

**Metody klasyfikacji produktów jako narzędzia poprawy efektywności
kompletacji zamówień typu człowiek do towaru - najnowsze osiągnięcia
/ Augustyn Lorenc. – Kraków, 2018**

Spis treści

Wykaz oznaczeń	7
1. Wstęp	10
1.1. Podstawowe definicje	10
1.2. Magazyny w systemie transportowym	13
2. Składowanie, klasyfikacja i rozmieszczanie produktów w magazynie	21
2.1. Metody składowania produktów	21
2.1.1. Układ magazynów	24
2.1.2. Składowanie rzędowe a składowanie blokowe	28
2.1.3. Metoda stałych i wolnych miejsc składowania	32
2.1.4. Wybrane wskaźniki oceny stopnia wykorzystania magazynu	33
2.2. Metody planowania i rozmieszczenia produktów	34
2.2.1. Index COI	36
2.2.2. Analiza ABC	37
2.2.3. Analiza XYZ	38
2.2.4. Analiza ABC-FC	40
2.2.5. Analiza EIQ	44
2.2.6. Metoda AHP	46
2.2.7. Porównanie podstawowych metod wykorzystywanych do klasyfikacji produktów	49
2.2.8. Nowoczesne metody i narzędzia wykorzystywane do klasyfikacji produktów	51
3. Kompletacja produktów	54
3.1. Uwagi ogólne	54
3.2. Zasady wydania produktów z magazynu	56
3.3. Metody ręcznej kompletacji zamówień	57
3.3.1. Kompletacja według zamówień - Pick by order	58
3.3.2. Kompletacja kilku zamówień jednocześnie - Cluster picking	58
3.3.3. Kompletacja według asortymentu - Batch picking	59
3.3.4. Kompletacja strefowa - Pick and Pass/Zone picking	60
3.3.5. Kompletacja falowa - Wave picking	61
3.3.6. Porównanie metod kompletacji zamówień	63
3.4. Metody kompletacji stosowane w magazynach automatycznych	63
3.4.1. System układnie magazynowych	63
3.4.2. System regałów satelitarnych	65
3.4.3. System wózków autonomicznych	67

3.5. Środki transportowe wykorzystywane do kompletacji zamówień	72
3.6. Systemy automatycznej identyfikacji oraz rozwiązania usprawniające kompletację zamówień	74
3.6.1. Wprowadzenie - rodzaje systemów	74
3.6.2. Kody kreskowe	74
3.6.3. Fale radiowe RFID	74
3.6.4. Rozpoznawania znaków i obrazów	75
3.6.5. Technologia głosowa	76
3.6.6. System pick by light/pick to light	77
3.7. Wskaźniki charakteryzujące proces kompletacji	78
4. Model symulacji i oceny efektywności procesu kompletacji zamówień	80
4.1. Założenia ogólne modelu	80
4.2. Zapis matematyczny struktury magazynu	81
4.3. Metoda rozmieszczenia produktów w magazynie z uwzględnieniem ich klas	86
4.4. Algorytm metody oceny efektywności procesu kompletacji zamówień	87
4.5. Algorytm wyznaczania czasu kompletacji zamówień	89
5. Ocena wpływu doboru kryteriów klasyfikacji produktów na czas procesu kompletacji zamówień	93
5.1. Analiza wpływu wyboru kryterium klasyfikacji produktów na czas kompletacji produktów	93
5.1.1. Ustalenie wariantów i przygotowanie danych	93
5.1.1.1. Wariant IA oraz wariant IIA	95
5.1.1.2. Wariant IB oraz wariant IIB	102
5.1.2. Analiza dla Wariantu IA- magazyn średniej wielkości, podatność na piętrzenie	108
5.1.3. Analiza dla Wariantu IIA - magazyn średniej wielkości, wrażliwość na piętrzenie	111
5.1.4. Analiza dla Wariantu IB - duży magazyn, podatność na piętrzenie	113
5.1.5. Analiza dla Wariantu IIB - duży magazyn, wrażliwość na piętrzenie	118
5.2. Analiza wpływu wielkości magazynu na efektywność metod klasyfikacji	123
5.2.1. Przygotowanie danych	123
5.2.2. Wyniki symulacji	124
6. Ocena wpływu doboru metody klasyfikacji produktów na czas procesu kompletacji zamówień	131
6.1. Procedura klasyfikacji produktów z uwzględnieniem wzajemnych powiązań	131
6.1.1. Analiza dla Wariantu IC	138
6.1.2. Analiza dla Wariantu IIC	142
6.2. Podział produktów na kategorie w oparciu o dynamiczne	

wyznaczanie granic	147
6.2.1. Algorytm metody podziału na kategorie	148
6.2.2. Analiza efektywności podziału produktów na klasy w oparciu o dynamiczne wyznaczanie granic	151
6.3. Klasyfikacja produktów z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych	154
6.3.1. Schemat funkcjonalny opracowanej metody	154
6.3.2. Struktura sztucznej sieci neuronowej	156
6.3.3. Proces uczenia sieci - dobór wag	158
6.3.4. Przygotowanie danych oraz wybór funkcji uczącej	161
6.3.4.1. Funkcje uczące w programie Matlab	163
6.3.4.2. Wybór metody uczącej	167
6.3.5. Opis wyników	171
6.4. Ocena korzyści wynikających z zastosowania poszczególnych metod	178
7. Podsumowanie i wnioski	185
Bibliografia	188
Spis ilustracji	196
Spis tabel	200
Załącznik nr 1 - Implementacja metody w postaci aplikacji komputerowej (PickupSimulo)	203
Streszczenie	210
Abstract	212
Zusammenfassung	214

oprac. BPK