

Planowanie dystrybucji – przykłady obliczeń

W poprzednim artykule („Logistyka” 3/05) zostały przedstawione ogólne rozważania odnośnie planowania dystrybucji. Teraz przyjrzymy się dokładniej obliczeniom wykonywanym na poszczególnych etapach procesu planistycznego. Przeanalizujemy dwa scenariusze, które razem wydają się z grubsza odpowiadać większości sytuacji spotykanych w praktyce.

W obu przypadkach zakładamy, że mamy do czynienia z dystrybucją dwuetapową: pewien produkt jest najpierw transportowany z Zakładu Produkcyjnego (ZP) do Głównych Centrów Dystrybucyjnych (GCD), stamtąd zaś do Lokalnych Centrów Dystrybucyjnych (LCD). Scenariusze te różnią się czasem reakcji w dostawach pomiędzy GCD a LCD. W pierwszym z nich mamy do czynienia z długim czasem reakcji – powiedzmy kilkutygodniowym, w drugim jest to krótki czas reakcji: najwyżej kilkudniowy. W związku z tym zastosowane zostaną odmienne podejścia do planowania na tym etapie dystrybucji: koncentracja na planowaniu średnioterminowym – w przypadku pierwszego scenariusza; natomiast w przypadku drugiego scenariusza – koncentracja na planowaniu krótkoterminowym.

Obliczenia w planowaniu logistycznym z reguły prowadzone są z pomocą odpowiednich tabel, które mogą być zrealizowane w oparciu o arkusze kalkulacyjne bądź z pomocą specjalistycznego oprogramowania. Aby zbytnio nie komplikować opisów, przedstawione poniżej tabele planistyczne są dosyć uproszczone. W praktyce potrzebnych jest szereg dodatkowych danych i bardziej skomplikowane obliczenia po to, aby zapewnić należyłą jakość planów. Więcej informacji na temat konstruowania arkuszy planistycznych można znaleźć w [2].

Scenariusz 1

Tak jak to powyżej zaznaczono, pierwszy ze scenariuszy zakłada, że LCD przesyłają przewidywane średnioterminowe zapotrzebowanie do GCD. Na tej podstawie GCD obliczają swoje zapotrzebowania i wysyłają je do ZP. Następnie odbywa się planowanie produkcji, potem planowanie wysyłek z ZP do GCD i wreszcie planowanie wysyłek z GCD do LCD, które zamyka cykl planistyczny.

Tabela 1 pokazuje, jak można prowadzić planowanie zapotrzebowania na poziomie LCD. Zastosowano tu metodę stałego cyklu zamawiania.

Przedstawiona powyżej tabela planistyczna spełnia dwie główne funkcje: obliczenie przewidywanego po-

Tab. 1. Średnioterminowe planowanie zapotrzebowania w Lokalnym Centrum Dystrybucyjnym

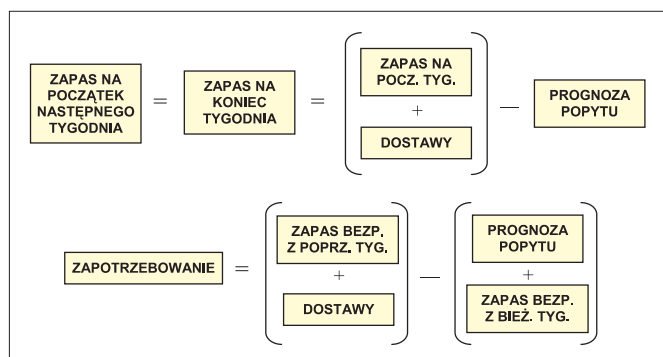
Tydzień nr:	1	2	3	4
Prognoza popytu	100	100	100	200
Plan dostaw z GCD	100	70	150	230
Zapasy końcowy (początkowo 150)	150	120	170	200
Zapasy bezpieczeństwa (na koniec tygodnia)	150	150	200	200
Zapotrzebowanie	100	100	150	200

ziomu zapasu na początek poszczególnych tygodni oraz obliczenie przyszłego zapotrzebowania. Zapas na początek poszczególnych tygodni jest obliczany na podstawie planu dostaw potwierdzonego przez GCD oraz prognozy popytu. Oczywiście brany jest też pod uwagę zapas początkowy (w przykładowej tabeli 150 jednostek). Przewidywane zapotrzebowanie w poszczególnych tygodniach obliczane jest z uwzględnieniem prognozy popytu oraz docelowego zapasu – czyli zapasu bezpieczeństwa. Także i tutaj rozpoczynając obliczenia, bierzemy pod uwagę początkowy (aktualny) zapas.

Warto dodać, że w przyjętym tu sposobie zakłada się, że dostawy w poprzedzających tygodniach w pełni odpowiadają potrzebom. Innymi słowy zakładamy, że w każdym tygodniu uda się osiągnąć zapas docelowy (równy zapasowi bezpieczeństwa) i w związku z tym zapotrzebowanie na kolejny tydzień odpowiada dokładnie temu, co jest w tym tygodniu potrzebne – nie bierze się pod uwagę możliwości, że we wcześniejszych tygodniach faktycznie planowane dostawy mogą być zbyt wysokie lub zbyt niskie. Takie podejście umożliwia przekazywanie informacji o rzeczywistych potrzebach na poszczególne tygodnie. Poniżej dokładne formuły obliczeniowe zastosowane w tabeli:

Praca z powyższą tabelą planistyczną wygląda w sposób następujący: co tydzień (ewentualnie częściej) aktualizowane są dane na temat dostaw planowanych przez dostawcę. Na tej podstawie wyliczany jest zaktualizowany plan poziomu zapasu na poszczególne tygodnie. Porównując ten przewidywany poziom z poziomem docelowym, planista ma możliwość oceny, czy dostawy przewidziane przez GCD odpowiadają potrzebom. Jeśli nie, to można negocjować z dostawcą zmianę planu dostaw albo poszukiwać innych środków za-

¹ grzegorz@soplan.pl



Rys. 2. Główne czynności w procesie planowania dystrybucji

radczych. Drugi etap pracy to aktualizacja zapotrzebowania. Etap ten jest najczęściej wykonywany po wprowadzeniu nowych przewidywań odnośnie popytu. Zapotrzebowania są obliczane (np. poprzez arkusz kalkulacyjny) i ewentualnie ręcznie modyfikowane przez planistę, a następnie wysyłane do GCD. Na podstawie tych danych GCD tworzy swój plan zapotrzebowania.

Kolejny przykład przedstawia planowanie zapotrzebowania na poziomie GCD. Na tym etapie konstrukcja tabeli planistycznej jest identyczna, jak poprzednio. Różnica zawiera się w tym, że jest to jedna z dwu tabel planistycznych, wykorzystywanych na poziomie GCD. Pierwsza ma za zadanie obliczyć zapotrzebowanie GCD przed przesłaniem go do ZP; celem drugiej jest zaplanowanie dostaw z GCD do LCD po otrzymaniu planu dostaw z ZP do GCD.

Tabela 2 pokazuje pierwszą część obliczeń wykonywanych w GCD. Jak widać, tabela ta jest uproszczoną wersją tabeli 1 i służy tylko wyliczeniu zapotrzebowania. W praktyce te obliczenia mogą być zupełnie zautomatyzowane.

Na poziomie ZP następuje zsumowanie zapotrzebowania z GCD, następnie – po zestawieniu ich z zapotrzebowaniami na inne produkty, uwzględnieniu zdolności produkcyjnych i innych ograniczeń – powstaje plan produkcji. Planowanie produkcji wychodzi poza ramy niniejszego artykułu, dlatego nie ilustrujemy tego etapu przykładem tabeli planistycznej.

Gdy powstanie plan produkcji, można przejść do planowania wysyłek. Przedstawia je tabela 3. Jak widać, tabela ta jest nieco bardziej rozbudowana. Wynika to stąd, że niektóre obliczenia prowadzone są dla każdego punktu odbiorczego (w tym wypadku mamy tylko dwa takie punkty).

Tab. 2. Planowanie zapotrzebowania w Głównym Centrum Dystrybucyjnym

Tydzień nr:	1	2	3	4
Zapotrzebowanie z LCD	200	200	300	400
Zapas bezpieczeństwa (na koniec tygodnia)	300	300	400	400
Zapotrzebowanie (zapas początkowy 300)	200	200	400	400

W powyższym przykładzie wykorzystywana jest strategia pchania, co oznacza, że ZP wysyła towar tylko w odpowiedzi na zapotrzebowanie otrzymywane z GCD. Jeśli chodzi o metodę alokacji wysyłek, to w sytuacji, gdy zapotrzebowanie przewyższa podaż (tydzień 3), wykorzystywana jest metoda dzielenia dostaw proporcjonalnie do zapotrzebowania.

Analogicznie przedstawia się planowanie wysyłek z GCD do LCD. Oczywiście wiersz zawierający plan produkcji w ZP jest zastąpiony wierszem zawierającym plan dostaw z ZP. Ponadto, jak pamiętamy z tabeli 2, w naszym przykładzie w GCD utrzymywany jest pewien zapas bezpieczeństwa. Planista może chcieć posiadać możliwość porównania czy zapas na koniec poszczególnych tygodni odpowiada zapasowi bezpieczeństwa; dlatego może być potrzebne dodanie takiego wiersza.

Praca z tabelami, podobnymi do powyższej, polega na porównywaniu potwierdzonej produkcji (bądź dostaw) z otrzymywanymi zapotrzebowaniami. Jeśli zauważone zostaną istotne rozbieżności, np. suma zapotrzebowania jest dużo niższa lub wyższa od przewidywanej dostępności towarów, to planowane dostawy powinny być odpowiednio dostosowane po uzgodnieniach pomiędzy zainteresowanymi stronami.

Scenariusz 2

W tym scenariuszu planowanie na poziomie LCD jest skoncentrowane na najbliższych terminach i w związku z tym stosowane jest planowanie zapotrzebowania w trybie punktu zamawiania. Przyjmijmy, że zamówienia są wyliczane według następującej zasady: jeśli ilość dostępna spadnie poniżej pewnego poziomu (punktu zamawiania), to składane jest zamówienie w wysokości równej różnicy pomiędzy aktualnie dostępną ilością a punktem zamawiania, plus popyt z dwu kolejnych dni sprzedaży.

Ilość dostępna obejmuje nie tylko stany magazynowe, ale także zapasy w drodze. Tabela 4 zawiera dwa rodzaje ilości dostępnej: potrzebna, czyli zakładająca, że zamówienia (zapotrzebowanie) będą dokładnie realizowane oraz przewidywana, czyli obliczona na podstawie planu wysyłek z GCD. Ponadto przyjęto w niej następujące założenia: czas reakcji wynosi 1 dzień, zaś punkt zamawiania jest ustalany na poziomie równym sumie popytu z dnia bieżącego i połowy popytu z dnia następnego.

Dwa dolne wiersze powyższej tabeli służą celom kontrolnym. Mają one za zadanie pokazać, jak kształtował się będzie zapas przy założeniu otrzymywania dostaw aktualnie uzgodnionych z dostawcą. Pozostałe wiersze służą wyliczeniu planu zamówień (czyli planu zapotrzebowania). Poniżej dokładne formuły obliczeniowe, zastosowane w tabeli 4:

W dalszym ciągu scenariusza 2 planowanie przebiega tak samo, jak w scenariuszu 1. Planowanie zapotrzebowania w GCD odbywa się tak samo – z tą tylko różnicą,

Tab. 3. Planowanie wysyłek dystrybucyjnych z ZP

Tydzień nr:	1	2	3	4
Zapotrzebowanie GCD1	200	200	400	400
Zapotrzebowanie GCD2	100	100	200	200
Suma zapotrzebowań GCD	300	300	600	600
Plan produkcji	400	200	500	1000
Suma wysyłek do GCD	300	300	450	750
Plan wysyłek do GCD1	200	200	300	500
Plan wysyłek do GCD2	100	100	150	250
Zapasy końcowe	100	0	0	250

że zapotrzebowania otrzymywane z LCD i przypadające na poszczególne dni są w GCD grupowane w przedziałach tygodniowych. Planowanie produkcji i wysyłek w ZP przebiega już identycznie, jak w scenariuszu 1. Dopiero przy planowaniu wysyłek z GCD do LCD stosowane jest odmienne podejście. Ponieważ plany wysyłek należy tworzyć z jednodniową dokładnością, tabela do planowania wysyłek musi przedstawiać dane dzień po dniu. Lecz taka tabela byłaby dosyć niewygodnym narzędziem, gdy potrzebne byłoby zaplanowanie alokacji brakującego produktu pomiędzy LCD. Dlatego ponownie należy zastosować tabelę podobną do tabeli 3 – służyłaby ona ustaleniu, jakie ilości należy udostępnić poszczególnym LCD w poszczególnych tygodniach. Dopiero na podstawie tych ustaleń mógłby być tworzony plan wysyłek – tak jak to pokazuje tabela 5.

Tabela 5 pokazuje, na kiedy przypada zapotrzebowanie z każdego LCD oraz kiedy i w jakiej ilości dany produkt jest dostępny dla poszczególnych LCD. Na tej podstawie planista podejmuje decyzje o tym, kiedy i ile wysłać. Przy zastosowaniu odpowiedniego oprogramowania etap ten można skutecznie zautomatyzować.

Zarządzanie przez wyjątki

Samo ustalenie przebiegu obliczeń w zakresie planowania dystrybucji nie wystarcza do rozpoczęcia skutecznego planowania. Jednym z powodów jest duża ilość danych, jakie należy analizować przy każdorazowej aktualizacji planów. Niektóre dane w tabelach planistycznych aktualizowane są codziennie – zwykle należy potem przeliczyć plany i przejrzeć rezultaty. Po to, aby sobie dobrze z tym radzić, niezbędne są dodatkowe narzędzia i techniki. Przede wszystkim wszelkie rozwiązania obliczeniowe muszą być łączone z mechanizmami umożliwiającymi łatwe wykrycie ewentualnych zagrożeń czy anomalii. I tu dochodzimy do techniki nazywanej „zarządzaniem przez wyjątki” (*management by exceptions*). Technika ta oznacza unikanie przeglądania całości rezultatów, ale koncentrowanie się tylko na potencjalnych proble-

mach – „wyjątkach”. Wspecjalizowane aplikacje planistyczne są wyposażone w procedury generujące takie „alarmy” według ustalonych przez użytkownika kryteriów. Lecz także w arkuszach kalkulacyjnych łatwo o formułę lub dodatkowe formatowanie, które będą wyróżniać wielkości zwiastujące problemy.

W prezentowanych tabelach (przy założeniu, że są one zrealizowane w arkuszach kalkulacyjnych) można wstawić dodatkowe wiersze, pokazujące, np. procentowe różnice pomiędzy zapasem docelowym a przewidywanym lub pomiędzy otrzymanym zapotrzebowaniem a planowanymi wysyłkami. Jeśli te różnice będą szczególnie wysokie, to można je dodatkowo wyróżnić formatowaniem lub automatyczną informacją tekstową.

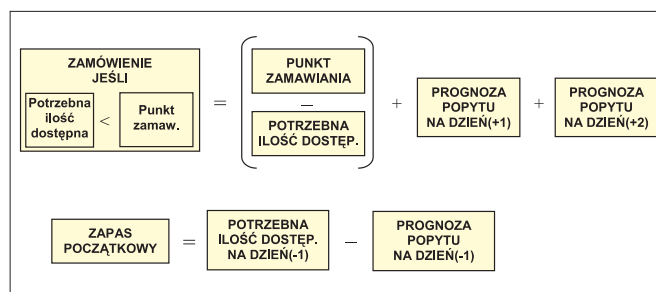
Tab. 4. Krótkoterminowe planowanie zapotrzebowania w Lokalnym Centrum Dystrybucyjnym

Dzień nr:	1	2	3	4
Prognoza popytu	100	100	200	200
Zapasy początkowe	130	30	250	50
Przyjęcia lub dostawy w drodze		320		250
Razem potrzebna ilość dostępna	130	350	250	300
Punkt zamawiania	150	200	300	200
Zamówienia (zapotrzebowanie)	320		250	
Potwierdzone dostawy		300		300
Przewidywana ilość dostępna	130	330	130	230

Uwagi praktyczne

Tak jak o tym wspomniano, często pojawia się presja w kierunku szybkiej aktualizacji planów i szybkiego podejmowania decyzji. W związku z tym w projekt systemu trzeba wbudować rozwiązania zapewniające prawidłowość jego rezultatów, także w sytuacjach, gdy wprowadzane są „zmiany na ostatnią chwilę” bądź też rozwiązania przeciwdziałające wprowadzaniu takich zmian. Ponadto już na etapie projektowania systemu planistycznego należy zastanowić się, czy nie należy zrezygnować z zaawansowanych kalkulacji i wymiany skomplikowanych danych na korzyść większej szybkości i elastyczności procesu.

Istotną cechą przedstawionych tutaj obliczeń jest ich „dwukierunkowość”: najpierw obliczane są zapotrzebo-



Rys. 5 Formuły obliczeniowe zastosowane w tabeli 4

Tab. 5. Planowanie wysyłek z GCD do LCD, przy krótkim czasie reakcji na dostawy pomiędzy GCD a LCD

Dzień nr:	1	2	3	4
Zapotrzebowanie LCD1		320		250
Ilość dostępna dla LCD1	0	600	300	300
Planowana wysyłka do LCD1		300		300
Zapotrzebowanie LCD2			350	
Ilość dostępna dla LCD2	300	300	300	0
Planowana wysyłka do LCD2			300	
Razem ilość dostępna	300	900	600	300
Razem plan wysyłek z GCD		300	300	300

wania, potem – w odpowiedzi na nie – wysyłki. Powoduje to, że praca planisty przebiega dwuetapowo, co może prowadzić do pewnych utrudnień, gdy potrzebne są szybkie decyzje lub szybkie zmiany planów. Powstaje zatem pytanie: czy taki dwukierunkowy proces planowania dystrybucji jest konieczny w sytuacji, gdy ta sama osoba planuje zarówno zapotrzebowanie, jak i wysyłki pomiędzy dwoma następującymi po sobie ogniwami albo też, gdy wysyłki są zawsze równe zapotrzebowaniom. Istotnie, można zastosować wtedy uproszczone podejście: np.

plan zapotrzebowania z LCD stanie się jednocześnie planem wysyłek z GCD. Wydaje się, że w praktyce nawet zbyt często stosuje się podobne ułatwienia. Oczywiście ostateczne rozwiązania trzeba uzależnić od ilości różnych produktów planowanych przez tę samą osobę i stopnia skomplikowania danej sieci dystrybucji. Jednak zbytne uproszczenia mogą być przyczyną ciągle powtarzających się problemów, takich jak nieścisłości w komunikacji, dostawy w niewłaściwej ilości i niewłaściwym czasie.

Coraz więcej przedsiębiorstw dostrzega potrzebę automatyzacji obliczeń i obróbki danych w zakresie planowania logistycznego. Z pomocą przychodzi tutaj coraz bogatsza oferta, coraz doskonalszych narzędzi planistycznych. Lecz także własne rozwiązania, zbudowane w oparciu o arkusz kalkulacyjny czy prosty system bazodanowy (taki jak MS Access), mogą wykorzystywać rady zawarte w niniejszym artykule. Warto przy tym zauważyć, że z reguły co najmniej przydatne będą proste programy czy makra, przyspieszające i ułatwiające niektóre powtarzalne czynności.

LITERATURA

1. Grzegorz Klimczak, *Praktyczne wyznaczanie zapasu bezpieczeństwa*, „Logistyka”, 6/2001
2. Grzegorz Klimczak, *Planowanie operacji z pomocą arkusza kalkulacyjnego*, „Logistyka”, 3/2002
3. Grzegorz Klimczak, *Zintegrowane planowanie sprzedaży i operacji w małych i średnich przedsiębiorstwach*, „Logistyka”, 3/2003
4. Zdzisław Sarjusz-Wolski, *Sterowanie zapasami w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2000