



ΓΕΩΠΟΛΙΤΙΚΗ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

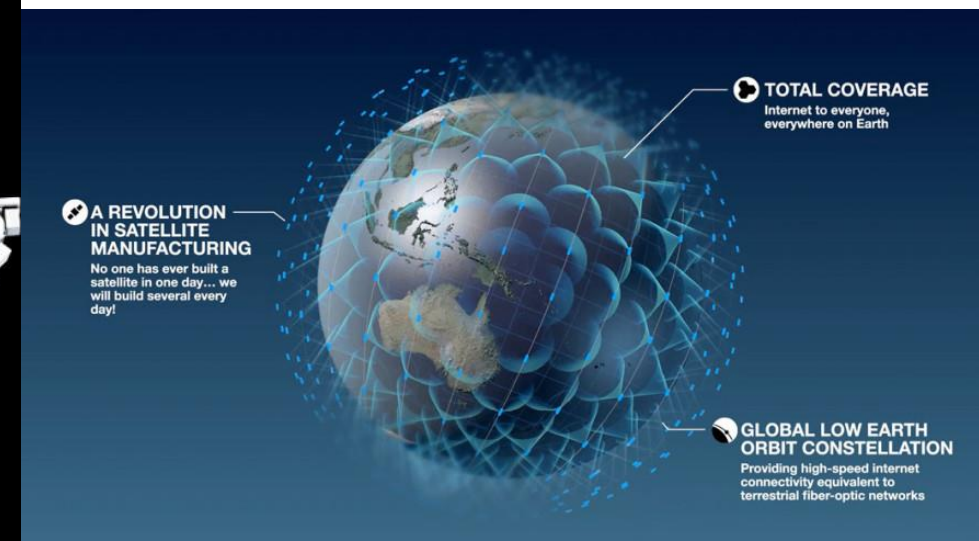
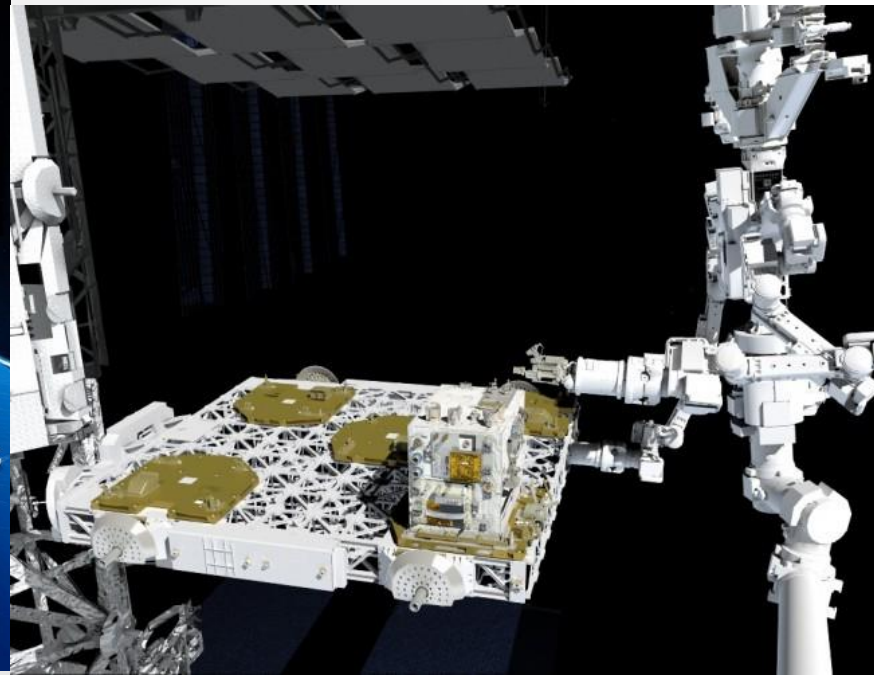
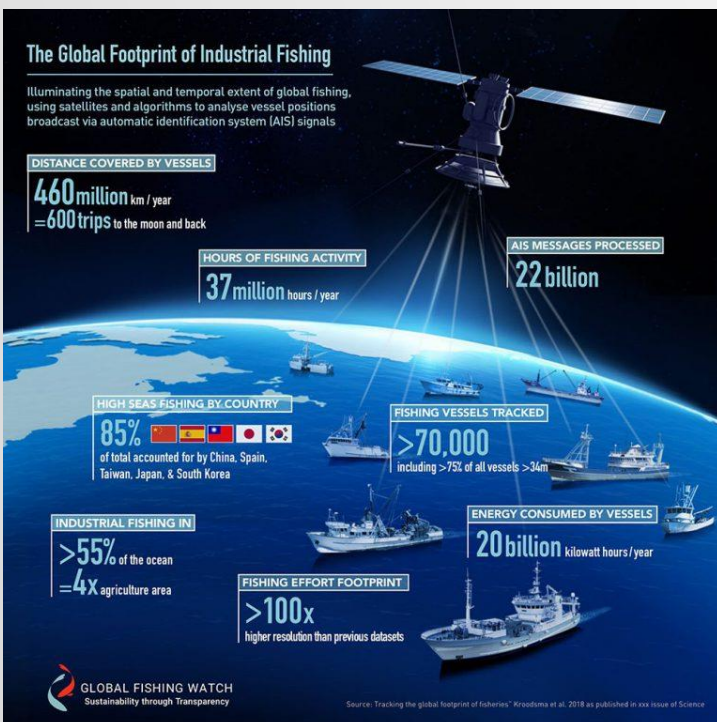
Δορυφόροι Επικοινωνιών και Λήψεως Εικόνων

ΔΡ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΤΟΜΠΡΟΣ



Προηγούμενη ενότητα: ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ, ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ

- Τηλεφωνικές επικοινωνίες
- Αναμεταδόσεις τηλεοπτικών και ραδιοφωνικών προγραμμάτων
- Παροχή Internet
- Γεωσκόπηση
- Παρακολούθηση εμπορευμάτων και στόλου οχημάτων/πλοίων
- Τεχνική υποστήριξη, ανεφοδιασμός / επέκταση διάρκειας αποστολής δορυφόρων





ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΛΗΨΕΩΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – Συχνότητες και Αναμεταδότες Τηλεπικοινωνιακών Δορυφόρων



Band: Ζώνη [Συχνοτήτων]:

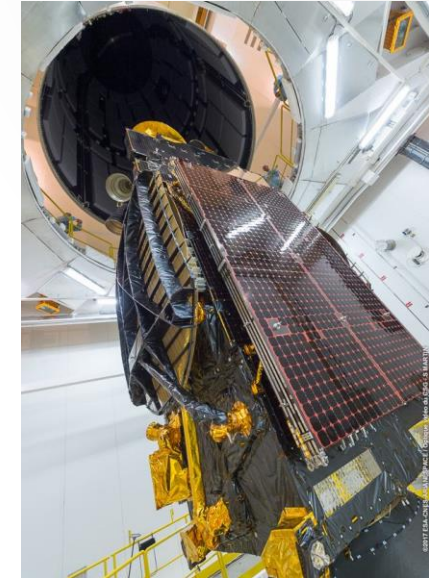
- L: 1-2 GHz
- S: 2-4 GHz
- C: 4-8 GHz
- X: 8-12 GHz
- Ku: 12-18 GHz
- K: 18-27 GHz
- Ka: 27-40 GHz
- V: 40-75 GHz
- W: 75-110 GHz



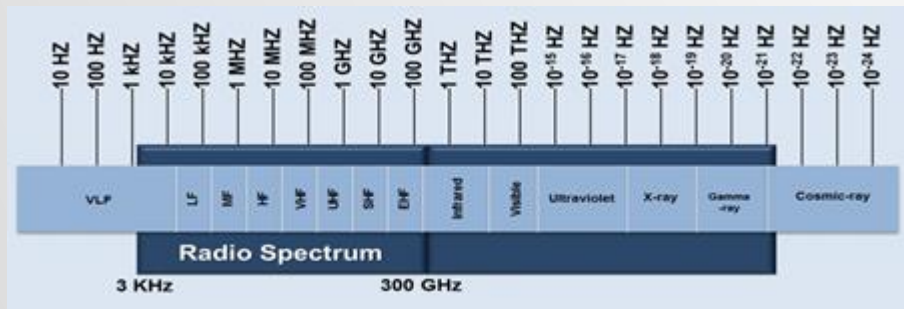
Αναμεταδότης ζώνης S της ATI LLC



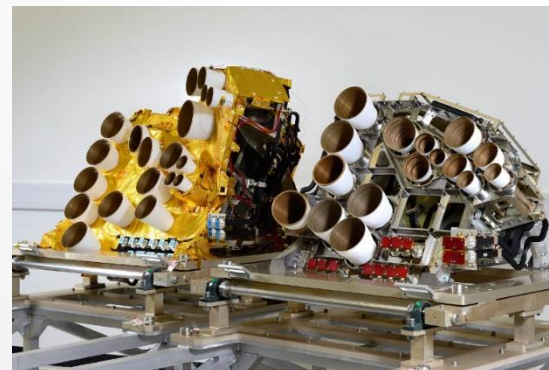
Αναμεταδότης εξερευνητικών διαστ. σκαφών ζωνών X, Ka της General Dynamics



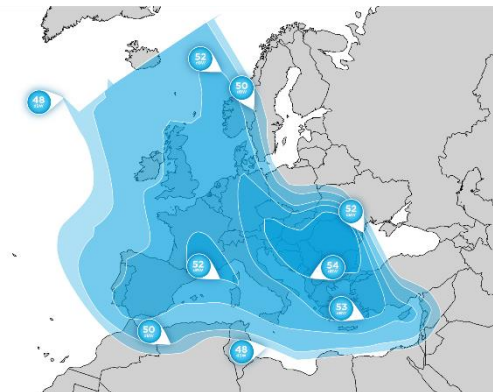
HellasSat 3, [Ku:47, Ka:1]



Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα



Κεραίες διάταξης πολλαπλής δέσμης της Airbus Defense & Space



HellasSat 3 - Χάρτης κάλυψης



ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΛΗΨΕΩΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – Στρατιωτικοί Τηλεπικοινωνιακοί Δορυφόροι

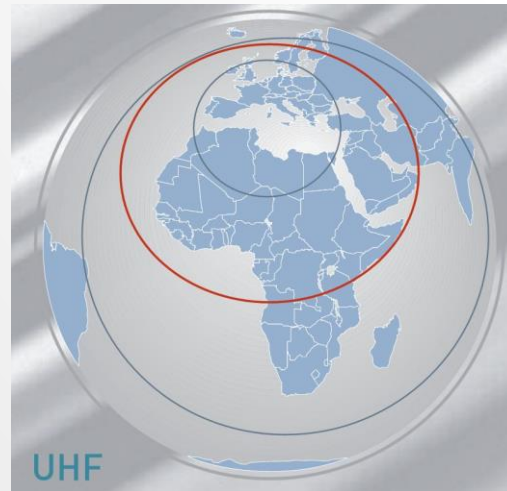
Ζώνες Λειτουργίας Στρατιωτικών Τηλεπικοινωνιακών Δορυφόρων: UHF, X (SHF) , Ka (EHF)

Απαιτήσεις: Ανθεκτικότητα σε παρεμβολές και σε ηλεκτρονική επίθεση, αναγνώριση πλαστογράφησης δεδομένων επικοινωνίας, ισχυρή κρυπτογράφηση

Χρήσεις: Θέατρο επιχειρήσεων, παγκόσμιες τηλεπικοινωνίες, τηλεχειρισμός μη επανδρωμένων αεροσκαφών και πυραύλων



AEHF-1



UHF



SHF



EHF

Λοβοί ακτινοβολίας του Sicral-1b



ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΛΗΨΕΩΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – Δια-δορυφορικές Ζεύξεις



Χρήσεις:

- ❖ Αναμετάδοση δεδομένων
- ❖ Σημάτων τηλεμετρίας
- ❖ Κατάστασης διαστημικού σκάφους

Ζεύξεις:

- ❖ Μέσω ραδιοσυχνότητας
- ❖ Μέσω δέσμης laser

Συνήθεις δια-δορυφορικές συνδέσεις:

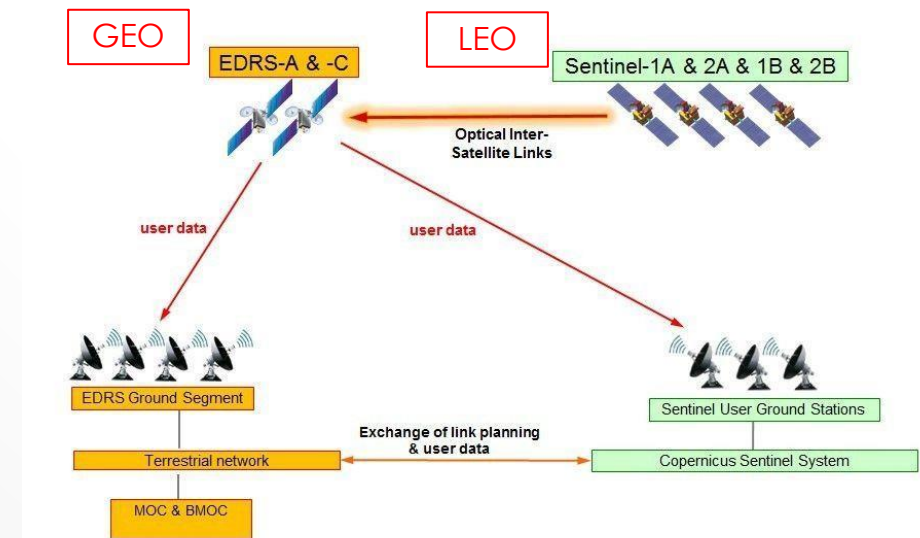
- LEO -> GEO
- MEO -> MEO
- MEO -> GEO
- GEO -> GEO

Σύνδεση βαθέως διαστήματος:

- Τροχιακά διαστημικά σκάφη → GEO
- Εξερευνητικά διαστημικά σκάφη → GEO

Ζώνη	Συχνότητες	Υπηρεσίες
S	2.025 – 2.110 MHz 2.200 – 2.290 MHz	SRS (Space Research Service) SRS
Ku	13.75 - 14.30 GHz 14.50 - 15.35 GHz	SRS SRS
Ka	22.55 - 23.55 GHz 25.25 - 27.50 GHz 32.30 - 33.40 GHz	ISS (Internat. Space Station) ISS ISS, RNSS (Radionavigation Satellite Service)
W	59 - 64 GHz 65 - 71 GHz	ISS ISS

Διαθέσιμες συχνότητες για δια-δορυφορικές επικοινωνίες



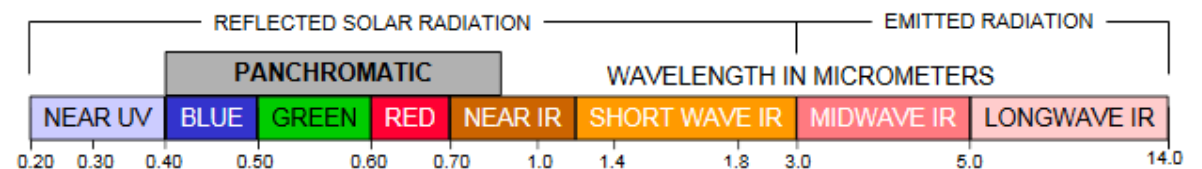
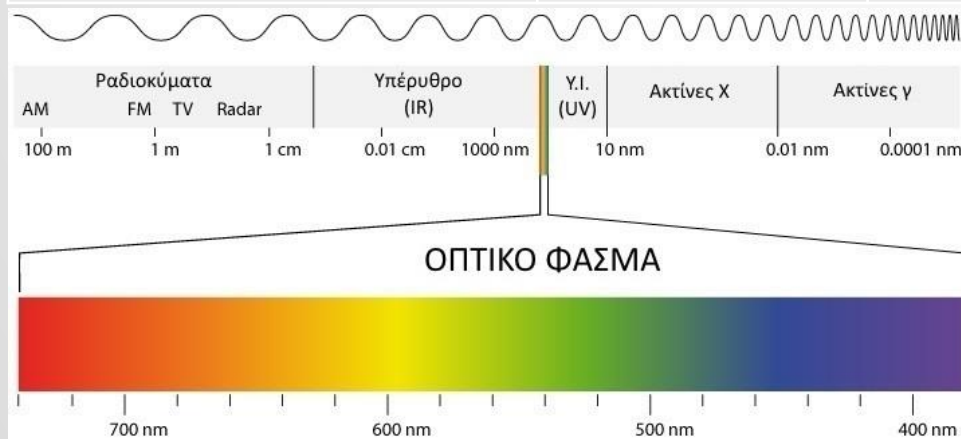
European Data Relay Satellite System



ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΛΗΨΕΩΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – Εισαγωγή στις Δορυφορικές Εικόνες Οπτικού/Υπέρουθρου Φάσματος



Οπτικό/Υπέρουθρο Φάσμα	Μήκος κύματος (nm)	Εφαρμογές
Θερμικό IR	10.400-12.500	Εκπεμπ. IR από κατασκευές, οργανισμούς και το περιβάλλον.
FIR (μακρινό υπέρυθρο)	2.080-2.350	Έδαφος, υγρασία, γεωλ. χαρακτηριστικά, αργιλικά εδάφη και πυρκαγιές.
MIR (ενδιάμεσο υπέρυθρο)	1.550-1.750	Βλάστηση, υγρασία εδάφους και εν μέρει για δασικές πυρκαγιές.
NIR (εγγύς υπέρυθρο)	750-900	Κυρίως για βλάστηση.
Κόκκινο	620-680	Κατασκευές, νερά μέχρι 9 m, βλάστηση και έδαφος.
Πράσινο	520-595	Βλάστηση και υποβρύχιες κατασκευές μέχρι 30m.
Μπλε	450-515	Ατμόσφαιρα και βαθιά νερά μέχρι 50 m.
Βαθύ μπλε	430-450	Ρηχά νερά, παρακολούθηση λεπτών σωματιδίων όπως σκόνη, καπνός.



Επάνω: Ανακλώμενη και εκπεμπόμενη ακτινοβολία και σχέση με τις φασματικές ζώνες του Υπεριώδους - Οπτικού - Υπέρουθρου τμήματος του Η/Μ Φάσματος.
Αριστερά: Το πλήρες Η/Μ Φάσμα.



ΔΟΥΦΟΡΟΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΛΗΨΕΩΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – Πολυφασματικές Εικόνες (MSI)



Όνομασία	Φασμ. Ζώνες ή Μαθημ. Τύπος	Χρήση
Αληθές χρώμα	R-G-B	Βασική ανάλυση.
Πράσινο-Κόκκινο-Υπέρυθρο	G-R-NIR	Ανίχνευση καμουφλάζ.
Μπλε-NIR-MIR	B-NIR-MIR	Επιτρέπει την εμφάνιση σε μία εικόνα του βάθους των νερών, της βλάστησης, της υγρασίας εδάφους και της παρουσίας φωτιάς.
Ψευδοχρώμα	NIR-R-G	Ανάδειξη χαρακτηριστικών, όπως της βλάστησης.
Δείκτης Αναλογικής Βλάστησης	$RVI = \frac{NIR}{(R)}$	Χρησιμοποιείται στην γεωργία ακριβείας.
Δείκτης Κανονικοποιημένης Διαφοράς Βλάστησης	$NVDI = \frac{(NIR-R)}{(NIR+R)}$	Χρησιμοποιείται στην γεωργία ακριβείας.
Δείκτης Κανονικοποιημένης Διαφοράς Βλάστησης Στο Πράσινο	$GNVDI = \frac{(NIR-G)}{(NIR+G)}$	Χρησιμοποιείται στην γεωργία ακριβείας.



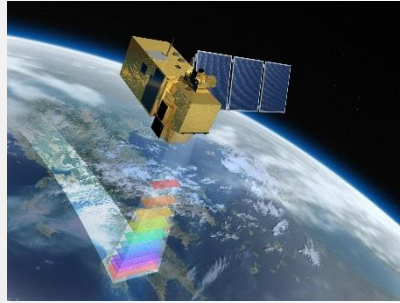
ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΛΗΨΕΩΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – Τηλεπισκοπικοί Δορυφόροι

Τηλεπισκοπικός δορυφόρος (Remote Sensing Satellite).

Χρησιμοποιείται για τη λήψη δορυφορικών εικόνων κυρίως σε πολιτικές χρήσεις, όπως επιτήρηση θαλασσών και περιβαλλοντική παρακολούθηση. Οι εικόνες αποτυπώνουν κυρίως ζώνες του οπτικού και του υπέρυθρου φάσματος.



Sentinel 2A



Sentinel 2A

Τροχιά: Ηλιοσύγχρονη 98,62° (LEO 786 km)

Χρόνος επανάφιξης: 10 ημέρες

Διάρκεια αποστολής: 7,25 έτη

GSD: 10, 20, 60 m

Οπτικό πεδίο: 290 km

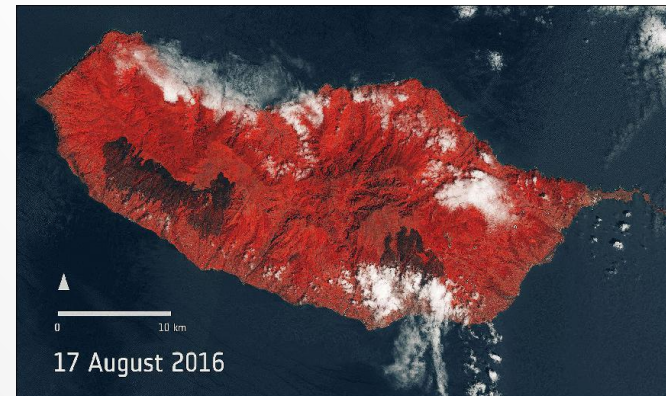
Φασματικές ζώνες: 13 (οπτικό, υπέρυθρο)



Emerald, CMOS αισθητήρας της Teledyne e2v



07 August 2016

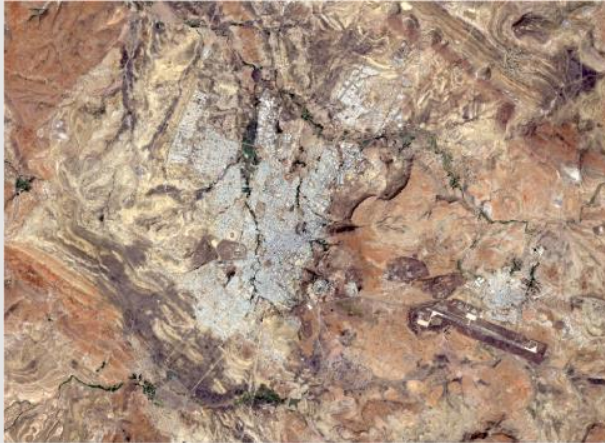


17 August 2016

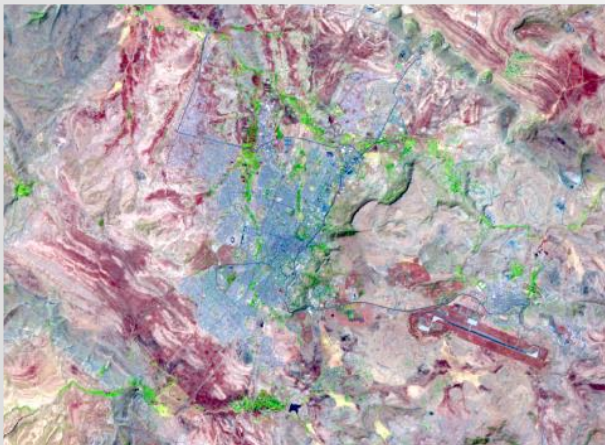
Εικόνες πριν και μετά τις δασικές πυρκαγιές στη Μαδέρα από τον Sentinel-2A



ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΛΗΨΕΩΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – Φασματικές Ζώνες του Sentinel 2A



Φυσικό Χρώμα: 4-3-2

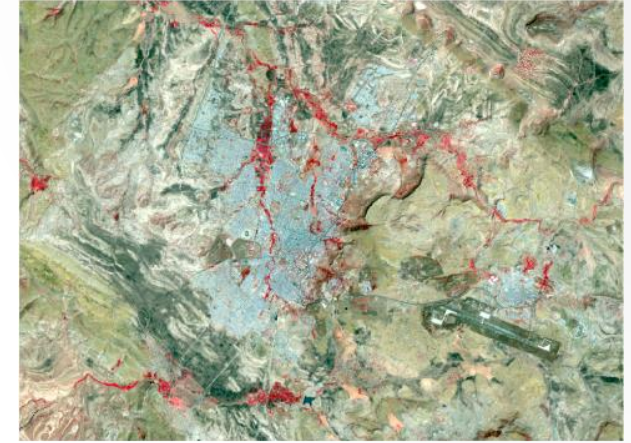


Ψευδοχρώμα I: 11-8-4

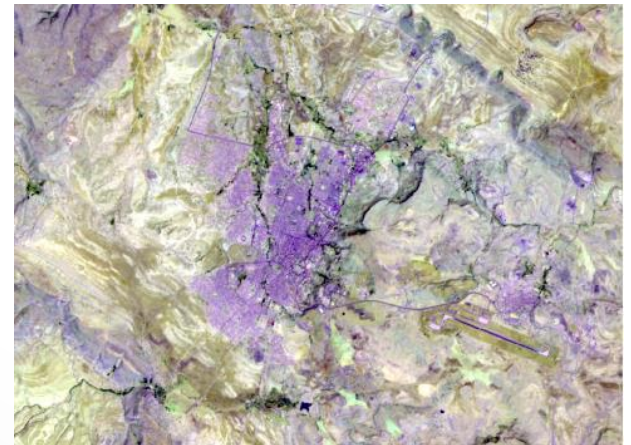
Φ.Ζ. #	Περιγραφή	CWL (nm)	BW (nm)	Res. (m)
1	Ακτές / Αέρας	442	21	60
2	B (ΜΠΛΕ)	492	66	10
3	G (ΠΡΑΣ.)	560	36	10
4	R (ΚΟΚΚ.)	665	31	10
5	Βλάστηση – Κόκκινο Άκρο I	704	15	20
6	Βλάστηση – Κόκκινο Άκρο II	741	15	20
7	Βλάστηση – Κόκκινο Άκρο III	783	20	20
8	NIR	833	106	10
8α	NIR (ατμοσφ. παράθυρο)	865	21	20
9	Υδρατμοί	945	20	60
10	Κυκλ. σύννεφα	1.374	31	60
11	SWIR I	1.614	91	20
12	SWIR II	2.202	175	20

CWL=Central Wave Length, BW=Bandwidth, Res=Resolution

Πηγή: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-2-msi/msi-instrument>



Έγχρωμο Υπέρυθρο: 8-4-3



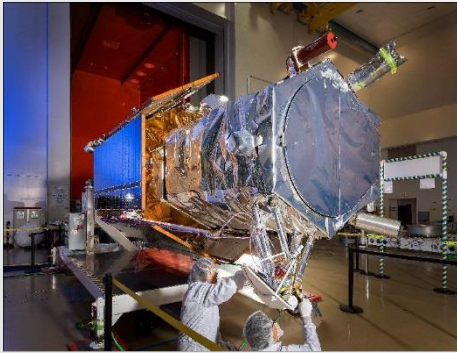
Ψευδοχρώμα II: 12-11-4



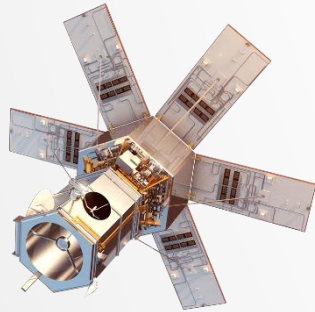
ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΛΗΨΕΩΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – Γεωσκοπικοί Δορυφόροι

Γεωσκοπικός Δορυφόρος (Earth Observation Satellite).

Χρησιμοποιείται κυρίως για την εμπορική διάθεση δορυφορικών εικόνων. Οι εικόνες αποτυπώνουν μία περιοχή ενδιαφέροντος έγχρωμα ή σε διαβαθμίσεις του γκριζου.



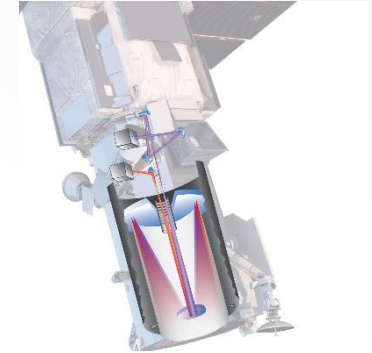
WorldView 4



WorldView 4

Τροχιά: Ηλιοσύγχρονη 97,98° (LEO 610 km)
Χρόνος επανάφιξης: 3 ημέρες
Διάρκεια αποστολής: 7 έτη
GSD: Pan 0,31 m - MSI 1,24 m – SWIR 3,70 m
Οπτικό πεδίο: 13,1 km
Φασματικές ζώνες: 4 (R,G,B,SWIR)

Pan

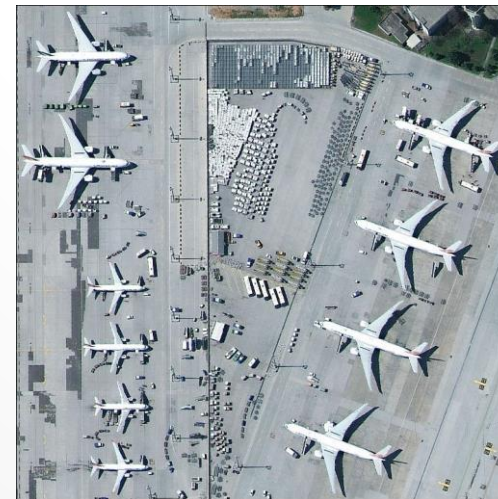


Οπτικό σύστημα
SpaceView 110

MSI



Ιαπωνία, Fukushima 2011. Πυρηνικός αντιδραστήρας. Εικόνα από WorldView 1



Τουρκία, Κων/λη 2017. Αεροδρόμιο.
Εικόνα από WorldView 4



ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΛΗΨΕΩΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – Αναγνωριστικοί Δορυφόροι

Αναγνωριστικός Δορυφόρος (Reconnaissance Satellite).

Χρησιμοποιείται αποκλειστικά από τις Ένοπλες Δυνάμεις. Οι εικόνες αποτυπώνουν μία περιοχή ενδιαφέροντος έγχρωμα ή σε διαβαθμίσεις του γκριζου, σε υψηλή ανάλυση και πολύ υψηλή ανάλυση του οπτικού φάσματος καθώς και εικόνες του υπέρυθρου. Επίσης ορισμένοι δορυφόροι αντί για ηλεκτρο-οπτικό αισθητήρα έχουν ραντάρ συνθετικού ανοίγματος (SAR).



Helios-2A

Helios 2B

Τροχιά: 670 X 685 km 98,10°

Χρόνος επανάφιξης: -

Διάρκεια αποστολής: -

GSD: 0,35 m

Οπτικό πεδίο: -

Φασματικές ζώνες: (οπτικό, υπέρυθρο)

SAR-Lupe 1

Τροχιά: 470 X 505 km 98,18°

Διάρκεια αποστολής: 10 έτη

Αισθητήρας: SAR ζώνης X

GSD: 1 m, 3m, 18 m

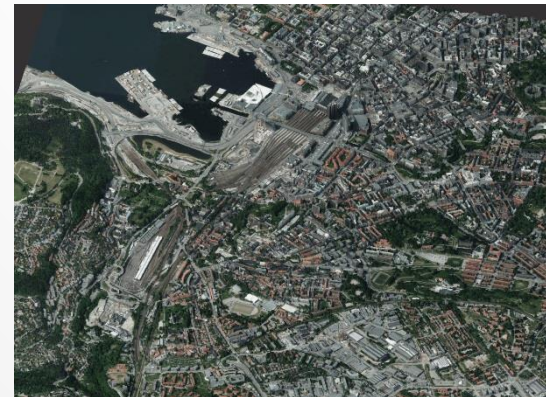
Ζώνη σάρωσης: 5 X 10 km (1 m),

30 km (3 m),

100 km (18 m)



SAR-Lupe 1



Εμπορικός δορυφόρος. TerraSAR-X.

Όσλο. Α: Εικόνα SAR, Δ: Η εικόνα επεξεργασμένη.



Εξυπηρετούμενοι τομείς:

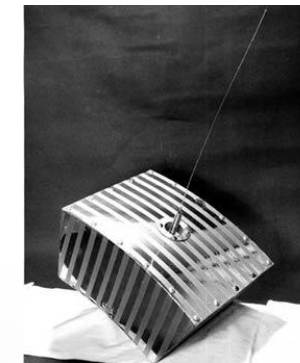
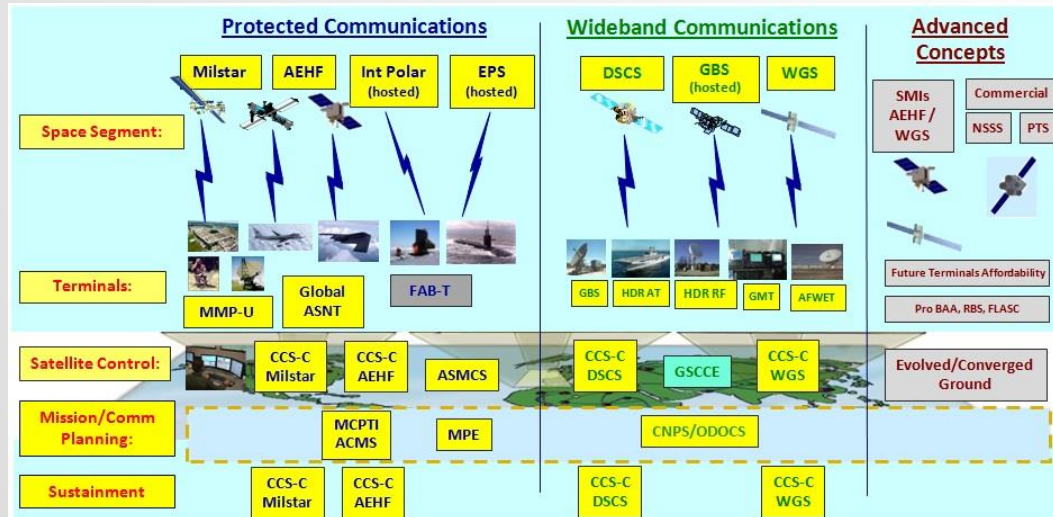
- ❖ Τηλεόραση
- ❖ Τηλεφωνία
- ❖ Διαδίκτυο
- ❖ Αεροπορία
- ❖ Θαλάσσιες μεταφορές
- ❖ Οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο
- ❖ Στρατιωτικές τηλεπικοινωνίες
- ❖ Κυβερνητικές τηλεπικοινωνίες
- ❖ Ερασιτεχνικό Ραδιόφωνο

Λειτουργικοί δορυφόροι (επί του συνόλου):

- 35% Εμπορικοί τηλεπικ. δορυφόροι
- 14% Κυβερνητικοί τηλεπικ. δορυφόροι
- 1% Μη κερδοσκ. Τηλεπικ. δορυφόροι



Radio Amateur Satellite Corporation
amsat.org



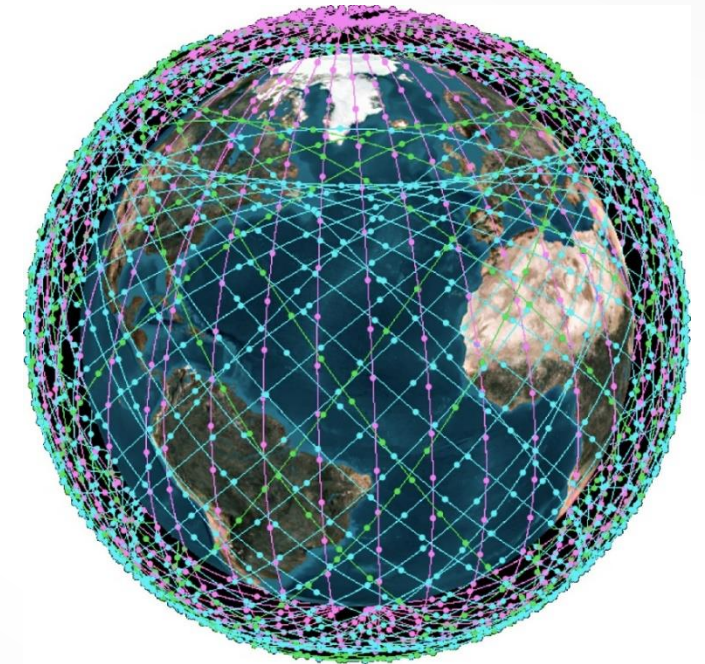
OSCAR 1
12-12-1961



Εξυπηρετούμενοι τομείς:

- ❖ Επιστημονικός (Εξερεύνηση του διαστήματος)
- ❖ Στρατιωτικός
- ❖ Εμπορικός

- Δορυφορικό internet (GEO)
- Δορυφορικό internet (LEO)
 - ❑ Starlink
 - ❑ OneWeb





Εξυπηρετούμενοι τομείς:

- ❖ Γεωργία
- ❖ Χωροταξία και Περιβάλλον
- ❖ Περιβαλλοντική παρακολούθηση
- ❖ Μετεωρολογία
- ❖ Επιτήρηση πόρων

Λειτουργικοί δορυφόροι (επί του συνόλου):

- 19% Εμπορικοί δορυφόροι
- 6% Στρατιωτικοί δορυφόροι
- 2% Μετεωρολογικοί δορυφόροι

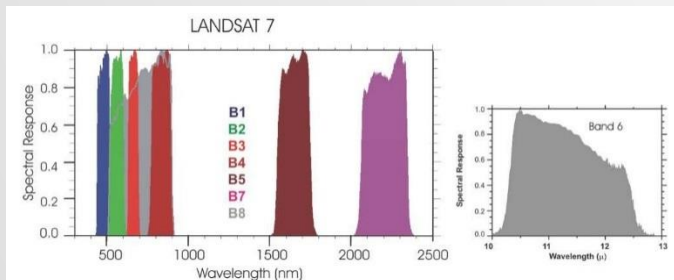
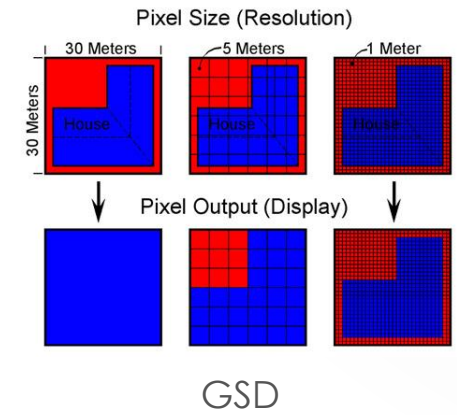
Εταιρείες παροχής δορυφορικών εικόνων:

- Digital Globe
- BlackSky Global
- OmniEarth
- Planet Labs
- PlanetiQ
- ImageSat International
- Spot Image



Χαρακτηριστικά Εικόνας:

- Χωρική ανάλυση (GSD)
- Ραδιομετρική ανάλυση
- Φασματική ανάλυση
- Χρονική ανάλυση



Φασματική ανάλυση



Ραδιομετρική Ανάλυση
2 και 8 bits



Επόμενη ενότητα: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ





ΓΕΩΠΟΛΙΤΙΚΗ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ευχαριστώ, για την προσοχή σας!

Δορυφόροι Επικοινωνιών και Λήψεως Εικόνων

ΔΡ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΤΟΜΠΡΟΣ