

Jak zoptymalizować piekarnię?



Wyobraźmy sobie taką sytuację: właściciel piekarni musi rozwieźć pieczywo do 62 okolicznych sklepów dysponując 4 samochodami. Każdy sklep ma inne warunki dostaw oraz zamówioną inną liczbę i rodzaj asortymentu.

Od tego jak wyznaczymy trasę zależy koszt dostaw. Założmy, że maksymalny koszt paliwa i pracy kierowców to 500 zł, a minimalny 250 zł. Różnica to 250 zł dziennie przez 300 dni w roku. Dobrze planując trasy samochodów możemy rocznie zaoszczędzić 75 tys. zł rocznie.

Skąd wiemy, jaki jest maksymalny, a jaki minimalny koszt dziennych tras?

Każdy sklep ma inny asortyment oraz ilość zamówionych produktów. Suma zamówień przekłada się na plan produkcyjny. Piekarnia, jak każdy zakład, ma pewne, znane ograniczenia w obszarze zdolności wytwórczych. Są to: dzienny czas pracy ludzi i maszyn, wydajność maszyn, ilości surowców, wreszcie popyt rynku, który zaopatrujemy.

Niezależnie od tego, czy produkujemy rentowne, czy nierentowne wyroby, zużywamy te same, ograniczone, zasoby ekonomiczne w środkach produkcji i czasie pracy. Niektóre produkty wytwarzamy ze stratą. Inne mało rentowne moglibyśmy zastąpić bardziej rentownymi. Od struktury produkowanego asortymentu zależy, jak rentowna będzie piekarnia. Jeżeli na samej logistyce dostaw możemy zaoszczędzić 75 tys. zł rocznie, to o ile więcej możemy zaoszczędzić optymalizując strukturę produkcji lub cen produktów?

Tylko jak dowiemy się, jaki jest maksymalny dzienny poziom zysków piekarni? Aby odpowiedzieć na to pytanie, trzeba przeliczyć niezliczoną liczbę scenariuszy i struktur. W praktyce nie da się tego policzyć za pomocą tradycyjnego arkusza kalkulacyjnego.

Analiza może dotyczyć wybranych obszarów, może też mieć różne poziomy szczegółowości. Produkcja każdego pojedynczego produktu może być zorganizowana na różne sposoby. Istnieje wiele czynników, od których zależy koszt produkcji. Jak często zamawiamy surowce? Czy opłaca się budować chłodnię głębokiego mrożenia, czy wyrabiać ciasto codziennie? Jak zaplanować asortyment, aby zminimalizować koszty surowców? Oto liczne dylematy właściciela piekarni.

Mając do dyspozycji określone zasoby pracy, środków produkcji oraz określony rynek właściciel piekarni teoretycznie może zorganizować ją tak, aby przynosiła maksymalny, możliwy do osiągnięcia, zysk. Z drugiej strony, używając konwencjonalnych metod uzyskanie nawet najmniejszej optymalizacji jest praktycznie niemożliwe.

Jak więc zoptymalizować zakład, jego sferę logistyczną i produkcyjną? W jaki sposób dowiedzieć się, czy ceny produktów są wyznaczone w sposób doskonały, czyli najlepszy z możliwych?

Czy możliwe jest optymalne zorganizowanie pracy piekarni?

W tej części powinny pojawić się złote rady: *na-leży produkować więcej rentownych produktów lub należy wyznaczyć trasy tak, aby koszt zużycia paliwa był najniższy*. Łatwo się ich udziela, gorzej realizuje się je w praktyce. Jeżeli twierdzimy, że *należy produkować więcej rentownych produktów* to musimy zdać sobie sprawę, że niska rentowność może wynikać ze złej organizacji produkcji lub po prostu ze zbyt niskiej ceny. Z kolei podniesienie jej może obniżyć wolumen sprzedaży, co spowoduje wzrost kosztów produkcji. Każda akcja powoduje trudną do przewidzenia interakcję w złożonym organizmie przedsiębiorstwa. Możemy jeszcze długo snuć takie akademickie rozważania, wszystko to prowadzi do wniosku, że wzajemne relacje i uwarunkowania są zbyt skomplikowane dla zwykłego menedżera. Gdyby nawet komuś udało się zebrać to wszystko w jedną całość, nie byłby w stanie wyliczyć optymalnych ustawień produkcji, logistyki i sprzedaży.

Ten wniosek jest niestety prawdziwy. Zorganizowanie złożonego przedsiębiorstwa, jakim jest piekarnia, jest bardzo trudne. W praktyce organizacja pracy piekarni budowana jest powoli w drodze ewolucji. Dochodzi nowy asortyment, który dopisujemy do planu produkcji. Pojawiają się nowe punkty detaliczne, dopisujemy je do trasy dla kierowców. Czasem coś modyfikujemy. Praca piekarni jest zbyt pracochłonna, nie ma czasu, aby projektować procesy produkcyjne i logistyczne. Jeżeli coś zmienimy w miśsternej układance, może nastąpić nieprzewidywalne zdarzenie, coś może się zablokować lub rozpaść. Lepiej niczego nie ruszać. Ewolucyjny sposób rozwoju piekarni jest zazwyczaj bardzo stabilny.

Niestety z ewolucją jest tak, że niektóre gatunki wymierają, bo okazują się niedostatecznie dostosowane do warunków, w którym przyszło im egzystować. To samo dotyczy piekarni.

Jest jednak pewna różnica, organizmy same nie mogą się modyfikować genetycznie. Piekarnie mimo, że ukształtowały się w sposób ewolucyjny, w pewnym momencie swojego istnienia mogą same się zmodyfikować.

Innymi słowy mówiąc, ociężały mamut może zmienić się w drapieżnego lisa. Co ciekawe, taka przemiana nie wymaga żadnych nakładów finansowych.

Jak zmodyfikować piekarnię?

Stare powiedzenie mówi: *W jaki sposób zjeść naraz wieloryba? Wieloryba nie można zjeść naraz. Wieloryba należy jeść po kawałku.*

To samo dotyczy restrukturyzacji. Można przeprowadzić szybką, tradycyjną restrukturyzację, drogą i stresującą, ale jej wynik będzie toporny i niepraktyczny. Tego typu szybkie restrukturyzacje określane są mianem *restructuring by the chain-saw method* (ang. restrukturyzacja za pomocą piły łańcuchowej). Według mnie to dość trafne określenie. Restrukturyzacja tego typu polega na odcinaniu wielkich fragmentów nierentownego majątku i wyprzedawania go za cenę złomu. Anihilacja nierentownych rodzajów działalności. To wyprzedaż zalegających środków obrotowych czy odcinanie dużych obszarów sprzedaży, która nie wykazuje się oczekiwaną rentownością. Na krótką metę tak odchudzony mamut może dalej egzystować, ale nigdy nie stanie się drapieżnym lisem polarnym.

Pierwszym krokiem do optymalizacji jest pocięcie wieloryba na mniejsze kawałki, czyli wydzielenie obszarów do optymalizacji. Każdy obszar działalności wymaga oddzielnego podejścia. Założmy, że zdecydowaliśmy się przebudować system dostaw. Musimy odpowiedzieć sobie na pytanie, co jest naszym celem. Możemy zminimalizować ryzyko wypadku, koszty lub czas dostaw. Możemy też spróbować coś zmaksymalizować, np. terminowość. Po prostu musimy mieć jakiś cel optymalizacji. Musimy sformułować funkcję celu.

Programowanie liniowe George'a Dantziga

Chociaż wydaje się to nieprawdopodobne i brzmi jak he-rezja, podejście wyboru celu optymalizacji oraz sformułowania funkcji celu zostało po raz pierwszy zaproponowane dopiero w 1947 roku przez George'a Dantziga – analityka Sił Powietrznych Stanów Zjednoczonych. Wcześniej badacze nie proponowali celu optymalizacji z powodu braku możliwości obliczenia algorytmu, który byłby funkcją celu¹.

Jak to możliwe?

Założmy, że mamy 40 punktów detalicznych, do których musimy dowieźć pieczywo, czyli mamy jedno równanie z czterdziestoma niewiadomymi. Powinniśmy zminimalizować tę funkcję, czyli tak zorganizować dostawy, aby koszty były minimalne. Klasyczna matematyka nie potrafi rozwiązać takiego równania. Zgodnie z teorią, nauczoną w szkole podstawowej, ilość niewiadomych musi być równa ilości równań. Tu mamy jedno równanie zawierające 40 niewiadomych.

Dantzig zaproponował metodę graficzną, która poprzez wyłączanie pól pozwalała znajdować ekstrema. Dzięki tej metodzie pojawiła się możliwość obliczenia funkcji celu.

Amerykańska prasa informowała: (...) *pomysł Dantziga polega na opracowaniu modelu matematycznego, który obejmowałby wszystkie zmienne dowolnego scenariusza produkcji, planowania lub dystrybucji. Mając wszystkie istotne dane na miejscu, program liniowy oblicza najbardziej efektywny i naj-*

¹ LINEAR PROGRAMMING, GEORGE B. DANTZIG; Department of Management Science and Engineering, Stanford University, Stanford, California 94305-4023



Nowość

Serena[®]

Pasty i variegato

Kandy
1985

Kandy
tel.: 692 242 621, e-mail: serena@kandy.pl
www.lauretta.eu/serena

tańszy sposób osiągnięcia pożądanego celu². Metoda Dantzig szybko znalazła zastosowanie w przemyśle. Na początku lat pięćdziesiątych firmy naftowe zaczęły ją stosować na szeroką skalę. Jak tłumaczył Dantzig dla magazynu „Computerworld”: *Zaczeli od prostego problemu, w jaki sposób zmieszać benzynę w celu uzyskania odpowiedniego punktu zapłonu, odpowiedniej lepkości i odpowiedniej liczby oktanowej i spróbowali zrobić to w najtańszy możliwy sposób.*

Było to pierwsze komercyjne zastosowanie metody Dantzig, obecnie znanej jako programowanie liniowe.

Czym jest programowanie liniowe?

Programowanie liniowe jest subtelną i znacznie skuteczniejszą alternatywą dla restrukturyzacji przeprowadzanych „metodą piły łańcuchowej”. Szybka restrukturyzacja jest skuteczna o ile idą za nią nakłady inwestycyjne. Brutalnie odchudzona firma potrzebuje inwestycji, aby przetrwać traumatyczną kurację. Nie każda piekarnia może sobie pozwolić na taki komfort.

Na obecnym etapie rozwoju nauki o zarządzaniu nie jest możliwe przeprowadzenie skutecznej optymalizacji bez zastosowania metody Dantzig.

Na przykład, gdy chcemy w optymalny sposób rozlokować 35 osób na 35 stanowiska do sieci sprzedaży cukierni. Każdy pracownik i każdy sklep mają tylko jedną cechę decyzyjną, np. limit godzin pracy. W praktyce takie przyporządkowanie robi się ad hoc, czyli spontanicznie i „na oko”. W ten sposób nigdy nie dochodzimy do wartości optymalnej. Nieoptymalnie, czyli z błędem, który w skali roku może okazać się wielką liczbą utraconych korzyści.

Jeżeli chcielibyśmy dojść do idealnego przyporządkowania pracowników do sklepów, niezależnie od tego jaki jest cel tej optymalizacji, musielibyśmy za pomocą Excela sprawdzić 1225 rozwiązań (35 razy 35).

Musielibyśmy więc spędzić przy komputerze kilka dni, a to dopiero jedna cecha decyzyjna. A co jeżeli teraz dołączylibyśmy inne cechy, np. odległość miejsca zamieszkania pracownika od miejsca pracy, preferencje psychologiczne doboru personelu do poszczególnych sklepów oraz wyłączenia dni pracy dla poszczególnych osób? W tej sytuacji bezsilne są nawet najnowsze narzędzia klasyfikacji i regresji z obszaru *machine learning*, czy sieci neuronowe z obszaru *deep learning*.

Tymczasem programowanie liniowe rozwiązuje ten problem w ciągu kilku minut.

Dlaczego programowanie liniowe nie jest powszechnie stosowane?

Większość uczelni ekonomicznych ma w swoim programie praktyczne ćwiczenia z metod programowania liniowego. Problem polega na tym, że zadania te wykonuje się ręcznie, przy użyciu długopisu i kalkulatora. Rozwiązanie najprostszego zadania z zastosowaniem rachunku macierzowego jest koszmarnym doświadczeniem. Aby rozwiązać prosty dylemat optymalizacyjny należało przez kilka godzin prowadzić mozolne obliczenia. Często na końcu okazywało się, że drobny błąd przy formułowaniu początko-

wych warunków brzegowych sprawił, że cała praca była zrobiona na marne.

Większość absolwentów uczelni ekonomicznych pamięta programowanie liniowe jako traumę, której za wszelką cenę chcieliby uniknąć w życiu zawodowym. Tymczasem dzisiaj tego typu równania rozwiązuje się za pomocą oprogramowania. Sama praca nad rozwiązaniem nie jest już więc problemem.

Zadanie optymalizacyjne polega obecnie na sformułowaniu wielu prostych równań i nierówności matematycznych. Oprogramowanie rozwiązujące tego typu zagadnienia jest w większości bezpłatne, są nawet specjalne kalkulatory simplex, które są dostępne on line.

Sformułowanie równań i nierówności matematycznych nie jest jednak takie proste. To kolejny powód, który sprawia, że programowanie liniowe w Polsce nie jest zbyt popularne. Osoby, które zawodowo zajmują się pracą z danymi, budowaniem algorytmów i modeli to tak zwani naukowcy danych, czyli data scientisty. To nowy zawód, który powstał na fali masowej komputeryzacji i ogromnego przyrostu ilości danych.

Według niedawno opublikowanych danych z portalu *StackOverflow* około 70% naukowców danych w Polsce to byli informatycy, w większości programiści i administratorzy baz danych, którzy w przeszłości nie mają żadnej praktyki w obszarze organizacji i zarządzania. Powszechne narzędzia używane w obszarze *data science* nie wymagają znajomości ekonomii, matematyki i statystyki. Modele budowane są automatycznie, do efektywnej pracy wystarczy znajomość kodu w języku Python.

Dla takich specjalistów budowanie wzorów matematycznych, odzwierciedlających istniejące procesy biznesowe jest niemożliwą do zrealizowania abstrakcją. Wydaje się, że jedyną barierą stosowania optymalizacji jest właśnie problem z budowaniem równań i nierówności matematycznych. Nie jest to trudna sztuka, lecz wymaga zarówno wyobraźni i podstawowej wiedzy matematycznej, jak i dobrej znajomości zarządzania.

Niemniej uważam, że w niedalekiej przyszłości pojawią się firmy, które będą prowadziły na bieżąco procesy optymalizacyjne procesów biznesowych. W praktyce usługi te będą przypominały usługi informatyków, którzy raz na jakiś czas przyjeżdżają do biura, aby coś zainstalować, albo sprawdzić działanie systemu.

Pierwotnie prace nad wykorzystaniem programowania liniowego prowadzone były najpierw przez państwo w obszarze wojskowości i makroekonomii. Badania operacyjne miały szerokie zastosowania w obszarze logistyki i zaopatrzenia wojsk amerykańskich walczących podczas II wojny światowej. Potem, dzięki innowacjom George'a Dantzig, metody te zaczęły wykorzystywać wielkie koncerny przemysłowe i logistyczne. Dzięki upowszechnieniu tej metodologii oraz powszechnej obecnie dostępności danych metoda ta może upowszechnić się również w małym biznesie, jakim są piekarnie i cukiernie.

Wojciech Moszczyński

² George Dantzig, 90; Created Linear Programming; Los Angeles Times; 22.05.2005