

**ΕΘΝΙΚΟΝ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΤΡΙΑΚΟΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΝ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ**



**ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ
ΚΑΙ ΣΓΠ ΣΤΙΣ ΓΕΩΕΠΙΣΤΗΜΕΣ**

(Satellite Techniques & GIS in Geosciences)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 5 & 6

Από

Δρ. ΣΠΥΡΙΔΟΥΛΑ ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΥ

2020 - 2025

ΑΔΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ

Copyright © 2020, Σπυριδούλα Βασιλοπούλου

Η παρούσα Εργαστηριακή Άσκηση προορίζεται για τις εκπαιδευτικές ανάγκες των φοιτητών του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και διατίθεται βάσει άδειας χρήσης **Creative Commons BY-NC-ND** (αναφορά πηγής, μη εμπορική χρήση, όχι παραγωγή).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.el>

Άσκηση 5^η – 6^η
(Laboratory Exercise 5 & 6)

Επεξεργασία Δορυφορικής Εικόνας
Ταξινόμηση Δορυφορικής Εικόνας

Satellite Image Processing - Image Classification

A. Θεωρία (Theory)

Ταξινόμηση εικόνας είναι η διαδικασία εξαγωγής πληροφορίας σε ομάδες - κλάσεις, όπως κατηγορίες χρήσεων γης, κατηγορίες γεωλογικών σχηματισμών κ.ά.

Το ArcPro, διαθέτει εργαλεία για την ταξινόμηση πολυφασματικών εικόνων, δηλαδή την κατηγοριοποίηση και εξαγωγή κλάσεων, χρησιμοποιώντας επιβλεπόμενες ή μη επιβλεπόμενες μεθόδους.

Οι τύποι ταξινόμησης είναι δύο:

Pixel based : Η ταξινόμηση βασίζεται στο κάθε pixel ξεχωριστά και στα χαρακτηριστικά του.

Object based : Η ταξινόμηση βασίζεται σε ομοειδή και γειτονικά pixels τα οποία ομαδοποιούνται σε segments (ομάδες από pixels με κοινά φασματικά χαρακτηριστικά) κατά την διαδικασία της τμηματοποίησης (segmentation) της εικόνας. Η διαδικασία τμηματοποίησης λαμβάνει υπόψη το χρώμα και το σχήμα των χαρακτηριστικών κατά την ομαδοποίηση των pixels σε object. Τα αντικείμενα που απορρέουν, αντιπροσωπεύουν καλύτερα τα στοιχεία του πραγματικού κόσμου.

Οι μέθοδοι ταξινόμησης διαφοροποιούνται ως προς τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται, δηλ. εάν ένα pixel (εικονοστοιχείο) ή segment (τμήμα εικόνας) ανήκει σε κάποια κλάση ή όχι. Ανεξαρτήτως της μεθόδου, αρχικά υπολογίζεται ένα πλήθος στατιστικών πληροφοριών για κάθε περιοχή ή κλάση. Χρησιμοποιώντας τα στατιστικά, και τα όρια εμπιστοσύνης που καθορίζει ο χρήστης, το λογισμικό εξάγει τις φασματικές τιμές κάθε εικονοστοιχείου ή τμήματος εικόνας και το ταξινομεί. Η συγκεκριμένη διαδικασία συχνά συμπεριλαμβάνει τον υπολογισμό και την εκτίμηση της ομοιότητας που χρησιμοποιείται για να συμπεριληφθεί κάθε pixel ή segment σε πιθανές κλάσεις. Κατά την διαδικασία της ταξινόμησης και βάσει των κριτηρίων που κάθε φορά θέτει ο χρήστης, κάποια pixels ή segments είναι αδύνατον να ταξινομηθούν σε μια κατηγορία, οπότε μένουν αταξινόμητα.

Οι απλούστερες μέθοδοι ταξινόμησης, είναι οι **μη επιβλεπόμενες (ISO-Cluster)**. Αυτές οι μέθοδοι δεν απαιτούν προηγούμενη γνώση της περιοχής που αποτυπώνεται στην εικόνα. Χρησιμοποιούν πληροφορίες από την ίδια την εικόνα για να καθορίσουν φασματικές ομάδες - κλάσεις. Γενικά θα ταξινομηθούν όλα τα pixels της εικόνας, εκτός από κάποια pixels που δεν είναι δυνατόν να ταιριάξουν – εισαχθούν σε κλάση, δηλαδή θα μείνουν αταξινόμητα.

Οι **επιβλεπόμενες** μέθοδοι ταξινόμησης απαιτούν την εισαγωγή πληροφοριών για τις προκαθορισμένες κλάσεις, πριν από την ταξινόμηση. Οι περιοχές δειγματοληψίας - εκπαίδευσης (training samples) χρησιμοποιούνται για να εισαχθούν αυτές οι πληροφορίες. Οι μέθοδοι επιβλεπόμενης ταξινόμησης συμπεριλαμβάνουν τις: **Maximum Likelihood, Random Trees, Support Vector Machine.**

Ακολουθούν διαγράμματα ροής των ταξινομήσεων, στο ArcGIS Pro. Η περισσότερο απλή ταξινόμηση είναι η μη επιβλεπόμενη.

Image classification

Image classification refers to the task of extracting information classes from a raster multiband image. The resulting raster from image classification can be used to create thematic maps. Depending on the interaction between the analyst and the computer during classification, there are two types of classification: supervised and unsupervised.

They both can be either object-based or pixel-based.

Object-based and pixel-based

There are two options for the type of classification method that you choose: pixel-based and object-based.

Pixel-based is a traditional approach that decides what class each pixel belongs in on an individual basis. It does not take into account any of the information from neighboring pixels. It can lead to a salt and pepper effect in your classification results.

The object-based approach groups neighboring pixels together based on how similar they are in a process known as segmentation. Segmentation takes into account color and the shape characteristics when deciding how pixels are grouped. Because this approach essentially averages the values of pixels and takes geographic information into account, the objects that are created from segmentation more closely resemble real-world features in your imagery and produces cleaner classification results.

Supervised and unsupervised classification

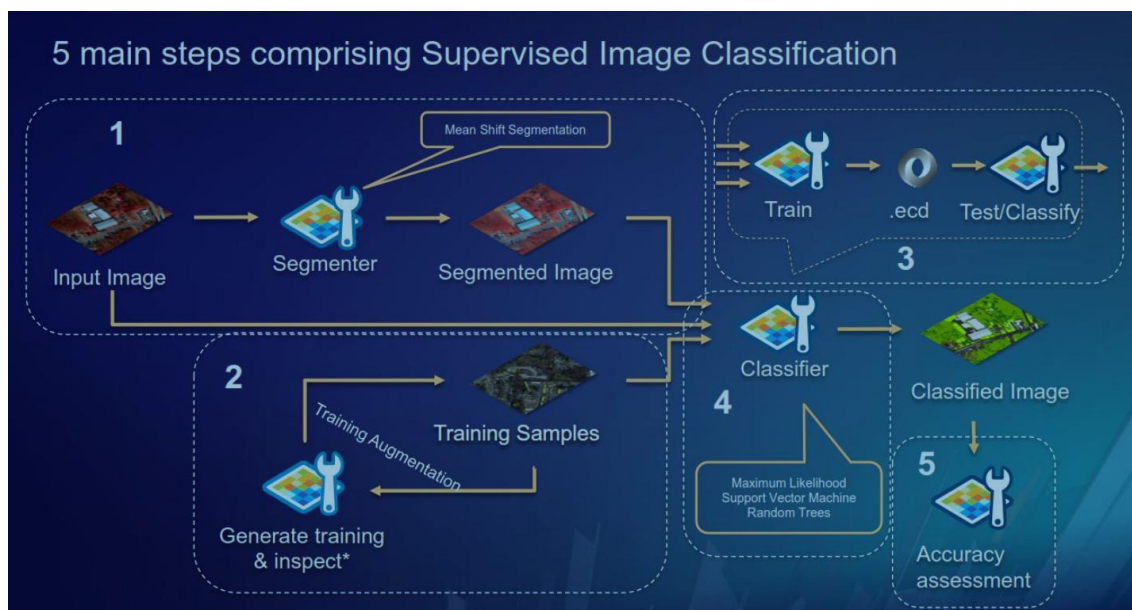
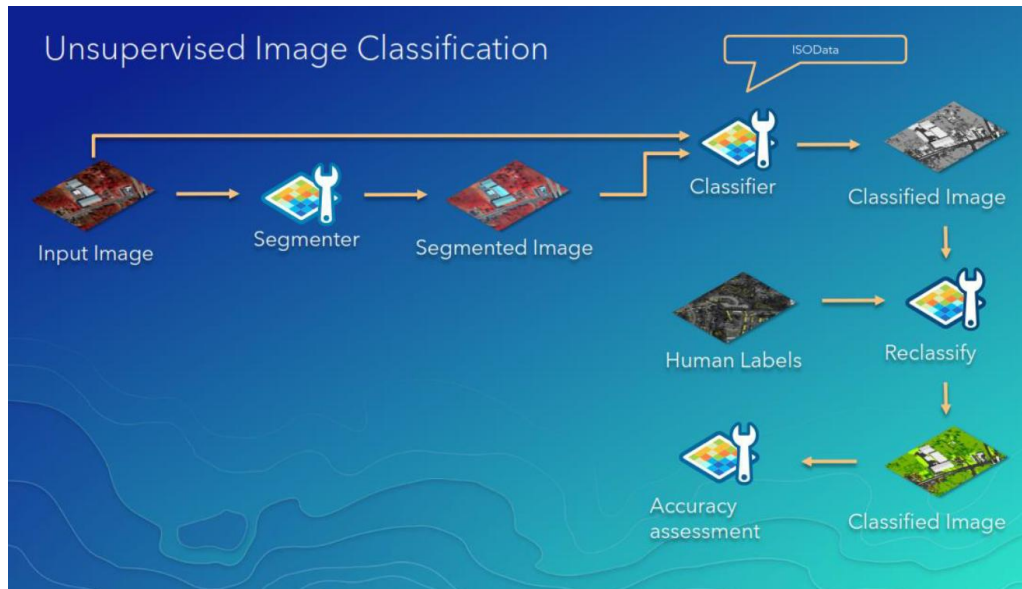
Supervised pixel-based image classification is where you decide what class categories you want to assign pixels or segments to. These class categories are referred to as your classification schema. After the classification is complete, you will have to go through the resulting classified dataset and reassign any erroneous classes or class polygons to the proper class based on your schema.

Supervised object-based image classification allows you to classify imagery based on user-identified objects or segments paired with machine learning. In this web course, you will learn about the workflow to use supervised object-based image classification, and you will understand the limitations and benefits of the technique.

Unsupervised classification is where you let the computer decide which classes are present in your image based on statistical differences in the spectral characteristics of pixels. After the unsupervised classification is complete, you need to assign the resulting classes into the class categories within your schema.

Unsupervised classification finds spectral classes (or clusters) in a multiband image without the analyst's intervention. The **Image Classification** toolbar aids in unsupervised classification by providing access to the tools to create the clusters, capability to analyze the quality of the clusters, and access to classification tools

Ακολουθούν διαγράμματα ροής των ταξινομήσεων, στο ArcGIS Pro. Η περισσότερο απλή ταξινόμηση είναι η μη επιβλεπόμενη.



Η Επιβλεπόμενη Ταξινόμηση επιτυγχάνεται σε 5 βασικά βήματα (5 steps for supervised image classification):

1. Image Segmentation
2. Training Samples Management
3. Train the Classifier
4. Classify the Image
5. Accuracy Assessment

B. Άσκηση

I. Segment the Imagery

1. Φορτώστε και αποσυμπίεστε τον Φάκελλο (folder):
Surface_Imperviousness.

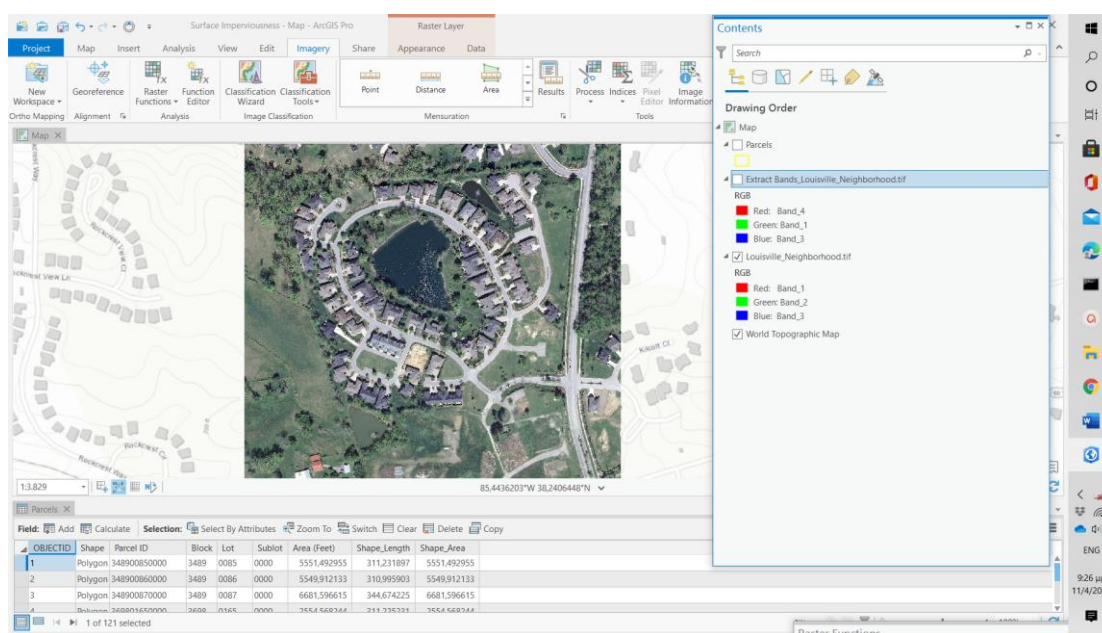
Ο φάκελλος περιέχει υποφακέλλους, ένα ArcGIS Pro project file (.aprx), και ένα ArcGIS Toolbox (.tbx).

2. Ανοίξτε το **project file**.

Το project περιέχει έναν χάρτη γειτονικά στην περιοχή (area) **Louisville, Kentucky**. Ο χάρτης περιλαμβάνει μια 6-inch ακριβείας, 4-band aerial photograph της περιοχής και ένα πολυγωνικό feature class που εμπεριέχει land parcels (τεμάχια γης)

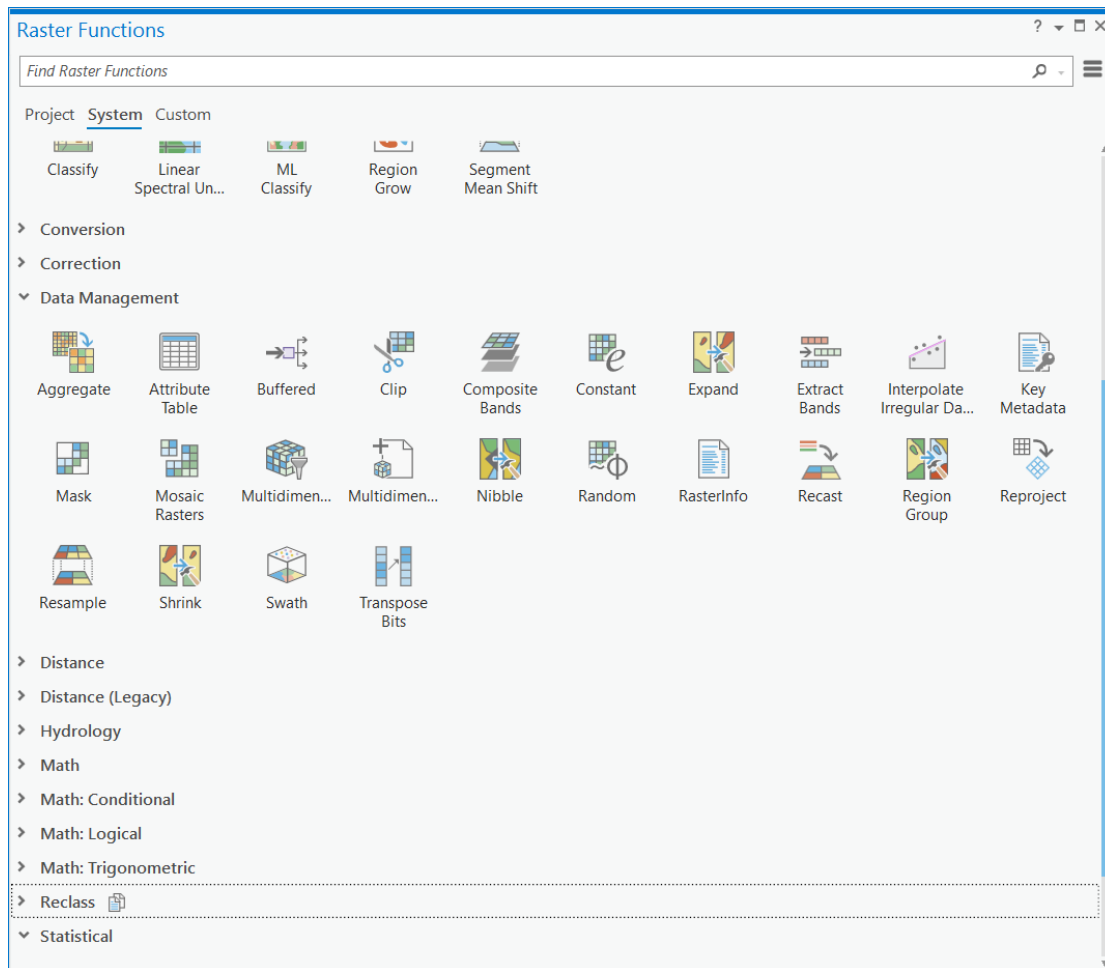
6. Στο **Catalog** pane, ανοίξτε το **Folders** και ανοίξτε το **Surface_Imperviousness** folder.

7. Ανοίξτε το **Louisville_Imagery** folder, το **Training_Samples** folder, και το **Neighborhood_Data** geodatabase.



Extract spectral bands

1. Στο **Contents** pane, click the **Louisville_Neighborhood** layer to select it.
2. Στο ribbon, κλικ **Imagery**. Στο **Analysis** group, κλικ **Raster Functions**.
3. Στο **Raster Functions** pane, κλικ **Data Management / Extract Bands** function.



To **Extract Bands** function ανοίγει. Δημιουργείστε τον συνδυασμό των bands : **Near Infrared (Band 4 - emphasizes vegetation), Red (Band 1 - emphasizes human-made objects and vegetation) and Blue (Band 3 - emphasizes water bodies).**

4. Για **Raster**, επιλέξτε **Louisville_Neighborhood** image.

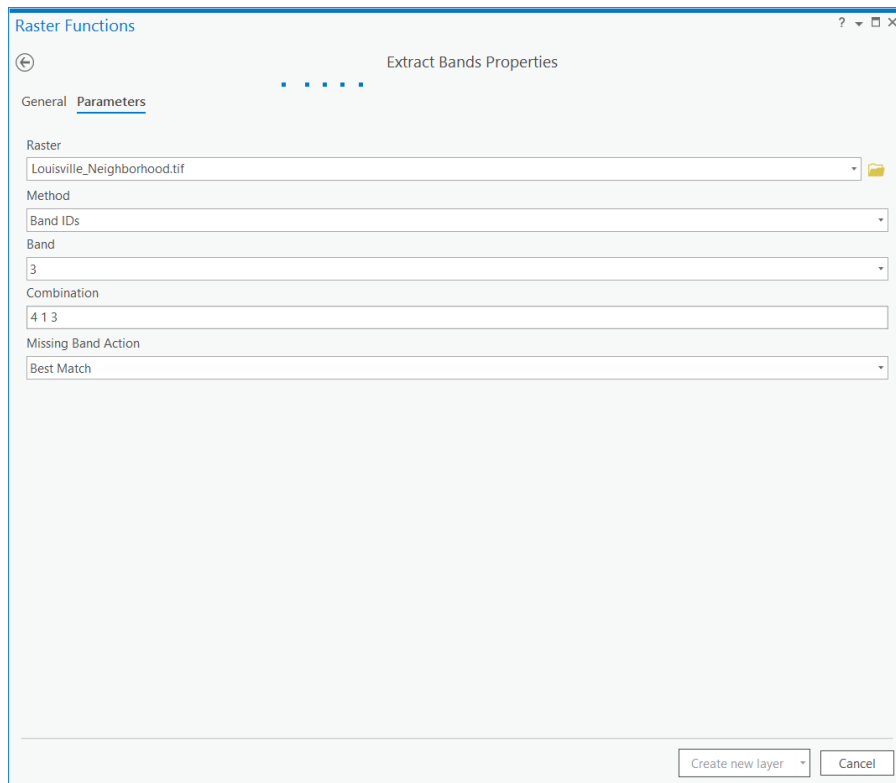
Method is set to **Band IDs**.

The **Method** parameter determines the type of keyword used to refer to bands when you enter the band combination. You can choose **Band IDs**, **Band Names**, or **Band Wavelengths**. For this data, Band IDs (a single number for each band) are the simplest way to refer to each band.

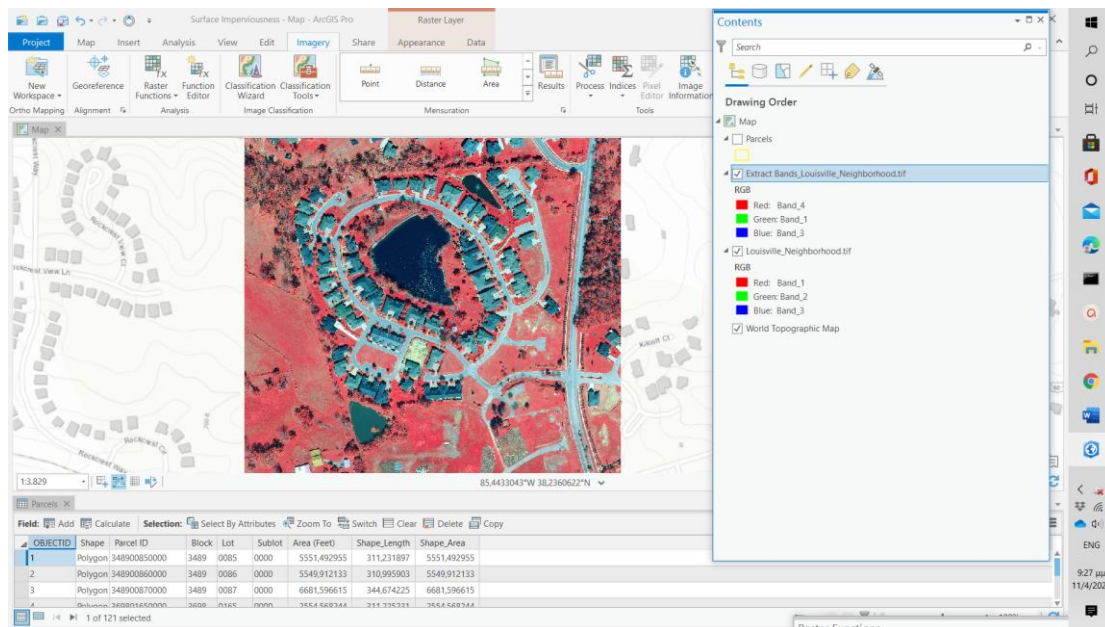
5. Για **Combination**, δώστε **4 1 3** (με κενά).

Missing Band Action is set to **Best Match**.

6. Κλικ **Create new layer**.



7. The new layer, called `Extract_Bands_Louisville_Neighborhood`, is added to the map. It displays only the extracted bands. The yellow `Parcels` layer covers the imagery and can make some features difficult to see. You won't need the `Parcels` layer until later in the project, so you'll turn it off for now.



8. Στο **Contents** pane, uncheck the **Parcels** layer box to turn it off. To Extract Bands layer δίνει την εικόνα **(4 1 3)**. Vegetation (red), roads (gray), roofs (gray or blue).
****** By emphasizing the difference between natural and human-made surfaces, you'll be able to more easily classify them later.

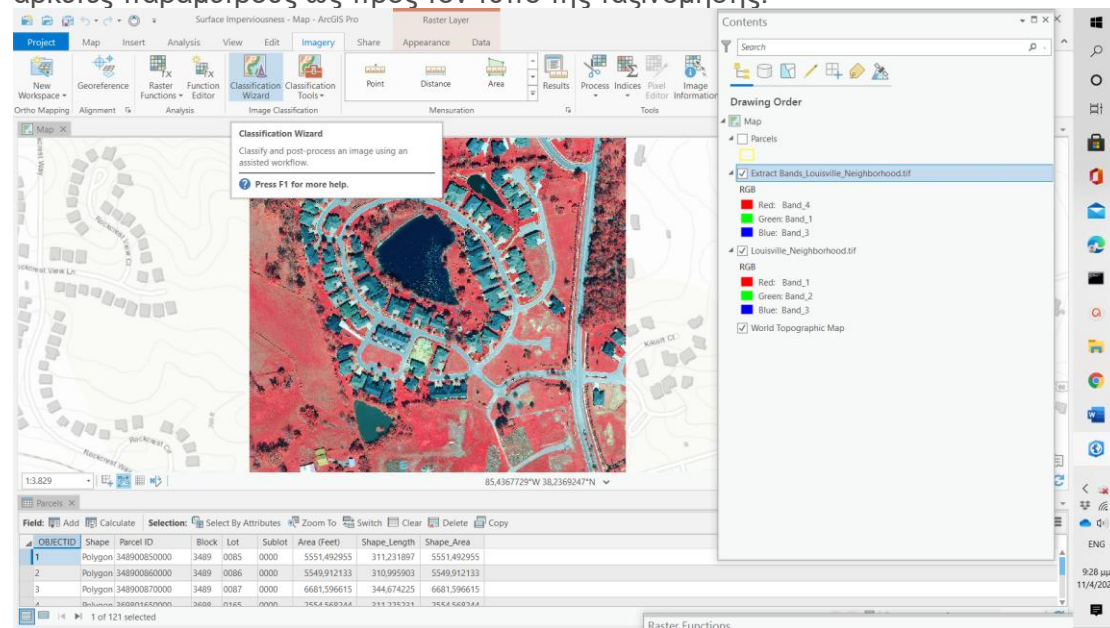
Configure the Classification Wizard

Ανοίξτε το Classification Wizard και δώστε default parameters.

(The Classification Wizard walks you through the steps for image segmentation and classification).

1. Στο **Contents** pane, επιλεγμένο το **Extract_Bands_Louisville_Neighborhoods** layer
2. Στο **Imagery** tab, στο **Image Classification** group, κλικ **Classification Wizard** button.

Το **Image Classification Wizard** pane ανοίγει. Η πρώτη σελίδα του wizard περιέχει αρκετές παραμέτρους ως προς τον τύπο της ταξινόμησης.



3. Στο **Classification Method** δώστε **Supervised** και **Classification Type** στο **Object based**.

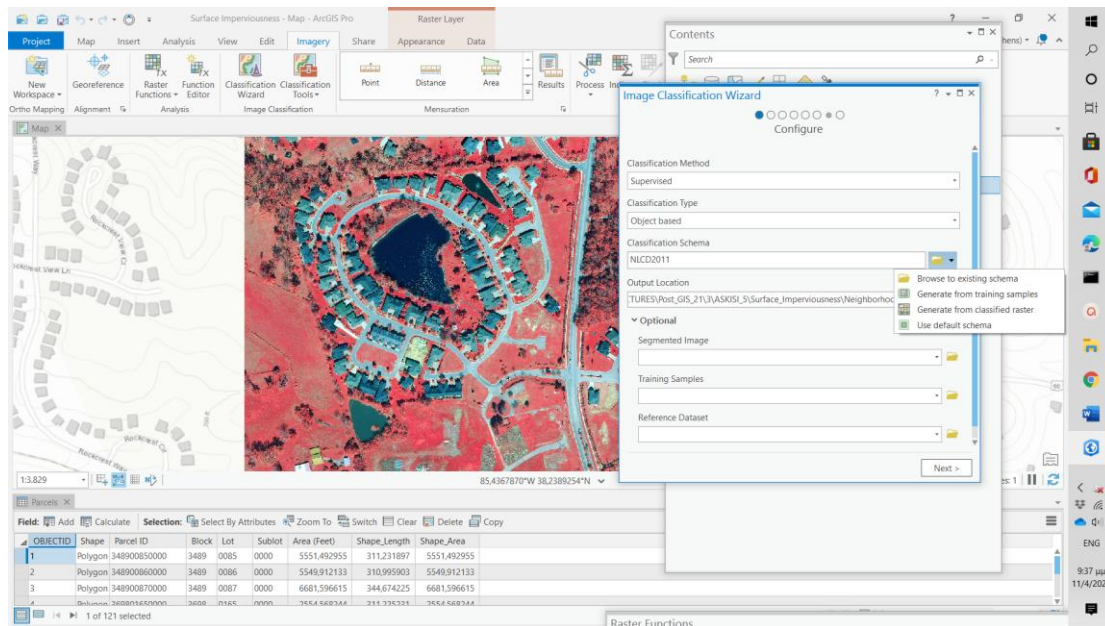
****The object based classification type uses a process called segmentation to group neighboring pixels based on the similarity of their spectral characteristics. Next, you'll choose the classification schema. The classification schema is a file that specifies the classes that will be used in the classification. A schema is saved in an Esri classification schema (.ecs) file, which uses JSON syntax. For this workflow, you'll modify the default schema, NLCD2011. This schema is based on land cover types used by the United States Geological Survey.

4. Για **Classification Schema**, επιλέξτε **Use default schema**.
5. **Output Location** στο **Neighborhood_Data.gdb**.

***** You won't enter anything for **Segmented Image**, because you'll create a new segmented image in the next step. Likewise, you'll create new training samples using the wizard, so you'll leave the **Training Samples** parameter blank.

The last parameter is **Reference Dataset**. A reference dataset contains known classes and tests the accuracy of a classification. You haven't classified this data

before, so you don't have a reference dataset for it. You'll test your classification's accuracy later in the workflow.



6. Κλικ **Next**.

Segment the image

***** Next, you'll group adjacent pixels with similar spectral characteristics into segments. Doing so will generalize the image and make it easier to classify. Instead of classifying thousands of pixels with unique spectral signatures, you'll classify a much smaller number of segments. The optimal number of segments, and the range pixels grouped into a segment, changes depending on the image size and the intended use of the image.

Τρεις παράμετροι ελέγχουν την τμηματοποίηση.

1. **Spectral detail**, δώστε **8**.

*** **Spectral detail (από 1 έως 20)** : Υψηλή τιμή εννοεί ότι τα pixels πρέπει να είναι περισσότερο όμοια φασματικά ώστε να ομαδοποιηθούν οπότε δημιουργεί πολλά segments. Το αντίθετο σε χαμηλή τιμή.

2. **Spatial detail**, δώστε **2**.

**** Αφορά την εγγύτητα (**proximity**) μεταξύ των pixels (από 1 έως 20). Υψηλή τιμή εννοεί ότι τα pixels που θα ομαδοποιηθούν είναι όμοια (χωρικά) μεταξύ τους, δημιουργούνται πολλά segments. Χαμηλή τιμή δημιουργεί λιγότερα segments. Δεν είναι όλα τα στοιχεία της εικόνας όμοια (δρόμοι, σπίντια), δώστε χαμηλή τιμή.

3. **Minimum segment size in pixels**, δώστε **20**.

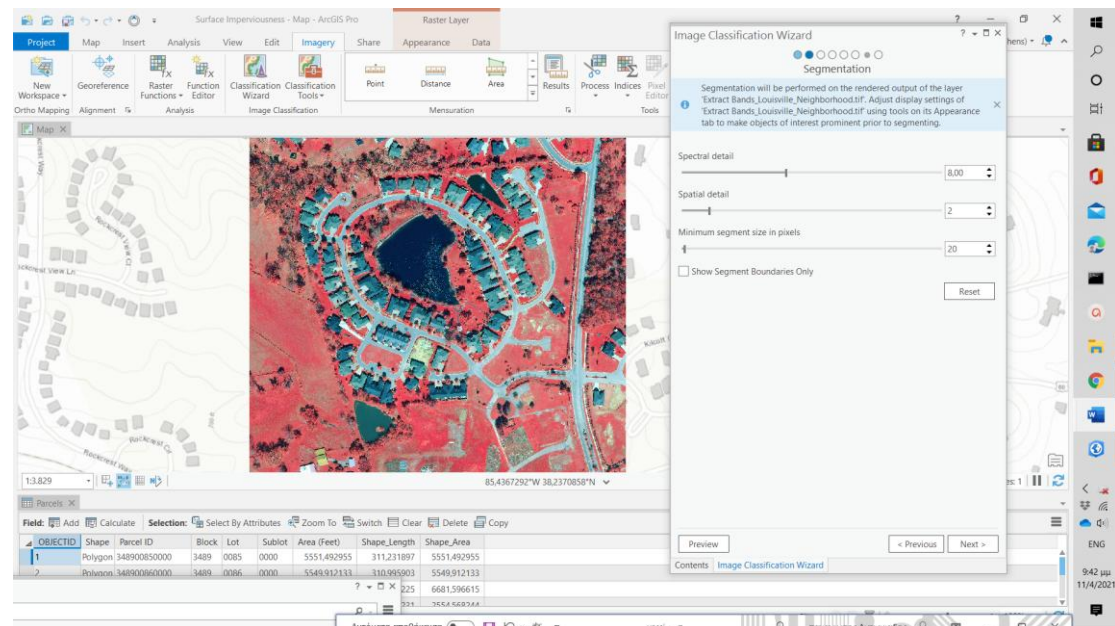
**** Unlike the other parameters, this parameter is not on a scale of 1 to 20. Segments with fewer pixels than the value specified in this parameter will be merged

Σ. Βασιλοπούλου (Διαστημικές Τεχνικές & ΣΓΠ στις Γεωεπιστήμες)

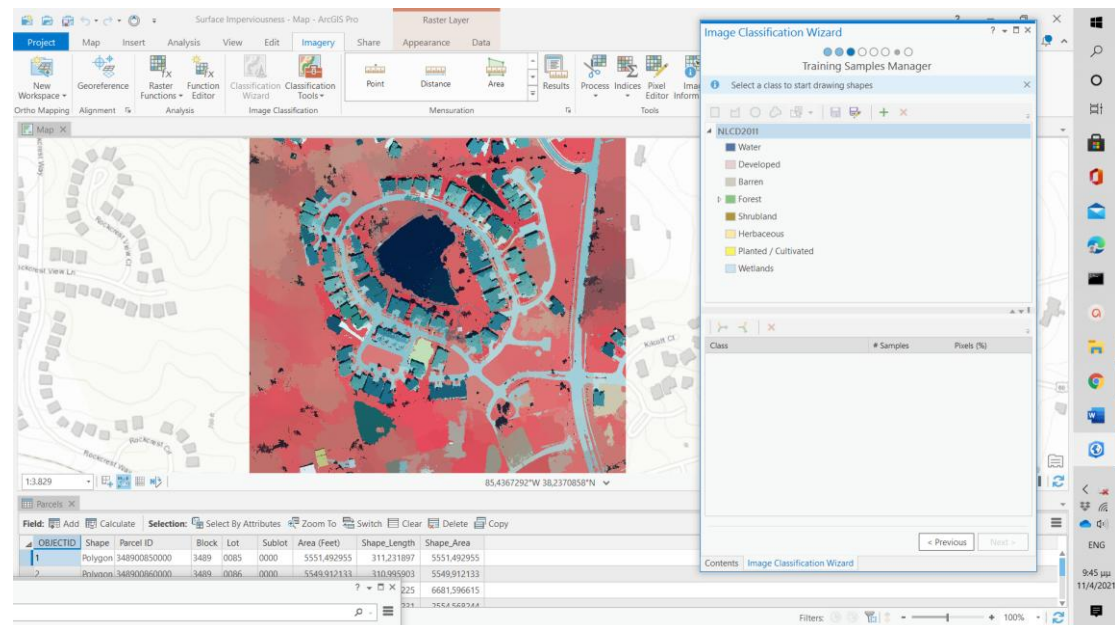
into a neighboring segment. You don't want segments that are too small, but you also don't want to merge pervious and impervious segments into one segment. The default value will be acceptable in this case.

4. Show Segment Boundaries Only : μη επιλεγμένη (No)

5. Click Next.



Εμφανίζεται η εικόνα με όνομα **Preview_Segmented** και προστίθεται στο **Contents** pane



6. **Zoom** στο κέντρο της εικόνας

**** The segmentation runs again. With a smaller map extent, the segmentation more accurately reflects the parameters you used, with fewer segments and smoother outputs.

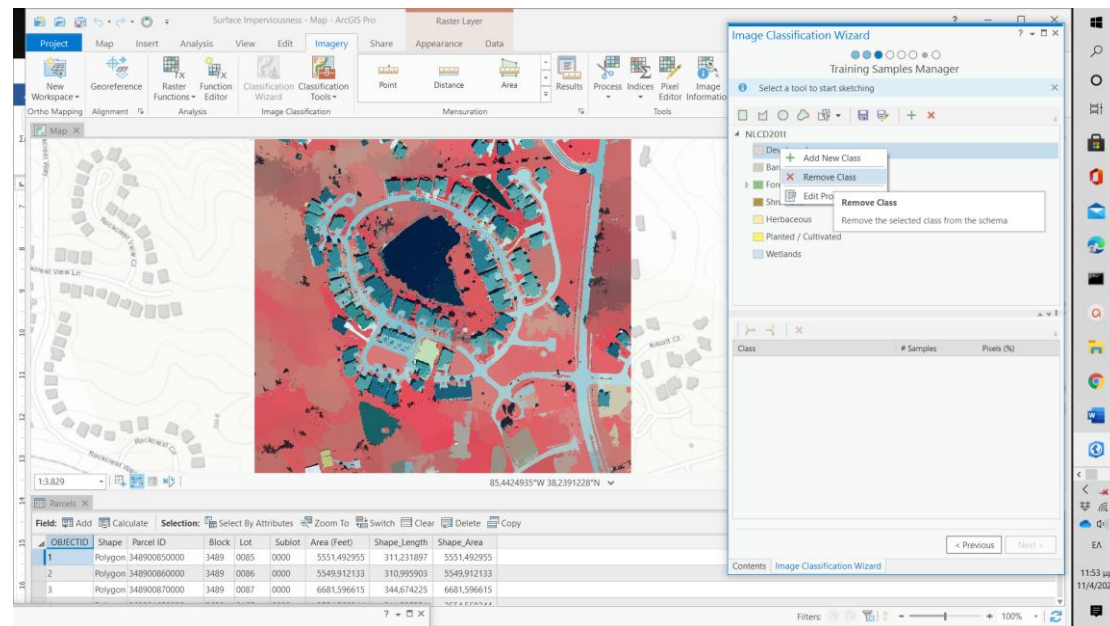
7. Στο **Quick Access Toolbar**, κλικ **Save** και αποθηκεύεται το project.

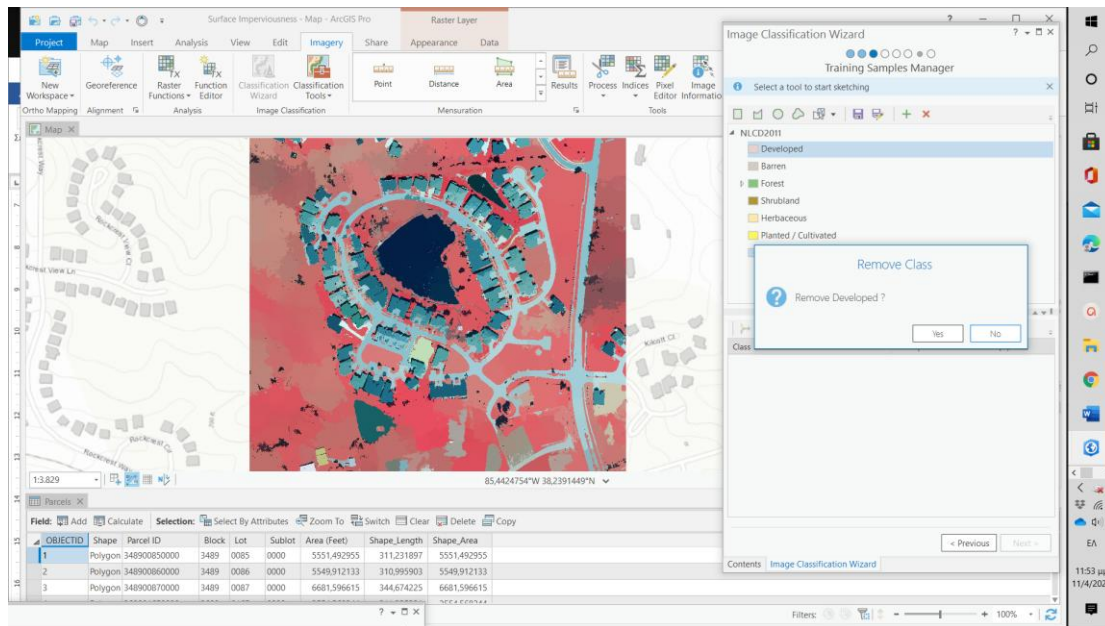
II. Classify the imagery

Create training samples

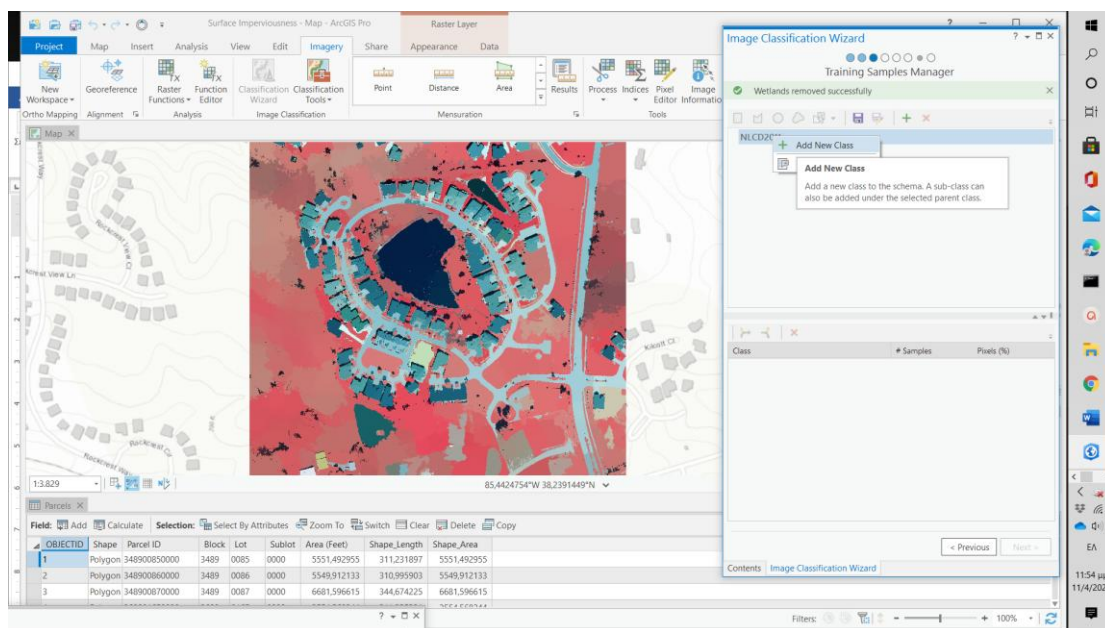
Τα Training samples είναι πολύγωνα (polygons) με διαφορετικό τύπο, στην συγκεκριμένη περίπτωση, χρήσεων γης. Τα segments με τα ίδια φασματικά χαρακτηριστικά θα ομαδοποιηθούν και θα αναπαραστήσουν ίδιο τύπο χρήσεως γης.

1. Στην **Training Samples Manager** page του wizard, δεξί κλικ σε καθεμία από default classes και κλικ **Remove Class**. Για κάθε κλάση κλικ **Yes** στο **Remove Class** window.

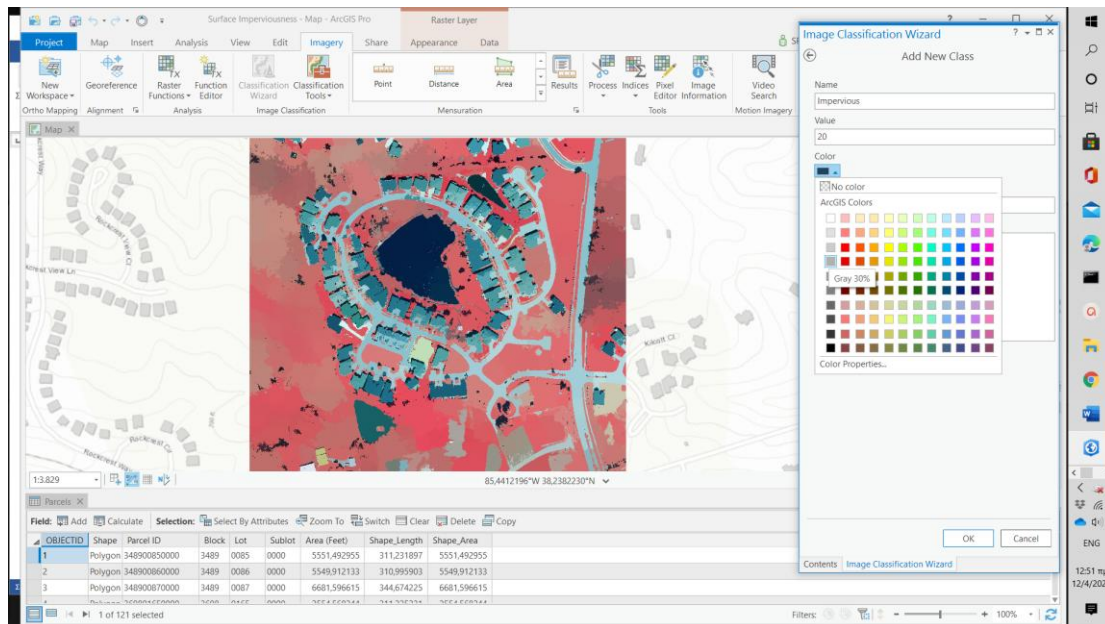




2. Δεξί κλικ **NLCD2011** και **Add New Class**.



3. Στο **Add New Class** window, στο **Name**, δώστε **Impervious** (Αδιαπέρατο). Για **Value**, δώστε 20, και για **Color**, επιλέξτε **Gray 30%**. Κλικ **OK**.

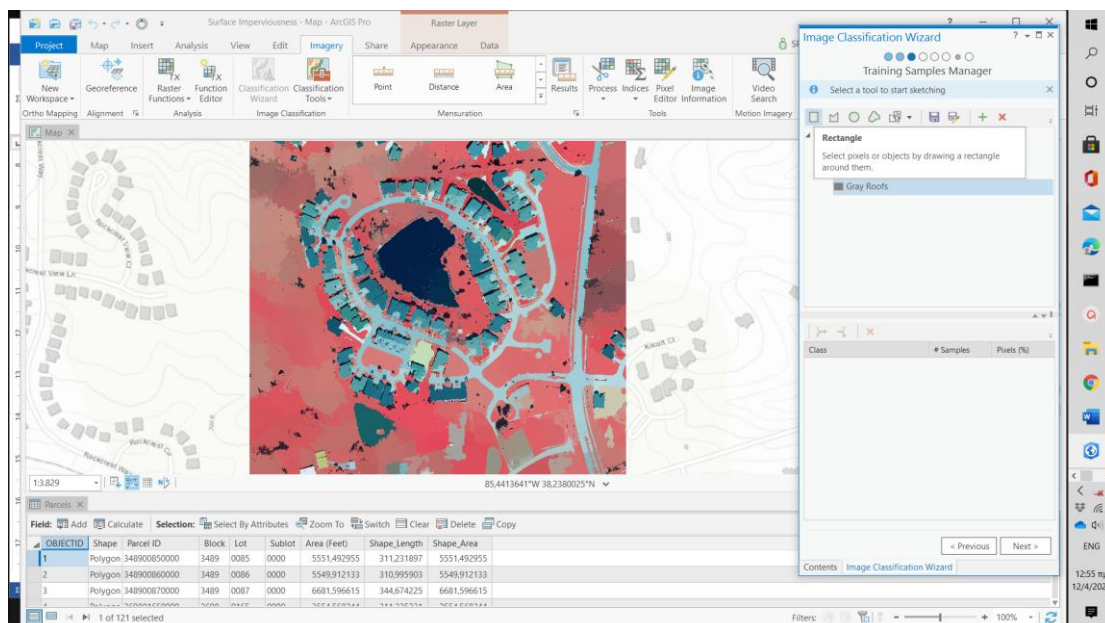


4. Δεξί κλικ **NLCD2011** και **Add New Class**. Δώστε class με Name **Pervious** (Περσάτο) , **Value** 40 και **Color** **Quetzal Green**.

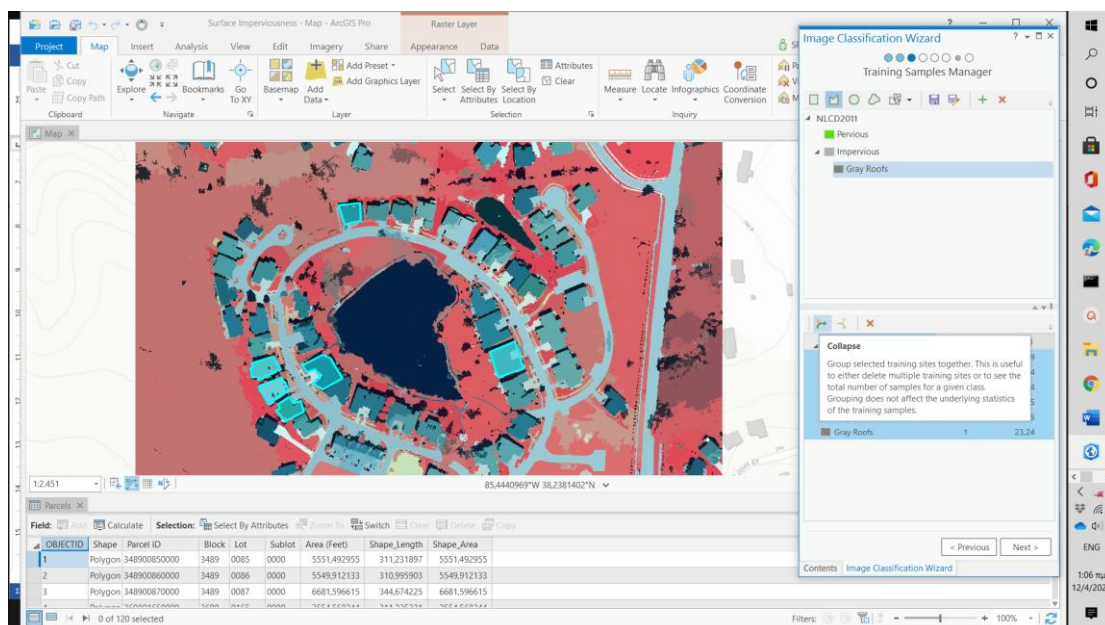
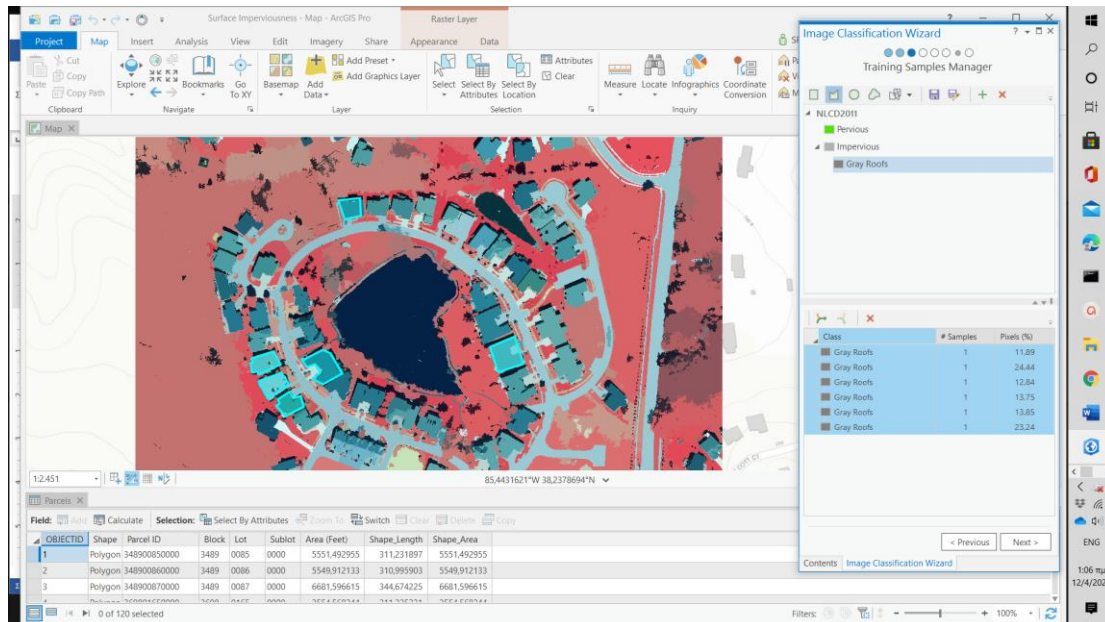
6. Δεξί κλικ **Impervious** parent class και επιλογή **Add New Class** (για subclass) . Προσθέστε **Class** με **Name** **Gray Roofs**, **Value** 21 και **Color** **Gray 50%**.

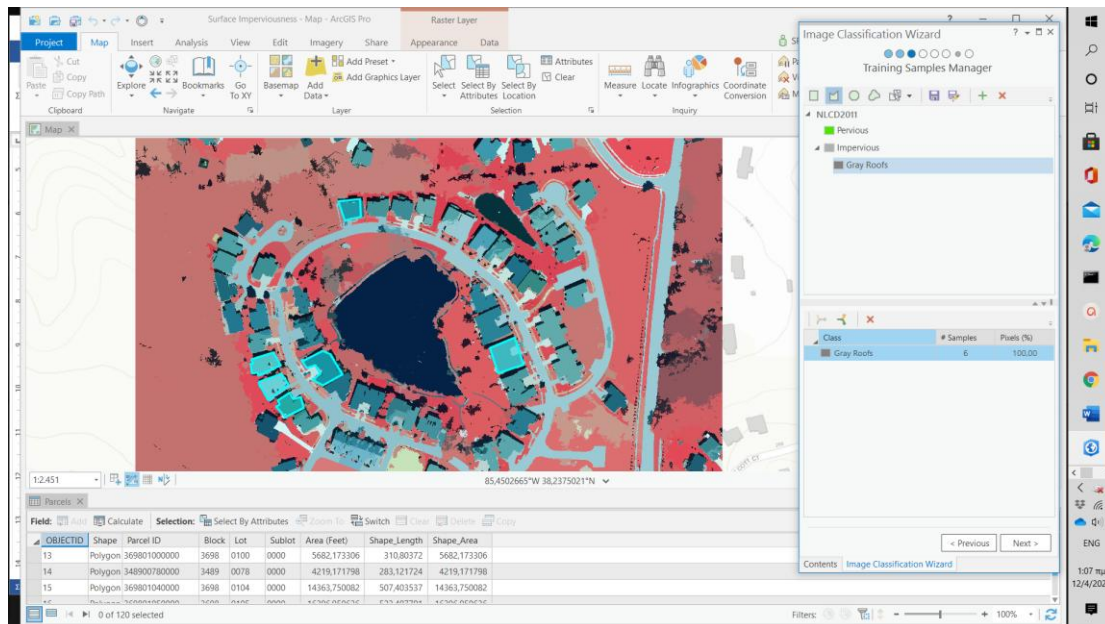
Εν συνεχεία, θα δημιουργήσετε ένα **training sample** (δειγματοληψία) στον χάρτη χρησιμοποιώντας αυτήν την κλάση.

7. Κλικ **Gray Roofs** class to select it. Then, click the **Polygon** button.



8. Zoom σε κάθε διαφορετική περιοχή και δημιουργείτε training samples, τα οποία προστίθενται στο wizard.
9. Στο wizard, κλικ την πρώτη γραμμή (row) και επιλέξτε την. Shift και click την τελευταία γραμμή και επιλέξτε όλες τις γραμμές (όλα τα training samples). Πάνω από την λίστα των training samples, κλικ **Collapse** button.
Τα training samples θα ομαδοποιηθούν σε μια class.





****You can continue to add more training samples for gray roofs and merge them into the Gray Roofs class. Ultimately, the Gray Roofs class should have training samples on roofs throughout the entire image (not every roof needs a training sample, but more coverage is more likely to yield a satisfactory classification).

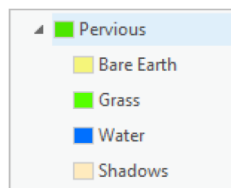
12. Δημιουργήστε δύο impervious subclasses βάσει του table:

Subclass	Value	Color
Roads	22	Cardovan Brown
Driveways	23	Nubuck Tan



13. Δημιουργήστε τέσσερις pervious subclasses βάσει του table:

Subclass	Value	Color
Bare Earth	41	Medium Yellow
Grass	42	Medium Apple
Water	43	Cretan Blue
Shadows	44	Sahara Sand



*** Οι ανωτέρω επτά classes αφορούν τους τύπους χρήσεων γης για την συγκεκριμένη εικόνα.

14. Δημιουργείστε training samples στην εικόνα που θα αντιστοιχούν στα συγκεκριμένα land-use types. Zoom και pan όπου χρειάζεται

Class	# Samples	Pixels (%)
Gray Roofs	4	8.04
Roads	4	4.78
Driveways	4	1.40
Bare Earth	3	9.71
Grass	4	37.09
Water	3	38.22
Shadows	3	0.77



16. Όταν δημιουργήσετε τα κατάλληλα training samples, κλικ **Save** button.

*** Your customized classification schema is saved in case you want to use it again.

Σ. Βασιλοπούλου (Διαστημικές Τεχνικές & ΣΓΠ στις Γεωεπιστήμες)

17. Click **Next**.

Classify the image

1. **Classifier** στο **Support Vector Machine**.

2. For **Maximum Number of Samples per Class**, type 0.

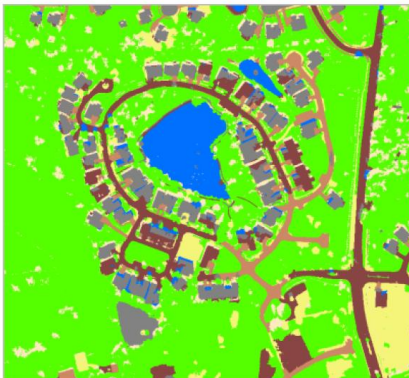
**** You can specify the maximum number of samples to use for defining each class. You want to use all your training samples, so you'll change the maximum number of samples per class to 0. Changing the maximum to 0 is a trick to ensure all training samples are used.

Αφήστε τις default parameters στα υπόλοιπα

Lastly, you have the option to choose statistical attributes to include in the attribute table of any raster dataset created using the classifier. While these statistics can be interesting, you won't need any of them for your purposes, so you'll leave the default parameters unchanged. Next, you'll train the classifier and display a preview.

3. Click **Run**.

Η διαδικασία παίρνει λίγη ώρα. Δίνεται αρχικά η τμηματοποίηση (on the fly) και τέλος δίνεται ένα preview της ταξινόμησης (classification)



*** Εάν δεν είναι ικανοποιητικό το αποτέλεσμα κλικ **Previous** button και επιστροφή στην προηγούμενη κατάσταση ώστε να προστεθούν training samples

4. Εάν το αποτέλεσμα είναι ικανοποιητικό κλικ **Next**.

5. Η επόμενη σελίδα είναι η **Classify** page. Run the actual classification και save στη geodatabase.

Για **Output Classified Dataset**, δώστε Classified_Louisville.tif.

6. Leave the remaining parameters unchanged and click **Run**.
Η τελική ταξινομημένη εικόνα εμφανίζεται στον χάρτη.

7. Click **Next**.

Στην **Merge Classes** page είναι δυνατόν να ενώσετε (merge) subclasses στις κλάσεις γονέων (parent classes).

8. For each class, in the **New Class** column, choose either **Pervious** or **Impervious**.

Old Class	New Class
Gray Roofs	Impervious
Roads	Impervious
Driveways	Impervious
Bare Earth	Pervious
Grass	Pervious
Water	Pervious
Shadows	Pervious

9. Click **Next**.

Reclassify errors

Στην **Reclassifier** page περιλαμβάνονται tools για επανα-ταξινόμηση (reclassifying) σφαλμάτων στην εικόνα (raster).

Calculate impervious surface area

Εφόσον επιβεβαιωθεί στατιστικά η ακρίβεια του αποτελέσματος, το επόμενο στάδιο είναι το **calculate & symbolize**

Βιβλιογραφία / References

Βασιλοπούλου, Σ., 2014. Εφαρμογές Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών και Τηλεανίχνευσης σε Γεωλογικές και Γεωπεριβαλλοντικές Μελέτες, σελ. 272, ΕΚΠΑ, κωδ. Εύδοξος **33239672**

<https://www.esri.com/training/Engine/>

<https://www.esri.com/arcgis-blog>

<https://www.esri.com> > [ethiopia-user-group](#) > [Image Segmentation and Classification in ArcGIS Pro](#)

<https://learn.arcgis.com/en/>

<https://pro.arcgis.com/en>

www.marathondata.gr