

Robert Stobiński

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu,
Wydział Gospodarki Międzynarodowej, Katedra Logistyki Międzynarodowej
robert.stobinski@o2.pl

**ZASTOSOWANIE KONCEPCJI
ZWINNO-SZCZUPŁEGO ZARZĄDZANIA
PRODUKCJĄ W PROCESIE DOPASOWANIA
ELASTYCZNOŚCI I EFEKTYWNOŚCI
NA PRZYKŁADZIE ANALIZY PRZYPADKU
FIRMY Z SEKTORA *HOME APPLIANCE*
*MANUFACTURING***

Streszczenie: Obecnie niemal za pewnik przyjmuje się, że szczupły łańcuch dostaw, skoncentrowany na eliminacji strat i redukcji kosztów, w obliczu rosnącej zmienności otoczenia rynkowego powinien być zastąpiony zwinnym, nastawionym na zapewnienie elastyczności i reaktywności na zmiany. W artykule na podstawie studium przypadku przedstawiono alternatywne rozwiązanie polegające na połączeniu obu strategii w zwinno-szczupłe zarządzanie i wykorzystaniu zalet obu koncepcji. Wspólny cel, jakim jest rozpoznanie i zaspokojenie potrzeb klientów i dążeń akcjonariuszy, w pełni takie podejście uzasadnia.

Słowa kluczowe: szczupło-zwinny łańcuch dostaw, dopasowanie strategii konkurowania na rynku i zarządzania łańcuchem dostaw.

Klasyfikacja JEL: L68.

**PRACTICAL APPLICATION OF THE LEAGILE CONCEPT IN
PRODUCTION MANAGEMENT THROUGH THE ALIGNMENT
OF FLEXIBILITY AND EFFICIENCY. THE CASE OF A HOME
APPLIANCE MANUFACTURING COMPANY**

Abstract: Currently it is generally assumed that the lean supply chain focused on waste elimination and cost reduction in the face of increasing volatility and complexity in the

market should be replaced by agility, focused on the flexibility and responsiveness to change. This article, based on a case study, presents an alternative approach using a combination of both strategies into a Leagile solution. The common objective of which is to meet the needs of customers' and shareholders' expectations and which fully justifies this approach.

Key words: leagile supply chain, matching competitiveness and supply chain strategies.

Wstęp

Podstawowym celem biznesowym każdego przedsiębiorstwa jest wyświadczenie swoim klientom usług lub dostarczanie produktów spełniających ich oczekiwania, a jednocześnie zadowolenie akcjonariuszy z zysków. Zgodnie z definicją, powszechnie znaną jako 4P⁽¹⁾ [Kotler 2004], sukces osiągają te przedsiębiorstwa, które skutecznie potrafią konkurować produktem, polityką cenową, promocją oraz dystrybucją. Z kolei Lauterborn argumentuje, że klasyczna formuła koncentruje się na punkcie widzenia przedsiębiorstwa, podczas gdy ważniejsze od opisu sytuacji oczami firmy jest ujęcie z perspektywy klienta. Zaproponował więc formułę 4C⁽²⁾, gdzie wygoda nabycia i komunikacja uzyskują coraz większe znaczenie w stosunku do kosztu i wartości dla klienta [Lauterborn 1990]. Ponieważ zapewnienie oczekiwanego poziomu obsługi klienta wiąże się z ponoszonymi w tym celu kosztami, w praktyce każde przedsiębiorstwo określa własną politykę w zakresie zarządzania łańcuchem dostaw. Cechą wspólną każdej z nich jest poszukiwanie równowagi (tzw. *trade-off*³) pomiędzy korzyścią oczekiwaną przez klientów a poziomem kosztów niezbędnych do jej dostarczenia.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest właśnie przedstawienie praktycznego wykorzystania najczęściej wybieranych strategii zarządzania łańcuchem dostaw oraz próba odpowiedzi na pytanie, czy rzeczywiście najsukcesowniejszy jest wybór jedynie jednej z nich, czy może raczej powinniśmy stosować podejście hybrydowe wykorzystujące różne strategie w zależności od różnych cech produktów czy popytu. W pierwszej kolejności na podstawie studium literatury przedstawiony został aspekt teoretyczny przedmiotu opracowania. Następnie na podstawie analizy studium przypadku firmy

¹ 4P (*product, price, promotion, place*) oznacza produkt, cenę, promocję i dystrybucję.

² 4C (*customer value, cost, convenience, communication*) oznacza wartość dla klienta, koszt, wygodę nabycia i komunikację.

³ *Trade-off* rozumiane jest jako kompromis (lub koszt alternatywny) zależności substytucyjnych, gdzie poprawa jednego czynnika wpływa negatywnie na inny [Szymczak 2008].

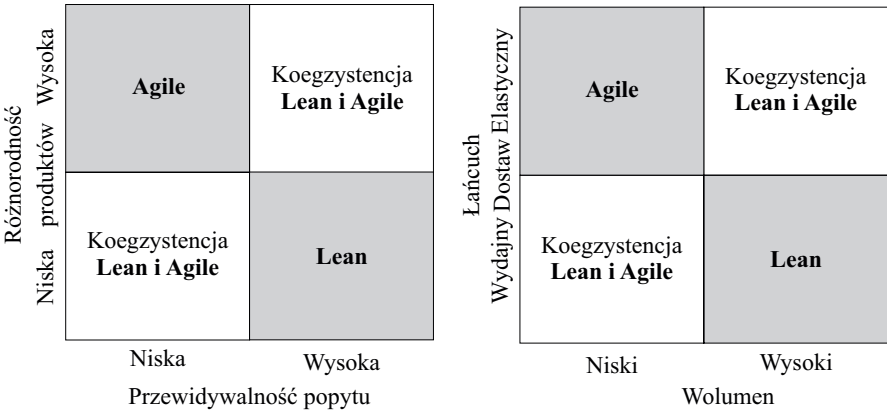
z sektora Home Appliances Manufacturing pokazano możliwe praktyczne wykorzystanie poznanych wcześniej narzędzi i koncepcji zarządzania. Przedstawione wnioski oraz postawiona hipoteza mają uzasadnienie w wynikach konkretnego przypadku, mogą mieć jednak również charakter bardziej uniwersalny.

1. Podstawowe strategie zarządzania łańcuchem dostaw i warunki ich zastosowania

Istnieje niezwykle bogata literatura omawiająca możliwe do stosowania koncepcje zarządzania łańcuchem dostaw. Interesujący i godny przeanalizowania podział zaproponował Rudnicki, który wyodrębnił strategie efektywne (*lean*, *six sigma* oraz *theory of constraints*) i reaktywne (*agile*, *quick response*). Pierwsze z nich koncentrują się na procesach ciągłego doskonalenia, przy czym każda kładzie nacisk na inny aspekt zarządzania łańcuchem dostaw. Szczupłe zarządzanie (*lean*) skupia się na eliminacji strat, *six sigma* na eliminacji zmienności, a teoria ograniczeń (*theory of constraints*) na eliminacji wąskich gardeł. Z kolei strategie reaktywne koncentrują się bardziej na budowaniu elastyczności i umiejętności do adaptacji zmieniającego się otoczenia. *Agile* (zwinne zarządzanie) skupia się na szybkiej reakcji na zmieniający się popyt i wzrastającą różnorodność produktów, natomiast *quick response* (szybka reakcja) na skracaniu czasu cyklu zamówienia przy jednoczesnej redukcji zapasów [Rudnicki 2014]. Analizując bliżej strategie *six sigma*, *theory of constraints* oraz *quick response*, zauważamy, że w mniejszym stopniu koncentrują się one na procesie zarządzania łańcuchem dostaw (w tym zwłaszcza produkcji), a w większym – na rozwiązywaniu problemów zmienności (*six sigma*) czy budowie systemu (*theory of constraints*) i relacji z klientami (*quick response*). W dalszej analizie przyjmiemy więc podejście „szczupłego zarządzania” *lean* jako reprezentanta strategii efektywnych i „zwinnego zarządzania” *agile* jako reprezentanta strategii reaktywnych.

Niezwykle istotny aspekt poruszył też Christopher, który wskazuje na wzrastający negatywny wpływ złożoności łańcucha dostaw (*complexity effect*) oraz wynikający z niego trend poszukiwania rozwiązań, które koncentrują się raczej na maksymalizacji reakcji na zmiany niż minimalizacji kosztów. Zarządzający łańcuchem dostaw stają więc coraz częściej przed wyborem jednej z dwóch koncepcji planowania produkcji – zmiennej wielkości produkcji przy stałym czasie realizacji zlecenia (*flexible capacity with fixed lead time*) lub stałej wielkości produkcji przy zmiennym czasie reali-

zacji zlecenia (*fixed capacity with variable lead time*) [Christopher 2014]. Christopher proponuje również podział dostępnych strategii zarządzania łańcuchem dostaw według charakterystyki popytu i podaży (produkcji) – rysunek 1.



Rysunek 1. Dopasowanie strategii zarządzania łańcuchem dostaw

Źródło: Na podstawie [Christopher 2014]

Z kolei Harrison i Van Hoek wyodrębniają kryteria zaistnienia na rynku (*market qualifiers*) oraz kryteria konkurowania na nim (*market winners*) w zależności od przyjętej strategii zarządzania łańcuchem dostaw – rysunek 2. W łańcuchu szczupłym (*lean*) celem jest minimalizacja kosztów,



Rysunek 2. Kryteria zaistnienia i konkurowania na rynku

Źródło: Na podstawie [Harrison i van Hoek 2002]

ponieważ najistotniejszym kryterium jest cena zakupu, natomiast w łańcuchu zwinnym (*agile*) celem jest maksymalizacja elastyczności (reaktywności), a najistotniejszym kryterium jest poziom obsługi opisujący zdolność do reagowania w krótkim okresie na występujące zmiany w popycie [Harrison i Van Hoek 2002].

Czy rzeczywiście jednak strategię szczupłego i zwinnego łańcucha dostaw są przeciwstawne i wzajemnie się wykluczają? Przecież obie mają wspólny cel – rozpoznanie i zaspokojenie potrzeb klienta i dążeń akcjonariuszy. Trudno sobie wyobrazić sytuację, w której przedsiębiorstwo spełnia oczekiwania klientów, ponosząc ciągłe straty, ponieważ nie podejmuje działań zmierzających do obniżenia kosztów. Alternatywnie, gdy koncentruje się przede wszystkim na obniżeniu kosztów, nie zaspokaja potrzeb klientów i w dłuższym czasie traci ich na rzecz konkurencji. Przedsiębiorstwa muszą więc poprawiać efektywność (obniżać koszty) oraz reaktywność (elastyczność na zmianę popytu i oczekiwań klientów). Powyższą relację nazywamy *trade-up*⁴ w odróżnieniu od relacji *trade-off*, gdzie musimy dokonać wyboru jednego aspektu relacji, który wpływa jednocześnie negatywnie na inny. Właśnie takie podejście do dostępnych strategii zarządzania łańcuchem dostaw oraz znakomicie sprawdzających się w praktyce planowania produkcji przedstawia Goldsby. Obok strategii szczupłego oraz zwinnego łańcucha dostaw przedstawia rozwiązanie hybrydowe, szczupło-zwinne (*leagile*). Strategia ta umożliwia dostarczanie produktów o dużej różnorodności (*products variety*) oraz zmienności popytu (*demand volatility*) przy zachowaniu oczekiwanych terminów realizacji zamówień i przy możliwie najniższym koszcie produkcji. W zakresie zarządzania produkcją jest ona realizowana poprzez trzy możliwe scenariusze [Goldsby 2006].

Pierwszy z nich wykorzystuje znaną powszechnie zasadę Pareto⁵, z którą zgodnie 20% produkowanych SKU's⁶ kreuje 80% wolumenu (wielkości) produkcji. Można więc wykorzystać efekt tzw. skali i wyroby z tej grupy produkować „na magazyn” według zasady szczupłego łańcucha dostaw (*lean*) na podstawie dostępnej prognozy sprzedaży (konceptcja *make-to-stock*). Efektywność produkcji uzyskujemy poprzez zastosowanie koncepcji

⁴ *Trade-up* rozumiane jest jako jednoczesna poprawa co najmniej dwóch elementów systemu [Szymczak 2008].

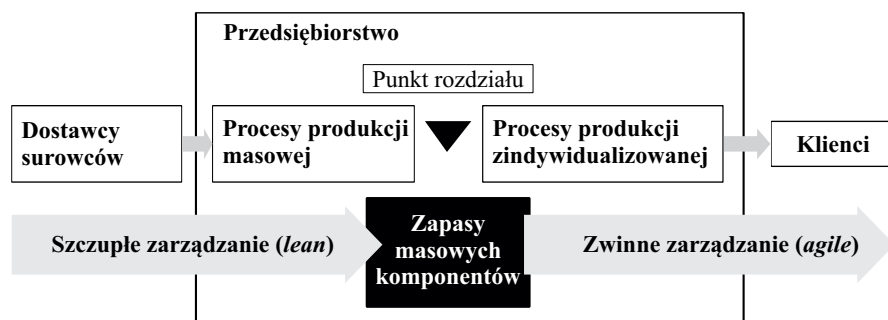
⁵ Reguła Pareto rozumiana jest jako prawo statystyki opisujące alokację zasobów. W tym przypadku 20% produktów (zasobów) generuje 80% wolumenu produkcji (efektów).

⁶ Przez SKU rozumiana jest tzw. jednostka magazynowa (*stock keeping unit*), która odnosi się do każdego produktu i jego wariantów z osobna.

tzw. poziomowania produkcji⁷, zarówno w zakresie wariantów wyrobów, jak i wielkości partii. Pozostałe 80% SKU's, które generują jedynie 20% wolumenu (wielkości) produkcji, można produkować z wykorzystaniem zasady zwinnego łańcucha dostaw (*agile*) na podstawie rzeczywistych zamówień klientów (koncepcja *make-to-order*). Bardzo często wyodrębnia się jednocześnie linie produkcyjne o szybkim czasie przebrojenia umożliwiające produkcję małych partii, co neutralizuje negatywny wpływ dużej zmienności wariantów produktów i popytu na nie.

Drugi scenariusz obejmuje zarządzanie stopniem wykorzystania posiadanych mocy produkcyjnych. Zgodnie z tym rozwiązaniem firmy wyodrębniają stały i zmienny poziom popytu w okresie roku (tzw. *base and surge demand*), a następnie obliczają niezbędne moce produkcyjne do zaspokojenia stałego popytu oraz wymaganej nadwyżki przy zmiennym popycie. Istnieją dwa warianty tego rozwiązania. W pierwszym moce produkcyjne niezbędne do wykonania nadwyżki są własnością przedsiębiorstwa, w drugim – „dodatkowe” moce produkcyjne „kupowane” są na zewnątrz (tzw. *outsourcing*). Drugie rozwiązanie jest z reguły droższe, ale obarczone niższym kosztem niewykorzystanych mocy (koszt kapitału) oraz niższym ryzykiem związanym ze zmiennością popytu.

Trzeci scenariusz jest najbardziej interesujący i wykorzystuje koncepcję tzw. punktu rozdziału (*decoupling point*) – rysunek 3. Alternatywną, równie często używaną, nazwą dla tego scenariusza jest tzw. opóźnienie indywidualizacji wyrobów (*postponement*). Scenariusz ten ma szczególne zastosowanie w przypadku, gdy wyrób końcowy zbudowany jest z „masowych”



Rysunek 3. Koncepcja tzw. punktu rozdziału

Źródło: Na podstawie [Christopher 2000]

⁷ Poziomowanie produkcji rozumiane jest jako technika równoważenia produkcji, która utrzymuje stałe wolumeny produkcji.

komponentów, które łączone są zgodnie z wymaganiami klienta w ostatnim procesie montażu (produkcji). W punkcie rozdziału utrzymywane są zapasy komponentów, dzięki czemu możliwe jest zastosowanie strategii szczupłego zarządzania (*lean*) w górę strumienia dostaw, a strategii zwinnej (*agile*) w dół strumienia dostaw, a więc od punktu rozdziału do klienta [Harrison i van Hoek 2002].

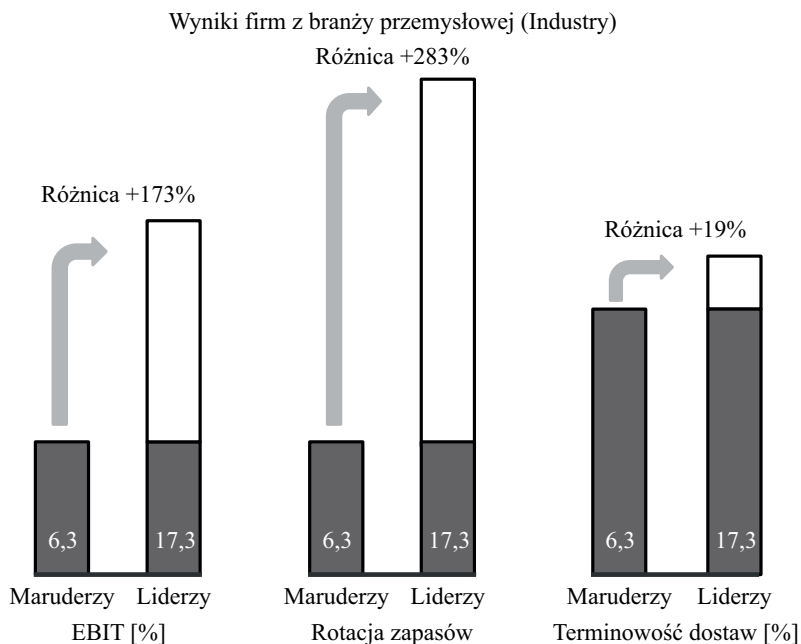
Powyżej przeprowadziliśmy zwięzłą analizę niezwykle bogatej literatury przedmiotu. Wynika z niej, że strategie zarządzania szczupłego (*lean*), zwinnego (*agile*) oraz koegzystencja obu z nich w postaci hybrydowej (*leagile*), mają zarówno wady, jak i zalety. Kryterium dopasowania odpowiedniej strategii wynika ze zrozumienia charakterystyki łańcucha dostaw danego przedsiębiorstwa opisywanego przez produkt, popyt oraz oczekiwania klientów. Brak dopasowania czyli niespójność strategii konkutowania na rynku ze strategią zarządzania łańcuchem dostaw stwarza ryzyko zwiększenia kosztów związanych z utrzymaniem zadowolenia klientów, a więc jednocześnie obniżenia zadowolenia akcjonariuszy.

2. Wykorzystanie koncepcji szczupłego i zwinnego zarządzania łańcuchem dostaw w praktyce

A jak wygląda wykorzystanie opisanych powyżej koncepcji w praktyce? W jaki sposób firmy zarządzają swoimi procesami i konkurują o zamówienia klientów a jednocześnie realizują cele finansowe postawione przez akcjonariuszy? Przeprowadzone w ostatnich latach wśród firm produkcyjnych badania wyraźnie wskazują, że te z nich, które indywidualizują, a więc różnicują swoje łańcuchy dostaw w zależności od specyfiki produkowanych wyrobów lub oczekiwań grup klientów, osiągają wyraźnie lepsze wyniki finansowe niż te, które mają system uniwersalny, jednolity (rysunek 4) [PWC 2013].

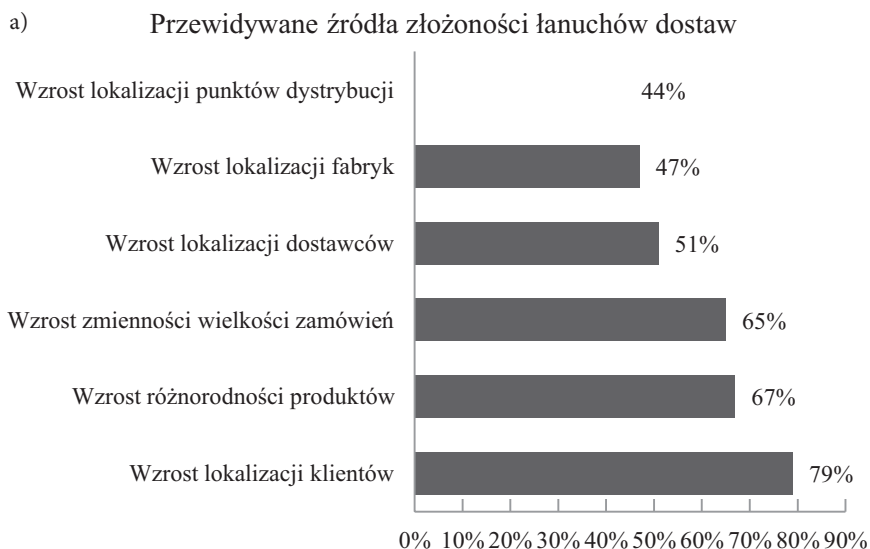
Konsultanci prowadzący badania wskazali, że ze względu na rosnącą złożoność (*complexity*) i zmienność (*volatility*) otoczenia rynkowego, aby skutecznie konkurować, firmy muszą stworzyć łańcuch dostaw, który będzie jednocześnie i efektywny i szybko reagujący na zmiany oraz dostosowany do różnych potrzeb klientów i cech produktów (*efficient, fast and tailored*) – rysunek 5.

Możemy więc postawić hipotezę, że najskuteczniejszą strategią zarządzania łańcuchem dostaw jest rozwiązanie hybrydowe łączące w sobie zalety zarówno „myślenia szczupłego” (*lean*), jak i „myślenia zwinnego” (*agile*). Właśnie takie podejście zostanie bliżej zaprezentowane w studium przypadku.



Rysunek 4. Porównanie wyników finansowych firm z różnymi strategiami zarządzania łańcuchem dostaw

Źródło: Na podstawie Global Supply Chain Survey [PWC 2013]





Rysunek 5. Udział firm wskazujących na przewidywane źródła złożoności i zmienności łańcucha dostaw

Źródło: Na podstawie Global Supply Chain Survey [PWC 2013] oraz Key Issues Study [The Hackett Group 2012].

3. Studium przypadku

Przedsiębiorstwo będące studium przypadku jest przykładem fabryki o produkcji dyskretniej⁸, produkującej komponenty używane do montażu lodówek przez najbardziej znane marki OEM⁹ w sektorze Home Appliance Manufacturing. Firma osiągnęła pozycję lidera na rynku europejskim, na którym przede wszystkim konkuruje. Produkcja ma charakter seryjny i jest zorganizowana w wyspecjalizowanych według rodzaju obróbki obszarach, tworzących „przepływ” zgodny z przebiegiem procesów technologicznych. Produkowane komponenty są zindywidualizowane zgodnie z potrzebami każdego z klientów i z tego powodu nie są zestandaryzowane. Klienci biorą aktywny udział w procesie projektowania produktu finalnego, każdy z nich wymaga jednak odrębnego, indywidualnego rozwiązania technicznego lub

⁸ Przez produkcję dyskretną rozumiana jest produkcja wyróżniających się jednostek wyrobów.

⁹ OEM oznacza *original equipment manufacturer*. W sektorze Home Appliance jest to np.: Samsung, Electrolux, Bosch-Siemens, Whirlpool.

wymiarowego, co powoduje, że w omawianej fabryce produkuje się obecnie 320 SKU's dla 7 odbiorców. Po opracowaniu i akceptacji przez klienta ostatecznej wersji komponentu rozpoczyna się produkcja wg składanych codziennie zamówień. Prognozy sprzedaży są przekazywane tygodniowo z horyzontem kolejnych 8 tygodni, jednak w praktyce błąd prognozy wynosi $\pm 30\%$. Fabryka oficjalnie posiada „zamrożony” plan produkcji na kolejne 3 dni, ale w rzeczywistości każdego dnia na skutek pilnych interwencji klientów zmianie ulega ok. 5% pozycji, co negatywnie wpływa na ustalony harmonogram produkcji. Przedsiębiorstwo jest w wysokim stopniu zintegrowane pionowo i omawiana fabryka z surowców kupuje jedynie rury i druty (od firmy wschodzącej w skład grupy) oraz wykorzystywane przy montażu komponentów specjalistyczne akcesoria (zakupy zewnętrzne). W zakładzie występują 3 linie do cięcia i gięcia, 11 gniazd do spawania i montażu komponentów oraz 1 linia do malowania. Posiadane moce produkcji pozwalają na produkcję ok. 3 mln sztuk komponentów rocznie, jednak ze względu na występujące zjawisko sezonowości sprzedaży lodówek wymagana jest duża elastyczność poziomów dziennej produkcji.

Fabryka ze względu na indywidualizację komponentów pracuje na podstawie koncepcji produkcji zgodnej z zamówieniami klientów (*make-to-order*). Wahania sprzedaży, a w konsekwencji produkcji występują zarówno na poziomie dziennym (wahania wynikające z wielkości różnorodności produkcji u klientów), jak i miesięcznym (wahania sezonowe) i wynoszą od 25% do 45%. Skuteczność przedsiębiorstwa mierzona jest poprzez osiągnięte liczne wskaźniki finansowe, z których najważniejszym jest EBITDA oraz przez wielkość kapitału obrotowego i poziom zapasów. Dlatego system planowania produkcji zbudowany jest tak, że nie ma zapasów wyrobów gotowych, wielkość planowanej partii produkcji w 100% odpowiada wielkości zlecenia klientów, a codzienna wysyłka kierowana jest bezpośrednio na linie produkcyjne klienta kluczowego (65% udział w sprzedaży) w systemie *just-in-time* lub do magazynów przy produkcji w przypadku pozostałych klientów. Rotacja zapasów wynosi 13, a wartość zapasów nie przekracza 1,5 mln €, w tym surowców (RM) 1,2 mln € oraz produkcji w toku (WIP) 0,3 mln €. Przyjęty model planowania produkcji związany jest z warunkami umowy, z którymi zgodnie dostawca ponosi odpowiedzialność finansową za zatrzymanie linii produkcji z powodu braku wymaganych komponentów lub ich złej jakości i pokrycia wszystkich kosztów, jakie w związku z tym zdarzeniem poniosł klient.

Przedsiębiorstwo od wielu lat prowadzi regularny pomiar poziomu zadowolenia swoich klientów, a od 2010 r. wszyscy klienci wskazują ocenę na

poziomie A (najwyższa), szczególną wagę przykładając do ponadstandardowej elastyczności i terminowości dostaw. Jest to czynnik, który w 2013 r. spowodował wzrost sprzedaży o niemal 30% oraz umożliwił rozpoczęcie współpracy z 4 nowymi klientami OEM w Europie. Niestety, jednocześnie istotnie wzrosła różnorodność produktów (120 SKU's w 2011 vs 320 SKU's w 2013) oraz zmienność popytu, co negatywnie wpłynęło na wcześniejszą wysoką efektywność operacyjną i znacząco podniosło koszty produkcji.

Zarządzający fabryką stanęli więc przed dylematem – czy w szybko zmieniającej się sytuacji zewnętrznej (wzrost liczby klientów, wzrost różnorodności produktów oraz zmienność popytu i wzrost ryzyka wynikający z opłat za zatrzymanie linii produkcyjnych klientów) nadal utrzymywać podejście szczupłego zarządzania skoncentrowanego na eliminacji strat i obniżaniu kosztów produkcji, czy też dokonać transformacji w kierunku podejścia bardziej zwinnego zarządzania i maksymalizacji elastyczności oraz szybkiej reakcji na zmienne zamówienia klientów.

3.1. Sytuacja przed transformacją: szczupłe zarządzanie produkcją (*lean*)

Strategię przedsiębiorstwa możemy scharakteryzować w następujący sposób:

- Cel nadrzędny: Usatysfakcjonowanie klienta mierzone wskaźnikami perfekcyjności dostaw OTIF¹⁰ oraz jakości Q ppm¹¹.
- Kryteria konkurowania: szybciej, lepiej i taniej niż konkurencja. Cena głównym motywem klientów OEM przy zakupie, elastyczność i szybka reakcja na potrzeby klienta wyróżnikiem konkurencyjności.
- Strategia produkcji: Optymalizacja kosztów poprzez eliminację strat (zwiększenie efektywności i produktywności) mierzone wskaźnikiem wykorzystania czasu pracy ACT/STD Time¹² oraz wysokie wykorzystanie zdolności produkcji mierzone wskaźnikiem OEE¹³.
- Strategia zapasów: Minimalizacja zapasów wyrobów gotowych (FG) i produkcji w toku (WIP) w celu obniżenia kapitału obrotowego, mierzone wskaźnikiem: rotacja zapasów¹⁴.

¹⁰ OTIF (*on-time-in-full*) oznacza kompletne i bezbłędne dostawy na czas.

¹¹ Q ppm rozumiane jest jako liczba wadliwych części na milion dostarczonych (*parts per milion*).

¹² ACT/STD Time to iloraz rzeczywistego czasu pracy i standardowego czasu pracy.

¹³ OEE (*overall equipment effectiveness*) to wskaźnik całkowitego wykorzystania maszyn mierzący ich efektywność, będący wypadkową dostępności, wydajności i jakości.

¹⁴ Rotacja zapasów rozumiana jest jako iloraz wartości sprzedaży i wartości zapasów pokazujący, ile razy w roku zapasy zostały przetworzone w gotowe wyroby.

- Strategia produktowa: Projektowanie komponentów spełniających indywidualne oczekiwania klientów, 100% elastyczności, pełna akceptacja różnorodności SKU's, brak modułowości (standaryzacji) komponentów i ich elementów.

Produkcja oparta jest w 100% na rzeczywistych zamówieniach klientów, nie ma produkcji w stałych seriach, a w wielkościach wymaganych przy zamówieniu. Minimalna wielkość pojedynczego SKU to 1 karton zbiorczy, a więc w zależności od rodzaju komponentu od 50 do 100 sztuk, co odpowiada około 40–70 minut pracy gniazda spawania. Przy wskaźniku OEE 80% i C/T¹⁵ 41 sekund, produkcja na 1 zmianę wynosi ok. 520 sztuk. Przebrojenie gniazda spawania, które jest wąskim gardłem wymaga średnio 1h i powinno być dokonywane maksymalnie 2 razy dziennie. Każda zmiana produkowanego SKU wymaga dokonania przebrojenia. Mapę strumienia wartości w firmie przed transformacją przedstawiono na rysunku 6.

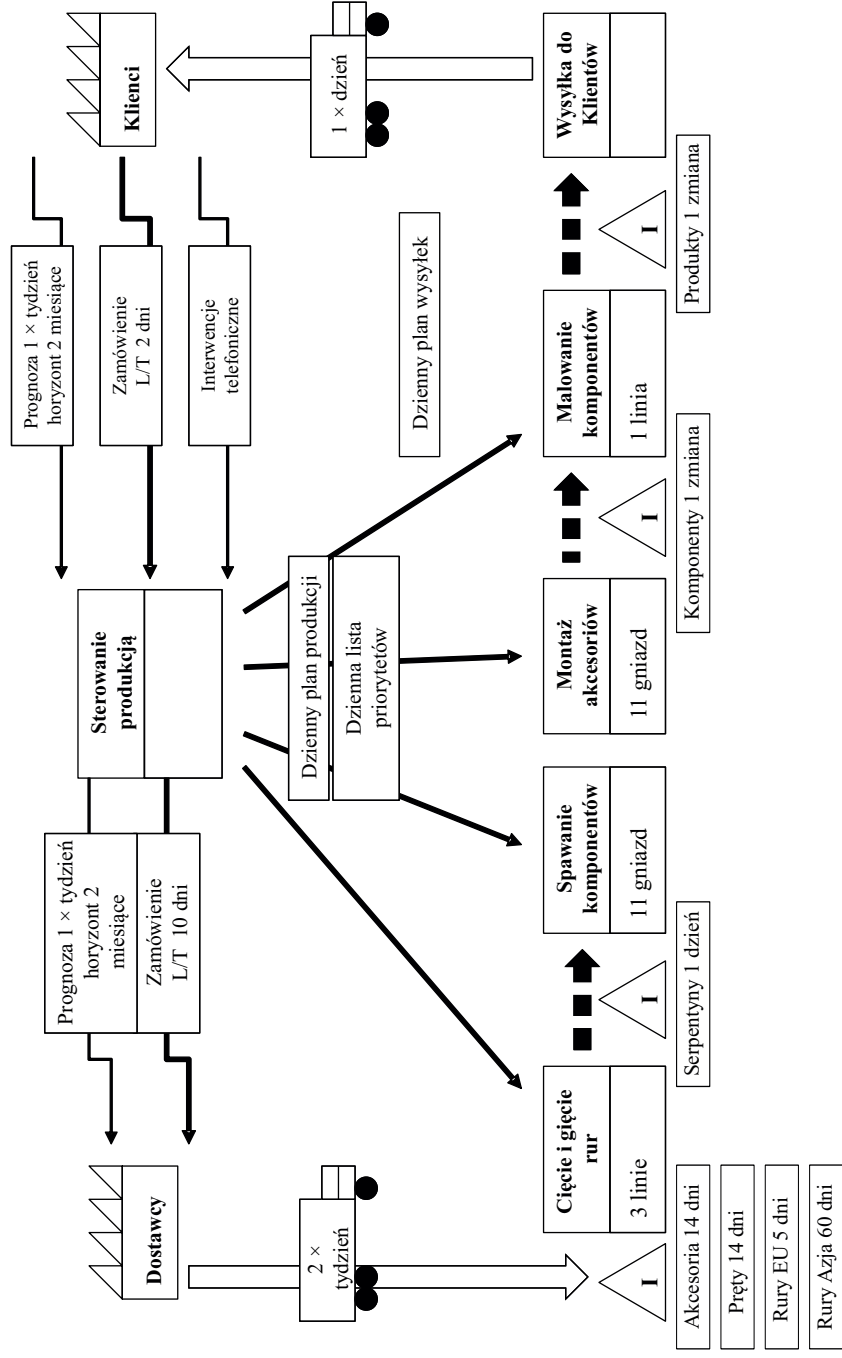
W celu zapewnienia efektywnego przepływu materiałów przez fabrykę istnieją 4 miejsca składowania zapasów – zapas surowców, zapas gotowych serpentyn (niezbędny do wyrównania różnych wydajności operacji cięcia i gięcia rur oraz spawania komponentów), zapas zmontowanych komponentów (wymagany przez czas technologiczny) oraz zapas komponentów gotowych do wysyłki (ze względu na optymalizację transportu).

3.2. Główne problemy i wyzwania

W 2012 r. przedsiębiorstwo pozyskało 4 nowych klientów OEM, dzięki czemu sprzedaż wzrosła o 30%. Niestety, w 2013 r. wyniki finansowe oraz inne wskaźniki KPI opisujące sprawność operacyjną znacznie się pogorszyły. Produkcja spadł z 520 do 350 sztuk/zmianę (–30%), C/T wzrósł z 41 do 46 sekund (+10%), a wskaźnik wykorzystania linii OEE obniżył się z 80% do 60% (–25%).

Przeprowadzone pomiary czasu pracy oraz obserwacja wielu zmian, podczas których dokładnie mierzono zakłócenia, a także produkowane ilości, wykazała, że decydującym czynnikiem negatywnie wpływającym na końcowe wyniki jest łączny czas przebrojeń (przerw) linii do spawania komponentów i utrata efektywnego czasu pracy. Jednocześnie nie uległ wydłużeniu czas przebrojeń, ale wynikający ze wzrostu różnorodności komponentów (310 zamiast 120 SKU's) wzrost ich liczby (z maksymalnie 2 do 5 dziennie).

¹⁵ C/T (*cycle time*) rozumiany jest jako czas cyklu operacji niezbędnych do wykonania komponentu.



Rysunek 6. Mapa strumienia wartości przed transformacją (*lean*)

Źródło: Na podstawie danych omawianego przedsiębiorstwa

Analizując przyczyny pogarszających się wyników, można stwierdzić niespójność pomiędzy przyjętymi strategiami konkurowania i rozwoju produktów a strategią produkcji. Chopra i Meindl [2004] nazwali ten błąd brakiem właściwego dopasowania wyboru pomiędzy efektywnym a reaktywnym łańcuchem dostaw w zależności od implikacyjnej niepewności popytu. W konsekwencji przedsiębiorstwo próbowało zapewnić wysoką elastyczność (reaktywność) łańcucha dostaw w znacznie bardziej dynamicznej sytuacji niż poprzednio, a tym samym w istotny sposób zmuszone było podnieść koszty niezbędne do jego zapewnienia.

Badając sytuację przed transformacją, możemy zdefiniować trzy główne problemy i wyzwania, jakim powinien sprostać zmodyfikowany system zarządzania produkcją:

- Różnorodność produktów (320 SKU's) oraz zmienność popytu (+/- 40%)
 - Każdy komponent zbudowany jest z 5 elementów: odpowiednio wygiętej rury (serpentyny), przyspawanych drutów (powierzchni wzmacniającej chłodzenie), zawiasów oraz akcesoriów 1 i 2. Komponenty (SKU's) wyróżniają się między sobą 5 wymiarami średnic rur, 90 wymiarami długości i 6 wymiarami łuków serpentyn oraz 4 wymiarami średnic drutów. W konsekwencji występuje ok. 320 SKU's produkowanych dla 7 klientów.
 - Każda łódzka produkowana przez klientów (OEM) wyposażona jest w pojedynczy, unikatowy komponent. Harmonogram ich produkcji uwzględnia zarówno codzienne wahania wolumenów, jak i wariantowanie typów (nie wszystkie typy łódzek produkowane są każdego dnia, zazwyczaj są grupowane w większe partie). Na podstawie harmonogramów produkcji, klienci zamawiają komponenty w cyklu dziennym z horyzontem 3 dni. Przygotowują również prognozę produkcji na 8 tygodni, ale z niską trafnością (+/- 30-40%). Roczny wolumen ok. 3 milionów sztuk charakteryzuje się wysoką zmiennością sezonową (+/- 40%) oraz dzienną (+/- 15%). Istnieje również duża rozpiętość pomiędzy rocznymi wolumenami produkcji poszczególnych SKU's (maks. 76 000 sztuk, min. 1000 sztuk, a 50% wolumenu produkcji wynika jedynie z 12% SKU's).
- Podejście do elastyczności jako wyróżnika konkurencyjności, a jednocześnie podstawowego źródła zakłóceń w procesie produkcji (spadek efektywności i wzrost kosztów produkcji). Najistotniejszym motywem zakupu jest cena, elastyczność jest dobrze oceniana przez klientów i wpływa na wzrost sprzedaży (nowi klienci), jednak ponoszone koszty jej zapewnienia nie uzasadniają kontynuowania obecnej polityki w tym zakresie.

Klienci nie są gotowi na podniesienie ceny zakupu komponentów wynikającej z ponadstandardowego poziomu elastyczności i szybkiej reakcji na zmiany w zamówieniach.

- Produkcja komponentów o niskim wolumenie produkcji (negatywna korelacja OEE z wymaganą ilością i czasem przebrojeń) wg zasad szczupłego zarządzania (*lean*) doprowadza do obniżenia wskaźnika efektywnego wykorzystania maszyn z 80% do 60%. Zapewnienie pełnej elastyczności i szybkiej reakcji na zmiany w zamówieniach klientów wprowadza nieustanne zmiany w planie produkcji, a te z kolei wywołują zakłócenia w procesie produkcji (przebrojenia, nierównomierne obciążenie, nieefektywny przepływ materiałów). W efekcie spada wydajność i zmniejsza się produkcja. Aby mimo wszystko zrealizować zamówienia klientów, uruchamiane są nadgodziny, które zwiększają koszty produkcji. Ponadto mała partia produkcji zwiększa też straty materiałów wynikające z technologii produkcji.

3.3. Poszukiwanie rozwiązania zaobserwowanych problemów

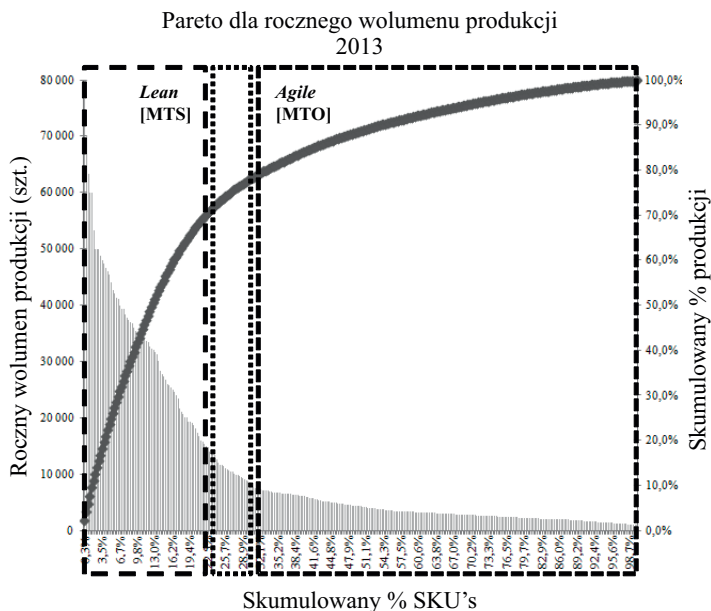
Negatywny wpływ różnorodności produktów

Podstawowym narzędziem służącym do wyeliminowania negatywnego wpływu różnorodności produktów jest reguła Pareto. Zgodnie z jej zasadami dokonano podziału SKU's na dwie kategorie – L (*lean*) oraz A (*agile*). Kryterium wyboru był tygodniowy wolumen produkcji.

Wszystkie komponenty o produkcji powyżej 520 sztuk w tygodniu (co odpowiadać powinno średnio 1 zmianie) oraz 26 000 sztuk rocznie (jest ich w sumie 48 i stanowią 15% SKU's oraz 57% rocznego wolumenu produkcji) produkowane są wg zasady *make-to-stock* i tzw. poziomowania i wygładzania produkcji (*production levelling and production smoothing*). Kryterium harmonogramu produkcji jest optymalna partia produkcji (*trade-off* pomiędzy kosztem utrzymania zapasów a kosztem produkcji), a plan produkcji wynika z uśrednionej tygodniowej krótkoterminowej prognozy sprzedaży podzielonej na dni robocze w danym tygodniu. W momencie przyjęcia zamówienia klienta jest ono realizowane z zapasów gotowych komponentów (zapasów bezpieczeństwa wyliczonych na podstawie trafności prognozy). Dzięki temu plan produkcji znany jest z wyprzedzeniem kilku tygodni, co pozwala obniżyć poziom zapasów surowców, ponieważ obniżamy zmienność produkcji dziennej. Pozytywna różnica zostaje wykorzystana do utworzenia zapasów gotowych komponentów, tak aby całkowity zapas surowców i gotowych komponentów nie uległ znaczącemu wzrostowi.

Wszystkie komponenty o produkcji rzadszej niż raz w tygodniu oraz 9000 sztuk rocznie (jest ich w sumie 224 i stanowią 70% SKU's oraz 23% rocznego wolumenu produkcji) produkowane są wg zasady *make-to-order* jedynie na podstawie zamówień klientów i w ilościach przez nich zamówionych (z uwzględnieniem minimalnej ilości oraz wielokrotności wynikającej z opakowania zbiorczego). W celu zredukowania implikacyjnej niepewności popytu wprowadzono buforowy zapas serpentyn, dzięki czemu możliwe jest uruchomienie produkcji nawet małej partii bez konieczności przeprowadzania przebrojeń gniazd cięcia i gięcia. Ponadto zaplanowano inwestycję w dwa dodatkowe gniazda z mniejszą wydajnością, ale zdecydowanie krótszym czasem przebrojeń (10 minut zamiast 40 minut, C/T 75 s zamiast 55 s).

Komponenty znajdujące się pomiędzy obiema kategoriami określone zostały jako P (przejściowe) i mogą być produkowane zarówno wg zasady *make-to-stock* oraz *make-to-order*. Ostateczna decyzja jest podejmowana na podstawie prognoz sprzedaży na najbliższe 8 tygodni. Jest ich w sumie 43 i stanowią 15% SKU's oraz 20% rocznego wolumenu produkcji – rysunek 7.



Rysunek 7. Segmentacja SKU's wg wolumenu produkcji

Źródło: Na podstawie danych omawianego przedsiębiorstwa

Negatywny wpływ zmienności popytu

Podstawową przyczyną dużej zmienności popytu (zamówień) jest brak przejrzystości (*visibility*) w ramach łańcucha dostaw. Klienci przesyłają wprowadzie prognozy na 8 tygodni, jednak poza tą informacją nie ma dostępu do innych danych (np. poziomu zapasów u klientów czy ich planów produkcji). Przedsiębiorstwo zdecydowało się więc na wprowadzenie rozwiązania zarządzania zapasami przez dostawcę VMI (*vendor-managed inventory*) dla dwóch głównych klientów odpowiedzialnych za 70% sprzedaży. Poprzez codzienną wymianę informacji (EDI) fabryka uzyska wgląd w plany produkcji, poziomy zapasów komponentów oraz prognozy sprzedaży na kolejne 8 tygodni. Ponadto za generowanie zamówień odpowiadać będzie bezpośrednio dostawca (fabryka), który musi utrzymać wcześniej uzgodnione z klientem wskaźniki KPI. Dla pozostałych klientów wprowadzono tzw. grupowe (tygodniowe) zamówienia pozwalające na zmniejszenie zmienności oraz zwiększenie partii produkcji. W zamian klienci otrzymali część uzyskanych oszczędności w postaci dodatkowego rabatu do cen.

Negatywny wpływ elastyczności

Podstawową przyczyną wzrostu kosztów z tytułu elastyczności była akceptacja różnorodności komponentów zgodnie ze wszystkimi wymaganiami klientów. Przedsiębiorstwo podjęło decyzję o zmianie dotychczasowego podejścia i wprowadzeniu większej standaryzacji modułów (*mass customization*). Zespół inżynierów opracował nowe warianty produkowanych komponentów i zaproponował, aby zamiast pięciu średnic rur używać cztery, w miejsce czterech średnic drutów używać jedynie dwa, sześć wymiarów łuków zastąpić pięcioma i zmniejszyć liczbę dostępnych długości serpentyn z 90 do 80. W wyniku tych zmian możliwe będzie zmniejszenie liczby SKU's z 320 do 240 (–25%). Ponieważ każda zmiana w projekcie komponentu wymaga zgody klienta, proces zmniejszania różnorodności został zaplanowany na 3 lata i będzie dotyczył każdorazowo nowo wprowadzanych projektów lodówek przez poszczególnych klientów OEM. Jest to najtrudniejszy element transformacji i dlatego powstał specjalny zespół projektowy kierowany przez dyrektora fabryki, aby zapewnić bezpośredni przepływ informacji pomiędzy klientami a przedsiębiorstwem. Wprowadzono również kwartalne tzw. koła innowacyjności, podczas których to spotkań zespół złożony z reprezentantów klienta i fabryki omawiać będzie kwestię standaryzacji i wprowadzania nowych komponentów.

Negatywny wpływ partii o niskim wolumenie produkcji

Niski wolumen produkcji (partia produkcji) wpływa bezpośrednio na konieczność dokonania przebrojeń. Aby zmniejszyć ten negatywny wpływ wprowadzono tzw. punkt rozdziału (*decoupling point*) oraz zapas buforowy modułów (serpentyn) używanych przy produkcji komponentów. W efekcie uzyskano podział gniazd spawania, które są wąskim gardłem w procesie produkcji komponentów na dwa obszary. Pierwszy obejmuje osiem gniazd, w których produkcja odbywa się według szczupłych zasad zarządzania (*lean*) nastawionych na maksymalizację efektywności i minimalizację kosztów. Produkcja planowana jest głównie w systemie *make-to-stock* oraz częściowo *make-to-order* przy odpowiednio dużej partii produkcji. Drugi obejmuje trzy gniazda, w których produkcja odbywa się wg zwinnych zasad zarządzania (*agile*) nastawionych na maksymalizację elastyczności. Produkcja planowana jest w nim jedynie w systemie *make-to-order*. W celu zwiększenia efektywności procesów wcześniejszych (cięcie i gięcie rur) utworzono zapas buforowy modułów (serpentyn) pracujących zgodnie z ideą tzw. supermarketu¹⁶.

3.4. Sytuacja po transformacji: szczupło-zwinne zarządzanie produkcją (*leagile*)

- Cel nadrzędny
Usatysfakcjonowanie klienta mierzone wskaźnikiem OTIF oraz Q ppm.
- Kryteria konkurowania
Szybciej, lepiej i taniej niż konkurencja. Cena głównym motywem klientów OEM przy zakupie.
- Strategia produkcji
Wprowadzenie dwóch strategii planowania produkcji: produkcji na magazyn wg prognoz (*make-to-stock*) oraz produkcji na konkretne zamówienie (*make-to-order*). Kryterium stosowania wynika z przypisania danego SKU's do jednej z 3 kategorii: L (*lean*), A (*agile*) lub P (*przejściowe*). W kategorii L nacisk kładziony jest na optymalizację kosztów poprzez eliminację strat (zwiększenie efektywności i produktywności) oraz wysokie wykorzystanie zdolności produkcji. W kategorii A nacisk położony jest na zapewnienie oczekiwanej przez klientów elastyczności. Wprowadzono podział linii produkcyjnych oraz punktu rozdziału

¹⁶ Supermarket rozumiany jest jako miejsce składowania modułów gotowych do wykorzystania w produkcji (spawania) gotowego komponentu i oczekujących na pojawienie się zamówienia klienta.

(*decoupling point*) i zapas buforowy modułów (supermarket). Obie grupy linii oceniane są za pomocą wskaźnika wykorzystania czasu pracy ACT/STD Time, natomiast wykorzystanie zdolności produkcji mierzone wskaźnikiem OEE występuje jedynie dla gniazd pracujących w oparciu na szczupłym zarządzaniu (*lean*).

- Strategia zapasów

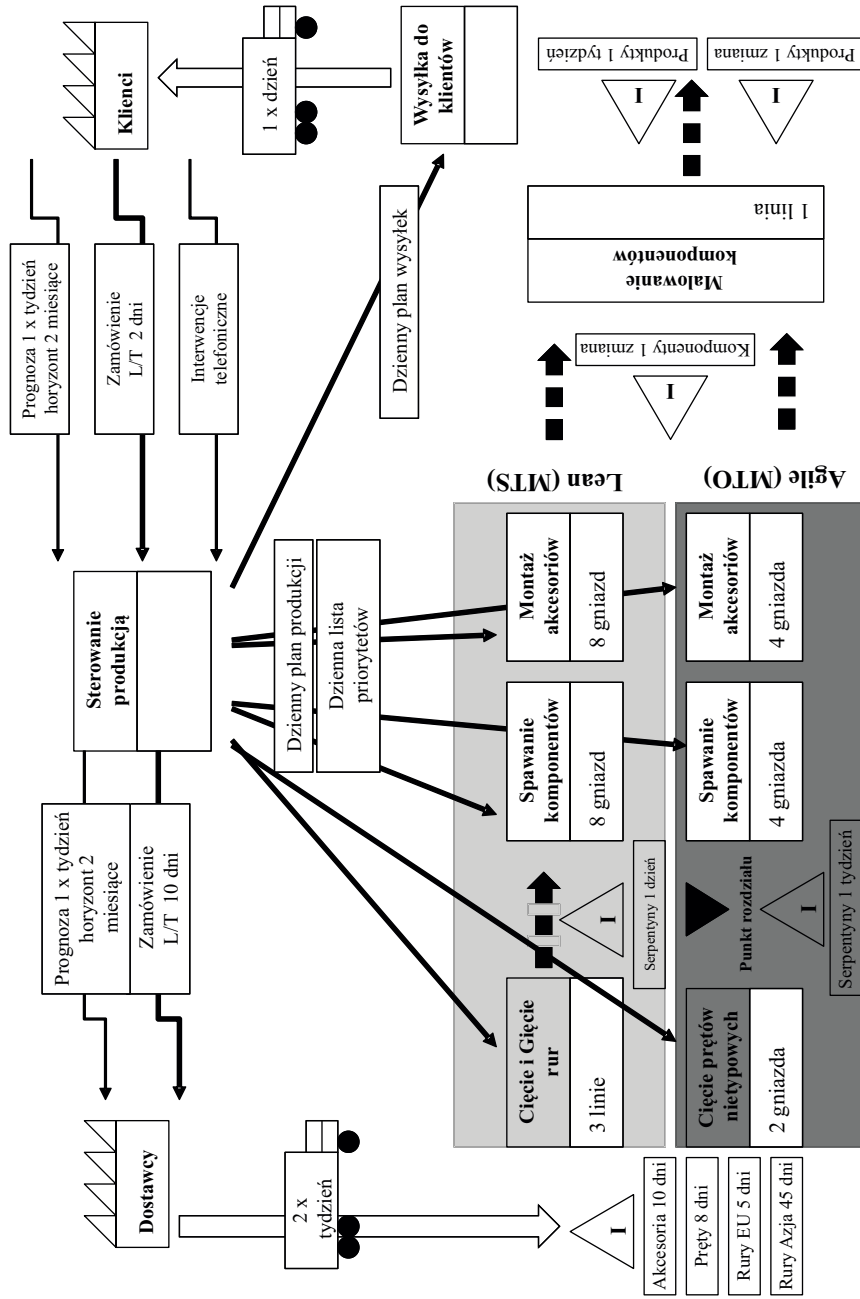
Wprowadzenie zapasów wyrobów gotowych powstałych w wyniku poziomowania produkcji dla komponentów z kategorii L oraz zapasu buforowego produkcji w toku. Zwiększenie przejrzystości łańcucha dostaw poprzez uruchomienie współpracy na zasadzie zarządzania zapasami przez dostawcę (*vendor-managed inventory*). Efektywność kapitału obrotowego mierzona wskaźnikiem rotacji zapasów.

- Strategia produktowa

Standaryzacja modułów (*mass customisation*). Zaangażowanie klientów w proces ograniczenia różnorodności komponentów (ilości SKU's).

Równolegle istnieją dwie strategie planowania produkcji – dla komponentów z kategorii *lean* jest to *make-to-stock* wg prognozy, a dla komponentów z kategorii *agile* jest to *make-to-order* wg rzeczywistych zamówień klientów. Przejrzystość łańcucha dostaw uzyskana jest poprzez wprowadzenie zarządzania zapasami przez dostawcę (*vendor-managed inventory*). Produkcja jest poziomowana zarówno w wariantach, jak i wielkości. Minimalna wielkość pojedynczego SKU to jeden karton zbiorczy, a więc w zależności od rodzaju komponentu od 50 do 100 sztuk, co odpowiada około 40–70 minut pracy gniazda spawania. Przy wskaźniku OEE 70% i C/T 43 s, produkcja na jedną zmianę wynosi ok. 440 sztuk. Przebrojenie gniazda spawania, które jest wąskim gardłem, wymaga średnio 1 h i powinno być dokonywane maksymalnie dwa razy dziennie w gniazdach pracujących według szczupłego zarządzania (*lean*). Zapas buforowy modułów (serpentyn) ma umożliwić utrzymanie elastyczności produkcji w gniazdach pracujących według zwinnego zarządzania (*agile*). Dodatkowe dwa gniazda przygotowania serpentyn umożliwiają „przesunięcie” nietypowych wariantów i wzrost efektywności pozostałych gniazd. Standaryzacja komponentów umożliwi obniżenie wielkości SKU's z 320 do 240. Mapę strumienia wartości w sytuacji po transformacji pokazano na rysunku 8.

W celu zapewnienia efektywnego przepływu materiałów przez fabrykę istnieje pięć miejsc składowania zapasów – zapas surowców, zapas buforowy modułów (serpentyn), zapas gotowych serpentyn (niezbędny do wyrównania różnych wydajności operacji cięcia i gięcia rur oraz spawania komponentów), zapas zmontowanych komponentów (wymagany przez czas



Rysunek 8. Mapa strumienia wartości po transformacji (zwinno-szczupły)

Źródło: Na podstawie danych omawianego przedsiębiorstwa

technologiczny) oraz zapas komponentów gotowych do wysyłki (ze względu na optymalizację transportu).

Zakończenie

W rozmowach odbywanych podczas wielu branżowych konferencji związanych z obszarem zarządzania produkcją bardzo często osoby zarządzające wymieniają się opiniami, które z podejścia do zarządzania łańcuchem dostaw – szczupłe czy zwinne – jest bardziej skuteczne. Argumenty dotyczą zalet i wad obu rozwiązań. Jednocześnie stosunkowo rzadko w dyskusjach tych pojawia się aspekt dopasowania przyjętej strategii konkurowania na rynku i strategii zarządzania łańcuchem dostaw. A przecież to właśnie charakter popytu oraz różnorodność produkowanych wyrobów mają decydujące znaczenie przy wyborze strategii zarządzania dostaw. Pominięcie aspektu dopasowania lub jego marginalizacja może, i często prowadzi, do zwiększenia kosztów niezbędnych do zapewnienia pożądanego poziomu obsługi. W efekcie pogarszają się wyniki finansowe i zamiast satysfakcji pojawia się rozczarowanie. Należy też zwrócić uwagę na fakt, że najprawdopodobniej w wielu przypadkach najskuteczniejszym rozwiązaniem nie będzie ani szczupły, ani zwinny łańcuch dostaw, a ich połączenie – hybrydowy zwinno-szczupły łańcuch dostaw wykorzystujący silne strony obu rozwiązań.

Przedstawione studium przypadku pokazało przykładową analizę i sposób postępowania podczas definiowania strategii zarządzania produkcją. Uzyskane wyniki (tabela 1) potwierdziły postawioną hipotezę, że aby skutecznie konkurować, firma musiała stworzyć łańcuch dostaw, który będzie jednocześnie i efektywny (szczupły) i szybko reagujący na zmiany (zwinny) oraz dostosowany do różnych potrzeb klientów i cech produktów. Dzięki wprowadzonym zmianom omawiana fabryka poprawiła zyskowność, a jednocześnie utrzymała docenianą przez klientów reaktywność i elastyczność.

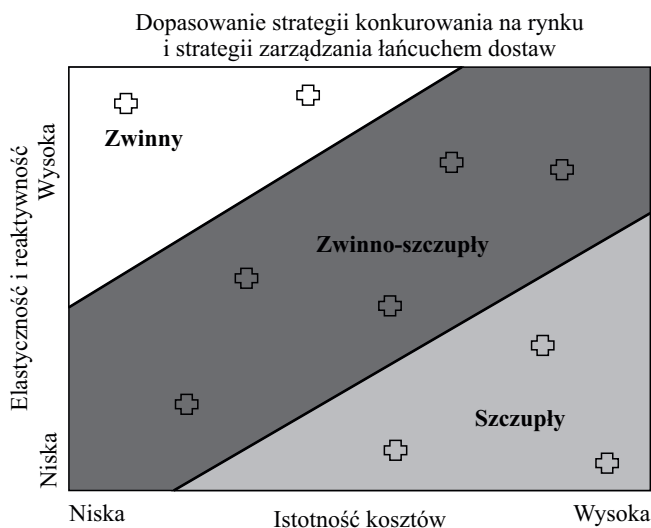
Czy przedstawione rozwiązanie jest jedyne i optymalne? Oczywiście, że nie. Każda osoba podejmująca decyzje musi samodzielnie rozważyć argumenty i wybrać rozwiązanie, które najbardziej odpowiada strategii firmy. Na podstawie wieloletniego doświadczenia w tym obszarze proponuję analizę rozpocząć od prostego wykresu obrazującego podejście do dopasowania strategii zarządzania łańcuchem dostaw w zależności od ważności kryterium jego elastyczności i reaktywności oraz podejście do kosztów niezbędnych dla jego zapewnienia (rysunek 9).

Odczytany w ten sposób wariant może być następnie analizowany pod kątem innych aspektów, które mogą wpłynąć na wybór ostatecznego rozwiązania.

Tabela 1. Porównanie wskaźników KPI w firmie będącej przedmiotem *case-study*

Wskaźniki	Rodzaj zarządzania łańcuchem dostaw w omawianym przypadku		
	szczupłe (2011)	zmiana otoczenia rynkowego (2013)	zwinno-szczupłe (2014)
Liczba SKU's	120	320	240
Wielkość produkcji na zmianę	520	350	440
Wskaźnik efektywności maszyn OEE	80%	60%	70%
Czas rzeczywistego cyklu C/T	41	46	43
Rotacja zapasów	13	13	12

Źródło: Na podstawie danych omawianego przedsiębiorstwa.



Rysunek 9. Krzywa dopasowania strategii konkutowania na rynku i strategii zarządzania łańcuchem dostaw

Bibliografia

- Kotler, P., 2004, *Marketing od A do Z*, PWE, Warszawa.
- Lauterborn, R., 1990, *New Marketing Litany: 4P's Passé, C-Words Take Over*, Advertising Age, http://www.rlauterborn.com/pubs/pdfs/4_Cs.pdf [dostęp: 18.12.2014].
- Szymczak, M., 2008, *Polsko-angielski, angielsko-polski słownik pojęć logistycznych*, MJ Media, Poznań.
- Rudnicki, J., 2014, *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Politechnika Wrocławska, http://www.ioz.pwr.wroc.pl/pracownicy/rudnicki/default_pliki/Z%C5%81D%20wyk%C5%82ad.ppt [dostęp: 17.12.2014].
- Christopher, M., 2014, *Developing Agile Supply Chain Strategies for a Turbulent World*, <http://www.slideshare.net/ImplementConsultingGroup/martin-christopher-developing-agile-supply-chain-strategies-for-a-turbulent-world> [dostęp: 14.12.2014].
- Christopher, M., 2000, *The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets*, Industrial Marketing Management, vol. 29, iss. 1, s. 37–44.
- Harrison, A., van Hoek, R., 2002, *Logistics Management and Strategy*, Pearson Education, Harlow.
- Chopra, S., Meindl, P., 2004, *Supply Chain Management. Strategy, Planning and Operation*, 2nd ed., Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Goldsby, Th.J., Griffis, S.E., Roath, A.S., 2006, *Modelling Lean, Agile and Leagile Supply Chain Strategies*, Journal of Business Logistics, vol. 27, iss. 1, s. 57–80.
- The Hackett Group, 2012, Key Issues Study, Miami, Fl.
- PWC, 2013, *Global Supply Chain Survey. 9th Edition, Next-generation Supply Chains: Efficient, Fast and Tailored*, http://www.pwc.com/en_UA/ua/services/consulting/assets/global-supply-chain-survey-2013-eng.pdf [dostęp: 12.12.2014].