

Công cụ GLAD phiên bản 2.0

Hướng dẫn nhanh



Dữ liệu và công cụ GLAD ARD có sẵn tại <https://glad.umd.edu/ard/home>

Công cụ GLAD và dữ liệu Landsat ARD được cung cấp miễn phí cũng như không có hạn chế đối với việc phân phối lại hoặc sử dụng sau này, miễn là có trích dẫn phù hợp theo quy định của Giấy phép Bản quyền Sáng tạo Công cộng (CC BY).

Gợi ý trích dẫn:

Potapov, P., Hansen, M.C., Kommareddy, I., Kommareddy, A., Turubanova, S., Pickens, A., Adusei, B., Tyukavina A., and Ying, Q., 2020. Dữ liệu sẵn sàng phân tích Landsat cho lớp phủ đất toàn cầu và lập bản đồ biến động lớp phủ. *Viễn thám*, 2020, 12, 426; doi:10.3390/rs12030426 <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/3/426>

Lần cập nhật mới nhất: Tháng 9/2023.

Hướng dẫn công cụ và cài đặt phần mềm đầy đủ có tại:

C:\GLAD_Tools\Documentation\ARD_Manual_v2.0_2023.pdf

Và trực tuyến tại https://glad.umd.edu/users/Potapov/ARD/ARD_Manual_v2.0_2023.pdf

Tài liệu này tóm tắt những hướng dẫn cơ bản về cài đặt và chức năng của công cụ GLAD.

Potapov P., Tyukavina A., Hansen M.C., 2023. Hướng dẫn nhanh công cụ GLAD phiên bản 2.0.

Bản quyền của Nhóm Phân tích và Theo dõi Đất Toàn cầu, Đại học Maryland

1. Cài đặt công cụ GLAD phiên bản 2.0 (Windows 10/11)

1.1. Yêu cầu hệ thống

- Windows 10 hoặc 11 (64-bit).
- 16 GB RAM (8GB RAM đối với dung lượng hạn chế).
- Dung lượng đĩa đủ để lưu trữ và xử lý dữ liệu. Yêu cầu về dung lượng đĩa phụ thuộc vào khu vực phân tích và khoảng thời gian. Khối lượng dữ liệu trung bình sau đây có thể được sử dụng để ước tính dung lượng đĩa cần thiết.
 - Dữ liệu ARD 16 ngày cho một cảnh ảnh, một năm – 5 GB
 - Số liệu hiện tượng học cho một cảnh ảnh, một năm – 6.5 GB
 - Số liệu phát hiện biến động cho một cảnh ảnh, một năm – 12 GB.

Ví dụ: Để lập bản đồ LCLU và thực hiện phân tích mẫu về những biến động LCLU trong 10 năm (2012-2022) trong khu vực cấp độ địa lý 1x1, người dùng nên dự trữ ít nhất 100 GB dung lượng ổ cứng.

- Cần có quyền quản trị để cài đặt phần mềm.

1.2. Cài đặt phần mềm miễn phí và phần mềm mã nguồn mở



1.2.1. PERL

- Tải phiên bản 64-bit của ngôn ngữ lập trình PERL từ <http://strawberryperl.com/>
- Cài đặt bằng các thông số cài đặt mặc định.
- Khởi động lại máy tính.

1.2.2. Google Earth Desktop

- Tải trình cài đặt mới nhất từ <https://www.google.com/earth/versions/#earth-pro>
- Cài đặt bằng các thông số cài đặt mặc định.

1.2.3. QGIS và OSGeo4W

- Tải trình cài đặt QGIS/OSGeo4W mới nhất từ: <https://qgis.org/en/site/forusers/download.html>.
Công cụ GLAD yêu cầu phiên bản QGIS 3.30 hoặc phiên bản mới hơn.
- Cài đặt bằng các thông số cài đặt mặc định.
- Khởi động lại máy tính.
- Mở **QGIS Desktop**.
- Mở trình đơn “**Plugins / Manage and Install Plugins**”.
- Chọn và cài đặt các plugins sau:
 -  **Send2GE**
Plugin này sẽ mở ứng dụng Google Earth Desktop và hiển thị vị trí con trỏ trong bản đồ QGIS.
 -  **QuickMapServices (QMS)**
Plugin này cho phép thêm các lớp ảnh vệ tinh Google và Bing vào bản đồ QGIS.
- Khởi động lại QGIS để thực hiện các thay đổi.

1.2.4. Text Editor

Chúng tôi khuyên dùng **Notepad++**, một trình soạn thảo mã nguồn mở, để làm việc với các tệp tham số và tệp lệnh trong Công cụ GLAD. Phiên bản mới nhất của trình soạn thảo có thể được tải xuống tại đây:

<https://notepad-plus-plus.org/downloads/>

1.2.5. R

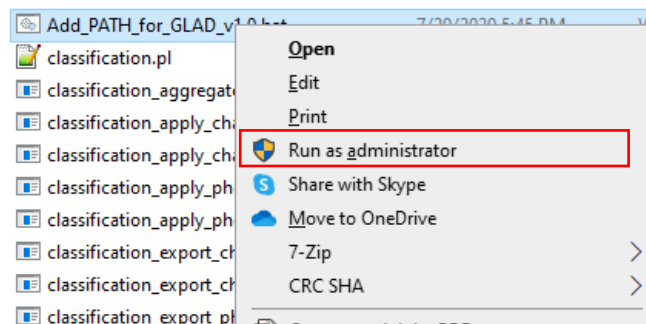
- Tải và cài đặt phiên bản mới nhất của R tại <https://cloud.r-project.org/>
- Cài đặt bằng các thông số cài đặt mặc định.
- Khởi động lại máy tính.
- Mở **bảng điều khiển R**.
- Thực hiện các lệnh sau:

```
install.packages("ggplot2", repos="http://cran.rstudio.com/")
install.packages("dplyr", repos="http://cran.rstudio.com/")
```

- Đóng bảng điều khiển R.

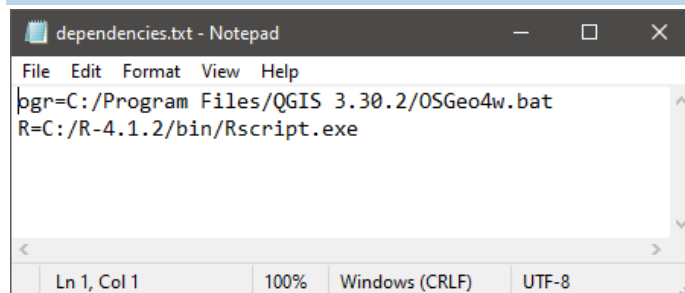
1.3. Cài đặt công cụ GLAD

- Tải xuống gói công cụ GLAD hoàn chỉnh mới nhất
- https://glad.umd.edu/Potapov/ARD/GLAD_Tools.zip
- Tạo thư mục **C:\GLAD_Tools** và giải nén nội dung của tệp **GLAD_Tools.zip** vào thư mục này giữ nguyên cấu trúc thư mục con ban đầu và các tệp cũng như tên thư mục.
- Mở thư mục **C:\GLAD_Tools** trong File Explorer.
- Nhấp chuột phải vào tệp tin **Add_PATH_for_GLAD_v1.1.bat** và chọn **“Run as Administrator”**.



- Khởi động lại máy tính.
- Đặt lại tên của tệp tin **C:\GLAD_Tools\dependencies_example.txt** thành **C:\GLAD_Tools\dependencies.txt**.
- Mở tệp tin **C:\GLAD_Tools\dependencies.txt** trong trình soạn thảo văn bản.
- Tìm đường dẫn đến các tệp tin **OSGeo4w.bat** và **Rscript.exe** và điền các thông số tương ứng vào file văn bản.

Ví dụ về tệp tin **dependencies.txt**



- Lưu tệp tin **C:\GLAD_Tools\dependencies.txt**.

2. Hướng dẫn quản lý dữ liệu

Công cụ GLAD yêu cầu người dùng tuân thủ nghiêm ngặt các quy tắc tổ chức dữ liệu. Tất cả các dự án phân loại và bộ dữ liệu phải được tạo trong **các thư mục riêng biệt** để tránh lỗi phần mềm. Phần sau đây trình bày một phương pháp tổ chức dữ liệu tối ưu. Chúng tôi khuyến nghị bạn nên lưu trữ tất cả các tệp tin liên quan đến Công cụ GLAD trong một không gian làm việc duy nhất, ví dụ **C:\GLAD_Workspace**. **Tên thư mục và tệp tin không được có dấu cách**, nếu không, một số Công cụ sẽ không chạy được.

2.1 Lưu trữ dữ liệu

Dữ liệu Landsat ARD và dữ liệu SRTM DEM phải được lưu trữ trong các thư mục con riêng biệt. Chúng tôi khuyến nghị người dùng nên giữ tất cả dữ liệu ARD trong cùng một thư mục để tránh trùng lặp. Mã tải xuống sẽ chỉ xử lý dữ liệu mới, giảm thời gian tải dữ liệu. Các thư mục con cảnh ảnh sẽ được phần mềm tạo tự động.

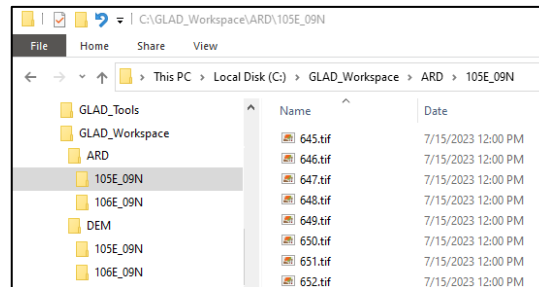
Ví dụ về thư mục lưu trữ dữ liệu ARD và DEM

C:\GLAD_Workspace\ARD

Ảnh dữ liệu Landsat ARD

C:\GLAD_Workspace\DEM

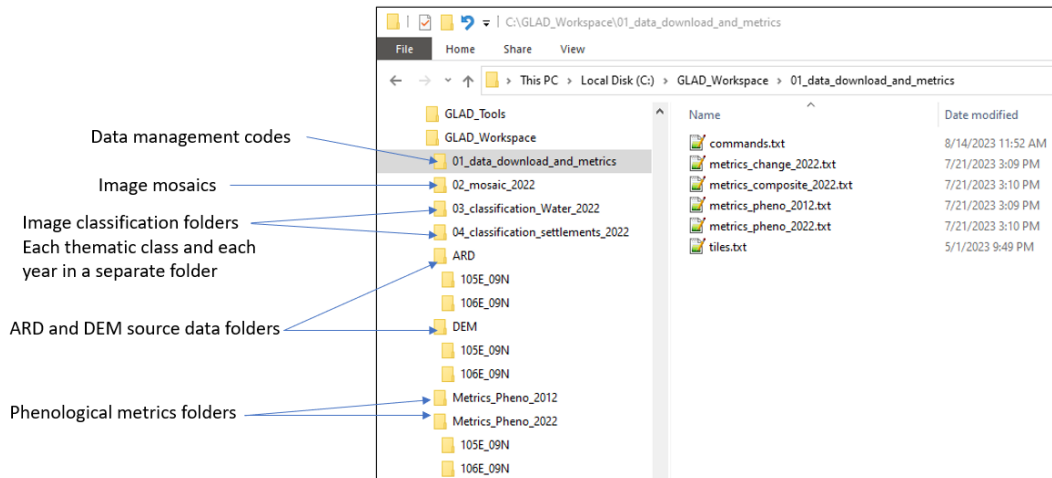
Ảnh DEM



2.2 Tệp tham số và số liệu

- Các tệp tin tham số quản lý dữ liệu có thể được lưu trữ trong bất kỳ thư mục con nào của không gian làm việc. Chúng tôi khuyến nghị nên giữ **chúng cùng với danh sách lệnh và danh sách ảnh** để đơn giản hóa ứng dụng công cụ GLAD và ghi lại công việc của bạn.
- Các số liệu hiện tượng học và phát hiện biến động phải được lưu trữ trong **các thư mục con riêng biệt cho từng năm**.
- Các mảnh ghép ảnh có thể được lưu trữ trong cùng một thư mục nếu người dùng chỉ định một **tên đầu ra duy nhất** cho mỗi mảnh ghép.
- Phân loại lớp phủ đất phải được lưu giữ **riêng biệt cho từng hạng chuyên đề và từng năm**.
- Phân loại đa thời gian (**phần 8**) được lưu trữ riêng cho từng lớp chuyên đề, nhưng các năm được lưu trữ cùng nhau.

Ví dụ về cấu trúc không gian làm việc

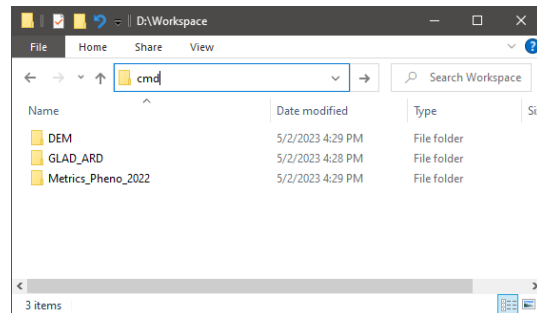
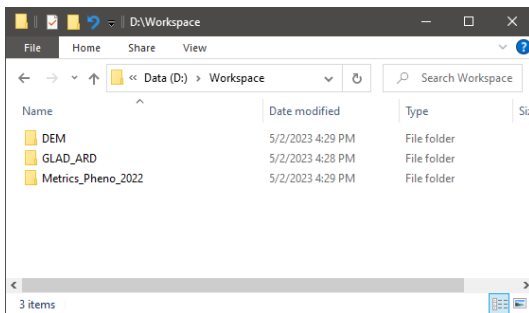


2.3. Sử dụng mẫu không gian làm việc

Để đơn giản hóa các hoạt động của Công cụ GLAD, chúng tôi cung cấp **một bộ mẫu không gian làm việc** minh họa các ứng dụng phần mềm. Các mẫu được cung cấp tại **C:\GLAD_Tools\Templates**.

Để sử dụng mẫu, hãy tạo một không gian làm việc mới (ví dụ **C:\GLAD_Workspace**) và sao chép thư mục con đã chọn từ **C:\GLAD_Tools\Templates** vào đó. Mỗi mẫu bao gồm danh sách cảnh ảnh kiểm tra, tệp tham số, danh sách lệnh và shapefile trống cho dữ liệu huấn luyện phân loại. Kiểm tra và sửa tất cả các tệp tham số, danh sách cảnh ảnh và lệnh trước khi ứng dụng.

Để thực hiện một lệnh trong không gian làm việc, mở **CMD** trong thư mục không gian làm việc. Cách nhanh nhất để gọi lệnh cuối **CMD** từ thư mục không gian làm việc là nhập **"cmd"** vào thanh địa chỉ của Windows File Explorer. Để thực hiện việc này, trước tiên, hãy điều hướng đến thư mục không gian làm việc, sau đó nhập **"cmd"** vào thanh địa chỉ File Explorer và nhấn **Enter**. Điều này sẽ mở terminal CMD trong thư mục không gian làm việc này.



Danh sách các lệnh trong mỗi mẫu không gian làm việc có tên là **command.txt**. Các bình luận được đánh dấu bằng tiền tố **"rem"**. Tệp **command.txt** có thể đóng vai trò là tệp bó Windows để chạy nhiều lệnh theo trình tự. Hướng dẫn Nhanh sử dụng các mẫu không gian làm việc làm ví dụ để minh họa các chức năng của Công cụ GLAD.

3. Ảnh Landsat GLAD ARD

3.1 Định dạng dữ liệu GLAD ARD

GLAD ARD đại diện cho chuỗi thời gian 16 ngày về độ phản xạ bề mặt chuẩn hóa Landsat theo cảnh ảnh nhất quán trên toàn cầu từ năm 1997 đến nay, được cập nhật 16 ngày một lần.

Dữ liệu Landsat ARD được lưu trữ dưới dạng các cảnh ảnh raster nhiều lớp. Độ phân giải không gian của dữ liệu là **0,00025 độ mỗi pixel**, tương ứng với 27,83 m mỗi pixel trên Xích đạo.

Sản phẩm ARD được lưu trữ theo tọa độ địa lý bằng Hệ thống trắc địa thế giới (WGS84). Hệ tọa độ được xác định bởi Bộ dữ liệu tham số trắc địa EPSG:

EPSG:4326 (<https://spatialreference.org/ref/epsg/wgs-84/>)

Ngoài ra, nó có thể được xác định bằng tiêu chuẩn PROJ (<http://proj.org>):

+proj=longlat +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +no_defs

Dữ liệu cho mỗi khoảng thời gian 16 ngày cho một cảnh ảnh được lưu trữ dưới dạng tệp GeoTIFF 8 kênh, 16 bit không đánh dấu, được nén LZW.

3.2. Hệ thống cảnh ảnh GLAD ARD toàn cầu

Sản phẩm Landsat ARD toàn cầu được cung cấp dưới dạng tập hợp các cảnh ảnh cấp độ địa lý 1x1. Kích thước của một cảnh raster là **4004x4004 pixel**, tương ứng với phạm vi 1,0005 x 1,0005 độ. Hệ thống cảnh ảnh có sự chồng chéo 2 pixel. **Tên cảnh ảnh** được lấy từ tâm ảnh và tham chiếu đến giá trị nguyên của độ trung tâm ảnh. Ví dụ đặt tên cảnh ảnh: Tên của một cảnh ảnh có tâm 17.5E và 52.5N là 017E_52N.

Để chọn các cảnh ảnh dữ liệu ARD cho khu vực phân tích, sử dụng tệp shapefile ranh giới ảnh trong

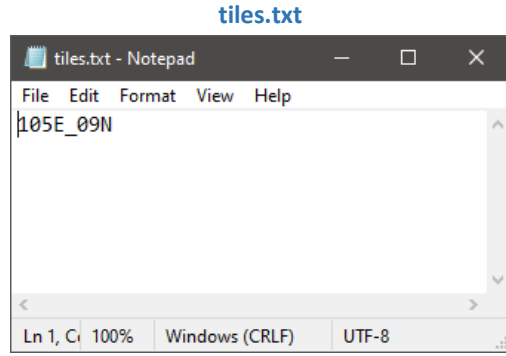
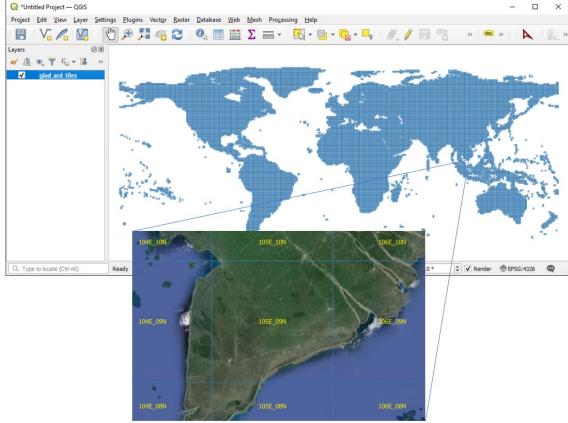
[C:\GLAD_Tools\Data\Global_tiles\glad_ard_tiles.shp](#).

Để chọn danh sách các cảnh ảnh để phân tích, hãy thực hiện các bước sau:

1. Mở [C:\GLAD_Tools\Data\Global_tiles\glad_ard_tiles.shp](#) trong QGIS cùng với lớp ảnh vệ tinh Googl (QMS) hoặc bất cứ dữ liệu bản đồ nào.
2. Chọn cảnh ảnh hoặc các cảnh ảnh chồng lên khu vực quan tâm và kiểm tra tên cảnh ảnh (trường “**Tile**” của [glad_ard_tiles.shp](#)).
3. Tạo danh sách cảnh ảnh dưới dạng tệp văn bản (**tiles.txt**), mỗi dòng một cảnh ảnh. Tệp văn bản không được có dòng hoặc khoảng trống trước/sau tên cảnh ảnh. Lưu tệp tin trong không gian làm việc của bạn ([C:\GLAD_Workspace\tiles.txt](#)).
4. Danh sách các cảnh ảnh phải có trong mỗi thư mục quản lý và phân loại dữ liệu để thuận tiện.

Xem ví dụ về tệp danh sách cảnh ảnh ở đây: [C:\GLAD_Tools\Templates\01_Data_Download\tiles.txt](#).

GLAD Tools V2.0 Quick Start Guide



3.3. Tổ hợp ảnh GLAD ARD 16 ngày

Dữ liệu ảnh Landsat được thu thập trong khoảng thời gian 16 ngày được lưu trữ dưới dạng tệp ARD GeoTIFF duy nhất (tổ hợp ARD). Có 23 tổ hợp (tệp TIFF) mỗi năm. Mỗi tổ hợp (tệp TIFF) có một ID số duy nhất, bắt đầu từ tổ hợp đầu tiên của năm 1980. Sử dụng bảng ID khoảng thời gian 16 ngày

(C:\GLAD_Tools\Documentation\16d_intervals.xlsx) để lựa chọn tổ hợp cho phân tích.

Để tạo các **số liệu hiện tượng học** hàng năm, cần có **dữ liệu ARD trong 5 năm** (năm hiện tại và 4 năm trước đó). Ví dụ: để tạo số liệu cho năm 2022, phạm vi bắt buộc của các năm là 2018 - 2022, tương ứng với phạm vi tổ hợp 16 ngày từ 875 đến 989.

Số liệu phát hiện biến động yêu cầu **dữ liệu ARD trong bốn năm** (năm hiện tại và 3 năm trước đó).

Bảng dưới đây cung cấp ngày bắt đầu/kết thúc hàng năm của tổ hợp để đơn giản hóa việc lựa chọn dữ liệu hàng năm. Phạm vi tổ hợp cho các số liệu phát hiện biến động và hiện tượng học phải luôn tương ứng với một năm hoàn chỉnh.

Ngày bắt đầu và kết thúc hàng năm của tổ hợp ARD

Năm	Tổ hợp đầu	Tổ hợp cuối	Năm	Tổ hợp đầu	Tổ hợp cuối
1997	392	414	2010	691	713
1998	415	437	2011	714	736
1999	438	460	2012	737	759
2000	461	483	2014	783	805
2001	484	506	2015	806	828
2002	507	529	2016	829	851
2003	530	552	2017	852	874
2004	553	575	2018	875	897
2005	576	598	2019	898	920
2006	599	621	2020	921	943
2007	622	644	2021	944	966
2008	645	667	2022	967	989
2009	668	690	2023	990	1012

3.4. Dữ liệu SRTM

The SRTM data (extracted from NASA product SRTMGL1v003) includes **elevation**, **slope**, and **aspect** at Landsat pixel resolution. The data is used as inputs to most classification and change detection models.

Dữ liệu SRTM (được trích từ sản phẩm SRTMGL1v003 của NASA) bao gồm **độ cao**, **độ dốc** và **hướng** ở độ phân giải pixel Landsat. Dữ liệu được sử dụng làm đầu vào cho hầu hết các mô hình phân loại và phát hiện biến động.

3.5. Tải dữ liệu ARD và SRTM

Các lệnh tải dữ liệu được minh họa bằng mẫu C:\GLAD_Tools\Templates\01_Data_Download bao gồm các ví dụ về lệnh tải ARD và SRTM. Thư mục chứa **Tiles.txt**, danh sách các cảnh ảnh cần tải xuống. Các ví dụ về lệnh trong **command.txt** cung cấp ví dụ về các lệnh để tải dữ liệu.

Để chạy lệnh tải dữ liệu, hãy sao chép và dán lệnh từ tệp văn bản vào dấu nhắc CMD:

```
perl C:/GLAD_Tools/download_ARD.pl tiles.txt 875 989 C:/GLAD_Workspace/ARD
```

Lệnh này sẽ tải dữ liệu ARD của các năm 2018-2022 xuống bộ nhớ cục bộ. Bạn cần đợi cho đến khi có thông báo **Hoàn thành tải xuống**. Trường hợp phần mềm có thông báo **Download errors. Check log.txt**, người dùng cần kiểm tra tệp nhật ký. Nếu không có hình ảnh nào được tải xuống, hãy kiểm tra cài đặt mạng của bạn. Nếu chỉ

một vài ảnh không tải xuống được, hãy chạy lại lệnh tương tự. Công cụ tải xuống ARD kiểm tra hình ảnh tồn tại trên đĩa và chỉ nhận dữ liệu mới, bị thiếu hoặc bị hỏng.

Để tải dữ liệu SRTM, hãy chạy lệnh sau:

```
perl C:/GLAD_Tools/download_SRTM.pl tiles.txt C:/GLAD_Workspace/DEM
```

Dữ liệu SRTM giống nhau trong tất cả các năm nên nó chỉ nên tải xuống một lần cho mỗi cảnh ảnh.

4. Số liệu đa thời gian

Quá trình xử lý số liệu là hoàn toàn tự động và yêu cầu đầu vào tối thiểu của người dùng. Chu trình làm việc sau đây được sử dụng để tạo bộ số liệu:

- Tải toàn bộ tổ hợp 16 ngày.
- Lập danh sách các cảnh ảnh ARD để xử lý (cột đơn, chỉ tên cảnh ảnh): [Tiles.txt](#).
- Đảm bảo có đủ dung lượng trên đĩa. Mỗi bộ chỉ số hiện tượng học hàng năm chiếm 6,5 GB và bộ chỉ số phát hiện biến động chiếm 12 GB.
- Tạo một tập tin tham số. Tập tham số là một file văn bản nằm trong thư mục dự án.
- Chạy công cụ tự động để tạo bộ số liệu.

4.1. Số liệu hiện tượng học

Các số liệu hiện tượng học hàng năm đóng vai trò là dữ liệu nguồn cho các mô hình lập bản đồ cấu trúc thảm thực vật, sử dụng đất và lớp phủ đất. Tập hợp đầy đủ các chỉ số hiện tượng học được giải thích trong bảng bổ sung [C:\GLAD_Tools\Documentation\Metrics_pheno.xlsx](#).

Mẫu không gian làm việc [C:\GLAD_Tools\Templates\02_Metrics](#) cung cấp ví dụ các lệnh ([commands.txt](#)) và tập tin thông số ([metrics_pheno_2022.txt](#)) để xử lý dữ liệu. Để tạo dữ liệu, hãy thực hiện các bước này:

1. Sao chép thư mục mẫu vào không gian làm việc (ví dụ [C:\GLAD_Workspace\02_Metrics](#)).
2. Kiểm tra tập tin thông số ([metrics_pheno_2022.txt](#)). Tập tham số xác định tất cả các biến cho quá trình tạo số liệu. Tập phải có cấu trúc sau:

mettype=pheno	Metric type (pheno)
tilelist=tiles.txt	Name of the ARD tile list file
year=2022	Target year
input=C:/GLAD_Workspace/ARD	Input ARD 16-day data folder (should exist and contain ARD files)
output=C:/GLAD_Workspace/Metrics_Pheno_2022	Output folder (will be created if new)
threads=1	Number of parallel processes *
gapfill=4	Number of years to use for gap-filling (values 0 ... 4). The default value is 4. Required only for metric types pheno and composite**

* Số lượng tiến trình song song phải được đặt thành 1 trừ khi máy tính có bộ xử lý đa lõi và RAM khả dụng phù hợp cho nhiều tiến trình cùng lúc.

**Lấp đầy khoảng trống là quá trình lấp đầy dữ liệu tổ hợp 16 ngày còn thiếu bằng dữ liệu trời quang từ năm trước. Theo mặc định, bốn năm trước đó được sử dụng để lấp đầy khoảng trống. Giá trị 0-4 xác định số năm trước sẽ được sử dụng. Giá trị 0 có nghĩa là việc lấp chỗ trống không được thực hiện và chỉ dữ liệu từ năm hiện tại được sử dụng.

3. Mở **CMD** trong thư mục [02_Metrics](#).

4. Sử dụng lệnh sau để tính dữ liệu hiện tượng học:

```
perl C:/GLAD_Tools/build_metrics.pl metrics_pheno_2022.txt
```

Quá trình xử lý dữ liệu cần có thời gian, bạn phải đợi cho đến khi có thông báo **Hoàn thành xử lý**.

4.2. Dữ liệu phát hiện biến động

Các số liệu phát hiện biến động hàng năm được thiết kế để làm nổi bật những biến động giữa các năm về độ phản xạ phổ đồng thời giảm các phát hiện sai do dao động phản xạ và khả năng quan sát bầu trời quang đãng không nhất quán. Các số liệu này được thiết kế chủ yếu để lập bản đồ biến động về độ che phủ của tán cây và chúng có thể không phù hợp để lập bản đồ biến động ở các loại phủ đất khác. Bộ số liệu hiện tượng học hoàn chỉnh được giải thích trong bảng bổ sung [C:\GLAD_Tools\Documentation\Metrics_change_Detection.xlsx](#).

Mẫu không gian làm việc [C:\GLAD_Tools\Templates\02_Metrics](#) cung cấp ví dụ về lệnh ([commands.txt](#)) và tệp tham số ([metrics_change_2022.txt](#)) để xử lý số liệu. Để xử lý bộ số liệu, hãy làm theo các bước sau:

1. Sao chép thư mục mẫu vào không gian làm việc (ví dụ [C:\GLAD_Workspace\02_Metrics](#)).
2. Kiểm tra tệp tham số ([metrics_change_2022.txt](#)). Tệp tham số xác định tất cả các biến cho quá trình tạo số liệu. Tệp phải có cấu trúc sau:

mettype=change	Loại số liệu (biến động)
tilelist=tiles.txt	Tên tệp danh sách ảnh ARD
year=2022	Năm mục tiêu
input= C:/GLAD_Workspace/ARD	Thư mục dữ liệu đầu vào ARD 16 ngày (cần tồn tại và chứa các tệp ARD)
output=C:/GLAD_Workspace/Metrics_Change_2022	Thư mục đầu ra (sẽ được tạo nếu mới)
threads=1	Số lượng các tiến trình song song *
gapfill=4	Number of years to use for gap-filling (values 0 ... 4). The default value is 4. Required only for metric types pheno and composite**

* Số lượng tiến trình song song phải được đặt thành 1 trừ khi máy tính có bộ xử lý đa lõi và RAM khả dụng phù hợp cho nhiều tiến trình cùng lúc.

**tham số lấp đầy khoảng trống không được sử dụng cho loại số liệu này.

3. Mở CMD trong thư mục [02_Metrics](#).
4. Sử dụng lệnh sau để tính số liệu hiện tượng học:

```
perl C:/GLAD_Tools/build_metrics.pl metrics_change_2022.txt
```

Quá trình xử lý dữ liệu cần có thời gian, bạn phải đợi cho đến khi có thông báo **Hoàn thành xử lý**.

Dữ liệu phát hiện biến động

Spectral data and indices

Spectral Bands

Blue [blue]
Green [green]
Red [red]
Near Infrared [nir]
Shortwave Infrared 1 [swri1]
Shortwave Infrared 2 [swri2]

Derived Indices

$(\text{NIR-Red})/(\text{NIR+Red})$ [NDVI]
$(\text{NIR-SWIR1})/(\text{NIR+SWIR1})$ [NDWI]
$(\text{SWIR1-SWIR2})/(\text{SWIR1+SWIR2})$ [SWSW]

Statistics

Interannual metrics for the corresponding [c] and preceding [p] years

Distribution statistics

Minimum [min]
Maximum [max]
Second lowest value [smin]
Second highest value [smax]
Median [median]
Average of all values [ave]
Average of all values except min and max [avett]
Last annual observation [last]

Annual seasonality metrics

Distribution methods

$(\text{NIR-Red})/(\text{NIR+Red})$ [NDVI]
Brightness temperature [LST]

Distribution statistic

Minimum [min]
Maximum [max]
Second lowest value [smin]
Second highest value [smax]
Median [median]

Amplitudes*

Difference between all metrics extracted from corresponding and preceding years.

Seasonal reflectance change (calculated from the per-16-day difference time series)

Minimum [min]
Maximum [max]
Second lowest value [smin]
Second highest value [smax]
Average of all values [ave]
Average of all values except min and max [avett]
Value after minimum [amin]
Value after maximum [amax]

Interval time series

Slope of linear regression of band/index value vs. observation date [reg]
Standard deviation of the band/index value [sd]

Technical metrics

Number of observations used [count]
Percent water observations [prcwater]
Percent land observations [prcland]
Data usability code [code]
Data quality flag [pf]

*Amplitude metrics are not recorded as files.

4.3. Tổ hợp thời quang hàng năm

GLAD cung cấp một công cụ để tạo các tổ hợp không mây để trực quan hóa dữ liệu. Tổ hợp hàng năm đại diện cho một tập hợp con các số liệu hiện tượng học được thiết kế chỉ để trực quan hóa dữ liệu và không phù hợp để phân loại ảnh. Tổ hợp bao gồm mức trung bình phản xạ dải phổ giữa các số liệu Q1 và Q3 (av2575) và các số liệu kỹ thuật từ bộ số liệu hiện tượng học (phần 4.1).

Mẫu không gian làm việc C:\GLAD_Tools\Templates\02_Metrics cung cấp ví dụ về lệnh (commands.txt) và tệp tham số (metrics_composite_2022.txt) để tải xuống chỉ số. Để tính toán bộ số liệu, hãy làm theo các bước được cung cấp trong phần 4.1 với những thay đổi sau:

- Loại dữ liệu trong tệp tham số là **tổ hợp**.
- Lệnh là `perl C:/GLAD_Tools/build_metrics.pl metrics_composite_2022.txt`

5. Hiện thị dữ liệu đa thời gian

Các số liệu đa thời gian được lưu trữ dưới dạng các cảnh ảnh 1x1 độ. Để hiện thị dữ liệu cho một vùng rộng lớn, các cảnh ảnh phải được ghép lại với nhau. Công cụ OSGeo4W và GDAL cung cấp một số giải pháp để ghép dữ liệu dưới dạng Bảng raster ảo (VRT) và tệp GeoTIFF (TIF).

5.1. Ghép dữ liệu hiện tượng học

Mẫu `C:\GLAD_Tools\Templates\03_Pheno_Mosaic` cung cấp một tập hợp các ví dụ về tệp tham số để tính toán nhiều mảnh ghép từ một tập hợp số liệu hiện tượng học. Để thực hiện ghép, hãy sao chép mẫu này vào không gian làm việc. Tất cả các ảnh ghép được tạo bằng các mã này sẽ được lưu trữ trong một thư mục con. Các tệp VRT được liên kết với các thư mục số liệu hiện tượng học ban đầu và sẽ không hoạt động nếu các thư mục số liệu bị xóa hoặc đổi tên.

Trước khi chạy công cụ ghép mảnh, kiểm tra các điều kiện tiên quyết sau:

- Các số liệu phải được tạo trước khi ghép ảnh. Việc ghép ảnh trực tiếp từ dữ liệu ARD 16 ngày không được hỗ trợ.
- Tệp `C:\GLAD_Tools\dependencies.txt` có liên kết chính xác tới phần mềm `OSGeo4w.bat` (xem phần cài đặt công cụ GLAD, [phần 1.3](#)).

Để chỉ định phạm vi ghép ảnh, Công cụ GLAD sử dụng danh sách cảnh ảnh xếp `tiles.txt` (cùng định dạng để tải ARD và tạo số liệu). Tệp tham số bắt buộc phải có cho công cụ. Tệp phải có cấu trúc sau:

<code>source=D:/Metrics_pheno_2022</code>	Thư mục nguồn
<code>list=tiles.txt</code>	Tên danh sách cảnh ảnh
<code>year=2022</code>	Năm
<code>outname=median654</code>	Tên đầu ra
<code>bands=swir1_av2575, red_av2575, nir_av2575</code>	Danh sách dữ liệu cần tổng hợp (được tách biệt bằng dấu phẩy)

Để tạo một mảnh ghép VRT, hãy mở CMD và sử dụng lệnh sau:

```
perl C:/GLAD_Tools/mosaic_vrt.pl mosaic_median654_2022.txt
```

Để tạo tệp đầu ra **GeoTIFF**, hãy sử dụng lệnh sau:

```
perl C:/GLAD_Tools/mosaic_tif.pl mosaic_median654_2022.txt
```


Mô tả đầy đủ về từng loại mảnh ghép được cung cấp trong Hướng dẫn sử dụng. Bảng sau đây tóm tắt các loại mảnh ghép phổ biến nhất:

Tên tập tham số	Mô tả mảnh ghép và ứng dụng
mosaic_median567_2022.txt	Tổ hợp trung bình hàng năm NIR-SWIR1-SWIR2. Thường được sử dụng để lập bản đồ các loại thực vật.
mosaic_median654_2022.txt	Tổ hợp trung bình hàng năm SWIR1-NIR-Red. Thường được sử dụng để lập bản đồ các loại lớp phủ đất (tổ hợp màu giả tự nhiên)
mosaic_lowNDVI567_2022.txt	Tổng hợp NIR-SWIR1-SWIR2 của độ phản xạ trung bình cho các quan sát giữa giá trị NDVI tối thiểu và phân vị thứ 25 trong năm. Thường được sử dụng để lập bản đồ các khu vực ngập nước và các loại cây trồng.
mosaic_highNDVI567_2022.txt	Tổ hợp NIR-SWIR1-SWIR2 của hệ số phản xạ trung bình cho các quan sát giữa giá trị NDVI tối đa và phân vị thứ 75 trong năm. Thường được sử dụng để lập bản đồ khu vực mặt nước thường xuyên và các loại cây trồng.
mosaic_amplitude_2022.txt	Biên độ của các giá trị và chỉ số kênh đã chọn (NIR-SWIR1-NDVI). Thường được sử dụng để lập bản đồ các loại cây trồng và độ che phủ cây.
mosaic_index_2022.txt	Tổ hợp các chỉ số thực vật được lựa chọn. Thường được sử dụng để lập bản đồ độ che phủ tán cây.

Các tập tham số [mosaic_median567_2022.txt](#) và [mosaic_median654_2022.txt](#) cũng phù hợp để hiển thị tổ hợp không mây hàng năm (người dùng cần thay đổi thư mục đầu vào số liệu).

5.2. Ghép số liệu phát hiện biến động

Các số liệu phát hiện biến động có thể được hiển thị bằng hai cách tiếp cận. Đầu tiên, số liệu phản xạ của năm hiện tại và năm trước có thể được hiển thị riêng biệt và so sánh trong QGIS. Thứ hai, người dùng có thể hiển thị những thay đổi tổ hợp (theo mùa) trong 16 ngày về độ phản xạ phổ được đơn giản hóa.

Một tập hợp các tập tham số mẫu trong [C:\GLAD_Tools\Templates\04_Change_Mosaic](#) cung cấp các ví dụ cho các cách hiển thị trực quan khác nhau. Việc áp dụng công cụ ghép mảnh cũng giống như đối với các số liệu hiện tượng học ([phần 5.1](#)). Mô tả đầy đủ về từng loại mảnh ghép được cung cấp trong Hướng dẫn sử dụng.

Tên tập tham số	Mô tả mảnh ghép và ứng dụng
mosaic_c_avett654_2022.txt	Tổ hợp trung bình hàng năm SWIR1-NIR-Red của năm hiện tại.
mosaic_c_last654_2022.txt	Tổ hợp SWIR1-NIR-Red của quan sát không có mây cuối cùng của năm hiện tại.
mosaic_p_avett654_2022.txt	Tổ hợp trung bình hàng năm SWIR1-NIR-Red của năm trước.
mosaic_p_last654_2022.txt	Tổ hợp SWIR1-NIR-Red của quan sát không có mây cuối cùng của năm trước.
mosaic_change1_2022.txt	Một tổ hợp thể hiện sự khác biệt của kênh SWIR1 giữa năm hiện tại (hệ số phản xạ cao nhất) và năm trước đó (hệ số phản xạ trung bình).

mosaic_change2_2022.txt	Một tổ hợp hiển thị biến động theo mùa cao nhất của kênh SWIR1 và biến động trung bình theo mùa của tỷ lệ kênh NIR/SWIR1.
-------------------------	---

6. Phân loại lớp phủ đất

Công cụ GLAD sử dụng **thuật toán cây quyết định học máy** (còn gọi là Cây phân loại và hồi quy hay CART) để phân loại lớp phủ đất. Thuật toán này ước tính xác suất trên mỗi pixel của sự hiện diện của lớp phủ đất mục tiêu bằng cách sử dụng các quy tắc quyết định trong miền đa phổ/đa thời gian của các số liệu dựa vào ARD. Để giảm tình trạng quá khớp của mô hình, chúng tôi thực hiện **tính năng tổng hợp bootstrap (đóng bao)**, tạo ra một tập hợp các cây quyết định cho mỗi phân loại.

Tập hợp cây quyết định được tạo tự động từ một tập hợp các pixel huấn luyện. Mỗi pixel huấn luyện có một nhãn cho biết nó thuộc loại lớp phủ đất quan tâm (**mục tiêu**) hay các loại lớp phủ đất khác (**nền**). Trong quá trình phân loại, chúng ta chỉ lập bản đồ một loại lớp phủ đất. Nhiều loại có thể được lập bản đồ bằng cách sử dụng phân loại theo thứ bậc (xem **phần 6.5**).

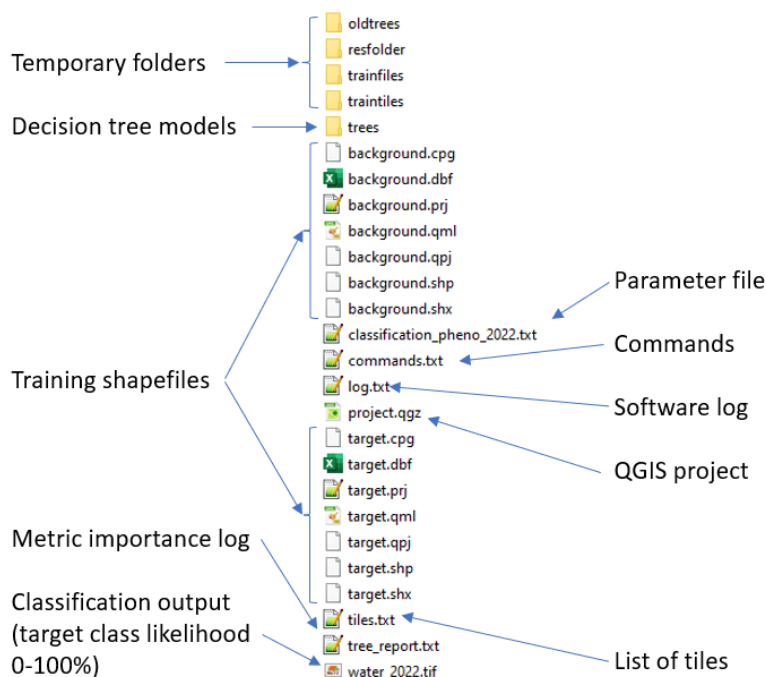
Tập hợp các đối tượng huấn luyện (lớp mục tiêu và lớp nền) được xác định bằng đa giác vectơ được lập bản đồ thủ công bởi chuyên gia. Khi mô hình cây phân loại được thực hiện cho toàn bộ hình ảnh, nó sẽ dự đoán xác suất lớp phủ đất cho mỗi pixel. Kết quả phân loại thể hiện xác suất của pixel đại diện cho lớp che phủ đất mục tiêu theo phần trăm.

Các bước sau đây phải được hoàn thành trước khi bắt đầu phân loại:

1. Dữ liệu ARD cho năm phân loại mục tiêu phải được tải xuống. Để tạo ra các số liệu hiện tượng học, mỗi năm người dùng nên tải dữ liệu ARD trong khoảng thời gian 5 năm: năm mục tiêu và 4 năm trước đó (**phần 3.3 và 3.5**).
2. Tải dữ liệu DEM (**phần 3.5**).
3. Tạo ra các số liệu hiện tượng học cho năm mục tiêu (**phần 4.1**)
4. Tạo một tập hợp các mảnh ghép từ các số liệu hiện tượng học (**phần 5.1**).

6.1. Không gian làm việc phân loại

Mẫu [C:\GLAD_Tools\Templates\05_Land_cover_classification](#) hiển thị không gian làm việc mẫu để thực hiện phân loại lớp phủ đất. Mỗi phân loại (mỗi lớp phủ đất) nên có không gian làm việc riêng. Các thành phần chính của không gian làm việc phân loại (sau khi thực hiện phân loại) như sau:



Một không gian làm việc phân loại mới phải có các thành phần sau:

- Danh sách các cảnh ảnh (**tiles.txt**).
- Hai tập tin huấn luyện (**target.shp** và **background.shp**).
- Tập tham số phân loại (**classification_pheno_2022.txt**).
- Tùy chọn: danh sách các lệnh (**commands.txt**).

Để bắt đầu một phân loại mới, sao chép mẫu **C:\GLAD_Tools\Templates\05_Land_cover_classification** vào không gian làm việc.







6.2. Thu thập dữ liệu huấn luyện

Dữ liệu huấn luyện đại diện cho hai shapefiles polygon, một tập có các khu vực hiện diện của lớp phủ đất (**mục tiêu**) và tập còn lại có các khu vực không có lớp phủ đất (**nền**). Cả hai shapefile phải nằm trong cùng một hệ tọa độ với các số liệu hiện tượng học (+proj=longlat +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +no_defs). Công cụ phân loại chỉ sử dụng dữ liệu hình dạng đối tượng, bỏ qua tất cả các thuộc tính. Các shapefile có thể chứa các đa giác chồng chéo. Cấu trúc liên kết chính xác là không cần thiết miễn là dữ liệu có thể được raster hóa chính xác. Các đa giác trong shapefile **mục tiêu** và **nền** có thể chồng lên nhau. Trong trường hợp chồng lên nhau, khu vực bên dưới đa giác của lớp **mục tiêu** sẽ bị xóa khỏi lớp **nền** (lớp **mục tiêu** có mức độ ưu tiên cao hơn trong quá trình raster hóa).

Để thu thập dữ liệu huấn luyện, hãy làm theo quy trình được mô tả dưới đây:

- Mở QGIS (dự án mới).
- Thêm các số liệu ghép đã chọn. Tùy chọn: tải lớp ảnh Vệ tinh Google bằng plugin QMS.
- Tải các tập tin **target.shp** và **Background.shp**. Đặt lớp mục tiêu lên trên cùng của lớp nền trong Bảng điều khiển Lớp.
- Bắt đầu chỉnh sửa (Nút Toggle Editing) cho cả hai shapefile.
- Sử dụng công cụ “Add Polygon” hoặc “Freehand Drawing” để thêm mẫu huấn luyện. Tránh tạo đa giác huấn luyện lớn. Phân phối mẫu trên toàn bộ khu vực của hình ảnh.
- Lưu lớp và dự án (định kỳ)

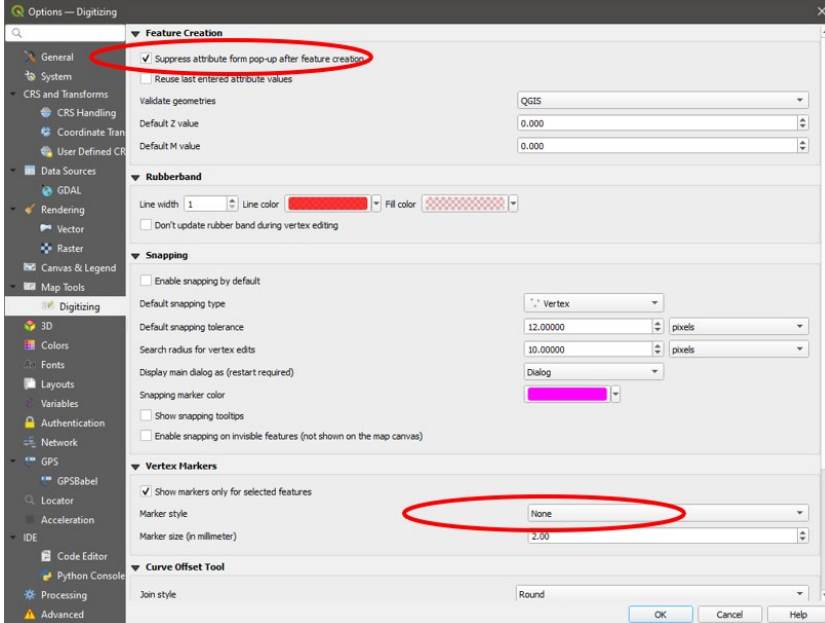
Sử dụng công cụ QGIS Tools và plugins

	Tải lớp ảnh vệ tinh Google QMS: <ul style="list-style-type: none"> • Mở “Search QickMapServices” • Sử dụng từ khóa “Google” để tìm lớp. Thêm lớp “Google Satellite”.
	Ảnh ghép Google là dữ liệu tham khảo quan trọng nhưng nó có thể hiển thị hình ảnh từ một ngày khác so với ảnh ghép Landsat. Người dùng nên kiểm tra xem hình ảnh Google có thể hiện cùng ngày với số liệu Landsat hay không. Để thực hiện việc này, hãy sử dụng công cụ “Send2GE” để kiểm tra ngày tháng của hình ảnh trong Google Desktop.
	Kích hoạt “Thanh công cụ Raster”. Sử dụng công cụ nâng cao hình ảnh để cải thiện khả năng hiển thị ảnh Landsat.
	Để bắt đầu thêm các khu vực huấn luyện, hãy sử dụng nút “Toggle Editing” cho cả lớp mục tiêu và lớp nền.
	Để thêm một polygon mới, sử dụng nút “Add Polygon Feature”.
	Khi công cụ “Add Polygon” được kích hoạt, hãy sử dụng lựa chọn “Digitizing mode” để chọn “Stream Digitizing Mode”.



Lưu các lớp và tệp dự án ít nhất 10 phút một lần để tránh mất dữ liệu. Sử dụng nút “Save for All Layers” để thuận tiện.

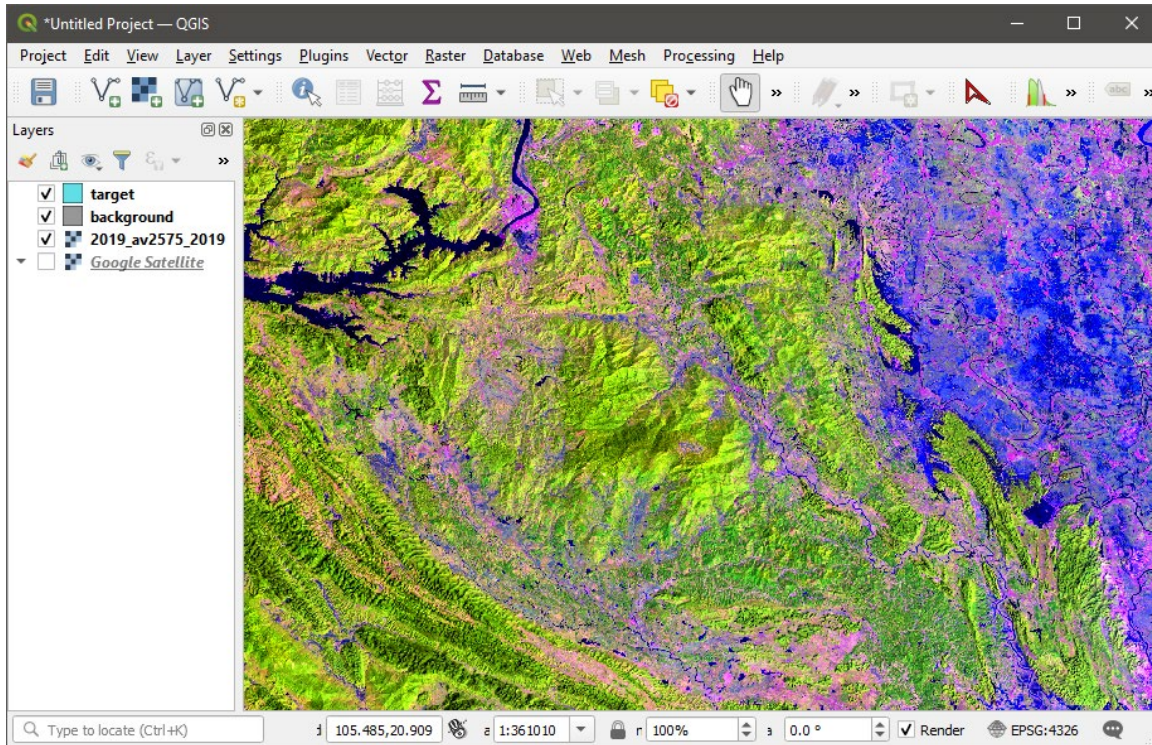
Để cài đặt QGIS mới, chúng tôi khuyến nghị cập nhật các tùy chọn chương trình sau:



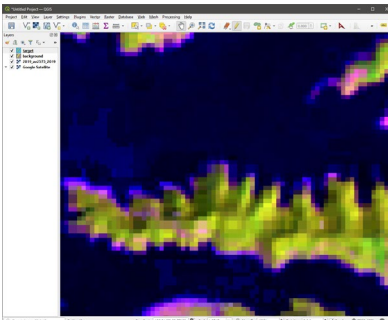
- Mở từ QGIS Menu: Cài đặt → Tùy chọn.
- Chuyển đến tab “Digitizing”.
- Chọn hộp “Suppress attribute from pop-up after feature creation”.
- Đặt kiểu điểm đánh dấu Vertex thành “None”.

Ví dụ về quy trình thu thập dữ liệu huấn luyện

Dự án QGIS với các shapefile huấn luyện, ảnh ghép và lớp Google Maps (thông qua QMS).

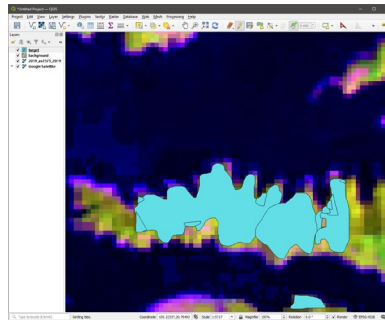


Ví dụ về lớp phủ đất bằng cách ghép ảnh



1. Phóng to khu vực (1:5.000 hoặc tương tự).

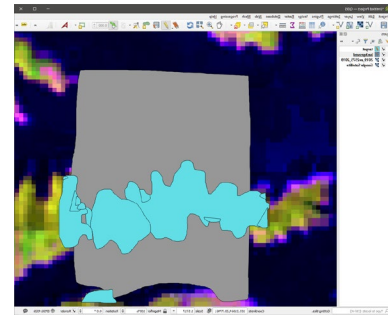
Chỉ vẽ nội dung huấn luyện bằng cách sử dụng mức thu phóng để bạn có thể thấy từng pixel của dữ liệu Landsat.



1. Vẽ sự hiện diện của lớp **mục tiêu** (rừng).

Lớp mục tiêu đại diện cho chủ đề lớp phủ/sử dụng đất quan tâm (ví dụ: rừng).

Lớp này có thể được lập bản đồ bởi bất kỳ số lượng polygon chồng chéo nào. Tất cả các pixel của lớp mục tiêu trong vùng huấn luyện phải được đánh dấu.



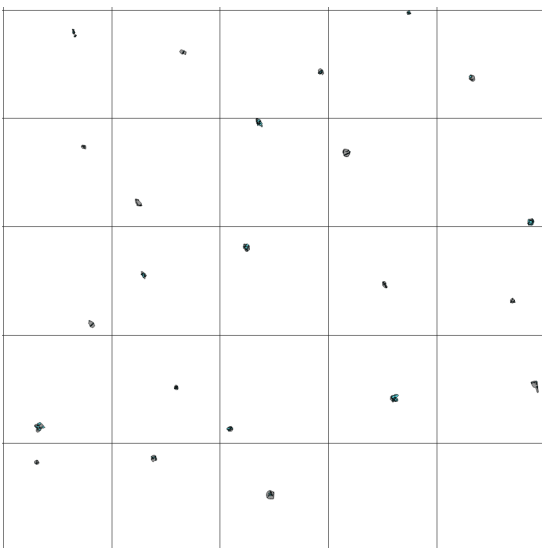
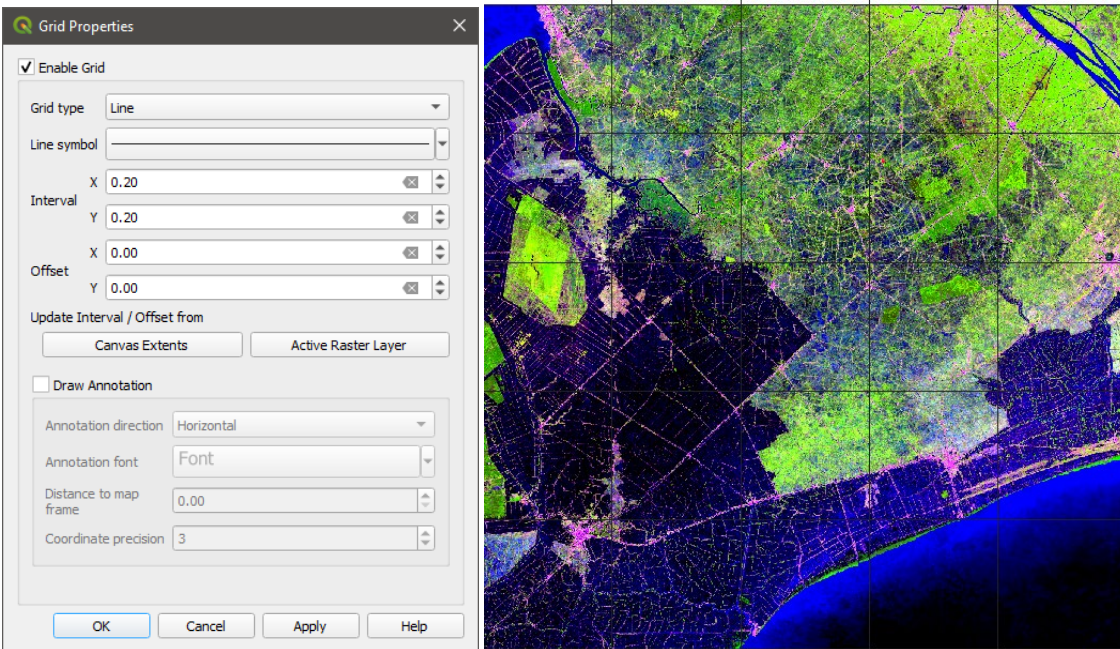
2. Vẽ lớp vắng mặt, hay **nền** (không rừng).

Lớp nền đại diện cho tất cả các loại phủ đất khác.

Các polygon của lớp nền có thể chồng lên các polygon của lớp mục tiêu.

Hướng dẫn thực hành tốt về phân bố mẫu huấn luyện

Điều quan trọng là phải phân bố các khu vực huấn luyện trên toàn bộ khu vực lập bản đồ. Chúng tôi khuyên sử dụng **công cụ lưới** QGIS để hướng dẫn phân bố huấn luyện. Lưới có thể được hiển thị trên các ảnh ghép số liệu bằng cách sử dụng tùy chọn menu **QGIS View\Decorations\Grid**. Nếu khu vực lập bản đồ nhỏ hơn 200x200 km thì lưới cách nhau 0,2 độ là tối ưu để hướng dẫn dữ liệu huấn luyện. Trong hình ảnh bên dưới, lưới chồng lên một cảnh ảnh GLAD ARD. Các mẫu huấn luyện phải được thu thập trong mỗi ô lưới. Việc đặt mẫu bên trong ô lưới phụ thuộc vào cấu hình lớp phủ đất.



Các shapefile huấn luyện lớp phủ đất được xây dựng. Phân phối huấn luyện được hướng dẫn bởi lưới 0,2x0,2 độ trong khu vực phân tích.

6.3. Áp dụng phân loại

Để áp dụng phân loại, hãy làm theo quy trình được mô tả dưới đây:

- Lưu tất cả các chỉnh sửa và đóng dự án QGIS. **Điều quan trọng là phải đóng dự án trong khi chạy phân loại!**
- Kiểm tra và chỉnh sửa tệp tham số phân loại nếu cần.

Cấu trúc tệp tham số phân loại (`classification_pheno_2022.txt`)

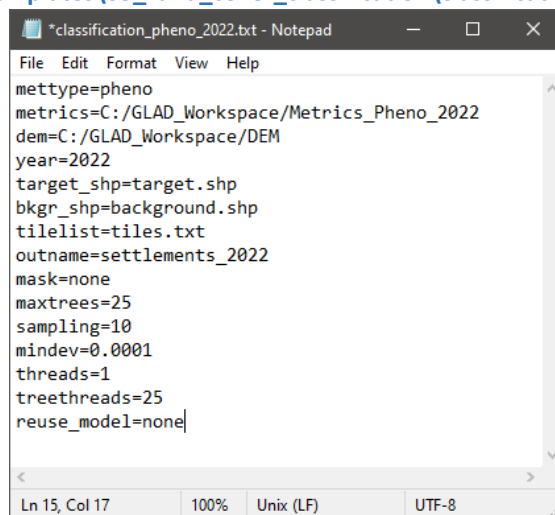
<code>mettype=pheno</code>	Loại dữ liệu
<code>metrics=C:/GLAD_Workspace/Metrics_Pheno_2022</code>	Thư mục nguồn dữ liệu đa thời gian
<code>dem=C:/GLAD_Workspace/DEM</code>	Thư mục nguồn dữ liệu địa hình
<code>year=2022</code>	Năm của dữ liệu đa thời gian
<code>target_shp=target.shp</code>	Tên shapelib lớp mục tiêu
<code>bkgr_shp=background.shp</code>	Tên shapelib lớp nền
<code>tilelist=tiles.txt</code>	Tên tệp danh sách cảnh ảnh
<code>outname=water_2022</code>	Tên tệp đầu ra
<code>mask=none</code>	Tên tệp mặt nạ (none – không có mặt nạ)
<code>maxtrees=25</code>	Số lượng cây (số lẻ trong khoảng 1-25)
<code>sampling=10</code>	Tỷ lệ lấy mẫu (phần trăm dữ liệu huấn luyện được trích xuất cho mỗi cây)
<code>mindev=0.0001</code>	Nguyên tắc cắt tỉa cây
<code>threads=1</code>	Số lượng tiến trình song song
<code>treethreads=25</code>	Số lượng tiến trình song song cho một mô hình cây
<code>reuse_model=none</code>	Sử dụng các cây hiện có (none – tạo một mô hình mới)

Bạn có thể sửa đổi các thông số tùy thuộc vào dung lượng máy tính, quy mô huấn luyện... Cụ thể:

- Việc tăng tham số **maxtrees** sẽ làm chậm quá trình phân loại nhưng cải thiện khả năng khái quát hóa mô hình.
- Tăng **mindev** sẽ làm giảm độ phức tạp của cây, còn giảm sẽ làm tăng độ phức tạp của cây.
- Giảm việc lấy **mẫu nếu** diện tích mẫu quá lớn. Tăng nó nếu tham số “maxtrees” giảm xuống.
- Giảm tham số **thread** và **treethreads** cho máy tính có dung lượng thấp (giá trị tối thiểu 1)

Mẫu tệp tham số

`C:\GLAD_Tools\Templates\05_Land_cover_classification\classification_pheno_2022.txt`

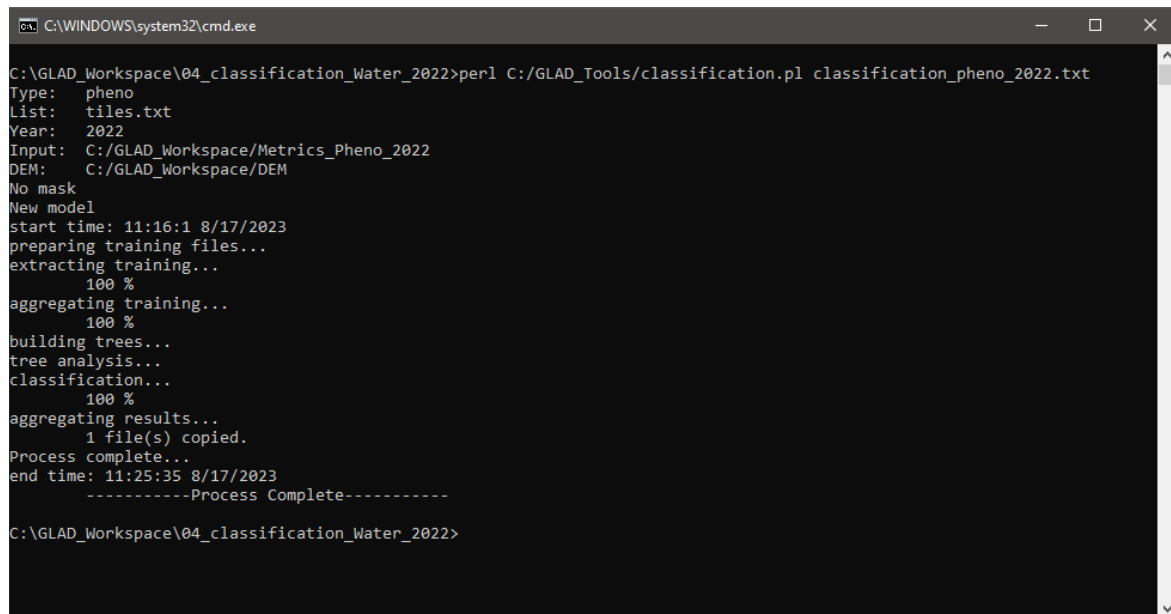


```
*classification_pheno_2022.txt - Notepad
File Edit Format View Help
mettype=pheno
metrics=C:/GLAD_Workspace/Metrics_Pheno_2022
dem=C:/GLAD_Workspace/DEM
year=2022
target_shp=target.shp
bkgr_shp=background.shp
tilelist=tiles.txt
outname=settlements_2022
mask=none
maxtrees=25
sampling=10
mindev=0.0001
threads=1
treethreads=25
reuse_model=none|
Ln 15, Col 17    100%    Unix (LF)    UTF-8
```


- Mở CMD trong thư mục dự án phân loại
- Sử dụng lệnh sau để thực hiện phân loại:

```
perl C:/GLAD_Tools/classification.pl classification_pheno_2022.txt
```

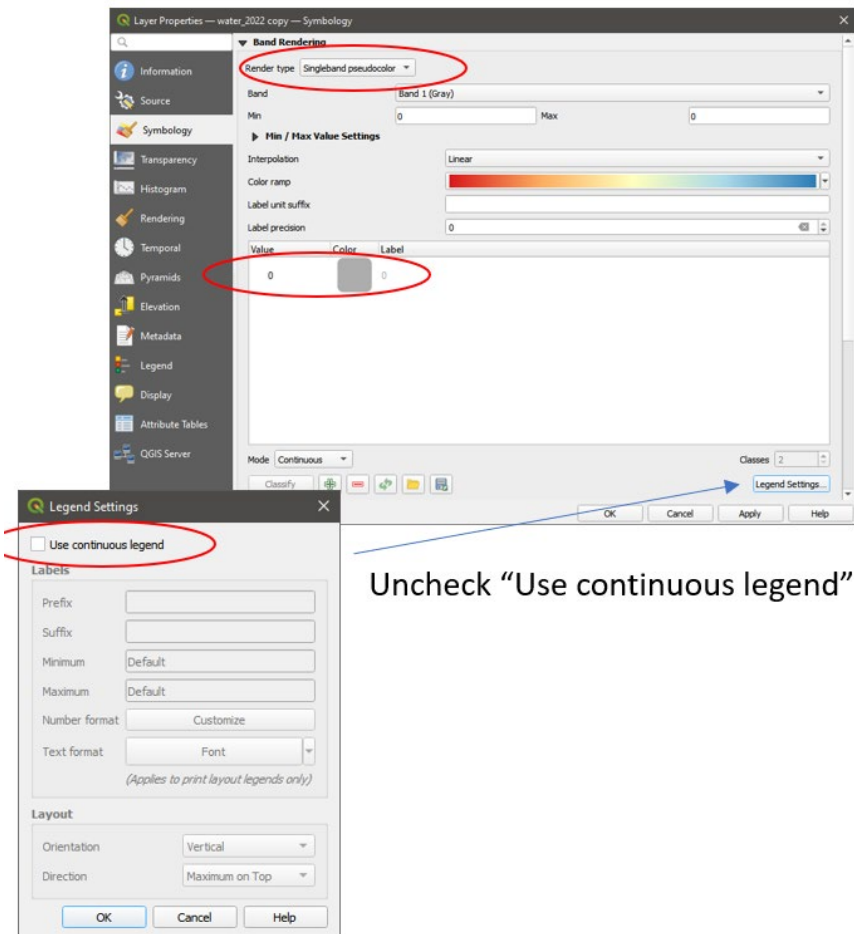
- Việc phân loại sẽ mất thời gian. Đợi dấu hiệu **Hoàn thành quy trình** cho biết quá trình phân loại đã được thực hiện thành công. Trong trường hợp có thông báo lỗi, hãy kiểm tra tệp cài đặt và thông số phần mềm.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\GLAD_Workspace\04_classification_Water_2022>perl C:/GLAD_Tools/classification.pl classification_pheno_2022.txt
Type: pheno
List: tiles.txt
Year: 2022
Input: C:/GLAD_Workspace/Metrics_Pheno_2022
DEM: C:/GLAD_Workspace/DEM
No mask
New model
start time: 11:16:1 8/17/2023
preparing training files...
extracting training...
      100 %
aggregating training...
      100 %
building trees...
tree analysis...
classification...
      100 %
aggregating results...
      1 file(s) copied.
Process complete..
end time: 11:25:35 8/17/2023
-----Process Complete-----
C:\GLAD_Workspace\04_classification_Water_2022>
```

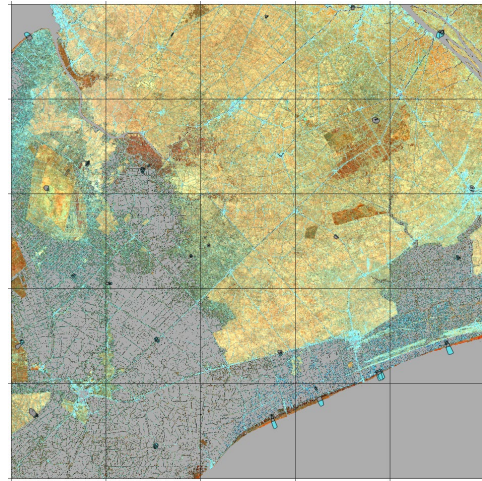
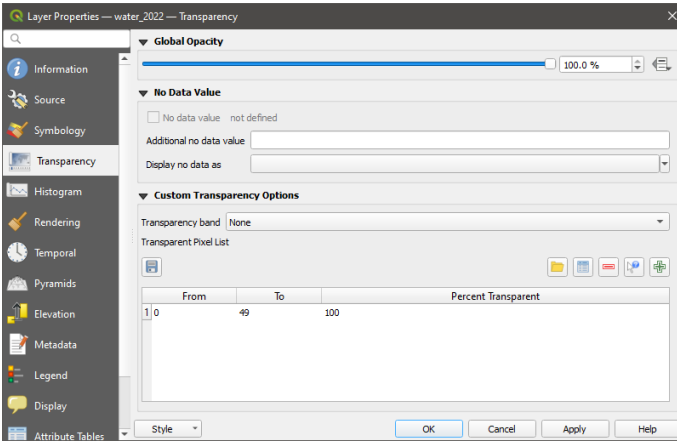
6.4. Kết quả phân loại

Đầu ra phân loại được lưu trữ dưới dạng tệp raster (GeoTIFF nén LZW). Tất cả các cảnh ảnh được ghép lại với nhau. Giá trị pixel nằm trong khoảng từ 0 – 100 và thể hiện khả năng của lớp mục tiêu. Ngưỡng thường được sử dụng để xác định lớp mục tiêu là 50% (giá trị 0-49 đại diện cho lớp nền và 50-100 - lớp mục tiêu). Tuy nhiên, ngưỡng có thể được điều chỉnh nếu cần thiết. Khả năng không nên được coi là độ tương tự phổ vì nó phụ thuộc vào quần thể huấn luyện. Khả năng của lớp không biểu thị tỷ lệ phần trăm của lớp mục tiêu trong một pixel. Để hiển thị kết quả phân loại, hãy mở dự án QGIS đã lưu và thêm lớp đầu ra phân loại (ví dụ: [water_2022.tif](#)). Kết quả phân loại đại diện cho một tệp TIFF 8 bit duy nhất được ghép. Đặt hệ thống ký hiệu lớp thành “Singleband pseudocolor” và chỉ để lại một giá trị trong chú giải.

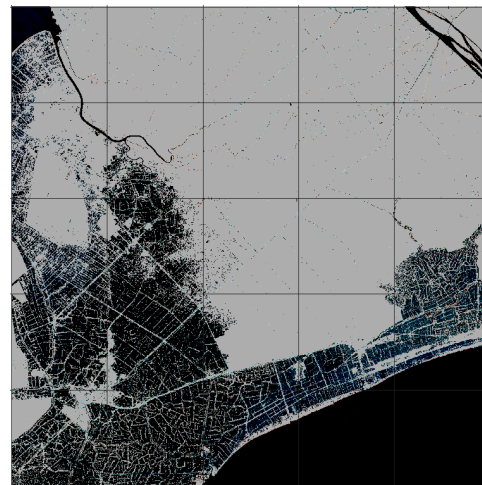
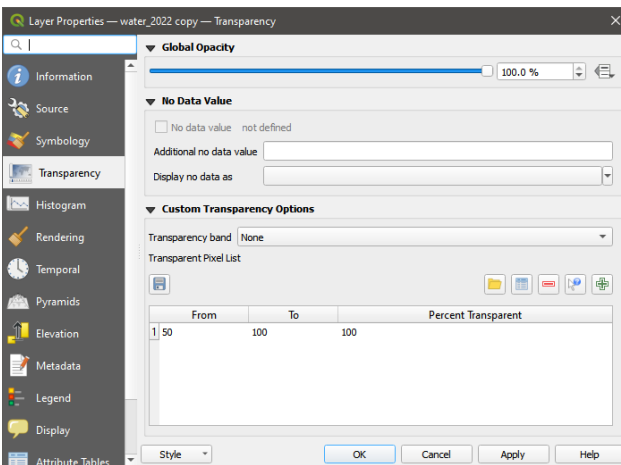


Uncheck “Use continuous legend”

Để hiển thị phạm vi lớp mục tiêu, hãy đặt **độ trong suốt** của lớp trong **phạm vi 0-49**. Cách hiển thị này thể hiện sự hiện diện của lớp và được sử dụng để kiểm tra lỗi bỏ sót.



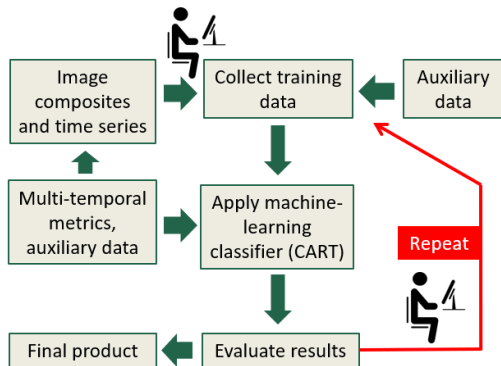
Để hiển thị sự vắng mặt của lớp mục tiêu, hãy đặt **độ trong suốt** của lớp trong **phạm vi 50-100**. Cách hiển thị này được sử dụng để kiểm tra lỗi nhận định sai.



Chúng tôi khuyên nên giữ cả hai phiên bản hiển thị kết quả trong dự án QGIS để đơn giản hóa việc kiểm tra bản đồ và thêm dữ liệu huấn luyện.

6.5. Lặp lại phân loại

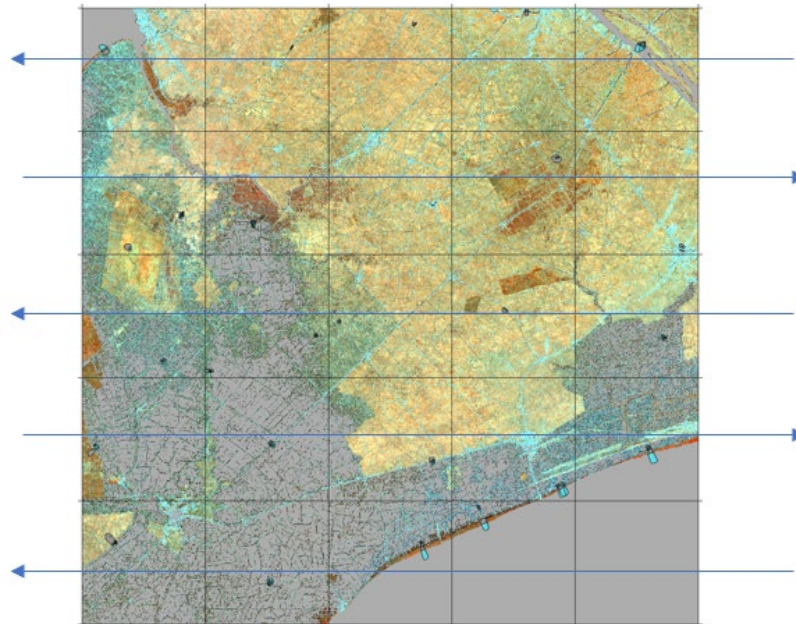
Kết quả phân loại học máy có thể có lỗi do không đủ dữ liệu huấn luyện. Mô hình có thể được cải thiện thông qua quá trình lặp đi lặp lại việc bổ sung dữ liệu huấn luyện, được gọi là **học chủ động**. Phương pháp học chủ động bao gồm việc lặp lại xây dựng mô hình, ứng dụng, đánh giá kết quả và bổ sung dữ liệu huấn luyện mới cho đến khi đạt được chất lượng bản đồ mong muốn.



Học chủ động tập trung vào sự tương tác giữa người phân tích và người phân loại. Sau khi áp dụng phân loại, kết quả được kiểm tra bởi người phân tích. Người phân tích gán nhãn lớp phủ đất chính xác cho các pixel được phân loại không chính xác và thêm các pixel huấn luyện này vào tập huấn luyện để cải thiện mô hình. Bằng cách này, mô hình được tối ưu hóa trên các ví dụ khó được lựa chọn kỹ càng, tối đa hóa khả năng khái quát hóa của nó.

Dưới đây chúng tôi mô tả quy trình làm việc hiệu quả để lặp lại và cải thiện bản đồ.

- Mở dự án QGIS đã lưu** và tải kết quả phân loại (kết quả sẽ chỉ được cập nhật tự động nếu dự án QGIS được đóng trong quá trình ứng dụng phân loại).
- Kiểm tra bản đồ trên toàn bộ khu vực** phân tích và **bổ sung huấn luyện** về các lỗi bỏ sót và lỗi nhận diện nhầm. Chúng tôi khuyên nên sử dụng lưới (phần 6.2) để kiểm tra toàn bộ hình ảnh ở mức thu phóng cao. Sử dụng lưới để điều hướng và kiểm tra từng hàng hình ảnh.



- Lưu** tất cả các chỉnh sửa và **đóng** dự án QGIS.

- Chạy mã phân loại trong CMD (phần 6.3)**. Không cần phải đóng CMD sau mỗi lần lặp lại. Tất cả các kết quả và tập tin mô hình sẽ bị ghi đè.

5. Lặp lại quy trình cho đến khi bản đồ có đủ chất lượng.

7. Phân loại theo thứ bậc

Phân loại theo cấp bậc cho phép lập bản đồ nhiều lớp phủ đất một cách tuần tự. Mỗi lớp mới được lập bản đồ bên ngoài các lớp đã có trong bản đồ. Một ứng dụng khác của công cụ này là giảm diện tích phân tích, ví dụ như phân loại lớp phủ đất trong địa giới hành chính.

Việc phân loại theo thứ bậc được kiểm soát bởi **mặt nạ phân loại**. Mặt nạ được biểu thị bằng tệp GeoTIFF (8 bit) có giá trị 0 và 1. Việc phân loại chỉ được áp dụng trong các pixel có giá trị 1.

Không gian làm việc của mẫu phân loại theo cấp bậc nằm trong

[C:\GLAD_Tools\Templates\06_Hierachical_classification](#). Không gian làm việc và các lệnh giống như không gian làm việc và các lệnh được sử dụng để phân loại lớp phủ đất đơn giản (**phần 6**), với một số thay đổi.

Trước khi bắt đầu phân loại, người dùng phải tạo mặt nạ phân loại. Mặt nạ phân loại được dựa vào kết quả trước đó. Trong mẫu, chúng tôi giả sử người dùng đã hoàn thành phân loại phạm vi nước và bản đồ nước thu được là [C:\GLAD_Workspace\01_Water_2022\water_2022.tif](#). Mặt nạ được tạo bằng công cụ Image Modeler, công cụ này cần có tệp tham số mô hình,

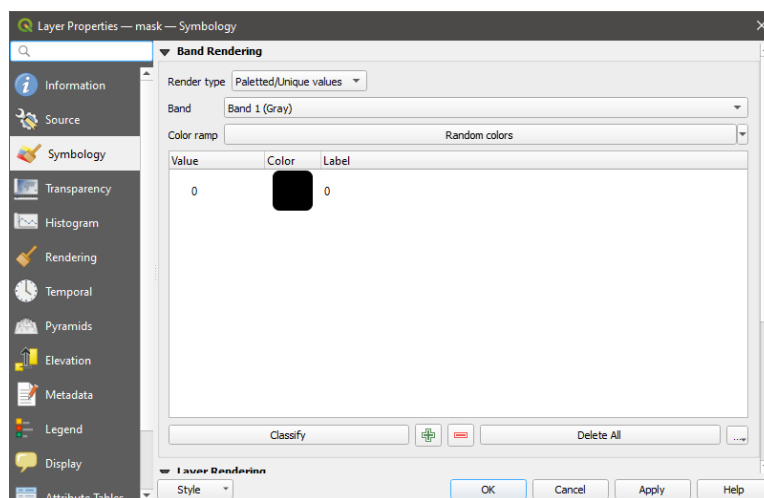
[C:\GLAD_Tools\Templates\06_Hierachical_classification\mask_model.txt](#). **Tệp tham số mô hình** có nội dung sau:

```
INPUT
%1=<path to earlier classification results>\<classification output name>.tif
END
MODEL
if (%1<50) {%0=1;}
END
```

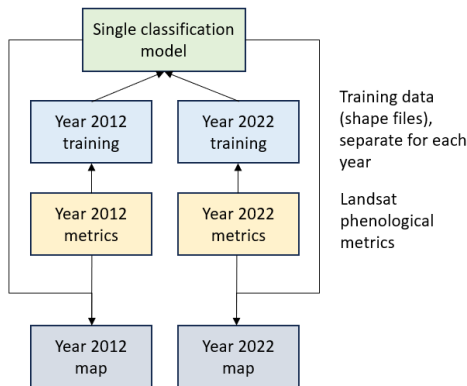
Để tạo mặt nạ, mở CMD trong không gian làm việc và chạy lệnh:

```
perl C:/GLAD_Tools/raster_model.pl mask_model.txt mask.tif
```

Mặt nạ có thể được sử dụng trong quá trình phân tích ảnh và thu thập dữ liệu huấn luyện. Đầu tiên, tải [mask.tif](#) vào dự án QGIS, đặt chú giải thành "Paletted/Unique values" và chỉ thêm giá trị "0" làm màu đen.



8. Phân loại đa thời gian



Công cụ phân loại đa thời gian được thiết kế để hiệu chỉnh các mô hình lập bản đồ sử dụng đất và che phủ đất ổn định theo thời gian. Mô hình phân loại đa thời gian sử dụng dữ liệu huấn luyện từ các năm khác nhau để tạo ra một mô hình phân loại duy nhất. Bằng cách này, mô hình phân loại được huấn luyện để bỏ qua sự khác biệt giữa các cảm biến Landsat và sự không nhất quán về tần suất dữ liệu hàng năm. Số lượng khoảng thời gian hiệu chỉnh và áp dụng mô hình không bị giới hạn; nên dùng hai đến bốn khoảng thời gian. Ví dụ sau đây cho thấy việc hiệu chỉnh mô hình bằng hai khoảng thời gian hàng năm.

Mẫu không gian làm việc được cung cấp tại đây: C:\GLAD_Tools\Templates\07_Multitemporal_classification. Mẫu này minh họa cách phân loại đa thời gian trong hai năm (2012 và 2022).

Các bước sau đây phải được hoàn thành trước khi bắt đầu phân loại đa thời gian:

1. Tải dữ liệu ARD cho tất cả các năm phân loại mục tiêu (2012 và 2022). Để tạo số liệu đa thời gian, mỗi năm người dùng phải tải xuống dữ liệu ARD trong khoảng thời gian 5 năm: năm mục tiêu và 4 năm trước đó (**phần 3.3 và 3.5**).
2. Tải dữ liệu DEM (**phần 3.5**).
3. Tạo các số liệu hiện tượng học cho cả năm 2012 và 2020 (**phần 4.1**)
4. Tạo một bộ ảnh ghép cho cả năm 2012 và 2012 (**phần 5.1**).

8.1. Không gian làm việc phân loại đa thời gian

Để bắt đầu một phân loại mới, hãy sao chép mẫu C:\GLAD_Tools\Templates\07_Multitemporal_classification vào không gian làm việc.

Không gian làm việc phân loại mới phải bao gồm các yếu tố sau:

- Danh sách cảnh ảnh ([tiles.txt](#))
- Hai bộ tệp huấn luyện ([target_year1.shp](#), [background_year1.shp](#), [target_year2.shp](#), [background_year2.shp](#)). Các tệp **Year1** được sử dụng để huấn luyện cho năm 2012 và **Year2** cho năm 2022. Nếu sử dụng nhiều năm hơn để phân loại thì chúng phải có tên duy nhất.
- Tập hợp các tệp tham số để thực hiện phân loại theo từng năm ([classification_pheno_year1.txt](#) và [classification_pheno_year2.txt](#)).
- Tệp [classification.bat](#) chứa các lệnh để thực hiện phân loại

Tệp [classification.bat](#) đơn giản hóa việc áp dụng phân loại đa thời gian. Tệp chứa các lệnh để (a) xuất dữ liệu huấn luyện cho từng năm; (b) xây dựng một mô hình duy nhất; và (c) áp dụng mô hình cho từng năm.

```

perl C:/GLAD_Tools/multitemporal_class_export.pl classification_pheno_year1.txt ← Extracting training for each year independently
perl C:/GLAD_Tools/multitemporal_class_export.pl classification_pheno_year2.txt
perl C:/GLAD_Tools/multitemporal_class_model.pl 25 25 0.0001 ← Building a common classification model
perl C:/GLAD_Tools/multitemporal_class_apply.pl classification_pheno_year1.txt ← Applying classification for each year
perl C:/GLAD_Tools/multitemporal_class_apply.pl classification_pheno_year2.txt
  
```

Nội dung thư mục **C:\GLAD_Tools\Templates\07_Multitemporal_classification** (trước khi phân loại):



8.2. Thu thập dữ liệu huấn luyện

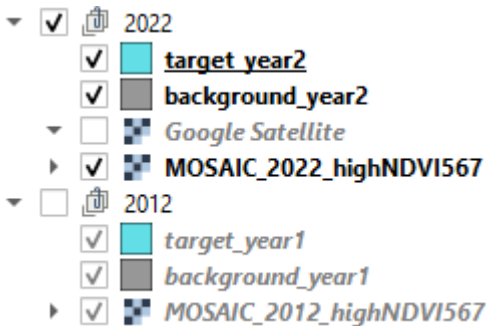
Để bắt đầu thu thập dữ liệu huấn luyện, mở một **dự án QGIS mới**, Thêm dự án vào các lớp sau:

1. Tập huấn luyện **target_year1.shp**, **background_year1.shp**, **target_year2.shp**, **background_year2.shp**, từ không gian làm việc phân loại.

Vị trí của shapefile rất quan trọng. Lớp loại “mục tiêu” phải luôn nằm trên lớp “nền”.

2. Ảnh ghép cho cả 2 năm.

3. Sử dụng thanh công cụ QickMapServices để tìm kiếm “Google” và thêm lớp **Google Satellite**.



Chúng tôi khuyến nghị nên sử dụng các nhóm để sắp xếp các lớp trong TOC (mục lục) của dự án. Sử dụng tùy chọn “**Group selected**” trong QGIS TOC để nhóm lớp cho từng năm và đổi tên các nhóm theo năm (**2012** và **2022**). Lớp Google Satellite chỉ có thể được trình bày trong nhóm 2022 hoặc bên ngoài các nhóm.

Mỗi lần chỉ được hiển thị một nhóm trong quá trình thu thập dữ liệu huấn luyện. Trong nhóm, hãy giữ lớp đào tạo “mục tiêu” phía trên lớp “nền” để tránh nhầm lẫn.

Để thu thập dữ liệu huấn luyện, hiển thị nhóm cho năm 2022 để thêm các điểm huấn luyện cho tập Year2 training. Sau đó, hiển thị nhóm cho năm 2012 để thu thập dữ liệu cho các tập Year1 training.

8.3. Áp dụng phân loại đa thời gian

Không giống như phân loại một năm, phân loại đa thời gian sử dụng các công cụ riêng biệt để trích xuất mẫu, hiệu chỉnh mô hình và ứng dụng mô hình. Mỗi năm, việc trích mẫu và ứng dụng mô hình được thực hiện riêng biệt và được hướng dẫn thông qua các tệp tham số. Cấu trúc tệp tham số giống như được mô tả trong **phần 6.3**. Đối với mỗi năm, các tệp tham số có các bộ số liệu nguồn khác nhau, các tệp huấn luyện khác nhau và tên tệp đầu ra khác nhau (sự khác biệt giữa các tệp này được đánh dấu bằng màu):

classification_pheno_year1.txt

```
mettype=pheno
metrics=C:/GLAD_Workspace/Metrics_Pheno_2012
dem=C:/GLAD_Workspace/DEM
year=2012
target_shp=target_year1.shp
bkgr_shp=background_year1.shp
tilelist=tiles.txt
outname=water_2012
mask=none
maxtrees=25
sampling=10
mindev=0.0001
threads=1
treethreads=25
reuse_model=none
```

classification_pheno_year2.txt

```
mettype=pheno
metrics=C:/GLAD_Workspace/Metrics_Pheno_2022
dem=C:/GLAD_Workspace/DEM
year=2022
target_shp=target_year2.shp
bkgr_shp=background_year2.shp
tilelist=tiles.txt
outname=water_2022
mask=none
maxtrees=25
sampling=10
mindev=0.0001
threads=1
treethreads=25
reuse_model=none
```

Tệp **classification.bat** đơn giản hóa việc áp dụng phân loại đa thời gian (**phần 8.1.**)

Để thực hiện phân loại đa thời gian, hãy làm theo các bước sau:

1. Lưu và ngừng chỉnh sửa tất cả các tệp huấn luyện. Lưu và đóng dự án QGIS.
2. Mở CMD trong thư mục phân loại và sử dụng lệnh:

```
classification.bat
```

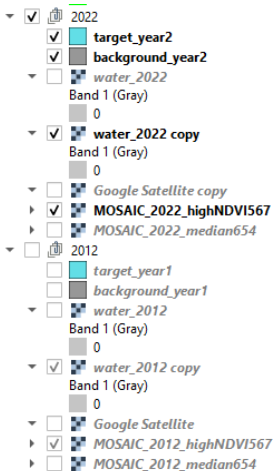
Đợi quá trình hoàn tất, việc này sẽ mất thời gian. Việc phân loại hoàn thành khi xuất hiện dấu nhắc CMD mới:

```
C:\GLAD_Workspace\06_classification_Water_2012-2022>
```

3. Kết quả phân loại được lưu trữ trong các tệp riêng biệt cho mỗi năm, ví dụ: **water_2012.tif** và **water_2022.tif**.

8.4. Kết quả phân loại và lặp lại

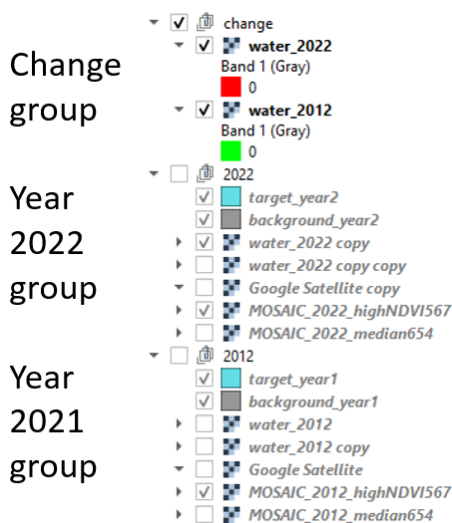
Để kiểm tra kết quả phân loại, mở dự án QGIS đã lưu và thêm kết quả ([water_2012.tif](#) và [water_2022.tif](#)). Xếp từng file vào nhóm tương ứng (**2012** và **2022**). Thực hiện theo các hướng dẫn trong **phần 6.4** để áp dụng chú giải cho các lớp đầu ra. Tôi khuyến nghị nên giữ hai bản sao của mỗi tệp kết quả: một bản để hiển thị lớp mục tiêu và một bản khác cho lớp nền.



Trước tiên, hãy kiểm tra kết quả phân loại của năm 2022. Chỉ hiển thị dữ liệu từ nhóm “2022”. Kiểm tra cả lỗi thiếu sót và lỗi nhận định sai của lớp nước, thêm dữ liệu huấn luyện nếu cần và lưu các tệp huấn luyện.

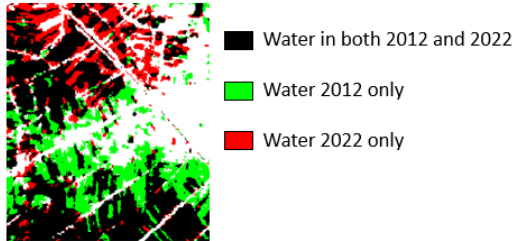
Tiếp theo, kiểm tra kết quả của năm 2012. Để thực hiện việc này, chỉ hiển thị nhóm “2012” và kiểm tra kết quả của năm 2012 bằng cách sử dụng ảnh ghép Landsat tương ứng. Không nên sử dụng lớp Google Satellites vào đầu năm (trước năm 2020).

Sau khi thêm dữ liệu huấn luyện, lưu các chỉnh sửa và đóng dự án QGIS. Chạy lại tệp batch [classifaction.bat](#) để cập nhật kết quả.



QGIS cho phép người dùng kiểm tra nhanh biến động lớp phủ đất mục tiêu giữa các năm. Để hiển thị biến động, hãy làm theo các bước sau:

1. Tạo một bản sao của các lớp phân loại biến động ([water_2012](#) và [water_2022](#)) và sáp nhập chúng vào một nhóm mới (có tên là “change”).
2. Đối với lớp **water_2012**, hãy sử dụng hệ thống ký hiệu “Singleband pseudocolor” và chỉ để lại một giá trị trong chú giải. Làm cho màu của lớp này là màu xanh lá cây. Đặt “Transparency” trong khoảng 0-49.
3. Sử dụng cùng một chú giải (một màu, độ trong suốt 0-49) cho lớp **water_2022**. Thay đổi màu thành màu đỏ và đặt “Blending mode” thành “Darken”.
4. Hiển thị kết quả cho cả hai năm 2012 và 2022. Bản đồ thu được hiển thị phạm vi nước ổn định ở màu đen, diện tích nước tăng ở màu đỏ và diện tích nước giảm ở màu xanh lá cây.



9. Phát hiện biến động

Các số liệu phát hiện biến động và thuật toán phân loại được thiết kế đặc biệt để lập bản đồ về sự mất mát đột ngột của tán cây và cây bụi, chẳng hạn như khai thác gỗ, gió lớn, cháy rừng và các hiện tượng khác

9.1. Không gian làm việc phát hiện biến động

Mẫu [C:\GLAD_Tools\Templates\08_Change_detection](#) hiển thị không gian làm việc mẫu để thực hiện phát hiện biến động rừng. Mỗi phân loại (mỗi năm phát hiện biến động) phải có không gian làm việc riêng. Các thành phần chính của không gian làm việc phân loại giống như Phân loại lớp phủ đất ([phần 6.1](#).)

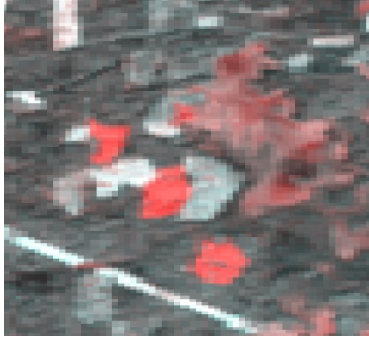
9.2. Thu thập dữ liệu huấn luyện

Tương tự như phân loại lớp phủ đất ([phần 6.1](#)), dữ liệu huấn luyện biểu thị hai shapefile polygon, một tệp có các khu vực đánh dấu các pixel lớp biến động (**mục tiêu**) và tệp còn lại đánh dấu các pixel khác (**nền**). “Biến động” được xác định bởi người phân tích dữ liệu và thể hiện sự chuyển đổi độ che phủ đất cụ thể có thể phát hiện được bằng quang phổ, chẳng hạn như chuyển đổi từ rừng sang không rừng. Các số liệu phát hiện biến động hàng năm không được thiết kế để lập bản đồ các quá trình chậm như cây mọc lại. Để kiểm tra động thái che phủ đất và tạo ra tập dữ liệu huấn luyện toàn diện, người phân tích dữ liệu được khuyến khích hiển thị sự kết hợp của các số liệu khác nhau ([phần 5.2](#)).

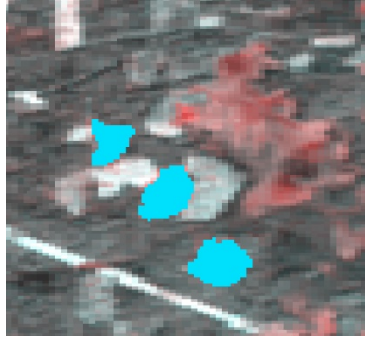
Để thu thập dữ liệu huấn luyện, thực hiện theo quy trình mô tả dưới đây:

- Tải dữ liệu ARD cần thiết ([phần 3.5](#)) và xây dựng các số liệu phát hiện biến động ([phần 4.2](#)).
- Sao chép [C:\GLAD_Tools\Templates\08_Change_detection](#) vào thư mục công việc của bạn.
- Mở QGIS (dự án mới).
- Thêm các lớp raster (ảnh ghép của các số liệu đã chọn). Tùy chọn: tải lớp Google Satellite bằng plugin QMS.
- Tải các tập tin [target.shp](#) và [background.shp](#). Đặt lớp mục tiêu lên trên cùng của lớp nền trong Bảng Layer Panel.
- Bắt đầu chỉnh sửa (Nút Toggle Editing) cho cả hai tệp shapefile.
- Sử dụng công cụ “Add Polygon” để bổ sung mẫu huấn luyện. Tránh tạo polygon huấn luyện lớn. Phân phối mẫu trên toàn bộ khu vực của ảnh.
- Lưu các lớp và dự án (định kỳ).

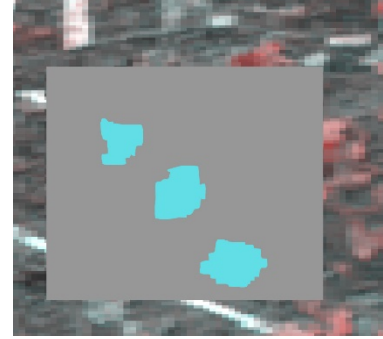
Ví dụ điểm huấn luyện để phát hiện mất rừng



Tổ hợp ảnh
(**phần 5.2**)



Huấn luyện lớp mục tiêu



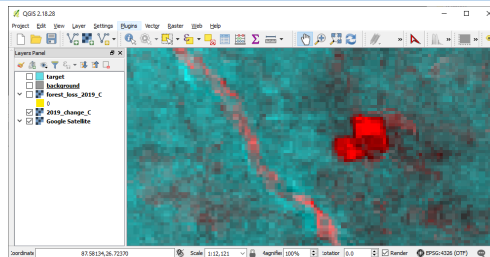
Huấn luyện lớp nền (được xếp
chồng lên lớp huấn luyện mục
tiêu)

9.3. Áp dụng phân loại

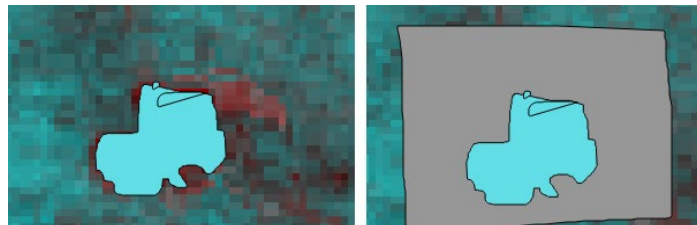
Ứng dụng mô hình để phát hiện biến động cũng giống như mô hình phân loại lớp phủ đất. Xem **phần 6.3** để biết cấu trúc tệp tham số (**classification_change_2022.txt**) và lệnh (**commands.txt**). Thông thường, quá trình phân loại phải được lặp đi lặp lại nhiều lần để có được bản đồ đủ chính xác (**phần 6.5**).

Ví dụ phân loại biến động rừng

1. Tổ hợp ảnh (**phần 5.2**) được sử dụng làm dữ liệu nguồn để phát hiện biến động và vẽ các điểm huấn luyện trong QGIS



2. Vẽ các điểm huấn luyện biến động và không biến động.



3. Tệp tham số phân loại.

```

classification_change_2022.txt - Notepad
File Edit Format View Help
mettype=change
output=C:/GLAD_Workspace/Metrics_Change_2022
dem=D:/DEM
year=2022
target_shp=target.shp
bkgr_shp=background.shp
tilelist=tiles.txt
outname=forest_loss_2022
mask=none
maxtrees=25
sampling=10
mindew=0.0001
threads=4
treethreads=25
reuse_model=none
    
```

4. Lệnh CMD

```
>perl C:/GLAD_Tools/classification.pl classification_change_2022.txt
```

5. Mở QGIS và tải kết quả phân loại (tệp TIF). Để hiển thị lớp mục tiêu, sử dụng ngưỡng trong suốt 0-49. Để hiển thị lớp nền, áp dụng độ trong suốt cho khoảng 50-100.



10. Tổng hợp bản đồ LCLU

Sau khi hoàn thành phân loại cho nhiều lớp phủ đất, các lớp riêng biệt có thể được tổng hợp thành bản đồ LCLU bằng công cụ **Image Modeler**. Công cụ Image Modeler cho phép ứng dụng các hàm toán học đơn giản và các câu lệnh có điều kiện cho một tập hợp các lớp raster. Xem *tài liệu Hướng dẫn sử dụng* để biết chi tiết về cách sử dụng công cụ Image Modeler và các công cụ phân tích hình ảnh raster khác.

Để thực hiện công cụ Image Modeler, tất cả hình ảnh đầu vào phải ở tọa độ địa lý trên mốc dữ liệu WGS84. Tất cả hình ảnh đầu vào phải có cùng phạm vi (tính bằng pixel), cùng kích thước pixel và cùng tọa độ UL. Dữ liệu không dấu 8 bit, không dấu 16 bit và dữ liệu có dấu 16 bit ở định dạng GeoTIFF được hỗ trợ cho hình ảnh đầu vào. Hình ảnh đầu ra là một raster không dấu 8 bit (GeoTIFF không nén). Các lớp đầu vào có thể bao gồm các kết quả phân tích dữ liệu (trung bình tiêu cự, mã hóa lại) và các lớp vectơ raster hoá.

Ví dụ về không gian làm việc để tổng hợp bản đồ LCLU được cung cấp tại đây:

C:\GLAD_Tools\Templates\09_LCLUC_map. Sao chép mẫu này vào không gian làm việc trước khi chạy lệnh.

Không gian làm việc gồm các lớp đầu vào sau đây (kết quả phân loại lớp phủ đất):

water_2022.tif	Các vùng nước vĩnh viễn
settlements_2022.tif	Đất có công trình xây dựng và ảnh ghép nông thôn
treecover_2022.tif	Độ che phủ tán cây
cropland_2022.tif	Đất cây trồng hàng năm

Mỗi bản đồ thể hiện khả năng xảy ra của một lớp mục tiêu, 0-100%.

Mục tiêu của công cụ này là tạo bản đồ LCLU với các lớp sau:

- 1 – Nước nội địa
- 2 – Độ che phủ tán cây
- 3 – Đất cây trồng hàng năm
- 4 – Đất dân cư
- 5 – Đất khác

Tham số mô hình (**lcluc_model_2022.txt**) bao gồm đường dẫn đến tệp và quy tắc xử lý dữ liệu. Tệp tham số bao gồm hai phần: **định nghĩa dữ liệu đầu vào** và **định nghĩa mô hình**. Các phần được đánh dấu rõ ràng (**INPUT/END** và **MODEL/END**). Những dấu hiệu này rất quan trọng để mã giải đoán chính xác các tham số. Mỗi tệp đầu vào được liên kết với một biến được ký hiệu là **%n**, trong đó n là số lượng tệp đầu vào. Tệp đầu ra được biểu thị bằng biến **%0**. Công cụ Image Modeler **chỉ hỗ trợ một lớp đầu ra**.

Định dạng của phần mô hình tương tự như cú pháp C++ cho các câu lệnh số học và điều kiện. Các ví dụ sau minh họa các hoạt động phổ biến nhất:

Các phép tính số học:

```
%0= %1+%2;
%0= (%1-%2)/(%1+%2)*100;
```

Các câu lệnh có điều kiện:

```
if (%1==1) {%0=10;}
if (%1==1 or %2==1) {%0=1;}
else if (%3==2) {%0=2;}
else {%0=3;}
```

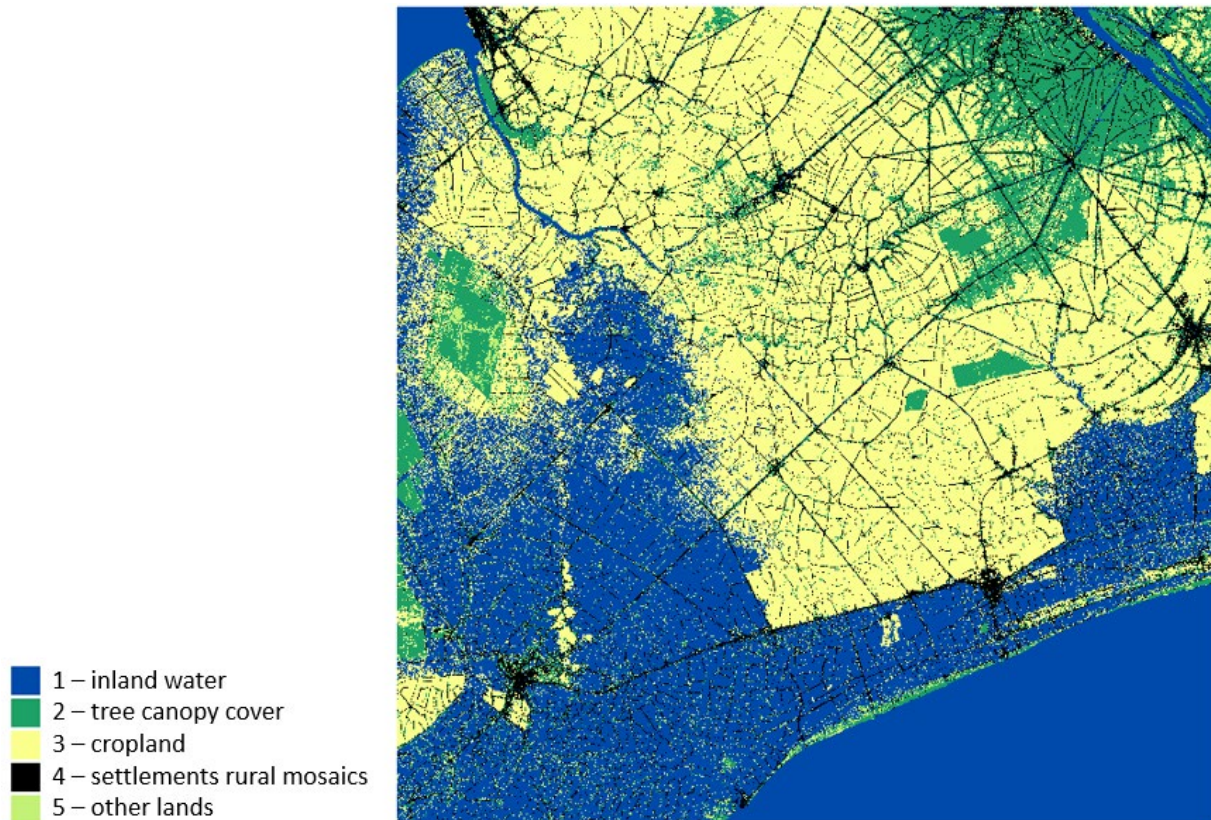
Các ví dụ sau thể hiện tệp tham số để tạo bản đồ LCLU bằng các câu lệnh có điều kiện (**lclu_model_2022.txt**):

<p>ĐẦU VÀO %1=water_2022.tif %2=settlements_2022.tif %3=treecover_2022.tif %4=cropland_2022.tif</p> <p>KẾT THÚC</p> <p>MÔ HÌNH if (%1>=50) {%0=1;} else if (%3>=50) {%0=2;} else if (%4>=50) {%0=3;} else if (%2>=50) {%0=4;} else {%0=5;} KẾT THÚC</p>	<p>Tiêu đề của phần đầu vào (không xoá) Tệp đầu vào đầu tiên được liên kết với biến %1 Tệp đầu vào thứ hai ...</p> <p>Kết thúc phần đầu vào (không xoá) Tiêu đề của phần mô hình (không xoá)</p> <p>Câu lệnh có điều kiện</p> <p>Kết thúc phần mô hình (không xoá)</p>
---	--

Để chạy Image Modeler, mở CMD trong thư mục chứa tệp tham số và thực hiện lệnh sau:

```
perl C:/GLAD_Tools/raster_model.pl lclu_model_2022.txt LCLU_2022.tif
```

Tệp đầu ra (**lclu_2022.tif**) có 5 lớp LCLU phù hợp với chú giải bắt buộc.



11. Diện tích Raster

11.1. Diện tích mỗi lớp LCLU

Các công cụ vùng raster sử dụng phương trình tính diện tích hình thang hình cầu trên ellipsoid WGS84 để tính toán chính xác diện tích từng pixel của dữ liệu raster ở định dạng địa lý ARD. Công cụ này được yêu cầu để ước tính diện tích của các lớp từ bản đồ phân loại đầu ra. Tập đầu vào phải ở tọa độ địa lý trên WGS84. Chỉ các tệp GeoTIFF không dấu 8 bit mới được hỗ trợ. Công cụ này xuất ra diện tích tính bằng mét vuông và số pixel cho mỗi lớp có trên bản đồ.

Để chạy công cụ, hãy sử dụng lệnh **CMD** sau:

```
C:\GLAD_Tools\get_area.exe <input>.tif <output>.txt
<input> is the name of the map file; <output> is the name of the output area report text file.
```

Tập đầu ra chứa thông tin về diện tích và số pixel của từng giá trị pixel dữ liệu. Diện tích tính bằng mét vuông. Cột "i" biểu thị giá trị pixel.

i	area,m2	count,pixels
0	5646992607.4	13721122
1	20695919151.7	50278878

Ví dụ lệnh được thực hiện bằng mẫu [C:\GLAD_Tools\Templates\09_LCLUC_map](#):

```
C:\GLAD_Tools\get_area.exe lcl_2022.tif LCLU_2022_area.txt
```

11.2. Thống kê theo vùng

Công cụ này tính toán diện tích của các lớp pixel mục tiêu trong các vùng được xác định bởi một lớp raster khác. Cả hai tệp đầu vào phải có cùng phạm vi, kích thước pixel và tọa độ UL và cả hai phải là tệp raster GeoTIFF không dấu 8 bit. Các tệp đầu vào phải ở tọa độ địa lý trên WGS84.

Để chạy công cụ, hãy sử dụng lệnh **CMD** sau:

```
C:\GLAD_Tools\zonal_stat.exe <input>.tif <zones>.tif <output>.txt
<input> is the name of the map file; <zones> is the name of the zones map file; <output> is the name of the output area report text file.
```

Tập đầu ra chứa thông tin về diện tích và số pixel của từng giá trị pixel dữ liệu. Diện tích tính bằng mét vuông. Các cột "class" biểu thị giá trị pixel. Hàng tiêu đề biểu thị các cột tương ứng với các vùng.

class	0	1	2	3	4
0	0.0	363759095.3	363481653.7	44602049.6	545098244.4
1	0.0	1338230723.6	2308410369.5	56567126.8	2228712247.0

12. Phân tích mẫu

12.1. Thiết kế lấy mẫu

Công cụ GLAD hỗ trợ thiết kế lấy mẫu ngẫu nhiên phân tầng. Lấy mẫu ngẫu nhiên đơn giản cũng được hỗ trợ, trong trường hợp này, chỉ một tầng được xem xét.

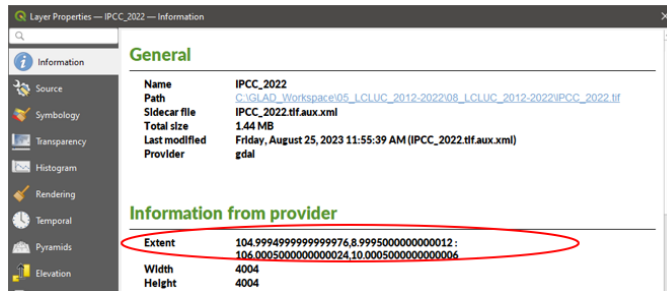
Việc phân bổ mẫu đòi hỏi phải có một lớp raster nguồn để xác định vùng lấy mẫu (khu vực quan tâm) được chia thành các tầng lấy mẫu. Raster phải có cùng định dạng với dữ liệu ARD, với kích thước pixel và ranh giới pixel khớp với tập dữ liệu ARD. Chỉ các tệp GeoTIFF 8 bit mới phù hợp cho quy trình sau.

Mẫu không gian làm việc [C:\GLAD_Tools\Templates\10_Sampling_Design](#) cung cấp ví dụ về quy trình thiết kế lấy mẫu. Mẫu không gian làm việc bao gồm lớp bản đồ [lclu_2022.tif](#) để xác định tầng lấy mẫu và lớp vectơ [provinces.shp](#) để xác định AOI. Để làm việc với mẫu này, hãy sao chép nó vào không gian làm việc.

12.1.1. Phạm vi lấy mẫu AOI.

Các tiện ích GDAL (có thể truy cập thông qua OSGeo4W) được sử dụng để tạo tệp raster đại diện cho khu vực quan tâm (AOI). Thực hiện theo các bước sau để tạo lớp raster AOI:

1. Mở bản đồ LCLU 2020 ([lclu_2022.tif](#)) trong một dự án QGIS mới.
2. Mở thuộc tính lớp và sao chép dữ liệu Phạm vi. Phạm vi hiển thị hai cặp tọa độ X, Y cho các góc LL và UR.



3. Chuyển tọa độ phạm vi thành định dạng:

ULx LRy LRx Uly (hoặc trái dưới phải trên):

104.99949999999976,8.9995000000000012 : 106.0005000000000024,10.0005000000000006



104.9995 8.9995 106.0005 10.0005

4. Mở giao diện **OSGeo4W Shell** bằng menu Start của Windows. Điều hướng đến thư mục không gian làm việc.
5. Chạy lệnh sau để raster hoá lớp các tỉnh (trực tuyến!)

```
gdal_rasterize -te 104.9995 8.9995 106.0005 10.0005 -tr 0.00025 0.00025 -ot Byte -of GTiff
-co COMPRESS=LZW -co BIGTIFF=IF_SAFER -burn 1 provinces_NRSD_training.shp provinces.tif
```

6. Tải tệp đầu ra [provinces.tif](#) vào dự án QGIS và kiểm tra xem cả bản đồ LCLU và bản đồ các tỉnh có cùng phạm vi hay không.

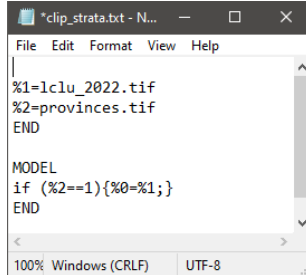
* Nếu AOI được trình bày dưới dạng tệp raster, hãy sử dụng lệnh GDAL "**gdalwarp**" để lấy mẫu lại (và chiếu lại) nó vào lưới pixel ARD và phạm vi bản đồ LCLU.

12.1.2. Bản đồ phân tầng.

Bản đồ phân tầng là một lớp raster thường được tạo bởi sự giao nhau của bản đồ LCLU và raster phạm vi AOI. Mỗi pixel của lớp phân tầng phải có giá trị tương ứng với ID tầng (1– N). Các pixel có giá trị 0 được coi là nằm ngoài vùng lấy mẫu.

Thực hiện theo các bước sau để tạo **bản đồ phân tầng**:

1. Kiểm tra và sửa đổi (nếu cần) tệp tham số Image Modeler **clip_strata.txt**. Tệp chứa các lệnh để cắt bản đồ LCLU bằng ranh giới tỉnh:



2. Mở CMD trong không gian làm việc và chạy lệnh:

```
perl C:/GLAD_Tools/raster_model.pl clip_strata.txt strata.tif
```

3. Mở tệp **strata.tif** trong GIS và kiểm tra xem nó có đúng không.

12.1.3. Diện tích phân tầng.

Để tính diện tích tầng và số pixel, hãy sử dụng công cụ vùng hình ảnh (**phần 11.1**). Chạy lệnh sau trong CMD:

```
C:\GLAD_Tools\get_area.exe strata.tif strata_area.txt
```

Mở file **strata_area.txt** và chuyển nội dung của nó vào bảng Excel **Sampling_Design.xlsx** (bỏ qua giá trị 0), cột A-C.

12.1.4. Phân bố mẫu.

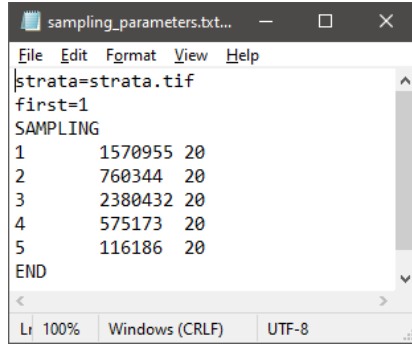
Bảng phân bố mẫu được cung cấp trong tệp Excel **Sampling_Design.xlsx** (xem phần “Bảng cho tệp tham số” bên dưới).

	Strata area (from strata_area.txt)			For sampling_parameters.txt			For area_parameters.txt				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Stratum	area,m2	count,pixels		Table for the parameter file				Table for estimation parameter file, area in ha		
2	1	1193212165	1570955		1	1570955	20		1	119321.216	1570955
3	2	576733667	760344		2	760344	20		2	57673.367	760344
4	3	1806421051	2380432		3	2380432	20		3	180642.105	2380432
5	4	436530419.9	575173		4	575173	20		4	43653.042	575173
6	5	88239425.6	116186		5	116186	20		5	8823.943	116186

Ở đây, chúng ta phân bố 20 mẫu cho mỗi tầng nhằm mục đích trình bày. Thực hiện theo các **nguyên tắc phân bố mẫu** trong công việc thực tế:

1. Phân bố **100-1000 mẫu cho mỗi tầng**.
2. Các tầng lớn có khả năng không chắc chắn (ví dụ: các khu vực đất trồng trọt bao gồm các pixel hỗn hợp) yêu cầu **số lượng mẫu lớn hơn** so với các tầng nhỏ và đồng nhất.
3. Việc sử dụng phân bố mẫu tối ưu cho nhiều lớp là không hữu ích và khó thực hiện.
4. Mẫu có thể được thêm vào **nhiều lần** sau khi phân tích kết quả dựa trên bộ mẫu ban đầu.

Sao chép phần “bảng cho tệp tham số” của bảng Excel vào tệp **sampling_parameters.txt**:



Strat – tên của tệp khung lấy mẫu.
First - số lượng mẫu đầu tiên.

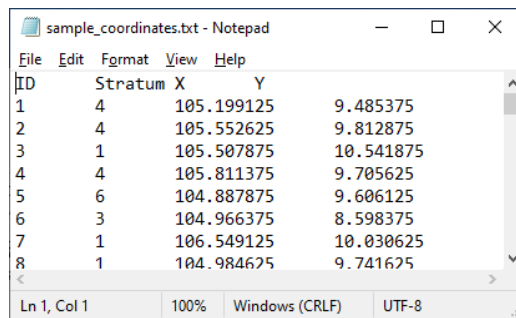
SAMPLING (tiêu đề của khung lấy mẫu)
Each line (tab tách biệt):
Strata_ID N_pixels n_samples
END (kết thúc khung lấy mẫu)

Mở CMD trong không gian làm việc và thực hiện lệnh sau:

```
perl C:/GLAD_Tools/samples_generate.pl sampling_parameters.txt
```

Tệp đầu ra **sample_coordinates.txt** chứa danh sách các mẫu đã chọn. Các cột là ID mẫu; Tầng; Tâm điểm ảnh X; Tâm điểm ảnh Y.

sample_coordinates.txt

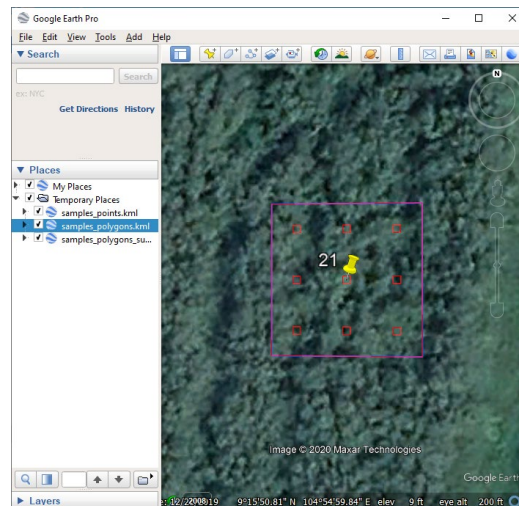


Bảng mẫu chỉ chứa tọa độ điểm trung tâm. Để tạo tập dữ liệu vectơ có đường viền mẫu, hãy sử dụng công cụ **sample_kml.pl**. Công cụ này có thể được thực hiện bằng lệnh sau:

```
perl C:/GLAD_Tools/samples_kml.pl sample_coordinates.txt
```

Đầu ra bao gồm các tệp KML của các điểm trung tâm (**samples_points.kml**), đường viền mẫu (**samples_polygons.kml**) và đường viền mẫu với chín ô phụ để giải đoán pixel phụ (**samples_polygons_subplots.kml**).

Ví dụ về mẫu được biểu thị bằng điểm trung tâm, đường viền và đường viền với các ô phụ.



12.2. Trích xuất dữ liệu mẫu

Dữ liệu sau bắt buộc phải có để trích xuất dữ liệu mẫu:

1. Phải tải dữ liệu ARD cho toàn bộ khoảng thời gian phân tích (ví dụ: từ năm 2012 đến năm 2022).
2. Danh sách các cảnh ảnh (**tiles.txt**).
3. Danh sách tọa độ mẫu (**sample_coordinates.txt**) tại **phần 12.1.4**.

Trích xuất dữ liệu mẫu được điều khiển bởi tệp tham số có cấu trúc sau:

Tệp tham số trích xuất dữ liệu tham chiếu mẫu (**sample_data_parameters.txt**)

tile_list=tiles.txt	Tên tệp danh sách cảnh ảnh
sample_list=sample_coordinates.txt	Tên tệp tọa độ mẫu
start_year=2012	Năm đầu của dữ liệu tham chiếu
end_year=2022	Năm cuối của dữ liệu tham chiếu
ARD=C:/GLAD_Workspace/ARD	Đường dẫn đến thư mục dữ liệu ARD
threads=5	Số lượng các tiến trình song song

** Việc trích xuất mẫu tham chiếu sẽ không hoạt động nếu năm đầu tiên và năm cuối cùng của dữ liệu tham chiếu giống nhau.*

** Không giống như quá trình tạo và phân loại số liệu, việc trích xuất mẫu tham chiếu không yêu cầu RAM lớn. Chúng tôi khuyến nghị nên sử dụng tất cả các lõi có sẵn để xử lý dữ liệu.*

Xem ví dụ tệp tham số trích xuất dữ liệu mẫu tại đây:

C:\GLAD_Tools\Templates\10_Sampling_Design\sample_data_parameters.txt

Mở CMD trong không gian làm việc và chạy lệnh sau:

```
perl C:/GLAD_Tools/samples_data.pl sample_data_parameters.txt
```

Lệnh có thể mất nhiều thời gian để hoàn thành. Nếu tìm thấy lỗi, hãy xóa tất cả các thư mục và tệp tạm thời trước khi chạy lại lệnh.

Dữ liệu tham chiếu được lưu trữ trong thư mục con mới **Sample_Data**. Đối với mỗi mẫu, có tổ hợp ảnh hàng năm, tổ hợp hai tháng một lần, hồ sơ tạm thời và tệp KML. Một tập hợp các trang html được tạo cho mỗi mẫu để hiển thị dữ liệu hàng năm và hàng tháng. Trang chỉ số mẫu nằm trong thư mục gốc (**image.html**). Tệp chỉ số cho phép điều hướng đến bất kỳ mẫu nào. Mỗi trang mẫu chứa các cấu hình tạm thời về độ phản xạ NDVI, NDWI và SWIR1. Các chỉ số và tỷ lệ phản xạ đã được chọn để đơn giản hóa việc phân tích trực quan: các giá trị NDVI và NDWI được chia tỷ lệ trong phạm vi 0-2; và độ phản xạ SWIR2 được chia tỷ lệ trong phạm vi 1-3. Các tổ hợp hàng tháng sẽ mở trong một cửa sổ bật lên khi nhấp vào vùng tổ hợp hình ảnh. KML có thể được mở tự động trong Google Earth (kiểm tra cài đặt trình duyệt). Chúng tôi khuyến nghị nên sử dụng trình duyệt Chrome để làm việc với dữ liệu mẫu.

The link to Google Earth simplifies VHR data analysis

index.html allows navigation between samples.

Sample page provides navigation links, reflectance temporal profile and annual average reflectance image composites (SWIR1-NIR-red band combination).

Bi-monthly data provides average reflectance for every two month.

12.3. Giải đoán mẫu

Giải đoán mẫu là phần quan trọng nhất của phân tích mẫu. Việc giải đoán phải được thực hiện bởi một người phân tích biết rõ lớp phủ đất trong khu vực và mối quan hệ giữa các loại lớp phủ đất và đặc tính phổ của chúng. Nếu có nhiều người giải đoán làm việc độc lập thì cần triển khai các biện pháp **kiểm soát chất lượng** và **giải quyết sự sai lệch**. **Chú giải phân loại** nên được lựa chọn dựa trên khả năng phân biệt các lớp của người phân tích. Giao thức xử lý các **pixel hỗn hợp** nên được thực hiện để tránh lỗi giải đoán.

Chúng tôi khuyến nghị nên sử dụng trình chỉnh sửa bảng tính, ví dụ: MS Excel hoặc Google Sheets, để ghi lại kết quả giải đoán mẫu. Bảng giải đoán mẫu phải có ID mẫu nhưng không có thông tin về tầng vì nó có thể gây ra sai lệch giải đoán. Lớp phủ đất hoặc các lớp biến động có thể được ghi lại bằng các định dạng khác nhau (xem ví dụ bên dưới).

Ví dụ về ghi dữ liệu mẫu

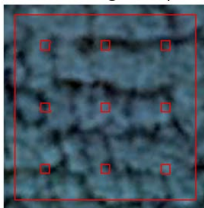
Các lớp phủ đất đơn giản Toàn bộ pixel được gán cho lớp phủ đất chiếm đa số. Các chữ viết tắt của lớp được sử dụng để đơn giản hóa việc nhập dữ liệu

	A	B	C	D
1	ID	X	Y	category
2	1	130.6144	-23.4136	SNC
3	2	139.5139	-27.4239	SNC
4	3	143.6766	-37.8344	SNC
5	4	145.7281	-34.0169	CG
6	5	177.3454	-38.0679	SNC
7	6	146.7619	-31.9441	cl
8	7	130.8436	-28.8001	SNC
9	8	141.7591	-17.9009	SNC
10	9	115.5271	-28.3911	SNC
11	10	131.0376	-18.6859	SNC
12	11	148.3834	-26.6294	SNC
13	12	147.6321	-22.4626	CG

Dữ liệu mẫu được ghi lại theo tỷ lệ các lớp phủ đất trong mỗi pixel. Các phân số 0, 0,25, 0,5, 0,75 và 1 được ghi lại.

ID	Cropland	Rural Mosaic	Wetland	Aquaculture	Mangroves	Build-up
1	1					
2						1
3	0.5	0.5				
4			1			
5	1					
6		0.5		0.5		
7				0.5	0.5	
8	0.5				0.5	
9			1			
10		0.5				0.5
11		0.5		0.5		

Ví dụ về giải đoán mẫu (độ che phủ tán cây) bằng các ô con



9 sub-plots intersect canopy



3 sub-plots intersect canopy



0 sub-plots intersect canopy. Even there is trees within this sample none of the sub-plots intersect it.

$$\% \text{ tree cover} = n/9 \times 100$$

Diện tích của một lớp được ghi lại bằng số ô con giao nhau với lớp đó. Chúng tôi đã sử dụng 9 ô con. Phần trăm có thể được tính từ số (n) bằng phương trình:

$$\% \text{ độ che phủ của cây} = n/9 \times 100$$

12.4. Tính diện tích dựa vào mẫu

Ví dụ sau đây cho thấy trường hợp của một quy trình giải đoán mẫu trong đó toàn bộ khu vực mẫu chỉ được phân bổ cho một lớp phủ đất. Để biết cách giải đoán lớp phủ đất theo tỷ lệ, hãy tham khảo **Hướng dẫn sử dụng**.

Mẫu không gian làm việc C:\GLAD_Tools\Templates\11_Sample_Estimation cung cấp ví dụ về dữ liệu giải đoán mẫu và kết quả phân tích mẫu. Tất cả dữ liệu được cung cấp trong phần này được tạo ra cho mục đích huấn luyện và không đại diện cho kết quả giải đoán mẫu thực tế.

Dữ liệu giải đoán mẫu nguồn được cung cấp trong bảng **Sample_Analysis.xlsx**, trang **sample_reference_data**:

	A	B	C	D	E
1	ID	Stratum	X	Y	Interpreted Type
2	1	1	105.4174	9.225625	water
3	2	1	105.5416	9.258125	water
4	3	1	105.3299	9.415625	water
5	4	2	105.6906	9.851875	trees
6	5	3	105.7196	9.812375	cropland
7	6	5	105.7874	9.283875	other
8	7	1	105.3496	9.094875	water
9	8	5	105.6904	9.242875	settlement
10	9	2	105.8186	9.924625	trees
11	10	2	105.4226	9.697375	trees

Các cột A-D lấy từ bảng phân bổ mẫu sample_coordinates.txt (**phần 12.1.4**)

Cột E chứa kết quả giải đoán mẫu

Chuyển kết quả giải đoán sang bảng nhập dữ liệu như hình dưới đây. Bảng đầu vào phải có các cột sau (hãy thực hiện đúng hướng dẫn nếu không kết quả sẽ không chính xác):

- ID mẫu (liên kết đến cột A)
- Tầng mẫu (liên kết đến cột B)
- Tham chiếu (giá trị = 100, biểu thị toàn bộ khu vực mẫu)
- Loại (liên kết đến cột dữ liệu tham chiếu tương ứng)

Ví dụ được cung cấp trong bảng **Sample_Analysis.xlsx**, trang **Area_estimation_input**:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	ID	Stratum	X	Y	Interpreted Type		ID	Stratum	Ref	Interpreted Type
2	1	1	105.4174	9.225625	water		1	1	100	water
3	2	1	105.5416	9.258125	water		2	1	100	water
4	3	1	105.3299	9.415625	water		3	1	100	water
5	4	2	105.6906	9.851875	trees		4	2	100	trees
6	5	3	105.7196	9.812375	cropland		5	3	100	cropland
7	6	5	105.7874	9.283875	other		6	5	100	other
8	7	1	105.3496	9.094875	water		7	1	100	water
9	8	5	105.6904	9.242875	settlement		8	5	100	settlement
10	9	2	105.8186	9.924625	trees		9	2	100	trees
11	10	2	105.4226	9.697375	trees		10	2	100	trees
12	11	3	105.6546	9.658125	water		11	3	100	water
13	12	5	105.3241	9.345875	other		12	5	100	other
14	13	2	105.8289	9.782125	cropland		13	2	100	cropland
15	14	2	105.7889	9.716875	trees		14	2	100	trees

GLAD Tools V2.0 Quick Start Guide

Sao chép bảng dữ liệu đầu vào (cột G-J) vào tệp văn bản mới **LCLU_2022.txt**. Kiểm tra xem tệp không có dòng trống ở đầu hoặc cuối tệp.

ID	Stratum	Ref	Interpreted Type
1	1	100	water
2	1	100	water
3	1	100	water
4	2	100	trees
5	3	100	cropland
6	5	100	other
7	1	100	water
8	5	100	settlement
9	2	100	trees
10	2	100	trees
11	3	100	water
12	5	100	other
13	2	100	cropland
14	2	100	trees
15	4	100	settlement

Tệp **area_LCLU_2022_param.txt** chứa các tham số cho ước tính diện tích.

Interpretation input table

I	J	K
Table for estimation parameter file, area in ha		
1	119321.216	1570955
2	57673.367	760344
3	180642.105	2380432
4	43653.042	575173
5	8823.943	116186

Table from Sample_Analysis.xlsx, page sampling design (without header!)

Mở CMD trong không gian làm việc và chạy lệnh CMD:

```
perl C:/GLAD_Tools/samples_estimate_area.pl area_LCLU_2022_param.txt
```

Tệp đầu ra **Area_report_LCLU_2022.txt** chứa báo cáo ước tính diện tích dựa vào mẫu:

```
strata table
code  area  count  n_samples
1     119321.216  1570955  20
2     57673.367  760344  20
3     180642.105  2380432  20
4     43653.042  575173  20
5     8823.943  116186  20
```

Type	proportion	area	SE	Conf95%	%Est
Total	1	410113.673	0	0	0
water	0.320252642469402	131339.987491082	9313.88925003406	18255.2229300668	13.8992117166954
trees	0.154002589259109	63158.5675325636	10107.2796081735	19810.2680320201	31.3659235887613
cropland	0.389630914902398	159792.965624973	15331.1503539521	30049.0546937462	18.8049921823655
other	0.0139773536994572	5732.30386450451	964.922347712642	1891.24780151678	32.9928043980316
settlement	0.122136499669633	50089.8484868767	9555.01295422508	18727.8253902812	37.3884648407107

Cấu trúc báo cáo diện tích mẫu

Bảng tầng

Ký hiệu	Diện tích	Số lượng	n_samples
1	119321.216	1570955	20
2	57673.367	760344	20
3	180642.105	2380432	20
4	43653.042	575173	20
5	8823.943	116186	20

Bảng tầng là bản sao của bảng được cung cấp bởi tệp tham số. Số lượng mẫu được tính từ bảng mẫu. Nếu con số này không đúng thì có thể do có sai sót trong bảng.

Bảng ước tính diện tích hiển thị các số liệu thống kê sau (cho từng lớp ước tính mục tiêu)

- Tỷ lệ lớp trong AOI
- Diện tích lớp (theo đơn vị diện tích được sử dụng trong tệp tham số)
- Sai số chuẩn khi ước tính diện tích (đơn vị diện tích)
- Khoảng tin cậy 95% của ước tính diện tích (đơn vị diện tích)
- Khoảng tin cậy phần trăm 95% của diện tích lớp ước tính (phần trăm)

Hàng "Tổng" hiển thị tổng diện tích AOI nếu nhiều lớp được sử dụng để phân tích.

Loại	Tỷ lệ	Diện tích	SE	Conf95%	%Est
Tổng	1	410113.673	0	0	0
Nước	0.32	131339.99	9313.89	18255.22	13.90
Cây	0.15	63158.57	10107.28	19810.27	31.37
Đất trồng trọt	0.39	159792.97	15331.15	30049.05	18.80
Đất khác	0.01	5732.30	964.92	1891.25	32.99
Đất dân cư	0.12	50089.85	9555.01	18727.83	37.39

12.5. Ước tính độ chính xác bản đồ

Việc ước tính độ chính xác của bản đồ yêu cầu (1) thông tin về loại che phủ đất trên bản đồ và (2) thông tin che phủ đất được giải đoán tham chiếu cho từng mẫu. Cả hai bộ dữ liệu nên sử dụng cùng các định nghĩa về lớp phủ mặt đất để xác định lớp.

Trong trường hợp dữ liệu bản đồ không khớp với phân tầng, hãy sử dụng quy trình làm việc sau để trích xuất nhãn bản đồ cho từng mẫu:

1. Tạo một tệp tham số `sample_2022_map_data_param.txt`

<code>sample_list=sample_coordinates.txt</code>	Đường dẫn đến bảng tọa độ mẫu
<code>map_file=lclu_2022.tif</code>	Đường dẫn đến tệp bản đồ (tif)
<code>threads=5</code>	Số lượng các tiến trình song song

2. Mở CMD trong không gian làm việc và chạy lệnh:

```
perl C:/GLAD_Tools/samples_map_data.pl sample_2022_map_data_param.txt
```

3. Mở tệp văn bản đầu ra `sample_map_data_report_lclu_2022.txt` và chuyển các giá trị (cột cuối cùng, ký hiệu là "lclu_2022") vào bảng `Excel Sample_Analysis.xlsx`, trang `map accuracy input` (cột F):

Sample ID and Strata				Reference data		Map data	Input table for map accuracy				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	ID	Stratum	X	Y	Interpreted Type	lclu_2022		ID	Stratum	Map	Ref
2	1	1	105.4174	9.225625	water	1		1	1	1	1
3	2	1	105.5416	9.258125	water	1		2	1	1	1
4	3	1	105.3299	9.415625	water	1		3	1	1	1
5	4	2	105.6906	9.851875	trees	2		4	2	2	2
6	5	3	105.7196	9.812375	cropland	3		5	3	3	3
7	6	5	105.7874	9.283875	other	5		6	5	5	5
8	7	1	105.3496	9.094875	water	1		7	1	1	1
9	8	5	105.6904	9.242875	settlement	5		8	5	5	5
10	9	2	105.8186	9.924625	trees	2		9	2	2	2
11	10	2	105.4226	9.697375	trees	2		10	2	2	2
12	11	3	105.6546	9.658125	water	3		11	3	3	1

Công cụ độ chính xác bản đồ sử dụng tên lớp bằng số nên tên lớp tham chiếu phải được chuyển đổi thành mã số khớp với chú giải lớp phủ bản đồ. Trong ví dụ trên, chúng tôi đã chuyển các lớp LCLU bản đồ vào cột J và chuyển đổi nhãn lớp LCLU văn bản từ cột E sang giá trị số trong cột K.

Bảng đầu vào kết quả có các cột sau (Hãy thực hiện đúng theo hướng dẫn nếu không kết quả sẽ không sai):

- ID mẫu (liên kết đến cột A)
- Tầng mẫu (liên kết đến cột B)
- Loại LCLU bản đồ
- Loại LCLU tham chiếu

Sao chép bảng dữ liệu đầu vào (cột H-K) vào tệp văn bản mới `LCLU_2022_accuracy.txt`. Kiểm tra xem tệp không có dòng trống ở đầu hoặc cuối tệp.

ID	Stratum	Map	Ref
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	2	2	2
5	3	3	3

Tệp [area_LCLU_2022_param.txt](#) chứa các tham số để ước tính diện tích.

Input table for accuracy estimation

I	J	K
Table for estimation parameter file, area in ha		
1	119321.216	1570955
2	57673.367	760344
3	180642.105	2380432
4	43653.042	575173
5	8823.943	116186

Table from Sample_Analysis.xlsx, page sampling design (without header!)

Mở CMD trong không gian làm việc và chạy lệnh CMD...

... để tính độ chính xác tổng thể của bản đồ:

```
perl C:/GLAD_Tools/samples_estimate_oa.pl accuracy_2022_param.txt
```

... để tính độ chính xác của các lớp LCLU riêng lẻ:

```
perl C:/GLAD_Tools/samples_estimate_accuracy_by_class.pl accuracy_2022_param.txt
```

Tệp đầu ra [Overall_accuracy_report_LCLU_2022_accuracy.txt](#) chứa báo cáo độ chính xác tổng thể của bản đồ. Độ chính xác tổng thể của bản đồ và sai số chuẩn (SE) của bản đồ được hiển thị ở dòng cuối cùng của báo cáo.

N samples with map and reference agreement per stratum

N samples with map and reference disagreement per stratum

Overall accuracy and SE

Strata	Map==Ref	Map!=Ref
1	20	0
2	18	2
3	17	3
4	18	2
5	13	7

Confusion matrix

Accuracy

OA SE 90.1670784680618 3.81513021989581

Tệp đầu ra [Accuracy_report_LCLU_2022_accuracy.txt](#) chứa các báo cáo về độ chính xác cho từng lớp LCLU. Báo cáo cho mỗi lớp được phân tách bằng một tiêu đề. Dưới đây chúng tôi trình bày cấu trúc báo cáo của lớp LCLU đầu tiên:

Report header

Confusion matrix per stratum

Overall accuracy and SE

User's accuracy and SE

Producer's accuracy and SE

User's and Producer's accuracies for the background class (target class absence)

Strata	Map/Ref	Map/0	0/Ref	0/0
1	20	0	0	0
2	0	0	0	20
3	0	0	1	19
4	0	0	1	19
5	0	0	2	18

Accuracy report for class 1

Confusion matrix

Accuracy

OA SE 97.049857581495 2.27105065332315

UA_class1 SE 100 0

PA_class1 SE 90.7880778258158 6.4381771176165

UA_class0 SE 95.8404688248196 3.20205083444706

PA_class0 SE 100 0

Giấy phép và phân phối lại

Công cụ GLAD và dữ liệu Landsat ARD được cung cấp miễn phí cũng như không có hạn chế đối với việc phân phối lại hoặc sử dụng sau này, miễn là có trích dẫn phù hợp theo quy định của Giấy phép Bản quyền Sáng tạo Công cộng (CC BY). Hộp công cụ bao gồm các thư viện và mã được chia sẻ bởi các dự án phần mềm nguồn mở khác:

- MinGW - C++ compiler, GNU C Library (Open-source software; Copyright © Free Software Foundation)
- gdal - GDAL Core (Open-source software; Copyright © Frank Warmerdam and others)
- tree.exe – CART model (Open-source software; Copyright © B. D. Ripley and J. Ju)
- Other utilities – GLAD ARD Tools (Freeware; Copyright © GLAD UMD)

Bản quyền © Nhóm Phân tích và Phát hiện Đất Toàn cầu, Đại học Maryland

Gợi ý trích dẫn: Potapov, P., Hansen, M.C., Kommareddy, I., Kommareddy, A., Turbanova, S., Pickens, A., Adusei, B., Tyukavina A., và Ying, Q., 2020. Dữ liệu sẵn sàng phân tích Landsat để lập bản đồ lớp phủ và sử dụng đất toàn cầu. *Remote Sens.* 2020, 12, 426; doi:10.3390/rs12030426 <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/3/426>

Công cụ GLAD bao gồm các gói được biên soạn để sử dụng như được mô tả trong sổ tay Công cụ. Nhóm GLAD không đưa ra bất kỳ bảo đảm nào, rõ ràng hay ngụ ý, bao gồm bảo đảm về khả năng bán được và sự phù hợp cho một mục đích cụ thể; cũng không chịu bất kỳ trách nhiệm pháp lý hoặc trách nhiệm nào đối với các ứng dụng của Công cụ GLAD.

Công cụ GLAD phụ thuộc vào một số gói nguồn mở của bên thứ ba (PERL, Curl, wget, OSGeo4W, R). Nhóm GLAD không chịu trách nhiệm hỗ trợ các gói này. Người dùng nên tham khảo giấy phép của từng gói để biết chính sách phân phối lại.