



Logistyka wewnętrzna fabryki

wg zasad Lean Manufacturing

*Przewodnik po systemie zarządzania materiałami
dla specjalistów z produkcji, zarządzania produkcją,
zakupów, zaopatrzenia oraz technologii*

Rick Harris, Chris Harris i Earl Wilson

Wydanie drugie poprawione

Słowo wstępne: **Jim Womack, Dan Jones, John Shook, Jose Ferro**

Przedmowa do wydania polskiego: **Tomasz Koch, Robert Kagan, Tomasz Sobczyk**



Logistyka wewnętrzna fabryki

wg zasad Lean Manufacturing

**Przewodnik po systemie zarządzania materiałami
dla specjalistów z produkcji, zarządzania produkcją,
zakupów, zaopatrzenia oraz technologii**

Rick Harris, Chris Harris i Earl Wilson

Słowo wstępne: **Jim Womack, Dan Jones, John Shook, Jose Ferro**

Przedmowa do wydania polskiego: **Tomasz Koch, Robert Kagan, Tomasz Sobczyk**

Podręcznik z serii: Metody szczupłego wytwarzania

**Wydawnictwo Lean Enterprise Institute Polska
www.lean.org.pl**

Wydanie drugie poprawione

Wrocław, styczeń 2013

Wyrazy wdzięczności dla Arta Smalleya, George'a Taninecza, Helen Zak oraz firmy Off-Piste Design za ich wkład przy tworzeniu tego podręcznika.

Tytuł oryginału: Making Materials Flow. A lean material-handling guide for operations, production-control, and engineering professionals

Version 1.0, September 2003

© Copyright 2003 The Lean Enterprise Institute, Inc.
215 First Street, Suite 300
Cambridge, MA 02142, USA
www.lean.org

Wszelkie prawa zastrzeżone łącznie z prawem do powielania w części lub w całości w jakiegokolwiek formie.

© Copyright 2013 for Polish Edition and Translation Lean Enterprise Institute Polska Sp. z o.o
Muchoborska 18, 54-424 Wrocław
Wydanie drugie poprawione
www.lean.org.pl

ISBN 978-0-9743225-9-9

Tłumaczenie
i opracowanie
wersji polskiej: Robert Kagan, Tomasz Koch, Lean Enterprise Institute Polska

Projekt: Off-Piste Design, Inc.

Skład i łamanie: Zubek Poligrafia
www.zubek.pl

Podziękowania dla mojej żony Ann za jej serdeczne wsparcie w tym projekcie i we wszystkim, co robię. Podziękowania również dla wszystkich naszych klientów na całym świecie, którzy pracują z nami nad implementacją zasad szczupłej produkcji.
— Rick Harris

Wyrazy wielkiego uznania dla mojej żony Joie za miłość, przyjaźń i wsparcie. Wyrazy wdzięczności dla naszych klientów na całym świecie, którzy umożliwiają nam wstęp do swoich fabryk oraz wspólną naukę.
— Chris Harris

Wyrazy wdzięczności dla moich klientów, którzy tak otwarcie akceptują te zasady w swoich fabrykach. Podziękowania dla mojej rodziny oraz przyjaciół, szczególnie jednak dla mojej żony Susan za wsparcie, zrozumienie i zachętę do wykonywania pracy, którą tak bardzo lubię.
— Earl Wilson

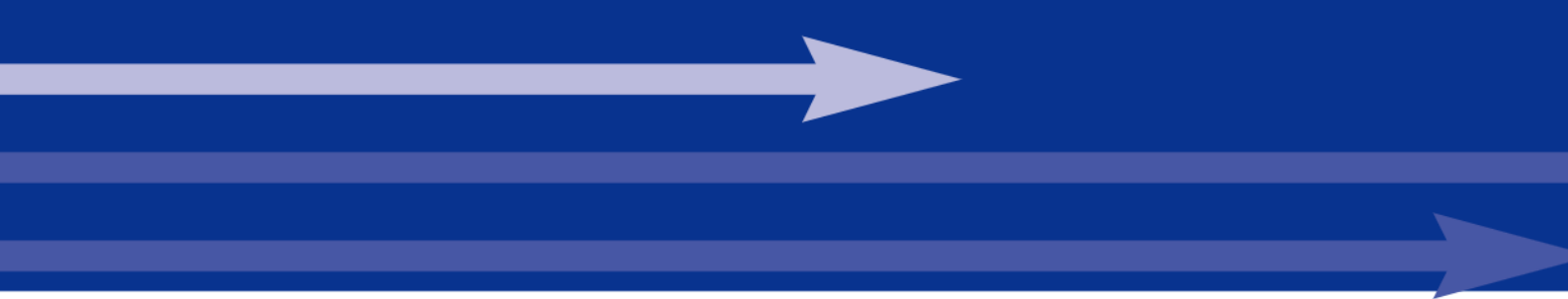
PRZEDMOWA DO WYDANIA POLSKIEGO

Oddajemy do Państwa rąk drugie wydanie *Logistyki wewnętrznej fabryki wg zasad Lean Manufacturing*¹ książki, która jest doskonałym przewodnikiem dla specjalistów z produkcji, zarządzania produkcją, zakupów, zaopatrzenia, technologii oraz tych, którzy zajmują się logistyką wewnętrzną w przedsiębiorstwie. Opisano w niej, jak organizować w sposób najbardziej efektywny przepływ materiałów nabywanych w fabryce, począwszy od rampy rozładunkowej, aż do chwili, gdy trafiają do rąk operatorów na produkcji.

Książka ta należy do serii podręczników *Metody szczupłego wytwarzania*, wydawanej przez Lean Enterprise Institute, organizację non-profit, założoną w USA przez Dra Jamesa Womacka, jednego z największych autorytetów na świecie w dziedzinie Lean Management. Jest ona logiczną kontynuacją i uzupełnieniem treści zawartych w podręcznikach *Naucz się widzieć* Mike'a Rothera i Johna Shooka, (gdzie opisano metodę Mapowania Strumienia Wartości) oraz *Tworzenie ciągłego przepływu* Mike'a Rothera i Ricka Harrisa (gdzie wyjaśniano jak organizować produkcję w gniazdach oraz na liniach produkcyjnych polegającą na przetwarzaniu i przekazywaniu półwyrobów bezpośrednio z jednego stanowiska na drugie, po jednej sztuce). Dlatego też na pierwszych stronach tej książki spotkacie Państwo bezpośrednie nawiązanie do metody Mapowania Strumienia Wartości oraz organizacji ciągłego przepływu produkcji.

Logistyka wewnętrzna fabryki wg zasad Lean Manufacturing to doskonały podręcznik w sposób praktyczny opisujący właściwy sposób organizacji i utrzymania systemu zarządzania częściami, komponentami, podzespołami i innymi materiałami, które dostarczane są do przedsiębiorstwa od dostawców. Pokazuje ona jak stworzyć taki system logistyczny, który, odchudzony z jak największej ilości marnotrawstwa, zapewni najbardziej efektywny przepływ materiałów wewnątrz fabryki. Słowo przepływ ma tu szczególne znaczenie. Zostało ono niezwykle trafnie porównane przez autorów podręcznika do krwioobiegu żywego organizmu. System logistyki wewnętrznej, z jego trasami dostaw, jest jak układ sercowo-naczyniowy organizmu. Są tutaj żyły (trasy dostaw) dostarczające składniki pokarmowe (części nabywane) i zabierające zanieczyszczenia (puste pojemniki po częściach), tak aby utrzymać komórki organizmu (gniazda produkcyjne) zdrowe i zaopatrzone w to, czego potrzebują oraz wtedy, kiedy tego potrzebują. Żyły tego układu (trasy dostaw) są również wykorzystywane do przenoszenia sygnałów z komórek (gniazd produkcyjnych) do układu nerwowego (działu sterowania produkcją) o poziomie zapotrzebowania na składniki odżywcze (materiały i części nabywane).

¹ Pierwsze wydanie książki, której oryginalny tytuł to „Making Materials Flow”, nosiło tytuł „Doskonalenie przepływu materiałów” (przyp. redakcji).



Opisana przez autorów metodyka projektowania systemu logistyki wewnętrznej fabryki oraz sposób jego zarządzania wyrasta prosto z doświadczeń Toyoty i tych, którzy starają się ją naśladować, niezależnie od branży, z której pochodzą. Swoją efektywność metodyka ta zawdzięcza temu, że utworzony z jej pomocą system przepływu materiałów:

- reguluje i utrzymuje pod kontrolą poziomy zapasów,
- obsługuje wielu wewnętrznych klientów, minimalizując w ten sposób liczbę pracowników transportu wewnętrznego,
- pozwala jednemu pracownikowi transportu wewnętrznego równocześnie dostarczać części, odbierać puste pojemniki oraz przekazywać informacje w postaci sygnałów ssących (kanbanów),
- zmniejsza wymagania odnośnie powierzchni potrzebnej pod system produkcyjny,
- maksymalizuje wydajność gniazd o przepływie ciągłym, dzięki zapewnieniu, że odpowiednia ilość właściwych części jest w nich zawsze dostępna.


Wdrożony system logistyki wewnętrznej przedsiębiorstwa, opisany przez autorów, umożliwia spełnienie jednej z kluczowych zasad Lean Manufacturing, która brzmi:

Nie wolno przerywać pracy dodającemu wartości jakimikolwiek zadaniami pomocniczymi.

Te cechy proponowanego tu systemu przepływu materiałów powinny dla wszystkich Państwa stanowić zachętę do pójścia drogą, którą wskazuje ta książka.

Przy opracowaniu drugiego wydania *Logistyki wewnętrznej fabryki wg zasad Lean Manufacturing* wykorzystaliśmy nasze wieloletnie doświadczenia ze współpracy z setkami przedsiębiorstw w Polsce. W niektórych z nich mogliśmy obserwować z bliska, jak zaproponowany w tej książce system przepływu materiałów nabywanych działa w praktyce. W wielu innych pomagaliśmy z kolei taki system z sukcesem wdrażać, a w jeszcze innych mogliśmy się przekonać, jak wiele marnotrawstwa oraz innych negatywnych efektów ubocznych ma miejsce wtedy, kiedy takiego systemu brakuje. Jesteśmy wdzięczni tym wszystkim przedsiębiorstwom za możliwość wglądu w ich systemy organizacji pracy w tej dziedzinie.

Na koniec chcielibyśmy zdopingować wszystkich czytelników do natychmiastowego



zrobienia użytku z tej książki. Wybierzcie jakiś pilotowy obszar produkcji, stwórzcie Plan Dla Każdej Części nabywanej, która potrzebna jest w tym obszarze, zacznijcie budować market dla tych części, zaprojektujecie trasy dostaw i zainstalujecie system ssący tak, aby operatorzy otrzymywali dokładnie to, czego potrzebują, w ilości takiej, w jakiej potrzebują, dokładnie wtedy, gdy tego potrzebują, bezpośrednio do swoich rąk - czyli tam, gdzie tego potrzebują. Opis niezbędnych narzędzi, których będziecie potrzebowali, znajdziecie Państwo w tej wyjątkowo przydatnej i niezmiernie praktycznej książce.

Prof. Tomasz Koch
Robert Kagan
Dr Tomasz Sobczyk

Lean Enterprise Institute Polska
Wrocław, grudzień 2012

SŁOWO WSTĘPNE

Kiedy latem 1998 roku wydaliśmy *Naucz się widzieć*¹, jako pierwszą publikację Lean Enterprise Institute (LEI), namawialiśmy czytelników do podążania drogą ku doskonałym procesom produkcyjnym rozpoczynając ją od mapowania strumienia wartości dla każdej z rodzin produktów. Wskazywaliśmy, że mapowanie może być wykonane na wielu poziomach – od pojedynczego procesu w systemie produkcyjnym do kompletnej ścieżki, od surowców aż do klienta – i sugerowaliśmy, że najlepszym miejscem do rozpoczęcia jest przepływ informacji i materiałów wewnątrz pojedynczej fabryki.

Rysując mapę strumienia wartości na poziomie fabryki, niemal zawsze widzimy wiele możliwości wprowadzenia ciągłego przepływu poprzez połączenie odizolowanych procesów w gniazda produkcyjne. W *Tworzeniu ciągłego przepływu*², drugiej publikacji LEI, wydanej w lecie 2001 roku, poprosiliśmy Mike’a Rothera i Rick’a Harrisa o skupienie się na poziomie pojedynczych procesów. Opisali oni w szczegółach, jak osoby wdrażające szczupłe podejście łączą rozdzielone kroki produkcyjne, tworząc w ten sposób zwarte gniazda z prawdziwym przepływem ciągłym.

Podobnie jak podczas wydawania *Naucz się widzieć*, cieszyliśmy się reakcją z jaką spotkał się podręcznik *Tworzenie ciągłego przepływu*, sprzedany w ponad 22 tysiącach egzemplarzy i obecnie tłumaczony na wiele języków. Jednakże postęp we wdrażaniu metod szczupłego wytwarzania w jednym obszarze często uwydatnia nowe problemy występujące w innym obszarze. Gdy przypatrywaliśmy się niedawno firmom wdrażającym gniazda produkcyjne o ciągłym przepływie zauważyliśmy, że wydajność tych gniazd wciąż jest nierówna. Prosta analiza pokazała przyczyny: przepływ niezbędnych materiałów do gniazd jest nieregularny i czasami zawodzi dostawy materiałów.

Posługując się biologicznymi terminami można powiedzieć, że metabolizm gniazda jest już poprawny, jednakże jego zaopatrywanie w składniki pokarmowe jest wciąż problemem. A zatem jak stworzyć system krążenia, aby w pełni wykorzystać możliwości starannie wdrożonych obszarów ciągłego przepływu (włączając w to tradycyjne linie montażowe), obsługując jednocześnie inne obszary produkcji, funkcjonujące wciąż na zasadzie produkcji w partiach? Metody te nie są związane z żadną tajemną wiedzą. Zakłady Toyoty oraz stowarzyszone z nimi firmy były pionierami w tym zakresie wiele lat temu. Jednakże zauważyliśmy, że dla ich zrozumienia i wdrożenia, większość menedżerów, inżynierów i specjalistów ds. materiałów potrzebuje przyjaznego sensei (nauczyciela), który by ich ukierunkowywał. Z nauczycielem takim przejść można krok po kroku proces wdrażania, opierając się na wyznaczonych przez niego celach działań.

Potrzebę przyjaznego sensei chcemy spełnić publikując teraz ciąg dalszy *Tworzenia ciągłego przepływu* Mike’a Rothera i Rick’a Harrisa. Przenosimy się z poziomu pojedynczych gniazd do systemu zarządzania materiałami dla całego organizmu (w tym

¹ Książka ukazała się nakładem Wydawnictwa Lean Enterprise Institute Polska w roku 2009

² Książka ukazała się nakładem Wydawnictwa Lean Enterprise Institute Polska w roku 2008

przypadku dla całej fabryki). Rick Harris, Chris Harris i Earl Wilson poprowadzą was tą drogą w *Logistyce wewnętrznej fabryki wg zasad Lean Manufacturing*.

Jeśli wdrażacie koncepcje zaprezentowane w *Tworzeniu ciągłego przepływu*, znacie już Ricka, weterana hali produkcyjnej, który swoje doświadczenia zdobywał jako menedżer na montażu w Toyota Motor Manufacturing Kentucky (TMMK), w Georgetown, USA. Chrisa i Earla możecie jednak nie znać. Chris, syn Ricka, należy do nowego pokolenia osób wdrażających podejście szczupłej produkcji. Swoją edukację w tym zakresie rozpoczął od linii montażowej w TMMK. Earl, który od siedmiu lat pomaga firmom we wdrażaniu metod szczupłego wytwarzania, tajników Toyota Production System uczył się będąc menedżerem ds. zaopatrzenia w firmie Johnson Controls Inc., w Georgetown, będącą dostawcą Toyoty.

Każdy z kroków, przedstawianych przez autorów – tworzenie dokładnej bazy danych o częściach w fabryce, projektowanie marketu części nabywanych, tworzenie trasy dostaw części oraz połączeń informacyjnych, łączących gniazda produkcyjne z marketem części nabywanych - budowany jest na efektach poprzedniego i prowadzi do bardziej konkurencyjnych procesów produkcyjnych, co również jest satysfakcjonujące dla tych, którzy takie procesy obsługują.

Ostrzegliśmy w naszym słowie wstępnym do *Tworzenia ciągłego przepływu*, że tworzenie gniazd produkcyjnych jest trudniejsze od prostego rysowania map strumieni wartości. I także w tym miejscu musimy ostrzec, że tworzenie i utrzymanie zdyscyplinowanego systemu przepływu materiałów, opisanego tu na kolejnych stronach, jest jeszcze większym wyzwaniem, ponieważ więcej osób oraz procesów zaangażowanych jest w ten system i to na większym obszarze. Będziecie mieli dużo pracy i rozpoczynając ją popełnicie zapewne błędy, jednakże korzyści dla waszych przedsiębiorstw będą ogromne. W tej książce zebrana jest cała wiedza, której potrzebujecie.

Biorąc pod uwagę naturę stojącego przed wami wyzwania jesteście szczególnie zainteresowani, aby usłyszeć od was o sukcesach i trudnościach i aby włączyć was do społeczności Lean na www.lean.org. Oczekujemy również na wasze sugestie dotyczące ulepszenia *Logistyki wewnętrznej fabryki wg zasad Lean Manufacturing*. Prześlijcie je do nas na adres mmf@lean.org.

Jim Womack, Dan Jones, John Shook i Jose Ferro
Brookline, MA, USA; Ross-on-Wye, Hereford, Anglia; Ann Arbor, MI, USA;
Sao Paulo, SP, Brazylia.

SPIS TREŚCI

Przedmowa do wydania polskiego

Słowo wstępne

Wstęp

Część I: Od czego zacząć?

Część II: Plan Dla Każdej Części (PDKC)

Część III: Tworzenie marketu części nabywanych

Część IV: Projektowanie trasy dostaw oraz systemu zarządzania informacjami

Część V: Utrzymanie i doskonalenie systemu

Podsumowanie

Załącznik

O autorach

Bibliografia

WSTĘP

Ponieważ ciągły przepływ jest głównym celem szczupłej produkcji, przez wiele lat ciężkiej pracy tworzyliśmy prawdziwy ciągły przepływ w zarządzanych przez nas procesach realizowanych na halach produkcyjnych. Przez kilka ostatnich lat obserwowaliśmy coraz to większy postęp firm w tworzeniu obszarów ciągłego przepływu, tym większy, im więcej menedżerów zapoznawało się z metodami mapowania strumienia wartości oraz wykorzystywało potencjał gniazd produkcyjnych o ciągłym przepływie.

Jednakże, widzieliśmy również jak trudne jest utrzymanie stabilnej produkcji, zwłaszcza podczas wczesnej fazy implementacji rozwiązań ciągłego przepływu. Do najczęstszych problemów należą tutaj: brak szczupłego systemu zarządzania materiałami, wspierającego gniazda produkcyjne, produkcja w małych partiach oraz tradycyjne linie montażowe.

Chociaż wiele fabryk wdrożyło podejście szczupłej produkcji w zakresie pojedynczych procesów produkcyjnych, wciąż utrzymują one system zaopatrywania tych procesów w materiały oparty na idei produkcji masowej. Nie posiadają oni *Planu Dla Każdej Części* (PDKC). (Niektóre z firm wydają się nie posiadać nawet planu dla żadnej części!). Nie istnieje w nich prawidłowo usytuowany i zarządzany *market części nabywanych*. Nie ma jednoznacznie wyznaczonych *tras dostarczania materiałów*, działających wg zasad pracy standaryzowanej, nie ma też *sygnałów ssących*, ściśle łączących obszary ciągłego przepływu z dostawami części. Konsekwencją są przerwy w działaniu procesów i w ciągłym przepływie, oraz główne marnotrawstwo – zbędne wysiłki i nakłady finansowe na utrzymywanie zbyt wielu zapasów oraz poświęcanie czasu na zdobywanie brakujących materiałów.

Celem tej książki jest wyostrzenie waszego spojrzenia, jako menedżerów, oraz wyposażenie was w umiejętności potrzebne do wdrożenia i utrzymania szczupłego systemu zarządzania materiałami wewnątrz waszej fabryki. Będziemy używać metod oraz podejścia opartego o praktyki zapoczątkowane w zakładach Toyota i jej zakładach stowarzyszonych. Metody te wykorzystać można w firmach wytwarzających praktycznie każdy rodzaj produktów. Zamiarem naszym jest przedstawienie metod na tyle prosto - prowadząc was przez listę 10 pytań, na które musicie odpowiedzieć dla stworzenia szczupłego systemu zarządzania materiałami - abyście mieli w sobie odwagę samodzielnego ich zastosowania, nawet mimo braku przy was sensei.

Wierzymy, że dostarczyliśmy wam niezbędną wiedzę, jednakże sukces waszych działań zależy od was. Niecierpliwie czekamy na informacje o waszych doświadczeniach.

Rick Harris, Chris Harris, Erl Wilson
Murrells Inlet, SC; Murrells Inlet, SC; Georgetown, KY, USA
Wrzesień 2003

Witamy w Apex Tube

Apex Tube jest typowym przykładem fabryki o produkcji dyskretniej, produkującej przewody paliwowe do samochodów osobowych, ciężarówek oraz ciężkiego sprzętu. Kilka lat temu Apex, reagując na naciski klientów na obniżkę cen, podwyższenie jakości, zwiększenie częstotliwości dostaw oraz błyskawiczną reakcją na zmieniający się popyt, bardzo dokładnie przeanalizował swoje operacje produkcyjne.

Jedna z fabryk – przykład wykorzystany w *Tworzeniu ciągłego przepływu* - podjęła radykalne kroki dla wprowadzenia zasad szczupłej produkcji poprzez stworzenie wysokowydajnych gniazd produkcyjnych. Zapoczątkowała także implementację szczupłego systemu sterowania produkcją poprzez wprowadzenie kart kanban, łączących magazyn wyrobów gotowych z gniazdami będącymi stymulatorami strumieni, a także gniazda te z marketem części nabywanych, umiejscowionym obok rampy wyładunkowej.

Jednakże druga fabryka Apex – którą pokazujemy jako przykład w tej książce - wybrała bardziej stopniowe i powolne podejście do zmian, co jest typową obecnie praktyką w wielu przedsiębiorstwach. Zakład ten, produkujący podobne wyroby, aczkolwiek dla innych klientów, najpierw stworzył macierz rodziny produktów.

Następnie menedżerowie Apex narysowali mapę strumienia wartości stanu obecnego dla zaznaczonej w macierzy rodziny wyrobów do lekkich ciężarówek.

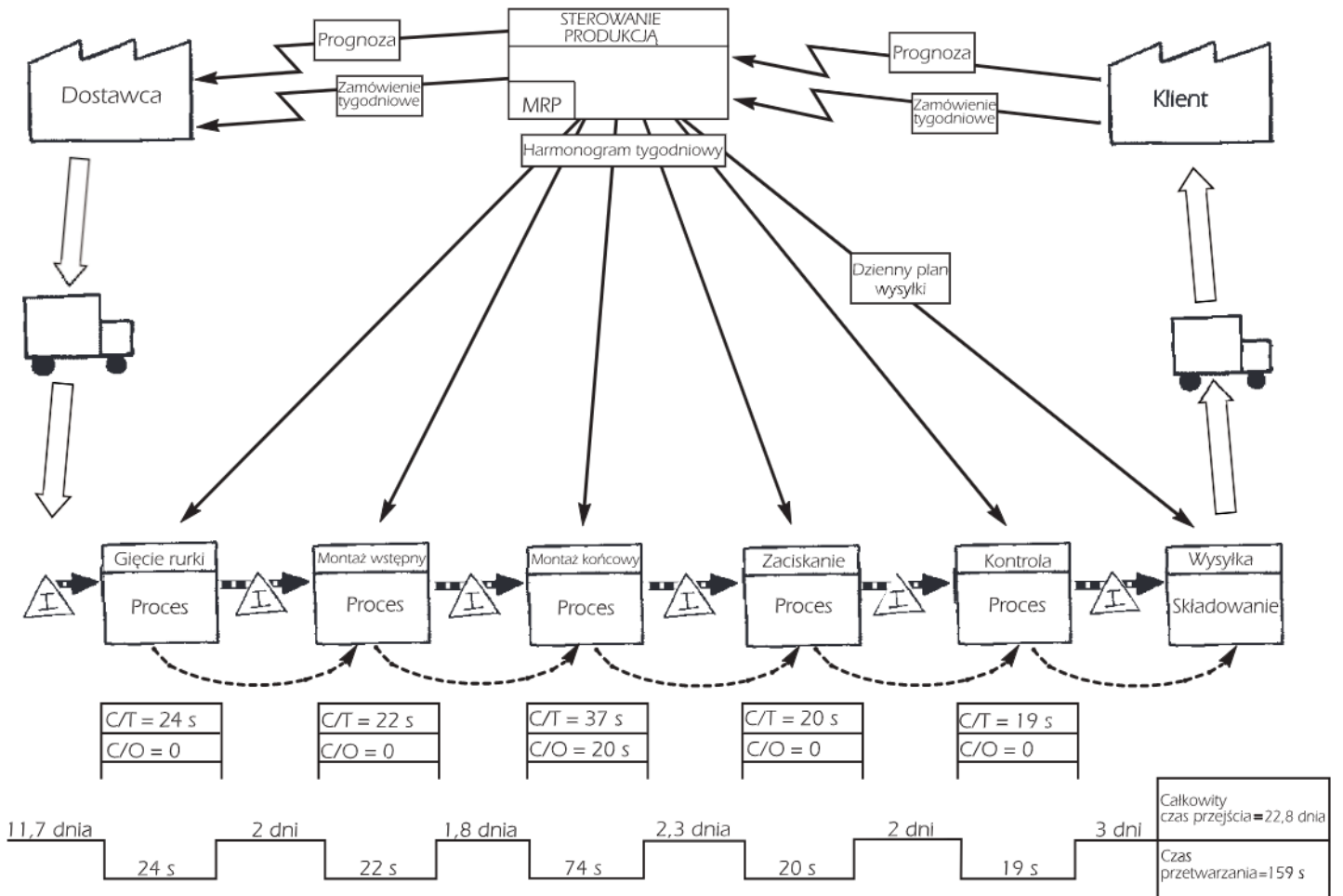
Macierz rodziny wyrobów Apex

		Operacje montażowe i obróbcze							
		kształtowanie	wiercenie	lutowanie	gięcie	montaż wstępny	montaż końcowy	zaciskanie	kontrola
PRODUKTY	samochody osobowe	X				X	X	X	X
	ciężarówki S	X			X	X	X	X	X
	ciężarówki L	X			X	X	X	X	X
	ciężarówki A	X			X	X	X	X	X
	ciężarówki ciężkie		X	X	X				X
	sprzęt ciężki	X	X	X	X		X		X

UWAGA:

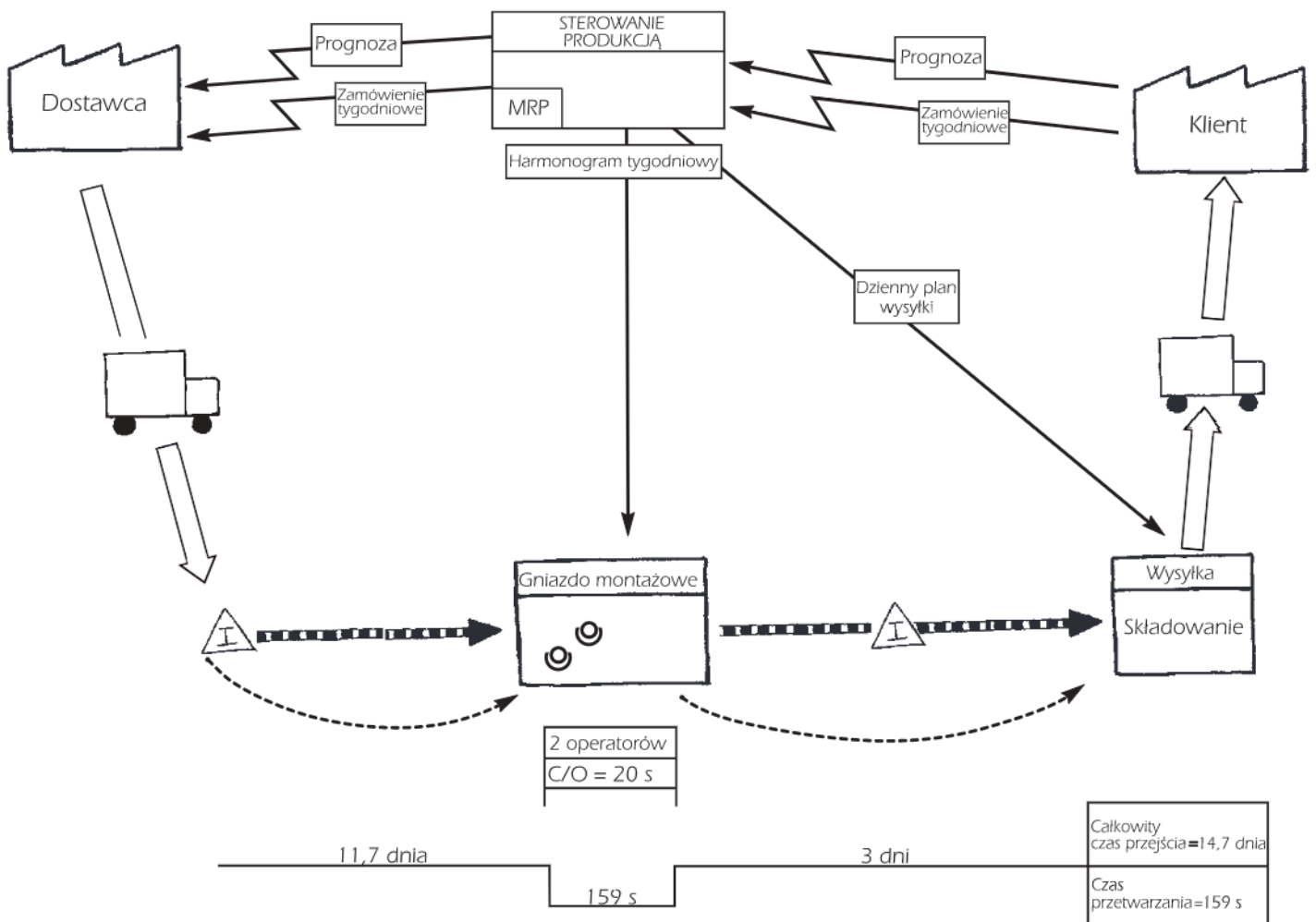
Czytelnicy zapoznani z mapą strumienia wartości stanu obecnego, przedstawioną w książce pt. *Tworzenie ciągłego przepływu*, zauważą że w siostrzanej firmie Apex, którą właśnie opisujemy, proces produkcyjny przewodów paliwowych składa się tylko z pięciu operacji. Dwie początkowe operacje: wyciskania rur oraz kształtowania końcowego wykonywane są w centrali Apex, skąd tak obrobione części dostarczane są do fabryki, będącej naszym przykładem.

Mapa stanu obecnego – linia przewodów paliwowych do lekkich ciężarówek w Apex



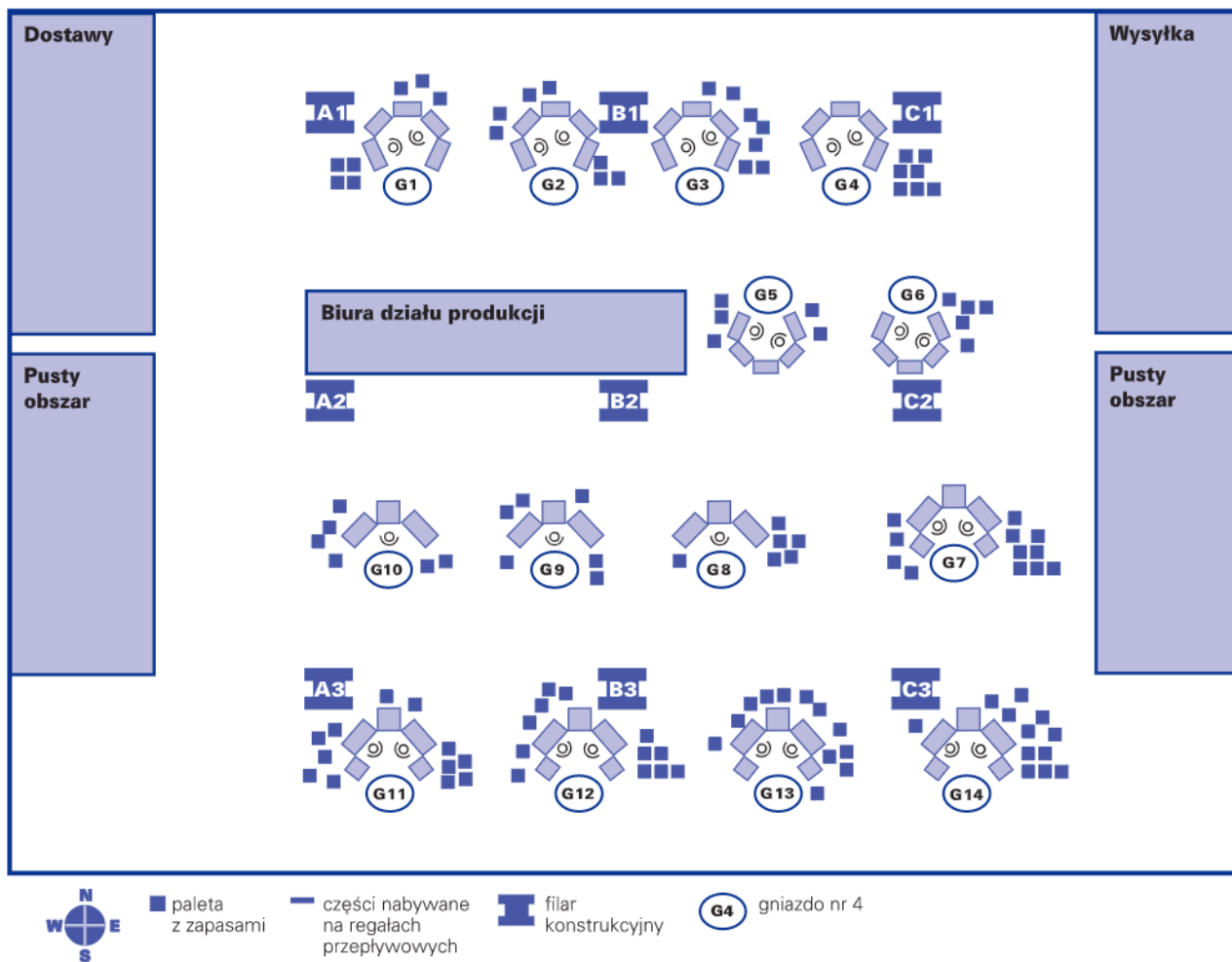
Kierownictwo Apex zrozumiało zalety rozpoczęcia zmian od wdrożenia ssącego systemu sterowania produkcją, przesyłającego sygnały ssące od supermarketu wyrobów gotowych do gniazd będących stymulatorami strumieni stworzonych poprzez przesunięcie i połączenie pięciu operacji produkcyjnych. Jednakże menedżerowie byli ostrożni. W pierwszym kroku zdecydowali się jedynie na stworzenie gniazd, utrzymując jednocześnie swój system sterowania produkcją MRP oraz tradycyjny sposób zarządzania materiałami, polegający na tym, że części dostarczane są do gniazd całymi paletami, tak, jak otrzymano je od dostawcy.

Pierwsza mapa stanu przyszłego – linia przewodów paliwowych do lekkich ciężarówek w Apex



Kiedy już procesy produkcyjne wszystkich rodzin wyrobów zostały przekształcone na procesy w gniazdach, zaprojektowano nowy layout dla fabryki Apex (*pokazany poniżej*). Utworzono pięć gniazd dla rodziny produktów do lekkich ciężarówek, trzy gniazda dla części do samochodów osobowych, cztery gniazda dla rodziny wyrobów do ciężkich ciężarówek oraz dwa gniazda dla produktów do ciężkiego sprzętu (razem 14). Zauważcie, że podczas przekształcenia tradycyjnego layoutu w układ gniazdowy, uwolniona została znaczna ilość wolnej przestrzeni na hali produkcyjnej.

Layout fabryki Apex



Części dostarczane są z rampy wyładunkowej do gniazd produkcyjnych na paletach.