

Spis treści

| | |
|--|-----------|
| Przedmowa do wydania pierwszego | 13 |
| 1. Zagadnienia wprowadzające do geomatyki | 15 |
| 1.1. Ziemia, jej miejsce w Układzie Słonecznym i we wszechświecie | 15 |
| 1.1.1. Kształt i rozmiary Ziemi, krótka historia pomiaru długości łuku południka | 15 |
| 1.1.2. Układ Ziemia – Księżyc | 19 |
| 1.1.3. Najbliższe sąsiedztwo Ziemi, Układ Słoneczny i jego miejsce we wszechświecie | 19 |
| 1.2. Normalizacja w zakresie informacji geograficznej | 21 |
| 1.2.1. Istotne organizacje normalizacyjne | 21 |
| 1.2.2. Przegląd wybranych norm | 22 |
| PN-EN ISO 19101 Model tworzenia norm | 22 |
| ISO/TS 19103 Conceptual schema language | 23 |
| PN-EN ISO 19105 Zgodność i testowanie zgodności | 23 |
| PN-EN ISO 19106 Profile (norm bazowych) | 24 |
| PN-EN ISO 19107 Schemat przestrzenny | 24 |
| PN-EN ISO 19108 Schemat czasowy | 25 |
| PN-EN ISO 19109 Reguły schematów aplikacyjnych | 26 |
| PN-EN ISO 19110 Metodyka katalogowania obiektów | 27 |
| PN-EN ISO 19111 Odniesienia przestrzenne za pomocą współrzędnych | 27 |
| PN-EN ISO 19112 Odniesienia przestrzenne za pomocą identyfikatorów geograficznych | 27 |
| PN-EN ISO 19113 Podstawy opisu jakości | 28 |
| PN-EN ISO 19114 Procedury oceny jakości | 28 |
| PN-EN ISO 19115 Metadane | 28 |
| PN-EN ISO 19116 Usługi wyznaczania położenia | 28 |
| PN-EN ISO 19117 Prezentacja | 28 |
| PN-EN ISO 19118 Kodowanie | 28 |

| | |
|--|-----------|
| PN-EN ISO 19119 Usługi | 29 |
| PN-EN ISO 19123 Schemat dla geometrii i funkcji pokryć | 29 |
| PN-EN ISO 19125 Środki dostępu do obiektów prostych | 30 |
| PN-EN ISO 19128 Interfejs internetowego serwera map | 30 |
| Projekt normy ISO 19142 Web Feature Service | 30 |
| PN-EN ISO 19133 Usługi oparte na lokalizacji – Śledzenie i nawigacja | 31 |
| PN-EN ISO 19135 Procedury rejestracji pozycji rejestrowych | 31 |
| ISO 19136 Język znaczników geograficznych (GML) | 31 |
| ISO/TS 19139 Metadane – Implementacja schematu XML | 31 |
| 2. Powierzchnia odniesienia i odwzorowania kartograficzne | 32 |
| 2.1. Powierzchnia odniesienia | 32 |
| 2.1.1. Wysokość elipsoidalna i wysokość nad poziomem morza | 35 |
| 2.1.2. Układy współrzędnych 3D | 37 |
| 2.1.3. Transformacje między układami współrzędnych | 40 |
| 2.1.3.1. Wyznaczenie współrzędnych w układzie ETRF89 na podstawie współrzędnych ITRF _{YY} | 40 |
| 2.1.3.2. Wyznaczenie współrzędnych punktu w układzie ETRF89 na podstawie opracowania obserwacji GPS | 41 |
| 2.1.3.3. Opracowanie obserwacji w układzie ITRF na epokę t_c | 41 |
| 2.2. Odwzorowania kartograficzne | 42 |
| 2.2.1. Wprowadzenie | 42 |
| 2.2.2. Klasyfikacja odwzorowań kartograficznych | 47 |
| 2.2.3. Odwzorowania azymutalne kuli | 50 |
| 2.2.3.1. Wybrane odwzorowania normalne | 50 |
| 2.2.3.2. Odwzorowania ukośne i poprzeczne | 53 |
| 2.2.3.3. Odwzorowania sieczne | 55 |
| 2.2.3.4. Zastosowanie odwzorowań azymutalnych | 56 |
| 2.2.4. Odwzorowania walcowe kuli | 57 |
| 2.2.4.1. Wybrane odwzorowania normalne | 57 |
| 2.2.4.2. Odwzorowania ukośne i poprzeczne | 60 |
| 2.2.5. Wybrane odwzorowania stożkowe normalne kuli | 63 |
| 2.2.5.1. Odwzorowania równoodległościowe | 65 |
| 2.2.5.2. Odwzorowania równokątne | 66 |
| 2.2.5.3. Odwzorowania równopolowe | 67 |
| 2.2.6. Odwzorowanie Gaussa-Krügera | 68 |
| 2.2.6.1. Wzory odwzorowania Gaussa-Krügera $(\varphi, \lambda \rightarrow x_{GK}, y_{GK})$ | 69 |
| 2.2.6.2. Zbieżność południków | 71 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.6.3. Elementarne skale długości i pola powierzchni – zniekształcenia długości i pola | 71 |
| 2.2.6.4. Kształt linii geodezyjnej w odwzorowaniu Gaussa-Krügera | 72 |
| 2.2.6.5. Zmodyfikowane odwzorowanie Gaussa-Krügera w położeniu siecznym | 73 |
| 2.2.6.6. Uproszczenia i modyfikacje wzorów na zniekształcenia | 76 |
| 2.2.6.7. Współrzędne cechowane – przesunięcie początku układu XOY | 76 |
| 2.2.6.8. Odwzorowanie UTM jako zmodyfikowane odwzorowanie Gaussa-Krügera | 77 |
| 2.2.7. Odwzorowanie quasi-stereograficzne | 78 |
| 2.2.7.1. Wzory odwzorowania quasi-stereograficznego | 80 |
| 2.2.7.2. Zbieżność południków i redukcja kierunku | 82 |
| 2.2.8. Transformacja współrzędnych płaskich jako odwzorowanie płaszczyzny na płaszczyznę | 83 |
| Literatura | 89 |
| 3. Układy odniesień przestrzennych | 91 |
| 3.1. Układ współrzędnych w ramach układu i systemu odniesienia | 91 |
| 3.2. Państwowe układy współrzędnych płaskich stosowane w przeszłości w Polsce | 93 |
| 3.2.1. Układ „Borowa Góra” | 93 |
| 3.2.2. Układ współrzędnych „1942” | 95 |
| 3.2.3. Układ współrzędnych „GUGiK-80” | 97 |
| 3.2.4. Podział na arkusze w ramach podziału Międzynarodowej Mapy Świata | 100 |
| 3.3. Układ współrzędnych „1965” | 101 |
| 3.4. Układ współrzędnych płaskich prostokątnych „1992” | 108 |
| 3.5. Układ współrzędnych płaskich prostokątnych „2000” | 111 |
| 3.5.1. Podział na arkusze mapy w układzie „2000” | 113 |
| 3.5.2. Przykład obliczenia współrzędnych w układzie „2000” na płaszczyźnie Gaussa-Krügera | 114 |
| 3.6. Układ współrzędnych płaskich prostokątnych UTM | 117 |
| 3.7. Układ Lokalny Krakowski i układ Wielicki jako przykłady lokalnych układów współrzędnych | 121 |
| 3.8. Przeliczanie współrzędnych prostokątnych płaskich <i>XY</i> między układami | 125 |
| 3.9. Zmiana długości i pola powierzchni wynikające z zastąpienia układu „1965” układem „2000” | 131 |
| Literatura | 135 |

| | |
|--|-----|
| 4. Modelowanie i pozyskiwanie geoinformacji, projektowanie baz danych przestrzennych | 137 |
| 4.1. Modele danych przestrzennych | 137 |
| 4.1.1. Modelowanie informacji geograficznej | 137 |
| 4.1.1.1. Model pojęciowy | 137 |
| 4.1.1.2. Język schematu pojęciowego | 138 |
| 4.2. Teoria grafów a geomatyka | 140 |
| 4.2.1. Łącuchy i cykle w geomatyce | 144 |
| 4.2.2. Spójność grafu | 144 |
| 4.2.3. Grafy planarne | 145 |
| 4.2.4. Formalna Struktura Danych (FDS) | 148 |
| 4.2.5. Przykład zastosowania FDS | 151 |
| 4.3. Numeryczny Model Terenu | 155 |
| 4.3.1. Stan badań i postępu w dziedzinie 3D GIS | 158 |
| 4.3.2. Trójwymiarowa reprezentacja danych przestrzennych | 159 |
| 4.3.3. Reprezentacja obiektów trójwymiarowych | 160 |
| 4.3.4. Modele danych w NMT i ich krótka charakterystyka | 161 |
| 4.3.5. Źródła pozyskiwania danych do NMT | 167 |
| 4.4. Bazy danych przestrzennych | 170 |
| 4.4.1. Zapis informacji przestrzennej w obiektowo-relacyjnych bazach danych | 170 |
| 4.4.2. Projektowanie baz danych przestrzennych | 171 |
| 4.4.2.1. Modelowanie logiczne | 172 |
| 4.4.2.2. Fizyczna implementacja modelu bazy danych | 172 |
| 4.5. Jakość danych | 173 |
| 4.6. Metadane | 177 |
| 4.6.1. Wstęp | 177 |
| 4.6.2. Rys historyczny | 178 |
| 4.6.3. Norma PN-EN ISO 19115:2003 Informacja geograficzna – Metadane | 179 |
| 4.6.3.1. Informacja o zbiorze metadanych | 180 |
| 4.6.3.2. Informacja o identyfikacji | 180 |
| 4.6.3.3. Informacja o ograniczeniach | 180 |
| 4.6.3.4. Informacja o jakości danych („Jak dobre są dane?”) | 181 |
| 4.6.3.5. Informacja o konserwacji | 181 |
| 4.6.3.6. Informacja o reprezentacji przestrzennej (obejmuje reprezentację siatkową i wektorową) | 181 |
| 4.6.3.7. Informacja o systemie odniesienia (obejmuje czas, współrzędne i identyfikatory geograficzne) | 181 |
| 4.6.3.8. Informacja o treści | 181 |
| 4.6.3.9. Informacja o katalogu prezentacji kartograficznej | 182 |

| | |
|--|-----|
| 4.6.3.10. Informacja o dystrybucji | 182 |
| 4.6.3.11. Informacja o rozszerzeniu metadanych | 182 |
| 4.6.3.12. Informacja o schemacie aplikacyjnym | 182 |
| 4.6.3.13. Informacja o zasięgu | 182 |
| 4.6.3.14. Informacja o cytowaniu i podmiocie odpowiedzialnym | 182 |
| 4.6.4. Bazowe elementy metadanych („Jakie metadane gromadzić?”) ... | 183 |
| 4.6.5. Organizacja metadanych | 183 |
| 4.7. Tachimetry elektroniczne total station | 186 |
| 4.7.1. Wstęp | 186 |
| 4.7.2. Tachimetry automatycznie naprowadzane na cel | 187 |
| 4.7.3. Wykorzystanie w tachimetrach graficznych rejestratorów polowych | 189 |
| 4.7.4. Pomiary odległości bez użycia pryzmatu | 191 |
| 4.7.5. Zastosowanie kamer cyfrowych w tachimetrach | 191 |
| 4.7.6. Kodowanie pomierzonych punktów | 193 |
| 4.7.7. Zintegrowanie tachimetru z odbiornikiem GPS | 194 |
| 4.7.8. Podsumowanie | 195 |
| 4.8. Satelitarne metody określania położenia obiektów | 195 |
| 4.8.1. Pomiary GPS | 196 |
| 4.8.1.1. Wyznaczenie pozycji pojedynczego odbiornika na podstawie pomiarów kodowych | 197 |
| 4.8.1.2. Pomiary fazowe GPS | 198 |
| 4.8.1.3. Pomiary fazowe w trybie różnicowym | 199 |
| 4.8.2. Stacje permanentne GNSS | 201 |
| 4.8.3. System ASG-EUPOS | 203 |
| 4.8.4. Serwisy dostępne w systemie ASG-EUPOS | 205 |
| 4.8.5. Czynności pomiarowe w terenie | 206 |
| 4.8.6. Podsumowanie | 208 |
| 4.9. Język XML i jego implementacje dla danych przestrzennych | 209 |
| 4.9.1. Język XML | 209 |
| 4.9.1.1. Elementy | 210 |
| 4.9.1.2. Atrybuty | 210 |
| 4.9.1.3. Odwołania do encji | 210 |
| 4.9.1.4. Komentarze | 211 |
| 4.9.1.5. Instrukcje przetwarzania | 211 |
| 4.9.1.6. Sekcje CDATA | 211 |
| 4.9.1.7. Deklaracje typu dokumentu | 211 |
| 4.9.2. XML Schema | 212 |
| 4.9.3. Wykorzystanie języka XML do przenoszenia danych przestrzennych | 213 |
| 4.9.3.1. Geography Markup Language (GML) | 213 |

| | |
|------------------------|-----|
| 4.9.3.2. LandXML | 216 |
| 4.9.3.3. KML | 217 |
| Literatura | 218 |

5. Zaawansowane metody analiz statystycznych 224

| | |
|---|-----|
| 5.1. Modelowanie zmiennej losowej oraz weryfikacja hipotez statystycznych dla informacji o terenie | 224 |
| 5.1.1. Próba statystyczna | 224 |
| 5.1.2. Wielowymiarowa zmienna losowa | 225 |
| 5.1.3. Estymacja punktowa | 229 |
| 5.1.3.1. Zasady estymacji punktowej | 229 |
| 5.1.3.2. Metoda momentów | 231 |
| 5.1.3.3. Metoda największej wiarygodności | 232 |
| 5.1.3.4. Metoda najmniejszych kwadratów (MNK) | 232 |
| 5.1.4. Estymacja przedziałowa | 236 |
| 5.1.4.1. Zasady estymacji przedziałowej | 236 |
| 5.1.4.2. Przedziały ufności dla nieznannej wartości przeciętnej | 236 |
| 5.1.4.3. Przedziały ufności dla wariancji i odchylenia standardowego | 240 |
| 5.1.5. Estymacja liniowych modeli według metody najmniejszej sumy kwadratów (MNK) | 242 |
| 5.1.5.1. Wprowadzenie | 242 |
| 5.1.5.2. Równanie obserwacyjne dla geodezyjnych wielkości | 244 |
| 5.1.5.3. Model (\mathbf{L} , \mathbf{AX} , $\sigma^2\mathbf{G}$) wieloparametrowej estymacji Gaussa-Markowa | 246 |
| 5.1.5.4. Przykłady liczbowe zastosowania modelu estymacji Gaussa – Markowa do uzgadniania wyników pomiarów geodezyjnych | 248 |
| 5.1.6. Procedury weryfikacji hipotez statystycznych | 270 |
| 5.1.6.1. Podstawowe pojęcia i definicje | 270 |
| 5.1.6.2. Parametryczne testy istotności | 272 |
| 5.1.6.3. Weryfikacja hipotezy dotyczącej wartości przeciętnej | 272 |
| 5.1.6.4. Weryfikacja hipotezy dotyczącej wariancji | 277 |
| 5.1.6.5. Weryfikacja hipotezy o równości wartości przeciętnej badanej cechy dwóch populacji | 278 |
| 5.1.6.6. Testy zgodności | 281 |
| 5.1.6.7. Test χ^2 (chi-kwadrat) Pearsona | 282 |
| 5.1.6.8. Test Kołmogorowa | 285 |
| 5.1.6.9. Test Shapiro-Wilka | 287 |

| | |
|--|------------|
| 5.2. Geostatystyka | 289 |
| 5.2.1. Pola losowe | 291 |
| 5.2.2. Semiwariogram | 295 |
| 5.2.2.1. Własności semiwariogramu | 296 |
| 5.2.2.2. Semiwariogram empiryczny | 298 |
| 5.2.2.3. Teoretyczne modele semiwariogramów | 301 |
| 5.2.2.4. Dopasowywanie modeli semiwariogramów | 305 |
| 5.2.3. Podstawowe metody krigingowe | 306 |
| 5.2.3.1. Pożądane własności predyktorów | 307 |
| 5.2.3.2. Kriging wartości średniej | 308 |
| 5.2.3.3. Kriging prosty | 310 |
| 5.2.3.4. Kriging zwyczajny | 314 |
| 5.2.3.5. Kriging uniwersalny | 320 |
| Literatura | 326 |
| 6. Zastosowania | 328 |
| 6.1. GIS w internecie | 328 |
| 6.1.1. Wstęp | 328 |
| 6.1.2. Jak to działa? | 328 |
| 6.1.2.1. Serwery map | 329 |
| 6.1.2.2. Transfer wektorowy | 329 |
| 6.1.2.3. Transfer rastrowy | 330 |
| 6.1.2.4. Wady i zalety wymienionych metod | 330 |
| 6.1.3. Mapserver | 331 |
| 6.2. Wspomaganie procesów podejmowania decyzji | 333 |
| 6.2.1. Wprowadzenie | 333 |
| 6.2.2. GIS a podejmowanie decyzji | 334 |
| 6.2.3. Analiza wielokryterialna | 336 |
| 6.2.4. Integracja GIS z narzędziami modelowania procesów decyzyjnych | 337 |
| 6.2.5. Podsumowanie | 338 |
| 6.3. Taksacja nieruchomości | 338 |
| 6.3.1. Wstęp | 338 |
| 6.3.2. Wyznaczanie atrybutów nieruchomości | 339 |
| 6.3.2.1. Lokalizacja (strefa), przeznaczenie w planie zagospodarowania przestrzennego, moda, klasa gleboznawcza gruntu | 339 |
| 6.3.2.2. Warunki geometryczne | 340 |
| 6.3.2.3. Uzbrojenie | 342 |
| 6.3.2.4. Otoczenie (sąsiedztwo) | 342 |
| 6.3.2.5. Dostępność komunikacyjna | 343 |

| | |
|---|-----|
| 6.3.3. Prezentacja kartograficzna | 346 |
| 6.4. Przykłady zastosowania geostatystyki w przetwarzaniu obrazów | 356 |
| 6.5. NMT i przykłady jego przetwarzania | 364 |
| 6.5.1. Wyznaczenie siatki krytycznej jako przykład analizy w oparciu o model TIN na podstawie artykułu E. Danovaro | 364 |
| 6.5.2. Generalizacja hierarchiczna poprzez multi-triangulację | 368 |
| 6.6. Zastosowanie GIS w leśnictwie | 370 |
| Literatura | 373 |