

## **Zidentyfikowanie i wyeliminowanie wąskich gardeł jako metoda usprawnienia produkcji i podniesienia jakości usług**

### **Streszczenie:**

Przestoje produkcyjne oraz nagłe, zwiększone zapotrzebowanie na produkty, jakie miały miejsce w czasie pandemii w roku 2021 znacząco wpłynęły na zgłębienie tematu wąskich gardeł i jego analizę. Wąskie gardło to najstabsze ogniwo, które ogranicza pełne wykorzystanie potencjału produkcyjnego danego przedsiębiorstwa. Pojęcie to jest związane z usprawnieniem produkcji i poprawą jakości usług.

Celem głównym artykułu jest przedstawienie sposobów identyfikacji wąskich gardeł oraz wpływu ich eliminacji na poprawę jakości usług i poziom kosztów procesu produkcyjnego. Artykuł należy potraktować jako studium przypadku dotyczące wpływu eliminacji wąskich gardeł na poprawę jakości i usprawnienie produkcji.

### **Słowa kluczowe:**

wąskie gardło, usprawnienie produkcji, poprawa jakości usług, zidentyfikowanie wąskiego gardła, wyeliminowanie wąskiego gardła

---

### **Wprowadzenie**

---

Wąskie gardło to ten element procesu produkcyjnego, w którym zasób, który musi być wykorzystany dla otrzymania maksymalnej produkcji jest zużywany w 100 %<sup>1</sup>.

Orientacja na wąskie gardło to wykrycie ogniw, które mogą utrudniać sprawność produkcji. Wąskie gardło w procesie produkcyjnym jest spowodowane niedoborem takich zasobów, jak technologia lub nieodpowiedni dobór pracowników. Wąskie gardło ogranicza wielkość produkcji i hamuje inne czynności w łańcuchu ściśle ze sobą powiązanych stanowisk. Może również doprowadzić do zahamowania produkcji. Długotrwałe, niezidentyfikowane wąskie gardło, znacznie obniża potencjał produkcyjny i naraża firmę na straty<sup>2</sup>.

---

### **Istota i znaczenie wąskich gardeł**

---

Czynnikiem najważniejszym harmonogramowania produkcji i jej realizacji jest dostępność zasobów produkcyjnych w określonym czasie. Planowanie produkcji zależy zarówno od możliwości produkcyjnych jak i występujących ograniczeń, czyli wąskich gardeł, dlatego też tworząc harmonogram pracy produkcyjnej należy uwzględnić w harmonogramie możliwość wystąpienia wąskiego gardła<sup>3</sup>.

Cechą charakterystyczną wąskiego gardła jest wykorzystanie zdolności zasobu w 100%. Stanowisko będące

---

<sup>1</sup> B. Liwowski, R. Kozłowski, Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2006, s. 158.

<sup>2</sup> H. J. Vollmuth, Controlling – instrumenty od A do Z, Wydawnictwo Placet, Warszawa 2003, s. 80.

<sup>3</sup> B. Śliwczyński, Controlling w zarządzaniu logistyką, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2007, s. 317.

wąskim gardłem charakteryzuje się największym stopniem eksploatacji, a co za tym idzie wysokim stopniem ryzyka awaryjności, co jest głównym czynnikiem wpływającym na termin realizacji całego procesu produkcyjnego. Takie wykorzystanie, to zagrożenie dla efektywności wszystkich procesów produkcyjnych. Godzina stracona poprzez wąskie gardło produkcyjne jest godziną straconą dla całego procesu produkcyjnego. Natomiast godzina uzyskana poza wąskim gardłem gdy takie występuje, nie ma większego znaczenia dla czasu trwania całego procesu produkcyjnego<sup>4</sup>.

Przy niezidentyfikowanym wąskim gardle w procesie produkcyjnym, przedsiębiorstwo nie jest w stanie zabezpieczyć popytu rynkowego na produkty, podczas gdy sprzedaż jest opłacalna i wpływa na rozwój przedsiębiorstwa<sup>5</sup>. Podczas danej mocy produkcyjnej koszty stałe powstają niezależnie od ostatecznej struktury programu produkcji<sup>6</sup>.

Zidentyfikowanie wąskich gardeł w procesie produkcyjnym jest czynnikiem wpływającym na efektywność i zyskowność przedsiębiorstwa<sup>7</sup>. Wąskie gardła zakłócają płynność przebiegu procesów, powodując gromadzenie zapasów i przestoje<sup>8</sup>.

---

### Narzędzia służące wykryciu i eliminacji wąskiego gardła

---

Do zidentyfikowania i wyeliminowania wąskich gardeł jest najczęściej wykorzystywana Teoria Ograniczeń (TOC), jak również teorie wspomagające OPT i DBR.

Podstawą koncepcji teorii ograniczeń w procesie produkcyjnym jest zidentyfikowanie wąskiego gardła oraz maksymalne wyeksploatowanie jego możliwości produkcyjnych. Teoria Ograniczeń opracowana przez Eliyahy Goldratta TOC (Theory of Constraints), opiera się na identyfikowaniu ograniczeń w systemie ich eliminacji i zarządzaniu, w celu osiągnięcia maksymalnego przerobu. Jest to główna przyczyna dostosowania całego procesu produkcyjnego do harmonogramu pracy i wąskiego gardła. Kolejnym etapem jest przeanalizowanie możliwości wyeliminowania wąskiego gardła lub zminimalizowania jego wpływu na proces produkcyjny, co pozwala usprawnić proces produkcyjny, poprawić jakość usług oraz zaplanować zyski, zgodnie z założeniem rachunkowości przerobowej, która mówi, że generowanie zysków jest podstawą obecnie oraz w przyszłości<sup>9</sup>.

W procesach związanych z zarządzaniem przepływów dóbr przez wąskie gardło, teoria ograniczeń utożsamia się głównie z koncepcją OPT, która stanowi algorytm służący do harmonogramowania produkcji. OPT (Optimized Production Technology) jest to metoda planowania i optymalizacji procesu produkcyjnego<sup>10</sup>. Zasada działania tej metody polega na zorganizowaniu przepływów w procesie produkcyjnym tak, aby wyeliminować wąskie gardła lub też nie doprowadzić do ich powstania<sup>11</sup>. Jedną z najczęściej wykorzystywanych koncepcji sterowania przepływem materiałów w ramach techniki OPT, jest metoda DBR<sup>12</sup>. W koncepcji bębna bufora liny (drum buffer rope: DBR), podobnie jak w teorii ograniczeń, wyznacza się w pierwszej kolejności wąskie gardło. Następnym krokiem jest analiza potrzeb rynku i ich przekształcenie w harmonogram pracy ograniczenia. Harmonogram pracy wąskiego gardła, jest bębniem, który nadaje rytm całemu procesowi produkcyjnemu<sup>13</sup>.

---

<sup>4</sup> Ibidem, s. 151.

<sup>5</sup> H. J. Vollmuth, *Controlling...*, op. cit., s. 82.

<sup>6</sup> Ibidem, s. 83.

<sup>7</sup> M. J. Woepfel, *Jak wdrożyć teorię ograniczeń w firmie produkcyjnej*, Mint Books, Warszawa 2009, s. 12.

<sup>8</sup> Ibidem.

<sup>9</sup> Ibidem, s. 24-28.

<sup>10</sup> Ibidem, s. 20.

<sup>11</sup> Z. Pastuszak, *Technologia optymalizacji produkcji OPT*, w: *Organizowanie i sterowanie produkcją. Projektowanie systemów produkcyjnych i procesów sterowania produkcją*, (red.) Brzeziński M., Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 2002, s. 444.

Kolejną metodą związaną z wąskim gardłem jest jego zarządzanie poprzez Kanban. Kanban to metoda sterowania produkcją opracowana w Japonii przez Taiichi Ōno inżyniera projektującego rozwiązania dla Toyoty. Słowo Kanban dosłownym tłumaczeniu można określić jako "widoczny spis". Metoda polega na wypełnianiu kart produktów i ich wymianie a następnie analizowaniu i wyciąganiu wniosków.

Kolejki i limity, pokazują gdzie znajdują się wąskie gardła, oraz gdzie mogą powstać<sup>14</sup>. Wąskie gardła często ujawniają się poprzez nawarstwienie się prac przed nimi, kiedy w pozycjach za nimi brakuje zadań, występują wówczas przestoje. Celem Metody Kanban, jest „nieprzerwany przepływ pracy”. Karty Kanban pokazują jak zarządzać wąskim gardłem. To organizowanie procesu wytwórczego tak, by produkować takie ilości, na jakie jest zapotrzebowanie, czyli jakie jest zamówienie. Cechą charakteryzującą Kanban jest na tyle, ile to możliwe zlikwidowanie wszelkich magazynów. Każdy element produkcji jest zatem powiązany i zsynchronizowany z zamówieniami otrzymywanymi od klientów wg hasła Just in Time<sup>15</sup>. Podstawą technik Kanban są formularze, które wypełnia się w każdym etapie produkcji i w kolejności przekazuje. Kanban dynamicznie wykrywa wąskie gardło. Ograniczenie ilości prac w toku na każdym etapie produkcji zapobiega nadprodukcji oraz szybko wykrywa wąskie gardło. Dzięki Kanban, można nie tylko wykryć, ale również zarządzać wąskim gardłem<sup>16</sup>.

---

### Istota weryfikacji i wyeliminowania wąskich gardeł w firmie Northwood

---

Analiza autora artykułu przeprowadzona w 2021 r. wykazała, że w branży drzewnej niewiele firm przeprowadza tego typu analizy. Wiąże się to z brakiem znajomości technik i narzędzi eliminacji wąskich gardeł. Firmy często dokonują zakupu maszyny, wymieniają kadrę pracowniczą a i tak nie rozwiązuje to problemu w procesie produkcyjnym, w którym istniało wąskie gardło. Głównym celem analizy było przeprowadzenie weryfikacji wąskiego gardła oraz wpływu jego wyeliminowania na poziom kosztów związanych z procesem produkcyjnym oraz usprawnienie produkcji i poprawę jakości usług. Analizę przeprowadzono przed stanem poprzedzającym eliminację wąskiego gardła ze stanem po wprowadzeniu udoskonaleń organizacyjnych w procesie produkcyjnym.

Przedstawione techniki zostały przeprowadzone w firmie Northwood, producenta opakowań drewnianych. Rok 2021 dla kadry zarządzającej był dużym wyzwaniem, ze względu na przestoje produkcyjne jak również w innych okresach zwiększone zapotrzebowanie produktów oraz utrudnienia wynikające ze spraw związanych z pandemią Covid 19.

Moce przerobowe firmy pozwalają na produkcje ok 10 000 m<sup>3</sup> gotowych elementów. Firma posiada własny transport specjalistyczny i współpracuje ze spedycją co gwarantuje dostawę towaru zawsze na czas. Produkty są sprzedawane loco Northwood czyli towar jest dostarczony, gdy sprzedawca wystawi go do dyspozycji w swoim magazynie lub zakładzie w określonej lokalizacji. Przy warunkach dostawy Inkoterms EXW ryzyko i koszty sprzedawcy są ograniczone do minimum. Produkty są wytwarzane i dostarczane wg metody Just in Time (pod zamówienie i zawsze na czas)<sup>17</sup>.

Analizę firmy Northwood przeprowadzono w przypadkach dotyczących:

- analiza sytuacyjna firmy Northwood,
- analiza obecności wąskich gardeł,
- dostosowania przepływu materiału do mocy przerobowych ograniczenia,

---

<sup>14</sup> A. Tomkowiak, A. Koliński, Eliminacja wąskich gardeł jako narzędzie optymalizacji kosztów produkcji, *Logistyka*, 5/2005, s. 9.

<sup>15</sup> J. Browne, J. Harhen, J. Shirnan, *Production Mangement System An Integrated Perspec- tive*. Addison Wesley, 1996.

<sup>16</sup> M. Hammarberg, J. Sunden „Kanban” Wydawnictwo Helion, Warszawa 2015.

<sup>17</sup> Opracowanie na podstawie danych uzyskanych bezpośrednio w firmie Northwood od właściciela firmy - 25.11.2020.

- wykorzystania usług outsourcingowych, by wspomóc pracę wąskiego gardła,
- eliminacji wpływu ograniczenia, poprzez poniesione nakłady inwestycyjne.

Poprzez analizę wąskich gardeł i ich eliminację autor chciał podkreślić ich wpływ na usprawnienie produkcji i poprawę jakości usług.

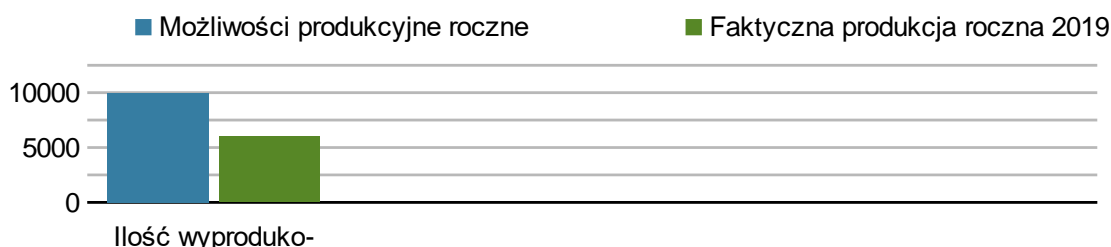
### Analiza sytuacyjna firm Northwood

Firma Northwood jest producentem palet drewnianych na potrzeby dystrybucji produktów dużej konsumpcji przemysłu głównie: spożywczego, chemicznego, metalowego. Produkcja w zakładzie odbywa się od bezpośredniego przygotowania od podstaw elementów palet tzn. desek, wsporników z drewna okrągłego po ich montaż, obróbkę termiczną i magazynowanie. Gotowe produkty składowane są w magazynie wyrobów gotowych, gdzie nie czekają na odbiór przez klientów dłużej niż trzy dni. Produkcja jest zaplanowana tak, by gotowe elementy niemalże po zakończeniu zlecenia były odbierane przez odbiorcę i dostarczane do odpowiedniego centrum logistycznego w Niemczech lub Danii. Duże znaczenie ma obróbka termiczna palet drewnianych, bowiem 95 % zamówień dotyczy palet suszonych z certyfikatem IPPC.

Firma produkuje różne rodzaje palet, różniące się specyfikacją, w zależności od potrzeby i wymogu nośności. Specyfikacja palety, czyli części składowe takie jak deski górne, wsporniki, deski dolne, uzależniona jest od przeznaczenia palety drewnianej. Park maszynowy przystosowany jest do produkcji desek o wymiarze od 15 mm do 23 mm. Wsporniki są docinane na wymiar z przyzmy głównej. Grubość desek uzależniona jest przeznaczenia palety, im cięższy materiał, który będzie transportowany na danej palecie, tym grubsze deski nośne. Produkowane palety w 90 % poddawane są obróbce termicznej i fitosanitarnej oraz certyfikacji.

### Analiza obecności wąskich gardeł w procesie produkcyjnym firmy Northwood

Moce przerobowe tzn. park maszynowy i obsługa maszyn w firmie Northwood, nawet w 80 % pozwalają na produkcję 10 000 m<sup>3</sup> gotowego materiały jednak w systemie stosowano w 2021 r. wyprodukowano zaledwie 6 000 m<sup>3</sup>.



**Rys. 1. Przycównanie potencjału rocznej produkcji do faktycznej produkcji w 2021 r., w firmie Northwood**

Źródło: Opracowanie własne na podstawie dokumentów i analizy rocznej w 2019 r.

Możliwości produkcyjne w roku 2021 to 10 000 m<sup>3</sup>. Ponieważ plan produkcji i sprzedaży został wyrobiony zaledwie w 60 % a w 2021 r nastąpiły przestoje produkcyjne naprzemiennie z zwielokrotnieniem zamówień, autor artykułu przeprowadził w firmie Northwood analizę wąskich gardeł. Obserwacja i analiza systemu produkcyjnego pozwoliła na zidentyfikowanie wąskich gardeł.

Zastosowano karty Kanban i Teorię Ograniczeń, których analiza wykazała, iż wąskim gardłem w produkcji jest wywóz produktów ubocznych typu zrżyny na magazyn składowania oddalony od hali produkcyjnej o ok. 300 m. Łączny dzienny czas wywozu kontenerów ze zrżynami wynosił 4,5 godziny. Przewóz materiałów gotowych odbywał się dość płynnie i na bieżąco jednak w momencie gdy ten sam operator obrabiarki wywoził zrżyny na plac składowania, w tym czasie jedna lub dwie obrabiarki przestawały produkować z przeładowania produktami ubocznymi lub gotowym materiałem. Przerwa jednej maszyny powodowała przestój kolejnej i takich sytuacji dziennie było kilkanaście. Drobne, kilku minutowe przestoje przy każdej maszynie, dziennie dawały łączny przestój, który w okresie rocznym przełożył to się na utratę sprzedaży ok. 40 % gotowego materiału.

### Eliminacja wąskich gardeł w firmie Northwood

W świetle powyższych danych, wykrycie wąskiego gardła skłoniło przedsiębiorstwo do oceny efektywności ekonomicznej działań w trzech scenariuszach:

1. Optymalizacja kosztów produkcji do poziomu wąskiego gardła i przebudowa dróg wewnętrznych i przeniesienie placu składowania produktów ubocznych tuż obok hali produkcyjnej - dostosowania przepływu materiału do mocy przerobowych ograniczenia;
2. Inwestycja w zakup kolejnego wózka widłowego i zatrudnienie kolejnego operatora wózka widłowego - eliminacji wpływu ograniczenia, poprzez poniesione nakłady inwestycyjne;
3. Outsourcing części produkcji gotowych elementów drewnianych palet - wykorzystanie usług outsourcingowych, by wspomóc pracę wąskiego gardła.

Równoległe z planem sprzedaży, w analizowanym przedsiębiorstwie produkcyjnym, powstał budżet kosztów na poszczególne wymienione wyżej scenariusze.

#### Scenariusz nr 1

**Tab. 1. Koszty przebudowy magazynu wewnętrznego składowania i termin realizacji**

Projekt przebudowy dróg wewnętrznych	Koszt w zł	Czas trwania
Projekt przebudowy dróg wewnętrznych wraz z projektem dróg pożarowych	2000	30 dni
Przebudowa dróg wewnętrznych - kostka brukowa	4000	30 dni
Budowa placu składowania - płyty Jumbo	12 000	30 dni
<b>Łącznie</b>	<b>18 000</b>	<b>90 dni</b>

Źródło: Opracowanie własne na podstawie analizy i audytu w firmie Northwood w 2021 r.

Scenariusz nr 1 zakładał optymalizację zasobów do poziomu wąskiego gardła czyli przebudowę magazynu składowania produktu ubocznego i optymalizację przejazdów do poziomu wąskiego gardła. Łączny koszt przebudowy to 18 000 zł, w czasie 90 dni. Przebudowa i przeniesienie placu składowania tuż obok hali produkcyjnej i usytuowanie tak, by auta odbierające miały bezpośrednią drogę, dało oszczędność czasu. Po przeprowadzeniu modernizacji czas wywozu kontenera z produktem ubocznym zajmuje ok 6 minut czyli o 12 min mniej niż w aktualnym systemie.

## Scenariusz nr 2 A

**Tab. 2. Koszt zakupu wózka widłowego i termin realizacji, opracowanie własne**

Scenariusz nr 2	Koszt w zł	Czas oczekiwania	
Zakup wózka widłowego	87 000	180 dni	

Źródło: opracowanie własne na podstawie ofert złożonych firmie Northwood w 2021 r.

## Scenariusz nr 2 B

**Tab. 3. Koszt zatrudnienia dodatkowego operatora wózka widłowego**

Scenariusz nr 2	Koszt w zł miesięczny	Koszt w zł roczny	
Zatrudnienie dodatkowego operatora wózka widłowego	4000	48 000	

Źródło: opracowanie własne na podstawie listy płac w firmie Northwood w 2021 r.

**Scenariusze nr 2** został odrzucony, bowiem w czasie oczekiwania na dostarczenie wózka widłowego dostosowanego do potrzeb produkcji czyli w czasie 180 dni w znacznie mniejszym koszcie firma mogła zlecić projekt i przebudowę placu tańszym i jednorazowym kosztem. W scenariuszu nr 2 powstały koszt miesięczny czyli rata leasingowa wózka widłowego ok 3 600 zł plus wynagrodzenie operatora wózka widłowego 4 000 zł, co daje nam łączną kwotę 7600 stałego kosztu miesięcznego.

## Scenariusz nr 3

**Tab. 4. Koszt zamówienia 4 000 m3 dodatkowego gotowego materiału u podwykonawcy – outsourcing**

Scenariusz nr 3	Ilość m3	Koszt zł	
Zakup gotowych elementów produkcji	4 000 m3	2 016 000	

Źródło: Opracowania własne na podstawie dokumentacji firmy Northwood w 2021 r.

Scenariusz nr 3 zakładał podwykonawstwo - outsourcing części produkcji, czyli zakup części gotowych elementów do produkcji. Został on jednak odrzucony z powodu droższej ceny gotowego materiału, który nie pozwoliłby na utrzymanie cen na dotychczasowym poziomie i ryzyko utraty niektórych zleceń.

Z analizy przedstawionych scenariuszy wynika, że najbardziej optymalnym rozwiązaniem dla firmy jest scenariusz nr 1, czyli przeprojektowanie placu i przeniesienie magazynu składowania produktów ubocznych i zrealizowanie lepszego planu sprzedaży, przy jednocześnie niskich kosztach. Wprowadzenie scenariusza nr 1 znacznie usprawniło produkcję i poprawiło jakość usług.

Wszystkie z wymienionych scenariuszy opierały się o teorię ograniczeń, gdzie w każdym ze scenariuszy przeprowadzono analizę wąskiego gardła i możliwości jego wyeliminowania w odniesieniu do efektów i kosztów. Wąskie gardło natomiast zostało wykryte poprzez zastosowanie praktyki i kart Kanban.

---

### Zakończenie i wnioski

---

Teoria ograniczeń (TOC, ang. Theory of Constraints,) opiera się na zarządzaniu ograniczeniami w procesie produkcyjnym, ich eliminacji z nastawieniem na długofalowe zyski przedsiębiorstwa. Wąskim gardłem w procesie produkcyjnym, jest ten element, który uniemożliwia wykorzystanie pełnego potencjału produkcyjnego w przedsiębiorstwie a tym samym zwiększenia zysków. Zidentyfikowanie i wyeliminowanie wąskiego gardła wpływa na usprawnienie produkcji, poprawę jakości oraz zwiększenie zysków przedsiębiorstwa. Ma to duży wpływ zwłaszcza w momencie zwiększonego zapotrzebowania na produkty a tego typu sytuacje miały często miejsce w 2021 roku, poprzez niestabilność rynkową i skoki zamówień, związane z przestojami i nagłym ruchem, poprzez lock down i pandemię.

Analiza wąskich gardeł, w szczególności z wykorzystaniem narzędzi teorii ograniczeń w pierwszym etapie była trudna do wykonania, głównie przez niechęć przedsiębiorcy do przeprowadzenia analizy. Z informacji jakie uzyskano w firmie, wynikało, iż wśród zaprzyjaźnionych przedsiębiorstw z branży działających na rynku jest niechęć do przeprowadzania analizy wąskich gardeł w procesie produkcyjnym. Jest to spowodowane w głównej mierze brakiem znajomości technik i narzędzi ich eliminacji. Zaprezentowane sytuacje oraz eliminacja wąskiego gardła i przebudowy zakładu potwierdza, że duże inwestycje nie są najskuteczniejszym sposobem na polepszenie wyniku ekonomicznego. Bardzo ważne jest wykrycie i eliminacja wąskich gardeł, które są elementem nieodzownym w procesie produkcyjnym oraz poprawa jakości usług, która w obecnych czasach ma szczególne znaczenie.

By zwiększyć przepustowość całego procesu produkcyjnego, należy wyeliminować czynnik ograniczający moce produkcyjne. Jednym ze sposobów jest doinwestowanie i rozwój stanowiska, w którym występuje ograniczenie. Alternatywą jest korzystanie z usług outsourcingowych, polegające na oddelegowaniu części produkcji wąskiego gardła.

Nie wykryte wąskie gardło lub zbagatelizowane wąskie gardło wpływa zawsze negatywnie na wynik finansowy działalności przedsiębiorstwa. Stosując koncepcję teorii ograniczeń na poziomie operacyjnym, rozsądnym rozwiązaniem jest dostosowanie całego procesu produkcyjnego do mocy przerobowych wąskiego gardła. Jest to skuteczny sposób podniesienia efektywności i usprawnienia procesu produkcyjnego. Narzędzia teorii ograniczeń mogą być wykorzystane na poziomie taktycznym i strategicznym.

Przetoczony przykład jest jednym z wielu wąskich gardeł, jakie wykryto i eliminowano w procesie produkcyjnym danej firmy. W procesie produkcyjnym jest ważna analiza i elastyczne dopasowanie się i stosowanie rozwiązań do poziomu wąskiego gardła.

Temat artykułu jest tematem rozwojowym i wymaga dalszych badań, które prowadzi autor.

---

## Bibliografia

---

- Liwowski B., Kozłowski R., Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2006.
- Corbett T., Finanse do góry nogami, Mint Books, Warszawa 2007.
- Śliwczyński B., Planowanie logistyczne, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008.
- Śliwczyński B., Controlling w zarządzaniu logistyką, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2007.
- Rodawski B., Zastosowanie teorii ograniczeń w zarządzaniu łańcuchem dostaw (cz. 1), Logistyka, 5/2005.
- Woepfel M. J., Jak wdrożyć teorię ograniczeń w firmie produkcyjnej, Mint Books, Warszawa 2009.
- Vollmuth H. J., Controlling – instrumenty od A do Z, Wydawnictwo Placet, Warszawa 2003.

### **Identifying and eliminating bottlenecks as a method of improving production and increasing the quality of services**

#### **Summary:**

Production downtime and sudden, increased demand for products that took place during the 2021 pandemic significantly influenced the exploration of the topic of bottlenecks and its analysis. The bottleneck is the weakest link that limits the full use of the production potential of a given enterprise. This concept is associated with the improvement of production and the improvement of the quality of services.

The main aim of the article is to present the methods of identifying bottlenecks and the impact of their elimination on the improvement of service quality and the cost level of the production process. The article should be treated as a case study on the impact of eliminating bottlenecks on improving quality and streamlining production.

#### **Keywords:**

bottleneck, streamlining production, improving service quality, identify the bottleneck, eliminate the bottleneck