

**Dariusz MILEWSKI<sup>1</sup>, Tomasz BURAS**

<sup>1</sup> Uniwersytet Szczeciński  
Wydział Zarządzania i Ekonomiki Usług  
ul. Cukrowa 8, 71-004 Szczecin  
e-mail: dmilewski1967@gmail.com

## **UWARUNKOWANIA PRAKTYCZNE W OPTYMALIZACJI PROCESÓW DOSTAW PRZESYŁEK**

### **Streszczenie:**

Liczba czynników, które mają wpływ na efektywność procesów logistycznych i transportowych sprawia, że znalezienie optymalnego rozwiązania danego problemu decyzyjnego jest bardzo trudne. Z tego powodu opracowywane są modele, które umożliwiają znalezienie rozwiązania zbliżonego do optymalnego. Dużym ułatwieniem w podejmowaniu decyzji są narzędzia informatyczne. Niezależnie jednak od tego, czy mówimy o modelu matematycznym w postaci analitycznej, czy też jego implementacji w programie komputerowym, muszą być uwzględnione praktyczne uwarunkowania, w jakich realizowane są procesy transportowe. Wówczas modele te mogą być praktycznie przyjęte, jako odzwierciedlenie rzeczywistych systemów logistycznych. Uwzględnieniu tych uwarunkowań w różnego rodzaju modelach jest poświęcony ten artykuł. Rozważania prowadzone są z perspektywy podmiotów świadczących usługi transportowe, spedycyjne i logistyczne.

Słowa kluczowe: procesy transportowe, optymalizacja, modelowanie.

### **WPROWADZENIE**

Procesy transportowe, w tym procesy dostaw towarów, bardzo trudno jest organizować i zarządzać nimi tak, aby ich efektywność ekonomiczna była jak największa. Na proces transportowy wpływ ma wiele różnych czynników w dużej części zewnętrznych i niezależnych od podmiotów realizujących te procesy. Z tego też powodu trudno jest znajdować optymalne rozwiązania dotyczące przewozów towarów oraz modelować procesy w taki sposób, żeby z jednej strony modele te odpowiadały rzeczywistości, a z drugiej stanowiły użyteczne w praktyce narzędzie podejmowania decyzji. Inaczej mówiąc, modele takie powinny być przyjazne dla pracowników nie dysponujących wiedzą akademicką, a jednocześnie pozwalać na rozwiązywanie skomplikowanych często problemów decyzyjnych. Stawianie takich wymagań modelom decyzyjnym stwarza swego rodzaju „napięcie” – z jednej strony złożoność problematyki transportowej skłania do opracowywania metod optymalizacyjnych, które mają za zadanie usprawnić procesy decyzyjne<sup>1</sup>. Z drugiej strony właśnie ta złożoność stwarza pokusę upraszczania modeli. Istnieje jednak pewna granica takiego upraszczania, za którą modele nie mają już związku z rzeczywistością i chociaż upraszczają podejmowanie decyzji, to jednak decyzje te mogą być nieoptymalne. Postuluje się więc takie upraszczanie modeli, aby osiągnęły optymalny stopień skomplikowania, czyli taki, który będzie usprawniał proces podejmowania decyzji, a jednocześnie będzie odzwierciedlał modelowaną rzeczywistość w taki sposób, żeby

<sup>1</sup> W literaturze określa się je jako kompromis między wiernością opisu przez model realiów procesu decyzyjnego a możliwościami wyznaczenia rozwiązania optymalnego. Zob. przykładowo: *Badania operacyjne*. Pod red. Wojciech Sikora, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2008, s. 12.

uzyskane wyniki w modelu nie odbiegały zbyt od tych, które zostaną uzyskane w rzeczywistości w wyniku podjęcia sugerowanej przez model decyzji. Modele powinny więc uwzględniać praktyczne uwarunkowania, w jakich funkcjonują przedsiębiorstwa z branży TSL i w jakich realizowane są świadczone przez nich usługi. Intencją autorów nie było opracowanie wzmiarkowanych modeli, chociażby ze względu na objętość tego referatu, ale jedynie przedstawienie rekomendacji dla budowania takich modeli. Rekomendacje te dotyczą przede wszystkim zagadnień, które należałoby w tych modelach uwzględnić, czy też inaczej mówiąc opisać je za pomocą języka matematyki.

W procesie modelowania dwa pierwsze etapy to: sformułowanie problemu decyzyjnego oraz budowa modelu matematycznego sytuacji decyzyjnej.

Model matematyczny składa się z 3 części:

1. Funkcja celu (kryterium) - jest to funkcja dowolnej zmiennej matematycznej
2. Warunki uboczne (bilansowe, ograniczające) - są to funkcje dowolnej postaci matematycznej, które są ograniczone z dołu lub z góry jakimiś wartościami (wielkościami)
3. Warunki brzegowe – nie mogą występować wartości ujemne

Przy budowie modelu zakłada się, że relacja między pewnymi zjawiskami może być opisana za pomocą odpowiedniego wzoru matematycznego. Przy założeniu, że relacje te mają charakter mierzalny, możemy założyć, że taka możliwość istnieje przynajmniej teoretycznie.

Ze względu na charakter problemów decyzyjnych występujących w transporcie oraz typ relacji zachodzących między zmiennymi i rodzaj wykorzystywanych danych można stwierdzić, że problemy decyzyjne w odniesieniu do transportu będą często problemami nieliniowymi, w których wykorzystuje się dane dyskretne. W transporcie charakter relacji występujących między podejmowanymi decyzjami a ich skutkami stanowi spore wyzwanie dla dyscyplin naukowych z dziedzin ekonomii i zarządzania zajmujących się zagadnieniami optymalizacji i modelowania. Zależności te bowiem trudno jest ująć w modelu.

### 3. PROCESY DOSTAW W TOWAROWYM TRANSPORCIE SAMOCHODOWYM

Do najważniejszych czynników, który organizator procesu transportowego powinien uwzględnić, można zaliczyć:

1. Rodzaj przesyłki – podatność transportowa, wielkość
2. Odległość i relacja przewozowa
3. Wymogi zleceniodawcy – akceptowana cena, czas dostawy terminowość dostawy
4. Okres realizacji zlecenia
5. Uwarunkowania (naturalne, prawne, infrastruktura)

Potrzeby transportowe użytkownika transportu można natomiast zaspokoić w różny sposób. Należy dokonać wyboru: gałęzi transportu, przewoźnika, środka transportu, drogi przewozu, technologii transportu. Wybór określonego sposobu transportu może stanowić problem decyzyjny, który może być rozwiązany przy wykorzystaniu odpowiedniego modelu.

Podstawowy proces dostawy towarów składa się z trzech elementów:

- czynności związane z załadunkiem;
- czynności związane z przewozem;
- czynności związane z wyładunkiem.

**Zakres czynności związanych z załadunkiem** jest ściśle związany z kilkoma parametrami, do których zaliczamy: masę, rozmiar i wielkość ładunku, kształt ładunku,

opakowanie, właściwości naturalne ładunku, wielkość i kształt pomieszczeń wykorzystywanych do przewozu ładunku na pojeździe, kolejność wyładunku. Wszelkie przesyłki o dużych gabarytach lub dużej masie, które w pełni wykorzystują ładowność pojazdu ładowane są zwykle przez nadawcę i nazywane są przesyłkami całopojazdowymi. W procesie transportowym czynności związane z załadunkiem należą do najważniejszych, a czas i koszty z nimi związane leżą w kwestii zainteresowania nie tylko usługobiorcy (który jest zainteresowany szybką dostawą i szybkim obrotem środków zaangażowanych w produkcji towarowej) ale również i przewoźnika, dla którego postój taboru podczas ładunku powoduje jego wykluczenie z pracy przewozowej.

**Czynności związane z przewozem ładunku** stanowią podstawowe ogniwo całego procesu transportowego. Warto zaznaczyć tutaj, że przewóz może odbywać się z przerwami technicznymi lub bez nich. W przypadku gdy mamy do czynienia z przewozami kombinowanymi należy dążyć by czas przerw związanych ze zmianą środka transportowego był możliwie najkrótszy. Kwestia ta dotyczy również zmiany technologii transportu

**Czynności związane z wyładunkiem** podobnie jak te związane z załadunkiem stanowią bardzo ważne ogniwo całego procesu transportowego. Podobnie jak przy załadunku czynności te powodują przestój środka transportowego, wyłączając go z bezpośredniej pracy. W celu optymalizacji czasu tego procesu, niektóre z środków transportowych wyposażane są w urządzenia ułatwiające rozładunek, np. HDS, co stanowi alternatywę dla wykorzystywania stacjonarnych urządzeń przeładunkowych w miejscach za i wyładunku.

Na efektywność całego procesu dostaw przesyłki wpływ mają więc procesów w poszczególnych jego etapach. Jeśli funkcją celu miałyby być jak najmniejsze koszty tego procesu, to można powiedzieć, że jego koszt jest sumą kosztów tych trzech wymienionych wyżej etapów. Jednak takie stwierdzenie nie oddaje całości zagadnienia i nie uwzględnia problemów o charakterze systemowym. Nie można bowiem powiedzieć, że w celu obniżenia kosztów całego procesu należy dążyć do obniżenia kosztów któregoś lub wszystkich etapów procesu. W wielu wypadkach wprost przeciwnie – oszczędzanie na kosztach jednego elementu procesu może spowodować bardziej niż proporcjonalny wzrost kosztów w innych elementach, a w efekcie wzrost kosztów całkowitych. W tym wypadku najlepszym przykładem są chyba zbyt niskie nakłady na sferę przeładunkową, która powoduje, że wydłuża się czas oczekiwania środków, transportu, a więc rosną koszty z tym związane. Istnieje więc pewien optymalny potencjał przeładunkowy, przy którym łączne koszty procesu są najniższe. Problemem decyzyjnym może być również wybór wspomnianej wcześniej technologii i techniki przeładunkowej. Z matematycznego punktu widzenia relacje między kosztami transportu i przeładunku stanowią spore wyzwanie, ponieważ model powinien uwzględniać relacje pośrednie i bezpośrednie. Wybór sposobu przeładunku ma wpływ na koszty samego procesu za i wyładunku ale i na inne koszty (transportu) oraz na jakość usługi transportowej i prawdopodobnie na wynikające z tej jakości przychody zleceniobiorcy (przewoźnika lub spedytora).

Jeżeli optymalizowanie pojedynczego procesu sprawia poważne problemy, to tym bardziej optymalizowanie wielu powiązanych procesów.

W ramach procesu dostaw w jednym tylko środku transportu może być przewożonych więcej niż jedna przesyłka, jak to ma miejsce w przypadku organizacji przewozów tzw. przesyłek drobnych. W przypadku tego typu usług mamy do czynienia z różnymi procesami, które możemy wyróżniać z różnego punktu widzenia:

- procesy przewozu poszczególnych przesyłek (w ramach systemu realizowana jest wiązka procesów przewozu poszczególnych przesyłek, które to procesy powiązane są poprzez wspólnie wykorzystywane zasoby);
- procesy na poszczególnych fazach przewozu przesyłek:

- „kolekcja”<sup>2</sup> przesyłek w rejonie od nadawców
- obróbka w terminalu nadania
- przewóz zbiorczy przesyłek tzw. transportem liniowy
- obróbka w terminalu przyścia
- dystrybucja<sup>3</sup> przesyłek w rejonie do odbiorców

Do realizacji tych procesów zaangażowane są różne zasoby: środki transportu o różnej ładowności stosowane w dystrybucji przesyłek (zwózka i rozwózka), terminale przeładunkowe wraz z wyposażeniem, wysokotonażowe środki transportu liniowego (łączące te terminale).

Usługa przewozu przesyłki drobnej może być zrealizowana w różny sposób, co oznacza, że występować mogą różne kombinacje procesów i zasobów, z czego również wynikają różne problemy decyzyjne.

Problem decyzyjny pojawia się już na etapie konstruowania systemu m.in. przy określaniu wielkości sieci dystrybucji przesyłek. Im większa sieć, czyli inaczej mówiąc im więcej terminali w systemie tym krótsze są odległości w zwózce i rozwózce towarów, a więc niższe koszty transportu, a wyższe koszty terminalowe ze względu na ich rozdrobnienie. Znowu więc można powiedzieć, że istnieje pewna optymalna liczba terminali, przy której łączne koszty są najniższe. Problem jednak jest dość skomplikowany. Zarówno koszty terminali jak i transportu mogą zmieniać się nierównomiernie wraz ze zmianą wielkości sieci. Jeśli chodzi o transport nie jest to tylko kwestia odległości. Przy coraz większej ilości terminali zmniejsza się ilość przesyłek przypadających na jeden terminal, co utrudnia osiągnięcie korzyści skali ale też i odpowiedniego poziomu jakości usług. Dość złożony jest również związek wielkości sieci z kosztami terminalowymi oraz z ich wydajnością. Podobnie jak poprzednio nie można stwierdzić, że koszt całkowity sieci jest iloczynem ilości punktów i np. jakiegoś średniego kosztu jednego punktu, ponieważ koszt ten może się różnie kształtować w zależności od przede wszystkim lokalizacji oraz wielkości i wyposażenia takiego terminalu. Co więcej, wyposażenie terminalu, które stanowi determinantę jego potencjału oraz kosztów funkcjonowania jest właśnie funkcją wielkości sieci. Przy dużym bowiem rozdrobnieniu nieopłacalne być mogą inwestycje w wysokowydajny sprzęt manipulacyjny (przeładunek, magazynowanie i przemieszczanie wewnątrz terminalu). Inwestycje takie mogą być natomiast opłacalne wtedy, gdy eksploatowana jest ograniczona liczba dużych punktów przeładunkowych, w których koszty jednostkowe mogą dzięki temu być stosunkowo niskie. W podejmowaniu więc decyzji o wielkości sieci należy uwzględnić nie tylko koszty ogółem ale i strukturę kosztów a mianowicie udział kosztów stałych i zmiennych w kosztach całkowitych. Tymczasem w wielu modelach zdaje się zakładać występowanie tylko kosztów zmiennych.

Problem ten pojawia się również w odniesieniu do decyzji operacyjnych, a więc na przykład problemów zwózki i rozwózki przesyłek w rejonach funkcjonowania terminali. Pojawia się tutaj m.in. istotny problem wyznaczania optymalnych tras przewozu. Do rozwiązania tego problemu opracowano różne metody – na przykład „problem komiwojażera”. Należy jednak zwrócić uwagę, że po pierwsze stosowanie kryteriów optymalizacyjnych takich jak odległość przewozu może nie być właściwe. Najkrótsza trasa może nie być najtańsza, ze względu np. na parametry danej drogi. Poza tym wydłużenie trasy

<sup>2</sup> W terminologii praktyków „kolekcja” oznacza proces podjęcia przesyłek drobnych od nadawców i dostawę do terminalu przeładunkowego.

<sup>3</sup> W terminologii praktyków dystrybucja oznacza proces dostawy z terminalu przeładunkowego do odbiorcy docelowego.

może być korzystne jeśli zastosowany zostanie środek transportu o większej ładowności<sup>4</sup>, co oznacza, że zmienia się właśnie wspomniana wcześniej struktura kosztów.

Konieczność spojrzenia systemowego pojawia się również w przewozach całopojazdowych i to również w takich, w których przewożona jest jedna przesyłka od jednego nadawcy do jednego odbiorcy. Jeśli usługodawca posiada flotę pojazdów to musi planować ich trasę w taki sposób, aby ograniczać ilość pustych przebiegów. Problem ten jest trudny do rozwiązania ponieważ to, co jest korzystne z punktu widzenia jednego pojazdu może nie być korzystne z punktu widzenia innego, a pośrednio z punktu widzenia całego systemu. Problem można rozwiązać przy wykorzystaniu tzw. „zadania transportowego”, z pewnym jednak zastrzeżeniem. Zadanie transportowe zakłada stałość parametru na tej trasie. Całkowity koszt przewozu w dalszej relacji przewozowej obliczany jest jako iloczyn kosztu jednostkowego i masy ładunkowej. Jeśli ładunki przewożone w środkach transportu o takiej samej ładowności<sup>5</sup> (co może mieć miejsce w firmach transportowych specjalizujących się w przewozach całopojazdowych), to takie podejście może mieć uzasadnienie. Problem jednak może się skomplikować jeśli w wyniku podzielenia masy ładunkowej, uzasadnione będzie wykorzystanie środków transportu o różnej ładowności<sup>6</sup>. W takim przypadku koszt jednostkowy uzależniony jest od wielkości tej masy, co znacznym stopniu utrudnia zastosowanie adekwatnego modelu matematycznego.

#### 4. PRAKTYCZNE PROBLEMY ORGANIZACJI I PLANOWANIA PROCESÓW DOSTAW PRZESYŁEK

Na obecnym etapie badań można wskazać na dwa podstawowe problemy występujące w transporcie, które mają istotny wpływ na optymalizowanie procesów transportowych:

- nieproporcjonalność zmian efektywności procesów transportowych w stosunku do zmian ich parametrów (zmiany te często mają charakter skokowy)
- niski często stopień przewidywalności czynników mających wpływ na tą efektywność

Problemy te wynikają z jednej strony ze specyficznych cech usług transportowych a z drugiej z oddziaływania otoczenia, w jakim realizowane są procesy transportowe.

Koszt przewozu w praktyce nie jest prostą funkcją odległości, o czy częściowo wspomniane już wcześniej. Bardzo często koszt przewozu jednostki towaru na jednostkę odległości nie jest stały, co oznacza, że w wielu wypadkach nie można po prostu przemnożyć odległości przez przyjęty stały koszt jednostkowy, ponieważ ten koszt jest funkcją odległości. Przewoźnicy i spedytorzy oferują niższe stawki za przewóz przesyłki na odległości 1 km, co oznacza, że koszt jednostkowy maleje wraz ze zwiększaniem się odległości.

Tablica 1. Przykładowa tablica średnich stawek w ruchu krajowym.

Odległość/Pojazd	Bus 8 pal	Solo 18 pal	Naczepa 34 pal
0-100km	2,16 zł/km	3,02 zł/km	3,50 zł/km
101-200km	1,78 zł/km	2,63 zł/km	3,31 zł/km
201-250km	1,54 zł/km	2,12 zł/km	2,97 zł/km
251-500km	1,26 zł/km	1,91 zł/km	2,81 zł/km
500- i więcej km	1,2 zł/km	1,83 zł/km	2,75 zł/km

Źródło: opracowanie własne na podstawie zleceń transportowych w roku 2011.

<sup>4</sup> W dystrybucji przesyłek drobnych zazwyczaj stosuje się środki transportu o niedużej ładowności – kilku, ewentualnie kilkunastu tonowe. W niektórych przypadkach, jeśli istnieją takie możliwości, stosowane są też pojazdy wysokotonazowe.

<sup>5</sup> Przykładowo, jeśli wykorzystywana jest flota zestawów drogowych – ciągnik + naczepa 13,6 m o ładowności 34 palet, lub zestawów powiększonych – 38 paletowych.

<sup>6</sup> w zadaniu transportowym masa ładunkowa, dostarczana do różnych odbiorców jest dzielona między różnych dostawców.

Już na etapie przyjmowania zlecenia pojawia się problem decyzyjny – czy przyjąć dane zlecenie czy z niego zrezygnować. Opłacalność realizacji zlecenia transportowego jest w praktyce wypadkową wielu różnych czynników. Dwa przewozy realizowane na takiej samej odległości mogą wiązać się z różnym poziomem zysków, nawet jeżeli stawki transportowe są takie same, ponieważ różny może być poziom kosztów na danej relacji przewozowej. Różnice w kosztach mogą wynikać z jakości infrastruktury, odpraw celnych, możliwości pozyskiwania ładunków powrotnych. Problem pustych przebiegów jest w transporcie bardzo trudny do rozwiązania. Często praktyką jest obiecywanie przez spedycję współpracującym z nimi przewoźnikom ładunku powrotnego, czego ci pierwsi oczywiście nie są w stanie zagwarantować. W efekcie przewoźnik po rozładunku staje przed dramatycznym dla niego dylematem – wracać na bez ładunku, czy czekać na ładunek powrotny nie mając pewności, czy ładunek taki w akceptowalnym czasie rzeczywiście będzie do dyspozycji. Z naukowego punktu widzenia interesujące (i pocieszające) jest to, że firmy funkcjonujące na rynku usług transportowych od dłuższego czasu zauważają pewne prawidłowości jeśli chodzi o pozyskiwanie ładunków powrotnych. Oznacza, to że istnieje stosowanie w praktyce metod wykorzystujących rachunek prawdopodobieństwa do znajdowania optymalnych rozwiązań<sup>7</sup>.

Wysoki stopień nieprzewidywalności otoczenia dotyczy wielu różnych czynników, w tym w dużym stopniu czynnika ludzkiego. Przykładowo w poprzednim punkcie poruszyliśmy problem optymalizacji dystrybucji przesyłek drobnych. Opracowanie planu transportowego w rejonie działania terminalu ma konsekwencje w postaci ilości i wielkości tras przejazdów środków transportu ale także ładowności pojazdów. Praktyczne uwarunkowania komplikują to zagadnienie. Bardzo często informacje uzyskiwane od klientów firm transportowych i spedycyjnych nie pokrywają się ze stanem faktycznym, co powoduje, że faktyczny czas przejazdu jest dłuższy niż by to wynikało z teoretycznego modelu. Przy wysokim stopniu nieprzewidywalności oraz założonym wysokim stopniu jakości usług, nawet jeżeli z modelu wynika, że warto zastosować większy środek transportu, który będzie obsługiwał większą ilość punktów, to prawdopodobnie, mniejsze (a więc i bardziej elastyczne) pojazdy będą bardziej uzasadnione.

Bardzo ważnym czynnikiem efektywności procesów transportowych są uwarunkowania prawne, które stanowią często ograniczenie w podejmowaniu decyzji. Do podstawowych ograniczeń prawnych w transporcie samochodowym zaliczyć należy limity czasu pracy kierowców, ograniczenia przejazdu ciężkich pojazdów w określone dni oraz okraczenia gabarytów tych pojazdów. Przykładowo czas pracy kierowców jest przyczyną wspomnianej wcześniej nieproporcjonalności relacji procesów transportowych, w tym wypadku zmian kosztów transportu w zależności od wielkości pracy przewozowej. Jeżeli zlecenie transportowe dotyczy przewozu ładunku na trasie, której przejechanie w danych warunkach wymaga czasu przekraczającego dopuszczalny limit czasu pracy kierowcy, to koszt realizacji tego zlecenia rośnie skokowo<sup>8</sup>. Ograniczenie to można „obejść” poprzez zatrudnienie drugiego kierowcy, ale to również oznacza wzrost kosztów.

## 5. OPROGRAMOWANIE KOMPUTEROWE W PODEJMOWANIU DECYZJI

Zastosowanie narzędzi informatycznych jest jednym z podstawowych warunków zastosowania teoretycznych modeli matematycznych w praktyce. Oprogramowanie powinno spełniać dwa podstawowe wymogi: przyjazność dla użytkownika oraz integracja z systemem

<sup>7</sup> Nad modelem uwzględniającym czas postoju i prawdopodobieństwo pozyskania zleceń w danej lokalizacji pracowano przy współudziale jednego z autorów referatu w firmie VOS Logistics.

<sup>8</sup> Czas przejazdu po danej trasie zależy w dużej mierze od jakości infrastruktury.

komputerowym firmy transportowej. Co więcej, można właściwie stwierdzić, że możliwości technologiczne, jakie obecnie otwierają się przed przedsiębiorstwami z branży TSL, stwarzają większe szanse dla zastosowania teoretycznych modeli w praktyce, niż to miało miejsce dawniej. Bez wykorzystania zaawansowanych rozwiązań teleinformatycznych stosowanie modeli optymalizacyjnych jest w praktyce utrudnione z powodu konieczności szybkiego podejmowania decyzji przez organizatorów przewozu. Z tego powodu praktycy podejmują często decyzje intuicyjnie, bez gwarancji oczywiście, że są to decyzje faktycznie optymalne. Współczesne technologie oferują wysoki stopień zautomatyzowania i przetwarzania danych. Przykładowo informacje o lokalizacji pojazdów w przestrzeni mogą być pozyskiwane drogą satelitarną (GPS), wprowadzane automatycznie do komputera i przetwarzane przy wykorzystaniu odpowiedniego algorytmu, unikając w ten sposób praco i czasochłonnego procesu wprowadzania i przetwarzania danych przez pracownika. Dzięki temu model matematyczny (jeśli odzwierciedla w wystarczający sposób modelowaną rzeczywistość) może być wykorzystany w systemie komputerowym, którego jednym z modułów może być model optymalizacyjny.

Wykorzystanie systemu informatycznego jest kluczowe przy podejmowaniu decyzji o przyjęciu zlecenia i doborze właściwego środka transportu, a więc na tym etapie, na którym są największe możliwości optymalizacji procesu transportowego.

System IT powinien być dostępny dla użytkownika, możliwie prosty i przejrzysty, podpowiadający na każdym kroku, wyręczający niedoskonałego pracownika. System powinien zastępować wieloletnie doświadczenie spedytora, tak aby nowy pracownik za pomocą tego narzędzia mógł pracować wydajnie. Pojawia się w związku z tym inne interesujące, również z naukowego punktu widzenia pytanie – czy zastosowanie oprogramowania, które wykorzystuje odpowiedni algorytm może pozwolić na automatyzację podejmowania decyzji, a więc w konsekwencji na wyeliminowanie w tej funkcji człowieka. Na to pytanie trudno w tej chwili dać jednoznaczną odpowiedź. Wydaje się, że istnieją przynajmniej teoretycznie takie możliwości, przynajmniej w odniesieniu do problemów typowych, powtarzalnych. Zauważyć można jednak, że w chwili obecnej nawet te firmy, które starają się stosować modele matematyczne w praktyce, ostateczną decyzją pozostawiają jednak człowiekowi. Przyczyną jest to, że niektóre czynniki, które należy wziąć pod uwagę mają charakter niemierzalny lub są trudne do zmierzenia.

Problem wart jest rozważenia, ponieważ planowanie realizacji procesów transportowych jest czasochłonne, wymaga zaangażowania wysoko wykwalifikowanych pracowników, udział czynnika ludzkiego jest przyczyną powstawania błędów z przyczyn nieraz bardzo prozaicznych (zniekształcenie informacji podczas przyjmowania zlecenia). Bardzo poważnym problemem jest w transporcie i spedycji nielojalność pracowników, którzy wykorzystują informacje uzyskane w firmie dla własnych prywatnych celów, a nawet odchodzą z niektórymi klientami.

Wyeliminowanie człowieka na przykład na etapie przyjmowania zlecenia jest jednak utrudnione również z innych względów. Przykładowo małe firmy preferują kontakt osobisty z pracownikiem przedsiębiorstwa spedycyjnego lub transportowego. System komputerowy z wbudowanym modułem optymalizacyjnym może być przydatny również w tym przypadku. System powinien działać sprawnie bez zastoju oraz intuicyjnie aby spedytor mógł prowadzić swobodną rozmowę z klientem nie skupiając się zbyt na obsłudze programu. Po wprowadzeniu nazwy klienta automatycznie pojawiają się dane adresowe kontrahenta oraz kilka ostatnich relacji przewozowych. Mapa zintegrowana z systemem do obsługi procesu transportowego, powinna działać szybko dając wynik w postaci ilości kilometrów danej trasy.

Doskonałym rozwiązaniem przyjmowanie zleceń przez system zintegrowany z systemem magazynowym oraz produkcyjnym klienta bądź w przypadku mniejszych klientów poprzez

tak zwaną „końcówkę kliencką”. Przy tak zaawansowanej współpracy klienci posiadają standardowe relacje przewozowe na które stawki zostały obustronnie ustalone za całe frachty (Phillips Lightning) lub przy nie dających się przewidzieć relacjach za tona/km lub pojazd (Zakłady Chemiczne Police, Cukrownie). Dla przesyłek drobnicowych kurierskich ustalane są ryczałty euro-paletowe, paletowe, kubaturowe, paczkowe, listowe które system automatycznie przedstawia na podstawie wprowadzonych parametrów logistycznych przesyłki, czy też określone przez zleceniodawcę.

Pomocniczym narzędziem jest wizualizacja posiadanej floty oraz tak prozaiczne urządzenie jak kalkulator dostępny w aplikacji. Pracownik uzbrojony w te narzędzia w ciągu pierwszej minuty rozmowy może podać klientowi przybliżoną lub ostateczną kwotę frachtu a także określić dostępność własnej floty. Samo już jednak obliczenie kosztów oraz stawki za usługę stanowi spore ułatwienie w pracy np. spedytora. Jednak aby system dostarczał praktycznych korzyści pracownikowi powinien uwzględniać czynniki, które w praktyce mają wpływ na kształtowanie się kosztów transportu.

Na tworzenie stawki wpływ ma wiele mierzalnych i niemierzalnych czynników. Każdy region w Polsce i Europie jest specyficzny pod względem atrakcyjności przybycia do niego przez środek transportu gdyż wyjazd z regionu jest mocno uwarunkowany popytą handlu co za tym idzie popytem na transport. Jeżeli region jest atrakcyjny stawka będzie niższa, jeżeli natomiast dostawa do danej lokalizacji będzie się wiązała się z kilkudniowym postojem lub nawet pustym powrotem będzie ona powiększona o takie ryzyko, w skrajnym wypadku fracht będzie liczony w dwie strony. Poszczególne kraje posiadają zróżnicowane koszty przejazdu w tym opłaty promowe, tunele, czasami potrzebne są zezwolenia na transport w ramach konkretnego państwa. Po raz kolejny więc należy podkreślić że koszty transportu mogą kształtować się bardzo różnie w zależności od konkretnych uwarunkowań w jakich realizowany jest przewóz

Z drugiej strony w przypadku dyspozytora który akurat posiada samochód w konkretnej lokalizacji, dobry system informatyczny może być bardzo przydatny. Spedytor który posiada czytelny i łatwy dostęp do historii ładunków sprawnie może dotrzeć do firm które nadają ładunki w rejonie gdzie znajduje się jego samochód, mając podgląd poprzednich zleceń jest zorientowany jakie stawki oferują klienci.

Niezależnie jednak od tego, w jaki sposób dane (o zleceniu, pojazdach itd.) są wprowadzane do systemu (automatycznie, przez klienta, spedytora), jeśli już znajdują się w systemie mogą być wykorzystane do podejmowania decyzji, co stanowi właśnie podstawę do wykorzystania modeli optymalizacyjnych. System komputerowy musi więc charakteryzować się wysokim stopniem integracji, jeśli metody optymalizacyjne miałyby być wykorzystane w praktyce. Dotyczy to nie tylko wspomnianego problemu wprowadzania danych, ale również wykorzystania danych uzyskanych z modułu optymalizacyjnego do zarządzania firmą. Moduł taki powinien być więc zintegrowany z innymi (kadry, księgowość, rozliczenia z kierowcami) oraz być wykorzystywane do zarządzania operacyjnego.

Klient powinien mieć stały dostęp do lokalizacji pojazdu poprzez system GPS i do danych kontaktowych kierowcy, bądź w przypadku transportów poprzez sieć terminalową, ostatnią lokalizację wraz z danymi kierowcy prowadzącego kolekcję oraz dystrybucję. Aplikacja pracownika operacyjnego powinna posiadać możliwość wysyłania wiadomości tekstowych do kierowcy, co ułatwia, przyspiesza i eliminuje potencjalne błędy przekazu telefonicznego. Potwierdzone dokumenty powinny być skanowane i przechowywane na serwerze do którego miałby dostęp klient poprzez końcówkę kliencką czy też aplikację sieciową. W przypadku przesyłek drobnicowych/kurierskich status przesyłki powinien być nadany bezpośrednio przez kierowcę za pomocą GSM wraz z podpisem odbiorcy.



Można oczywiście wyobrazić sobie teoretyczną sytuację, że program optymalizacyjny stanowi odrębną aplikację, do której spedytor ręcznie wprowadza dane a następnie po uzyskaniu wyników wprowadza je do innych programów wykorzystywanych w firmie. W praktyce jednak trudno byłoby przekonać pracowników do takiego sposobu pracy.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Beck Christopher J., Prosser Patrick, Selensky Evgeny: On the Reformulation of Vehicle Routing Problem and Scheduling Problems, SARA 2002, Springer – verlag Berlin Heidelberg 2002, s. 282 – 289.
- [2] Badania operacyjne. Pr. zb. Pod red. Edmunda Ignasiaka, PWE, Warszawa, 2001.
- [3] Badania operacyjne. Pr. zb. Pod red. Wojciech Sikora, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2008.
- [4] Dembińska – Cyran I., Gubała M.: Podstawy zarządzania transportem w przykładach, Biblioteka Logistyka, Poznań 2003, s. 14 - 47
- [5] Jędrzejczyk Z., Kukuła K., Skrzypek J., Walkosz A.: Badania operacyjne w przykładach i zadaniach, pod red. K. Kukuła, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
- [6] Konwencja europejska z dnia 1 lipca 1970 r. dotycząca pracy załóg pojazdów wykonywających międzynarodowe przewozy drogowe, DzU z 1999r. nr 94, poz. 1087 (w tekście zwany Konwencja AETR);
- [7] Machado Penousal, Tavares Jorge, Francisco B. Pereira, Costa Ernesto: Vehicle Routing Problem: Doing it in the Evolutionary Way, Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO'2002), New York, USA, 9-13 July, 2002.
- [8] Milewski D.: Model efektywności przewozów całopojazdowych, Zeszyty Naukowe US 2009.
- [9] Milewski D.: Optymalizacja wyboru sposobu przewozu przesyłek drobnych, Gospodarka Materiałowa & Logistyka nr 2/2011.
- [10] Milewski D.: Problematyka optymalizacji przewozów całopojazdowych, „Logistyka” 2007. Nr 3.
- [11] Milewski D., Kwarciniński T., Usługi przewozów przesyłek drobnych w małej firmie sektora TSL, Przedsiębiorstwo usługowe. Case study. wydawnictwo Beck. 2009
- [12] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury dnia 18 sierpnia 2003 r. w sprawie okresowych ograniczeń oraz zakazu ruchu niektórych pojazdów na drogach (Dz.U. nr 161, poz. 1565)
- [13] Rynek usług logistycznych. Red. M. Ciesielski, Difin, Warszawa 2005, s. 44 – 46.
- [14] Ustawa z 16 kwietnia 2004 r. o czasie pracy kierowców (DzU nr 92, poz. 879)

### PRACTICAL CONSIDERATIONS OF MODELING AND OPTIMIZATION IN PARCEL DELIVERY PROCESSES

#### Abstract:

The multiplicity of factors affecting the efficiency of logistics and transportation processes makes finding the optimal solution of the decision problem very difficult. For this reason, optimization models are developed that can at least find a solution close to optimal. Even more help in making decisions are the informatics tools. However, regardless of whether we are talking only about the mathematical model, or whether the model is used in a computer program, the practical circumstances in which transport processes are implemented, must be taken into account, if the models were to be a true reflection of the actual logistics systems. This paper is just devoted to the issue of including these determinants in various models. Deliberations are conducted from the perspective of providers of transportation freight forwarding and logistics services.

Key words: transport processes, optimization, modeling.