

# Spis treści

<b>Przedmowa</b> . . . . .	8
<b>Rozdział 1. Informatyzacja budownictwa</b> . . . . .	11
1.1. Historia oprogramowania inżynierskiego . . . . .	11
1.1.1. Obliczenia inżynierskie - CAE . . . . .	11
1.1.2. Komputerowe wspomaganie rysunku i modelowania . . . . .	13
1.1.3. Droga do modelu nD w procesie BIM . . . . .	16
1.2. Oprogramowanie AEC . . . . .	19
<b>Rozdział 2. Proces BIM</b> . . . . .	22
2.1. Wirtualny budynek . . . . .	22
2.2. Idea BIM . . . . .	26
2.2.1. BIM ewolucja . . . . .	31
2.2.2. BIM bałagan . . . . .	32
2.3. Definicje BIM . . . . .	32
2.4. Wymiary BIM . . . . .	36
2.4.1. BIM 4D . . . . .	37
2.4.2. BIM 5D . . . . .	38
2.4.3. BIM 6D . . . . .	39
2.4.4. BIM 7D . . . . .	40
2.5. BIM w projektowaniu . . . . .	40
2.5.1. Projekt 3D, raporty i zestawienia . . . . .	45
2.5.2. Dokładność projektu . . . . .	46
2.6. Standardy openBIM . . . . .	49
2.6.1. Standard IFC . . . . .	51
2.6.2. Standard IDM . . . . .	55
2.6.3. Standard MVD . . . . .	58
2.6.4. Standard BCF . . . . .	59
2.6.5. Standard bSSD . . . . .	60
2.7. Inne pojęcia procesu BIM . . . . .	61
2.7.1. CDE . . . . .	61
2.7.2. COBie . . . . .	62

2.7.3.	xBIM	63
2.7.4.	BIMx	64
2.7.5.	BEP	64
2.7.6.	IPD	65
2.7.7.	gbXML	67
2.7.8.	BIM, BAM, BOOM	67
2.7.9.	bigBIM, smallBIM	68
2.8.	Klasyfikacje w budownictwie	69
2.9.	Polskie normy BIM	71
2.9.1.	PN-EN ISO 16739 – norma IFC	71
2.9.2.	PN-EN ISO 29481 – norma IDM	77
2.9.3.	PN-EN ISO 12006-3 – norma IFD	83
2.9.4.	Podsumowanie	89
2.10.	BIM w edukacji	90
2.11.	BIM Standard PL	94
2.11.1.	Zawartość opracowania	94
2.11.2.	Najważniejsze elementy opracowania	95
2.12.	Bariery wdrożenia BIM	97
2.13.	BIM w Polsce	98
2.14.	BIM w innych krajach	100
2.14.1.	Wielka Brytania	100
2.14.2.	Stany Zjednoczone	102
2.14.3.	Inne kraje	103
2.15.	Nowe stanowiska związane z BIM	104
2.16.	O przyszłości BIM	105
<b>Rozdział 3.</b>	<b>Grafika komputerowa</b>	<b>107</b>
3.1.	Sprzęt komputerowy stosowany w grafice	108
3.2.	Podstawowe pojęcia grafiki komputerowej - grafika wektorowa i rastrowa	109
3.3.	Grafika wektorowa vs. grafika rastrowa	110
3.4.	Grafika wektorowa	111
3.5.	Grafika rastrowa	112
3.6.	Kompresja obrazu	116
3.7.	Formaty grafiki rastrowej	117
3.7.1.	Format bmp	117
3.7.2.	Format gif	118
3.7.3.	Format jpeg	119
3.7.4.	Format png	122
3.7.5.	Format WebP	123
3.7.6.	Format tiff	124
3.7.7.	RAW	124

3.7.8.	Zestawienie formatów grafiki rastrowej . . . . .	125
3.8.	Kolor w systemach inżynierskich . . . . .	126
3.8.1.	Teoria koloru w systemach CAD . . . . .	126
3.8.2.	Podział i nazewnictwo w teorii kolorów . . . . .	129
3.8.3.	Fizjologia widzenia barw . . . . .	132
3.8.4.	Model widzenia światła . . . . .	132
3.8.5.	Podział barw . . . . .	133
3.8.6.	Atrybuty koloru (barwy) . . . . .	133
3.8.7.	Podstawowe prawa teorii koloru . . . . .	135
3.8.8.	Mieszanie barw . . . . .	136
3.8.9.	Modele przestrzeni barw . . . . .	137
3.8.10.	Dyskretyzacja modeli . . . . .	145
3.8.11.	Wskaźnik odwzorowania barw - CRI . . . . .	148
3.8.12.	Standaryzacja oceny koloru w budownictwie . . . . .	148
<b>Rozdział 4.</b>	<b>Modelowanie geometryczne . . . . .</b>	<b>150</b>
4.1.	Obliczenia numeryczne . . . . .	151
4.2.	Przekształcenia w 3D . . . . .	153
4.3.	Proste techniki modelowania . . . . .	156
4.4.	Modelowanie prymitywami . . . . .	157
4.5.	Modelowanie krzywymi . . . . .	159
4.5.1.	Krzywe Hermite'a . . . . .	161
4.5.2.	Krzywe Béziera . . . . .	162
4.5.3.	Krzywe B-sklejane (B-splajny) . . . . .	165
4.5.4.	Krzywe NURBS . . . . .	166
4.6.	Powierzchnie . . . . .	167
4.6.1.	Bryły B-splajn i bryły NURBS . . . . .	171
4.6.2.	T-splajn . . . . .	171
4.7.	Modelowanie brył . . . . .	172
4.7.1.	Operacje na bryłach i Konstruktywna Geometria Brył . . . . .	172
4.7.2.	Zakreślanie przestrzeni . . . . .	173
4.7.3.	Kopiowanie prymitywów . . . . .	175
4.7.4.	Złożenie technik . . . . .	175
4.7.5.	Reprezentacja brzegowa . . . . .	175
4.7.6.	Reprezentacje z podziałem przestrzeni . . . . .	177
4.8.	Modelowanie parametryczne . . . . .	179
4.9.	Modelowanie geometryczne z bibliotekami . . . . .	181
4.10.	Problemy realizacji modelowania 3D . . . . .	182
4.11.	Programowanie wizualne, generowanie modeli . . . . .	183
4.12.	Skanowanie 3D . . . . .	186
4.13.	Drukowanie 3D . . . . .	188

<b>Rozdział 5. Prezentacja modeli przestrzennych</b> . . . . .	191
5.1. Prezentacje krawędziowe . . . . .	192
5.2. Oświetlenie lokalne i globalne . . . . .	193
5.3. Cieniowanie modelu . . . . .	193
5.4. Rendering . . . . .	195
5.5. Metoda śledzenia promieni . . . . .	197
5.6. Metoda energetyczna . . . . .	198
5.7. Oświetlenie . . . . .	200
5.8. Źródła światła . . . . .	201
5.9. Tekstury . . . . .	202
5.10. Wygładzanie modeli . . . . .	205
5.11. Złożoność obliczeniowa . . . . .	205
5.12. Praktyczne uwagi do renderingu . . . . .	206
<b>Rozdział 6. Podstawy pracy z systemami CAD 2D i 3D</b> . . . . .	209
6.1. Modelowanie w skali 1:1 . . . . .	210
6.2. Modelowanie precyzyjne . . . . .	210
6.3. Warstwy . . . . .	213
6.4. Elementy biblioteczne . . . . .	215
6.5. Modelowanie – proces tworzenia dokumentacji . . . . .	215
6.6. Układy współrzędnych . . . . .	216
6.7. Edycja istniejących obiektów . . . . .	216
6.8. Grupowanie obiektów . . . . .	217
6.9. Linie wymiarowe . . . . .	218
6.10. Technika przygotowania rysunków 2D (dokumentacji) . . . . .	218
6.11. Standaryzacja modelowania CAD . . . . .	221
<b>Rozdział 7. Modelowanie konstrukcji</b> . . . . .	224
7.1. Proces modelowania konstrukcji na podstawie projektu 3D . . . . .	224
7.1.1. Układy współrzędnych . . . . .	226
7.1.2. Od modelu 3D do modelu obliczeniowego . . . . .	227
7.1.3. Schemat realizacji obliczeń . . . . .	228
7.1.4. Przygotowanie modelu obliczeniowego . . . . .	228
7.1.5. Analiza współosiowości elementów konstrukcji . . . . .	229
7.1.6. Sprawdzenie i korekta precyzyjnego ustawienia modelu obliczeniowego . . . . .	232
7.1.7. Przyjęcie warunków brzegowych . . . . .	233
7.1.8. Przyjęcie obciążenia i wariantów obciążenia . . . . .	233
7.1.9. Podział konstrukcji na elementy skończone . . . . .	234
7.1.10. Rozwiązanie zadania . . . . .	236
7.1.11. Weryfikacja, walidacja, kalibracja . . . . .	236
7.1.12. Podsumowanie . . . . .	238

<b>Rozdział 8. Przykłady modelowania</b> . . . . .	240
8.1. Model 3D . . . . .	240
8.2. BIM 4D na przykładzie modernizacji klatki schodowej . . . . .	244
8.2.1. Opis istniejącego obiektu i jego dokumentacji . . . . .	244
8.2.2. Planowana modernizacja budynku . . . . .	245
8.2.3. Modelowanie budynku . . . . .	246
8.2.4. Analiza nasłonecznienia budynku . . . . .	247
8.2.5. Tworzenie dokumentacji budowlanej . . . . .	249
8.2.6. Wykonywanie harmonogramu 4D i wizualizacji . . . . .	249
8.2.7. BIM na budowie . . . . .	250
8.2.8. Podsumowanie . . . . .	251
<b>Spis rysunków</b> . . . . .	252
<b>Rysunki</b> . . . . .	256
<b>Spis tabel</b> . . . . .	257
<b>Tablice</b> . . . . .	257
<b>Skorowidz</b> . . . . .	258
<b>Bibliografia</b> . . . . .	262
<b>Bibliografia - strony WWW</b> . . . . .	268
<b>Bibliografia - Normy techniczne (PN i ISO)</b> . . . . .	270