

# SPIS TREŚCI

WYKAZ SKRÓTOWCÓW .....	9
WSTĘP .....	13
<b>1. PRZEMYSŁ 4.0 I LEAN</b> .....	<b>19</b>
<b>2. CYFROWY BLIŹNIAK - DEFINICJE</b> .....	<b>30</b>
<b>3. CYFROWY BLIŹNIAK FABRYKI - ZAŁOŻENIA</b> .....	<b>35</b>
3.1. Projektowanie/przeprojektowywanie fabryk - metodyka .....	35
3.2. Cel projektowania/przeprojektowywania fabryki .....	40
3.2.1. Analizy oceniające .....	41
3.2.2. Analizy wspomagające/wyjaśniające .....	43
3.2.3. Analizy uzupełniające .....	47
3.3. Przygotowanie danych .....	48
3.3.1. Dane procesowe .....	49
3.3.2. Topografia fabryki .....	65
3.3.3. Powiązania - pociągi logistyczne .....	68
3.3.4. Powiązania - AGWAMR .....	69
3.4. Realizacja projektowania/przeprojektowywania fabryki .....	70
3.4.1. Podejście analityczne .....	72
3.4.2. Podejście symulacyjne .....	73
3.4.3. Podejście holistyczne (procesowe) - cyfrowy bliźniak fabryki .....	78
3.5. Podsumowanie .....	80
<b>4. POTRZEBA ZMIANY PARADYGMATU W MODELOWANIU SYMULACYJNYM</b> .....	<b>83</b>
4.1. Tradycyjne podejście w modelowaniu symulacyjnym - paradygmat DES ..	83
4.2. Nowe wyzwania dla modelowania symulacyjnego (Zean/Przemysł 4.0). . . .	91

4.3. Nowy paradygmat - OBS. . . . .	96
4.4. Podsumowanie. . . . .	102
<b>5. KONCEPCJA CYFROWEGO BLIŹNIAKA OPARTA NA OBS. . . . .</b>	<b>106</b>
5.1. Strukturyzacja fabryki . . . . .	108
5.1.1. Relacje logiczne. . . . .	108
5.1.2. Relacje przestrzenne. . . . .	117
5.1.3. Notacja . . . . .	126
5.2. Strukturyzacja procesu. . . . .	127
5.2.1. Poziom wykonawczy. . . . .	127
5.2.2. Poziom sterujący. . . . .	143
5.3. Podsumowanie. . . . .	149
<b>6. IMPLEMENTACJA CYFROWEGO BLIŹNIAKA FABRYKI. . . . .</b>	<b>150</b>
6.1. Wybór środowiska. . . . .	150
6.2. Implementacja strukturyzacji fabryki . . . . .	153
6.3. Implementacja strukturyzacji procesu . . . . .	157
6.3.1. Interpreter instrukcji języka skryptowego wysokiego poziomu. . . . .	157
6.3.2. Zapis marszrut (cykli) i przypisanie do operatorów. . . . .	163
6.3.3. Sterowanie marszrutami (cyklami). . . . .	165
6.3.4. Implementacja losowości. . . . .	169
6.4. Metodyka tworzenia cyfrowego bliźniaka fabryki i realizacja projektu. . . . .	171
6.5. Wymiarowanie projektu cyfrowego bliźniaka fabryki. . . . .	174
6.6. Zasady pracy zespołowej w projektach cyfrowych bliźniaków fabryk . . . . .	183
6.7. Wspomagające narzędzia informatyczne. . . . .	188
6.8. Przykłady realizacji. . . . .	189
6.8.1. Przykład z przemysłu samochodowego. . . . .	189
6.8.2. Przykład z przemysłu ceramicznego/materiałów ogniotrwałych. . . . .	194
6.8.3. Przykład z przemysłu FMCG. . . . .	196
6.9. Podsumowanie. . . . .	199
<b>ZAKOŃCZENIE - WIZJA PRZYSZŁOŚCI, KIERUNKI ROZWOJU. . . . .</b>	<b>201</b>
<b>BIBLIOGRAFIA. . . . .</b>	<b>209</b>
<b>SPIS RYSUNKÓW. . . . .</b>	<b>219</b>
<b>SPIS TABLIC. . . . .</b>	<b>225</b>