

Spis treści

| | |
|--|-----------|
| Przedmowa | 9 |
| 1. Informatyzacja budownictwa | 13 |
| 1.1. Historia oprogramowania inżynierskiego | 13 |
| 1.1.1. Obliczenia inżynierskie – CAE | 13 |
| 1.1.2. Komputerowe wspomaganie rysunku i modelowania | 15 |
| 1.1.3. Droga do modelu nD w procesie BIM | 18 |
| 1.2. Oprogramowanie AEC | 21 |
| 2. Proces BIM | 25 |
| 2.1. Wirtualny budynek | 25 |
| 2.2. Idea BIM | 29 |
| 2.2.1. BIM ewolucja | 33 |
| 2.2.2. BIM bałagan | 35 |
| 2.3. Definicje BIM | 36 |
| 2.4. Wymiary BIM | 39 |
| 2.4.1. BIM 4D | 39 |
| 2.4.2. BIM 5D | 40 |
| 2.4.3. BIM 6D | 42 |
| 2.4.4. BIM 7D | 42 |
| 2.5. BIM w projektowaniu | 43 |
| 2.5.1. Projekt 3D, raporty i zestawienia | 47 |
| 2.5.2. Dokładność projektu | 48 |
| 2.6. Standardy openBIM | 51 |
| 2.6.1. Standard IFC | 53 |
| 2.6.2. Standard IDM | 58 |
| 2.6.3. Standard MVD | 60 |
| 2.6.4. Standard BCF | 61 |
| 2.6.5. Standard bSDD | 62 |
| 2.7. Inne pojęcia procesu BIM | 63 |
| 2.7.1. CDE | 63 |
| 2.7.2. COBie | 64 |
| 2.7.3. xBIM | 65 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 2.7.4. | BIMx | 65 |
| 2.7.5. | BEP | 66 |
| 2.7.6. | IPD | 67 |
| 2.7.7. | gbXML | 69 |
| 2.7.8. | BIM, BAM, BOOM | 69 |
| 2.7.9. | bigBIM, smallBIM | 70 |
| 2.8. | Klasyfikacje w budownictwie | 70 |
| 2.9. | Polskie normy BIM | 73 |
| 2.9.1. | PN-EN ISO 16739 – norma IFC | 73 |
| 2.9.2. | PN-EN ISO 29481 – norma IDM | 79 |
| 2.9.3. | PN-EN ISO 12006-3 – norma IFD | 84 |
| 2.9.4. | Podsumowanie | 90 |
| 2.10. | BIM w edukacji | 91 |
| 2.11. | BIM Standard PL | 95 |
| 2.11.1. | Zawartość opracowania | 95 |
| 2.11.2. | Najważniejsze elementy opracowania | 96 |
| 2.12. | Barierzy wdrożenia BIM | 97 |
| 2.13. | BIM w Polsce | 99 |
| 2.14. | BIM w innych krajach | 101 |
| 2.14.1. | Wielka Brytania | 101 |
| 2.14.2. | Stany Zjednoczone | 103 |
| 2.14.3. | Inne kraje | 104 |
| 2.15. | Nowe stanowiska związane z BIM | 105 |
| 2.16. | O przyszłości BIM | 105 |
| 3. | Grafika komputerowa | 107 |
| 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 | 113 |
| 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 | 118 |
| 3.7.4. | Format PNG | 122 |
| 3.7.5. | Format WebP | 122 |
| 3.7.6. | Format TIFF | 123 |
| 3.7.7. | Plik RAW | 124 |
| 3.7.8. | Zestawienie formatów grafiki rastrowej | 124 |
| 3.8. | Kolor w systemach inżynierskich | 127 |
| 3.8.1. | Teoria koloru w systemach CAD | 127 |
| 3.8.2. | Podział i nazewnictwo w teorii kolorów | 130 |
| 3.8.3. | Fizjologia widzenia barw | 131 |
| 3.8.4. | Model widzenia światła | 131 |
| 3.8.5. | Podział barw | 132 |

| | |
|---|------------|
| 3.8.6. Atrybuty koloru (barwy) | 132 |
| 3.8.7. Podstawowe prawa teorii koloru | 134 |
| 3.8.8. Mieszanie barw | 134 |
| 3.8.9. Modele przestrzeni barw | 135 |
| 3.8.10. Dyskretyzacja modeli | 145 |
| 3.8.11. Wskaźnik odwzorowania barw – CRI | 147 |
| 3.8.12. Standaryzacja oceny koloru w budownictwie | 147 |
| 4. Modelowanie geometryczne | 149 |
| 4.1. Obliczenia numeryczne | 150 |
| 4.2. Przekształcenia w 3D | 152 |
| 4.3. Proste techniki modelowania | 154 |
| 4.4. Modelowanie prymitywami | 156 |
| 4.5. Modelowanie krzywymi | 157 |
| 4.5.1. Krzywe Hermite'a | 160 |
| 4.5.2. Krzywe Béziera | 161 |
| 4.5.3. Krzywe B-sklejane (B-splajny) | 163 |
| 4.5.4. Krzywe NURBS | 164 |
| 4.6. Powierzchnie | 165 |
| 4.6.1. Bryły B-splajn i bryły NURBS | 169 |
| 4.6.2. T-splajn | 169 |
| 4.7. Modelowanie brył | 170 |
| 4.7.1. Operacje na bryłach i Konstruktywna Geometria Brył | 170 |
| 4.7.2. Zakreślanie przestrzeni | 171 |
| 4.7.3. Kopiowanie prymitywów | 173 |
| 4.7.4. Złożenie technik | 174 |
| 4.7.5. Reprezentacja brzegowa | 174 |
| 4.7.6. Reprezentacje z podziałem przestrzeni | 175 |
| 4.8. Modelowanie parametryczne | 178 |
| 4.9. Modelowanie geometryczne z bibliotekami | 179 |
| 4.10. Problemy realizacji modelowania 3D | 181 |
| 4.11. Programowanie wizualne, generowanie modeli | 181 |
| 4.12. Skanowanie 3D | 184 |
| 4.13. Drukowanie 3D | 187 |
| 5. Prezentacja modeli przestrzennych | 189 |
| 5.1. Prezentacje krawędziowe | 190 |
| 5.2. Oświetlenie lokalne i globalne | 191 |
| 5.3. Cieniowanie modelu | 191 |
| 5.4. Rendering | 193 |
| 5.5. Metoda śledzenia promieni | 195 |
| 5.6. Metoda energetyczna | 196 |
| 5.7. Oświetlenie | 197 |
| 5.8. Źródła światła | 199 |
| 5.9. Tekstury | 199 |
| 5.10. Wygładzanie modeli | 202 |
| 5.11. Złożoność obliczeniowa | 203 |
| 5.12. Praktyczne uwagi do renderingu | 203 |

| | |
|---|------------|
| 6. Podstawy pracy z systemami CAD 2D i 3D | 207 |
| 6.1. Modelowanie w skali 1:1 | 208 |
| 6.2. Modelowanie precyzyjne | 209 |
| 6.3. Warstwy | 211 |
| 6.4. Elementy biblioteczne | 213 |
| 6.5. Modelowanie – proces tworzenia dokumentacji | 213 |
| 6.6. Układy współrzędnych | 214 |
| 6.7. Edycja istniejących obiektów | 215 |
| 6.8. Grupowanie obiektów | 215 |
| 6.9. Linie wymiarowe | 215 |
| 6.10. Technika przygotowania rysunków 2D (dokumentacji) | 217 |
| 6.11. Standaryzacja modelowania CAD | 218 |
| 7. Modelowanie konstrukcji | 221 |
| 7.1. Proces modelowania konstrukcji na podstawie projektu 3D | 221 |
| 7.1.1. Układy współrzędnych | 223 |
| 7.1.2. Od modelu 3D do modelu obliczeniowego | 224 |
| 7.1.3. Schemat realizacji obliczeń | 225 |
| 7.1.4. Przygotowanie modelu obliczeniowego | 226 |
| 7.1.5. Analiza współosiowości elementów konstrukcji | 226 |
| 7.1.6. Sprawdzenie i korekta precyzyjnego ustawienia modelu obliczeniowego | 229 |
| 7.1.7. Przyjęcie warunków brzegowych | 230 |
| 7.1.8. Przyjęcie obciążenia i wariantów obciążenia | 230 |
| 7.1.9. Podział konstrukcji na elementy skończone | 231 |
| 7.1.10. Rozwiązanie zadania | 233 |
| 7.1.11. Weryfikacja, walidacja, kalibracja | 233 |
| 7.1.12. Podsumowanie | 234 |
| 8. Przykłady modelowania | 237 |
| 8.1. Model 3D | 237 |
| 8.2. BIM 4D na przykładzie modernizacji klatki schodowej | 242 |
| 8.2.1. Opis istniejącego obiektu i jego dokumentacji | 242 |
| 8.2.2. Planowana modernizacja budynku | 243 |
| 8.2.3. Modelowanie budynku | 244 |
| 8.2.4. Analiza nasłonecznienia budynku | 245 |
| 8.2.5. Tworzenie dokumentacji budowlanej | 246 |
| 8.2.6. Wykonywanie harmonogramu 4D i wizualizacji | 247 |
| 8.2.7. BIM na budowie | 248 |
| 8.2.8. Podsumowanie | 249 |
| Bibliografia | 251 |
| Spis rysunków | 259 |
| Spis tablic | 265 |
| Skorowidz | 267 |