

## ZASTOSOWANIE METOD HEURYSTYCZNYCH W ZADANIU OPTYMALIZACJI PROCESÓW MAGAZYNOWYCH. CZ. 3

Artykuł poświęcony jest metodą heurystycznym w zadaniu optymalizacji procesów magazynowych. Ze względu na dużą złożoność procesów zachodzących w magazynie aby dobrze opisać i oszacować te procesy tradycyjne metody analizy danych nie spełniają swojego zastosowania. W celu agregacji reguł postępowania i znalezienie jak najlepszych czyli optymalnych procesów magazynowych autor zaproponował metodę heurystyczną. W tym celu zostały przedstawione kolejne etapy tworzenia modelu w programie AnyLogic. Pozwala to na budowę modelu magazynu oraz poprzez parametryzowanie jego czynników szukanie najlepszych rozwiązań. Metoda oparta na heurystykach mająca zastosowanie w programie AnyLogic pozwala na tworzeniu optymalnych rozwiązań oraz wskazuje na wąskie gardła jakie mogą pojawić się przy równych obciążeniach systemu.

### WSTĘP

W krajach gdzie logistyka odgrywa w firmach kluczową rolę, rynkiem rządzą międzynarodowe korporacje. Firmy szukają rozwiązań wdrażając nowoczesne systemy, by zminimalizować koszty zmienne, stałe oraz dążą do polepszenia jakości wyrobów ale także zmniejszenia czasu realizacji dostaw. Wszystko zmierza w kierunku rozwoju firm oraz do zwiększenia wpływów przedsiębiorstwa.

Dowodem na rozwój logistyki i procesów magazynowania jak i samych magazynów nie trzeba daleko szukać. Wrocław - Bielany Wrocławskie, wybudowanie kolejnego magazynu Amazon, poszerzanie coraz to większego parku Prologis w celu zbierania coraz to większej ilości nowych partnerów biznesowych z całego świata. Jest to rozwojowe dla całego Polskiego przemysłu logistycznego, gdyż tacy giganci jak Amazon tworzą u nas jedne ze swoich kluczowych magazynów w Europie.

Celem pracy jest wykonanie projektu z podstaw teoretycznych logistyki magazynowania, pokazanie jak funkcjonuje firma usługowo-handlowa Aluprogres z wykorzystaniem programu Adonis oraz przedstawienie projektu symulacji magazynu w programie Anylogic. Praca składa się z trzech głównych rozdziałów. W pierwszym omówione zostaną pojęcia z logistyki magazynowania takie jak: przyjmowanie, składowanie, kompletacja, wydawanie towarów. W rozdziale drugim przedstawiona zostanie charakterystyka firmy Aluprogres, powstanie, przedmioty działalności firmy oraz zaprezentowana będzie analiza Swot/Tows. Ostatni rozdział prezentuje instrukcje do stworzenia symulacji w programie Anylogic. Zostały zaprezentowane dwie symulacje. Pierwsza pokazuje magazyn Aluprogres na dzień dzisiejszy, druga zaś prezentuje magazyn po wdrożeniu systemu RFID

### 1. PODSTAWY TEORETYCZNE LOGISTYKI MAGAZYNOWANIA

Gospodarka magazynowa jest działalnością, która obejmuje zespół środków, czynności organizacyjnych, technicznych oraz zadań ekonomicznych związanych z przechowywaniem zapasów znajdujących się w magazynie. Skoro już wyjaśniliśmy sobie czym jest gospodarka magazynowa, to teraz pora przejść do tego czym jest magazyn oraz dobra materialne (zapasy).

Magazyn sam w sobie jest planowaną przestrzenią, która służy do manipulowania zapasami oraz ich efektywnego przechowywania. Czynnością wykonywaną w magazynie jest magazynowanie, inaczej pisząc jest to zespół czynności z czasowym składowaniem, kompletowaniem, przemieszczaniem, konserwacją, przyjmowaniem, ewidencjonowaniem, wydawaniem oraz kontrolowaniem dóbr materialnych (zapasów). W skład magazynu wchodzi następujące elementy:

- obiekt magazynowy
- zapasy
- personel
- wyposażenie
- organizacja
- koszty związane z funkcjonowaniem magazynu

Dobra materialne inaczej zapasy można zdefiniować jako określoną ilość dóbr, które znajdują się w danym przedsiębiorstwie logistycznym. Jeżeli nie są wykorzystywane na bieżąco znaczy to, że mogą być celem późniejszego przetworzenia bądź sprzedaży.

Podczas procesu magazynowania wyróżniamy 4 fazy przez, które przechodzi towar.

Pierwszą fazą, w której uczestniczy jest „Przyjęcie” towaru na magazyn. Jest to związane z zweryfikowaniem stanu faktycznego zamówienia jakie odebraliśmy wraz z dołączonymi do ładunku dokumentami zgodnie z wcześniejszymi warunkami dostawy. Przyjęcie towaru odbywa się w określonej, specjalnie wydzielonej strefie. W momencie potwierdzenia odbioru towaru, pracownik odbierający zamówienie przejmuje za niego odpowiedzialność. Wyróżniamy dwa rodzaje przyjęcia. Pierwszym rodzajem jest „przyjęcie wewnętrzne” czyli jest to przyjęcie towaru od wewnętrznego dostawcy w ramach przedsiębiorstwa. W momencie przyjmowania towaru do magazynu staje się operacją, która rozpoczyna się wraz z chwilą jego dostarczenia.

Podstawowymi działaniami wykonywanymi przez magazyn podczas przyjęcia towaru są:

- rozładunek,
- identyfikacja,
- sortowanie,
- kontrola ilościowa i jakościowa,
- przygotowanie towarów do składowania,
- przekazywanie dostawy do strefy składowania.

Rozładunek – jest wykonywany przy użyciu środków transportu wewnętrznego (np. wózków widłowych) oraz urządzeń przeładunkowych. Przebieg rozładunku jest zależny od postaci ładunku, rodzaju środka transportu czy też typu frontu przeładunkowego.

W momencie gdy towar jest dostarczany w postaci jednostek ładunkowych (np. EURO PALETA) to taką pracę można zmechanizować. Aczkolwiek dominującą pracą jest praca ręczna.

Identyfikacja – jest to jednoznaczne rozpoznanie towaru lub też stwierdzenie jego tożsamości.

W dzisiejszych czasach nie sprowadza się tylko do rozpoznania nazwy towaru, lecz pełna identyfikacja powinna zapewnić odczytanie kodu, nazwy, producenta, terminu, daty produkcji, numeru partii oraz deklarowanej ilości. Podczas identyfikacji coraz częściej korzysta się z kodów kreskowych zgodnych z systemem globalnym GS 1 Sortowanie – jest to forma rozdzielania towaru na grupy według podobieństwa cech fizycznych. Zasadniczą cechą w momencie przyjmowania towaru do magazynu są warunki przechowywania. Ze względu na to rozdziela się towary na takie, które trafią do różnych stref przechowalniczych lub do innych części stref, w których będą składowane. Znanym sposobem jest podział na grupy, w których dzieli się towary ze względu na dostawcę, odbiorcę czy też asortyment (np. napoje, słodczyce czy konserwy).

Kontrola ilościowa i jakościowa – jest to kolejny krok w fazie jaką jest „przyjęcie” towaru.

Kontrola przyjmowanych towarów obejmuje:

- sprawdzenie zgodności asortymentu i ilości towarów zgodnie z zamówieniem lub dokumentami, które przysły razem z dostawcą
- sprawdzenie jakości dostawy

Z reguły kontrola ilościowa ogranicza się do przeliczenia materiału, zważenia bądź jego zmierzenia oraz porównania otrzymanych wartości z podanymi w dokumentach dostawy (np. WZ czy faktura od dostawcy).

Natomiast kontrola jakościowa zależy od stosowanych procedur, które są związane z wymaganiami prawnymi. Dominującą jest kontrola wzrokowa, czyli sprawdzenie czy jednostki ładunkowe oraz ich zabezpieczenia (np. folia) nie posiadają śladów uszkodzeń (wgniecień, rozdarć).

Niektóre towary (głównie są to surowce do produkcji) kontroler jakości bierze w formie próbek, następnie dokonuje ich odpowiednich badań co prowadzi do tego, że aż do zakończenia badań towar, z którego została pobrana próbka powinien znajdować się w depozycie. W momencie zakończenia kontroli towar jest formalnie przyjęty na magazyn.

Przygotowanie towarów do składowania powinno polegać na:

- odpowiednim oznakowaniu,
- przeładowaniu do odpowiednich pojemników,
- zmniejszeniu wysokości jednostki ładunkowej (np. może być to zrobione przez ściągnięcie górnych warstw),
- utworzeniu jednostek ładunkowych od podstaw (np. przez ułożenie na paletach materiału rozładowywanego ręcznie).

Przekazywanie dostawy do strefy składowania – jest zaliczane do fazy przyjmowania towaru w momencie, gdy czynności te realizują pracownicy, którzy przyjmują towar do magazynu. Jednak gdy towary, które są odbierane w strefie przyjęć przez pracowników ze strefy składowania, to ta operacja należy do fazy składowania.

Składowanie jest to zbiór czynności związanych z umieszczeniem (ulożeniem) zapasów na powierzchni lub przestrzeni składowej magazynów w sposób odpowiedni do właściwości zapasów i istniejących warunków. Jest to podstawowa funkcja, która odbywa się w magazynie i jest związana z ich czasowym przechowywaniem. Podstawowymi zadaniami, które są realizowane podczas składowania to:

- odbiór towarów ze strefy przyjęć,
- rozmieszczenie towarów w strefie składowania,
- przechowywanie zasobów,
- okresowa kontrola,
- przekazania towarów do strefy kompletacji.

Towary, które są odbierane ze strefy przyjęć którą zaliczamy do fazy składowania jest realizowana przez pracowników magazynu, którzy obsługują strefę składowania. Jest tak w przypadku, gdy towar nie jest dostarczany do strefy przez pracowników, którzy odpowiadają za przyjęcie towaru w ramach pierwszej fazy procesu magazynowania.

Rozmieszczenie towarów na magazynie w strefie składowania zależy od:

- wymaganych warunków przechowywania,
- typu jednostki ładunkowej w składowaniu,
- technologii składowania,
- parametrów stanu i ruchu zapasów grup asortymentowych.

Zgromadzone towary są tak rozmieszczane w magazynie, aby magazyn mógł zapewnić odpowiednie warunki ich przechowywania.

Głównymi czynnikami, które się określa to np. temperaturę i wilgotność powietrza, specjalne wymagania dotyczące ograniczonego dostępu czy też wynikające z przepisów przeciwpożarowych.

Przekazanie towarów do strefy kompletacji ma miejsce wtedy, gdy w magazynie zostaje wydzielona takowa strefa. Przekazanie zasobów ma na celu uzupełnienie stanów magazynowych w strefie kompletacji do poziomu zapewniającego ciągłość procesu kompletacji.

*Kompletowanie zgodnie z definicją zawartą w normie „PN-N-01800:1984” – „jest to operacja w procesie magazynowym polegająca na pobraniu zapasów ze stosów lub urządzeń do składowania w celu utworzenia zbioru zapasów zgodnie ze specyfikacją asortymentową i ilościową dla określonego odbiorcy. Kompletowanie może odbywać się w miejscu luz poza miejscem składowania”*[13]

Podstawowymi zadaniami fazy kompletacji są:

- przygotowanie jednostek ładunkowych dla potrzeb kompletacji,
- kompletowanie zamówień,
- kontrola ilościowa,
- pakowanie i formowanie jednostek transportowych,
- przemieszczenie się do strefy wydań.

W magazynie jest stosowana kontrola ilościowa, która ma na celu potwierdzenie kompletności utworzonej jednostki ładunkowej niejednorodnej i jej zgodności ze zleceniem kompletacyjnym, które jest oparte o zamówienie pod kątem asortymentu i ilości. Do tego są kontrolowane także inne parametry takie jak np. termin ważności, numer partii bądź serii produkcyjnej. Kontrola każdej z wymienionych cech wymaga dostępu do każdego opakowania.

Pakowanie i formowanie jednostek transportowych jest zależne od rodzaju skompletowanego towaru oraz od wymagań odbiorcy. Pakowanie towaru przede wszystkim służy do ochrony naszego towaru przed jakimkolwiek uszkodzeniem lub ochroną otoczenia przed szkodliwym oddziaływaniem towaru, jeżeli takowy przewożymy. Następnym krokiem jest identyfikacja towaru. Formowanie jednostek transportowych powinno spowodować efektywne wykorzystanie środków transportu oraz łatwe jego przemieszczanie. Jednostki transportowe oraz opakowania powinny spełniać specyficzne wymagania, które są uzgadniane z odbiorcą towaru, które powinny dotyczyć m.in. rodzaju nośnika, gabarytów, ciężaru oraz sposobu oznakowania jednostki ładunkowej, a także zabezpieczenia przed rozformowaniem. Pakowanie oraz formowanie nie może odbywać się w strefie wydań. Skompletowane, uformowane i oznaczone jednostki ładunkowe są przemieszczane do strefy wydań.

W magazynach są stosowane 3 metody kompletacji, które są związane z kolejnością wydawania na magazynie:

FIFO – *First In First Out* czyli *Pierwsze przyszło, pierwsze wyszło*. Metoda ta polega na wydaniu z magazynu towaru, który przyszedł pierwszy w odniesieniu do kolejnej dostawy,

Wydawanie jest ostatnim etapem procesu magazynowania. Jest to zbiór czynności, które są związane z fizycznym wydaniem towarów dla ustalonego odbiorcy oraz potwierdzeniem przekazania zasobów przez obie strony czyli w tym wypadku wydającego i odbierającego.

W magazynie istnieją dwa rodzaje wydania:

- Wydanie wewnętrzne,
- Wydanie zewnętrzne.

Wydanie wewnętrzne występuje w momencie takim, gdy towar trafia do zewnętrznego odbiorcy.

Wydanie zewnętrzne jest to wydanie towarów wewnętrznemu odbiorcy w ramach jednego danego przedsiębiorcy. Takowe wydanie może odbywać się z pomocą środków transportu wewnętrznego (np. przy pomocy linii produkcyjnej) lub z udziałem środków transportu zewnętrznego (np. w momencie gdy odbiorca wewnętrzny jest w innej lokalizacji i jest potrzeba wykorzystania dróg publicznych w celu transportu).

Podczas wydawania towaru są wykorzystywane 3 podstawowe zadania:

- pakowanie oraz formowanie jednostek transportowych,
- kontrola wydania,
- załadunek środków transportu.

Zacniemy od pakowania oraz formowania jednostek transportowych.

Pakowanie i formowanie jednostek transportowych, które odbywa się w strefie wydań jest związane z jednostkami ładunkowymi, które powstały podczas procesu jakim jest kompletowanie i nie zostały one spakowane i uformowane w fazie kompletacji. Wszystko przebiega tak samo jak opisane zostało we wcześniejszej fazie jaką była kompletacja. Wyjątek natomiast stanowią jednostki ładunkowe, które w trakcie wydawania są dalej w takiej samej postaci, w jakiej zostały dostarczone do danego magazynu. W takim wypadku nie wymagają one formowania. Zmierzają do tego, by nie zmieniały swojej postaci od etapu, w którym są uformowane u producenta, aż do rozformowania u końcowego odbiorcy.

W trakcie kontroli wydania towar jest sprawdzany pod kątem zgodności z dokumentami, potwierdzeniem kompletności przygotowanej jednostki transportowej oraz spełnienie wymagań odbiorcy, które dotyczą sposobu ich uformowania i oznakowania.

Ostatnim zadaniem podczas realizacji jaką jest wydanie towaru jest – załadunek środków transportu. Załadunek ten rozpoczyna się w momencie pozytywnego zakończenia kontroli. Jednostki ładunkowe są grupowane według odbiorców i tras. Przebieg załadunku zależy od rodzaju środka transportu, postaci ładunku oraz typu frontu przeładunkowego. Wydanie towaru w postaci jednostki ładunkowej (np. towaru ulokowanego na palecie typu EUR) pozwala na zmechanizowanie prac załadunkowych. W takim przypadku wykorzystywane są środki transportu wewnętrznego jakim są wózki widłowe – unoszące prowadzone oraz urządzenia przeładunkowe.

Konkurencja na rynkach europejskich spowodowała konieczność dostosowania się do wymogów stawianych przez klientów, którzy nie chcą czekać długo na zamówiony przez siebie produkt, wyrób. Powoduje to konieczność do posiadania przez przedsiębiorstwa, (które produkują) zapasów wyrobów gotowych bądź zapasów półfabrykatów, które pozwolą na produkcję docelowego produktu, który będzie wystawiany na sprzedaż. Przez to również do gromadzenia zapasów są poniekąd zmuszane przedsiębiorstwa handlowe, gdyż tylko w taki sposób mogą szybko zrealizować zamówienie,

które zostało zlecone przez klientów. Aby można było przechowywać wyżej wymienione produkty, półfabrykaty itp. Czyli w skrócie pisząc zapasy, jest w takim wypadku potrzebny magazyn.

„Magazyn to jednostka funkcjonalno-organizacyjna przeznaczona do magazynowania dóbr materialnych (zapasów) w wyodrębnionej przestrzeni budowli magazynowej według ustalonej technologii, wyposażona w odpowiednie środki techniczne, zarządzania i obsługiwana przez zespół ludzi [13].

Magazynowanie wyrobów gotowych jest wymagane u przedsiębiorstw, ponieważ zapewnia zarówno ciągłości sprzedaży, jak i przechowywania wyrobów, które dotychczas nie znalazły odbiorcy. Bywa czasem jednak, że te ostatnie przebywają w magazynie dłużej, aniżeli chcieliby właściciele danego przedsiębiorstwa. W takim wypadku może to oznaczać, że wyroby, które zalegają na magazynie mogą nie znaleźć już swojego odbiorcy, przez co ich składowanie będzie generować większe koszty utrzymania magazynu.

Jednak w logistyce, magazyny spełniają zasadnicze funkcję, do których należą:

- koordynacja wielkości podaży oraz popytu, wymagane przy ich znacznych wahaniami rynkowych,
- możliwość zredukowania kosztów jakim jest transport, poprzez zmniejszenie częstotliwości dostaw i jednocześnie zwiększenie ich wielkości,
- wspomaganie procesów produkcyjnych, poprzez zapewnienie ciągłości zasilania produkcji w niezbędne surowce i opakowania, a także bieżący odbiór wyrobów gotowych,
- wzbogacanie procesów marketingowych, poprzez gromadzenie zapasów potrzebnych do tworzenia zestawów wykorzystywanych w akcjach promocyjnych.

Aby jednak magazyny mogły spełniać powyższe funkcje, niezbędne są nie tylko nakłady finansowe, ale także koordynacja zadań w zakresie logistyki dystrybucji, co pozwoli na odpowiednie przygotowanie miejsc w magazynie do składowania.

Powinno się przez to brać pod uwagę ponadto:

- właściwe wyznaczenie położenia magazynów,
- sprecyzowanie rodzajów i wielkości magazynów oraz ich funkcji,
- opracowanie sposobów dostarczania wyrobów gotowych do magazynów w przestrzeni dystrybucyjnej, a z niej do punktu sprzedaży,
- opracowanie zasad i sposobów obiegu dokumentacji dystrybucyjnej,
- ustalenie form własności budowanych magazynów.

W momencie podjęcia decyzji o budowie magazynu lub też adaptacja budynku na potrzeby magazynowe to korzystna jest wiedza na temat tego, co będzie tam składowane. Pozwoli to na dokonanie inwestycji już na etapie jakim jest planowanie, bądź wykończenia, co daje możliwość na znacznie ograniczenie kosztów tego przedsięwzięcia. Takowe działania są niezbędne, ponieważ niezależnie od charakteru działalności danego przedsiębiorstwa, przynależne do niego magazyny mogą realizować następujące działania:

- gromadzą w odpowiednim asortymencie i ilościach towary i odpowiednio je składują,
- zabezpieczają zapasy w magazynie przed możliwym pożarem, kradzieżą, uszkodzeniem czy też innym zniszczeniem,
- wykonują czynności, które są niezbędne w okresie między wytwarzaniem, a zużyciem (sezonowanie, kompletowanie czy przygotowanie materiałów do produkcji),
- wykonują czynności pomocnicze w czasie trwania procesu transportu zewnętrznego (przeładunek, zabezpieczenie czy też w czasie przerw w transporcie),
- wyrównują wahań podaży oraz popytu w procesach zaopatrzenia, produkcji czy zbytu oraz zabezpieczają ludzi, a także

środowisko przed ewentualnymi szkodliwymi właściwościami przechowywania towarów (materiałów).

Jedynie magazyn, który jest dobrze dostosowany, posiadający wszystkie niezbędne instalacje, spełniający przepisy BHP jak i przeciwpożarowe oraz zatrudniający dobrze wyszkoloną kadrę, może spełnić powyższe wymagania bez szkody dla przechowywanych zapasów i ich możliwości, uszczerbku na zdrowiu pracowników, którzy pracują w magazynie.

Dystrybucja jest jednym z najważniejszych elementów działalności przedsiębiorstwa, ponieważ ma za zadanie dostarczyć klientom wyrobów, które są już gotowe, w odpowiednim czasie, miejscu oraz formie. Jest to możliwe dzięki wcześniejszemu zbadaniu rynku oraz rozpoznaniu oczekiwań klienta. Niestety podczas zachowania wysokiej obsługi klienta, koszty dystrybucji mogą się znacznie zwiększyć. Są wyższe, wtedy kiedy jest rozbudowana struktura sprzedaży związana z poziomem magazynowanych zapasów na różnych etapach oraz większą gęstością sieci dystrybucyjnej na danym rynku. Dane przedsiębiorstwo powinno jednak posiadać na tyle elastyczny system jakim jest dystrybucja, tak aby mógł on wychodzić na przeciw zmieniającym się wymaganiom klienta. Na czym polega dystrybucja opisał nam L. Garbarski, I. Rutkowski, W. Wrzosek: „Dystrybucja polega na prowadzeniu i zaoferowaniu wytworzonego produktu konsumentowi zgodnie z jego potrzebami, a więc w odpowiedniej formie oraz we właściwym miejscu i czasie”.

Jednak ze względu na złożoność działań, które są związane z dystrybucją (np. magazynowanie, obsługa klienta, sprzedaż itp.) można ją rozpatrywać w sposób jakim jest to sposób systemowy, co pozwala na powiązanie elementów w celu doprowadzenia do efektywnych działań dystrybucyjnych.

## 2. ZASTOSOWANIE METOD HEURYSTYCZNYCH W RZECZYWISTYM PROBLEMIE OPTIMALIZACJI MAGAZYNU

Poznawanie i symulacja procesów jest celem wielu programów badawczych. Stosowane w tym celu są różne metody zaczynając od działań praktycznych polegających na obserwacji, a kończąc na analizach czysto teoretycznych, często z wykorzystaniem obliczeń matematycznego. W obecnych czasach wszechobecnego dostępu do narzędzi informatycznych niezwykle ważną, skuteczną i precyzyjną metodą badawczą jest symulacja komputerowa. Jest to odwzorowanie danego zjawiska lub procesu w formie programu komputerowego nazywanego także modelem komputerowym. W takim ujęciu symulacja komputerowa jest metodą badawczą, szczególnie przydatną w procesach dynamicznych opisujących zmiany zachodzące w funkcji czasu. Budowa modelu komputerowego umożliwiającego symulację jest końcowym etapem procesu modelowania obejmującego model abstrakcyjny (fizyczny), komputerowy.

Modelowanie i symulacja procesów polega na stworzeniu komputerowego wirtualnego modelu rzeczywistego systemu bazującego na logarytmach heurystycznych, na którym przeprowadza się szereg eksperymentów. W wyniku symulacji otrzymujemy zestawy raportów, dzięki którym opracowuje się kolejne działania, np. dokonuje się zmiany stanowisk, reorganizację. Metody modelowania i symulacji stosuje się wtedy, gdy uzyskanie rozwiązania metodami analitycznymi jest zbyt skomplikowane lub niemożliwe, a bezpośrednio eksperymentowanie na praktycznym (fizycznym) modelu jest zbyt pracochłonne, niebezpieczne i kosztowne.[14]

Przyjęcie towaru do magazynu jest to proces, który początkuje przepływ towarów i informacji. W celu prawidłowego działania tego procesu musi on opierać się na łatwych i jasnych instrukcjach kontroli i magazynowania.

Proces rozładunku zaczyna się od przekazania dokumentów dostawy głównemu magazynierowi, który sprawdza zgodność dostawy z dokumentacją. Po sprawdzeniu dokumentacji i zaawizowaniu jej w systemie, przy założeniu, że wszystko się zgadza następuje rozładunek towaru. W przypadku, gdy dokumentacja dostawy nie jest zgodna ze stanem rzeczywistym magazyn odmawia przyjęcia towaru i następuje odesłanie go do producenta.

Kolejnym etapem przyjęcia towaru jest kontrola rozładowanego towaru, poprzez skanowanie kodów kreskowych umieszczonych na paletach i porównanie ich z dokumentacją dostawy zapisaną w systemie informatycznym. Jeśli wszystko się zgadza dostawa zostaje wprowadzona do systemu i rozlokowana w odpowiednich miejscach paletowych wskazanych przez system. Natomiast jeśli kontrola skanerem wykaże nieprawidłowości, palety z towarem niezgodnym z zamówieniem zostają odesłane do producenta, który jest zobligowany wykonać korektę dostawy, poprzez dostarczenie brakujących towarów w ustalonym czasie.

Przez przyjęcie towaru do magazynu należy rozumieć:

- Rozładunek środka transportu
- Odebranie przesyłki od dostawy, bądź też przewoźnika
- Identyfikację towaru
- Sprawdzenie stanu ilościowego i jakościowego dostarczonego towaru
- Posortowanie
- Sprawdzenie, czy w czasie transportu towar nie uległ uszkodzeniu
- Przygotowanie do składowania towaru
- Rozmieszczenie towaru w strefie składowania [2 s.75]

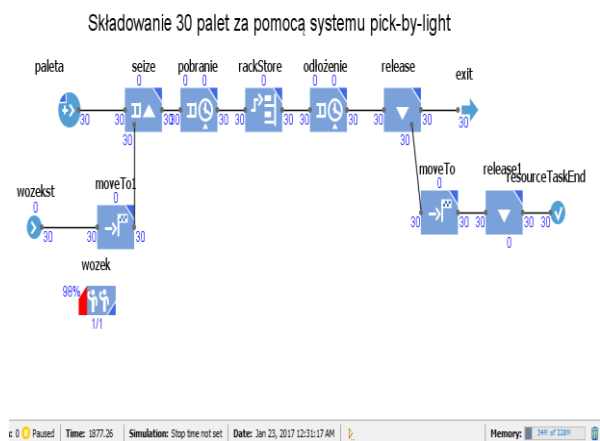
Rozmieszczenie towaru w naszym magazynie będzie odbywać się z pomocą nowoczesnych technologii, które w sposób niezależny od magazyniera będą wskazywać docelowe miejsce każdej palety z towarem. Systemem, który znajdzie zastosowanie w tej operacji będzie połączenie z systemem WMS system Pick By Light.

W momencie, w którym magazynier zeskanuje kod kreskowy umieszczony na palecie zaświeci się światelko umieszczone przy każdym miejscu paletowym na regałach. Światło to wskazuje właśnie miejsce docelowe każdej z palet. Kiedy magazynier uda się w miejsce wskazane przez światło skanuje on skanerem kod umieszczony na regale, przez co zatwierdza umieszczenie towaru w odpowiednim miejscu.

Jednak jeśli po zeskanowaniu kodu na regale system wskaże błąd magazynier musi jeszcze raz wykonać operację skanowania kodu z palety i upewnić się, czy kod z regałów był przypisany do właśnie tego światła, do którego się udał. W sytuacji powtarzającego się błędy niezbędna jest interwencja głównego magazyniera, który może sprawdzić, gdzie w systemie pojawił się błąd i z jakiego powodu.

Zabranie produktów ze strefy przyjęć.

- Umieszczenie produktów w strefie przeznaczonej do składowania uwzględniając takie parametry, jak: warunki, w których towar musi być przechowywany, technologia wymagana do składowania, wymiary ładunków.
- Składowanie zapasów z zachowaniem odpowiednich wymagań.
- Ochrona zapasów i kontrolowanie ich stanu.
- Przesunięcie ładunków do strefy wydań.



**Rys 1** Składowanie 30 palet za pomocą systemu pick-by-light  
 Źródło: opracowanie własne w programie Anylogic

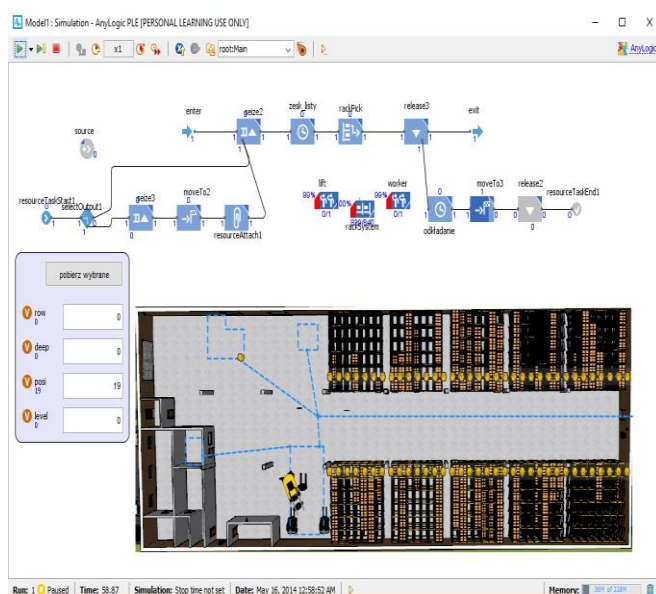
Powyższy schemat przedstawia proces składowania 30 palet za pomocą systemu pick-by-light. Proces rozpoczyna się w momencie, gdy na polu odkładczym znajduje się produkt do rozmieszczenia. Pracę rozpoczyna wózek, który udaje się do miejsca odkładczego (moveTo1) gdzie zostaje przypisany do palety (seize), podnosi paletę (pobieranie), a następnie jedzie na strefę do składowania (rackStore), oraz odkłada paletę na miejsce wskazane przez pick-by-light (odłożenie, release), gdy wózek kończy pracę z jedną paletą wraca po kolejną, gdy wózek rozmieścił wszystkie palety wraca do miejsca postoju (moveTo), zostaje zwolniony z trwającej czynności (release1) oraz kończy swoją pracę (resourceTaskEnd). Czas procesu wyrażony jest w sekundach (time:1877.26). Przykładowy proces trwa 1877 sekund, co daje 31 minut.

Kompletacja zamówień odbywać się będzie przy pomocy systemu Pick- By- Light. Podczas, gdy magazynier skanuje kod kreskowy znajdujący się na liście z zamówieniem automatycznie zostaje podświetlony regał, na którym znajduje się poszukiwany produkt.

Pracownik udaje się we wskazane miejsce i skanuje kod kreskowy przy lampce w celu potwierdzenia pobrania odpowiedniego artykułu. Jeżeli zeskanowany kod jest poprawny następuje pobranie towaru i umieszczenie go w miejscu oczekiwania na załadunek. Natomiast w przypadku braku zgodności kodów kreskowych musi on powtórzyć czynność skanowania kodu z listy oraz kodu umieszczonego na regale. Jeśli po kilku próbach skanowania nadal występuje zjawisko braku zgodności kodów niezbędna jest interwencja głównego magazyniera, który potrafi zweryfikować błąd w systemie. Operację skanowania kodów z listy należy powtórzyć do wszystkich pozycji znajdujących się na liście.

Po skończonej operacji pobierania towaru z regałów wykonuje się finalną kontrolę kompletności przygotowanych produktów. W momencie, kiedy wszystko się zgadza towar jest pozostawiany w miejscu odkładczym i oczekuje na odbiór.

- Pobranie towaru ze strefy składowania
- Przygotowanie artykułów w sposób umożliwiający szybki i łatwy dostęp.
- Kompletowanie zamówień.
- Sprawdzanie zgodności zamówienia ze zleceniem.
- Bezpieczne spakowanie przygotowanych ładunków.



**Rys. 2.** Proces kompletacji jednej palety towaru z pomocą systemu pick-by-light. Źródło: opracowanie własne w programie AnyLogic

Regały ustawione w schemacie: 2 poziomy (level), 2 szeregi (row), 35 rzędów (posi), 6 głębokości (deep). Przy odpaleniu symulacji należy podać początkowy stan magazynu (domyślnie 840), przy wpisywaniu, z którego regału powinien zostać pobrany produkt, wartość należy pomniejszyć o 1.

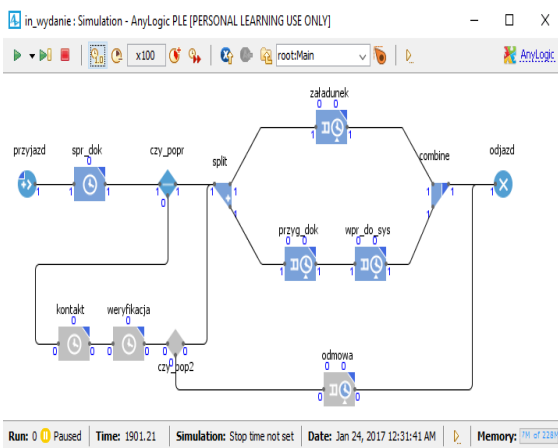
Proces rozpoczyna się w momencie wybrania odpowiedniego regału poprzez wpisanie odpowiednich współrzędnych, z których zostaje pobrana żądana paleta. Magazynier (worker) udaje się na strefę przeznaczoną do postoju wózków (lift), rozpoczyna korzystanie z jednego z nich (seize3) oraz udaje się by pobrać paletę (seize2), po zeskanowaniu listy i załadunku jej do skanera oraz zintegrowaniu z systemem pick-by-light, udaje się na pole składowania (rackSystem) by pobrać (rackPick) odpowiednią paletę wskazaną przez nas przez pole variables. Po odłożeniu palety na miejsce odkładcze (realase3), jeżeli nie skończył kompletacji całej listy zamówień, jedzie po kolejną pozycję, natomiast gdy skoczył to odkład wózek oraz wraca na swoje miejsce.

W momencie przyjazdu kierowcy odbierającego przygotowane wcześniej zamówienie pracownik obsługujący wydanie towaru dokonuje sprawdzenia zgodności dokumentów kierowcy z danymi przekazanymi wcześniej firmie. Jeśli dane kierowcy się zgadzają następuje załadunek. Natomiast, gdy dane się nie zgadzają magazynier musi skontaktować się z firmą, która złożyła zamówienie i zweryfikować podane przez nich wcześniej dane ze stanem rzeczywistym. Gdy po weryfikacji nadal nie ma zgodności danych następuje odmowa wydania towaru kierowcy.

W czasie trwania załadunku przygotowywane są dokumenty dotyczące wydanego towaru, wraz z listem przewozowym. Kiedy załadunek dobiegnie końca kierowca dostaje przygotowane dla niego dokumenty i składa na nich swój podpis weryfikując w tym samym momencie zgodność danych na papierze ze stanem rzeczywistym.

Po przekazaniu i podpisaniu dokumentów magazynier zatwierdza wydanie towaru w systemie i zamyka okno wydania.

- Przygotowanie artykułów przeznaczonych do przetransportowania, jeśli nie zostały one spakowane podczas procesu kompletacji.
- Weryfikacja wydawanego towaru, w zgodności z dokumentacją wydania.
- Umieszczenie towaru w przestrzeni ładunkowej podstawionego środka transportu.



**Rys. 3.** Komplektacja 30 palet (przy użyciu jednego wózka) bez pomocy pick-by light

Źródło: Opracowanie własne w programie AnyLogic

Proces zaczyna się w momencie przyjazdu pojazdu odbierającego towar (przyjazd), następnie wykonywana jest weryfikacja dokumentów oraz danych kierowcy (spr\_dok), w przypadku błędu (czy\_popr dół) w dokumentacji następuje kontakt z firmą przysyłającego kierowcę wydawana jest odmowa załadunku, gdy dane się zgadzają proces jest rozdzielany (split) na załadunek oraz przygotowanie dokumentacji, w momencie zakończenia obu zadań proces się łączy (combine) i następuje odjazd pojazdu.

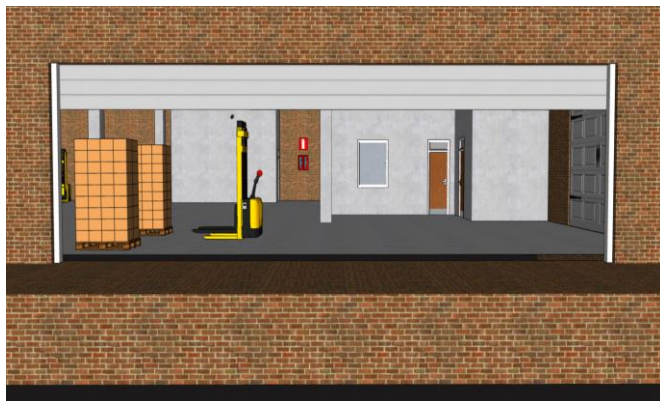
Przedstawiona poniżej wizualizacja pokazuje wygląd magazynu po planowanych zmianach. Została ona wykonana w programie SketchUp.



**Rys. 4** Ujęcie symulowanego magazynu

Źródło: opracowanie własne przy pomocy programu SketchUp

Powyższa wizualizacja przedstawia budynek z zewnątrz wraz z parkingiem oraz placem manewrowym dla samochodów ciężarowych, które znajdują się przy rampie załadunkowo-rozładunkowej. Wizualizacja pokazuje orientacyjnie jak zagospodarowany jest magazyn wewnątrz.



**Rys. 5** Ujęcie symulowanego magazynu

Źródło: opracowanie własne przy pomocy programu SketchUp

Wizualizacja obrazuje rampę załadunkowo-rozładunkową, przez otwartą bramę widać strefę odbiorów i wydań w trakcie pracy.



**Rys. 6** Ujęcie na front budynku

Źródło: opracowanie własne przy pomocy programu SketchUp

Powyższa wizualizacja prezentuje budynek od frontu, z tej strony znajdują się parkingi dla pracowników i główne wejście do budynku. Na rzucie znajdują się również dwie ciężarówki podstawione przy rampie na załadunek/rozładunek.



**Rys. 7** Ujęcie z końca hali

Źródło: opracowanie własne przy pomocy programu SketchUp

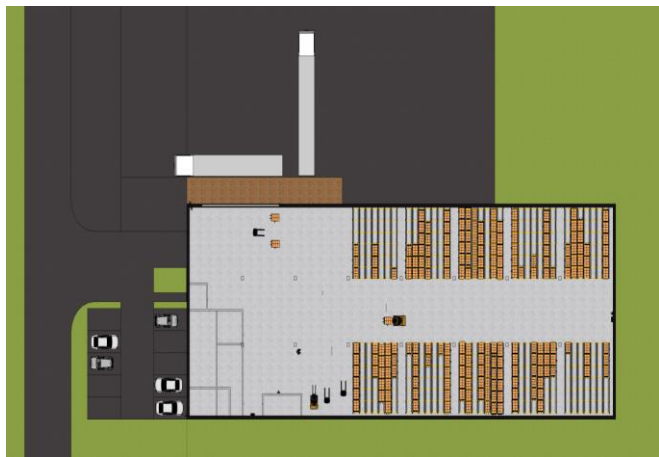
Wyżej przedstawiony rzut pokazuje wnętrze magazynu z perspektywy końca hali. Widać tu regały znajdujące się z prawej oraz lewej strony, przez środek przechodzi droga przeznaczona dla transportu wewnątrzmagazynowego.



**Rys. 8** Ujęcie od frontu hali

Źródło: opracowanie własne przy pomocy programu SketchUp

Powyższa wizualizacja także przedstawia zagospodarowanie wnętrza magazynu i wykonana jest z perspektywy wejścia do hali magazynowej. Widać tu regały stojące z prawej oraz lewej strony magazynu, drogę dla transportu wewnątrzmagazynowego, miejsce postoju wózków widłowych, jak również po stronie lewej część strefy przyjęć/wydań.



**Rys. 9** Rzut z góry

Źródło: opracowanie własne przy pomocy programu SketchUp

Rzut znajdujący się powyżej przedstawia wizualizację całego magazynu wewnątrz włączając w to również pomieszczenia socjalne, oraz zagospodarowanie terenu na zewnątrz uwzględniając miejsca parkingowe dla pracowników, drogi dojazdowe, plac manewrowy dla samochodów ciężarowych i rampę.

## PODSUMOWANIE

Podsumowując powyższe rozdziały pracy nasuwa się wniosek, że firma LIDERPLAST w pierwszej kolejności musi wykonać generalny remont hali oraz zagospodarować jej najbliższe otoczenie zewnętrzne. W prace remontowe wewnątrz budynku zalicza się wykonanie odpowiedniej posadzki, stworzenie pomieszczeń socjalnych i kotłowni, rampy załadunkowo-rozładunkowej, bram, systemów naprowadzania pojazdów oraz systemu zapewniającego maksymalne bezpieczeństwo podczas załadunków/rozładunków pojazdów, na który składa się system blokowania kół naczep w momencie obsługi pojazdów przy rampie. Następnie zainstalować system ogrzewania budynku, monitoring, wentylację oraz kompletny system przeciwpożarowy. Po wykonaniu tych wszystkich prac przedsiębiorstwo musi się skupić na wyposażeniu hali w regały grawitacyjne, środki transportu wewnątrzmagazynowego, skanery, system informatyczny, system pick-by-light.

Magazyn udało się zagospodarować w:

- siedemdziesiąt dwupiętrowych regałów o głębokości przystosowanej na 6 palet, dających łącznie 840 miejsc paletowych w całym magazynie, warto zaznaczyć, iż w przyszłości istnieje możliwość zwiększenia głębokości do 9 palet, co zwiększyło by całkowitą pojemność o 456 miejsc paletowych (łącznie dałoby 1296 miejsca paletowe);
- rampa załadunkowo-rozładunkowa;
- strefy przyjęcia, składowania, kompletacji i wydania;
- pomieszczenia socjalne i kotłownia;
- dwa elektryczne wózki podnośnikowe, jeden - Still EXV-SF, drugi - Still RX 20, a przy zwiększeniu produkcji poszerzenie gamy wózków o kolejne;
- parking dla wózków widłowych;
- system WMS;

- system pick-by-light;
- sześć skanerów połączonych z systemami WMS i pick-by-light. Magazyn jest w stanie sprostać oczekiwaniom firmy na co najmniej przyszłe 10 lat.

Z racji, że w okolicy znajdują się wiele przedsiębiorstw nie posiadających własnych hali magazynowych Szansą na przyspieszenie zwrotu inwestycji jest możliwość stworzenia usługi magazynowania przez pierwsze lata po stworzeniu magazynu, gdy nie będzie jeszcze w pełni wykorzystywany.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ciszak O.: Zeszyty naukowe Politechniki Poznańskiej Nr 6 Budowa Maszyn i Zarządzanie Produkcją 2007
2. Dudziński D., Kizyn M.: Vademecum organizacji gospodarki magazynowej. ODDK Gdańsk, 2002
3. Dudziński Z., Kizyn M.: Vademecum gospodarki magazynowej. ODDK, Gdańsk 2002
4. Dudziński Z., Kizyn M.: Poradnik magazyniera, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2000
5. Dudziński Z., *Poradnik organizatora gospodarki magazynowej w przedsiębiorstwie.*, Polskie wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2012
6. Gierulski W., Luściński W., Serafin R.: Symulacja komputerowa procesów logistycznych z wykorzystaniem programów VENSIM, Kielce 2012
7. Gubała M., Popielas J.: Podstawy zarządzania magazynem w przykładach. Biblioteka logistyka, Poznań, 2002.
8. Kaczmarek M., Korzeniowski A., Skowroński Z., Weselik A., Zarządzanie gospodarką magazynową, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1997
9. Majewski J.: Informatyka dla logistyki wyd. 2, Biblioteka logistyka, Poznań 2006
10. Sobczak P.: Analiza efektywności systemu Pick by light, Logistyka, 4/2015
11. Topolska K. Model systemu informacyjnego w procesie weryfikacji lojalności klientów przedsiębiorstwa produkcyjnego obliczeniowych Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe ISSN 1509-5878 12/2016
12. Topolska K. Metoda oceny zarządzania zużyciem granicznym obiektów technicznych z wykorzystaniem fuzji klasyfikatorów rozmytych i heurystycznych Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe ISSN 1509-5878 6/2016
13. Niemczyk A., Zapasy i magazynowanie, Tom II, Biblioteka logistyczna, Poznań, 2006, s. 69
14. Zeszyty naukowe Politechniki Poznańskiej Nr 6 Budowa Maszyn i Zarządzanie Produkcją 2007 OLAF CISZAK

### Application of heuristic methods in the task of optimization of warehouse processes. Part 3

*The article is devoted to the heuristic method in the task of optimizing warehouse processes. Due to the high complexity of the processes in the warehouse, in order to describe and evaluate these processes well, traditional data analysis methods do not meet their application. In order to aggregate the rules of conduct and find the best or optimal warehouse processes, the author proposed a heuristic method. For this purpose, the next steps in creating a model in AnyLogic were presented. This allows you to build a warehouse model and by parameterizing its factors to find the best solution. AnyLogic's heuristic-based heuristics method makes it possible to create optimal solutions and pinpoint the bottlenecks that can occur with equal load on the system.*

Autor:

Dr inż. **Mariusz Topolski** – Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu, Instytut Logistyki, Wydział Zarządzania i Finansów