## **Προ-επεξεργασία δορυφορικών δεδομένων Sentinel-2 στο SNAP**

Στο εργαστήριο αυτό θα μάθετε πως να επεξεργάζεστε γεωμετρικά την εικόνα και να επιλέγετε συστήματα αναφοράς. Επίσης, θα μάθετε πως να κάνετε πράξεις μεταξύ καναλιών και να ερμηνεύετε τα αποτελέσματά σας. Τέλος, θα μάθετε πως να εφαρμόζετε μάσκες σε μία εικόνα με διαφορετικούς τρόπους.

### **Στόχοι**

* Η επιλογή της περιοχής ενδιαφέροντος στην εικόνα και η αλλαγή του μεγέθους της (resize).
* Η αλλαγή του τρόπου απεικόνισης της χωρικής ανάλυσης της εικόνας (resampling).
* Η εφαρμογή πράξεων μεταξύ διαφορετικών καναλιών και η δημιουργία νέων εικόνων (band math).
* Η εφαρμογή μάσκας για την αφαίρεση των pixel στεριάς σε μία εικόνα χρησιμοποιώντας ψηφιακό μοντέλο εδάφους, επιλεγμένο πολύγωνο και επιλεγμένο φασματικό κανάλι.

Όλα τα βήματα που θα περιγραφούν σε αυτό το εργαστήριο, υπάρχουν διαθέσιμα στον παρακάτω σύνδεσμο https://step.esa.int/main/doc/tutorials/snap-tutorials/ καθώς και σε βίντεο στον φάκελο του μαθήματος στον marine- server.aegean.gr.

### **Δεδομένα**

Για τις ανάγκες του δεύτερου εργαστηρίου θα χρησιμοποιηθεί η εικόνα **S2B\_MSIL2A\_20230216T085939\_N0509\_R007\_T35SMD.** Την εικόνα θα κατεβάσετε από τον σύνδεσμο:

<https://we.tl/t-bCFAAy5qGN>

Ο αισθητήρας Sentinel-2 καταγράφει σε 13 φασματικά κανάλια από 443nm έως 2190nm:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sentinel-2 Bands** | **Central Wavelength (nm)**  | **Resolution (m)**  |
| Band 1 - Coastal aerosol | 443 | 60 |
| Band 2 - Blue | 490 | 10 |
| Band 3 - Green | 560 | 10 |
| Band 4 - Red | 665 | 10 |
| Band 5 - Vegetation Red Edge | 705 | 20 |
| Band 6 - Vegetation Red Edge | 740 | 20 |
| Band 7 - Vegetation Red Edge | 783 | 20 |
| Band 8 - NIR | 842 | 10 |
| Band 8A - Vegetation Red Edge | 865 | 20 |
| Band 9 - Water vapour | 945 | 60 |
| Band 10 - SWIR - Cirrus  | 1375 | 60 |
| Band 11 - SWIR | 1610 | 20 |
| Band 12 - SWIR | 2190 | 20 |

 Η εικόνα που θα χρησιμοποιηθεί βρίσκεται σε επίπεδο **L2A, δηλαδή είναι ατμοσφαιρικά διορθωμένη** (με αλγόριθμο ατμοσφαιρικής διόρθωσης Sen2Cor).

**Το δεύτερο δεδομένο** που θα χρησιμοποιηθεί στο δεύτερο εργαστήριο είναι το πολύγωνο του κόλπου της Καλλονής σε διανυσματικό αρχείο shapefile (***kalloni\_pol\_w.shp***).

## **Πρακτική εφαρμογή: μέρος 1 – Γεωμετρική επεξεργασία**

**Βήμα 1.1.** Επαναδειγματοληψία (resample): **Raster 🡪 Geometric operations 🡪 Resampling**

 *Αυτή η διαδικασία μας δίνει τη δυνατότητα να αλλάξουμε τον τρόπο που απεικονίζεται μία εικόνα με κανάλια διαφορετικών χωρικών αναλύσεων σε εικόνα όπου η πληροφορία όλων των καναλιών απεικονίζεται στην ίδια ανάλυση (μέγεθος pixel). Η εικόνα διαφορετικών αναλύσεων περιλαμβάνει κανάλια που έχουν διαφορετική ανάλυση. Όπως έχουμε εξηγήσει παραπάνω, οι εικόνες Sentinel 2 περιλαμβάνουν 4 φασματικά κανάλια με ανάλυση 10m, 6 φασματικά κανάλια με ανάλυση 20m και 3 φασματικά κανάλια με ανάλυση 60m. Για να μπορέσουμε να προχωρήσουμε σε άλλες λειτουργίες του SNAP θα πρέπει όλα τα κανάλια να έχουν το ίδιο μέγεθος. Και αυτό διότι οι τιμές των pixel του κάθε καναλιού ουσιαστικά αποτελούν έναν πίνακα, οπότε είναι αναγκαίο οι πίνακες αυτοί να έχουν τις ίδιες διαστάσεις ώστε να μπορούν να γίνουν μαθηματικές πράξεις μεταξύ τους. Η επαναδειγματοληψία της εικόνας μπορεί να γίνει είτε δημιουργώντας μια πιο «χονδροειδή» εικόνα είτε μία πιο «λεπτομερή». Με άλλα λόγια, μπορούμε να μεταβούμε από μία εικόνα μικρότερου μεγέθους pixel σε μία εικόνα μεγαλύτερου μεγέθους pixel και το αντίστροφο. Μας δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουμε την ανάλυση της νέας εικόνας είτε χρησιμοποιώντας κάποιο κανάλι ως αναφορά (για παράδειγμα το κανάλι Β2 έχει ανάλυση 10m) είτε να ορίσουμε εμείς χειροκίνητα το μέγεθος του pixel που θέλουμε.* ***Στην περίπτωσή μας, επιλέγουμε ένα από τα κανάλια τα οποία έχουν χωρική ανάλυση 10 m (Β2, Β3, Β4, Β8).***

***ΠΡΟΣΟΧΗ:*** *Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε πως κατά την επαναδειγματοληψία δεν δημιουργείται νέα πληροφορία. Δηλαδή, αν μετατρέψουμε το μέγεθος των pixel ενός καναλιού από 20 σε 10 m, αντί για ένα pixel 20x20 m, θα πάρουμε τέσσερα pixel 10x10 m, όπου και τα τέσσερα pixel θα έχουν την ίδια τιμή του αρχικού pixel 20x20 m.*

**Βήμα 1.2.** Αλλαγή μεγέθους (resize): Raster 🡪 Subset

*Σε αυτό το βήμα θα επιλέξουμε να «κόψουμε» την εικόνα στην περιοχή που μας ενδιαφέρει. K****άνουμε zoom in στην περιοχή που μας ενδιαφέρει, πατάμε δεξί «κλικ» και επιλέγουμε την εντολή «spatial subset from view».*** *Το ίδιο παράθυρο μας εμφανίζεται και στις δύο περιπτώσεις. Επιλέγουμε την περιοχή που θέλουμε να κόψουμε αλλάζοντας τα πλαίσια του ορθογωνίου ή τις συντεταγμένες της εικόνας (pixel/geo coordinates).* ***Στη συνέχεια επιλέγουμε ποια κανάλια θέλουμε να κρατήσουμε στην νέα εικόνα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση επιλέγουμε να αφαιρέσουμε από την νέα εικόνα τα κανάλια B1, Β9 και Β10*** *γιατί όπως έχουμε ήδη αναφέρει δεν μας είναι χρήσιμα σε αυτό το στάδιο.* ***Η νέα εικόνα δεν αποθηκεύεται αυτόματα αλλά πρέπει εμείς να την αποθηκεύσουμε (δεξί «κλικ» 🡪 Save product).***

## **Πρακτική εφαρμογή: μέρος 2 – Πράξεις μεταξύ καναλιών (Band Math)**

**Βήμα 2.1.** Πράξεις μεταξύ καναλιών: **Raster 🡪 Band Math**

 *Η λειτουργία του band math μας δίνει την δυνατότητα να κατασκευάσουμε με εύκολο τρόπο μαθηματικές εκφράσεις χρησιμοποιώντας τα δεδομένα μας. Μπορούμε να εφαρμόσουμε αριθμητικές, λογικές και δυαδικές πράξεις μεταξύ των καναλιών ή να κατασκευάσουμε εκφράσεις και υποθέσεις. Μέσα από αυτή τη λειτουργία μπορούμε για παράδειγμα να πραγματοποιήσουμε ατμοσφαιρική διόρθωση και διόρθωση της επίδρασης του βάθους στην εικόνα. Στην προκειμένη περίπτωση θα κατασκευάσουμε έναν φασματικό δείκτη νερού τον οποίο θα χρησιμοποιήσουμε στη συνέχεια ως μάσκα για να αφαιρέσουμε τα pixel στεριάς. Οι φασματικοί δείκτες είναι μαθηματικοί συνδυασμοί μεταξύ των φασματικών καναλιών.* ***Ο δείκτης που θα χρησιμοποιήσουμε είναι ο Normalized Difference Water Index (NDWI) που χρησιμοποιεί τα κανάλια πράσινο και υπέρυθρο (G, NIR).******Η πράξη που εφαρμόζεται είναι:******(G-NIR)/(G+NIR), δηλαδή στην περίπτωση του Sentinel-2 (B3-B8)/(B3+B8).******Στο παράθυρο που ανοίγει ορίζουμε ως όνομα της νέας εικόνας «NDWI», αφαιρούμε την επιλογή Virtual γιατί θέλουμε να αποθηκεύσουμε το αποτέλεσμά μας και επιλέγουμε «Edit expression» για να δημιουργήσουμε την πράξη. Στο νέο παράθυρο χτίζουμε την πράξη επιλέγοντας τα δεδομένα από την αριστερή πλευρά (data sources).***

**Βήμα 2.2.** Ερμηνεία

*Ο υπολογισμός της νέας εικόνας με την εφαρμογή του δείκτη γίνεται ψηφίδα-ψηφίδα (pixel to pixel) μεταξύ των τιμών έντασης των αντίστοιχων ψηφίδων στους δύο διαύλους. Η νέα εικόνα-δείκτης είναι καταλληλότερη για οπτική ερμηνεία ενός ιδιαίτερου τύπου κάλυψης (στην περίπτωσή μας του νερού).* ***Η νέα εικόνα έχει τιμές έντασης από -1 μέχρι 1******και μας βοηθάει στον διαχωρισμό του νερού (θετικές τιμές) από την στεριά (αρνητικές τιμές).******Για να ερμηνεύσουμε το αποτέλεσμά μας ανοίγουμε τον δείκτη σε νέο view. Από το tab «pixel info» βλέπουμε τις τιμές έντασης των ψηφίδων στην νέα εικόνα. Από το tab «Color Manipulation» μπορούμε να αλλάξουμε κατάλληλα το ιστόγραμμα ώστε να τονίσουμε το στοιχείο που μας ενδιαφέρει (στην περίπτωσή μας το νερό) και να εντοπίσουμε το κατάλληλο κατώφλι (threshold) που θα χρησιμοποιήσουμε στη συνέχεια.***

## **Πρακτική εφαρμογή: μέρος 3**

* **Μάσκα με χρήση DEM (ψηφιακό μοντέλο εδάφους)**

**Βήμα 3.1.** Μάσκα με χρήση DEM: **Raster 🡪 Masks 🡪 Land/Sea Mask**

 ***Στο παράθυρο που ανοίγει επιλέγουμε το tab «Processing Parameters» και επιλέγουμε όλα τα κανάλια στα οποία θέλουμε να εφαρμόσουμε την μάσκα (στην προκειμένη περίπτωση επιλέγουμε όλα τα κανάλια). Στην συνέχεια επιλέγουμε να αφαιρέσουμε τα pixel στεριάς από την εικόνα (mask out land) χρησιμοποιώντας ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM) SRTM 3sec.*** *Η διαδικασία αυτή χρησιμοποιεί τα υψόμετρα των pixel για να διαχωρίσει τα pixel στεριάς – νερού, χωρίς την δική μας παρέμβαση.*

* **Μάσκα με χρήση πολυγώνου**

**Βήμα 3.2.** Εισαγωγή πολυγώνου: **Vector 🡪 Import Vector 🡪 ESRI Shapefile**

 *Επιλέγουμε την εικόνα και εισάγουμε το πολύγωνο που θα χρησιμοποιήσουμε για τη μάσκα στεριάς.* ***Το πολύγωνο που θα χρησιμοποιήσουμε για την άσκηση είναι το αρχείο*****kalloni\_pol\_w** *και βρίσκεται στο* ***eclass*****🡪 Έγγραφα 🡪 Εργαστήριο 2 🡪 Kalloni\_shapefile.**

**Βήμα 3.3.** Μάσκα με χρήση πολυγώνου: **Raster 🡪 Masks 🡪 Land/Sea Mask**

 ***Στο ίδιο παράθυρο που ανοίξαμε και στο βήμα 3.1 επιλέγουμε «Use Vector as Mask».*** *Στην λίστα θα βρίσκονται όλα τα διανυσματικά αρχεία που συνοδεύουν την εικόνα μας. Στην περίπτωσή μας το μόνο διανυσματικό αρχείο που συνοδεύει την εικόνα είναι η μάσκα.* ***Επιλέγουμε το πολύγωνο και εκτελούμε την διαδικασία.***

* **Μάσκα με χρήση μαθηματικής πράξης**

**Βήμα 3.4.** Μάσκα με χρήση μαθηματικής πράξης: **Raster 🡪 Band Math**

 *Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οποιοδήποτε κανάλι μας εξυπηρετεί ως μάσκα για να αφαιρέσουμε τα pixel στεριάς. Ένα καλό κανάλι για τον διαχωρισμό της ξηράς από την θάλασσα είναι το υπέρυθρο (B8). Πριν χρησιμοποιήσουμε το κανάλι πρέπει να βρούμε το κατάλληλο threshold.* ***Παρατηρώντας στο tab «pixel info» τις τιμές έντασης των pixel στο υπέρυθρο κανάλι παρατηρούμε ότι ένα threshold που φαίνεται να εξυπηρετεί είναι το 0.1.******Ανοίγοντας την λειτουργία band math ορίζουμε την λογική έκφραση «if @ then @ else @» και διατυπώνουμε την εξής πρόταση: «Αν η τιμή έντασης στο υπέρυθρο κανάλι (Β8) είναι μικρότερη από 0.1 τότε κράτα την τιμή του καναλιού Β2/Β3/Β4, διαφορετικά αντικατέστησε την τιμή με No Data» (if B8<0.1 then B2 else NaN). Εφαρμόζουμε την ίδια έκφραση για τα κανάλια κόκκινο-πράσινο-μπλε – δηλαδή τρέχουμε την ίδια έκφραση 3 φορές, μία για κάθε μπάντα Β2,Β3,Β4 και στη συνέχεια ανοίγουμε μία νέα έγχρωμη εικόνα όπου αντιστοιχίζουμε στην κλίμακα RGB τα νέα κανάλια.***

### **ΆΣΚΗΣΗ – ΠΑΡΑΔΟΤΕΑ**

1. Απαντήστε στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής στο e-class: Ασκήσεις – Εργαστήριο 2
2. Δημιουργήστε ένα αρχείο word με τα στοιχεία σας στην επικεφαλίδα
3. Απαντήστε στην παρακάτω ερώτηση
4. Μετατρέψτε το αρχείο σε pdf (*File – Export – Create PDF*) και ανεβάστε το στο e-class.

**ΕΡΩΤΗΣΗ:**

Σας έχει ανατεθεί η χαρτογράφηση της έκτασης ενός κοραλλιογενούς υφάλου με την χρήση δορυφορικών δεδομένων Sentinel-2. Τα μικρότερα σε μέγεθος χαρακτηριστικά του υφάλου που θα πρέπει να αποτυπωθούν, έχουν διάμετρο 15 μέτρα. Παράλληλα, λόγω έλλειψης δεδομένων στην περιοχή, σας ζητείται να εφαρμόσετε μάσκα στεριάς με την χρήση του δείκτη NDWI που θα κατασκευάσετε. Σε μία παράγραφο 150 λέξεων, αναφέρετε αναλυτικά τα βήματα της απαιτούμενης προ-επεξεργασίας, κάνοντας αναφορά στις παραμέτρους που επιλέξατε με αιτιολόγηση για α) την επαναδειγματοληψία της εικόνας, β) την δημιουργία του δείκτη NDWI και γ) την μαθηματική έκφραση που θα χρησιμοποιήσετε για την δημιουργία της μάσκας στεριάς.