



Jak zaplanować prawidłowo magazyn dystrybucji produktów farmaceutycznych?

Temat naszych rozważań jest jednym z najbardziej fascynujących w dziedzinie planowania procesów i magazynów logistycznych w ogóle. Nie tylko ze względu na obowiązujące przepisy i zalecenia GDP¹, ale także z uwagi na oczekiwania inwestorów dotyczące efektywności procesów wewnątrz takiego magazynu.



TEKST: Robert Lubandy

Absolwent Politechniki Śląskiej i Akademii Leona Koźmińskiego. Od prawie 22 lat związany zawodowo z logistyką. Jako dyrektor logistyki w zakładzie produkcyjnym branży metalowej odpowiadał za logistykę magazynową i nadzór nad produkcją. Potem był dyrektorem ds. sprzedaży rozwiązań automatyzacji magazynowej w Europie Wschodniej. W ciągu prawie sześciu lat zaprojektował ponad 200 magazynów i rozwiązań automatyzacji magazynowej w branżach FMCG, części zamiennych, lekarstw i produkcyjnej. Od 2008 r. działa samodzielnie z własną firmą na rynku usług konsultingowych w krajach Europy Wschodniej. Projektowanie i symulacje wspomagane komputerowo oraz projekty, w których bezpośrednio zarządzał dużymi zespołami pracowników, dają mu obszerną wiedzę praktyczną o logistyce. W 2012 r. laureat nagrody CONSTANTINUS AWARD przyznawanej przez Austriacką Izbę Gospodarczą za zajęcie pierwszego miejsca w kategorii Międzynarodowego Projektu Doradczego. Firma Lubandy Logistic Services prowadzi projekty doradcze w Europie Wschodniej i posiada biura konsultantów w Austrii, Polsce, Turcji i w Ukrainie.

Wnie tak odległej przeszłości ostatnich 20 lat magazyny farmaceutyczne działające regionalnie w Europie miały moce produkcyjne rzędu 30–60 tys. linii zamówień dziennie. W spiętrzonej okresie dochodziły do wydajności ok. 100–120 tys. linii i były

nastawione w ośrodkach miejskich na dostawy od 2 do 4 ryz dziennie. Było to podyktowane oczekiwaniami aptekarzy, którzy pragnęli mieć możliwość obsługiwać swoich klientów (w przypadku braku lekarstwa w aptece) w ciągu 2–3 godzin od wizyty w aptece.

Obecne zmiany zachowań klientów, dostępność lekarstw na rynku, ich cena oraz wymogi prawne (np. kontrola indywidualnej serii na pojedynczym opakowaniu) spowodowały także zmiany technologiczne w magazynach dystrybucyjnych. Obserwujemy też w ostatnich latach wraz ze

¹ GDP (Good Distribution Practice) – zbiór zasad dotyczących dobrych praktyk dystrybucji produktów farmaceutycznych, służących zachowaniu i kontroli ich jakości.

Zmiana zachowań konsumenckich i rozwój technologii automatyzacji magazynowej doprowadziły do zmiany profilu wydań i spowodowały znaczący wzrost mocy produkcyjnych przy jednoczesnym zmniejszeniu liczby wydawanych sztuk w jednym zamówieniu.

wzrostem poziomu automatyzacji procesów zwiększone zapotrzebowanie na nowe technologie. Te z kolei wymagają wyższych nakładów inwestycyjnych, co prowadzi do większej koncentracji w magazynach. Obecnie planowane jednostki magazynowe wykazują nominalne możliwości dystrybucji 150–250 tys. linii na dobę.

Zanim jednak uruchomimy magazyn dystrybucyjny, musimy spełnić kilka innych warunków (oprócz prawnych wymagań i zezwoleń), aby móc powiedzieć, że planujemy zgodnie z GDP.

Działka budowlana i położenie budynku

W idealnym przypadku, kiedy przystępujemy do planowania nowego magazynu dystrybucyjnego dla produktów farmaceutycznych i posiadamy wolną od zabudowy działkę, przystępujemy do określenia następujących warunków wstępnych:

- ▶ Położenie sąsiednich budynków i uwzględnienie ich ewentualnych emisji mogących wpłynąć na kontaminację produktów składowanych w magazynie poprzez wyznaczenie tzw. róży wiatrów i krytycznych wartości w stosunku do odległości sąsiadujących budynków.
- ▶ Określenie natężenia strumienia pojazdów dostawczych i wydających zlecenia przy uwzględnieniu miejscowych warunków zabudowy oraz dostępności infrastruktury drogowej.
- ▶ Określenie wstępnego położenia obiektu względem kierunków – ważne ze względu na konieczność instalacji komór chłodzących towary – położenie komór względem ścian budynku powinno być w miarę możliwości skierowane na północ.
- ▶ Wstępne założenia dotyczące zastosowanej technologii składowania i kompletacji

mających wpływ na przyszłą wysokość budynku i sprawdzenie z warunkami zabudowy w danej okolicy.

- ▶ Wstępne określenie liczebności personelu roboczego magazynu i ewentualnie części biurowej w celu zapewnienia warunków socjalnych zgodnie z oczekiwaniami i rekomendacjami GDP (np. przejścia pomiędzy budynkami).
- ▶ Przygotowanie warunków technicznych określających przyszłość:
 - zapotrzebowanie na energię elektryczną (urządzenia technologiczne i chłodnie);
 - zapotrzebowanie na wodę do systemów gaśniczych;
 - zapotrzebowanie na wodę technologiczną, np. urządzenia myjące dla pojemników;
 - obciążenia powierzchni składowania wynikających z zastosowanej technologii i urządzeń (np. konieczność palowania podkładu pod magazyny wysokiego składowania lub zbrojenie szynami dla regałów przejezdnych);
 - sposób na uzyskanie dodatkowej energii, np. słonecznej, poprzez ukierunkowanie paneli słonecznych na dachu hali magazynowej;
 - określenie wartości przenikania ciepła dla użytych materiałów w zależności od położenia hali względem kierunków geograficznych – istotne z punktu widzenia przyszłych wymogów utrzymania stałego zakresu temperatur w pomieszczeniach magazynowych we wszystkich porach roku i związane z tym zużycie energii.

Już na tym wstępnym etapie planowania konieczny jest intensywny kontakt i wymiana doświadczeń z biurem architektonicznym w celu określenia warunków zabudowy wychodzących poza schemat

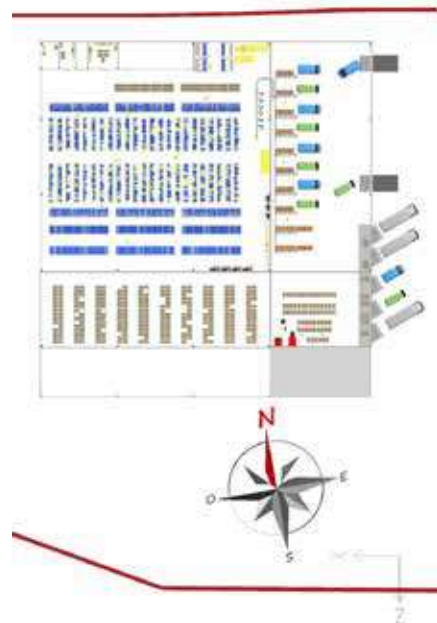
zwykłej hali magazynowej. Do danych wyjściowych naszej wstępnej koncepcji koniecznych do rozpoczęcia prac architektonicznych zaliczymy m.in.:

- ▶ określenie siatki słupów hali we wszystkich obszarach składowania;
- ▶ wstępne określenie wysokości hali we wszystkich obszarach;
- ▶ estymację obciążeń statycznych i dynamicznych dla posadzek;
- ▶ określenie liczby bram wjazdowych i wyjazdowych wraz ze specyfikacją rodzajów doków;
- ▶ miejsca i liczbę stacji ładowania akumulatorów wózków;
- ▶ wyznaczenie bezpiecznych ścieżek dla personelu magazynowego;
- ▶ wyznaczenie gęstości towaru w strefach dla dalszych obliczeń obciążenia pożarowego.

Parametry operacyjne magazynu

Planowanie przyszłego magazynu dystrybucji produktów farmaceutycznych powinno opierać się na kilku kluczowych założeniach operacyjnych, których zapewnienie jest niezbędne z punktu widzenia inwestora. Do takich parametrów zaliczają się:

- ▶ wydajność dobową i wydajność godzinną spiętrzenia zapotrzebowania wyrażoną w tzw. liniach zamówień²;



Rys. 1. Wstępne rozmieszczenie budynku wraz z wyposażeniem na działce przeznaczonej do zabudowy względem kierunków geograficznych (materiały własne LLS)

2 Linie zamówień w praktyce dystrybucji produktów farmaceutycznych mogą różnić się od klasycznego ich zrozumienia w logistyce – różnice wynikają z faktu np. konsolidacji w ramach jednej apteki lub podziału wewnątrz jednego SKU w zależności od bieżącej ceny produktu o różnej sygnaturze serii lub wsparcia producenta.



Fot. 1. Magazyn farmaceutyczny z podziałem na strefy z określoną długością zapasu towarowego (materiały własne LLS)

- ▶ ilość składowanych indeksów z podziałem na strefy składowania³ przy uwzględnieniu dostępnych serii danego produktu;
- ▶ tzw. długości zapasu produktów w grupie – inaczej wartości zapasu wyrażonego w dniach w stosunku do średniego zapotrzebowania, co jest istotne dla zapewnienia właściwych warunków przechowywania dla całego zapasu towaru;
- ▶ ilość i czas dostaw w docelowych obszarach zaopatrzenia i wynikająca z tego konieczność zaplanowania odpowiedniej ilości ramp wysyłkowych;
- ▶ oczekiwana efektywność procesowa w przeliczeniu na FTE i godzinę pracy⁴;
- ▶ możliwości rozbudowy w strefach w zależności od zmian na rynku lub wymagań, a także potencjalnych zmian ilości SKU dostępnych na danym rynku.

Ramy niniejszej publikacji nie są wystarczające dla wskazania na mnogość parametrów operacyjnych poddawanych analizie przed przystąpieniem do planowania, wymienione parametry stanowią jedynie podstawę do wstępnego planowania. Bardziej szczegółowe badania koniecznej wydajności w strefach czy też związane z tym procesy przygotowania towaru do kompletacji i jego wysyłki wymagane są niemalże dla każdego z grup produktowych. Za tym kryją się

oddzielne procesy, które w zgodzie z GDP muszą zostać odzwierciedlone podczas planowania.

Jednym z klasycznych przykładów takiego podejścia jest wybór pojemników zarówno w procesie wysyłki, jak i dla składowania towaru w strefach. Wybór pojemnika dla ekspedycji jest zależny od typowego profilu zamówienia klienta w aptece. Te jednak mogą się znacznie różnić w zależności od obszaru dostaw np. obszary miejskie od wiejskich. To znacząco wpłynie na przyszłe koszty transportu jednostkowego. W konsekwencji należy rozstrzygnąć, jakiej szerokości nominalnej będą wykorzystane w magazynie przenośniki transportowe czy też urządzenia przeznaczone do ich czyszczenia.

Wyposażenie magazynu

Po określeniu wstępnych parametrów operacyjnych przyszłego magazynu i po wykonaniu niezbędnych analiz przepływu strumieni towarowych ekstrapolowanych na przyszłość⁵ dokonujemy wstępnego rozmieszczenia towarów w strefach zgodnie z zasadami GDP. W kolejnym kroku dobieramy odpowiednie do oczekiwanego strumienia towarowego urządzenia i systemy składowania i kompletacji.

Dla magazynów o niskim stopniu automatyzacji w przeważającej większości stref zostaną rozmieszczone regały wraz z nośnikami logistycznymi⁶ oraz okalające je przenośniki lub trasy transportu wózkowego. W takich magazynach przeważająca część procesów opierać się będzie na pracy ludzkiej wspartej systemem kompletacji terminalami RF⁷. Dlatego planując tego typu magazyn, należy przyporządkować grupy produktowe do stref półkowych regałów i wyznaczyć (lub założyć) oczekiwaną efektywność czasową pracownika w danej strefie. Tutaj z pomocą przychodzą programy symulacyjne. Oparcie się jedynie na doświadczeniu jest obciążone znacznym ryzykiem, gdyż ilość parametrów decydujących o sprawności pracownika w stacji ręcznej kompletacji jest znaczna.

W stacjach ręcznej kompletacji ze wsparciem przenośników (jak na fot. 2.) wydajność pracownika będzie w znacznym stopniu zależała od: długości i głębokości stacji roboczej oraz ilości SKU w jego obszarze oddziaływania. Dodatkową rolę odegrają: profil ABC produktów w stacji oraz wielkości opakowań. Jeżeli temu

Planowanie magazynów farmaceutycznych opiera się na analizie wielu czynników wykraczających poza ramy operacyjne. Znaczące są w tym procesie procedury GDP i położenie magazynu względem potencjalnych odbiorców.

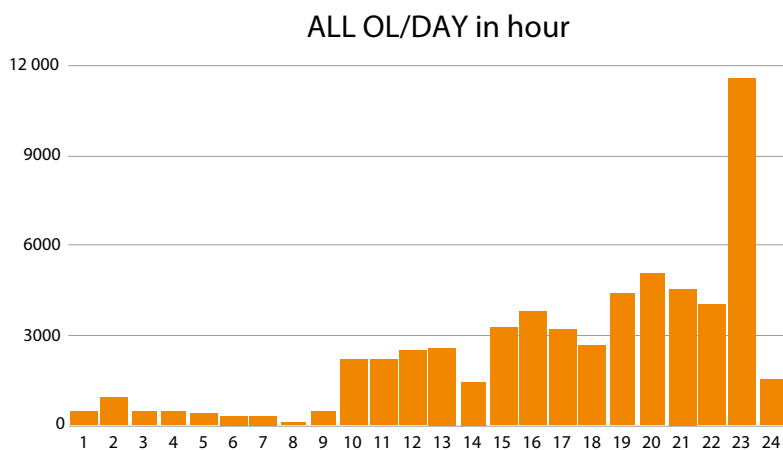
³ Według GDP indeksy produktów należy składować w ściśle wydzielonych strefach nie tylko temperaturowych, ale także takich, które mogą w razie trwałego kontaktu doprowadzić do kontaminacji i co za tym idzie pogorszenia właściwości leków, np. produkty ziołowe, zawierające gumę, przeznaczenia dla dzieci itd.

⁴ Rozumiana nie jako wydajność jednego pracownika, lecz jako efektywność całego zespołu magazynowego zaangażowanego we wszystkie procesy od przyjęcia do wydania.

⁵ Jeszcze na początku XXI w. średnia wartość inwestycji w magazyn farmaceutyczny rzadko przekraczała kwotę 5 mln EUR i, co za tym idzie, czas realizacji projektu nie przekraczał 12 miesięcy – w takich warunkach ekstrapolacja danych na najbliższe pięć lat była wystarczająca, gdyż ROI projektu mieściło się w takim horyzoncie czasowym – w aktualnych projektach horyzont czasowy sięga powyżej 7–8 lat, a wartości inwestycji wzrosły wielokrotnie.

⁶ Pojemniki przeznaczenia farmaceutycznego – kartony nie spełniają w pełni wymagań GDP ze względu na swoją trwałość, co może doprowadzić do zniszczenia opakowania leku.

⁷ RF (radio frequency terminal) – terminale ręczne służące kompletacji wspartej przez system WMS.



Rys. 2. Wykres przedstawiający typowy profil dzienny w dystrybucji produktów farmaceutycznych z kilkoma spiętrzeniami w ciągu dnia (materiały własne LLS)

Wydajność logistyczna całego systemu jest wypadkową przepustowości mechanicznej i efektywności procesowej, na którą składają się zespoły ludzkie i algorytmy towarzyszące wszystkim procesom w magazynie.

samemu pracownikowi zostanie przyporządkowana praca związana z zatowarowaniem stacji za pomocą pojemników transportowanych do niego przenośnikami, to konieczne jest uwzględnienie tych czynności do całkowitej wydajności w strefie. W tym procesie ważną rolę odegra wspomniany już proces doboru właściwej wielkości nośników logistycznych. Im bardziej pojemny okaże się nośnik, tym mniejszą liczbę przemieszczeń będzie wykonywał operator w swojej stacji.

Jeżeli natomiast zaplanowany magazyn ma mieć wysoki poziom automatyzacji⁸, konieczne jest rozłożenie towaru według grup rotacji i nie jest w tym wypadku wystarczającym narzędziem klasyczna metoda analizy ABC. Czułość urządzeń do automatycznej kompletacji na zmiany profilu rotacji towaru jest na tyle duża, że konieczne są metody wielostopniowej analizy danych w połączeniu z analizą żywotności produktu w grupie.

W tym momencie dotykamy bardzo ważnej kwestii będącej przedmiotem ożywionych dyskusji pomiędzy zamawiającym i dostawcą: jaka będzie wydajność zakupionych systemów?

Dla dostawcy jedynymi kryteriami oceny są przepustowość mechaniczna⁹ urządzenia (systemu) i tzw. parametr dostępności¹⁰ operacyjnej. Inwestorzy z racji swoich doświadczeń operacyjnych i biznesowych są raczej skłonni rozpatrywać urządzenia

Podejście strumieniowe w analizie przepływów jest podstawą właściwej analizy danych wykraczającej poza standardowe struktury ABC, będące jedynie statycznym odzwierciedleniem magazynu.



Fot. 2. Typowy układ regałów w stacjach kompletacyjnych w magazynie o niskim stopniu automatyzacji procesów kompletacyjnych z podziałem na produkty o różnej rotacji

jedynie z punktu widzenia ich zdolności do realizacji strumienia towarowego w jednostce czasu. Niestety zapominają często o tym, że tzw. przepustowość operacyjna zależna będzie w dużej mierze od spektrum produktów znajdujących się w danym systemie oraz od kwalifikacji personelu obsługującego dane urządzenia. Pewną rolę odgrywać będą także algorytmy WMS współistniejące z danym procesem realizowanym w systemie.

Bardzo istotną rolę odgrywają także podczas planowania magazynu produktów farmaceutycznych zapewnienie odpowiedniego poziomu redundancji procesowej¹¹, jak również synchronizacja wielkości strumieni wejściowych i wyjściowych

⁸ Przekłada się na parametr efektywności całości procesów magazynowych i waha się w takim przypadku od 55 do 70 linii zamówienia/godzinę/pracownika – dla magazynów o niskim stopniu automatyzacji parametr ten rzadko przekracza 45.

⁹ Często pojmowana jako „nominalna wydajność”, co nie jest do końca właściwe, gdyż sugeruje możliwość jej przekroczenia – jako przepustowość mechaniczną określamy zdolność urządzenia do przeprowadzenia danego procesu przemieszczenia podaną w cyklach przy określonych warunkach, np. zwrotnica pasowa w układzie przenośników przy 50% tej wartości zwrotów w innym kierunku ma przepustowość mechaniczną na poziomie 1200–1800 jednostek/godzinę w zależności od typu jednostki transportowej.

¹⁰ Parametr dostępności określony w szeregu i normach pozwala określić, ile czasu urządzenie będzie pracowało bez postojów, zapewniając określony przepływ we wszystkich jego elementach – jeżeli urządzenie składa się z kilku kanałów, to wówczas każdemu z nich przedzielany jest % tego przepływu, jaki bez postojów powinien zabezpieczyć.

¹¹ W przypadku zatrzymania jakiegokolwiek z procesów należy przewidzieć proces zastępczy pozwalający na odtworzenie w całości lub częściowo dostępności towarowej i zdolności do jego wydania z magazynu.



Fot. 3. Elementy automatyzacji obsługiwane przez pracowników są istotnym warunkiem uzyskania wymaganych poziomów przepustowości logistycznej, podobnie jak zakresy asortymentu zasilone poprzez dany system (źródło: MTI Ukraine)

z danego obszaru do kolejnej strefy magazynu. Podejście „strumieniowe” do analizy przepływu w magazynie wraz ze sprawdzeniem przepustowości w węzłach procesowych jest, moim zdaniem, jednym z najważniejszych elementów planowania na etapie analityki danych procesowych. Analiza strumieniowa pozwala m.in. na dobór parametrów przepustowości urządzeń oraz na wyznaczenie właściwej liczby stanowisk procesowych pozwalających na „obróbkę” strumienia towarowego, np. kontroli jakości lub pakowania. Podczas prowadzenia analizy strumieniowej koncentrujemy się na wydzieleniu strumieni towarowych w zależności od ich przeznaczenia lub sposobu przygotowania, kierując je do właściwych węzłów.

Produkty tej samej kategorii mogą być kierowane do różnych stanowisk ze względu na specyficzne przepisy dotyczące danej grupy odbiorców lub ze względu na sposób realizacji zlecenia i pakowania. Tak więc powstaje siatka wzajemnych połączeń od przyjęcia towaru do wydania przedstawiana najczęściej w postaci modyfikowanych wykresów Sankeya¹².

Dalsze kroki w projektowaniu magazynu

Po wyborze koncepcji przez inwestora przystępujemy najczęściej do specyfikacji technicznej urządzeń z jednoczesną weryfikacją wstępnych założeń projektowych. To ważny etap na drodze

do udanego projektu, gdyż podczas specyfikowania urządzeń i systemów wykonujemy prace polegające na detaliźacji i konfrontujemy je z innymi aktorami w projekcie.

Po ogłoszeniu przetargów i podczas spotkań z dostawcami dochodzi do powtórnej weryfikacji naszych planów, co może wydawać się elementem kontraproduktywnym, niemniej w naszej opinii konstruktywne rozmowy pomiędzy specjalistami prowadzą najczęściej do dalszej optymalizacji rozwiązań i procesów z korzyścią dla inwestora i użytkowników.

Podobnie rzecz ma się w przypadku weryfikacji założeń procesowych do możliwości oprogramowania WMS lub części jego adaptacji do koniecznych wymagań. Ale to już jest materiał na oddzielny artykuł. //

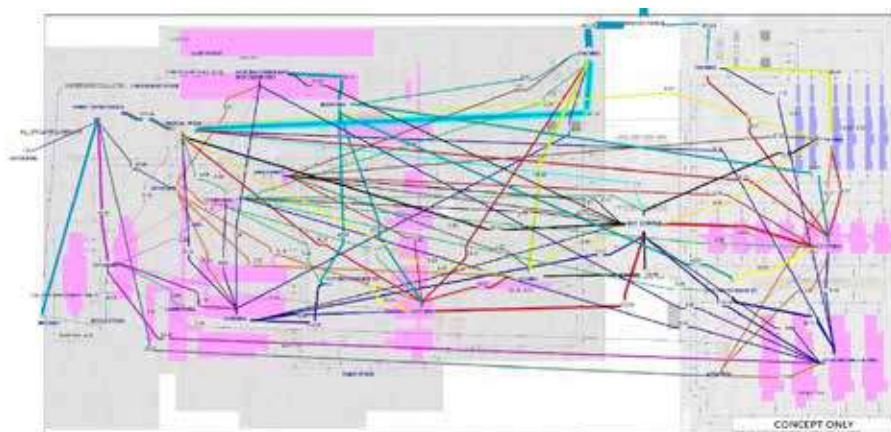
Firma LUBANDY LOGISTIC SERVICES powstała w 2008 r. i jako główny cel postawiła sobie stworzenie optymalnych warunków w trakcie planowania magazynów.

Sytuacja **WIN – WIN** pomiędzy klientem a dostawcą jest uwarunkowana wieloma czynnikami i ma dla projektu zasadnicze znaczenie. Sami widzimy się jako element łączący w łańcuchu planowania logistycznego i oferujemy, posiadając wszechstronne doświadczenie w tej dziedzinie, osiągnięcie optymalnej równowagi w projekcie – **TO JEST MOŻLIWE!** Tylko partnerstwo w trakcie trwania projektu prowadzi do równowagi, koniecznego zrozumienia i wytrwałości podczas realizacji skomplikowanych zadań – **MY O TO DBAMY!** Znaleźnienie optymalnego rozwiązania w polu czynników: człowiek, maszyna, zlecenie – **TO NASZE ZADANIE!** Celem naszej działalności jest:

- wybór odpowiedniej wielkości budynku i właściwej infrastruktury,
- niezależny od dostawcy wybór systemu,
- znalezienie optymalnego rozwiązania pomiędzy kosztami projektu i jego wydajnością,
- wsparcie w trakcie rozruchu.

Poza tym oferujemy naszym klientom dodatkowe usługi, które mogą być dopasowane w zależności od projektu:

- „QUICK-CHECK” w magazynie,
- analiza stanu NA DZISIAJ i zalecenia na przyszłość,
- stałe audyty logistyczne,
- „logistik do wynajęcia”,
- wybór oprogramowania WMS.



Rys. 3. Przykład wykresu Sankeya w analizie strumieniowej (materiały własne LLS)

12 Opracowane przez irlandzkiego inżyniera wykresy do analizy sprawności silników adaptowane do potrzeb logistyki na podstawie strumieni towarowych.