



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

FOTOGRAMMETRIE 20

Dr. Ing. Karel Pavelka

OBSAH

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | LETECKÁ FOTOGRAMMETRIE | 3 |
| 1.1. | PŘEDMLUVA | 3 |
| 1.2. | LETECKÁ FOTOGRAMMETRIE | 3 |
| 1.3. | VOLBA SOUŘADNICOVÝCH SOUSTAV V LETECKÉ FOTOGRAMMETRII | 3 |
| 1.3.1. | SOUSTAVA SNÍMKOVÝCH SOUŘADNIC | 4 |
| 1.3.2. | SOUSTAVA MODELOVÝCH SOUŘADNIC | 5 |
| 1.3.3. | SOUSTAVA GEODETICKÁ | 5 |
| 1.3.4. | PŘÍMÝ VZTAH MEZI SNÍMKOVÝMI A GEODETICKÝMI SOUŘADNICEMI | 5 |
| 2. | VLIVY PŮSOBÍCÍ NA SNÍMKOVÉ SOUŘADNICE | 7 |
| 2.1 | VLIV DISTORZE OBJEKTIVU | 7 |
| 2.2 | VLIV SRÁŽKY FOTOGRAFICKÉHO MATERIÁLU | 7 |
| 2.3 | VLIV ATMOSFÉRICKÉ REFRAKCE | 8 |
| 2.4 | VLIV ZAKŘIVENÍ ZEMĚ | 10 |
| 3. | LETECKÉ SNÍMKOVÁNÍ | 14 |
| 3.1 | HISTORICKÉ OHLÉDNUTÍ | 14 |
| 3.2 | PROJEKT SNÍMKOVÉHO LETU | 15 |
| 3.3 | POZEMNÍ PRÁCE | 18 |
| 3.3.1 | PŘÍPRAVNÉ PRÁCE | 18 |
| 3.3.2 | VLÍCOVACÍ BODY, SIGNALIZACE | 19 |
| 3.3.3 | KLASIFIKACE A MÍSTNÍ ŠETŘENÍ | 20 |
| 3.4 | VYHODNOCENÍ OBSAHU SNÍMKŮ | 21 |
| 3.4.1 | JEDNODUCHÉ METODY LETECKÉ FOTOGRAMMETRIE | 21 |
| 3.4.2 | PŘIBLIŽNÉ METODY | 21 |
| 3.4.3 | PŘESNÉ VYHODNOCENÍ LETECKÉ FOTOGRAMMETRIE | 22 |
| 4. | TEORIE LETECKÉ FOTOGRAMMETRIE | 24 |
| 4.1 | TYPY PŘESNÉHO VYHODNOCENÍ SNÍMKOVÝCH STEREODVOJIC | 24 |
| 4.2 | SNÍMKOVÉ ORIENTACE | 25 |
| 4.3 | VYHODNOCENÍ STEREOSNÍMKŮ PŘI ZNÁMÝCH PARAMETRECH VNĚJŠÍ ORIENTACE | 25 |
| 4.4 | VYHODNOCENÍ STEREOSNÍMKŮ PŘI NEZNÁMÝCH PARAMETRECH VNĚJŠÍ ORIENTACE | 27 |
| 5. | POČETNÍ URČENÍ PRVKŮ VNĚJŠÍ ORIENTACE | 29 |
| 5.1 | RELATIVNÍ ORIENTACE | 29 |
| 5.1.1 | PODMÍNKA KOMPLANARITY | 29 |
| 5.1.2 | PODMÍNKA NULOVÝCH VERTIKÁLNÍCH PARALAX | 33 |
| 5.1.3 | RELATIVNÍ ORIENTACE NEZÁVISLÉ DVOJICE | 34 |
| 5.1.4 | RELATIVNÍ ORIENTACE PŘI PŘIPOJENÍ SNÍMKU | 37 |
| 5.1.5 | RELATIVNÍ ORIENTACE V ROVINATÉM ÚZEMÍ S VYROVNÁNÍM | 39 |
| 5.1.6 | RELATIVNÍ ORIENTACE V HORSKÉM ÚZEMÍ S VYROVNÁNÍM | 41 |
| 5.2 | ABSOLUTNÍ ORIENTACE | 43 |
| 6. | ANALYTICKÉ METODY | 48 |
| 6.1 | KOMPLEXNÍ ŘEŠENÍ | 48 |
| 6.2 | ETAPOVÉ ŘEŠENÍ | 54 |
| 6.2.1 | RELATIVNÍ ORIENTACE | 54 |
| 6.2.2 | MĚŘÍTKOVÉ PŘIPOJENÍ | 56 |
| 6.2.3 | ABSOLUTNÍ ORIENTACE | 57 |
| 7. | ANALOGOVÉ ZPŮSOBY ORIENTACE | 58 |
| 7.1 | EMPIRICKÉ ŘEŠENÍ | 58 |
| 7.2 | RELATIVNÍ ORIENTACE | 59 |
| 7.2.1 | NEZÁVISLÁ DVOJICE | 60 |
| 7.2.2 | PŘIPOJENÍ SNÍMKU | 62 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 7.2.3 | RELATIVNÍ ORIENTACE V HORSKÉM ÚZEMÍ | 62 |
| 7.3 | ABSOLUTNÍ ORIENTACE | 63 |
| 7.3.1 | ABSOLUTNÍ ORIENTACE NEZÁVISLÉ DVOJICE | 63 |
| 7.3.2 | ABSOLUTNÍ ORIENTACE PRO PŘIPOJENÍ SNÍMKU | 66 |
| 8. | DODATKY K ORIENTACÍM | 67 |
| 8.1 | NEŘEŠITELNOST RELATIVNÍ ORIENTACE | 67 |
| 8.2 | DEFORMACE MODELU | 69 |
| 9. | SNÍMKOVÉ TRIANGULACE | 73 |
| 9.1 | PŘEHLED | 73 |
| 9.2 | RADIÁLNÍ TRIANGULACE | 74 |
| 9.2.1 | TVORBA TROJÚHELNÍKOVÉ SÍTĚ | 75 |
| 9.2.2 | MĚŘENÍ SMĚRŮ PRO RADIÁLNÍ TRIANGULACI | 75 |
| 9.2.3 | ŘEŠENÍ RADIÁLNÍ TRIANGULACE | 76 |
| 9.3 | ANALOGOVÁ AEROTRIANGULACE | 78 |
| 9.3.1 | TECHNICKÉ ZABEZPEČENÍ | 80 |
| 9.3.2 | POSTUP AEROTRIANGULACE | 80 |
| 9.3.3 | CHYBY V ANALOGOVÉ AEROTRIANGULACI | 81 |
| 9.3.4 | METODA DVOJÍHO NÁLETU | 81 |
| 9.4 | SEMIANALYTICKÁ AEROTRIANGULACE | 81 |
| 9.5 | ANALYTICKÁ AEROTRIANGULACE (AAT) | 82 |
| 9.5.1 | BLOKOVÉ VYROVNÁNÍ PRO NEZÁVISLÉ MODELY (ETAPOVÉ ŘEŠENÍ) | 83 |
| 9.5.2 | SVAZKOVÉ VYROVNÁNÍ BLOKU (KOMPLEXNÍ ŘEŠENÍ) | 85 |
| 9.5.3 | METODY AEROTRIANGULACE PODPOROVANÉ GPS | 88 |
| 10. | PŘÍMÁ LINEÁRNÍ TRANSFORMACE (DLT) | 98 |
| 11. | PŘÍSTROJE PRO PŘESNÉ VYHODNOCENÍ | 101 |
| 11.1 | ANALOGOVÉ STROJE | 101 |
| 11.1.1 | S MOŽNOSTÍ ANALOGOVÉ AEROTRIANGULACE | 103 |
| 11.1.2 | BEZ PŘÍMÉ MOŽNOSTI ANALYTICKÉ AEROTRIANGULACE | 104 |
| 11.1.3 | S OPTICKOU PROJEKČÍ | 104 |
| 11.1.4 | S OPTICKO - MECHANICKOU PROJEKČÍ | 104 |
| 11.1.5 | S PŘETVOŘENÝMI PAPERKOVÝMI SVAZKY | 104 |
| 11.1.6 | S MECHANICKOU PROJEKČÍ | 105 |
| 11.2 | ANALYTICKÉ STROJE | 110 |
| 11.2.1 | POSTUP PRÁCE NA ANALYTICKÉM VYHODNOCOVACÍM STROJI | 111 |
| 11.2.2 | POSTUPY VYHODNOCENÍ | 112 |
| 11.2.3 | PŘEHLED ANALYTICKÝCH STROJŮ | 113 |
| 11.3 | SEMIANALYTICKÉ STROJE | 116 |
| 11.3.1 | UPRAVENÉ ANALOGOVÉ STROJE | 116 |
| 11.3.2 | PŘESTAVĚNÉ ANALOGOVÉ STROJE | 116 |
| 12. | DIGITÁLNÍ OBRAZ - ZÁKLADY | 117 |
| 12.1 | DIGITÁLNÍ ZÁZNAM OBRAZU | 117 |
| 12.2 | KÓDOVÁNÍ OBRAZU | 119 |
| 12.3 | VZNIK DIGITÁLNÍHO OBRAZU | 120 |
| 12.3.1 | PRIMÁRNÍ DIGITÁLNÍ OBRAZ | 121 |
| 12.3.2 | DIGITALIZACE PŘEDLOHY | 122 |
| 12.4 | ÚPRAVY DIGITÁLNÍHO OBRAZU | 128 |
| 12.5 | PŘEDZPRACOVÁNÍ | 129 |
| 12.5.1 | HISTOGRAM | 129 |
| 12.5.2 | FILTRACE | 129 |
| 12.6 | GEOMETRICKÁ TRANSFORMACE | 132 |
| 13. | DIGITÁLNÍ TECHNOLOGICKÉ POSTUPY | 136 |
| 13.1 | JEDNOSNÍMKOVÁ DIGITÁLNÍ FOTOGAMMETRIE | 136 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 13.2 | PRŮSEKOVÁ DIGITÁLNÍ FOTOGRAMMETRIE | 137 |
| 13.2.1 | MATEMATICKÝ ZÁKLAD | 137 |
| 13.2.2 | TECHNICKÉ SYSTÉMY | 140 |
| 13.3 | SYSTÉMY PRO VYTVOŘENÍ STEREOSKOPICKÉHO VJEMU | 141 |
| 13.3.1 | STEREOSKOPY | 142 |
| 13.3.2 | ANAGLYFY | 142 |
| 13.3.3 | POLARIZAČNÍ SYSTÉMY | 142 |
| 13.3.4 | CRYSTALEYES(c) | 143 |
| 13.4 | TEORIE OBRAZOVÉ KORELACE | 145 |
| 13.5 | TECHNIKA VYHLEDÁNÍ BODŮ | 146 |
| 13.6 | SUBPIXELOVÁ TRANSFORMACE | 148 |
| 13.7 | DIGITÁLNÍ ORTOFOTO | 150 |
| 13.7.1 | DIGITÁLNÍ ORTOFOTO NA ZÁKLADĚ DMT A JEDNOHO SNÍMKU | 151 |
| 13.7.2 | DIGITÁLNÍ ORTOFOTO ZE STEREODVOJICE | 152 |
| 13.7.3 | PROBLEMATIKA TVORBY DIGITÁLNÍHO ORTOFOTA | 153 |
| 13.8 | TECHNOLOGIE VYHODNOCENÍ | 157 |
| 13.8.1 | ORIENTACE STEREODVOJICE | 158 |
| 13.8.2 | VYHODNOCENÍ OBSAHU | 159 |
| 13.9 | EPIPOLÁRNÍ TRANSFORMACE | 160 |
| 13.10 | DIGITÁLNÍ AEROTRIANGULACE | 165 |
| 14. | PROSTŘEDKY DIGITÁLNÍ FOTOGRAMMETRIE | 169 |
| 14.1 | DPW | 169 |
| 14.1.1 | INTERGRAPH - IMAGESTATION Z/I IMAGING | 169 |
| 14.1.2 | ERDAS IMAGINE | 172 |
| 14.1.3 | DIGITÁLNÍ STEREOFOTOGRAMMETRICKÁ STANICE HELAVA | 174 |
| 14.1.4 | PHOTOPOL | 175 |
| 14.1.5 | VSD (VIDEO STEREO DIGITISER) | 176 |
| 14.1.6 | DIGITÁLNÍ STEREOFOTOGRAMMETRICKÁ STANICE DVP (DIGITAL VIDEO PLOTTER) | 177 |
| 14.1.7 | PCI GEOMATICS | 178 |
| 14.1.8 | VIRTUOZO | 179 |
| 14.1.9 | PHODIS ST10 / ST30 | 180 |
| 14.1.10 | DALŠÍ SYSTÉMY DPW | 180 |
| 14.2 | DALŠÍ FOTOGRAMMETRICKÉ SYSTÉMY | 182 |
| 14.2.1 | PRODUKTY FIRMY INPHO | 182 |
| 14.2.2 | ORIENT | 183 |
| 15. | MOŽNOSTI URČOVÁNÍ 3D SOUŘADNIC OBJEKTŮ | 184 |
| 15.1 | LASEROVÉ SKENOVÁNÍ | 185 |
| 15.1.1 | LASEROVÝ SKENER | 185 |
| 15.1.2 | PŘESNOST | 186 |
| 15.1.3 | FILTRACE DAT | 186 |
| 15.1.4 | APLIKACE | 187 |
| 15.2 | TRIANGULAČNÍ PRINCIP | 189 |
| 15.3 | POROVNÁNÍ 3D SKENERŮ A DIGITÁLNÍ FOTOGRAMMETRIE | 190 |
| 15.4 | PŘEHLED 3D SKENERŮ (POZEMNÍ ZAŘÍZENÍ) | 191 |