



Δορυφορική Αλτιμετρία & στάθμη θαλάσσης

Στέλιος Πολ. Μερτίκας
Πολυτεχνείο Κρήτης
Εργαστήριο Γεωδαισίας & Γεωπληροφορικής



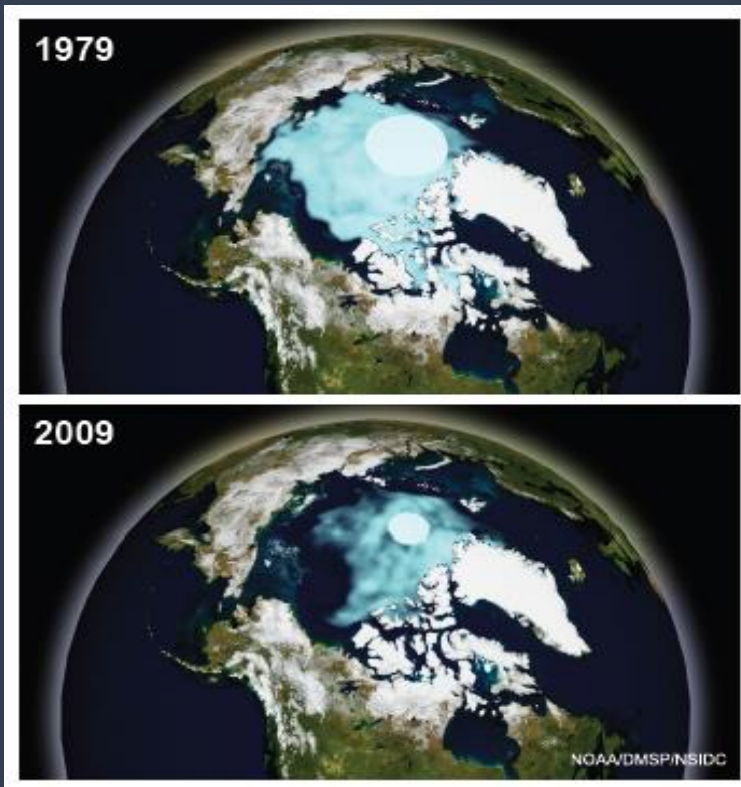
Περιεχόμενα



- Τι είναι δορυφορική αλτιμετρία;
- Γιατί στην παρατήρηση του κλίματος της Γης;
- Πώς αποστάσεις από 1000km με δορυφόρους;
- Ποια τεχνολογία είναι διαθέσιμη;
- Πώς βαθμονομούνται μετρήσεις δορυφόρων;
- Μελλοντικά σχέδια.



Γιατί αλτιμετρία στην Αλλαγή του Κλίματος





Γη θερμαίνεται, παγετώνες τήκονται

- Ταχύτητα τήξης -5m/yr , μετρήσεις από 1000km διατομές,
- Greenland χάνει -250Gtons/yr .





Θάλασσα & Δορυφορική αλτιμετρία

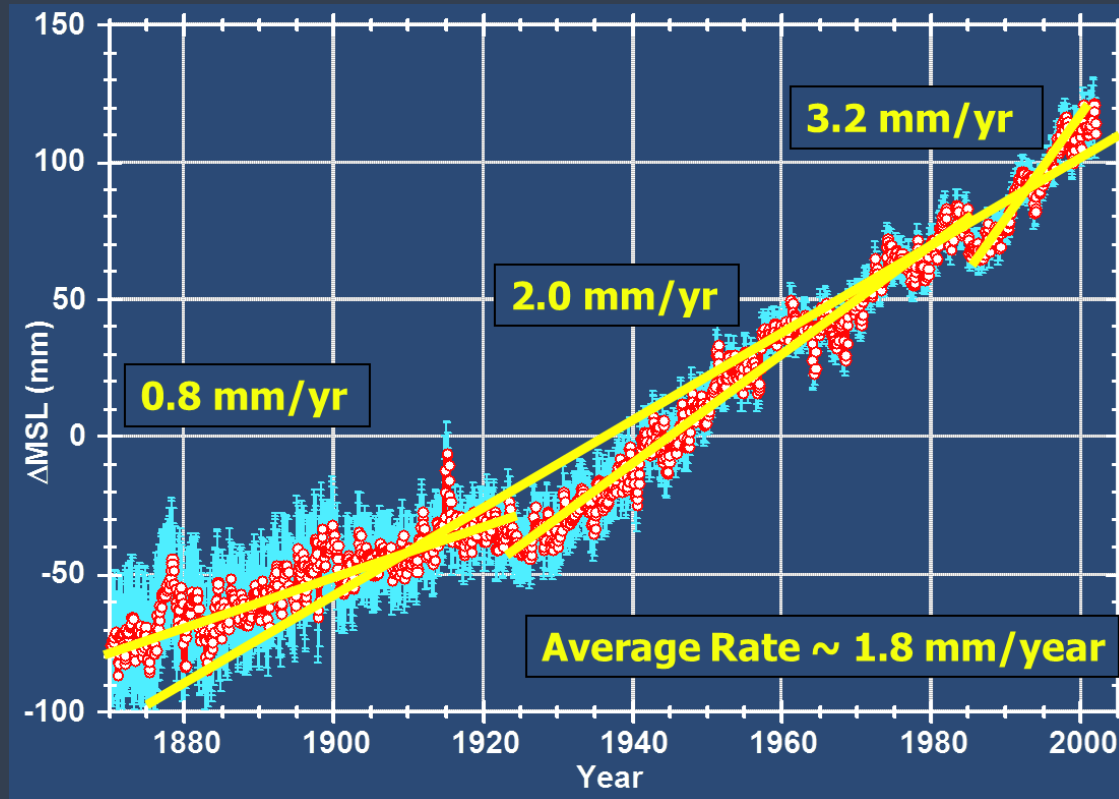


- μόνο +0.2 m τηξη παγετώνων,



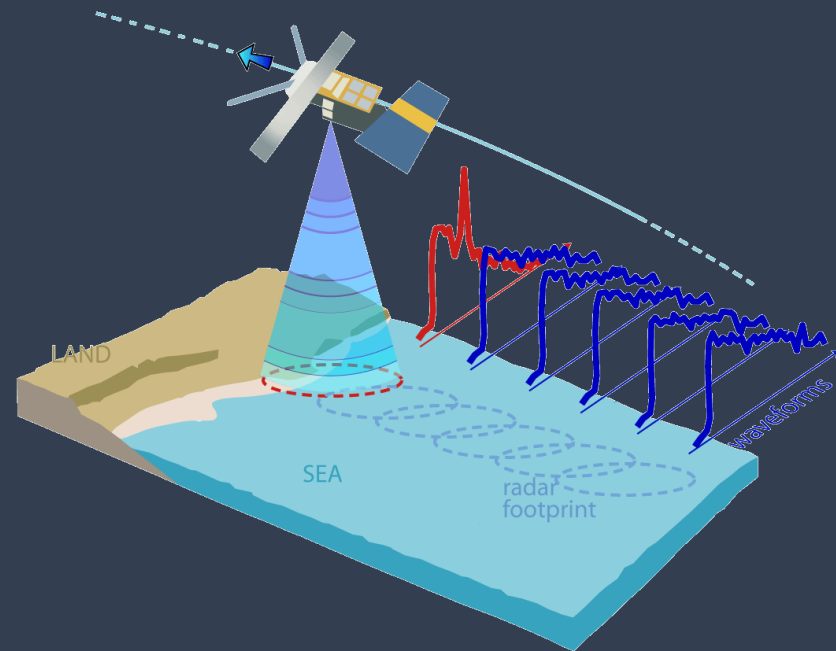
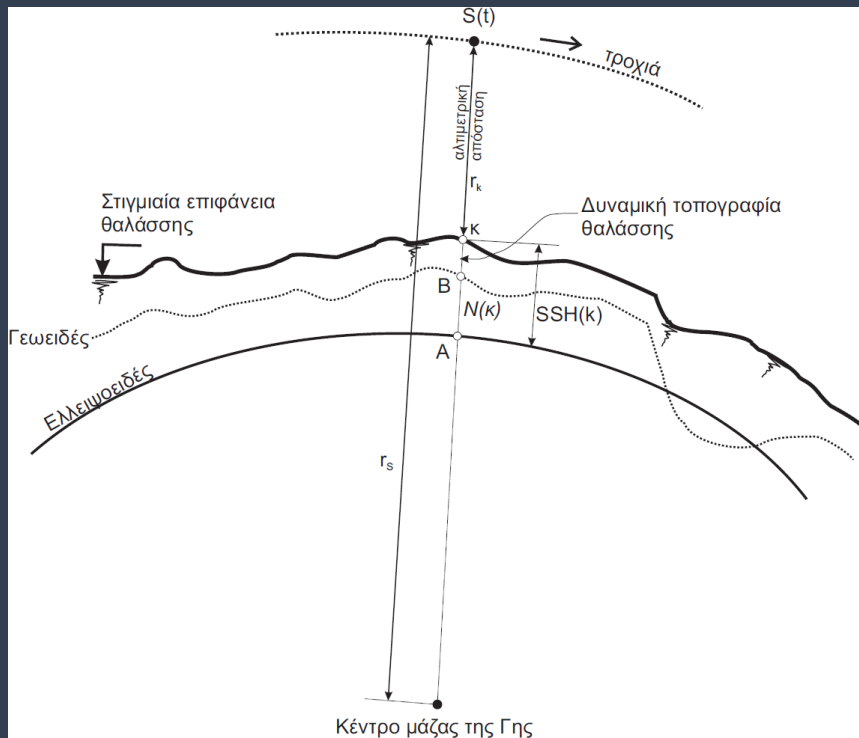


Άνοδος στάθμης θαλάσσης στα +3.2mm/yr



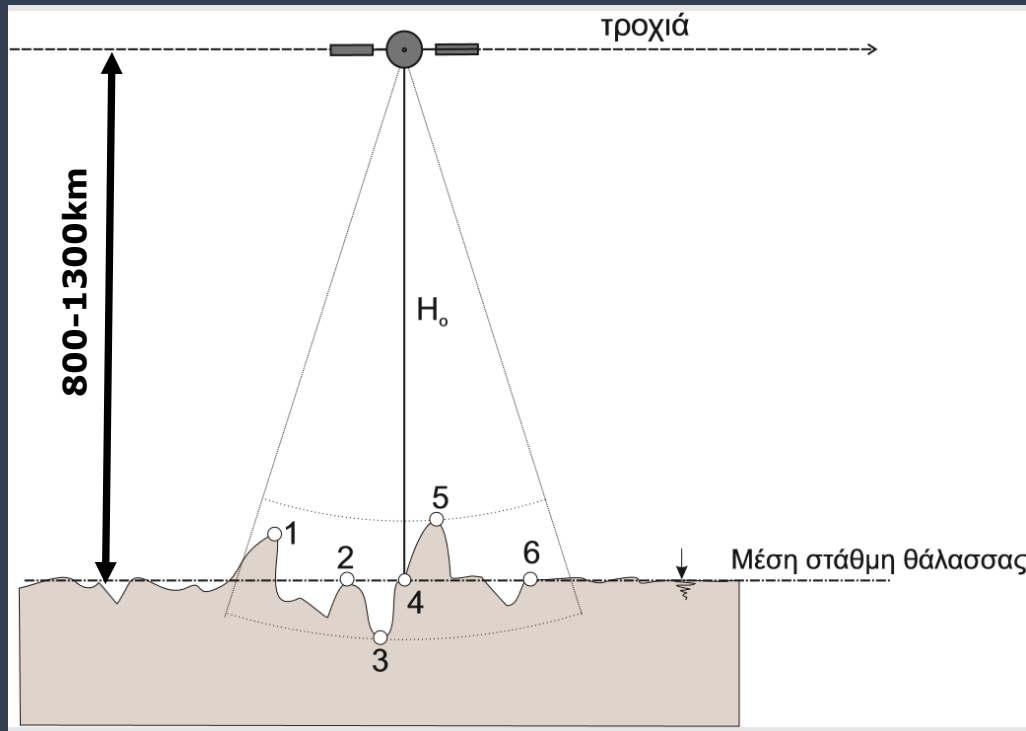


Αρχές τη Δορυφορικής Αλτιμετρίας





Τι προσδιορίζεται με την αλτιμετρία



1. Μέση στάθμη της θάλασσας

2. Ύψος κύματος

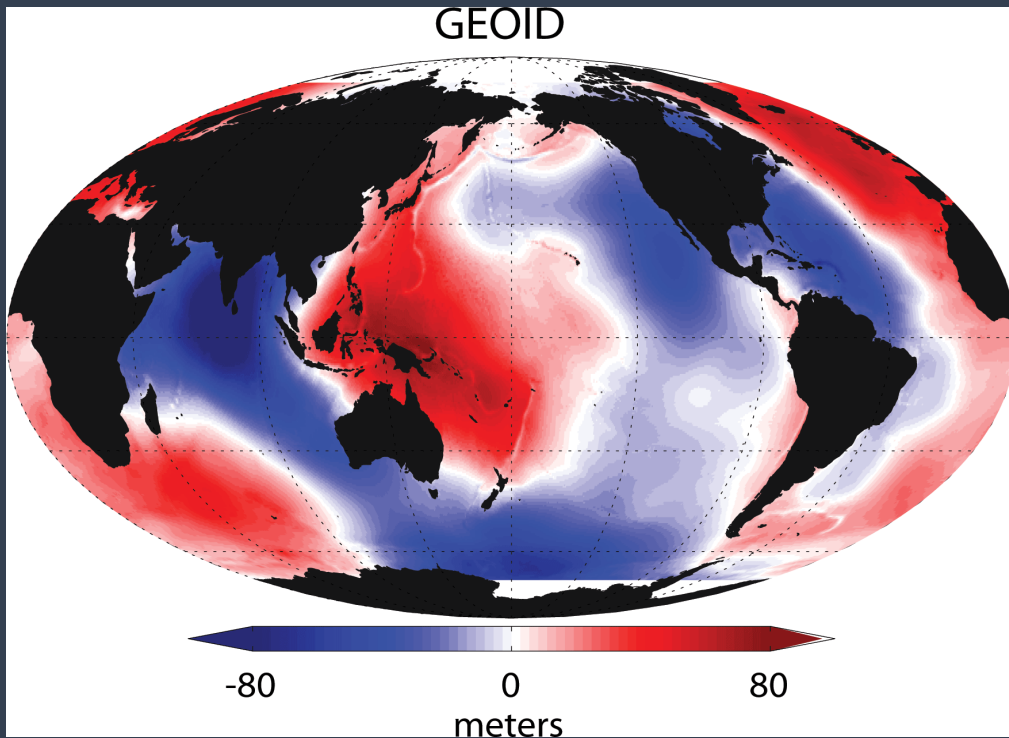


3. Ταχύτητα ανέμου





Προσδιορισμός της Μέσης Στάθμης Θάλασσας





Επιφανειακές ρυτιδώσεις στη Θάλασσα





Δορυφόροι Αλτιμετρίας (NASA-CNES)

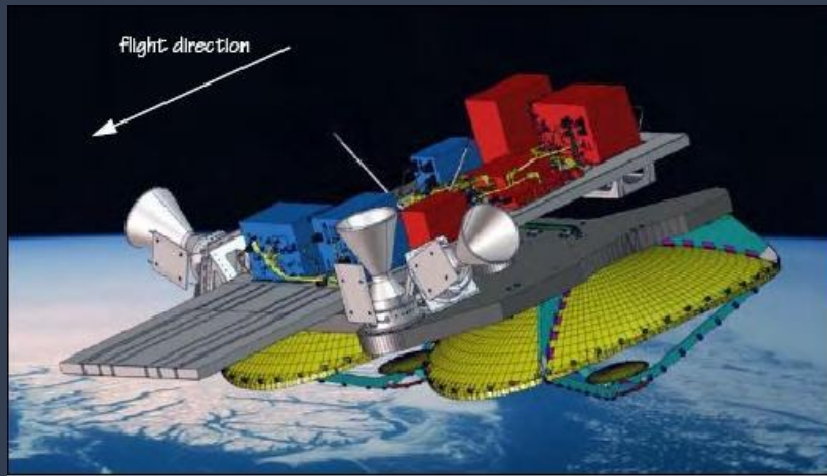




European Space Agency



- Cryosat-2: 2008



- Sentinel-3A: 2016, Sentinel-3B: 2018



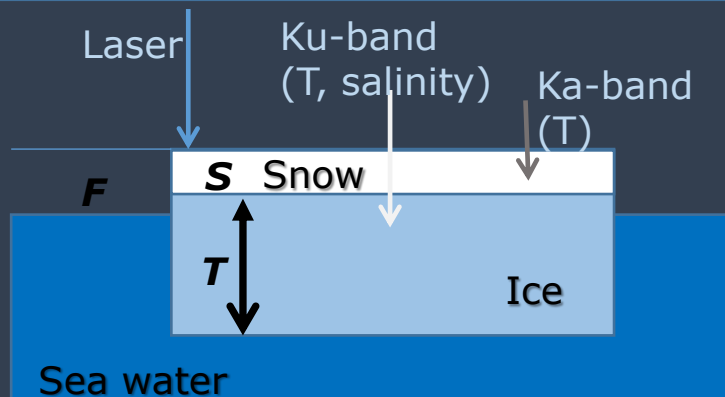


Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος (ESA)



CRISTAL (2025)

- Μετρήσεις τήξης παγετώνων



Sentinel-6/Jason-CS (15-Nov-2020 Launch),





ΗΠΑ, Γαλλία, Κίνα



SARAL/AltiKa:
Γαλλία-Ινδία

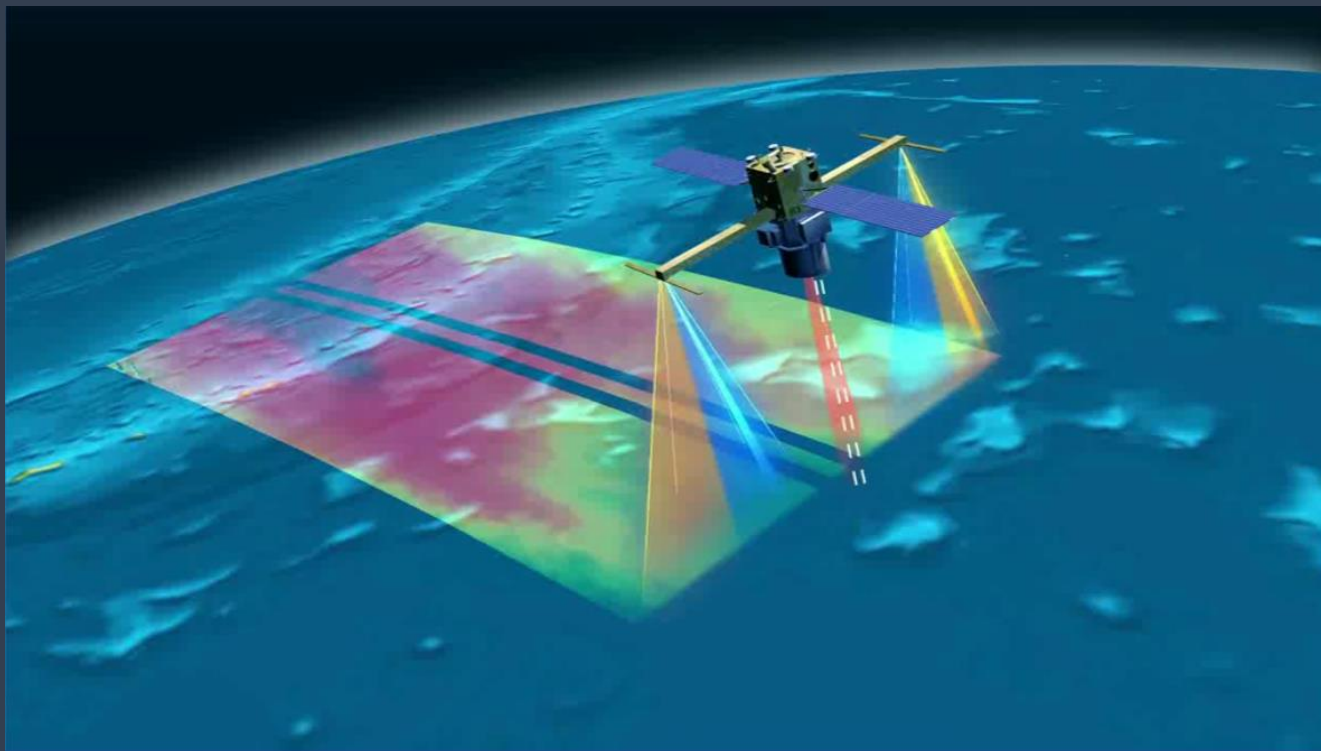


HY-2A, HY-2B:
Κίνα



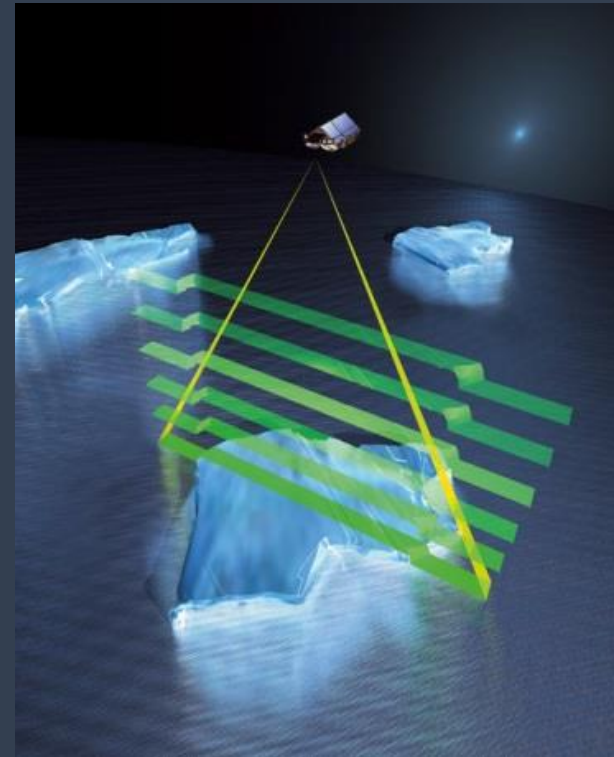
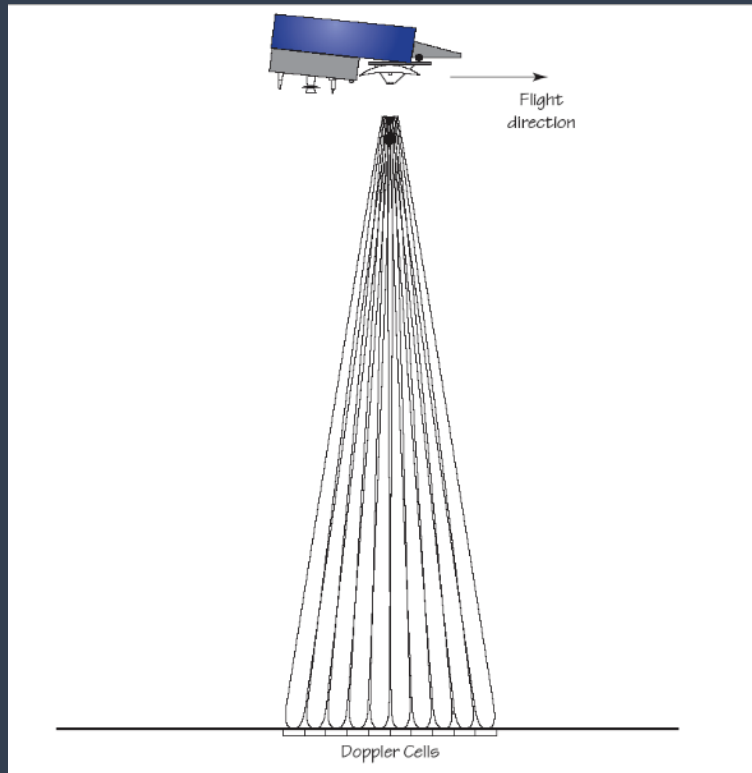


Κίνα: Νέο αλτίμετρο “Quanlan”



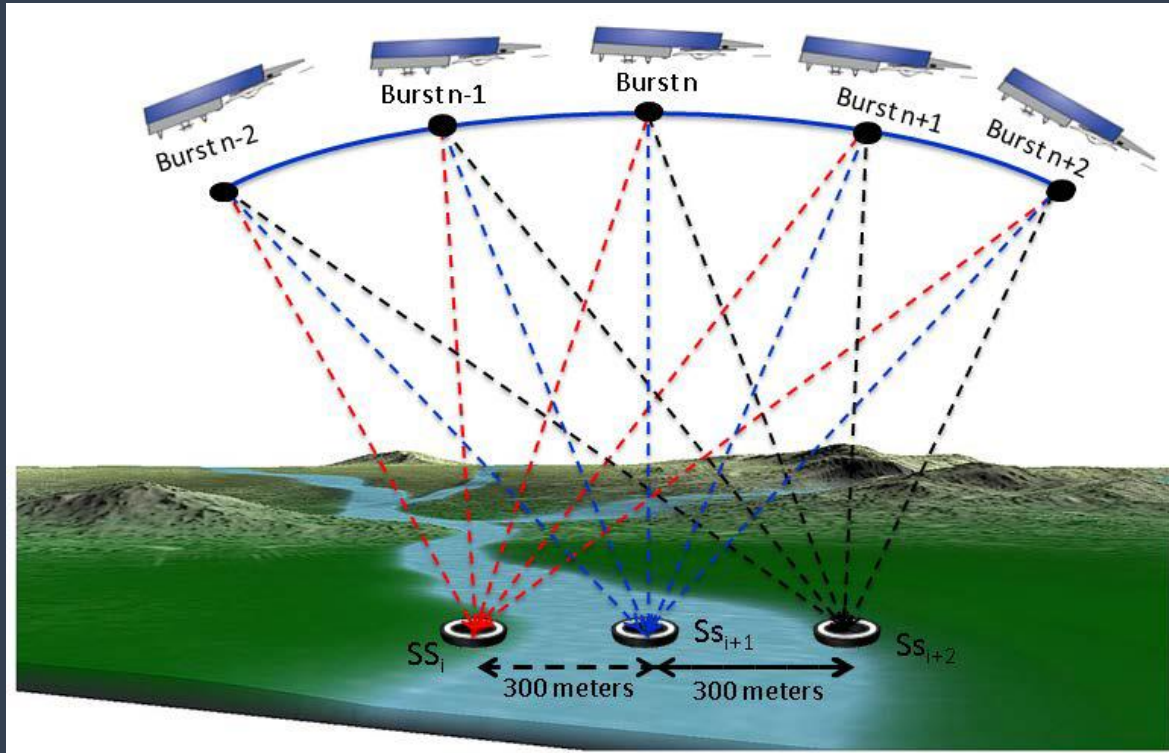


SAR Altimetry today (ESA)





Αλτιμετρία στον Αμαζόνιο



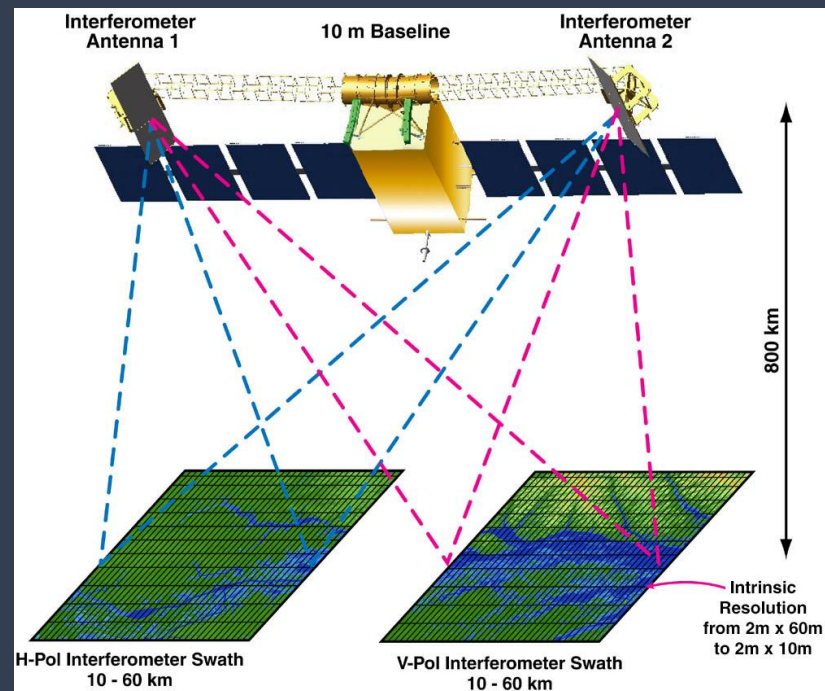
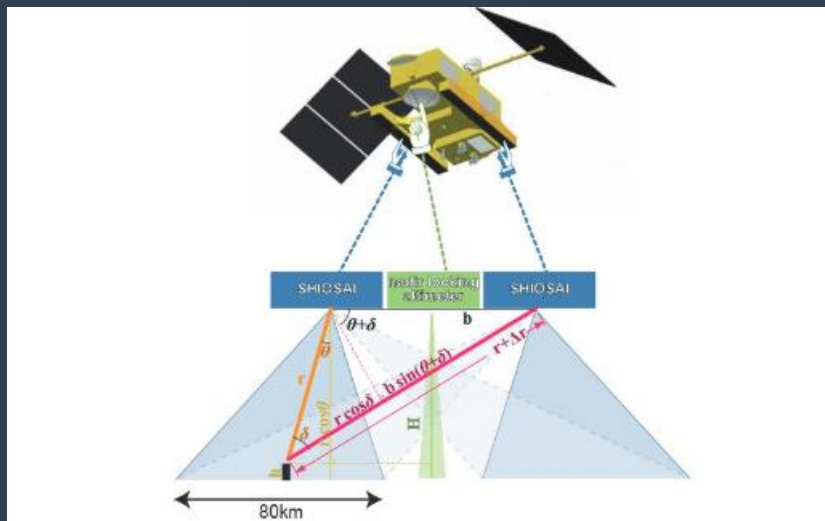
Manaus 2013, Εγκατάσταση
Σταθμού βαθμονόμησης





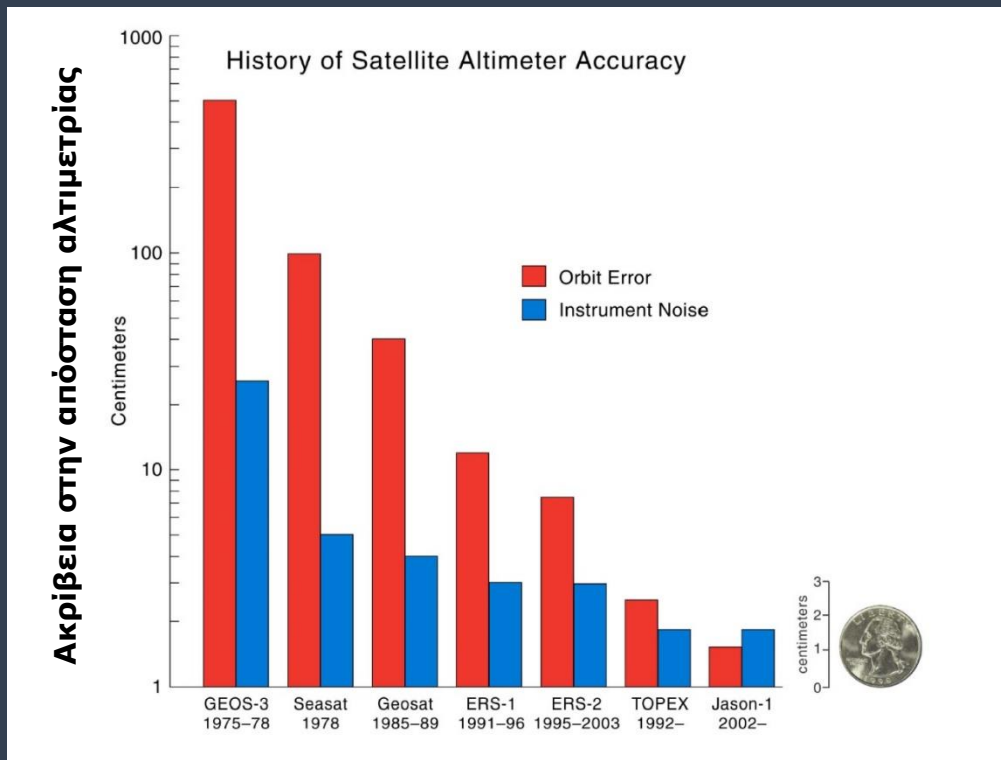
SWOT 2020 (USA/France)

COMPIRA (Ιαπωνία)



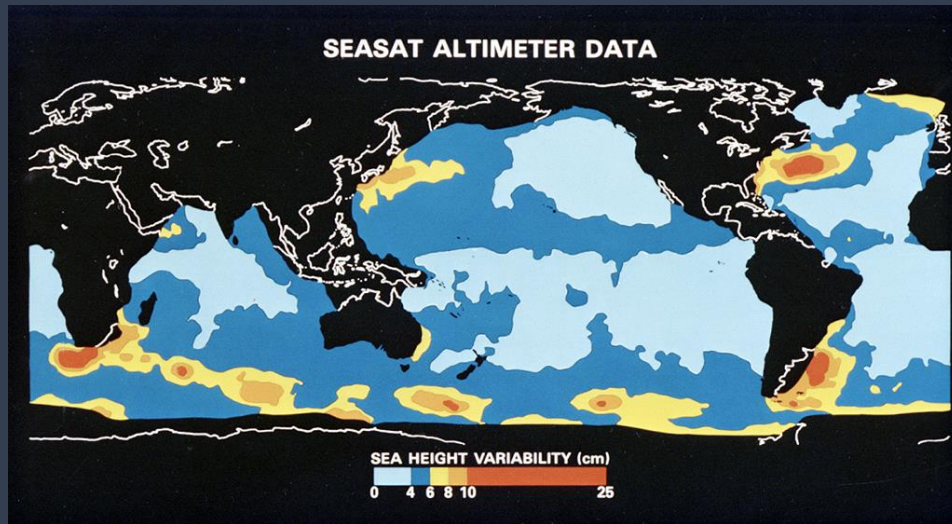


Βελτίωση της ακρίβειας με αλτιμετρία

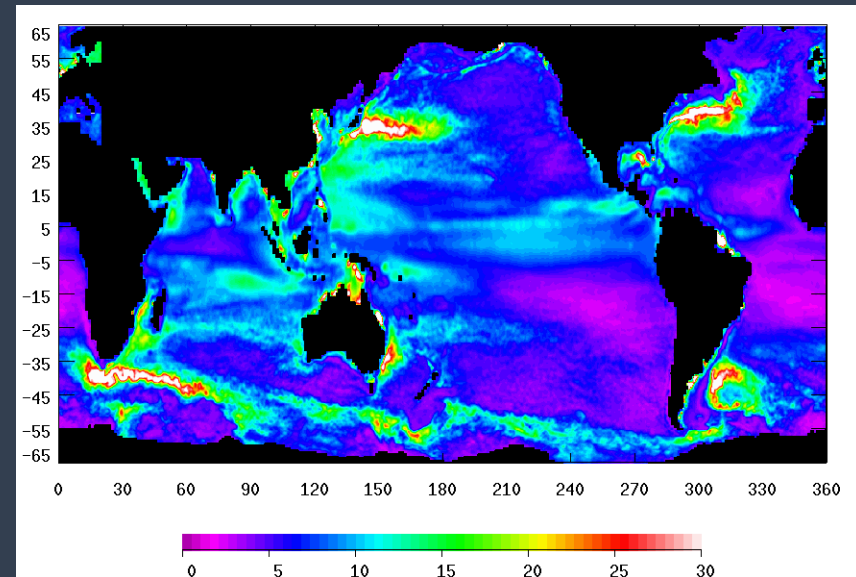




Παρατήρηση της στάθμης της θάλασσας

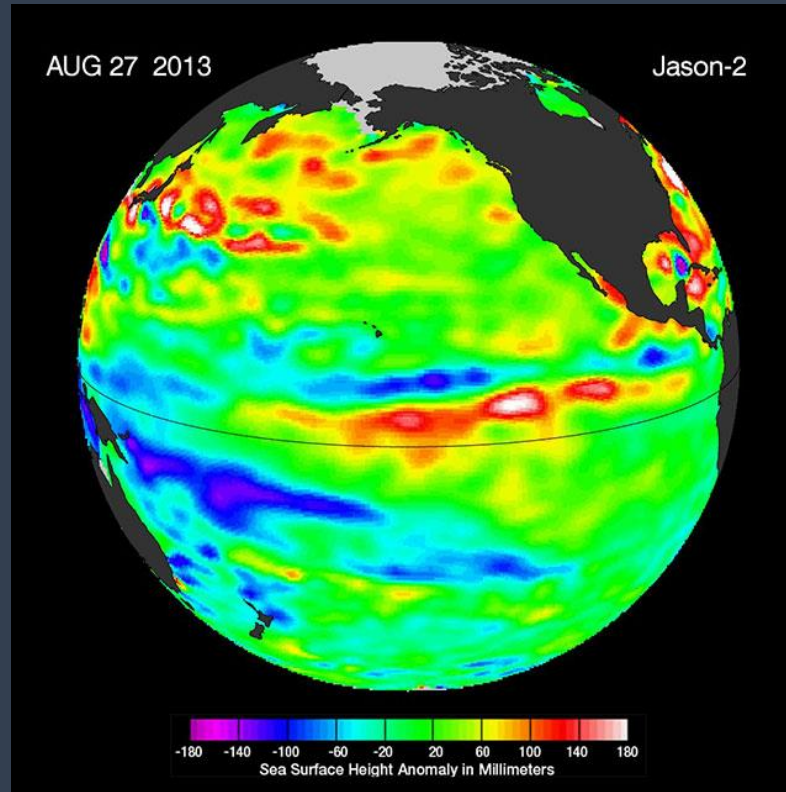


1978



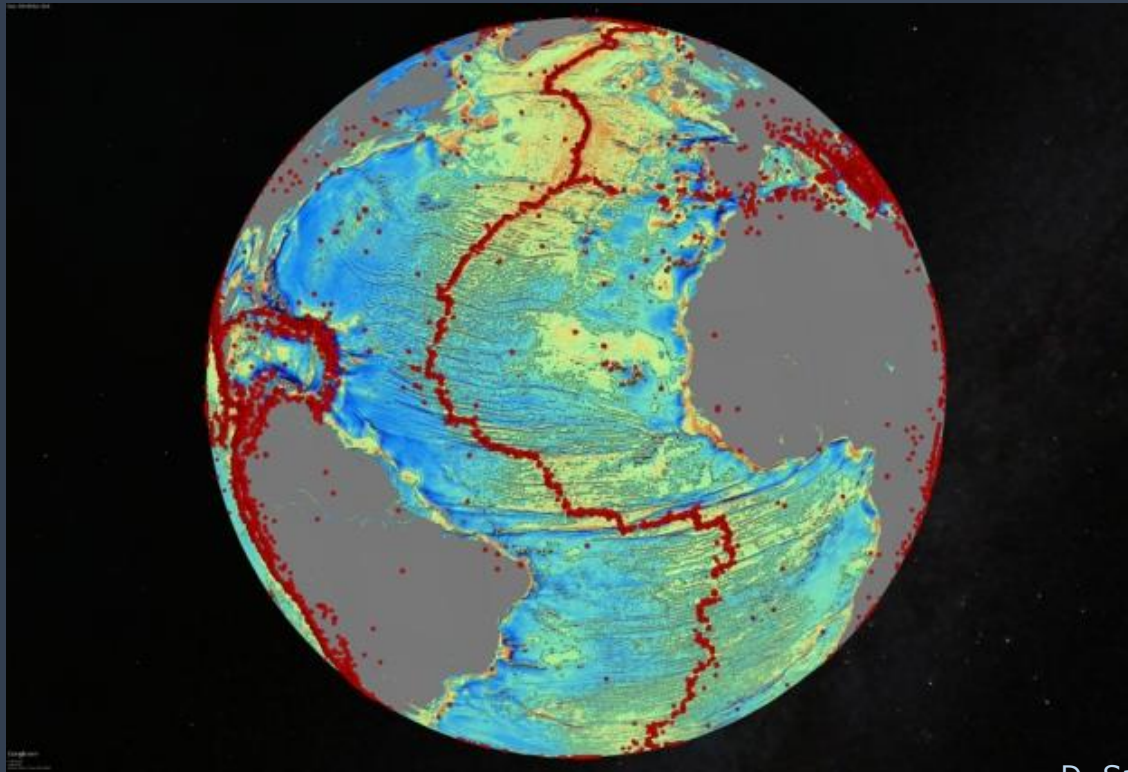


Ύψη θαλάσσης από τον Jason-2





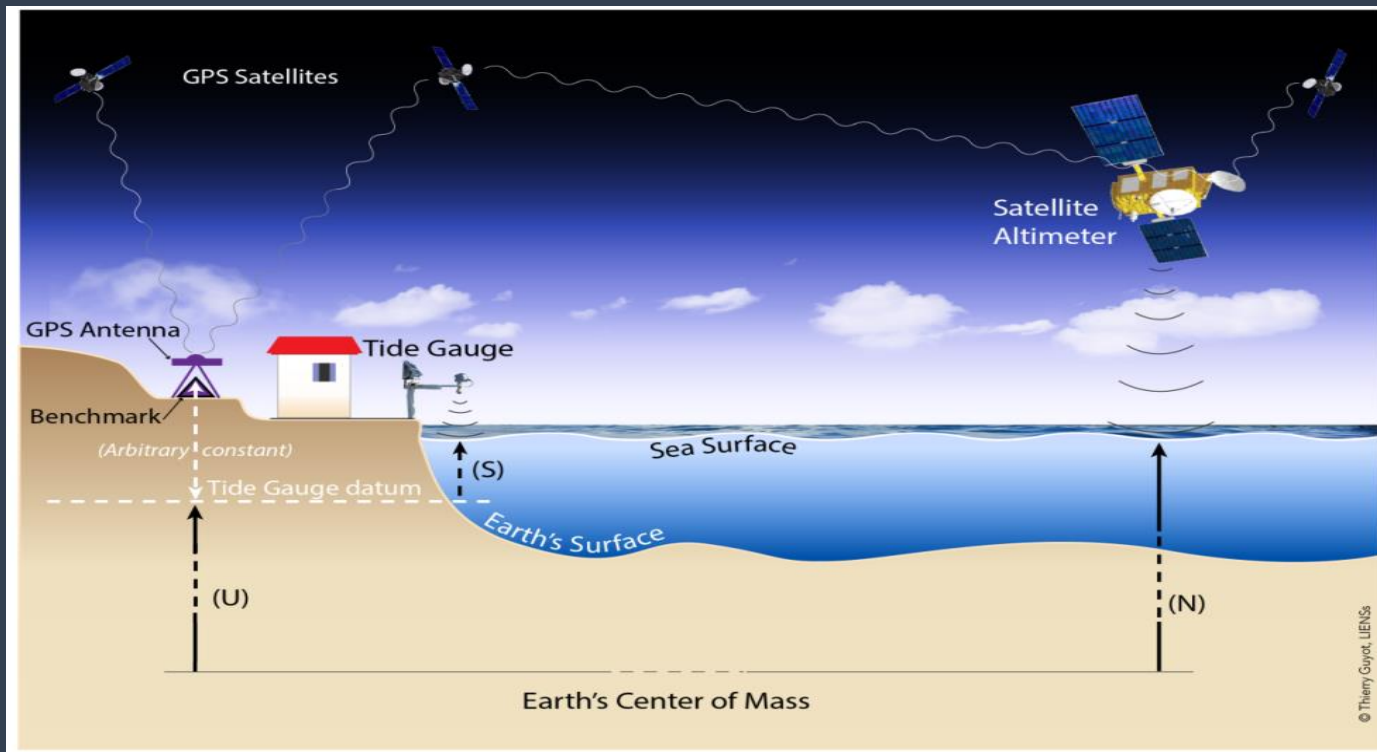
Αχαρτογράφητη βαθυμετρία από δορυφόρους



D. Sandwell, et al., Science, 2014



Βαθμονόμηση Δορυφόρων





Το ιστορικό της βαθμονόμησης δορυφόρων

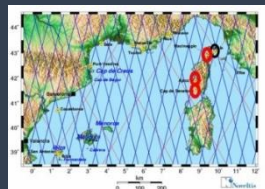


- Acqua Alta Tower, 16 km από Βενετία, Ιταλία,
- Εγκατάσταση το 1970 (CNR), βάθος 16m,
- Βαθμονόμηση ERS-1 (Francis, 1992).

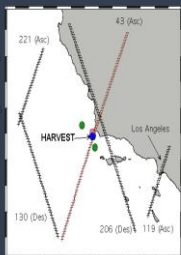




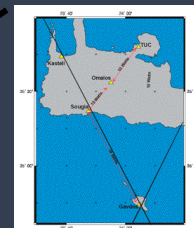
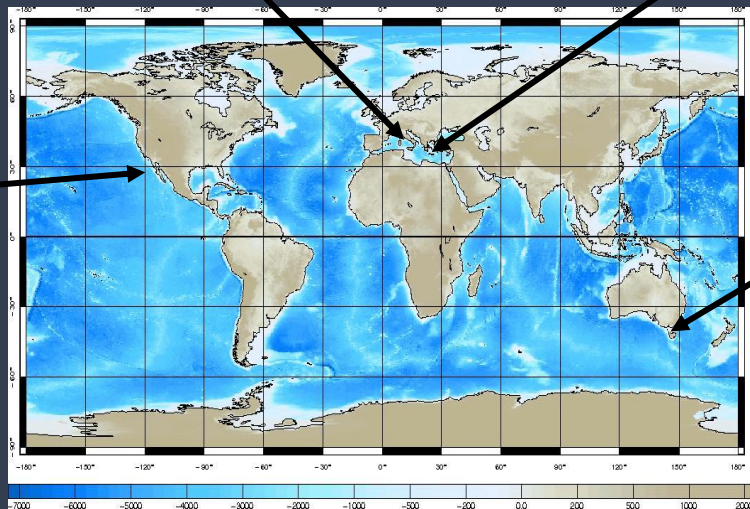
Παγκόσμιοι σταθμοί βαθμονόμησης δορυφόρων



**CORSICA
CNES**



**HARVEST
NASA**



**GAVDOS, Crete
Πολυτεχνείο Κρήτης**



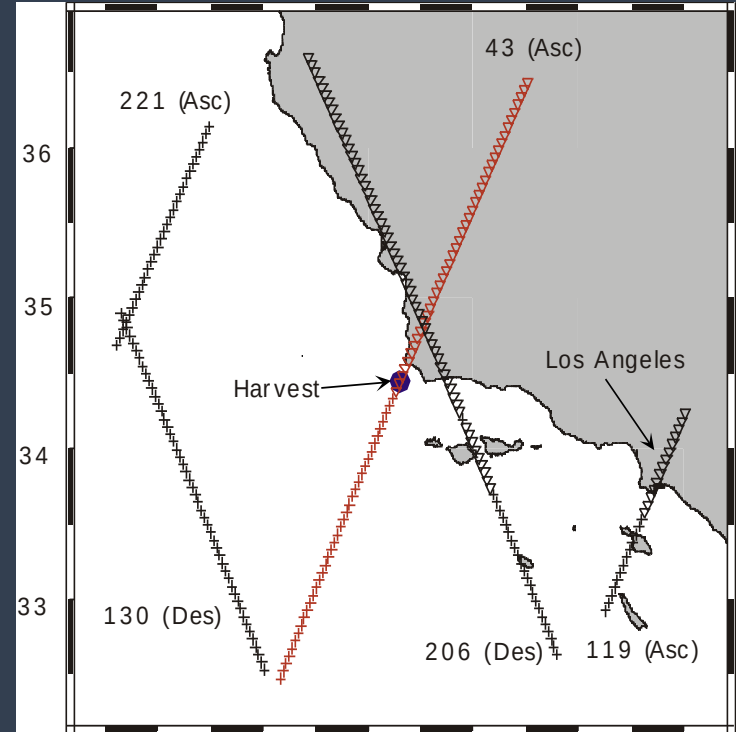
**BASS STRAIT
Australia**



Harvest Platform (NASA), USA

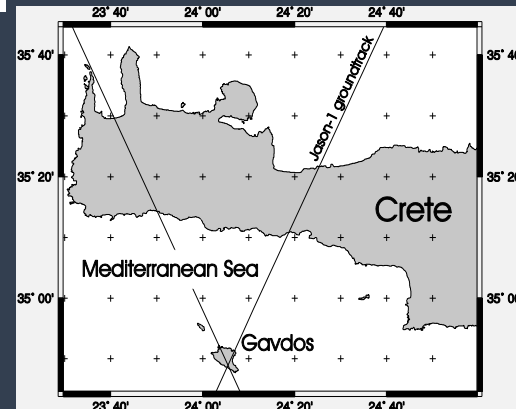
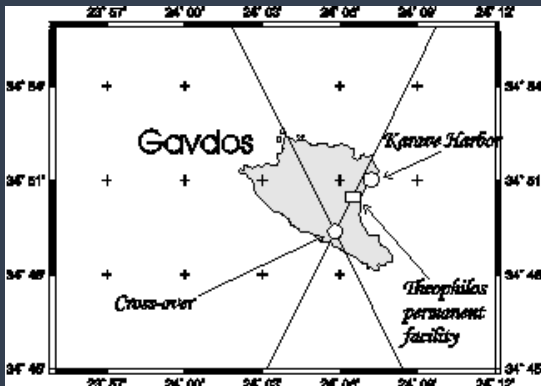


- Πρόκειται να εγκαταλειφθεί,
- Λειτουργήσε για 30 έτη



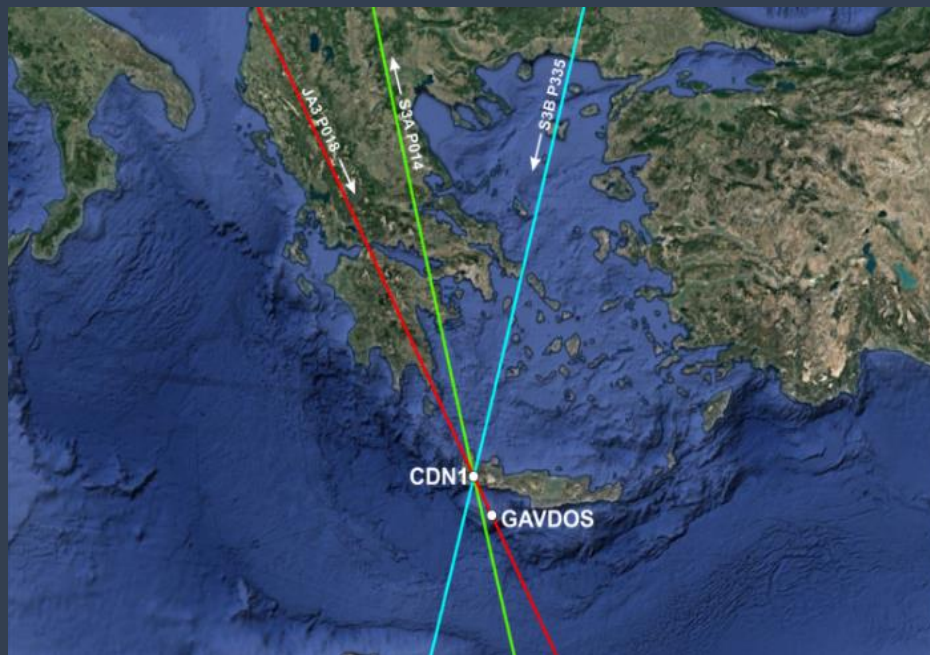


Μόνιμες εγκαταστάσεις Βαθμονόμησης Δορυφόρων





Περιοχές βαθμονόμησης στην ξηρά & θάλασσα



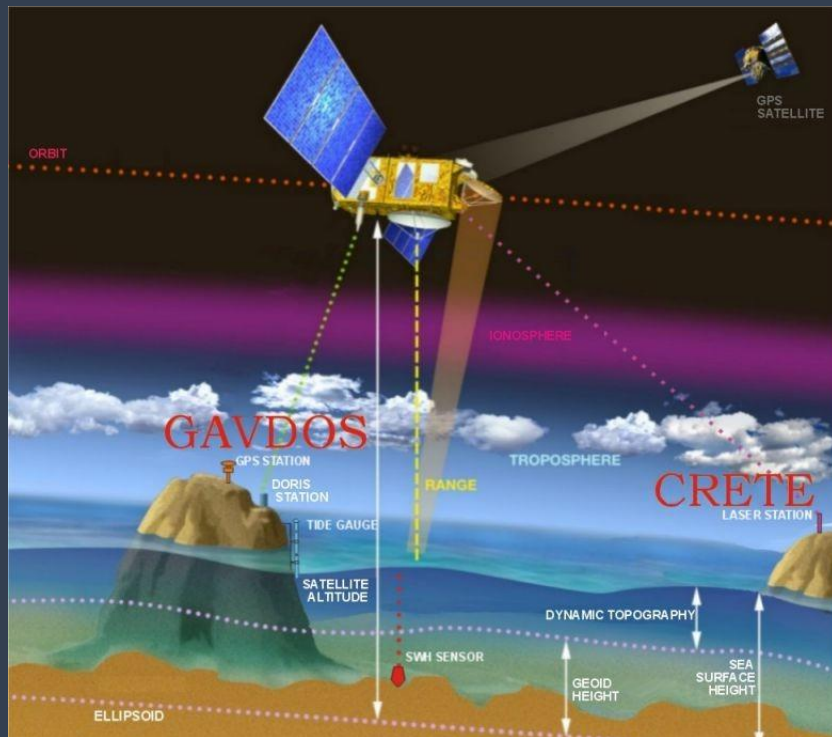
Transponder at CDN1 Cal/Val



Gavdos sea-surface Cal/Val



Πρώτες εγκαταστάσεις το 2001 (Καλοκαίρι)



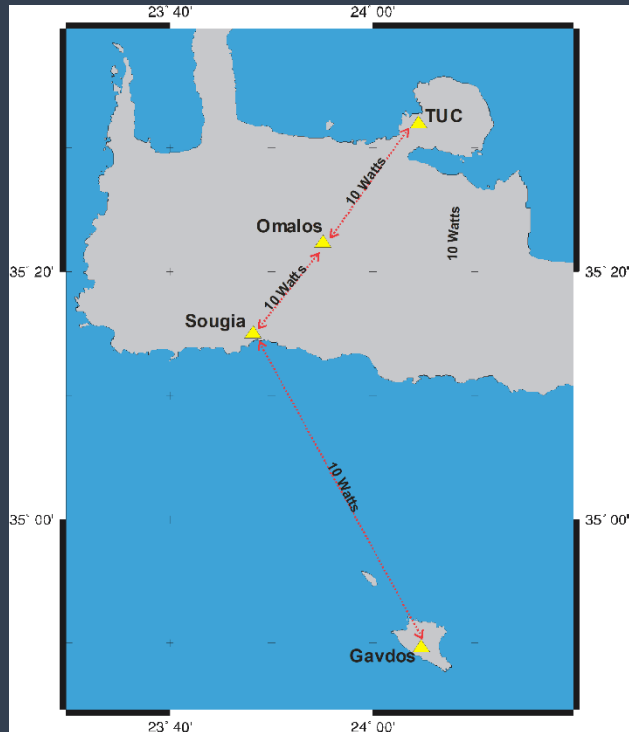


Εγκαταστάσεις το 2001 (Χειμώνα, Γαύδος)





Δυσκολίες σε τηλεπικοινωνίες (UHF Links 2002-2003)



Sougia



Technical University of Crete

Omalos



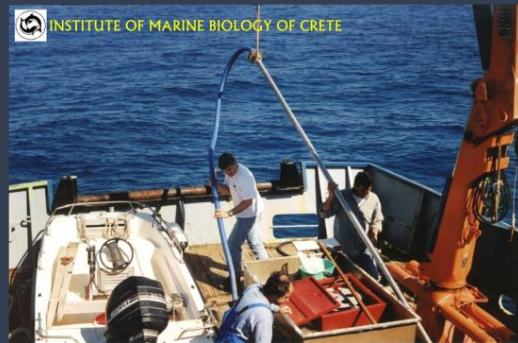


Ένα έτος αργότερα (2002-2003)





Σταδιακή ανάπτυξη εγκαταστάσεων



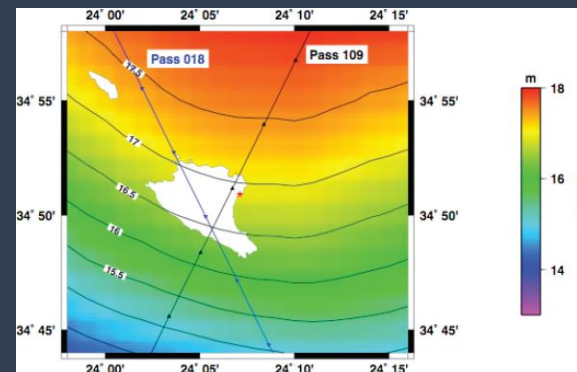
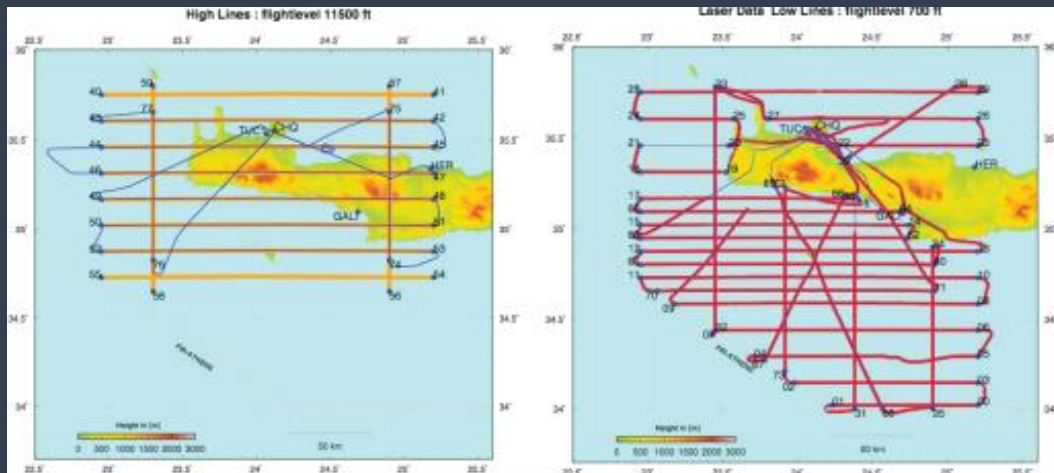


Μετρήσεις βαρύτητας με αεροσκάφος (2001)



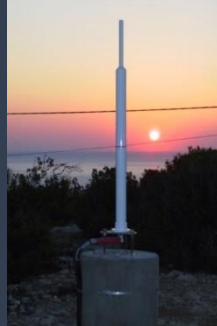
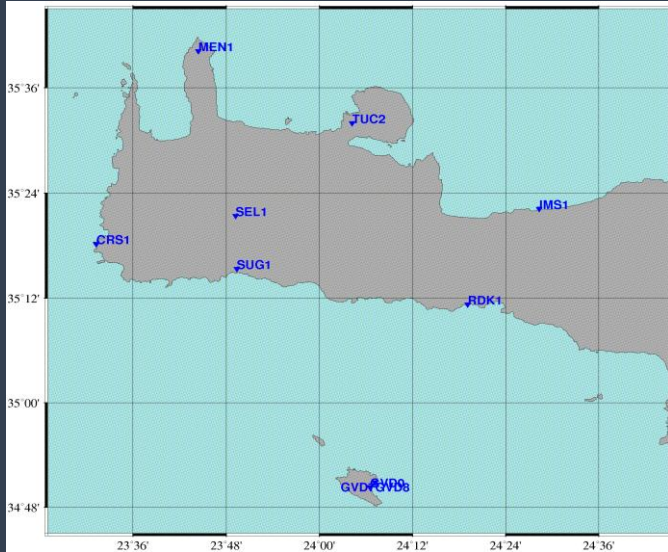


Πτήσεις αεροσκάφους (2001)



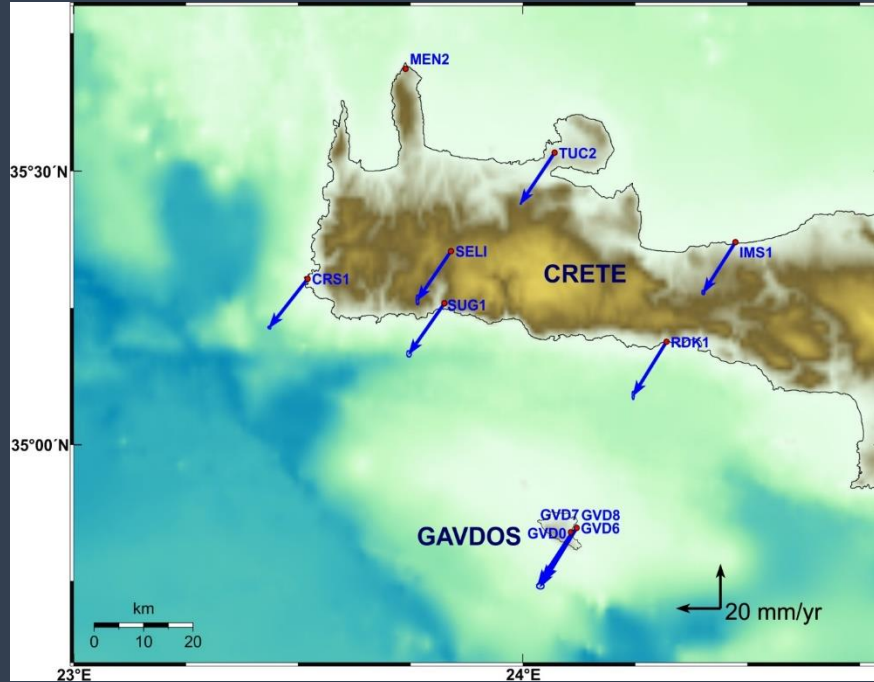


Δίκτυο μόνιμων 17 γεωδαιτικών σταθμών GPS

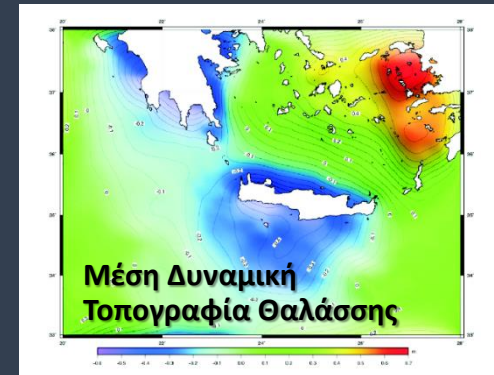
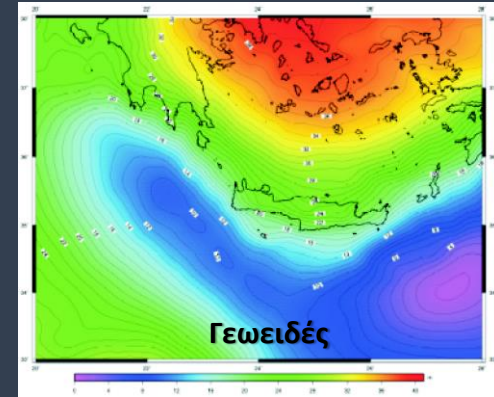




Τεκτονικές μετακινήσεις, Επιφάνειες αναφοράς

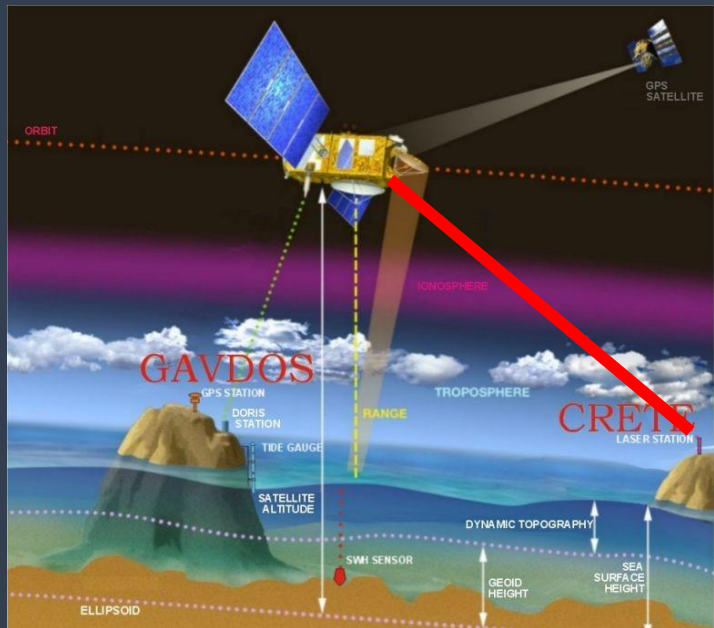


Μικρο-μετακινήσεις Κρήτης



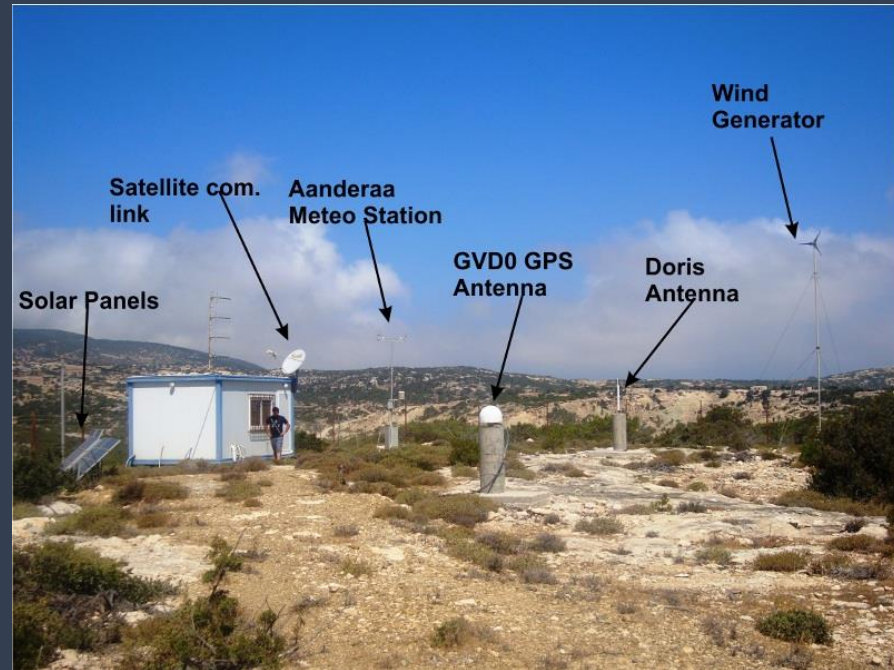


Αποστάσεις προς δορυφόρους με Laser από Πολυτεχνείο (2001)



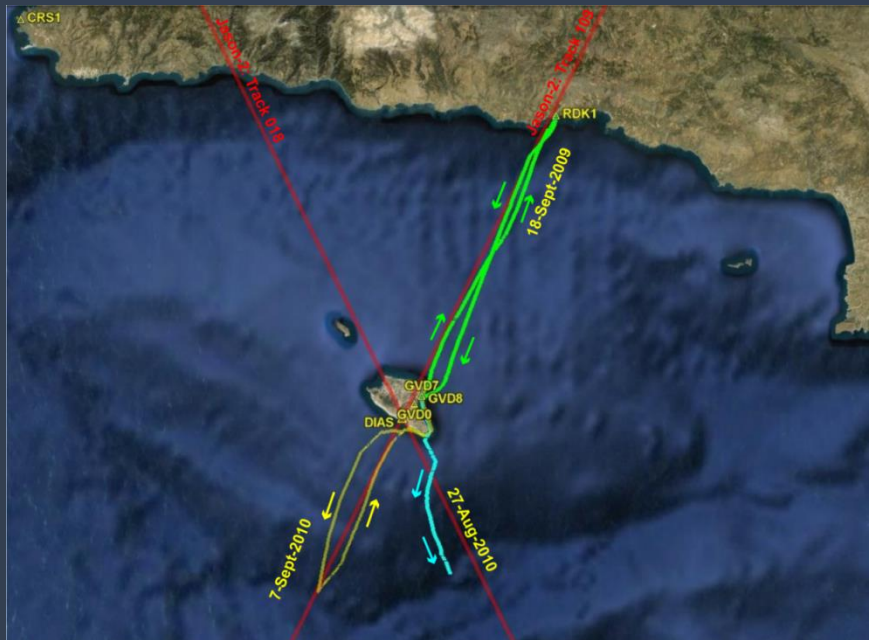


Εγκαταστάσεις σε Γαύδο & Κρήτη





Κινηματικές μετρήσεις στις τροχιές δορυφόρων



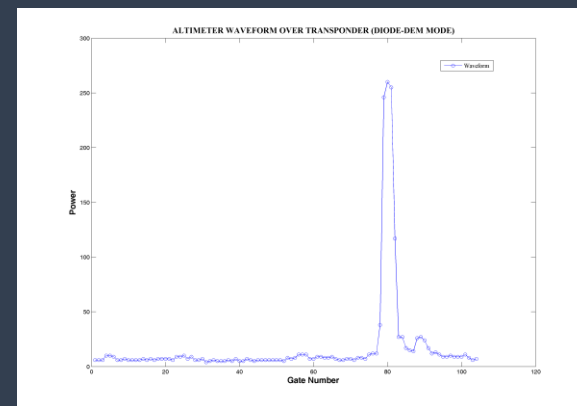
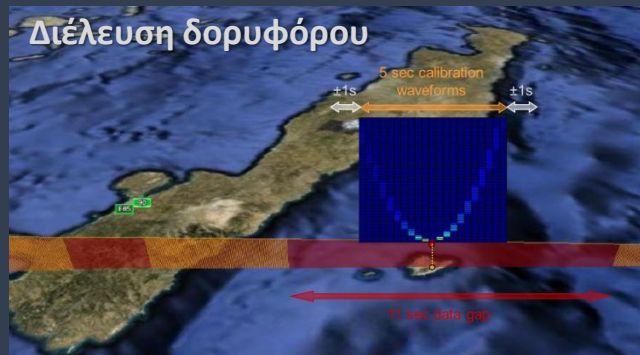


Παλιός αναμεταδότης (Transponder 2002) Κέντρο Διαστημικών Ερευνών Αυστρίας



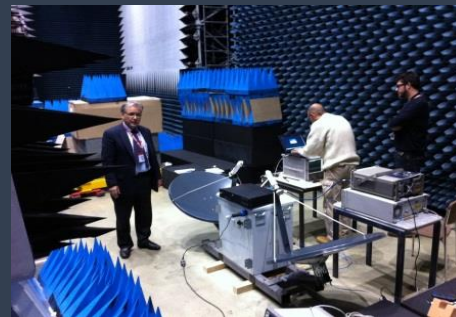
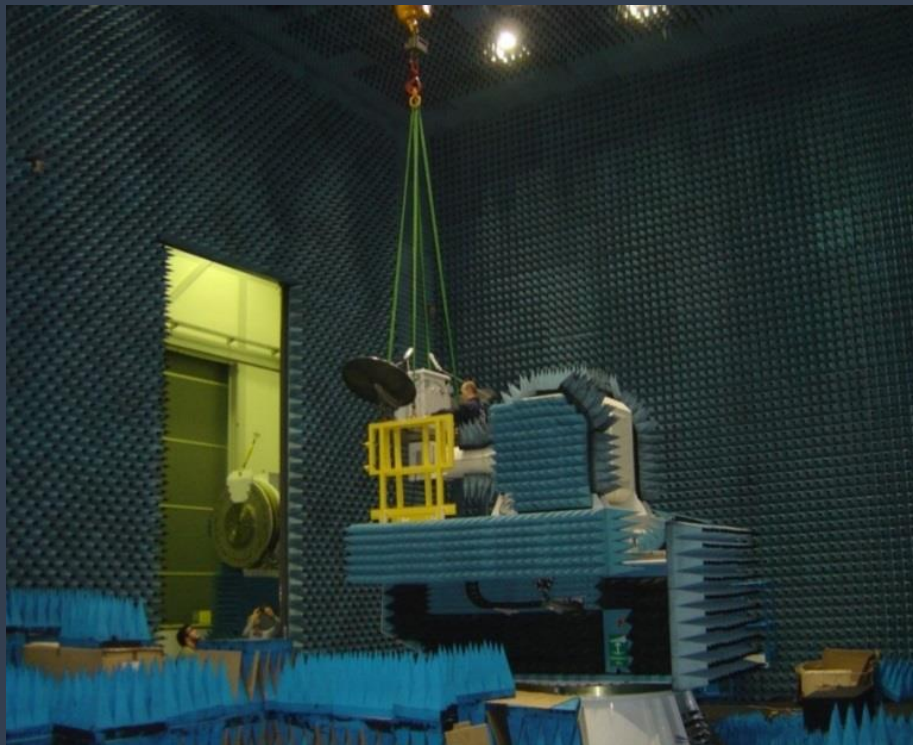


Πρώτα αποτελέσματα: Transponder στη Γαύδο





Νέα κατασκευή transponder (2009-2012) με ESA





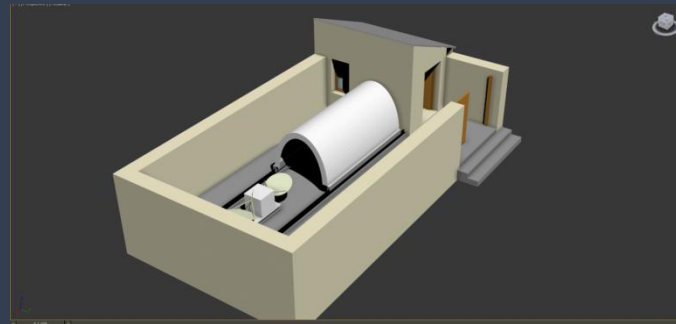
Δοκιμαστική εγκατάσταση στο Πολυτεχνείο (2013)



Transponder reference points for the measurements made for Cryosat-2 calibration, using the SLR2 site in Crete, Greece, on 10-May-2013 20:21:40 UTC.



Εγκαταστάσεις στα βουνά Δυτικής Κρήτης



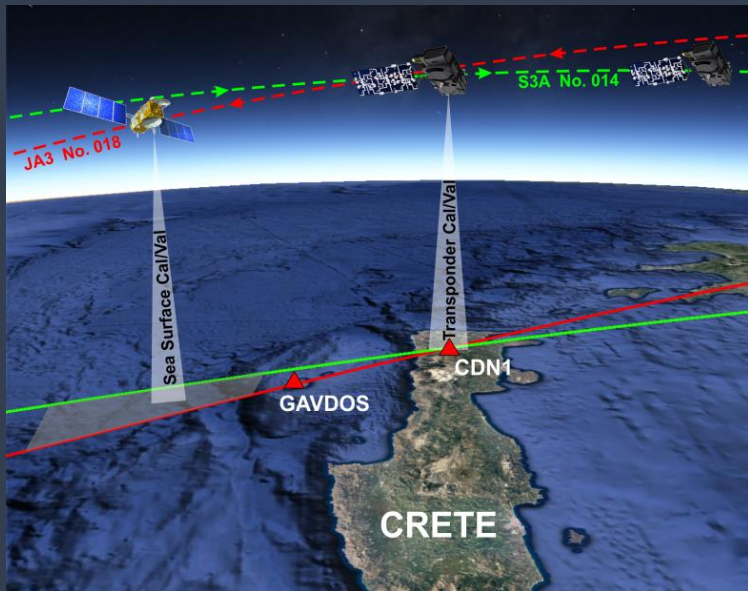


2016: Δυσκολίες σε Μετρήσεις, Βαρύς χειμώνας

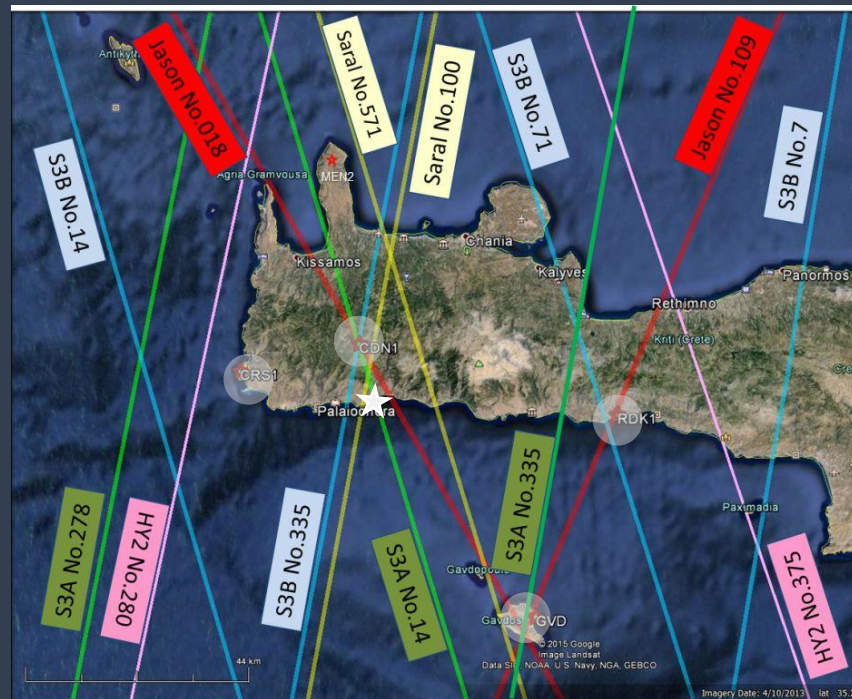




Υποδομές ελέγχου & Τροχιές δορυφόρων

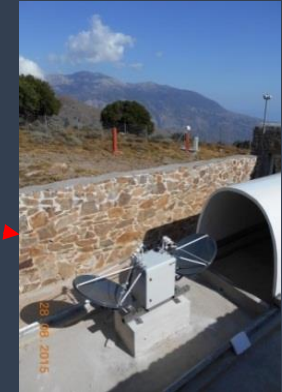
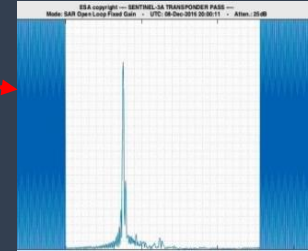
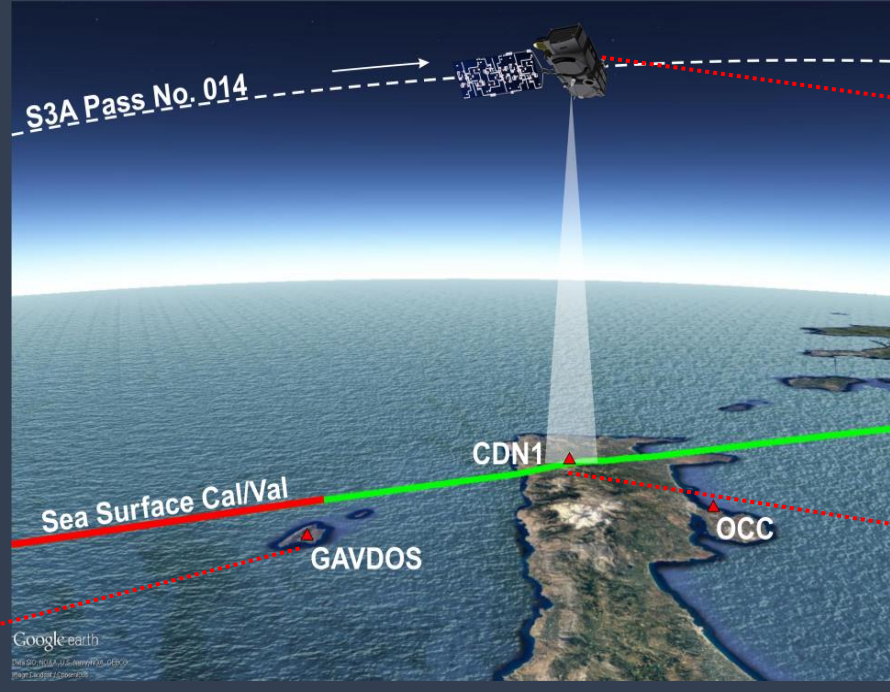
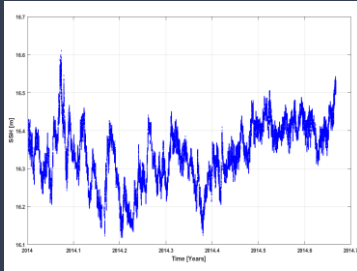


Ταυτόχρονη βαθμονόμηση σε ξηρά & θάλασσα



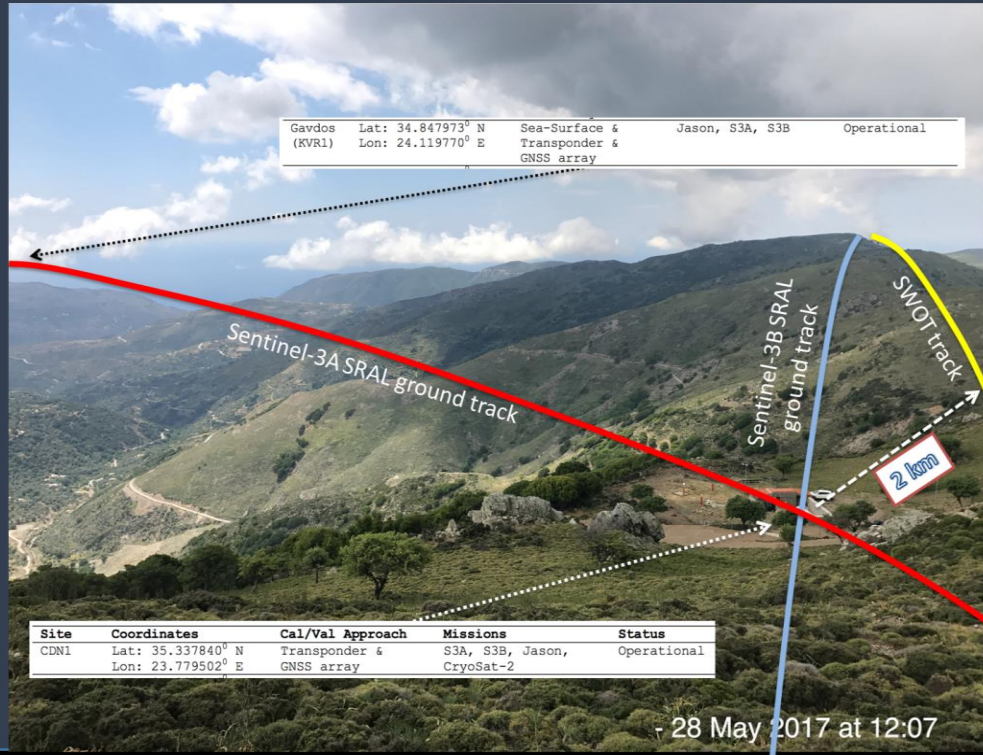


Ταυτόχρονες & ανεξάρτητες βαθμονομήσεις



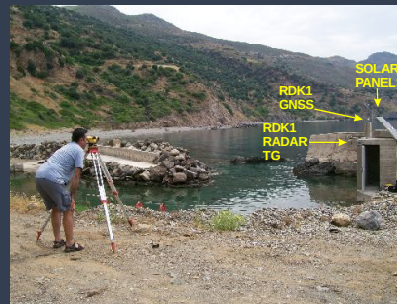


CDN1 Cal/Val Εγκαταστάσεις





Εγκαταστάσεις Cal/Val στη θάλασσα



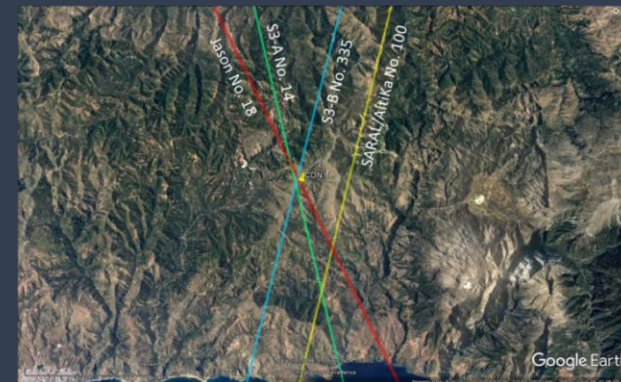
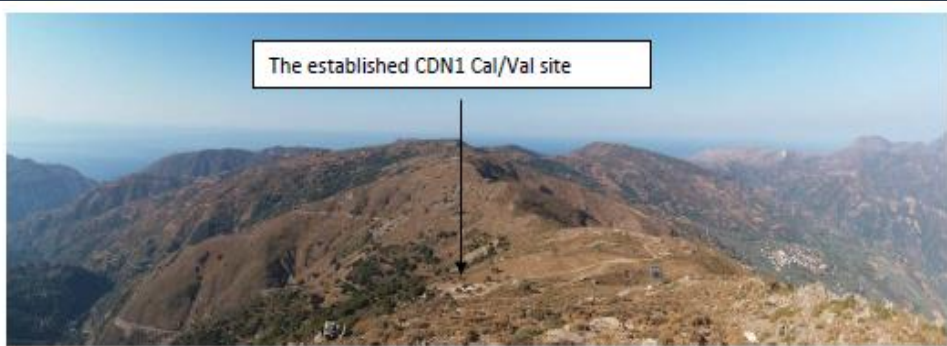
RDk1 in southcentral Crete



SUG1 south Crete

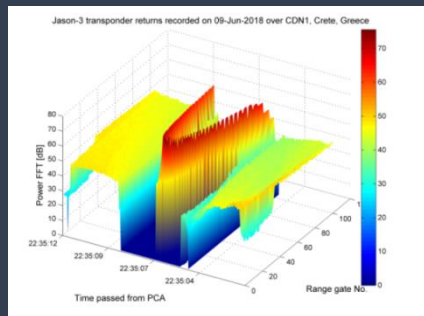


CDN1: Μόνιμος Σταθμός της ESA

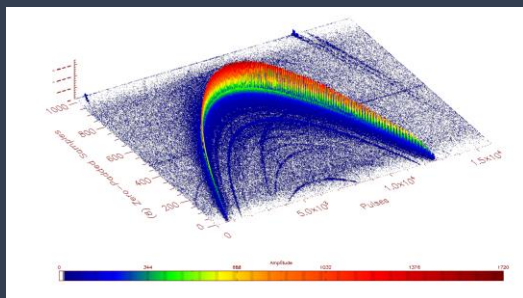




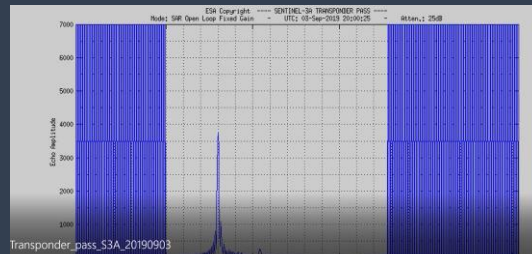
Transponder Calibrations



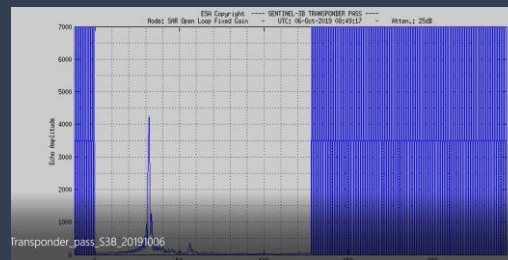
Jason-3, 9-June-2018



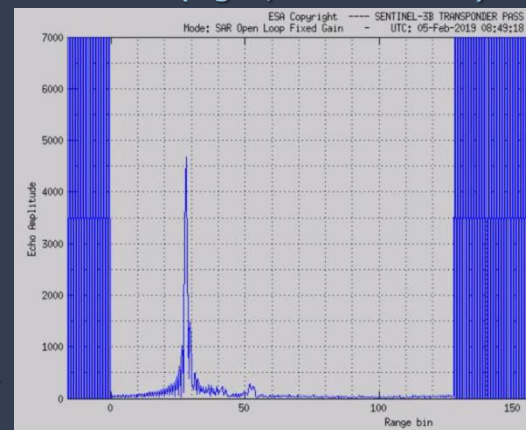
CryoSat-2, 20-Sept-2019



Sentinel-3A (3-Sept-2019) & **Sentinel-3B** (right, 6-Oct-2019)

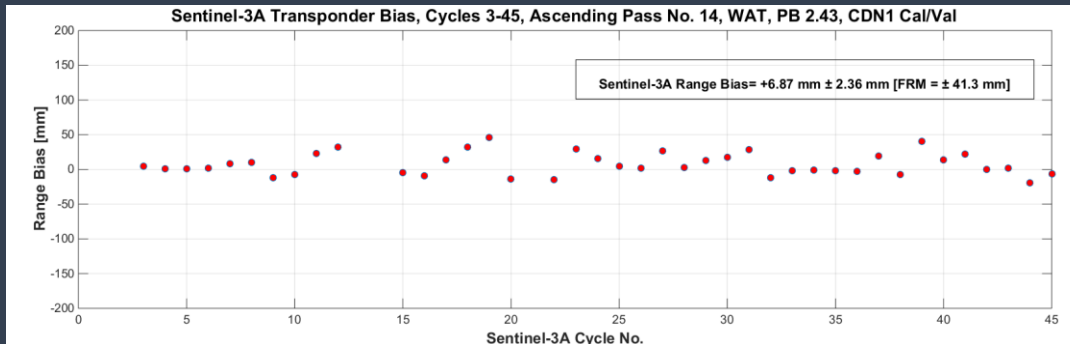
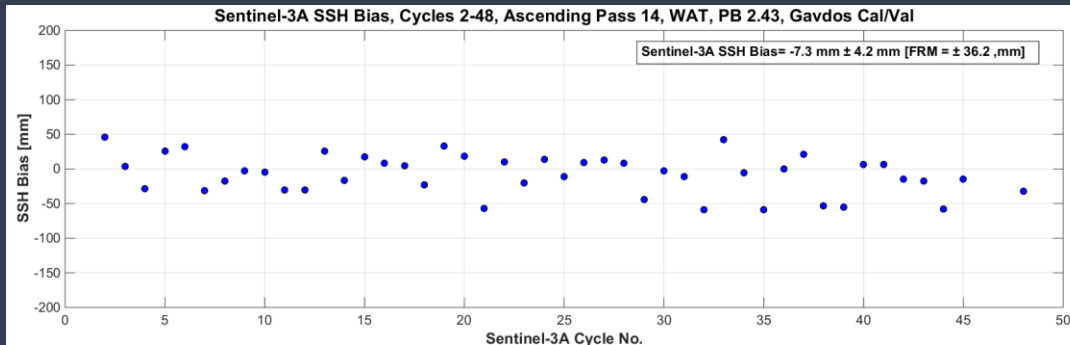


Sentinel-3B (nominal orbit),
5-Feb-2019



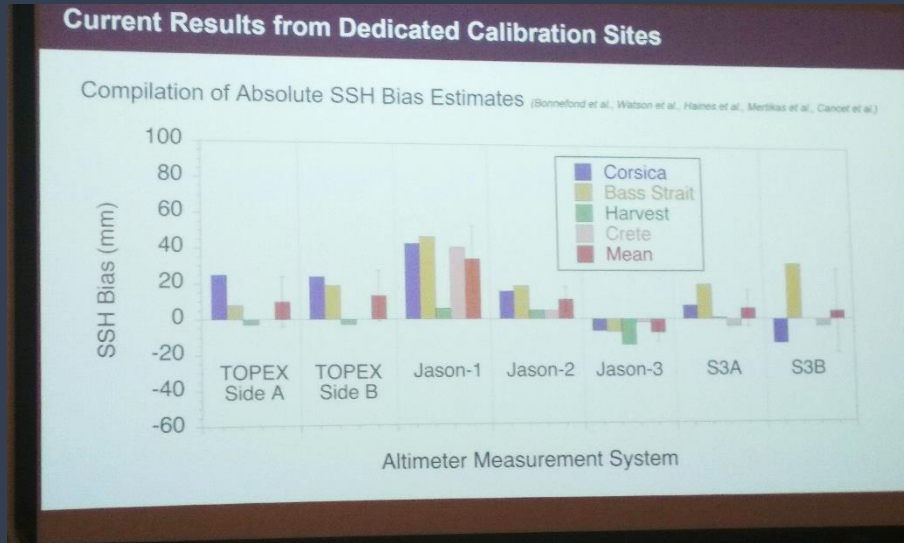


Αποτελέσματα, συμπεράσματα

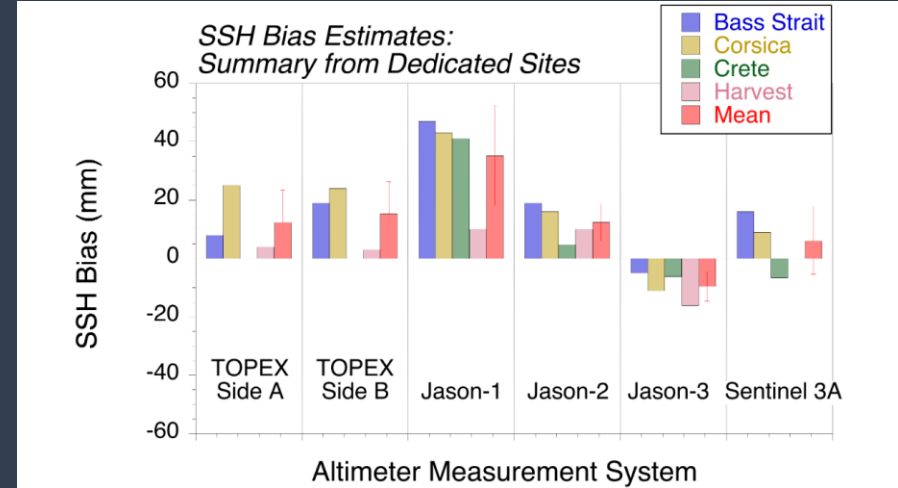




Παγκόσμια συστήματα βαθμονόμησης



Οκτ 2019, Σικάγο, ΗΠΑ



Οκτ 2018, Αζόρες, Πορτογαλία



Κρήτη: Βαθμονομήσεις Δορυφόρων

- Μόνιμος σταθμός της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος,
- Λειτουργεί συνεχώς για τα τελευταία 15 έτη,
- Βαθμονομεί δορυφόρους αλτιμετρίας
 - ΗΠΑ (NASA),
 - Γαλλίας (CNES),
 - Ευρώπης (ESA), [S3A, S3B, Sentinel-6, CryoSat-2]
 - Ινδίας (ISRO),
 - Κίνας (NSOAS, Πεκίνο).
 - Μοναδικός σταθμός που βαθμονόμησε Κινεζικούς δορυφόρους,
- Μελλοντικά σχέδια:
 - Σύνδεση μετρήσεων με αδιαμφισβήτητες παραμέτρους
 - Ταχύτητα φωτός, ατομικός χρόνος, κλπ.

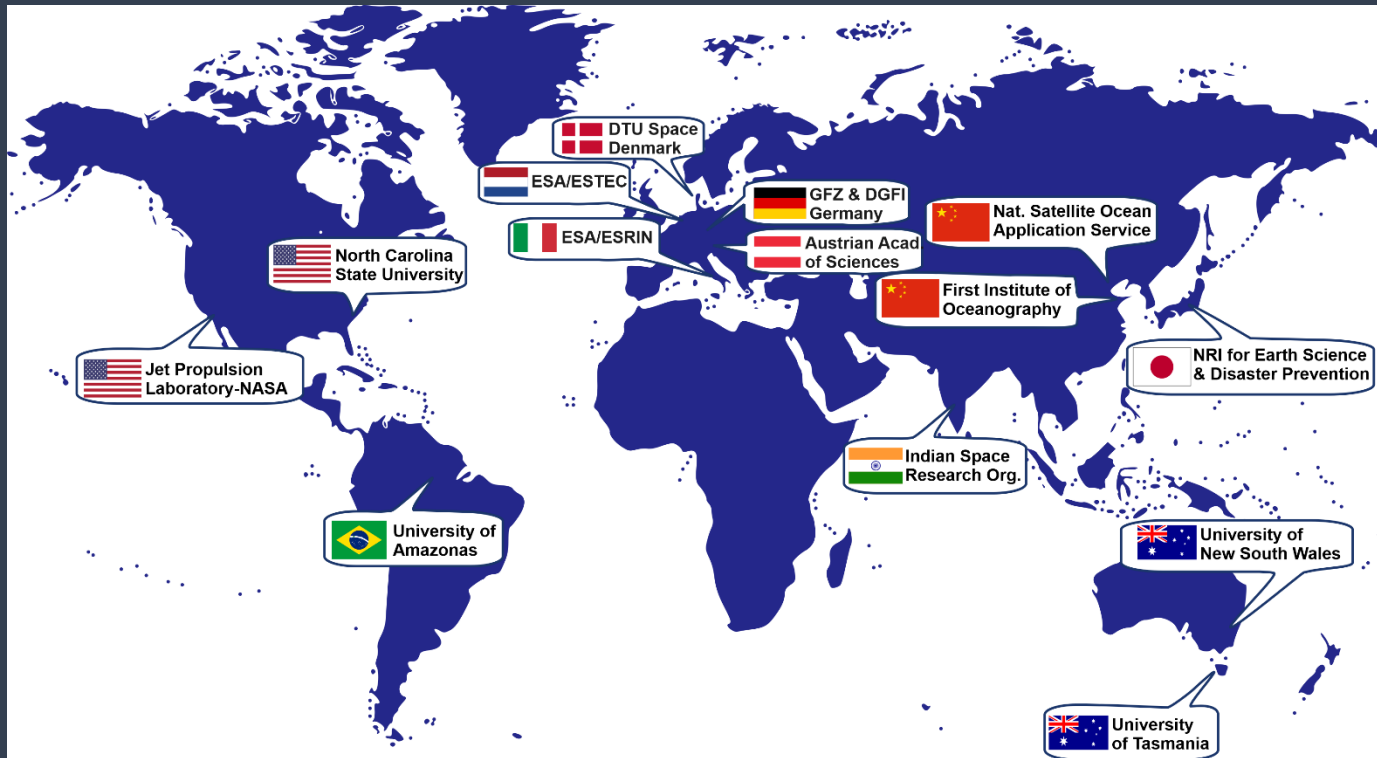


Διεθνείς Συνεργασίες (Γαλλία, ESA, NASA, Κίνα, Ινδία, Βραζιλία....)





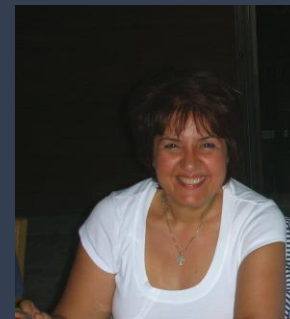
Διεθνείς Συνεργασίες





Ευχαριστίες

- ✓ Αχιλλέας Τριπολιτσιώτης,
- ✓ Ξενοφών Φραντζής,
- ✓ Σωτήρης Μπούρος,
- ✓ Κώστας Κοκολάκης,



Στέλλα Γαλάνη

- Η. Τζιαβός, Γ. Βέργος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Πρυτανεία και Πρυτανείες του Πολυτεχνείου Κρήτης,
- Λιμενικό Ταμείο Χανίων,
- Πολεμικό Ναυτικό,
- Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος (ESA)

Craig Donlon





Craig Donlon



Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος
Στον Δορυφορικό Σταθμό CDN1 (Apr-2018)