednak pamiętać, że nie wszystkie działania nietworzące bezpośrednio wartości można bezwzględnie usunąć z systemu. Wymogi prawne i standardy bezpieczeństwa wymuszają chociażby przeprowadzanie rygorystycznej kontroli jakości, obsługę dokumentacji czy dodatkowe zabezpieczanie ładunków. Rola zarządzania procesowego sprowadza się więc do umiejętnego odseparowania operacji obiektywnie koniecznych od tych, które są generowane wyłącznie przez organizacyjny chaos. Chociaż tradycyjna typologia Lean Management definiuje siedem głównych strat – nadprodukcję, oczekiwanie, zbędny transport, nadmierne przetwarzanie, nadmierne zapasy, zbędny ruch oraz wady [Liker 2020] – w realiach logistycznych

podział ten wymaga pewnej redefinicji. Wynika to z faktu, że symptomy marnotrawstwa potrafią być doskonale zakamuflowane w rutynowych operacjach.

Nadmierne zapasy mogą być uznawane za bufor bezpieczeństwa, długie trasy kompletacyjne – za naturalną konsekwencję układu magazynu, a powielanie tych samych danych – za zwykły element pracy administracyjnej. Dopiero analiza strumienia wartości pokazuje, że są to koszty wynikające z niewłaściwie zaprojektowanego procesu.

Aby ułatwić identyfikację ukrytych nieefektywności, w tabeli 1 zaprezentowano klasyczne kategorie marnotrawstwa dotyczące specyfiki operacji logistycznych. Wskazano najczęstsze operacyjne symptomy strat oraz ich realne skutki biznesowe.

Przedstawione rodzaje strat pokazują, że marnotrawstwo rzadko występuje w izolacji. Nadmierne zapasy mogą być skutkiem niedokładnego prognozowania, lecz także reakcji na niestabilne dostawy. Konieczność oczekiwania przy rampie może wynikać z niewłaściwego harmonogramowania transportu, ale również z braku aktualnej informacji nt. gotowości zamówienia do wydania. Z kolei błędy kompletacyjne często są konsekwencją nieczytelnego oznakowania, zbyt dużej liczby podobnych indeksów w jednej lokalizacji lub słabej integracji systemu WMS z rzeczywistym układem magazynu.

Tabela 1. Wybrane formy marnotrawstwa w procesach logistycznych

Table 1. Selected forms of waste in logistics processes

Forma marnotrawstwa	Typowe objawy w logistyce	Możliwe skutki
Nadmierne zapasy	wysoki poziom stanów magazynowych, zaleganie indeksów, częste przeceny	zamrożenie kapitału, zajęcie powierzchni, ryzyko przestarzenia
Zbędny transport	wielokrotne przeładunki, nieoptymalne trasy, puste przebiegi	wzrost kosztów, emisji i czasu realizacji
Oczekiwanie	przestoje przy rampach, brak dokumentów, kolejki do kompletacji	wydłużenie lead time, mniejsze wykorzystanie zasobów
Zbędny ruch	długie ścieżki kompletacyjne, szukanie towaru, ręczne przenoszenie	spadek wydajności i wzrost obciążenia pracowników
Nadmierne przetwarzanie	podwójne kontrole, wielokrotne wpisywanie danych, zbędne raporty	nadmierna pracochłonność i opóźnienia decyzyjne
Straty informacyjne	niespójne dane, opóźnione aktualizacje, brak widoczności zapasu	nietrafne decyzje, konflikty planów, niski poziom obsługi

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Hicks 2007; Knop 2020; Liker 2020]

Source: own elaboration based on [Hicks 2007; Knop 2020; Liker 2020]

Źródła strat w magazynowaniu, transporcie i przepływie informacji

Jednym z najczęściej wskazywanych źródeł marnotrawstwa jest brak stabilnego i czytelnego przepływu procesu. W magazynach objawia się to niewłaściwym rozmieszczeniem asortymentu, brakiem jednoznacznych standardów dotyczących odkładania, niepełnym oznakowaniem lokalizacji oraz mieszaniem stref przyjęcia, składowania, kompletacji i wydań. W transporcie źródłem strat są m.in. puste przebiegi, zbyt małe wykorzystanie przestrzeni ładunkowej, brak konsolidacji przesyłek oraz słaba synchronizacja z oknami czasowymi odbiorców.

Przeglądy badań nad magazynowaniem pokazują, że źródła strat należy analizować według funkcji procesu, a nie tylko według stanowisk pracy. Gu i in. [2007] porządkują problemy planowania magazynu wokół przyjęcia, składowania, kompletacji i wysyłki, co dobrze odpowiada praktyce audytu logistycznego. Jeżeli każda z tych funkcji jest optymalizowana osobno, przedsiębiorstwo może poprawić lokalny wskaźnik, ale jednocześnie wydłużyć całkowity czas realizacji zamówienia. Faber i in. [2002] zwracają dodatkowo uwagę, że wraz ze zwiększaniem się złożoności magazynu rośnie znaczenie właściwej struktury planowania i kontroli, w tym dopasowania systemu WMS do realnego przebiegu pracy. Ważną grupę stanowią także straty informacyjne. Współczesne procesy logistyczne opierają się w dużej mierze na jakości danych, dlatego opóźnienia w aktualizacji stanów magazynowych, niespójne kody produktów, brak elektronicznej wymiany dokumentów lub ręczne przepisywanie informacji mogą generować straty porównywalne z fizycznymi przestojami [Hicks 2007].

Przyczyną marnotrawstwa bywają również źle dobrane wskaźniki efektywności. Jeżeli dział zakupów jest oceniany głównie przez pryzmat ceny jednostkowej, może preferować duże partie zakupowe, nawet jeśli zwiększa to stan zapasów i koszty magazynowania. Jeśli transport jest rozliczany wyłącznie z kosztów jednego kilometra, może zabraknąć motywacji do poprawy terminowości, konsolidacji dostaw lub ograniczania pustych przebiegów. Lokalna optymalizacja wskaźników prowadzi wówczas do strat na poziomie całego łańcucha dostaw.

Aby zapobiec tego typu błędom i ułatwić zarządzającym trafną identyfikację problemów, w tabeli 2 zaprezentowano przykładową matrycę diagnozy marnotrawstwa logistycznego. Porządkuje ona poszczególne obszary operacyjne, przypisując konkretnym sygnałom ostrzegawczym odpowiednie mierniki oraz optymalne kierunki usprawnień.

Tabela 2. Przykładowa matryca diagnozy marnotrawstwa logistycznego

Table 2. Example matrix for diagnosing logistics waste

Obszar	Sygnał ostrzegawczy	Przykładowy miernik	Kierunek usprawnienia
Zapasy	częste braki mimo wysokiego stanu magazynu	rotacja zapasów, poziom zapasu bezpieczeństwa	klasyfikacja ABC/XYZ, planowanie popytu, Kanban
Kompletacja	duża liczba korekt i ponownych pobrań	liczba błędów na 1000 linii zamówień	5S, mobilne skanowanie kodów/AutoID, standaryzacja lokalizacji
Transport	puste przebiegi i niski stopień wypełnienia pojazdów	udział pustych kilometrów, wykorzystanie ładowności	TMS, konsolidacja, planowanie tras
Przepływ informacji	ręczne przepisywanie danych między systemami	czas aktualizacji statusu, liczba korekt dokumentów	integracja ERP-WMS-TMS, EDI, kody GS1
Przyjęcia i wydania	kolejki przy rampach, nierówne obciążenie zmian	czas obsługi pojazdu, punktualność okien czasowych	harmonogram ramp, awizacja, taktowanie pracy
Jakość	zwroty z powodu pomyłek i uszkodzeń	wskaźnik reklamacji, koszt błędów	kontrola u źródła, Poka-Yoke, szkolenia stanowiskowe

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

Kompletacja zamówień jako obszar o wysokim potencjale strat

Procesem podatnym na powstawanie marnotrawstwa pozostaje kompletacja zamówień. W większości magazynów absorbuje ona najwięcej roboczogodzin, co wynika z konieczności nieustannego synchronizowania wielu zmiennych: od lokalizacji towaru i trasowania, po dostępność nośników czy końcową kontrolę zgodności. Skalę tego zjawiska dobrze obrazują analizy de Kostera i in. [2007], z których wynika, że sama tylko kompletacja może pochłaniać nawet 55% całkowitych kosztów operacyjnych obiektu. Taka struktura wydatków implikuje jasny wniosek analityczny: potencjał usprawnieniowy poszczególnych etapów logistycznych jest mocno zróżnicowany. Skoro zbiórka towaru generuje ponad połowę kosztów, to właśnie eliminacja błędów pobrań, redukcja zbędnego ruchu czy walka z chaosem lokalizacyjnym powinny stanowić dla przedsiębiorstwa absolutny priorytet. Ukierunkowanie wysiłków organizacyjnych na obszar o tak dużym znaczeniu pozwala dużo szybciej osiągnąć wymierne rezultaty biznesowe niż w przypadku optymalizowania zadań o znaczeniu marginalnym.

W nowszych publikacjach podkreśla się, że kompletacji nie należy usprawniać, podejmując izolowane decyzje. Van Gils i in. [2018] wskazują, że oddzielne rozwiązywanie problemów planistycznych, takich jak grupowanie zamówień, trasowanie pracowników, podział stref i rozmieszczenie zapasu, może prowadzić do wyniku gorszego niż podejście łączone. Dla diagnozy marnotrawstwa oznacza to, że długi dystans przejścia nie musi wynikać wyłącznie ze złego układu regałów; może być skutkiem sposobu tworzenia fal kompletacyjnych, reguł priorytetyzacji zleceń albo braku zgodności między polityką składowania a strukturą zamówień klientów.

Dukic i Oluic [2007] zwracają uwagę, że w magazynach konwencjonalnych znaczna część czasu kompletacji jest związana z przemieszczaniem się pracowników, a symulacyjne porównanie jej metod wskazało możliwość istotnego ograniczenia dystansów koniecznych do przejścia przez odpowiednie połączenie zasad trasowania, rozmieszczenia towarów i grupowania zamówień. Wniosek ten potwierdza procesowy charakter marnotrawstwa: sama szybkość pracy kompletującego nie wystarczy, jeśli układ magazynu, sposób przydzielania zleceń i logika składowania generują niepotrzebny ruch.

Z punktu widzenia praktyki oznacza to konieczność łącznego analizowania kilku decyzji operacyjnych. Zastosowanie klasyfikacji ABC może ograniczyć dystans dotarcia do produktów szybko rotujących, ale efekt będzie słabszy, jeśli zlecenia nie zostaną właściwie pogrupowane. Wprowadzenie skanowania kodów ograniczy błędy pobrań, lecz nie wyeliminuje oczekiwania wynikającego z braku dostępnych terminali lub niewłaściwego harmonogramu pracy. Podobnie optymalizacja tras przejścia nie przyniesie oczekiwanego rezultatu, jeżeli dane dotyczące lokalizacji są nieaktualne. Przykład kompletacji zamówień dobrze pokazuje więc, że eliminacja marnotrawstwa wymaga łączenia narzędzi organizacyjnych, informatycznych i analitycznych.

Aby obiektywnie zdiagnozować opisywany obszar, analitycy wykorzystują specjalne wskaźniki efektywności. Należą do nich przede wszystkim parametry wydajnościowe (liczba skompletowanych linii na godzinę), jakościowe (wskaźnik błędów na 1000 pobrań, odsetek zleceń bezkorekcyjnych) oraz przestrzenno-czasowe (średni dystans na zamówienie i udział przemieszczania się w całkowitym czasie trwania procesu). Dopiero rzetelne nałożenie tych danych na fizyczną mapę procesu pozwala

zdemaskować prawdziwe źródło strat. Dzięki takiemu zestawieniu można precyzyjnie rozstrzygnąć, czy problem leży w nieprzemyślanym układzie regałów albo niedoborach sprzętowych, czy może jest echem błędów zagnieżdżonych głęboko w danych systemu WMS. Diagnoza taka umożliwia dobór narzędzi pozwalających eliminować straty odpowiednio do rzeczywistej przyczyny problemu.

Lean Management jako podstawa eliminacji marnotrawstwa

Filozofia Lean Management opiera się na rygorystycznym eliminowaniu wszelkich działań niemających wartości dodanej, przy jednoczesnym skracaniu cykli przepływu i oddaniu inicjatywy w ręce zespołu. Przenosząc tę koncepcję na grunt logistyki, nie należy jej sprowadzać do zwykłego przybornika z technikami operacyjnymi. To raczej całościowy wzorec zarządzania łańcuchem od dostawcy aż do klienta końcowego. O sile tego podejścia decydują: stabilizacja procesów, narzucenie standardów, wizualne ukazanie błędów oraz natychmiastowa reakcja na najdrobniejsze anomalie [Shah i Ward 2007].

Wdrażanie tych założeń w przedsiębiorstwach nierzadko rozpoczyna się od absolutnego fundamentu, jakim jest metodyka 5S (selekcja, systematyka, sprzątanie, standaryzacja, samodyscyplina). Nie chodzi tu jednak o trywialne dbanie o porządek w hali magazynowej. Narzędzie to pozwala zorganizować fizyczną przestrzeń pracy, zmniejszyć czas tracony na poszukiwanie skanerów czy dokumentów przewozowych i wydatnie zwiększać wskaźniki bezpieczeństwa. Ma to znaczenie krytyczne szczególnie w przypadku gęsto upakowanych stref kompletacji, gdzie najmniejszy chaos przestrzenny skutkuje pomyłkami i wydłużeniem tras przejścia.

Naturalnym rozwinięciem tego systematycznego podejścia jest Kaizen – kultura ewolucyjnego, nieprzerwanego doskonalenia. Zamiast kosztownych rewolucji stawia się tu na mikrousprawnienia, bazując na wiedzy osób będących najbliżej problemu: operatorów wózków, planistów czy kierowców. Ich umiejętność dostrzegania szczegółów skutkuje najczęściej wprowadzeniem realnych usprawnień – poprzez optymalizację ścieżki zbiórki, logiczniejsze ułożenie rotującego asortymentu czy zmniejszenie liczby biurokratycznych formularzy.

Żeby jednak te punktowe usprawnienia nie były optymalizacją wyłącznie lokalną, konieczne jest bardziej ogólne spojrzenie na dany proces. Służy do tego mapowanie strumienia wartości (VSM), pozwalające zwizualizować cały obieg materiału i informacji. Analityk może dzięki niemu bezbłędnie oddzielić czas rzeczywistej pracy od jałowego oczekiwania, zbędnych przeładunków i poprawek. Jak zauważa Knop [2020], mapowanie okazuje się kluczowe w sytuacjach, w których chcemy uchwycić całą siatkę wzajemnie napędzających się strat, a nie tylko mierzyć się z ich pojedynczymi objawami.

Dla uzyskania pełnej przejrzystości prowadzonych analiz celowe jest bezpośrednie powiązanie zidentyfikowanych form marnotrawstwa z ich operacyjnymi przejawami oraz metodami ewaluacji. W tabeli 3 przedstawiono zestawienie klasycznych strat typu Muda w logistyce, przypisując im objawy występowania, dedykowane wskaźniki efektywności (KPI) oraz konkretne instrumenty „szczupłego zarządzania”.

Tabela 3. Zestawienie strat Muda, objawów i wskaźników KPI oraz narzędzi Lean w logistyce
Table 3. Factsheet of Muda losses, symptoms, KPIs and Lean tools in logistics

Zidentyfikowana strata (Muda)	Objawy operacyjne w przepływie	Kluczowy wskaźnik efektywności (KPI)	Proponowane narzędzie Lean Management
Nadmierne zapasy	Zaleganie, blokowanie alejek transportowych, zamrażanie kapitału obrotowego	Wskaźnik rotacji zapasów, stopień wykorzystania pojemności składowej	Klasyfikacja ABC/XYZ, system ssący (pull), wyznaczenie poziomów min./maks.
Oczekiwanie	Przestoje wózków widłowych, kolejki kierowców przed rampami, wyczekiwanie na dokumenty lub zlecenia	Średni czas obsługi środka transportu, czas przestoju	Taktowanie pracy, standaryzacja procedur, tablice FIFO
Zbędny transport	Kilkukrotne przestawianie tych samych jednostek paletowych, zbyt długie dystanse między strefami	Liczba operacji przeładunkowych na zamówienie, średni dystans przewozu	Mapowanie strumienia wartości (VSM), diagram spaghetti
Zbędny ruch	Pracownicy krążący po halach w poszukiwaniu towaru, niska ergonomia stanowisk pracy, ręczne przeszukiwanie regałów	Średni dystans pieszy przypadający na linię zamówienia	Metodyka 5S, standaryzacja ścieżek zbiórki (picking paths)
Nadmierne przetwórstwo	Wielokrotna weryfikacja tych samych zamówień, dublowanie papierowej dokumentacji, zbędne kroki kontrolne	Pracochłonność administracyjna procesu (roboczo-godziny/zlecenie)	Mapowanie procesów, Kaizen (uproszczenie i odchudzanie procedur)
Wady i błędy	Uszkodzenia mechaniczne opakowań, błędne etykietowanie, reklamacje	Wskaźnik dokładności kompletacji, koszt obsługi zwrotów	Mechanizmy Poka-Yoke (np. weryfikacja wagowa), kontrola u źródła
Nadprodukcja	Kompletowanie zamówień przed podstawieniem auta, powodujące zapelnienie strefy wydań	Powierzchnia zablokowana przez ładunki oczekujące (m ²), czas ekspedycji	Harmonogramowanie just-in-time (JIT), poziomowanie zleceń
Straty informacyjne	Praca na nieaktualnych danych, sprzeczne komunikaty na linii biuro-magazyn	Czas opóźnienia w synchronizacji danych, liczba incydentów korygujących	Zarządzanie wizualne (Andon), codzienne odprawy operacyjne

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

Cyfryzacja i automatyzacja jako wsparcie redukcji strat

Samo wdrożenie technologii informatycznych nie gwarantuje automatycznej eliminacji strat operacyjnych. Nadrzędną rolą tych systemów jest wychwycenie „wąskich gardeł” i drastyczne skrócenie czasu reakcji na wszelkie odchylenia. Każdy z nich zabezpiecza inny odcinek przepływu: WMS wspiera zarządzanie lokalizacjami, kontrolę stanów magazynowych, kompletację i inwentaryzację, podczas gdy

TMS optymalizuje planowanie tras, harmonogramowanie załadunków oraz rozliczanie kosztów transportu. Z kolei klasyczny system ERP (enterprise resource planning), pełniący funkcję centralnego układu planowania zasobów przedsiębiorstwa, łączy wymienione operacje w jedną spójną całość finansowo-zakupową i sprzedażową. Znaczenie widoczności danych potwierdza raport LPI 2023 [World Bank 2023]. Wynika z niego wprost, że transparentność przepływów na całej długości łańcucha (end-to-end) to fundament skracania opóźnień i budowania logistycznej niezawodności.

Błędem jest jednak postrzeganie cyfryzacji jako celu samego w sobie. Jak udowadniają Faber i in. [2002], w środowisku magazynowym o wysokim stopniu komplikacji oprogramowanie WMS staje się centralnym ośrodkiem planowania i kontroli. Jego realna skuteczność zależy jednak od ścisłego dopasowania do faktycznej złożoności operacji. Informatyzacja potrafi skrócić czas wyszukiwania towaru i radykalnie zmniejszyć odsetek pomyłek, ale pod jednym warunkiem: fizyczny magazyn musi zostać wcześniej uporządkowany. Jeśli lokalizacje są błędnie opisane, indeksy asortymentowe niespójne, a pracownicy ignorują zasady jednolitego skanowania, inwestycja w technologię przyniesie odwrotny skutek. Zamiast porządkować proces, oprogramowanie zacznie utrwalać i automatyzować organizacyjny chaos.

W prewencji błędów ogromną rolę odgrywa z kolei automatyczna identyfikacja obiektów, obejmująca kody kreskowe, tagi RFID oraz terminale mobilne. Zdejmuje ona z barków operatorów konieczność ręcznego wprowadzania danych, co obciążone jest wysokim ryzykiem pomyłki. Zestawienie takich czytników z twardymi regułami walidacji w systemie WMS tworzy swoistą barierę Poka-Yoke – mechanizm z zasady uniemożliwiający wadliwe wykonanie czynności. W praktyce magazynowej oznacza to systemową blokadę wydania niewłaściwego indeksu, wymuszenie skanowania lokalizacji docelowej lub natychmiastowy sygnał ostrzegawczy o przekroczeniu dopuszczalnej liczby sztuk w opakowaniu zbiorczym.

Przeglądy badań nad Logistyką 4.0 wskazują, że technologie takie jak internet rzeczy, systemy cyberfizyczne, big data, rozwiązania mobilne i chmura mogą wspierać integrację planowania, śledzenie przepływu oraz podejmowanie szybszych decyzji operacyjnych [Winkelhaus i Grosse 2020; Efthymiou i Ponis 2021]. Jednocześnie Minashkina i Happonen [2023] podkreślają, że systemy WMS mogą także wzmacniać społeczne i środowiskowe aspekty zrównoważenia magazynu, jeśli są powiązane z miernikami procesu. W praktyce zatem automatyzowanie procesu pełnego zbędnych ruchów i niejasnych reguł może jedynie utrwalić marnotrawstwo, ale w droższej technologicznie postaci.

Podobne zależności występują w transporcie. System TMS może wspierać planowanie tras, konsolidację przesyłek i monitorowanie punktualności, lecz nie zlikwiduje strat wynikających z błędnych okien czasowych, niepełnych danych dotyczących zleceń lub braku współpracy między planistą, magazynem i przewoźnikiem. Dopiero połączenie informacji o zleceniach, dostępności pojazdów, ograniczeniach odbiorców i rzeczywistym czasie załadunku pozwala ograniczać puste przebiegi oraz skracać czas oczekiwania przy rampach. Cyfryzacja zwiększa również możliwości analizy predykcyjnej. Dane z systemów WMS, TMS i ERP mogą służyć do identyfi-

kacji sezonowości, niestabilnych dostawców, lokalizacji generujących błędy oraz tras o wysokim udziale pustych przebiegów. Kache i Seuring [2017] zwracają uwagę, że wykorzystanie big data analytics w zarządzaniu łańcuchem dostaw tworzy zarówno szanse, jak i wyzwania związane z jakością danych, kompetencjami i infrastrukturą. Dlatego przejście od reaktywnego gaszenia problemów do planowego ograniczania źródeł strat wymaga nie tylko systemów, ale także odpowiedzialności za dane oraz spójnego systemu wskaźników.

Proponowany tok postępowania przy ograniczaniu marnotrawstwa

Na podstawie przeprowadzonej analizy można wskazać ogólną sekwencję działań, która ułatwia przedsiębiorstwu ograniczanie strat logistycznych. Pierwszym krokiem jest wybór procesu o istotnym znaczeniu dla klienta lub kosztów, na przykład realizacji zamówienia od przyjęcia zlecenia do wydania przesyłki. Następnie należy zebrać dane dotyczące czasu realizacji, liczby błędów, poziomu zapasów, obciążenia zasobów i punktów oczekiwania. Dopiero na tej podstawie można przygotować mapę stanu obecnego.

Drugim krokiem jest klasyfikacja zidentyfikowanych działań jako: tworzących wartość, koniecznych nietworzących wartości lub zbędnych. Ten etap wymaga udziału pracowników operacyjnych, ponieważ część strat jest niewidoczna w raportach systemowych. Przykładowo raport może pokazywać średni czas kompletacji, ale nie wskaże, ile minut pracownik traci na szukanie wolnego terminala lub wyjaśnianie niezgodności między etykietą a dokumentem.

Trzecim krokiem jest wybór narzędzi adekwatnych do przyczyny problemu. Jeżeli źródłem strat jest nieporządek i brak oznakowania, właściwe będzie zastosowanie 5S oraz zarządzania wizualnego. Jeżeli problem dotyczy niestabilnego przepływu informacji, priorytetem będzie standaryzacja danych i integracja systemów. Jeżeli natomiast przyczyną są nadmierne partie i zapasy, należy rozważyć mechanizmy ssące, częstsze dostawy, Kanban lub zmianę zasad planowania popytu. Najczęstszym błędem jest wdrażanie narzędzia bez zrozumienia przyczyny marnotrawstwa.

Ostatnim krokiem jest utrwalenie usprawnienia przez wprowadzenie standardów pracy, pomiarów efektów i cyklicznych przeglądów. Redukcja marnotrawstwa nie jest jednorazowym projektem, lecz procesem ciągłego doskonalenia. W praktyce oznacza to konieczność monitorowania wskaźników, audytowania standardów oraz aktualizowania rozwiązań wraz ze zmianą asortymentu, technologii, wolumenów i wymagań klientów.

Analiza SWOT

W celu zidentyfikowania uwarunkowań operacyjnych oraz wyzwań rynkowych przeprowadzono kategoryzację czynników wpływających na proces eliminacji marnotrawstwa. Zestawienie w tabeli 3 systematyzuje wewnętrzny potencjał organizacji i zewnętrzne trendy technologiczne, w tym klasyczny obraz Lean Management, oraz pokazuje ryzyko związane z nieprzemyślaną cyfryzacją łańcuchów dostaw.

Tabela 3. Analiza SWOT dla procesu eliminacji marnotrawstwa w logistyce

Table 3. SWOT analysis for the waste elimination process in logistics

Czynniki	Pozytywny wpływ	Negatywny wpływ
Wewnętrzne	- Zastosowanie narzędzi Lean Management (np. 5S, Kaizen, VSM) skutecznie porządkuje przestrzeń pracy, uwidacznia odchylenia od normy i angażuje pracowników. - Podejście procesowe umożliwia kompleksową identyfikację strat o charakterze międzyoddziałowym. - Skuteczne i systemowe ograniczanie marnotrawstwa prowadzi do bezpośredniego obniżenia kosztów operacyjnych i poprawy jakości obsługi.	- Symptomy marnotrawstwa doskonale ukrywają się w rutynowych operacjach, co znacznie utrudnia ich identyfikację bez przeprowadzenia diagnozy. - Lokalna optymalizacja poszczególnych działów oraz dobór niewłaściwych wskaźników efektywności mogą generować dodatkowe straty w innych ogniwach łańcucha. - Wdrażanie zaawansowanych technologii (WMS, TMS) w środowisku nieuporządkowanym i pozbawionym standardów grozi organizacyjnym chaosem.
Zewnętrzne	- Rozwój cyfryzacji i narzędzi Logistyki 4.0 (big data, IoT, chmura) umożliwia przejście od reaktywnego niwelowania problemów do analizy predykcyjnej i planowego zapobiegania stratom. - Wykorzystanie automatycznej identyfikacji (np. kody kreskowe, RFID) pozwala na tworzenie systemowych barier Poka-Yoke, bezwzględnie zapobiegających ludzkim błędom. - Integracja przepływów poprzez systemy ERP zapewnia transparentność typu end-to-end, co jest fundamentem skracania opóźnień i budowania niezawodności logistycznej.	- Ciągła zmienność popytu, rosnąca presja minimalizacji kosztów oraz skracania czasów realizacji stanowią potężne obciążenie dla stabilności współczesnych łańcuchów dostaw. - Dynamiczny rozwój handlu e-commerce potęguje trudności operacyjne ze względu na dużą liczbę małych zamówień, szeroki asortyment i presję błyskawicznej kompletacji. - Zjawiska takie jak efekt byczego bicia prowadzą do zniekształceń informacyjnych, które błyskawicznie generują nadmierne zapasy, nieefektywny transport i problemy z planowaniem zdolności.

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

Podsumowanie i wnioski

Zjawisko marnotrawstwa w logistyce jest wielowymiarowe. Obejmuje nie tylko widoczne straty, takie jak uszkodzenia towaru, puste przebiegi lub nadmierne zapasy, lecz także straty ukryte w przepływie informacji, organizacji pracy i systemie podejmowania decyzji. Analiza wykazała, że marnotrawstwo jest najczęściej międzyoddziałowe, dlatego jego skuteczne ograniczanie wymaga spojrzenia na cały proces, a nie wyłącznie na pojedynczy dział. Wysokie koszty marnotrawstwa występują najczęściej przy dużej liczbie powtarzalnych operacji. Standardowym przykładem jest kompletacja zamówień, na którą wpływają pracownicy, jakość danych systemowych czy fizyczny układ regałów, a błąd popełniony na tym etapie wyzwała efekt domina, zwiększając koszty pakowania i transportu, co ma wpływ na relacje z klientami.

Przeprowadzona weryfikacja metod dowodzi, że fundamentem skutecznej redukcji strat pozostaje Lean Management. Natomiast narzędzia takie jak 5S, VSM czy standaryzacja nie tylko pozwalają uporządkować przestrzeń, ale przede wszystkim wykryć odchy-

lenia od normy. Technologie cyfrowe, choć bezdyskusyjnie krytyczne w nowoczesnych łańcuchach dostaw, stanowią jedynie nadbudowę dla tych działań. Wnioski z analizy wykazały konieczność zachowania odpowiedniej sekwencji wdrożeniowej. Cyfryzacja nie może wyprzedzać porządkowania procesów. Instalacja zaawansowanych systemów WMS czy TMS w organizacji pozbawionej standardów to najkrótsza droga do utrwalenia błędów systemowych w nowej, nieporównywalnie droższej formie technologicznej.

Przekładając te ustalenia na praktykę, przedsiębiorstwa powinny inicjować zmiany, zaczynając od diagnozy stanu obecnego. Zaproponowana w artykule sekwencja działań ma w tym kontekście służyć jako praktyczne narzędzie logistyczne. Pozwala ono zrezygnować z intuicyjnej niwelacji problemów na rzecz systematycznego parowania obserwowanych objawów z konkretnymi, mierzalnymi działaniami naprawczymi. Dopiero powiązanie tych usprawnień z systemami mierników gwarantuje trwałą redukcję kosztów i wzmacnia odporność sieci dostaw.

Naturalnym kierunkiem przyszłych badań powinna być empiryczna weryfikacja zaproponowanego wzorca w rzeczywistych środowiskach logistycznych. Pozwoli to rozstrzygnąć, w jakich warunkach innowacje cyfrowe dają realną przewagę nad „miękkimi” usprawnieniami, a kiedy stają się jedynie kosztownym kamuflażem dla nieuporządkowanych procesów.

Z przeprowadzonej analizy wynika kilka kluczowych wniosków:

- Zjawisko marnotrawstwa rzadko ogranicza się do jednego, odizolowanego stanowiska. W praktyce straty, zwłaszcza te natury informacyjnej, płynnie przenikają przez różne działy firmy, wymuszając spojrzenie na problem z wielu stron.
- W codziennej praktyce logistycznej to kompletacja zamówień oraz polityka zarządzania zapasami okazują się strefami największego ryzyka.
- Walkę z nieefektywnością należy zaczynać od podstaw. Zaleca się zastosowanie klasycznych, „miękkich” rozwiązań z nurtu Lean (takich jak 5S, standaryzacja pracy czy filozofia Kaizen).
- Zaawansowane systemy informatyczne (WMS, TMS czy infrastruktura RFID) zwiększają wydajność operacyjną, jednak decyzja o ich implementacji powinna być podejmowana ostrożnie. Cyfryzacja ma sens tylko wtedy, gdy dotyczy środowiska już zoptymalizowanego.

Bibliografia

- Bowersox D.J., Closs D.J., Cooper M.B., Bowersox J.C., 2013: *Supply Chain Logistics Management*, 4th ed., McGraw-Hill, New York.
- Boysen N., de Koster R., Weidinger F., 2019: Warehousing in the e-commerce era: A survey, *European Journal of Operational Research* 277(2), 396–411, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.08.023>
- Bozarth C.C., Handfield R.B., 2019: *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*, Wydawnictwo Helion, Gliwice.
- Christopher M., 2016: *Logistics & Supply Chain Management*, 5th ed., Pearson, London.
- Coyle J.J., Langley C.J., Novack R.A., Gibson B.J., 2017: *Supply Chain Management: A Logistics Perspective*, 10th ed., Cengage Learning, Boston.

- de Koster R., Le-Duc T., Roodbergen K.J., 2007: Design and control of warehouse order picking: A literature review, *European Journal of Operational Research* 182(2), 481–501, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- Dukic G., Oluic C., 2007: Order-picking methods: Improving order-picking efficiency, *International Journal of Logistics Systems and Management* 3(4), 451–460, <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2007.013214>
- Efthymiou O.K., Ponis S.T., 2021: Industry 4.0 Technologies and Their Impact in Contemporary Logistics: A Systematic Literature Review, *Sustainability* 13(21), 11643, <https://doi.org/10.3390/su132111643>
- Eurostat, 2021: A fifth of road freight kilometres by empty vehicles, *Products Eurostat News*, December 10, 2021, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211210-1> [dostęp: 12.02.2026].
- Faber N., de Koster R.B.M., van de Velde S.L., 2002: Linking warehouse complexity to planning and control structure, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 32(5), 381–395, <https://doi.org/10.1108/09600030210434161>
- Gu J., Goetschalckx M., McGinnis L.F., 2007: Research on warehouse operation: A comprehensive review, *European Journal of Operational Research* 177(1), 1–21, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Hicks B.J., 2007: Lean information management: Understanding and eliminating waste, *International Journal of Information Management* 27(4), 233–249, <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Kache F., Seuring S., 2017: Challenges and opportunities of digital information at the intersection of Big Data Analytics and supply chain management, *International Journal of Operations & Production Management* 37(1), 10–36, <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2015-0078>
- Knop K., 2020: Value Stream Mapping in Logistics, *Production Engineering Archives* 26(3), 114–118, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.04.005>
- Liker J.K., 2020: Droga Toyoty. 14 zasad zarządzania wiodącej firmy produkcyjnej świata, MT Biznes, Warszawa.
- Minashkina D., Happonen A., 2023: Warehouse Management Systems for Social and Environmental Sustainability: A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis, *Logistics* 7(3), 40, <https://doi.org/10.3390/logistics7030040>
- Rushton A., Croucher P., Baker P., 2017: *The Handbook of Logistics and Distribution Management*, 6th ed., Kogan Page, London.
- Shah R., Ward P.T., 2007: Defining and developing measures of lean production, *Journal of Operations Management* 25(4), 785–805, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- Skowronek C., Sarjusz-Wolski Z., 2012: *Logistyka w przedsiębiorstwie*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- van Gils T., Ramaekers K., Caris A., de Koster R.B.M., 2018: Designing efficient order picking systems by combining planning problems: State-of-the-art classification and review, *European Journal of Operational Research* 267(1), 1–15, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.09.002>
- Winkelhaus S., Grosse E.H., 2020: Logistics 4.0: A systematic review towards a new logistics system, *International Journal of Production Research* 58(1), 18–43, <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964>
- Womack J.P., Jones D.T., 2003: *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, revised and updated edition, Free Press, New York.
- World Bank, 2023: *Connecting to Compete 2023: Trade Logistics in an Uncertain Global Economy*, World Bank, Washington, <https://lpi.worldbank.org/report> [dostęp: 12.02.2026].