

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	21
1.1 Εξέλιξη της Τηλεπισκόπησης	21
1.2 Βασικές έννοιες, ορισμοί	22
2. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ	31
3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ / ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΕΣ (IMAGING SENSORS) / ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΙΣ (RECORDERS)	45
3.1 Γενικά περί συστημάτων απεικόνισης	45
3.2 Οπτικοί δέκτες (αναλογικές και ψηφιακές κάμερες πλαισίου και γραμμικοί σαρωτές)	47
3.3 Παθητικοί και ενεργητικοί μικροκυματικοί απεικονιστές	51
4. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ή ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ – ΦΙΛΜΣ (PHOTOGRAPHIC CAMERAS / PHOTOGRAPHIC IMAGING SENSORS / PHOTOGRAPHIC SENSOR SYSTEMS)	55
4.1 Τύποι φωτογραφικών συστημάτων	55
4.2 Γενικά περί φιλμ και συμβατικών φωτογραφιών	57
4.3 Ασπρόμαυρα ή μονοχρωματικά φιλμ	58
4.3.1 Παγχρωματικά φιλμ	58
4.3.2 Ορθοχρωματικά φιλμ	60
4.3.3 Ασπρόμαυρα υπέρυθρα (B. & W. IR.) φιλμ	61
4.4 Σχέση φασματικών χρωμάτων	61
4.4.1 Χρώματα του ορατού φάσματος – μίξη χρωμάτων	61
4.4.2 Προσθετικά χρώματα	63
4.4.3 Αφαιρετικά πρωτεύοντα χρώματα	66
4.4.4 Τρίγωνο των χρωμάτων – Συμπληρωματικά χρώματα	67
4.5 Έγχρωμα φιλμ – Έγχρωμες φωτογραφίες	69
4.5.1 Είδη εγχρωμών φιλμ	69
4.5.2 Κανονικά έγχρωμα αρνητικά και θετικά (διαθετικά) φιλμ	70
4.5.3 Έγχρωμο-υπέρυθρο φιλμ (Colour infrared film / C.I.R.) ή ψευδοχρωματικό υπέρυθρο φιλμ (false-colour infrared film)	73

4.6 Πολυφασματικές (multispectral) ή πολυζωνικές (multiband) φωτογραφίες.....	77
4.7 Φασματικές ταυτότητες των αντικειμένων	78
4.7.1 Ανακλαστικότητα και εκπομπή ενέργειας των διαφόρων αντικειμένων	78
4.7.2 Χαρακτηριστικά ανακλαστικότητας (φασματικές ταυτότητες) των υδάτων, φυτών, εδαφών και πετρωμάτων	78
4.7.3 Έκφραση της ανακλαστικότητας στους διάφορους τύπους φωτογραφιών	87
4.7.3.1 Ανακλαστικότητα στις ασπρόμαυρες (παγχρωματικές και υπέρυθρες φωτογραφίες)	87
4.7.3.2 Σύγκριση μεταξύ των ασπρόμαυρων υπέρυθρων και παγχρωματικών φιλμ και φωτογραφιών. Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα	88
4.7.3.3 Ανακλαστικότητα στις έγχρωμες φωτογραφίες και έγχρωμα διαθετικά – Ερμηνεία εγχρώμων εικόνων: α) Συνήθειες συνθέσεις ψευδοχρωματικών εικόνων (False Colour Composites / FCCs) και β) Συνθέσεις εγχρώμων υπέρυθρων εικόνων (Colour Infrared Images / CIR)	89
4.7.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεταξύ των ασπρόμαυρων και έγχρωμων φιλμ	91
5. ΜΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ – ΕΙΚΟΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ή ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΗΨΗΣ ΕΙΚΟΝΩΝ (IMAGING SENSORS OR SCANNING SENSORS).....	97
5.1 Κάμερες τηλεοράσεως (Συστήματα τηλεοπτικής εικονοληψίας ή εικονοληπτικές κάμερες).....	97
5.2 Σαρωτές.....	99
5.2.1 Οπτικομηχανικοί γραμμικοί σαρωτές	99
5.2.2 Πολυφασματικοί σαρωτές (MultiSpectral Scanners/M.S.S.)..	104
5.2.3 Θερμικοί υπέρυθροι σαρωτές (θερμικά υπέρυθρα συστήματα γραμμικής σαρώσεως (Thermal or emitted infrared-linescans))..	108
5.2.4 Διανυσματικοί σαρωτές (CCD linear arrays) ή σαρωτές ωστικής σάρωσης (Push-broom scanners).....	117
5.2.5 Υπερφασματικοί σαρωτές / ραδιόμετρα (Hyperspectral scanners or Hyperspectral Image spectrometers)	119
5.2.6 Ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές (Digital cameras)	120

5.3 Μικροκυματικοί δέκτες ή μικροκυματικοί αισθητήρες (Microwave sensors).....	124
5.3.1 Ενεργοί μικροκυματικοί απεικονιστές ή εικονοληπτικά ραντάρ	125
5.3.2 Εξέλιξη των εικόνων ραντάρ πλευρικής κάλυψης (SLAR)	132
5.3.3 Ορολογία στα ραντάρ πλευρικής κάλυψης (SLAR)	136
5.3.4 Γεωμετρικές παραμορφώσεις των εικόνων SLAR	138
5.3.5 Ερμηνεία των εικόνων ραντάρ – Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.....	146
5.3.6 Σκεδασόμετρα (scatterometers) και υψομετρητές (altimeters).....	151
5.4 Παθητικά μικροκυματικά συστήματα απεικόνισης ή παθητικά μικροκυματικά ραδιόμετρα σαρώσεως (Passive microwave imagers / Passive Microwave scanning Radiometers / PMR)	154
5.5 Σαρωτές υπεριώδους (U.V.) ακτινοβολίας	156
6. ΑΕΡΟ-ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ.....	161
6.1 Είδη αερο-διαστημικών μεταφορέων	161
6.2 Σύντομη περιγραφή της εξέλιξης των διαστημικών πτήσεων μέχρι τις επανδρωμένες πτήσεις των ερευνητικών δορυφόρων της Γης, της δεκαετίας 1960	163
6.3 Επανδρωμένες πτήσεις ερευνητικών δορυφόρων της Γης.....	164
6.4 Μετεωρολογικοί δορυφόροι (μη επανδρωμένοι δορυφόροι)	166
6.5 Πρώτοι αερομεταφορείς (αεροσκάφοι, δορυφόροι, διαστημικά εργαστήρια) ανίχνευσης των φυσικών διαθεσίμων της Γης (ανίχνευσης των φυσικών πλουτοπαραγωγικών πηγών της Γης)	169
6.6 Διαστημικά λεωφορεία (Space Shuttles) – Συστήματα καταγραφής που τοποθετήθηκαν πάνω σε αυτά.....	172
6.7 Μη επανδρωμένοι ερευνητικοί δορυφόροι της Γης.....	177
6.7.1 Μη επανδρωμένοι δορυφόροι LANDSAT 1 ^{ης} γενεάς (LANDSAT 1-3)	177
6.7.2 Επεξεργασία των αρχικών δεδομένων (Data processing) LANDSAT 1-3.....	189
6.7.3 Μετατροπή των ψηφιακών δεδομένων LANDSAT 1-3 σε δεδομένα αναλογικής μορφής.....	192
6.7.4 Ανάλυση δεδομένων LANDSAT ή τύπου LANDSAT (SPOT, IRS, κ.α.)	196

6.7.5 Μη επανδρωμένοι ερευνητικοί δορυφόροι της Γης, 2 ^{ης} γενεάς.....	199
6.7.5.1 Δορυφόροι LANDSAT 4 και 5	199
6.7.5.2 Δορυφόροι της σειράς SPOT	205
6.7.5.3 Δορυφόροι LANDSAT 6 και 7	213
6.7.5.4 Αξιοπιστία της ανάλυσης δορυφορικών εικόνων LANDSAT και άλλων δορυφορικών εικόνων	219
6.7.5.5 Πλεονεκτήματα των δορυφορικών εικόνων LANDSAT, SPOT κλπ. Έναντι των συμβατικών αεροφωτογραφιών	220
6.8 Άλλα δορυφορικά συστήματα ανίχνευσης των φυσικών διαθεσίμων της Γης.....	221
6.8.1 Το Ινδικό Σύστημα Τηλεπισκόπησης IRS (Indian Remote Sensing Satelites) – Δορυφόροι της σειράς IRS, IRS-P και CartoSat	221
6.8.2 Ιαπωνικοί Δορυφόροι	224
6.8.2.1 Δορυφόροι MOS και JERS.....	224
6.8.2.2 Δορυφόροι της σειράς ADEOS (Advanced Earth Observation Satelites)	224
6.8.3 Γερμανικά Δορυφορικά Συστήματα	225
6.8.3.1 Το Γερμανικό Σύστημα της σειράς MOMS (Modular Optoelectronic Multispectral Scanners)	225
6.8.3.2 Αποστολή TerraSAR του Κέντρου Αεροδιαστημικών Ερευνών της Γερμανίας.....	226
6.8.4 Δορυφόροι της σειράς CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite)	227
6.8.5 Ρωσικά Δορυφορικά Συστήματα	227
6.8.6 Καναδικοί Δορυφόροι (σειρές Radarsat).....	229
6.8.6.1 Radarsat -1.....	229
6.8.6.2 Radarsat -2.....	229
6.8.7 Δορυφόροι της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος (ESA).....	230
6.8.7.1 Δορυφόροι ERS –1, -2	230
6.8.7.2 Ο Δορυφόρος ENVISAT.....	231
6.8.7.3 Ο Δορυφόρος Cryosat.....	234
6.8.8 Συμβολομετρία των SAR.....	235
6.8.8.1 Γενικά περί της συμβολομετρίας των εικόνων SAR στις γεωεπιστήμες.....	235

6.8.8.2 Αρχές της συμβολομετρίας Radar (SAR)	238
6.8.8.3 Εφαρμογές της συμβολομετρίας των εικόνων SAR (SAR Interferometry / In SAR) στον εντοπισμό μικρομεταβολών του αναγλύφου	241
6.8.8.4 Εφαρμογές της συμβολομετρίας των εικόνων SAR στη δημιουργία DEM – Αποστολή SRTM και δορυφόρος ALOS	245
6.8.9 Σύγχρονοι (νέας γενιάς) Δορυφόροι.....	247
6.8.9.1 Σύγχρονοι δορυφόροι των Η.Π.Α. και άλλων χωρών με δεδομένα μέσης χωρικής ανάλυσης (EOS / TERRA, EOS / AQUA, MTI και E0-1).....	247
6.8.9.2 Νέας γενιάς δορυφόροι των Η.Π.Α. και άλλων χωρών με δεδομένα <u>πολύ υψηλής χωρικής ανάλυσης</u>	249
7. ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	263
7.1 Σύντομη ιστορία της φωτογραφίας – αεροφωτογραφίας	263
7.2 Στοιχεία λήψης – αναφοράς και ορισμοί φωτογραμμετρίας σχετικά με τις συμβατικές αεροφωτογραφίες	266
7.3 Χαρακτηριστικά συμβατικών αεροφωτογραφιών	272
7.3.1 Διακριτική ικανότητα των α/φιών	273
7.3.2 Κλίμακα στις κατακόρυφες αεροφωτογραφίες	273
7.3.3 Μετατόπιση του αναγλύφου (παραμόρφωση του αναγλύφου)	276
7.3.3.1 Μετατόπιση αναγλύφου στις κατακόρυφες α/φίες (αναλογική και ψηφιακή μορφή)	277
7.3.3.2 Μετατόπιση (παραμόρφωση) αναγλύφου στις εικόνες γραμμικών σαρωτών	278
7.3.3.3 Μετατόπιση (παραμόρφωση) αναγλύφου στις εικόνες ραντάρ	278
7.4 Μέτρηση ύψους αντικειμένων από μια φωτογραφία	279
7.5 Στερεοσκοπική παράλλαξη – Μέτρηση ύψους αντικειμένου από στερεο-ζεύγος α/φιών	280
7.6 Μέτρηση της διαφοράς παράλλαξης	282
7.7 Όργανα παρατήρησης α/φιών – Στερεοσκοπική παρατήρηση	284
7.7.1 Στερεοσκοπική παρατήρηση	284
7.7.2 Οπτικά όργανα για τη στερεοσκοπική παρατήρηση	286

7.8 Προετοιμασία των α/φιών για στερεοσκοπική παρατήρηση – Χρήση στερεοσκοπίων.....	292
7.9 Κατασκευή “στερεογραμμάτων” (stereograms) και “στερεοτριδύμων” (stereotriplets).....	296
7.10 Κατασκευή φωτομωσαϊκών από α/φίες	297
7.11 Κατασκευή φωτοχαρτών – ορθοφωτοχαρτών	299
7.12 Κατακόρυφη υπερέψωση κατά την στερεοσκοπική παρατήρηση	300

8. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ (Α/ΦΙΩΝ-ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ) ΠΡΟΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΝΑΚΛΩΜΕΝΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ 309

8.1 Ερμηνεία – ανάλυση παγχρωματικών ασπρόμαυρων φωτογραφιών και εικόνων (α/φίες / εικόνες των SPOT-PAN, ETM + PAN, IKONOS-PAN, QuickBird-PAN).....	310
8.1.1 Γενικά περί φωτοερμηνείας – ανάλυσης πανχρωματικών φωτογραφιών και εικόνων	310
8.1.2 Φάσεις (στάδια) κατά τη διακασία της φωτοερμηνείας - ανάλυσης εικόνων (ερμηνείας φωτογραφιών και τηλεσκοπικών εικόνων).....	312
8.1.3 Φωτογεωμορφολογία – φωτογεωλογία	315
8.1.4 Φωτογραφικά χαρακτηριστικά (φωτοκλειδιά / photo-keys) ή φωτοαναγνωριστικά στοιχεία που μελετώνται στην ερμηνεία των διάφορων α/φιών και τηλεσκοπικών εικόνων.....	317
8.2 Ποιοτική και ποσοτική φωτοερμηνεία / ανάλυση εικόνων	327
8.2.1 Ποιοτική φωτοερμηνεία / ανάλυση εικόνων.....	327
8.2.1.1 Λιθολογία από τις ασπρόμαυρες α/φίες και παγχρωματικές εικόνες (Λιθολογική αξιολόγηση α/φιών-εικόνων)	327
8.2.1.2 Στρωματογραφία από τις ασπρόμαυρες α/φίες και παγχρωματικές εικόνες (στρωματογραφική αξιολόγηση των α/φιών-εικόνων).....	336
8.2.1.3 Τεκτονική δομή από τις ασπρόμαυρες α/φίες και παγχρωματικές εικόνες (τεκτονική αξιολόγηση των α/φιών-εικόνων).....	337
8.3 Ερμηνεία πολυφασματικών δεδομένων (LANDSAT MSS, TM / ETM+, SPOT-MULTI, IRS-LISS I, II & III, JERS-OPS, ASTER, IKONOS, QuickBird-2).....	354
8.4 Ερμηνεία των έγχρωμων τηλεσκοπικών εικόνων	359

8.4.1 Συνήθεις (standard) συνθέσεις ψευδοχρωματικών εικόνων (False Colour Composites / FCCs)	359
8.4.2 Εικόνες προερχόμενες από την καταγραφή της εκπεμπόμενης Γήινης θερμικής ακτινοβολίας (emissive radiation)	365
8.4.3 Άλλες έγχρωμες αναπαραστάσεις (displays)	367
8.5 Η μέθοδος Luminex	367
8.6 Περιληπτική παρουσίαση των γεωλογικών εφαρμογών, από την ηλιακή ανακλώμενη ακτινοβολία (SOR)	367
8.7 Ποσοτική φωτοερμηνεία / Ανάλυση εικόνων	370
8.8 Ποσοτικές μετρήσεις ενέργειας εξαγόμενες από αεροφωτογραφίες και εικόνες	372
9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ – ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ	377
9.1 Αποκατάσταση (restoration) και αναγωγή (rectification) της εικόνας	382
9.1.1 Γεωμετρικές διορθώσεις της εικόνας	382
9.1.2 Ραδιομετρικές διορθώσεις εικόνων (radiometric image correction)	384
9.2 Βελτίωση / ενίσχυση εικόνων (image enhancement)	386
9.2.1 Ιστογράμματα	387
9.2.2 Βελτίωση της “διαβάθμισης (αντίθεσης) φωτεινότητας” (contrast enhancement)	388
9.2.3 Φίλτρα επεξεργασίας εικόνων (Image Filtering)	391
9.2.3.1 “Φιλτράρισμα υψηλών συχνοτήτων” ή “φίλτρο διέλευσης υψηλών συχνοτήτων” ή “ενίσχυση ακμών μιας εικόνας” (Edge Enhancement)	393
9.2.3.2 Εξομάλυνση εικόνας (Image Smoothing)	396
9.2.3.3 Φιλτράρισμα Fourier (Fourier Filtering)	397
9.3 Μετασχηματισμός ή δημιουργία δεικτών εικόνων (Image Transformation)	398
9.3.1 Προσθήκη και αφαίρεση φασματικών ζωνών (Additional and Substraction)	399
9.3.2 Λόγος (Rationing) ή αναλογία φασματικών ζωνών	399
9.3.3 Μετασχηματισμός Κυρίων Συνιστωσών (Principal Component Transformation/PCT)	400

9.3.4 Επιλογή φασματικών ζωνών για τη δημιουργία (σύνθεση) ψευδοχρωματικών εικόνων (False Colour Composites/FCCs).....	404
9.3.5 “Συγχώνευση εικόνων” (Image Merging/Fusion) ή “εγγραφή εικόνων” (Image Registration).....	405
9.4 Ταξινόμηση (classification).....	408
9.5 Διεργασία μοντελοποίησης (Modelling) μιας περιοχής της Γης με τη βοήθεια τηλεπισκοπικών εικόνων	414
10. ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΓΙΑ ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΟΥΣ – ΚΑΤΑΣΚΟΠΕΥΤΙΚΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ	419
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΕΡΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΟΥΣ	429
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	441
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ	455
ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	479