



GEODETIKÝ A KARTOGRAFICKÝ ÚSTAV BRATISLAVA

Chlumeckého 4, 827 45 Bratislava II

www.gku.sk, www.geoportal.sk



Návod na prácu s mračnom bodov v aplikácii **QGIS verzia 4.0**

4.9.2024

Ing. Tomáš Dekan
tomas.dekan@skgeodesy.sk

Obsah

1. Pridanie do projektu a nastavenie súradnicového systému	5
2. Pridanie mračien bodov zo servera alebo cloudu	9
3. Nastavenie symboliky	11
Ofarbenie podľa klasifikácie	11
Ofarbenie podľa hodnôt atribútu	15
Ofarbenie podľa hodnôt RGB	17
Eye-Dome Lighting efekt.....	18
Zobrazenie vybraných tried bodov	21
4. Identifikácia hodnôt atribútov bodov	22
5. Výber bodov podľa hodnôt atribútov	23
6. Export do iných formátov.....	31
7. Transformácia do iného polohového súradnicového systému	43
8. 3D zobrazenie	45
9. Zobrazenie na podklade DMR a ortofotomozaiky	50
10. Odmeranie výškového profilu	52
11. Vytvorenie tlačových výstupov	56
12. Vygenerovanie metaúdajov o súbore mračna bodov	62
13. Vytvorenie rastra hustoty bodov	64
14. Vytvorenie polygónu hranice vrstvy mračna bodov	66
15. Vytvorenie zriedenej vrstvy mračna bodov	69
Zriedenie počtu bodov podľa zvolenej vzdialenosti	69
Zriedenie počtu bodov ponechaním každého n-tého bodu	72
16. Zlúčenie mračien bodov do jedného súboru.....	75
17. Vytvorenie výrezu.....	78
18. Vytvorenie dlaždíc	80
19. Vytvorenie COPC (Cloud Optimized Point Cloud) indexových súborov	83
20. Vytvorenie vrstvy mračna bodov vo formáte VPC (Virtual Point Cloud)	86
21. Vytvorenie rastra z mračna bodov metódou IDW	90
Raster DMR.....	91
Raster plochy vegetácie	99
Raster intenzity.....	101

21. Vytvorenie rastra z mračna bodov metódou TIN.....	102
Raster DMR.....	103

Návod na prácu s mračnom bodov v aplikácii QGIS

Mračno bodov predstavuje množinu priestorových bodov popisujúcich povrch terénu a objektov na ňom, ktoré sú výsledkom merania pomocou leteckého alebo pozemného laserového skenovania. Súbor mračen bodov z leteckého laserového skenovania poskytované Geodetickým a kartografickým ústavom Bratislava sú dostupné bezodplatne a je ich možné stiahnuť priamo z aplikácie [MAPKA](#) alebo získať na základe [objednávky](#) vo formátoch LAS alebo LAZ v súradnicových systémoch:

- S-JTSK[JTSK03] (kód EPSG:8353) s výškami v Baltskom výškovom systéme po vyrovnaní [Bpv] (kód EPSG:8357)
- ETRS89-TM34 (kód EPSG:3046) s výškami h_{ETRS89} (elipsoidická výška v systéme ETRS89 nad elipsoidom GRS80)

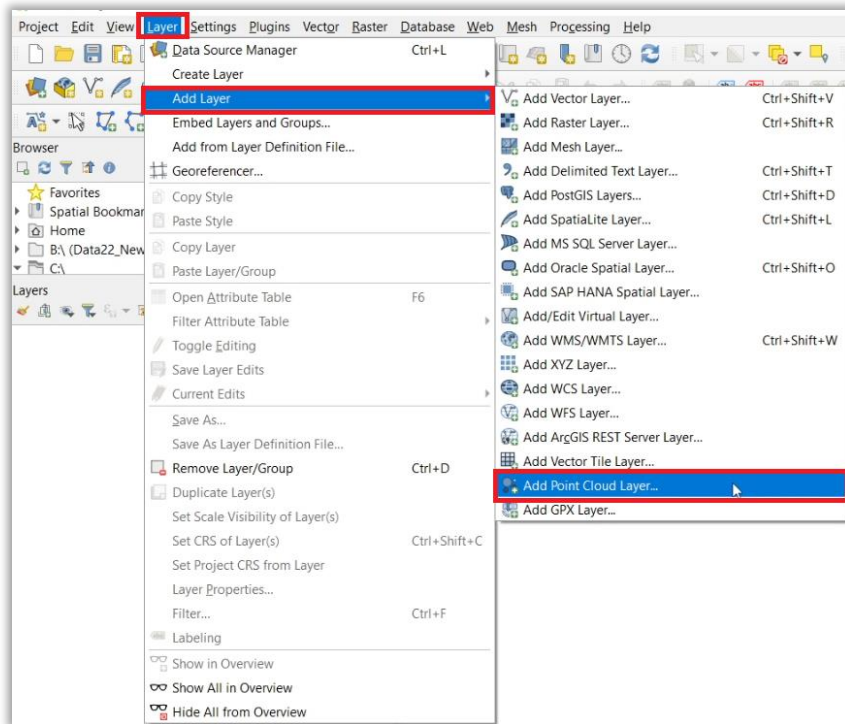
Viac informácií nájdete na [Geoportáli](#).

V aplikácii QGIS je možné pracovať s mračnom bodov od verzie 3.20. QGIS je možné bezodplatne stiahnuť na stránke <https://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html>. Všetky vydané verzie QGIS je možné stiahnuť na stránke <https://qgis.org/downloads/>. Návod bol aktualizovaný pre verziu 3.38.1 (19.7.2024).

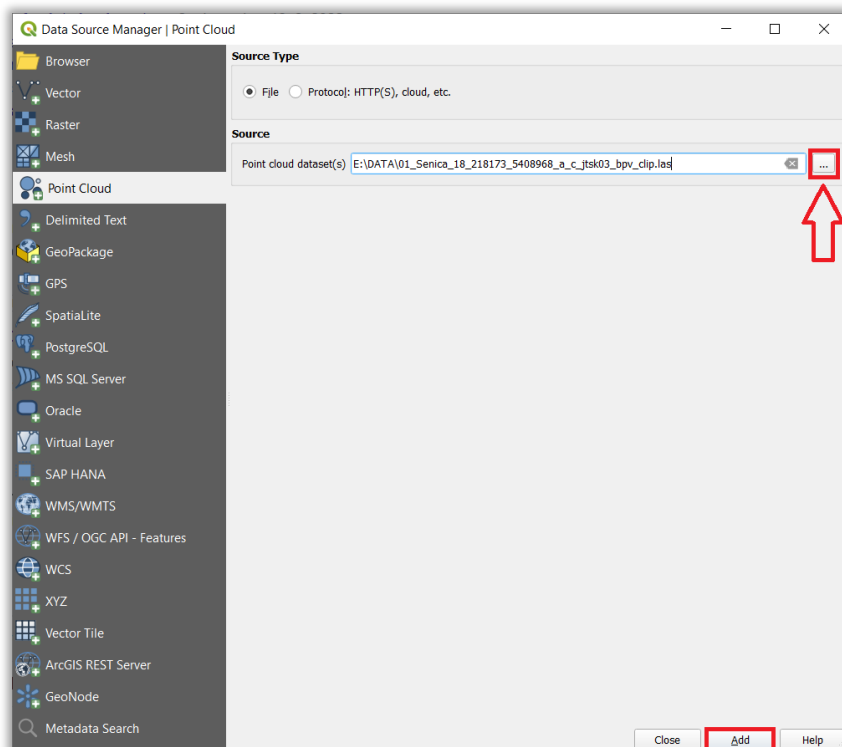
Upozornenie: Názvy priečinkov a súborov, ktoré sa v budú v aplikácii používať, by mali byť pomenované bez diakritiky a medzier, pretože niektoré nástroje s tým môžu mať problém.

1. Pridanie do projektu a nastavenie súradnicového systému

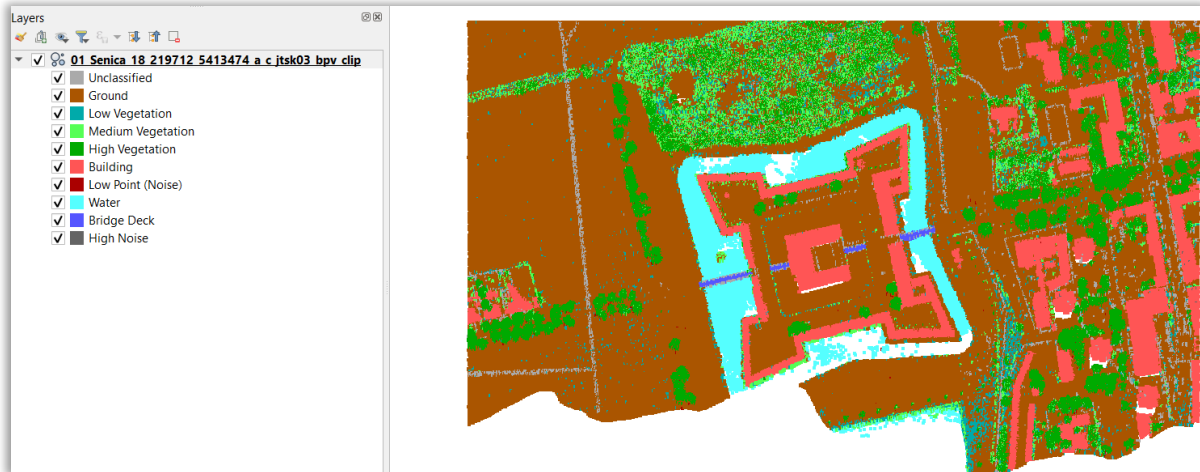
Aplikácia QGIS umožňuje pracovať s mračnami bodov vo formátoch LAS, LAZ, Etwine Point Clouds (ETP.JSON), COPC Points Clouds (COPC.LAZ) alebo Virtual Point Cloud (VPC). Pre pridanie súborov s mračnami bodov do projektu treba v hlavnom menu kliknúť na panel *Layer* → *Add Layer* → *Add Point Cloud Layer*:




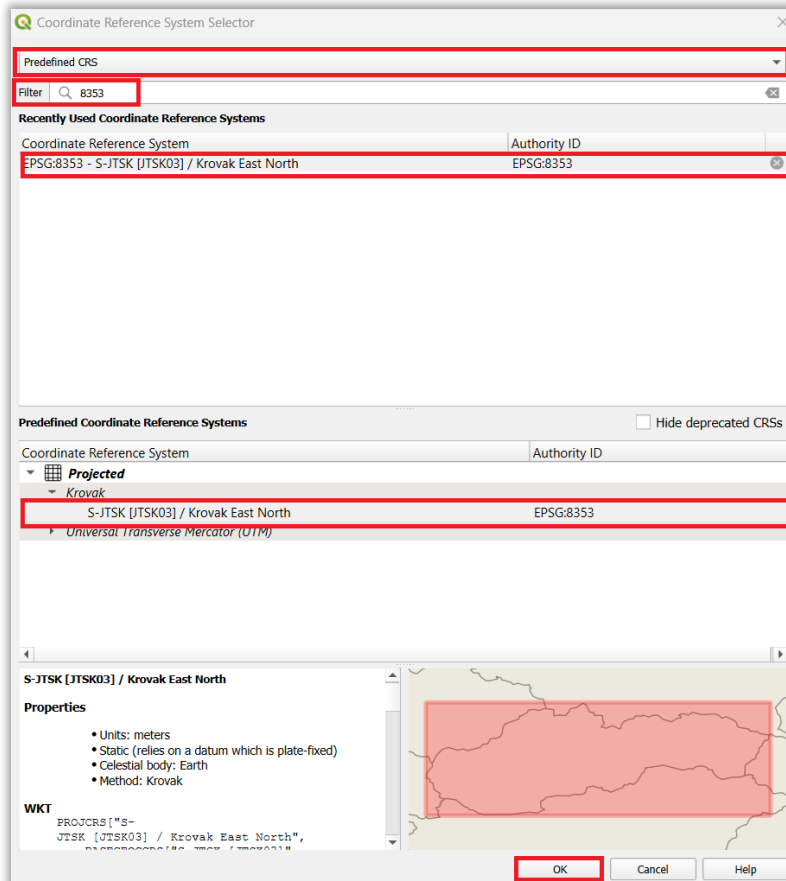
Otvorí sa okno *Data Source Manager | Point Cloud*, kde v časti *Source Type* označiť *File* a v časti *Point cloud dataset(s)* vybrať súbor s mračnom bodov a potom kliknúť na tlačidlo *Add*:



Následné sa do panelu *Layers* pridá vrstva s mračnom bodov a zobrazí v mapovom okne:

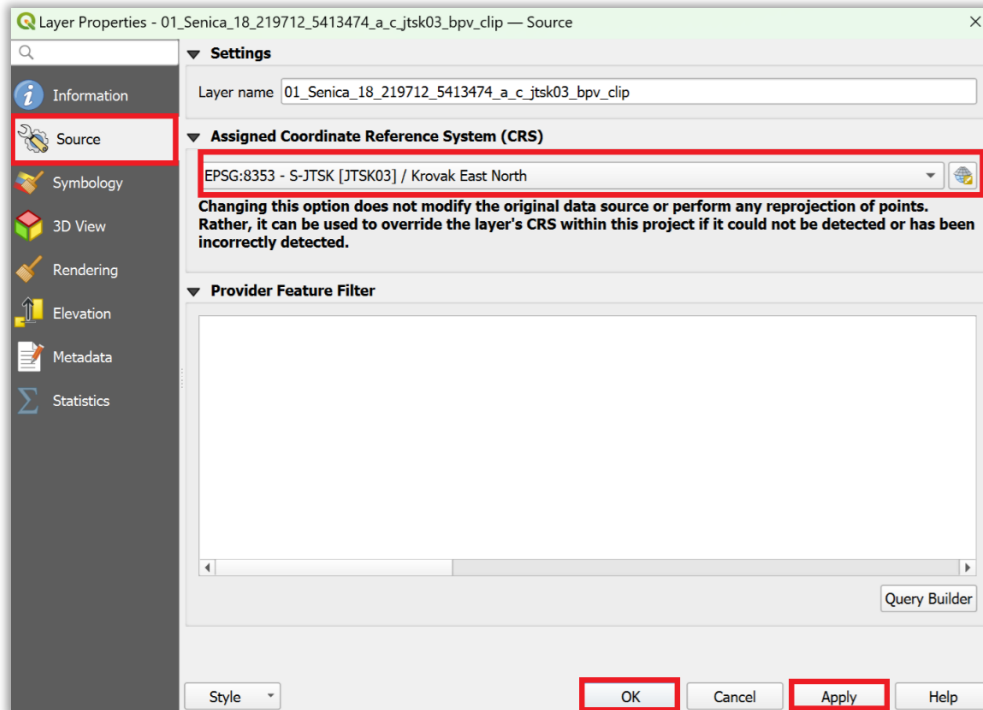



Po pridaní vrstvy mračna bodov do projektu skontrolovať nastavený súradnicový systém. V paneli *Layers* kliknúť pravým tlačidlom myši na vrstvu a vybrať *Properties* a tam v časti *Source* je uvedený súradnicový systém vrstvy. Ak sa v políčku *Assigned Coordinate Reference System (CRS)* nezobrazuje správny súradnicový systém, tak pre jeho nastavenie kliknúť na tlačidlo *Select CRS* , po čom sa otvorí okno *Coordinate Reference System Selector*, kde v hornom políčku vybrať možnosť *Predefined CRS*. Následne súradnicový systém vybrať zo zoznamu súradnicových systémov v časti *Coordinate Reference System* alebo jednoducho vyhľadať po zadaní jeho EPSG do políčka *Filter*. Vyhľadovaný súradnicový systém sa zobrazí v okne *Coordinate Reference System*, kde ho treba označiť ľavým tlačidlom myši a potom ešte kliknúť na tlačidlo *OK*:



Mračná bodov poskytované ÚGKK SR sú súradnicovom systéme S-JTSK[JTSK03] (kód EPSG:8353) alebo ETRS89-TM34 (kód EPSG:3046).

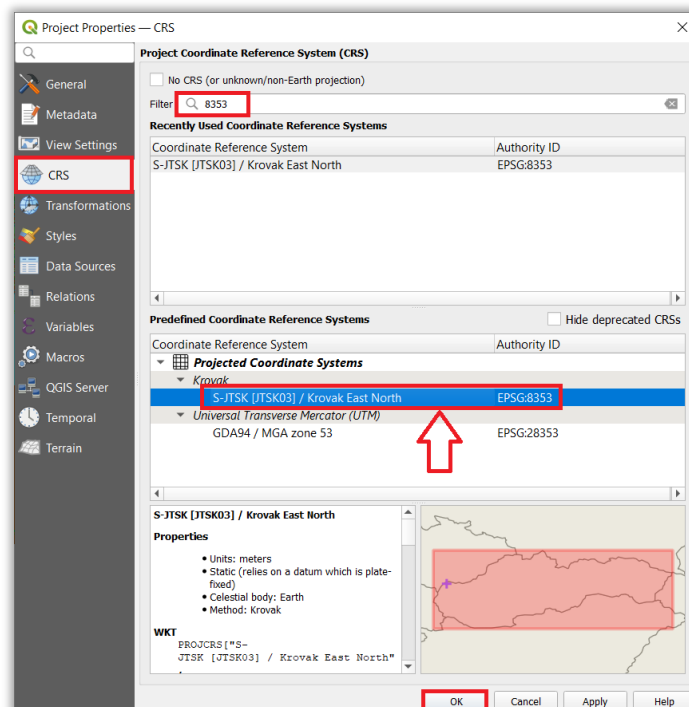
Nakoniec po výbere súradnicového systému v okne *Layer Properties* kliknúť na tlačidlo *Apply* a *OK*:



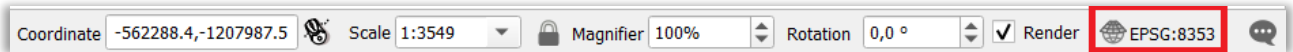
Súradnicový systém projektu, v ktorom sa budú zobrazovať všetky vrstvy, sa dá nastaviť v ľavom dolnom rohu mapového okna po kliknutí na tlačidlo *Current CRS* :



Otvorí sa okno *Project Properties – CRS*, kde treba v časti *Coordinate Reference System* vybrať požadovaný súradnicový systém:



Súradnicový systém projektu je tak nastavený:




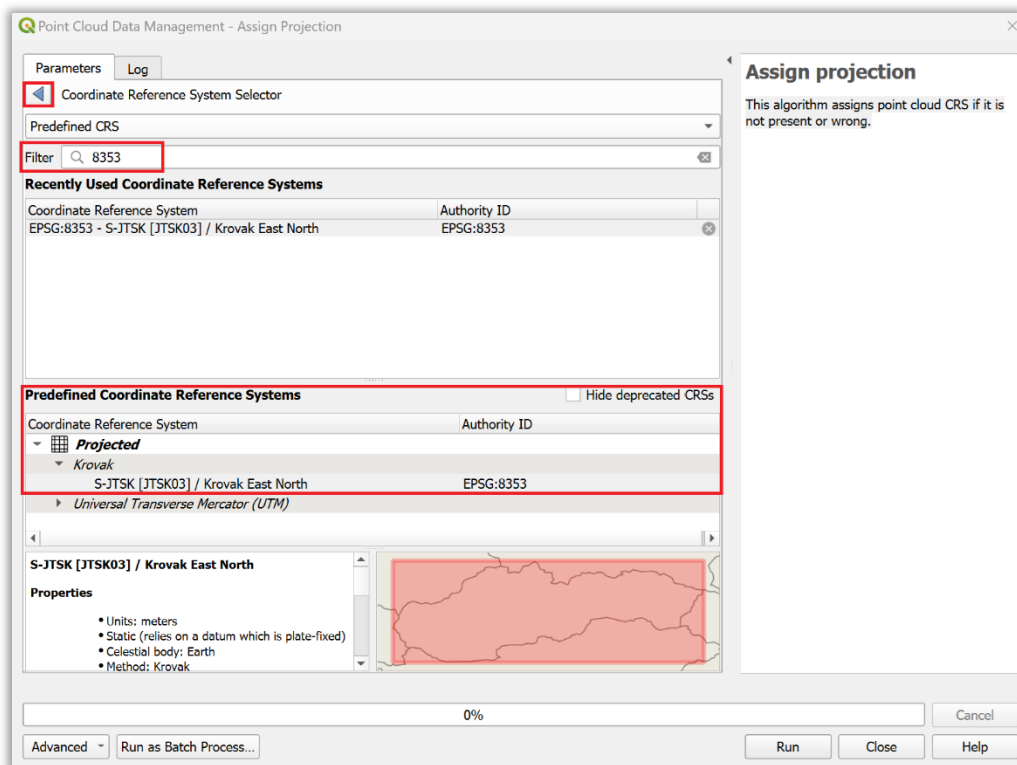
Poznámka: Informácie o správnom nastavení súradnicových systémov a transformácií používaných na území Slovenska sú uvedené v návode Súradnicový systém S-JTSK[JTSK03] v QGIS (https://www.geoportal.sk/files/gz/s-jtsk_jtsk03_v_qgis.pdf).


Pre trvalé priradenie súradnicového systému súboru mračna bodov treba použiť nástroj *Assign projection*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud data management*:


Na výstupe vznikne nový súbor mračna bodov vo vybranom formáte.

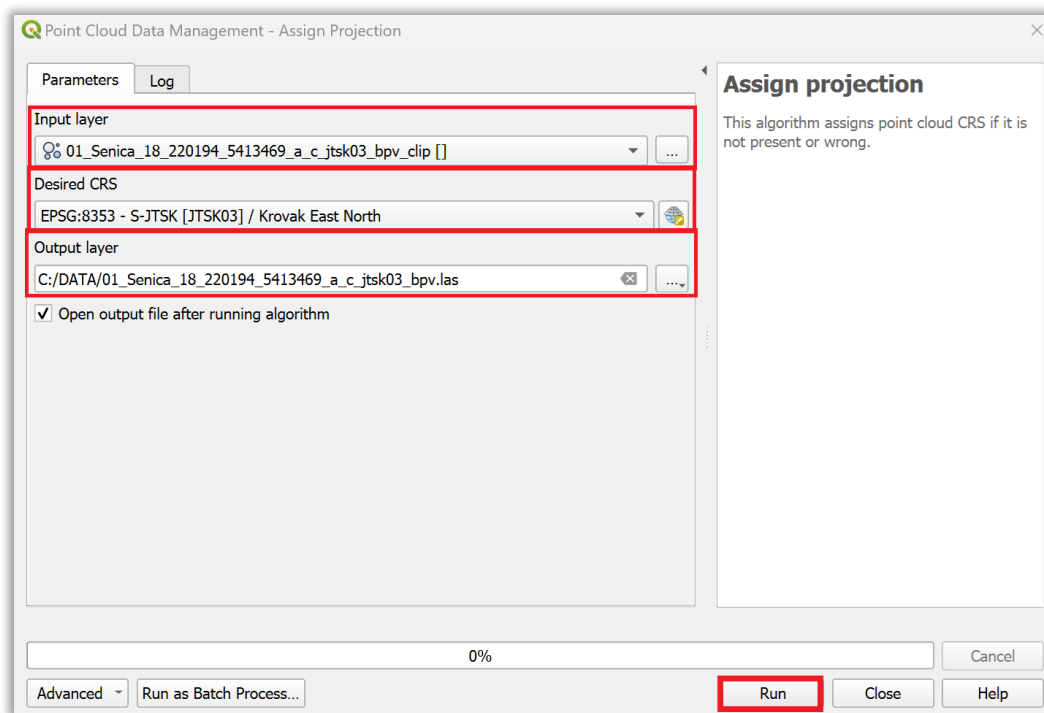
Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Data Management - Assign Projection*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* – vybrať vstupnú vrstvu mračna bodov.
- *Desired CRS* – po kliknutí na tlačidlo *Select CRS*  vybrať správny súradnicový systém zo zoznamu v časti *Predefined Coordinate Reference Systems* alebo po zadaní EPSG kódu daného súradnicového systému do políčka *Filter*:



Pre návrat do hlavného okna kliknúť na tlačidlo *Go back* .

- *Output layer* – po kliknutí na tlačidlo  vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov, formát (LAS, LAZ, VPC) a umiestnenie výstupného súboru.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa vytvorená vrstva mračna bodov otvorí v projekte.

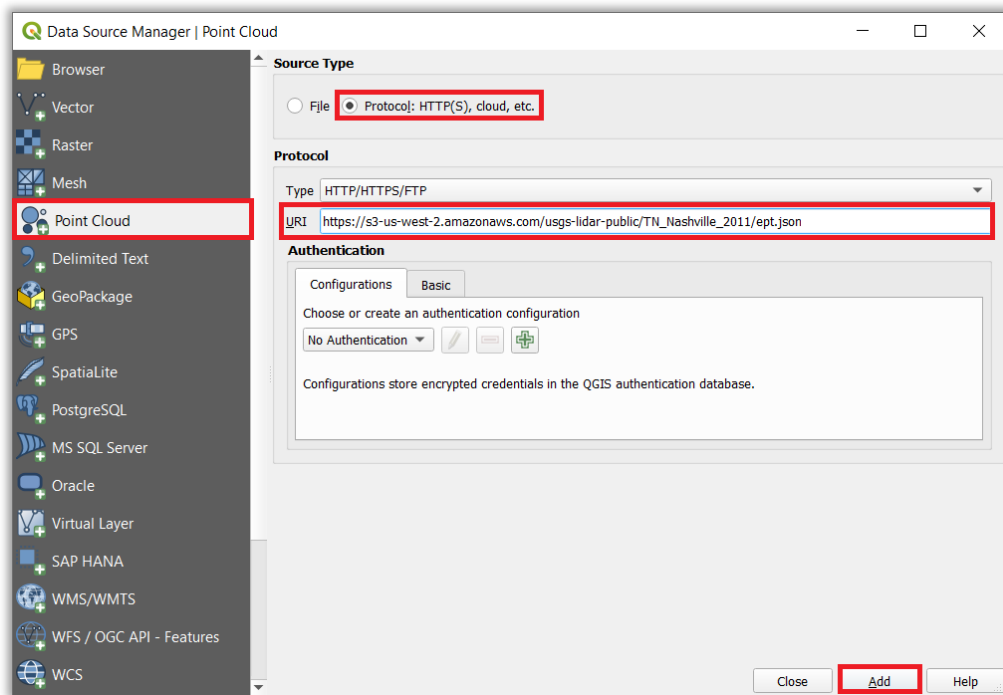


2. Pridanie mračien bodov zo servera alebo cloudu

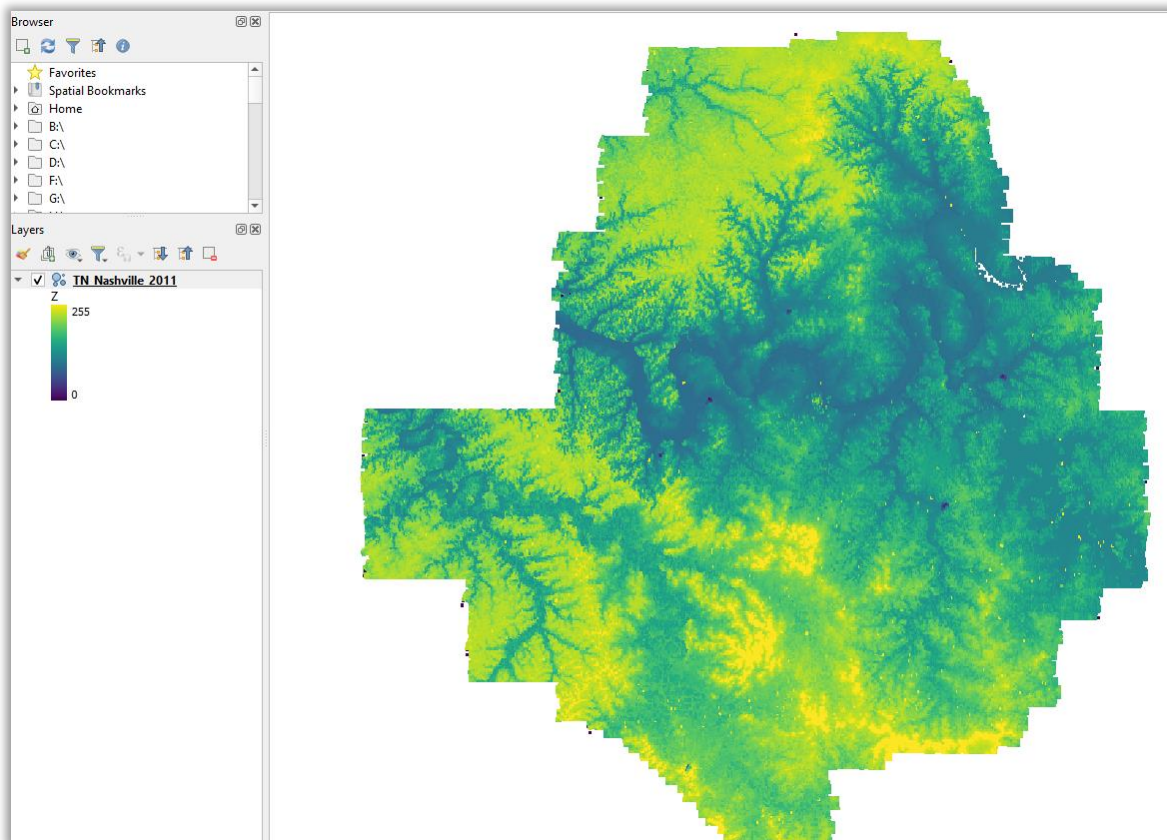
QGIS umožňuje prácu aj s mračnami bodov vo formáte ETP ([Etwine Point Tile](https://entwine.io/)), ktoré môžu byť načítané zo vzdialeného servera HTTP(S). Príklady takýchto mračien bodov:

- USGS LIDAR data: <https://usgs.entwine.io/>
(napr. https://s3-us-west-2.amazonaws.com/usgs-lidar-public/TN_Nashville_2011/ept.json)

Pre ich pripojenie do projektu treba v hlavnom menu kliknúť na panel *Layer* → *Add Layer* → *Add Point Cloud Layer*. Následne sa otvorí sa okno *Data Source Manager | Point Cloud*. Tam v časti *Source Type* zvoliť možnosť *Protocol:HTTP(S), cloud, etc.* a do políčka *Source* zadať URL adresu na mračno bodov vo formáte ETP zo servera. V prípade zabezpečeného servera v časti *Authentication* → *Basic* vyplniť prihlasovacie údaje: používateľské meno (*User name*) a heslo (*Password*). Nakoniec kliknúť na tlačidlo *Add*:



Mračno bodov vo formáte ETP pridané do projektu:



3. Nastavenie symboliky

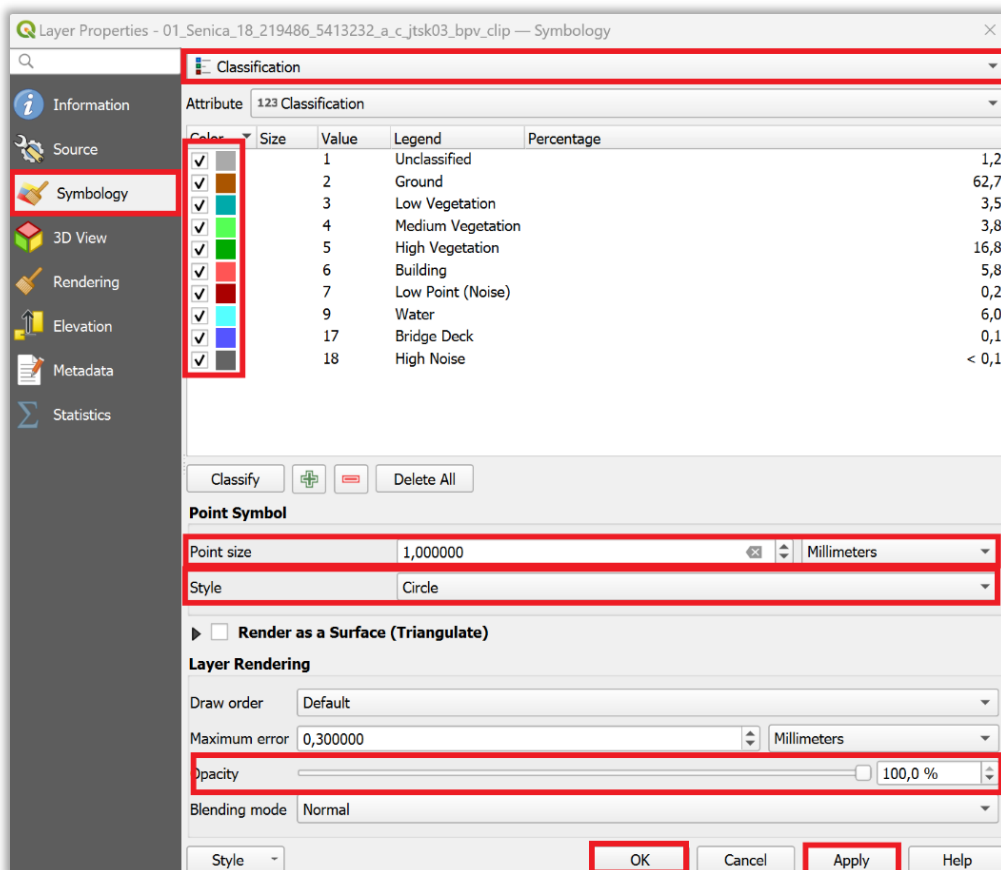
Ofarbenie podľa klasifikácie

Po pridaní mračna bodov do projektu sa automaticky nastaví symbolika (ofarbenie) bodov podľa hodnôt atribútu *Classification* (triedy klasifikácie):

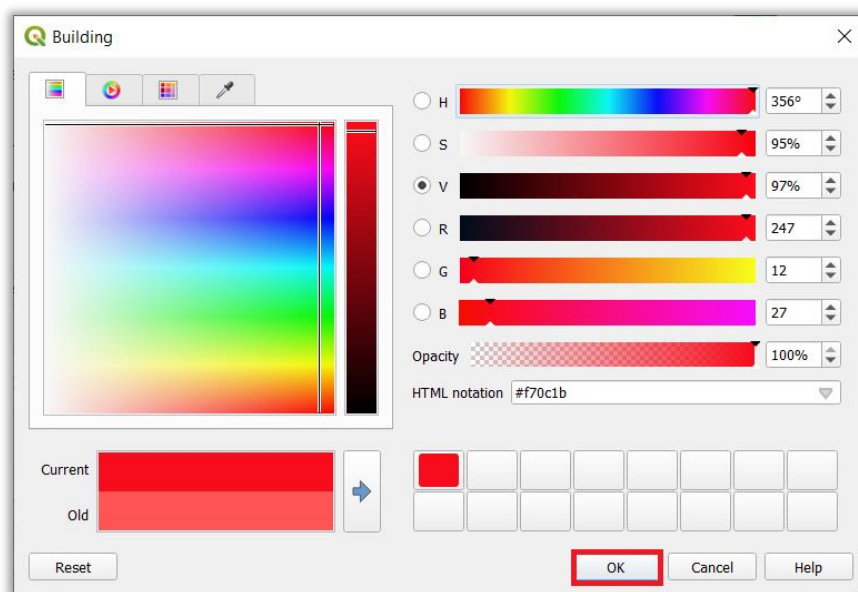


Od verzie QGIS 3.26. sa zobrazia iba tie triedy, ktoré sa nachádzajú v mračne bodov. Takisto sa už zobrazia aj iné triedy ako pôvodných 18 základných ([tabuľka č. 1](#)), ak sa v mračne bodov takéto triedy nachádzajú.

Zmenu symboliky bodov je možné vykonať vo vlastnostiach vrstvy *Properties* v časti *Symbology*:



Zmenu ofarbenia bodov je možné urobiť tak, že v časti *Color* kliknúť na štvorček s farbou, následne vybrať požadovaný farebný odtieň a potom kliknúť na tlačidlo *OK*:



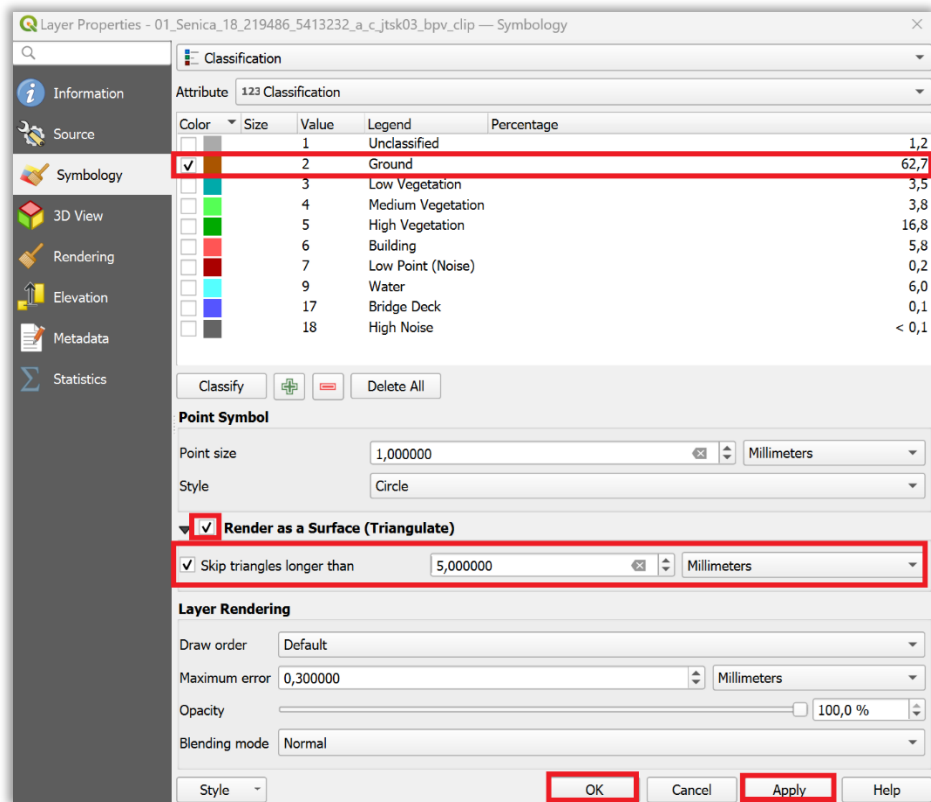
V stĺpci *Percentage* je uvedené percentuálne zastúpenie bodov danej triedy vzhľadom na celkový počet bodov v mrače:

Color	Value	Legend	Percentage
<input checked="" type="checkbox"/>	1	Unclassified	1,2
<input checked="" type="checkbox"/>	2	Ground	62,7
<input checked="" type="checkbox"/>	3	Low Vegetation	3,5
<input checked="" type="checkbox"/>	4	Medium Vegetation	3,8
<input checked="" type="checkbox"/>	5	High Vegetation	16,8
<input checked="" type="checkbox"/>	6	Building	5,8
<input checked="" type="checkbox"/>	7	Low Point (Noise)	0,2
<input checked="" type="checkbox"/>	9	Water	6,0
<input checked="" type="checkbox"/>	17	Bridge Deck	0,1
<input checked="" type="checkbox"/>	18	High Noise	< 0,1

V časti *Point Symbol* je možné nastaviť:

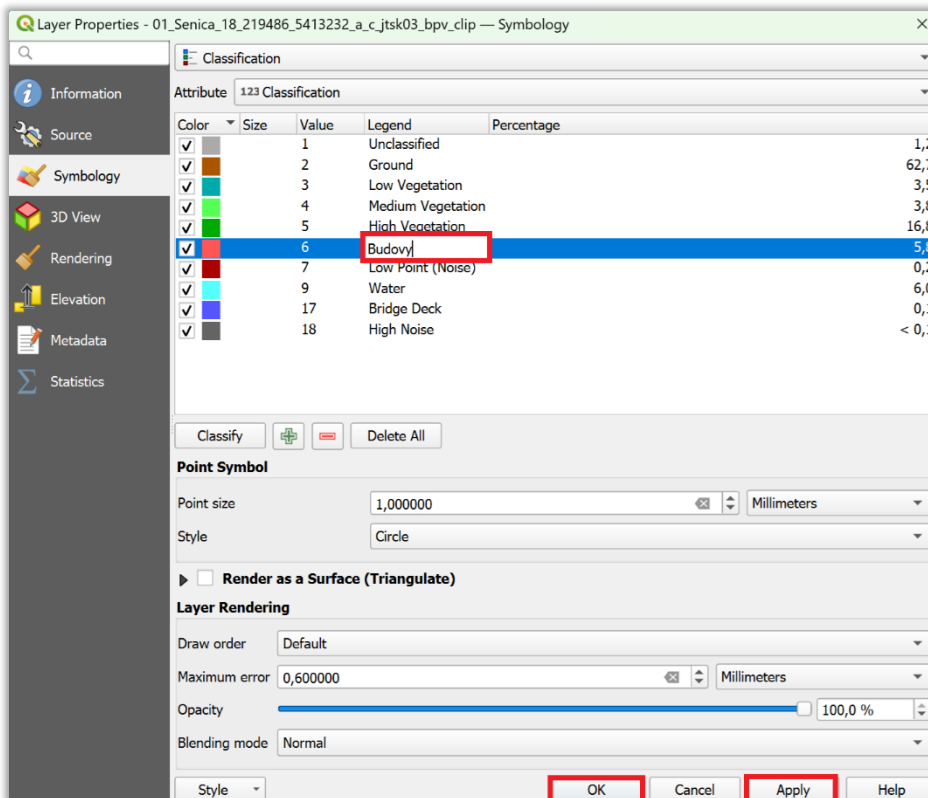
- *Point size* - veľkosť symbolu.
- *Style* - typ symbolu: *Square* (štvorec), *Cicle* (kruh).
- *Render as a Surface (Triangulate)* – označenie tejto funkcie vykoná triangulácia vrstvy mračna bodov v 2D zobrazení a vykreslí ju v podobe siete trojuholníkov namiesto bodov. Označením políčka *Skip triangles longer than* je možné nastaviť krajnú hodnotu maximálnej dĺžky strany trojuholníkov, ktorá sa pri vykreslení zohľadní. To môže byť obzvlášť užitočné, ak je potrebné identifikovať diery v mrače bodov.

Príklad vykreslenia bodov z triedy *Ground*:



V časti *Layer Rendering* je možné nastaviť parameter *Opacity* - priehľadnosť bodov.

Označenie jednotlivých tried bodov je možné upraviť po kliknutí na názov triedy v časti *Legend*:



Tab. 1 Základné triedy klasifikácie bodov

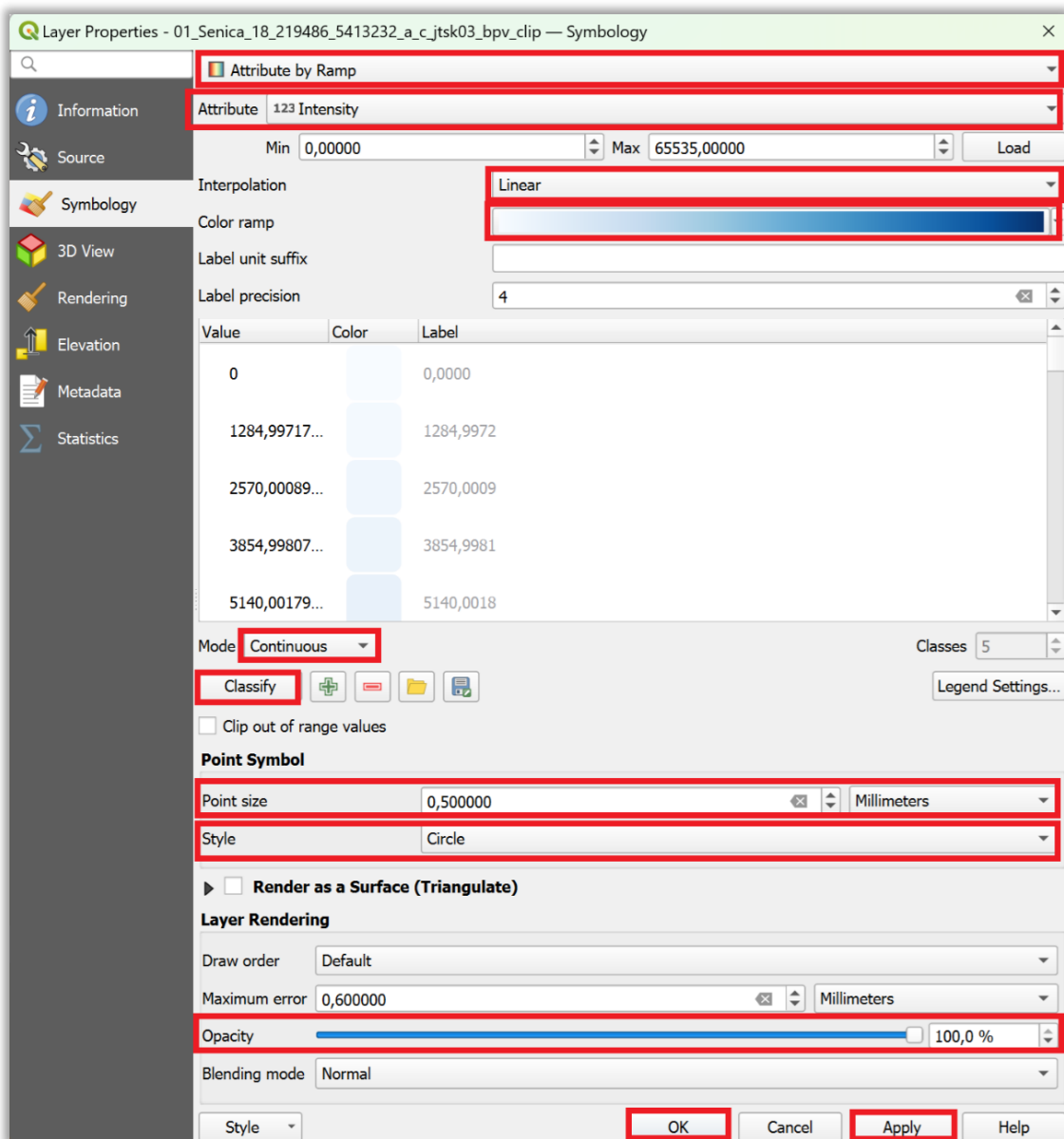
Classification [hodnota]	Názov triedy [anglicky]	Názov triedy [slovensky]
1	Unclassified	Neklasifikované
2	Ground	Reliéf (terén)
3	Low Vegetation	Nízka vegetácia
4	Medium Vegetation	Stredná vegetácia
5	High Vegetation	Vysoká vegetácia
6	Building	Budovy
7	Low point (noise)	Nízky šum
8	Reserved	-
9	Water	Voda
10	Rail	Koľajnice
11	Road Surface	Povrch vozovky
12	Reserved	-
13	Wire – Guard (Shield)	Elektrické vedenia (ochranné uzemňovacie vodiče)
14	Wire – Conductor (Phase)	Elektrické vedenia (vodiče)
15	Transmission Tower	Stožiare elektrického vedenia
16	Wire-Structure Connector (Insulator)	Elektrické vedenia (izolátory)
17	Bridge Deck	Mosty
18	Hight Noise	Vysoký šum

Informácie o klasifikácii mračna bodov poskytovaného GKÚ Bratislava sú uvedené na stránke <https://www.geoportal.sk/sk/udaje/lls-dmr/o-projekte/> .

Ofarbenie podľa hodnôt atribútu

Postup nastavenie symboliky podľa atribútu:

- V hornom poličku nastaviť *Attribute by Ramp*.
- V poličku *Attribute* vybrať požadovaný atribút (napr. *Intensity* alebo *Z*) a kliknúť na tlačidlo *Load*.
- V poličku *Interpolation* vybrať *Linear*.
- V poličku *Color Ramp* vybrať farebnú škálu.
- V poličku *Mode* nastaviť spôsob zobrazenia (napr. *Continuous* (súvislé)).
- Kliknúť na tlačidlo *Classify*.
- Nastaviť parametre zobrazenia symbolov bodov (*Point size*, *Style*, *Opacity*).
- V prípade potreby zapnúť funkciu *Render as a Surface (Triangulate)*.
- Nakoniec kliknúť na tlačidlo *Apply* a *OK*.

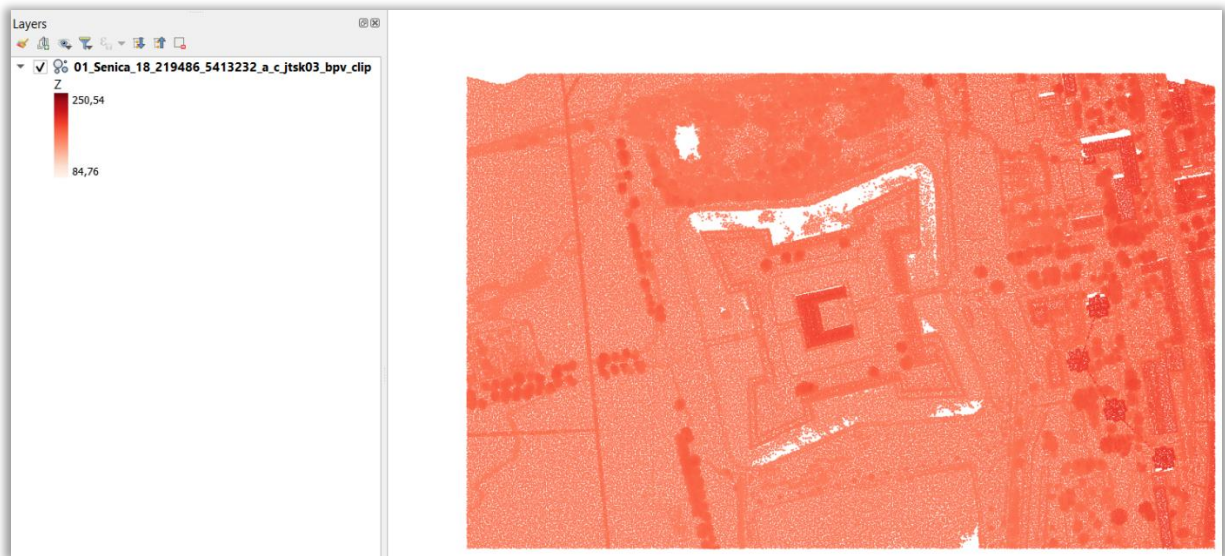


Zobrazenie mračna bodov podľa intenzity odrazeného laserového lúča:



Atribút *Intensity* predstavuje hodnotu intenzity odrazeného laserového lúča, ktorý vygeneroval daný bod. Hodnota intenzity je založená aj na odrazivosti objektu zasiahnutého laserovým lúčom. Mení sa podľa zloženia povrchu objektu, od ktorého sa lúč odrazil.

Zobrazenie mračna bodov podľa hodnôt výšky (súradnice Z) bodov:



Ofarbenie podľa hodnôt RGB

Ak mračno bodov má vyplnené atribúty *Blue*, *Green* a *Red*, ktoré obsahujú hodnoty farieb bodov prevzatých napr. z leteckých snímok, tak je potom možné mračno zobraziť aj vo farebnej symbolike RGB:

Feature	Value
25GN1_02	
1 (Ground)	
Blue	75
Classification	2 (Ground)
ClassificationFlags	0
EdgeOfFlightLine	0
GpsTime	2619.142451440217
Green	56
Infrared	41
Intensity	46
NumberOfReturns	1
PointSourceId	59024
Red	51
ReturnNumber	1
ScanAngleRank	36
ScanDirectionFlag	0
ScannerChannel	0
UserData	2
X	121271.33899999999
Y	487321.64400000003
Z	1.993000000000002

Layer Properties - 25GN1_02 — Symbology

RGB

Red band: 123 Red
Min: 0 Max: 255

Green band: 123 Green
Min: 0 Max: 255

Blue band: 123 Blue
Min: 0 Max: 255

Contrast enhancement: Stretch to MinMax

Point Symbol

Point size: 1,000000 Millimeters

Style: Circle

Render as a Surface (Triangulate)

Skip triangles longer than: 5,000000 Millimeters

Layer Rendering

Draw order: Default

Maximum error: 0,300000 Millimeters

Opacity: 100,0 %

Blending mode: Normal

Style: [dropdown]

OK Cancel Apply Help

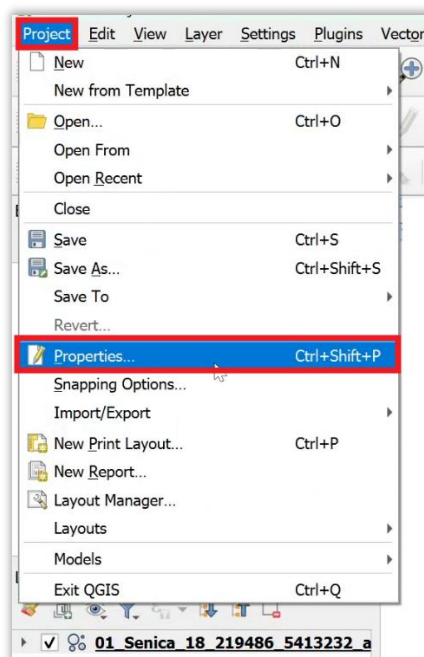
Príklad takého mračna bodov z oblasti Amsterdamu (zdroj: <https://geotiles.nl/>):



Eye-Dome Lighting efekt

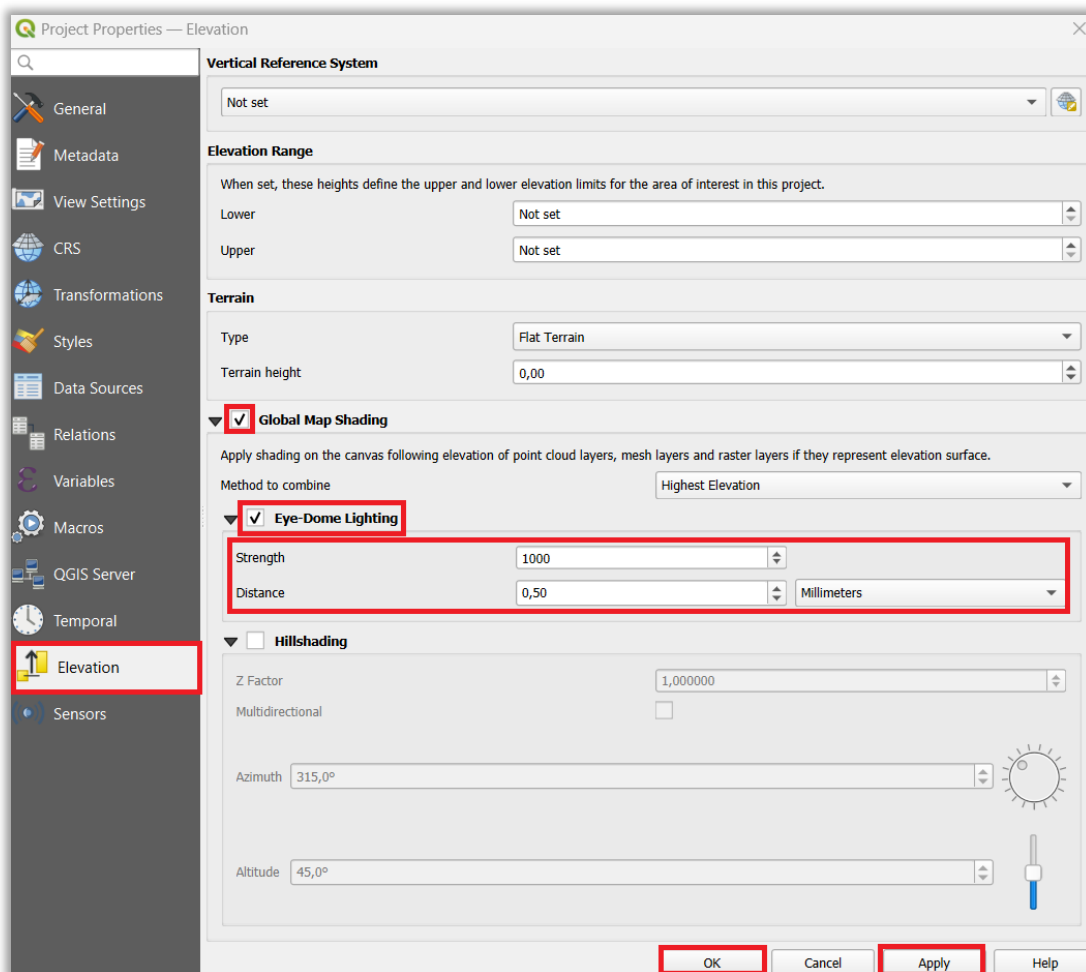
Eye-Dome Lighting je efekt osvetlenia mračna bodov, ktorý zvýši kontrast a pridáva jemné tieňovanie, vďaka čomu je v mračne bodov oveľa jednoduchšie identifikovať rôzne prvky, ktoré by inak to bolo ťažšie vidieť.

Pre zapnutie funkcie Eye-Dome Lighting treba prejsť do hlavného menu do časti *Project* a tam do *Properties*:



Potom v okne *Project Properties* v časti *Elevation* označiť políčko *Global Map Shading*. Funkcia *Eye-Dome Lighting* bude aktívna, ak je zapnuté políčko, ktoré sa pri nej nachádza. Zmenu nastavenia tejto funkcie je možnú urobiť v parametroch:

- *Strength* - zväčšenie tohto parametra zvyšuje kontrast.
- *Distance* - zväčšenie tohto parametra spôsobuje hrubšie okraje.



Zobrazenie mračna bodov s nastavenou symbolikou podľa tried klasifikácie bez zapnutej funkcie *Eye Dome Lighting*:



Príklady zobrazenie mračna bodov so zapnutou funkciou *Eye Dome Lighting*:

- nastavenie parametrov *Strength* = 1000 a *Distance* = 0,5:



- nastavenie parametrov *Strength* = 3000 a *Distance* = 0,5:

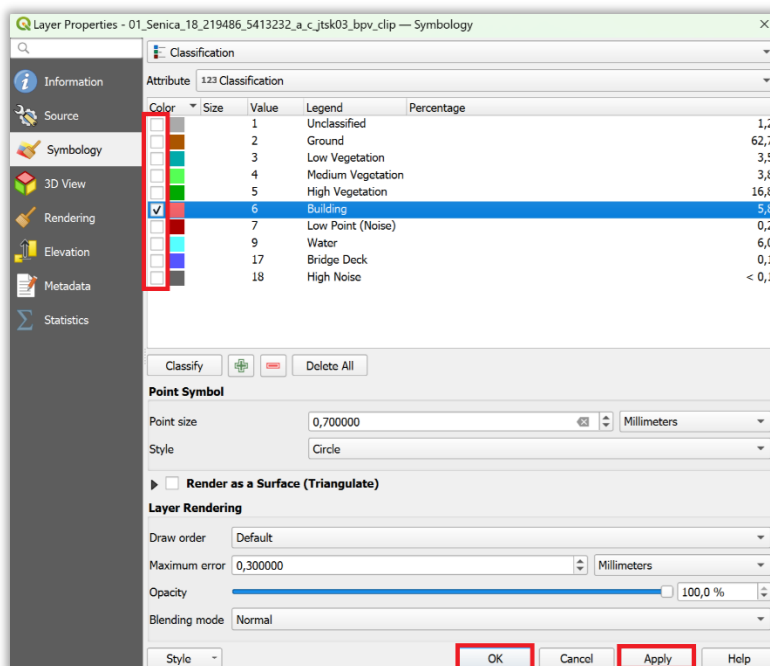


- natavenie parametrov *Strength* = 2000 a *Distance* = 2:

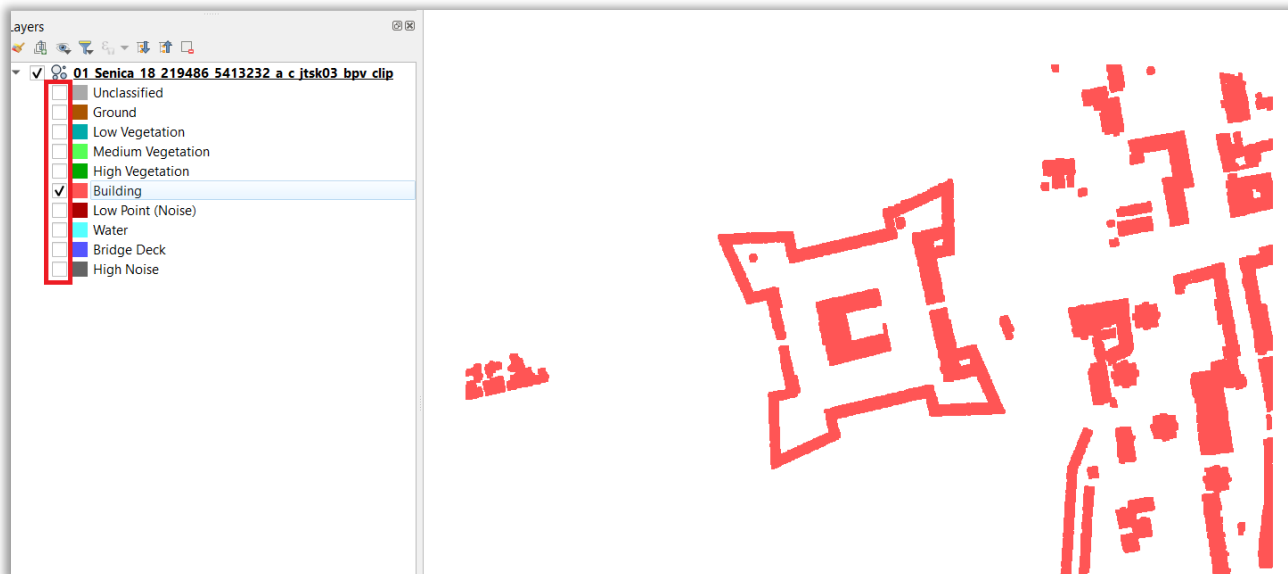


Zobrazenie vybraných tried bodov

Ak je potrebné zobraziť len vybranú alebo vybrané triedy bodov, tak treba nechať okne *Symbology* alebo v paneli *Layers* označené iba tie:

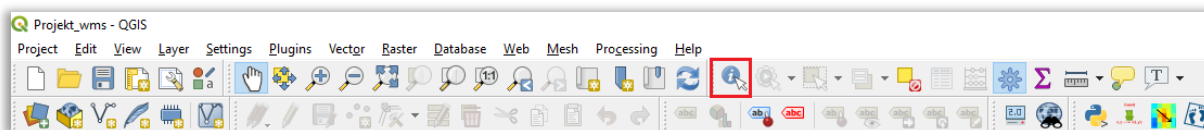


Zobrazenie len bodov z triedy budovy (Building):



4. Identifikácia hodnôt atribútov bodov

Hodnoty atribútov jednotlivých bodov mračna bodov je možné zistiť v mapovom okne pomocou nástroja *Identify Features*, ktorý sa nachádza v paneli *Attribute Toolbar*:



Panel *Attribute Toolbar* je možné zapnúť po kliknutí na panel *View* v hlavnom menu, kde vybrať *Toolbars* a označiť *Attribute Toolbar*.

Po označení ikonky tohto nástroja myšou sa v mapovom okne priblížiť a kliknúť ľavým tlačidlom myši na zvolený bod:



Následne sa otvorí okno *Identify Results* s výsledkami identifikácie, kde sú uvedené hodnoty atribútov napr.:

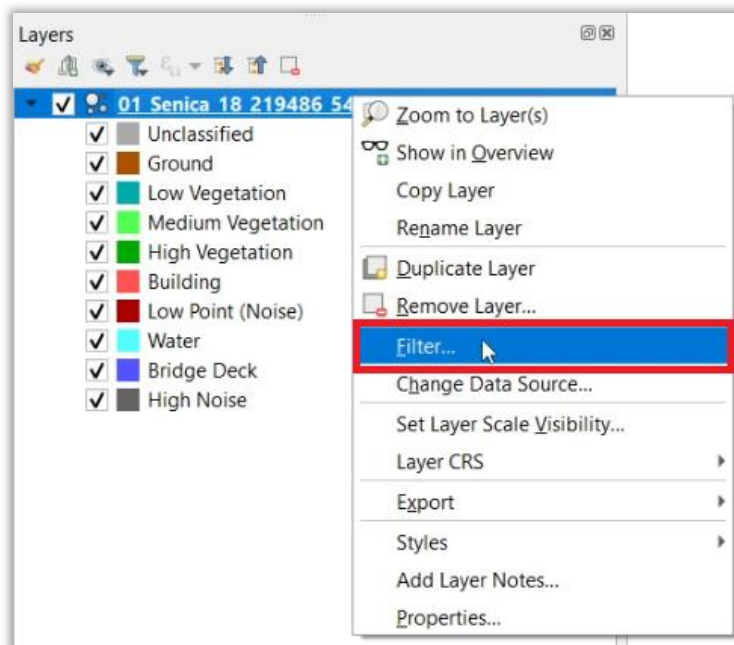
- *Classification* – označenie triedy klasifikácie, do ktorej bod patrí.
- *Intensity* – intenzita odrazeného laserového lúča, ktorý vygeneroval daný bod.
- *X, Y, Z* – priestorové súradnice bodu.

Feature	Value
▼ 01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip	
▼ 1 (Ground)	
ClassFlags	0
Classification	2 (Ground)
EdgeOfFlightLine	0
GpsTime	0
Intensity	41898
NumberOfReturns	1
PointSourceId	335
ReturnNumber	1
ScanAngleRank	13
ScanChannel	0
ScanDirectionFlag	1
UserData	0
X	-562635.09
Y	-1207605.06
Z	164.745

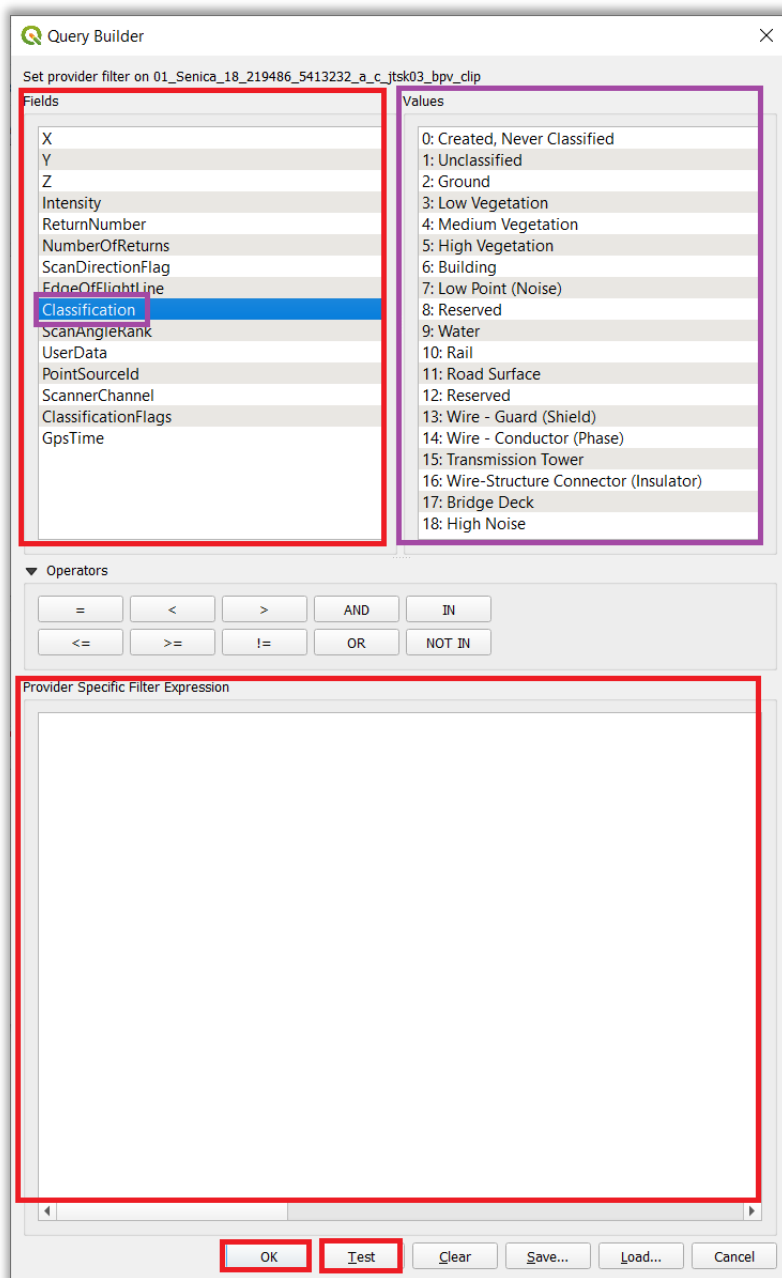
5. Výber bodov podľa hodnôt atribútov

Z mračna bodov je možné vybrať, zobrazíť alebo následne aj vyexportovať do iného súboru len vybrané body podľa zvolenej podmienky pomocou nasledujúcich nástrojov *Filter*:

1) Filter – nástroj je možné spustiť po kliknutí pravým tlačidlom myši na vrstvu mračna bodov v paneli *Layers*:

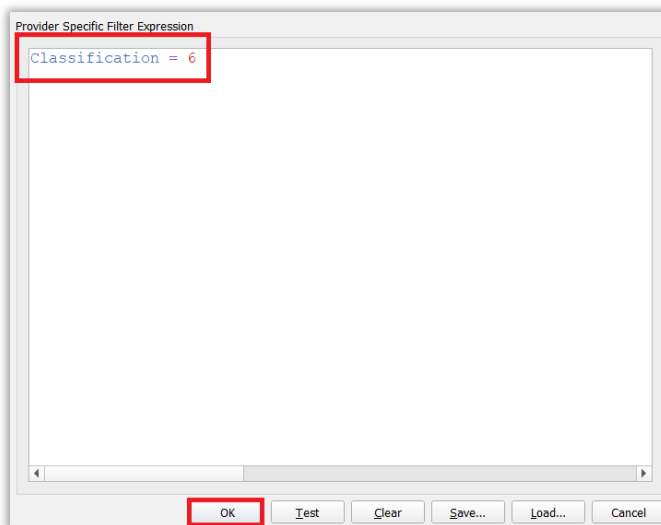


Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Query Filter*, kde sa v časti *Fields* zobrazia atribúty, ktoré súbor mračna bodov obsahuje, v časti *Values* sa zobrazia hodnoty vybraného atribútu a do časti *Provider Specific Filter Expression* treba zadať podmienku na výber bodov. Nakoniec treba kliknúť na tlačidlo *OK*:



Pomocou nástroja *Filter* je možné mračno bodov selektovať napr. podľa:

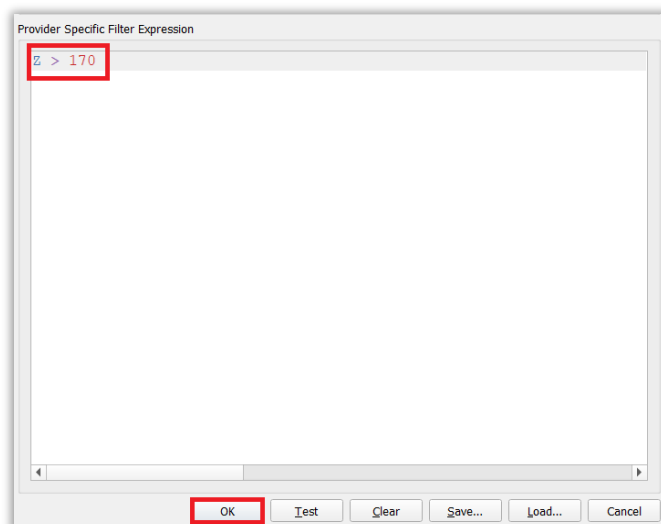
- triedy klasifikácie
 - príklad výberu bodov len z triedy Building (Classification = 6):



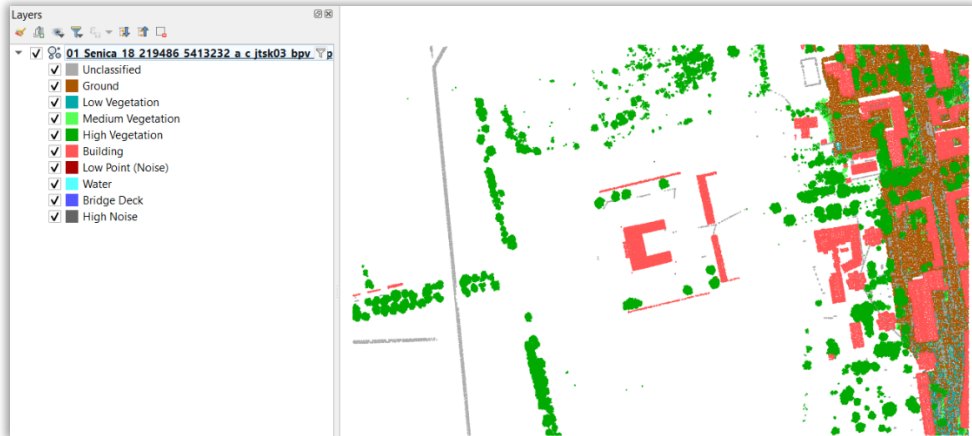
Výsledok:



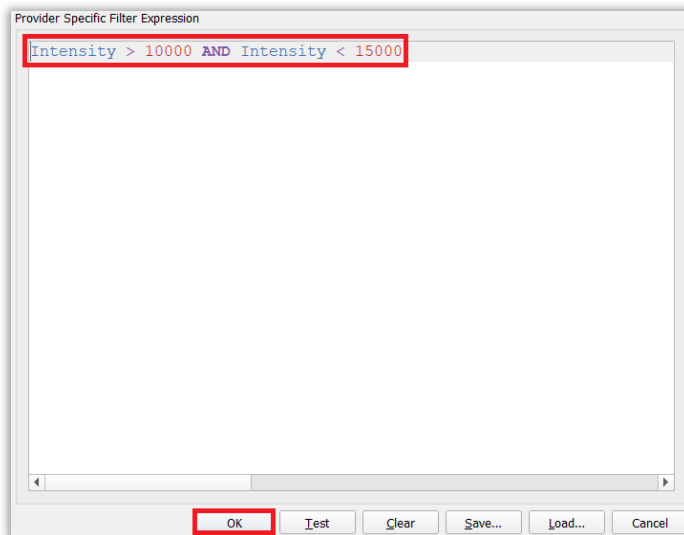
- hodnôt súradnice Z (výšky)
 - príklad výberu bodov s nadmorskou výškou nad 170 m ($Z > 170$):



Výsledok:



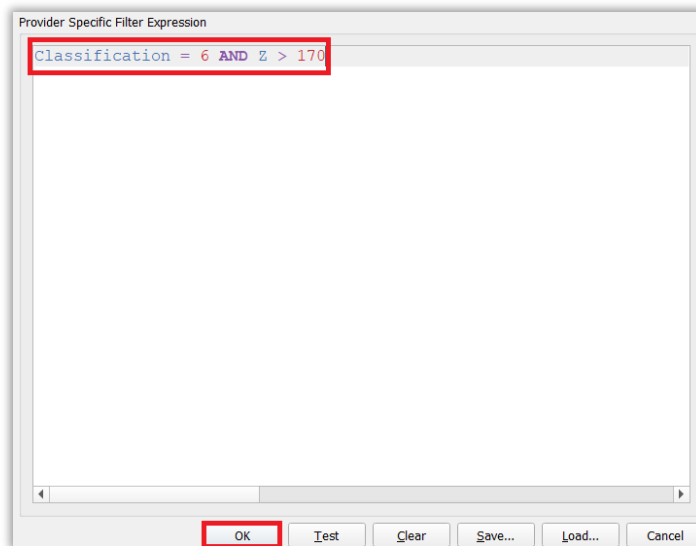
- hodnôt intenzity
 - príklad výberu bodov zo zvoleného intervalu hodnôt intenzity od 10000 do 15000 (Intensity > 10000 AND Intensity < 15000)



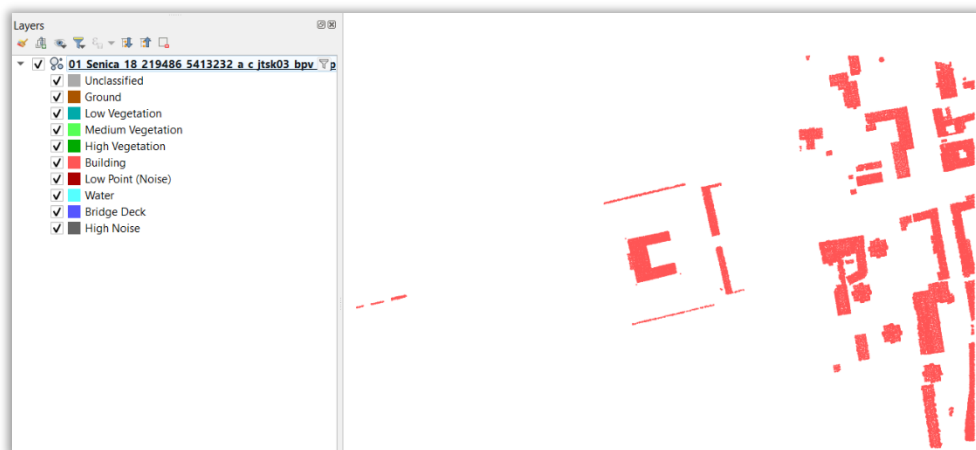
Výsledok:



- výber podľa hodnôt viacerých atribútov
 - príklad výberu bodov z triedy Building s nadmorskou výškou nad 170 m (Classification = 6 AND Z > 170):

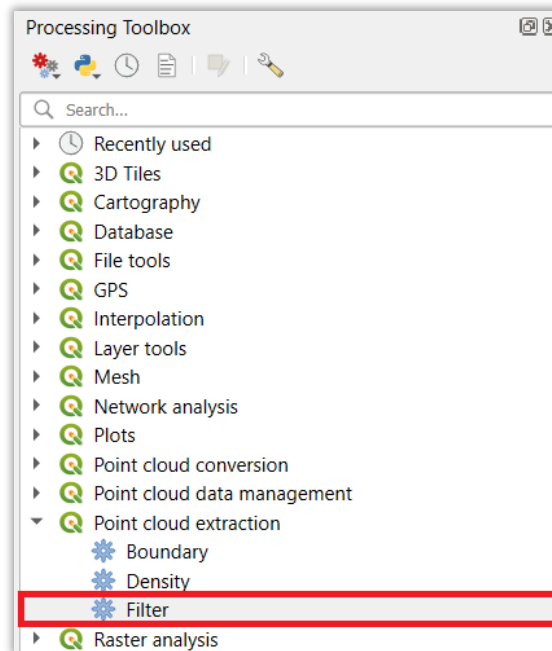


Výsledok:



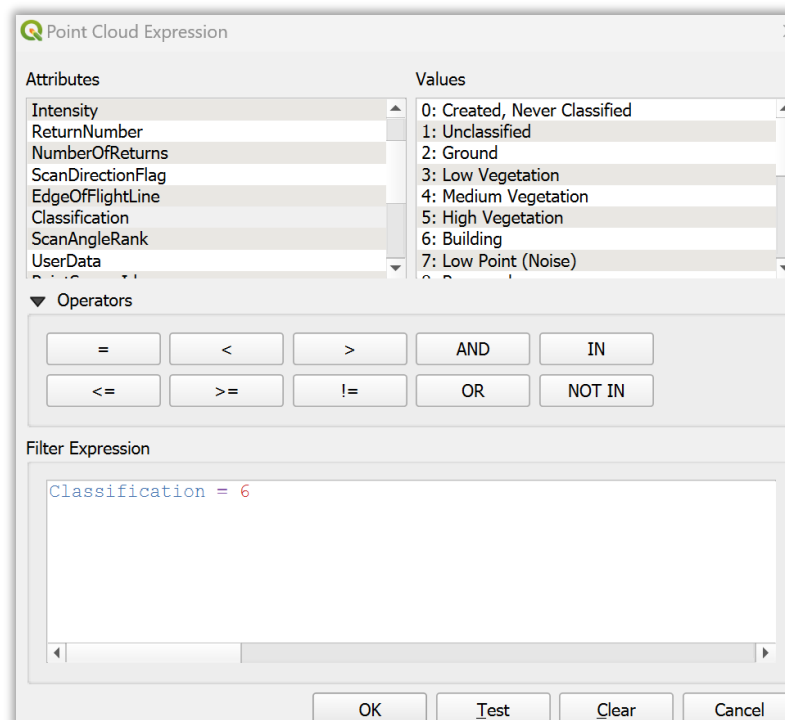
Takto vybrané body podľa zvolenej podmienky je následné možné vyexportovať do iného súboru vo zvolenom formáte (LAS, LAZ, GeoPackage, ESRI Shapefile, DXF, CSV) podľa postupu uvedeného v [6. kapitole](#).

2) Filter - umožňuje výber bodov zo vstupnej vrstvy mračna bodov na základe zadanej podmienky alebo zvolenej oblasti do formátov LAS, LAZ, VPC. Nástroj sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud extraction*:

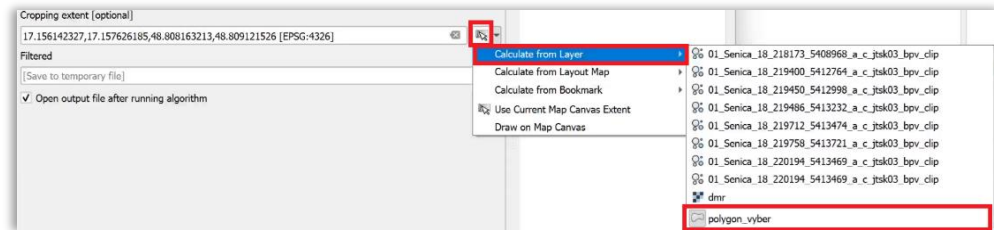



Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Extraction - Filter*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* – vybrať vstupnú vrstvu mračna bodov.
- *Filter expression* – zadať podmienku pre výber vybranej podmnožiny bodov z mračna bodov (napr. vybrané triedy klasifikácie). Príklad výberu bodov z triedy č. 6 Buildings (budovy):

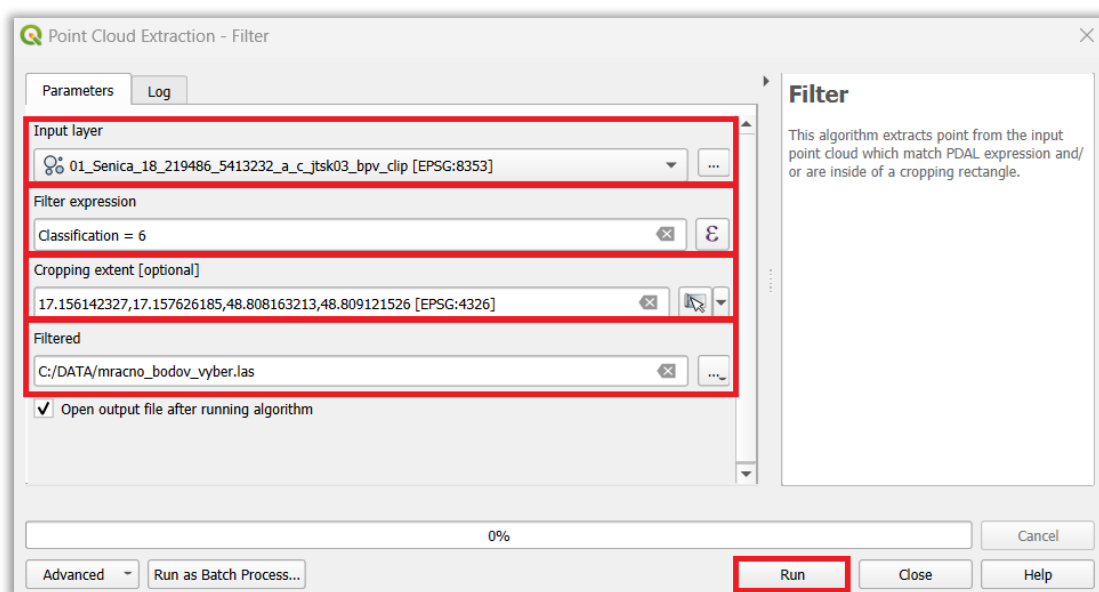


- *Cropping extent* – zadanie priestorového rozsahu pre výber podmnožiny bodov z mračna bodov (voliteľný parameter). Dostupné metódy:
 - *Calculate from Layer* - použije sa priestorový rozsah (bounding box - BBOX) vrstvy načítanej v aktuálnom projekte.



- *Calculate from Layout Map* - použije sa priestorový rozsah nastavený v uloženom mapovom projekte pre tlač ([layout map item](#)).
- *Calculate from Bookmark* - použije sa priestorový rozsah z uloženej záložky nastaveného obsahu mapového okna ([bookmark](#)).
- *Use Current Map Canvas Extent* - použije sa nastavený priestorový rozsah mapového okna.
- *Draw on Map Canvas* - kliknúť do mapového okna a nakresliť obdĺžnik ohraničujúci oblasť, z ktorej sa vyberú body.
- Do políčka priamo zadať súradnice priestorového ohraničenia v tvare *xmin, xmax, ymin, ymax*.
- *Filtered* – po kliknutí na tlačidlo  vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov, formát (LAS, LAZ, VPC) a umiestnenie výstupného súboru.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa vytvorená vrstva mračna bodov otvorí v projekte.

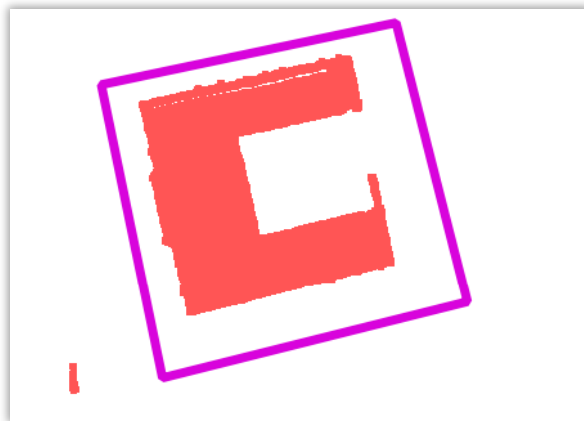
Príklad výberu bodov z triedy č. 6 Buildings (budovy) a podľa ohraničenia zvolenej polygónovej vrstvy:



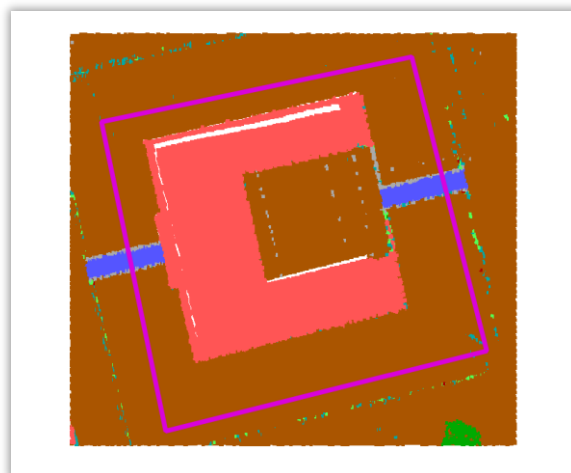
Vstupná vrstva mračna bodov a polygónová vrstva pre výber bodov:



Výsledok výberu bodov z triedy č. 6 Buildings (budovy) podľa priestorového ohraničenia (BBOX) zvolenej polygónovej vrstvy:



Príklad výberu všetkých bodov z mračna bodov podľa priestorového ohraničenia (BBOX) zvolenej polygónovej vrstvy:



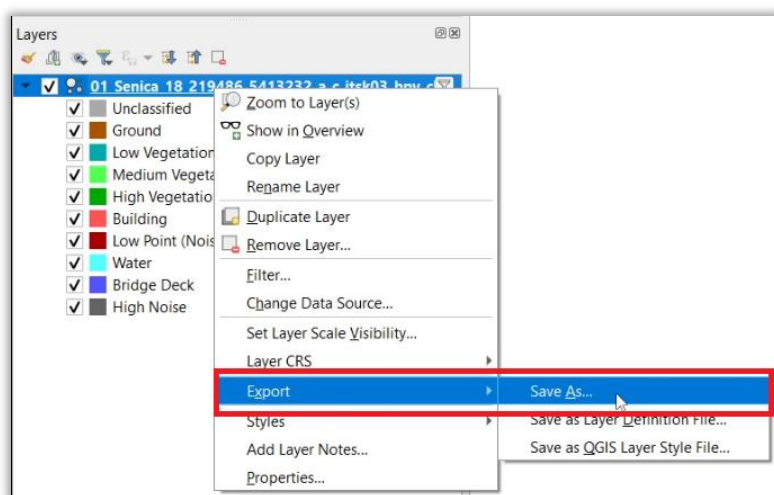
6. Export do iných formátov

Mračno bodov je možné vyexportovať celé alebo iba jeho časť vybranú podľa postupu uvedeného v [5. kapitole](#) do nasledujúcich formátov:

- LAS
- LAZ
- GeoPackage
- ESRI Shapefile
- DXF
- CSV (Comma separated values)

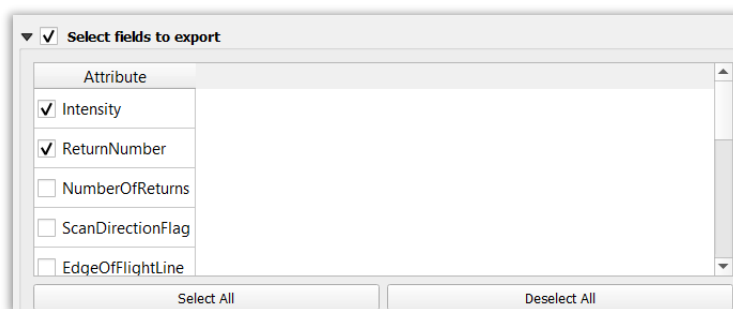
Na export mračna bodov do iných formátov slúžia nástroje:

1) Export → **Save as** – nástroj je možné spustiť po kliknutí pravým tlačidlom myši na vrstvu mračna bodov v paneli *Layers*:



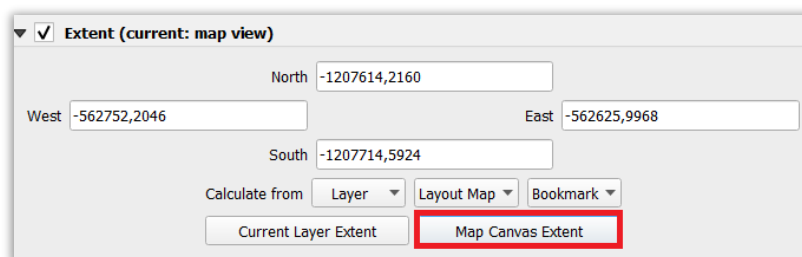
Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Save Vector Layer as*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *OK*:

- *Format* – zvoliť formát výstupného súboru.
- *File name* – zadať názov a umiestnenie výstupného súboru.
- *Layer name* – zadať názov vrstvy vo výstupnom súbore.
- *CRS* – zvoliť súradnicový systém výstupného súboru. Týmto spôsobom je tak možné body pretransformovať aj do iného polohového súradnicového systému ([7. kapitola](#)).
- *Select fields to export* – po označení tohto políčka bude výstupný súbor obsahovať všetky alebo len vybrané atribúty mračna bodov:

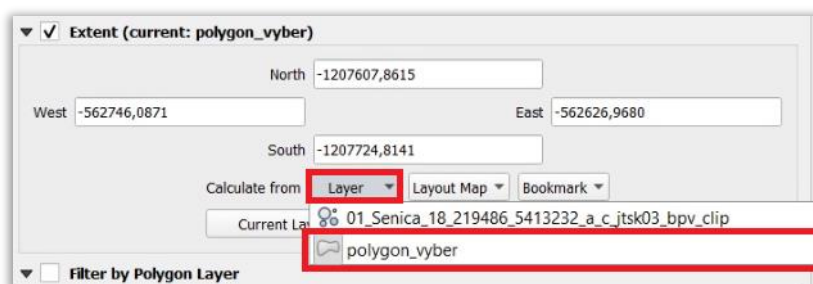


Ak sa nechá políčko neoznačené, tak vo výstupnom súbore sa bude nachádzať len identifikátor bodu (napr. fid pri formáte GeoPackage).

- *Extent* – označiť v prípade, ak je potrebné vyexportovať mračno bodov podľa priestorového ohraničenie mapového okna (*Map Canvas Extent*):



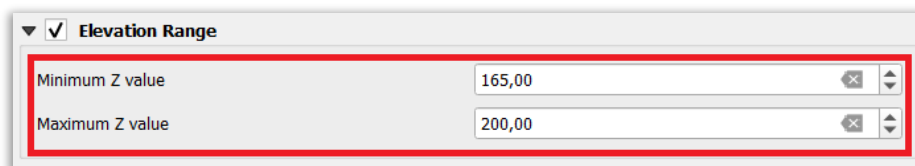
alebo inej vrstvy (*Calculate from: Layer*):



- *Filter by Polygon Layer* – označiť v prípade, ak je potrebné vyexportovať body, ktoré sa nachádzajú len v oblasti zvolenej polygónej vrstvy:



- *Elevation range* – označiť v prípade, ak je potrebné vyexportovať body len zo zvoleného výškového intervalu:



- *Limit number of points* – označiť v prípade, ak je potrebné vyexportovať len určitý zvolený počet bodov (*Limit total number of exported points to*):

▼ **Limit number of points**

Limit total number of exported points to 300000

Príklad exportu mračna bodov do formátu GeoPackage.

Save Vector Layer as...

Format GeoPackage

File name E:\DATA\NAVODY\Mracno_bodov_QGIS\Holicsky_zamok\EXPORTY\Holic_all_attributes.gpkg

Layer name 01_senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip

CRS EPSG:8353 - S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North

Select fields to export

Attribute

Intensity

ReturnNumber

NumberOfReturns

ScanDirectionFlag

EdgeOfFlightLine

Select All Deselect All

Extent (current: none)

North -1207471,3800

West -562892,8100 East -562485,0800

South -1207853,7600

Calculate from Layer Layout Map Bookmark

Current Layer Extent Map Canvas Extent

Filter by Polygon Layer

Export points intersecting features from layer

polygon_vyber

Selected features only

Elevation Range

Minimum Z value 154,97

Maximum Z value 245,86

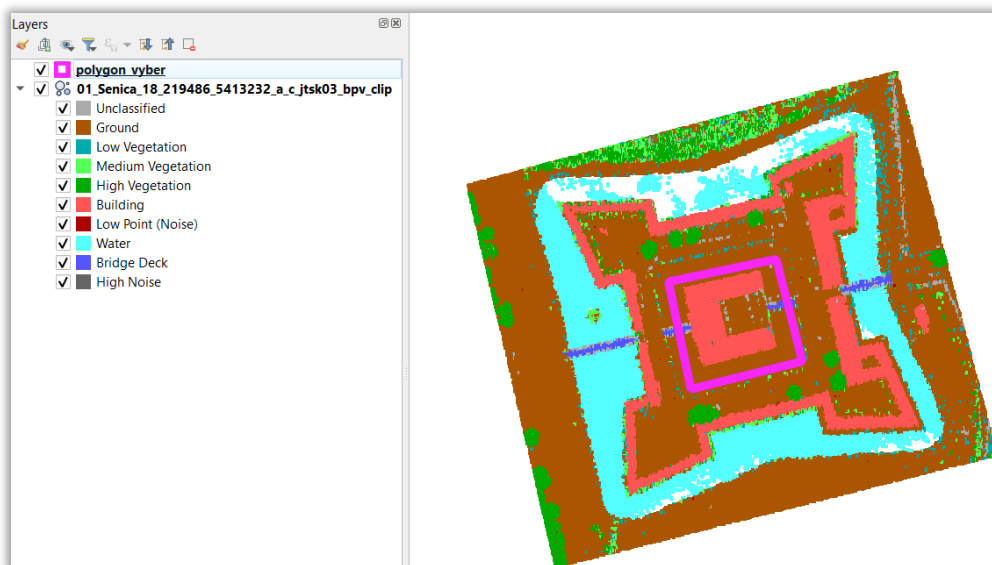
Limit number of points

Limit total number of exported points to 1000000

Add saved file to map **OK** Cancel Help

Ukázky exportov

Vstupná vrstva mračna bodov a polygón pre výber bodov:

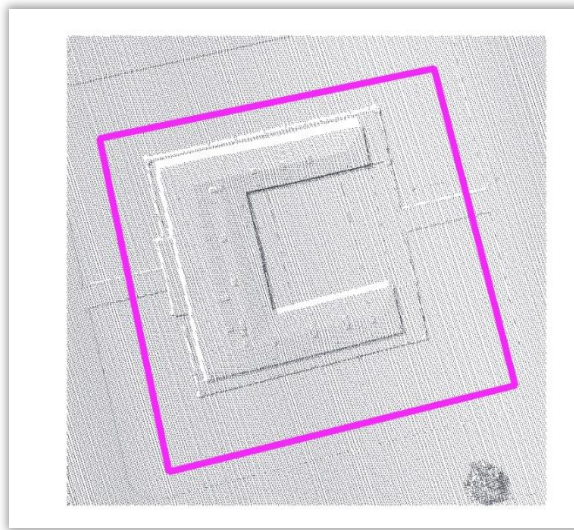


Výstupný súbor vo formáte GeoPackage so všetkými bodmi a atribútmi:

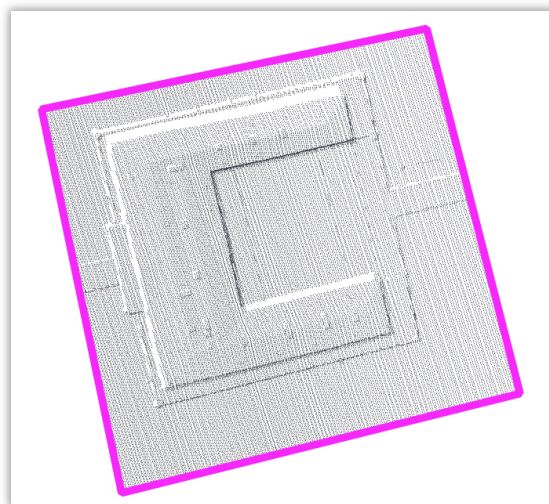


fid	Intensity	ReturnNumber	NumberOfReturns	ScanDirectionFlag	EdgeOffFlightLine	Classification	ScanAngleRank	UserData	PointSourceId	ScannerChannel	ClassificationFlags	GpsTime
1	1	47818	1	1	1	0	2	71	0	335	0	227641.522110...
2	2	46835	1	1	1	0	2	71	0	335	0	227641.522115...
3	3	36612	1	1	1	0	2	-96	0	335	0	227641.529117...
4	4	41571	1	1	1	0	2	-96	0	335	0	227641.529122...
5	5	45503	2	2	1	0	2	71	0	335	0	227641.529166...
6	6	23024	1	2	1	0	4	71	0	335	0	227641.529166...
7	7	44869	1	1	1	0	2	-96	0	335	0	227641.536207...
8	8	0	1	2	1	0	4	-96	0	335	0	227641.536223...
9	9	45524	2	2	1	0	2	71	0	335	0	227641.536230...

Výstupný súbor vo formáte GeoPackage obsahujúci len body vybrané podľa priestorového ohraničenia zvolenej vrstvy (*Extent* → *Calculate from: Layer*):



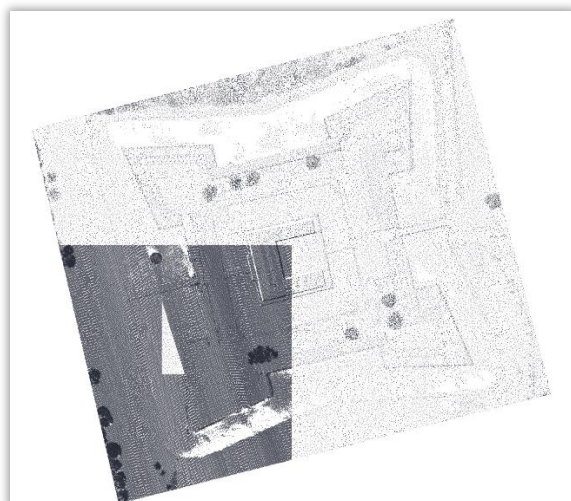
Výstupný súbor vo formáte GeoPackage obsahujúci len body vybrané podľa hraníc zvoleného polygónu (*Filter by polygon layer*):



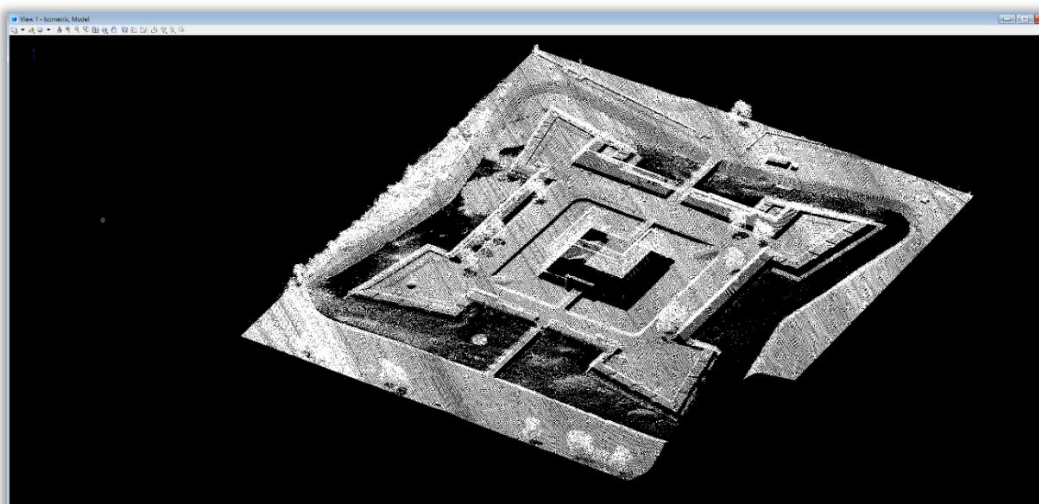
Výstupný súbor vo formáte GeoPackage obsahujúci len vo zvolenom výškovom intervale od 165 m do 200 m (*Elevation Range*):



Výstupný súbor vo formáte GeoPackage obsahujúci len zvolený počet bodov (*Limit number of points*):



Výstupný súbor vo formáte DXF zobrazený v softvéri Bentley MicroStation V8i:



Upozornenie: Vyexportované DXF súbory majú nastavené ako meracie jednotky inches (palce).

Je to z dôvodu používaného zdrojového súboru header.dxf (jeho umiestnenie v QGIS 3.28.3:

C:\Program Files\QGIS 3.28.3\apps\gdal\share\gdal), kde je nastavené pri parametroch

\$MEASUREMENT=0 (English) a \$INSUNITS=1 (Inches)

Pre konverziu do jednotiek metrov treba tento súbor upraviť v textovom editore (napr. Notepad++

atď.) a nastaviť správne hodnoty pre parametre \$MEASUREMENT=1 (Metric) a \$INSUNITS=6

(Meters):

```
$MEASUREMENT
```

```
70
```

```
1
```

```
$INSUNITS
```

```
70
```

```
6
```

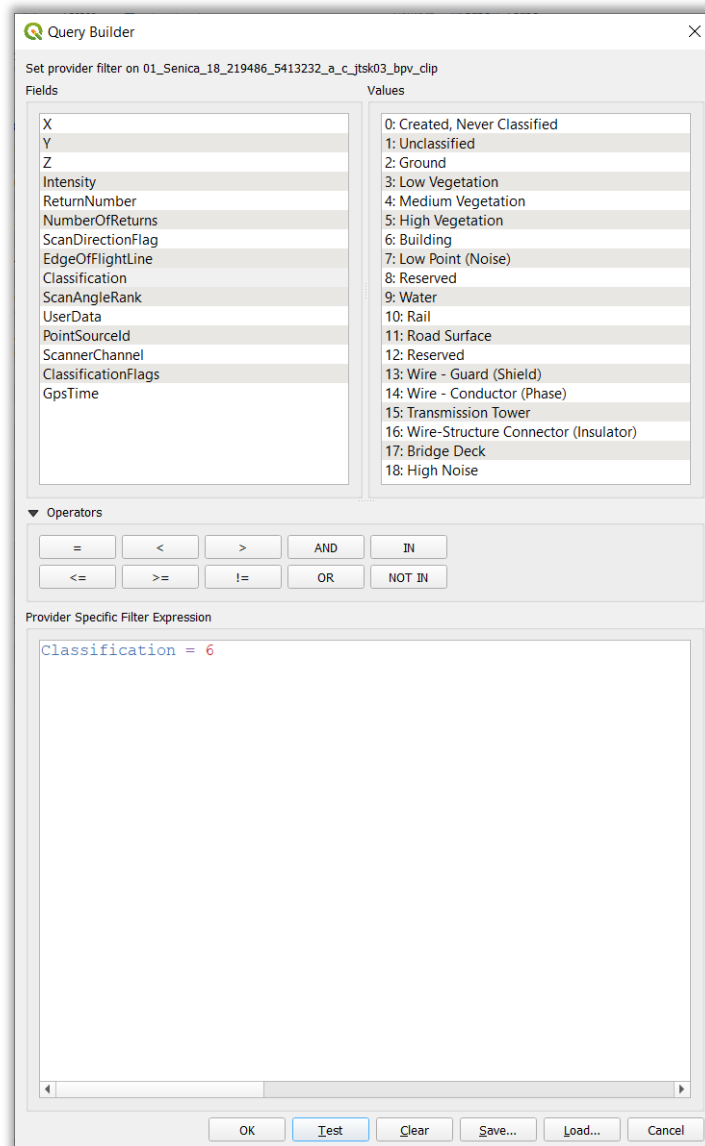
Viac informácií o nastavených jednotkách v DXF súbore na stránke:

<https://ezdxf.readthedocs.io/en/stable/concepts/units.html>

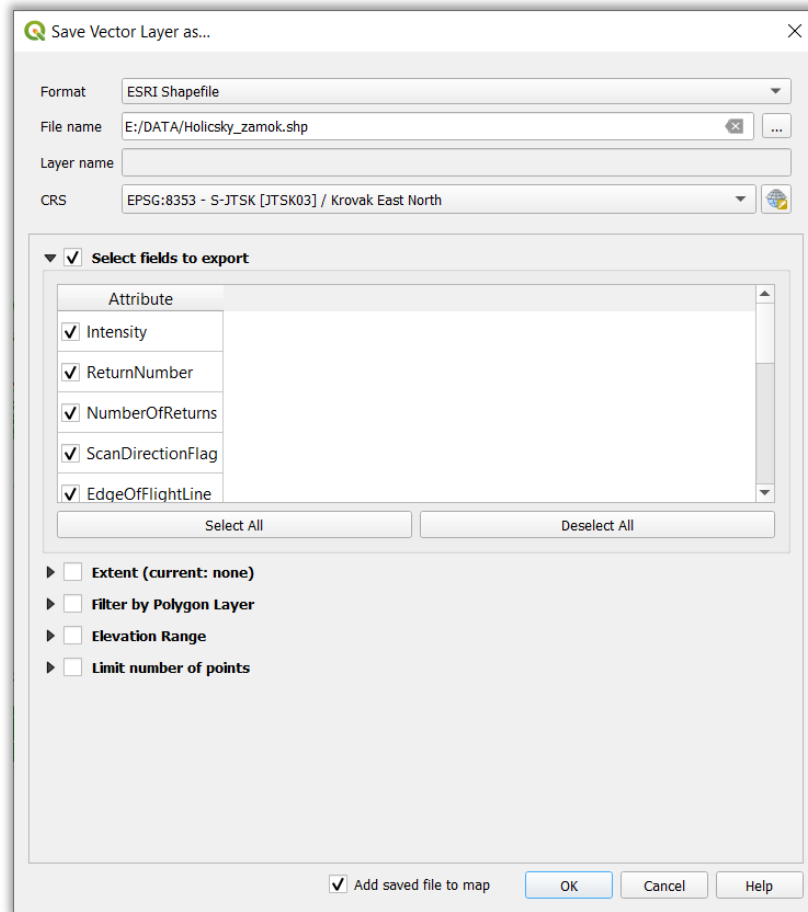
Export vybranej časti bodov

Príklad výberu bodov z triedy Building vyexportovaných do formátu ESRI Shapefile:

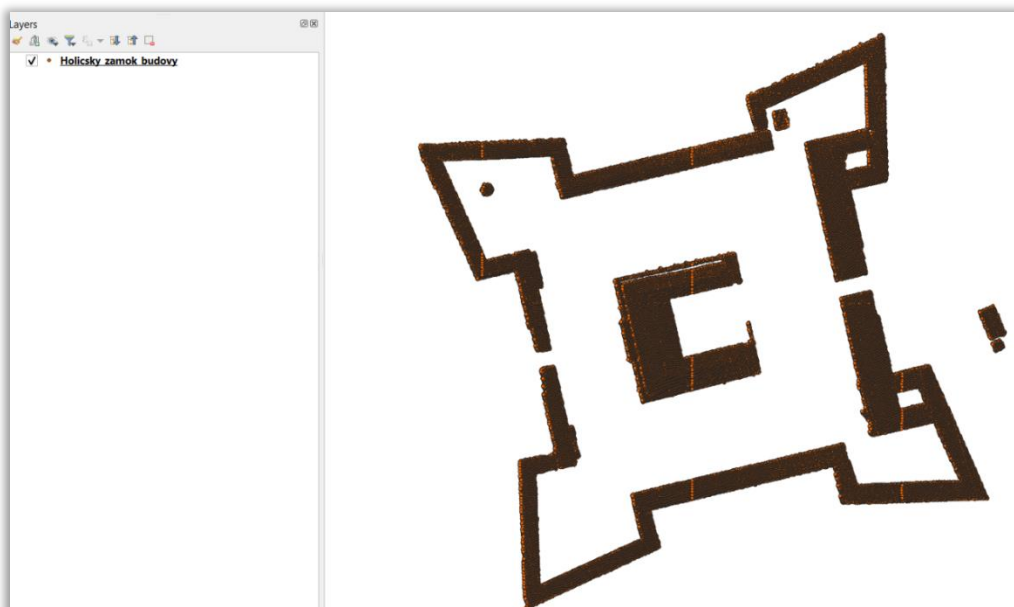
1. Ako prvý krok si treba vybrať body podľa zvolenej podmienky pomocou nástroja *Filter* ([5. kapitola](#)):



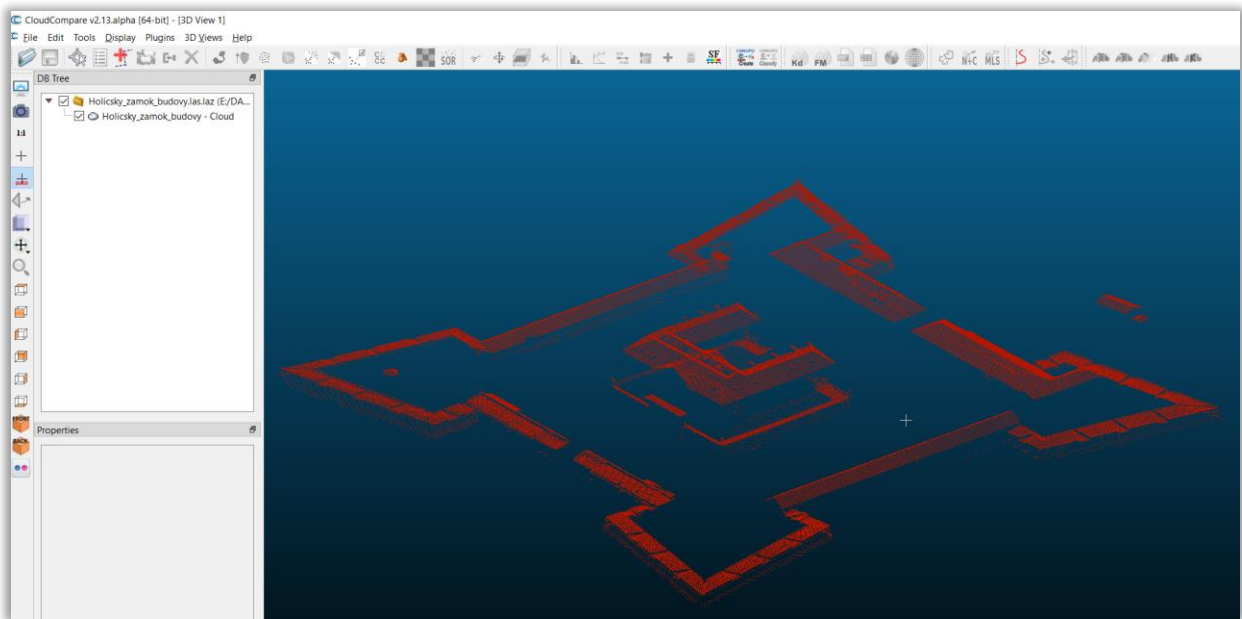
2. Potom na export vybraných bodov do zvoleného formátu použiť nástroj *Export* → *Save as*:



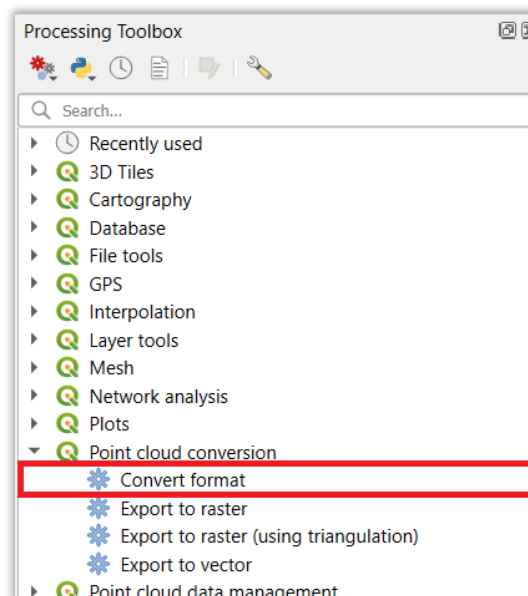
Výsledok exportu:



Príklad výberu bodov z triedy Building vyexportovaných do formátu LAS zobrazených v softvéri CloudCompare (<https://www.danielgm.net/cc/>):

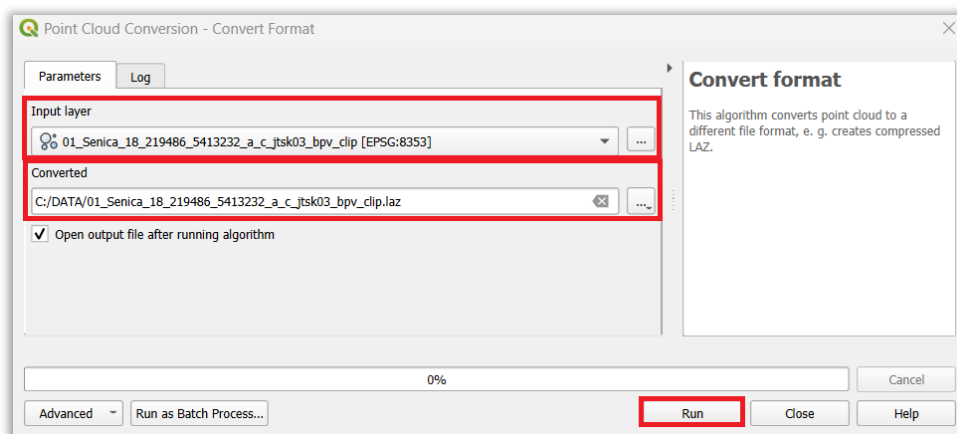


2) Convert format - nástroj slúži na konverziu mračna bodov na iný formát súboru: LAS, LAZ, VPC. Nástroj sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud conversion*:

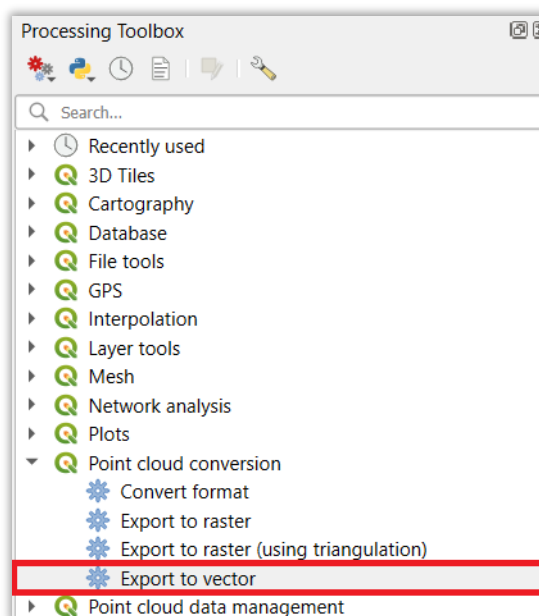


Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Conversion – Convert Format*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* – vybrať vstupnú vrstvu mračna bodov.
- *Converted* – po kliknutí na tlačidlo vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov, formát a umiestnenie výstupného súboru.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa prekonvertovaná vrstva mračna bodov otvorí v projekte.

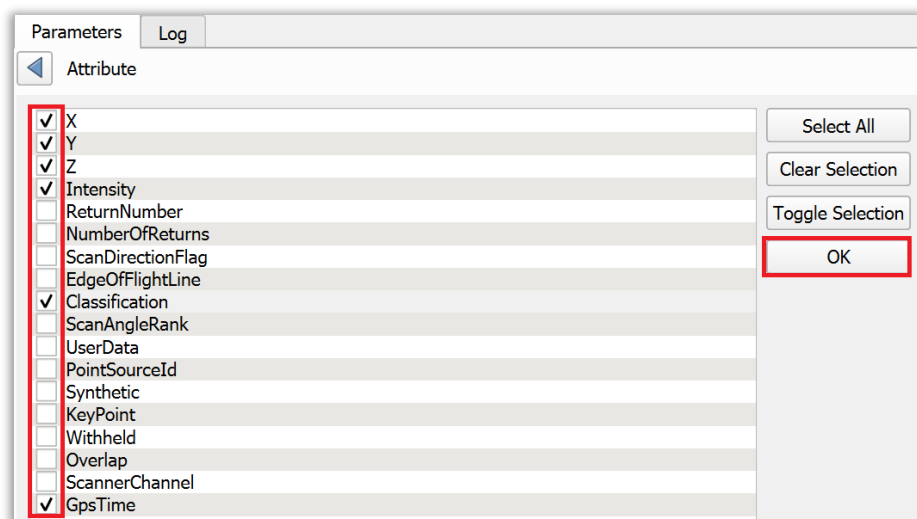



3) Export to vector – nástroj slúži na export mračien bodov do vektorovej 3D bodovej vrstvy vo formáte GeoPackage. Nástroj sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud conversion*:



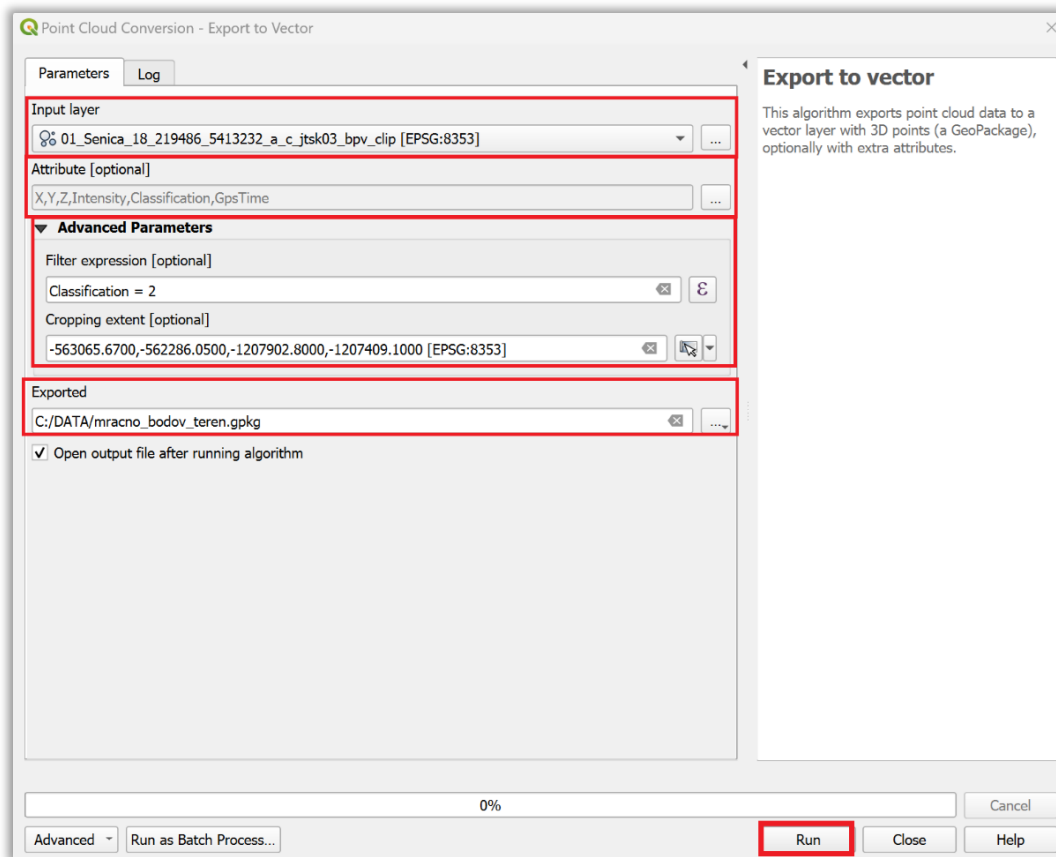
Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Conversion – Export to Vector* kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* – vybrať vstupnú vrstvu mračna bodov.
- *Attribute* – vybrať atribúty z vrstvy mračna bodov, ktoré sa vyexportujú (voliteľný parameter). Odporúčané je vybrať len potrebné atribúty z dôvodu veľkosti výstupného súboru GeoPackage.

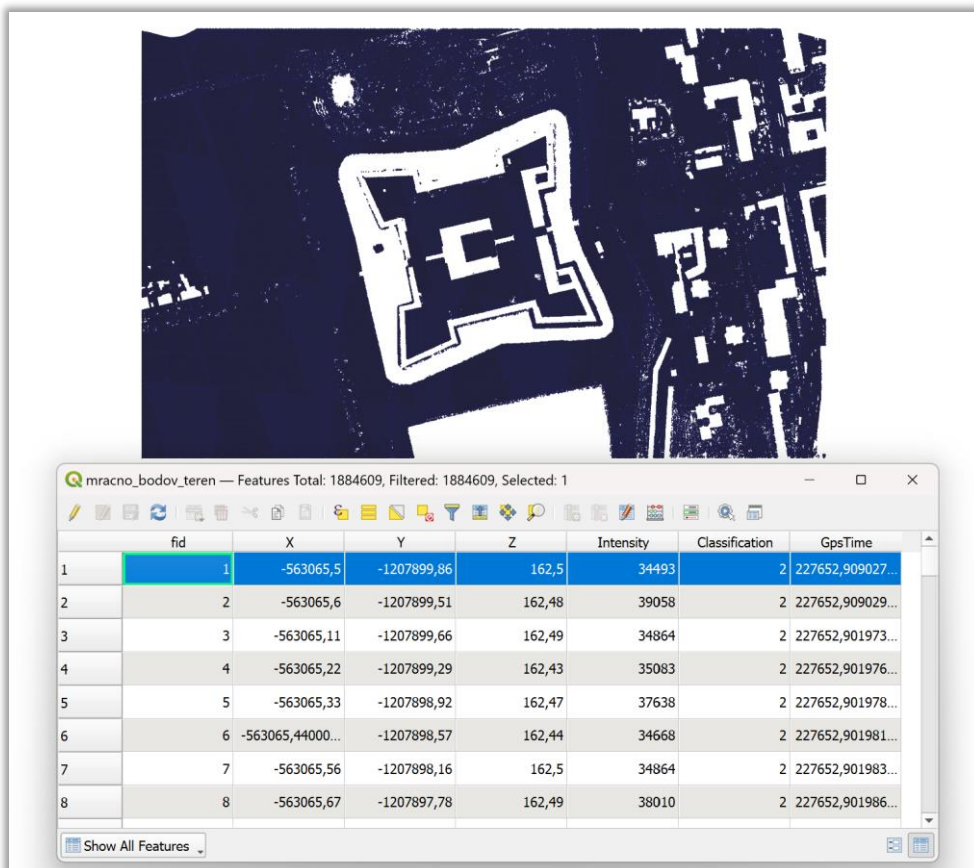


- *Filter expression* – zadanie podmienky pre výber vybranej podmnožiny bodov z mračna bodov (napr. vybrané triedy klasifikácie) (voliteľný parameter).
- *Cropping extent* – zadanie priestorového rozsahu pre výber podmnožiny bodov z mračna bodov (voliteľný parameter). Dostupné metódy:
 - *Calculate from Layer* - použije sa priestorový rozsah (bounding box - BBOX) vrstvy načítanej v aktuálnom projekte.
 - *Calculate from Layout Map* - použije sa priestorový rozsah nastavený v uloženom mapovom projekte pre tlač ([layout map item](#)).
 - *Calculate from Bookmark* - použije sa priestorový rozsah z uloženej záložky nastaveného obsahu mapového okna ([bookmark](#)).
 - *Use Current Map Canvas Extent* - použije sa nastavený priestorový rozsah mapového okna.
 - *Draw on Map Canvas* - kliknúť do mapového okna a nakresliť obdĺžnik ohraničujúci oblasť, z ktorej sa vyberú body.
 - Do políčka priamo zadať súradnice priestorového ohraničenia v tvare *xmin, xmax, ymin, ymax*.
- *Exported* – po kliknutí na tlačidlo  vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov a umiestnenie výstupného súboru vo formáte GeoPackage.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa prekonvertovaná vektorová vrstva mračna bodov otvorí v projekte.

Príklad exportu bodov z triedy č. 2 Ground (terén):

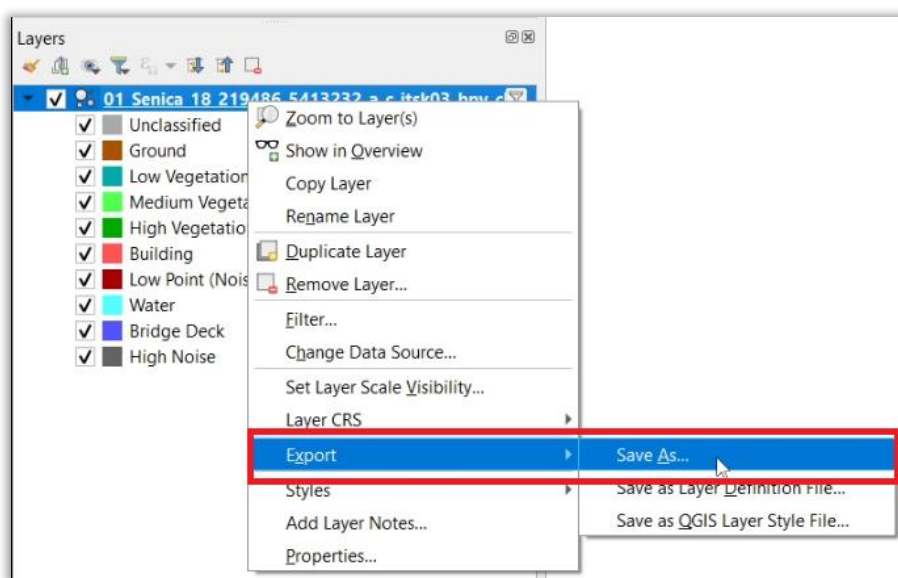


Výsledok exportu:



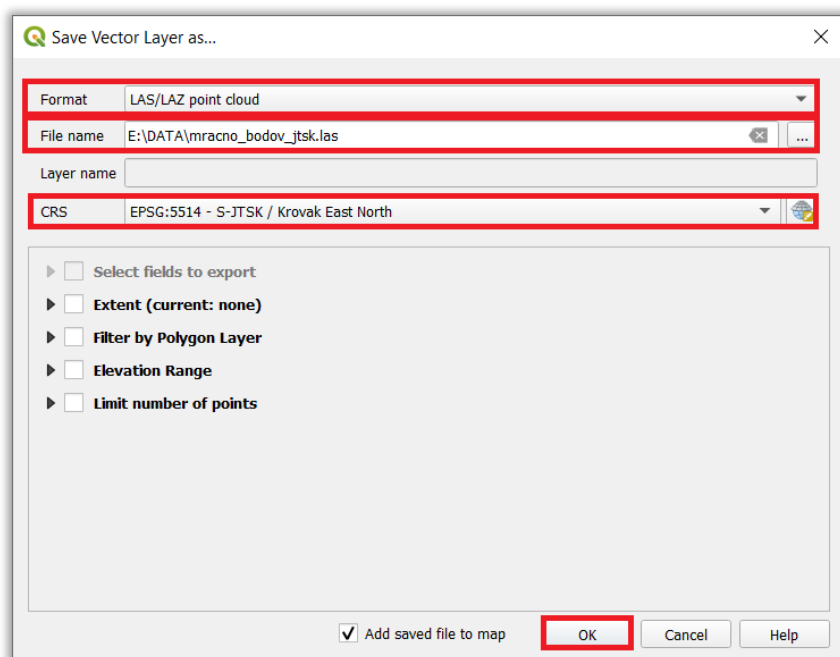
7. Transformácia do iného polohového súradnicového systému

Mračno bodov je možné pretransformovať do iného polohového súradnicového systému. Pre presnú transformáciu údajov treba mať v QGIS nastavené správne transformácie medzi súradnicovými systémami podľa návodu: https://www.geoportal.sk/files/gz/s-itsk_itsk03_v_qgis.pdf. Tiež treba pred transformáciou skontrolovať a nastaviť správny súradnicový systém vrstvy mračna bodov podľa postupu uvedeného v [1. kapitole](#). Na transformáciu súradníc bodov slúži podobne ako na export do iného formátu ([6. kapitola](#)) nástroj *Export* → *Save as*, ktorý je možné spustiť po kliknutí pravým tlačidlom myši na vrstvu mračna bodov v paneli *Layers*:

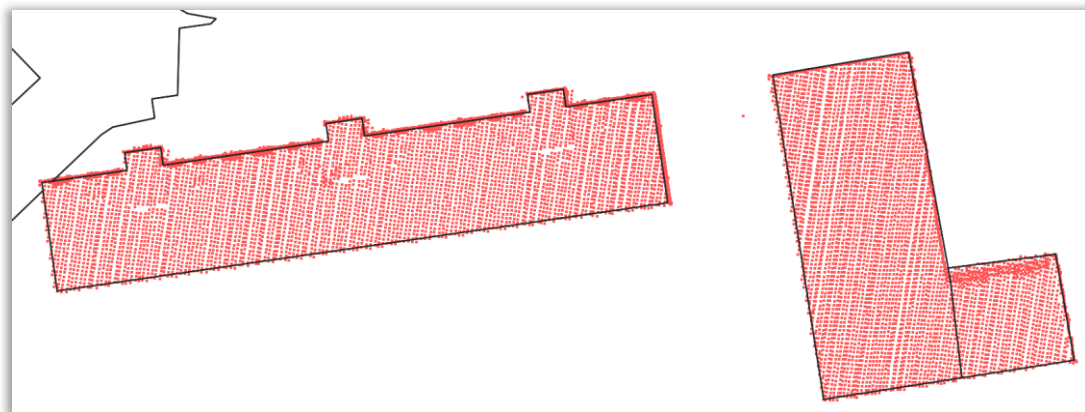


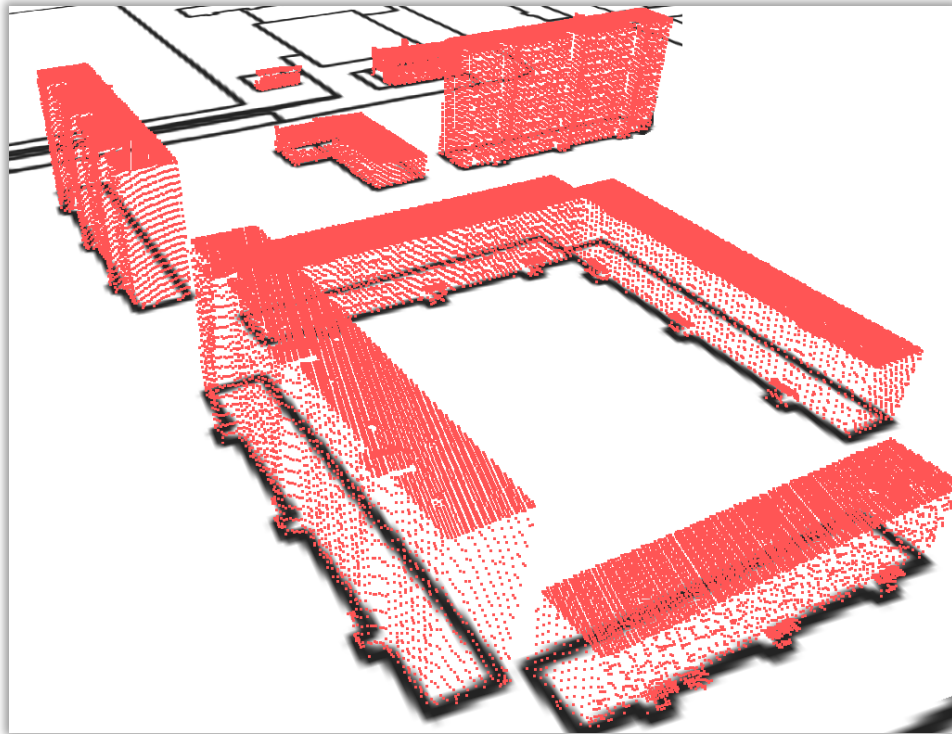
Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *OK*:

- *Format* – zvoliť formát výstupného súboru (LAS, LAZ, GeoPackage, ESRI Shapefile, DXF, CSV).
- *File name* – zadať názov a umiestnenie výstupného súboru.
- *Layer name* – zadať názov vrstvy vo výstupnom súbore.
- *CRS* – zvoliť súradnicový systém výstupného súboru.
- *Select fields to export* – po označení tohto políčka bude výstupný súbor obsahovať všetky alebo len vybrané atribúty mračna bodov.
- *Extent* – označiť v prípade, ak je potrebné vyexportovať mračno bodov len podľa priestorového ohraničenie mapového okna (*Map Canvas Extent*) alebo inej vrstvy (*Calculate from: Layer*).
- *Filter by Polygon Layer* – označiť v prípade, ak je potrebné vyexportovať body, ktoré sa nachádzajú len v oblasti zvolenej polygónovej vrstvy.
- *Elevation range* – označiť v prípade, ak je potrebné vyexportovať body len zo zvoleného výškového intervalu,
- *Limit number of points* – označiť v prípade, ak je potrebné vyexportovať len určitý zvolený počet bodov (*Limit total number of exported points to*).



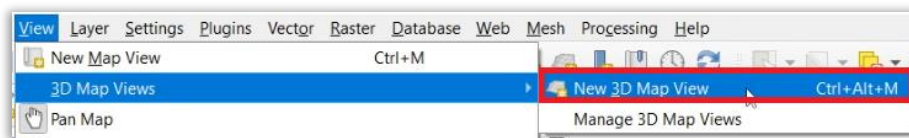
Ukážka pretransformovaného mračna bodov zo súradnicového systému S-JTSK[JTSK03] (kód EPSG:8353) do S-JTSK[JTSK] (kód EPSG:5514) v porovnaní s katastrálnymi parcely C, ktoré je možné bezodplatne stiahnuť vo formáte GeoPackage a súradnicovom systéme S-JTSK[JTSK] (kód EPSG:5514) z webovej aplikácie Atribúty katastrálneho operátu (<https://ako.vugk.sk/>):



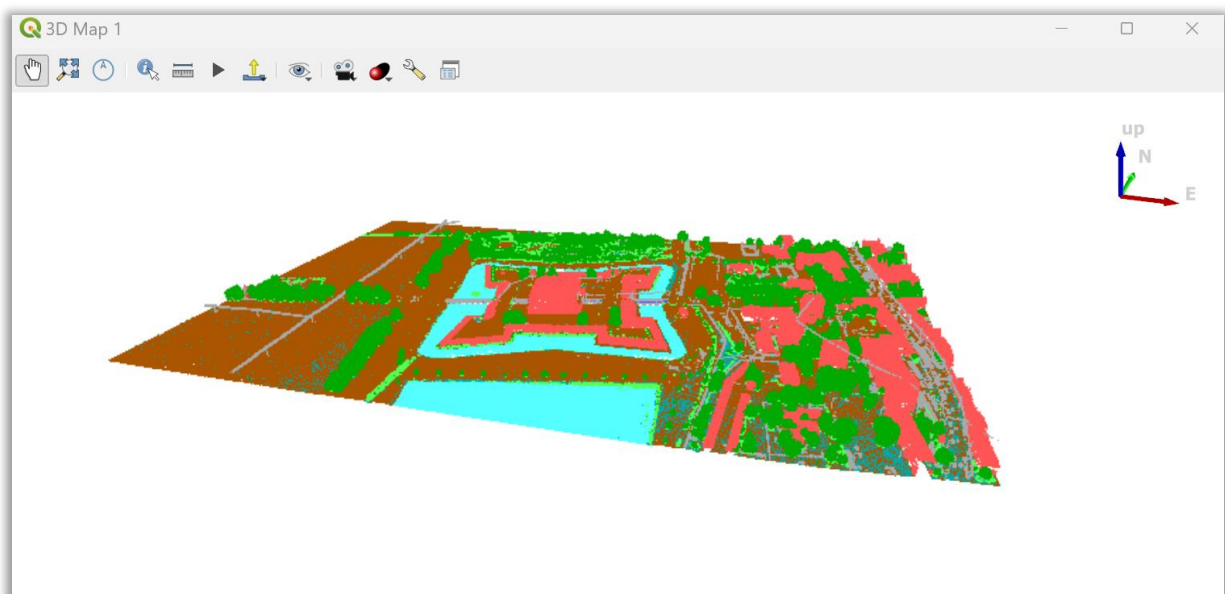


8. 3D zobrazenie

Na zobrazenie mračna bodov v 3D pohľade je možné použiť funkciu *New 3D Map View*, ktorá sa nachádza v hlavnom menu v paneli *View* v časti *3D Map Views*:

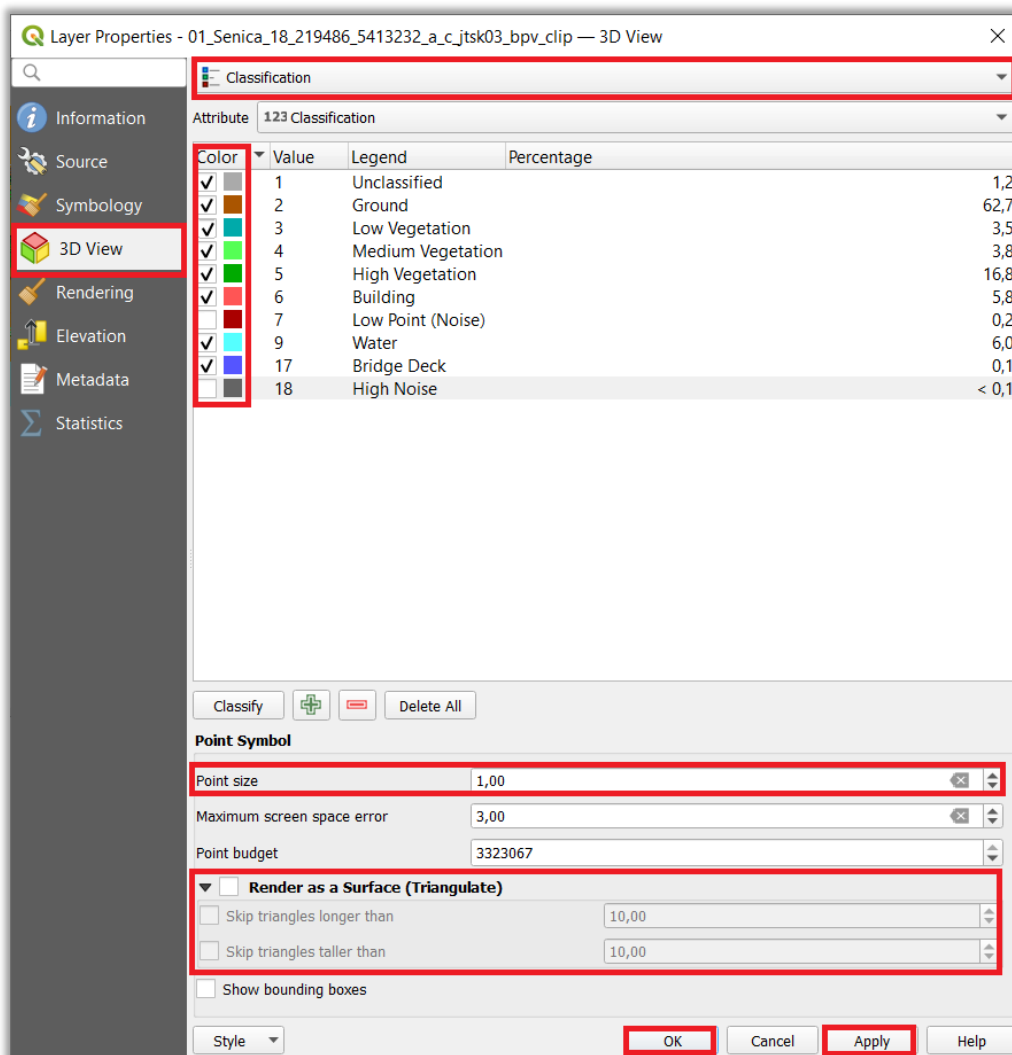


Po spustení sa otvorí nové mapové okno *3D Map*, v ktorom je možné mračno bodov prehliadať:



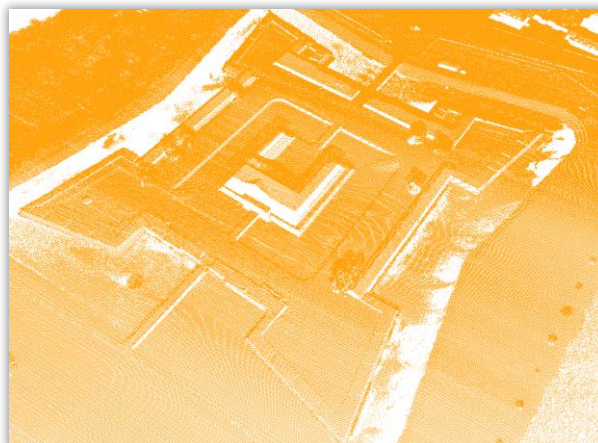
Nastavenie symboliky

Nastavenie symboliky bodov v 3D zobrazení je možné vykonať vo vlastnostiach vrstvy *Properties* v časti *3D View*:

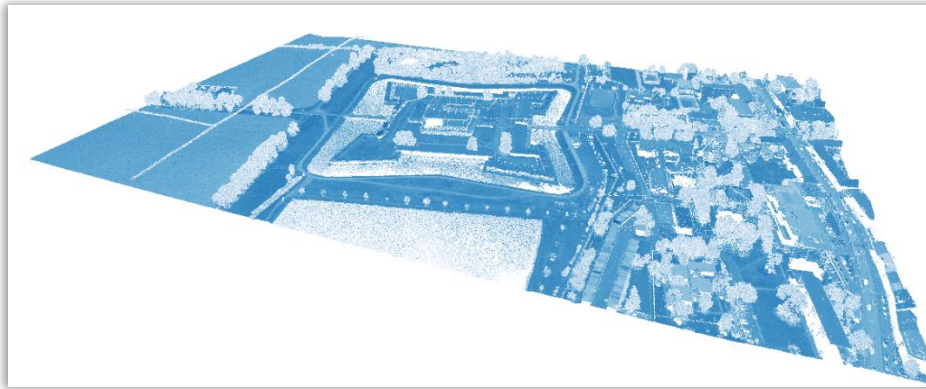


Možnosti nastavenia symboliky:

- *No Rendering* – mračno bodov sa v 3D pohľade nebude zobrazovať.
- *Follow 2D Symbology* – nastavenie symboliky sa preberie z 2D zobrazenia z časti *Properties* → *Symbology*.
- *Single Color* – body sa ofarbia podľa zvolenej farby.



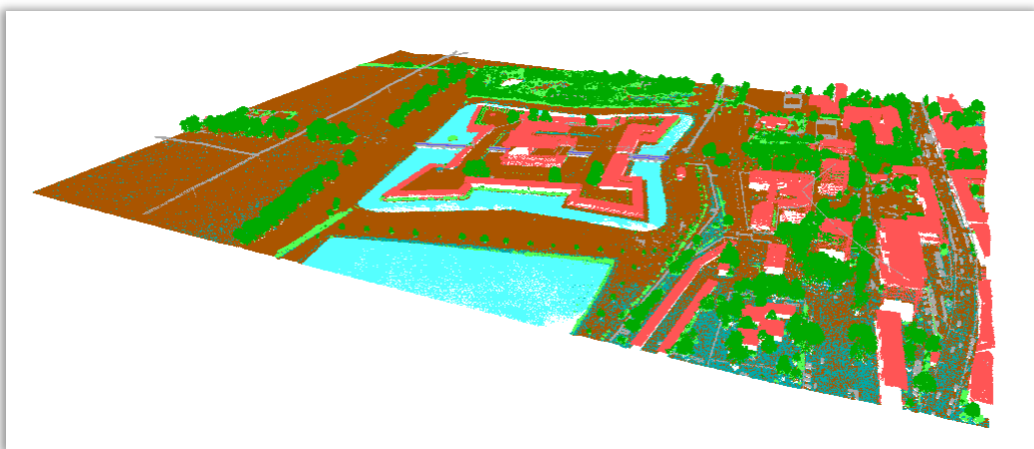
- *Attribute by Ramp* – umožňuje nastaviť symboliku podľa zvoleného atribútu.
Príklad 3D zobrazenia mračna bodov podľa atribútu *Intensity*:



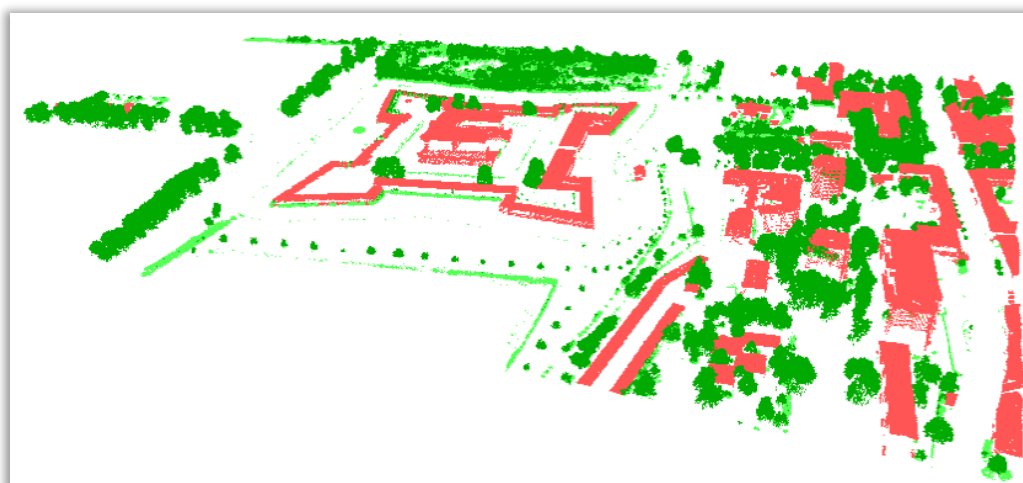
- *RGB* – symbolika bodov sa nastaví podľa atribútov *Blue*, *Green* a *Red*, ktoré obsahujú hodnoty farieb bodu prevzatých napr. z leteckých snímok.
Príklad 3D zobrazenia mračna bodov v symbolike RGB (zdroj: <https://geotiles.nl/>):



- *Classification* – nastavenie symboliky podľa tried klasifikácie.
Príklad 3D zobrazenia mračna bodov podľa tried klasifikácie:

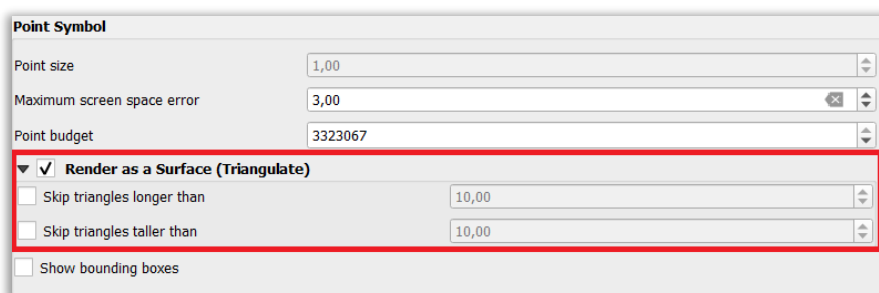


Príklad 3D zobrazenia len vybraných tried budovy (Building) a vegetácia (Medium a High Vegetation):

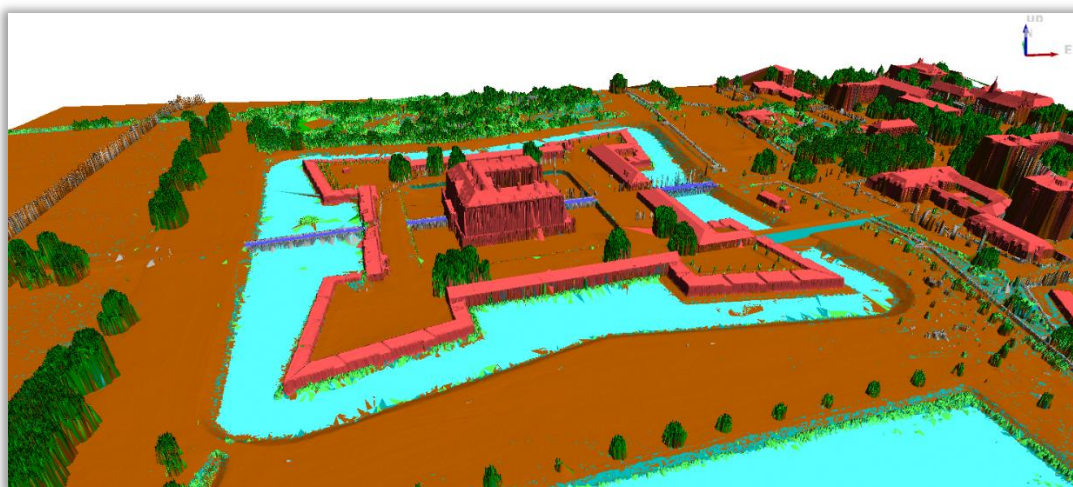


V časti *Point Symbol* je možné nastaviť:

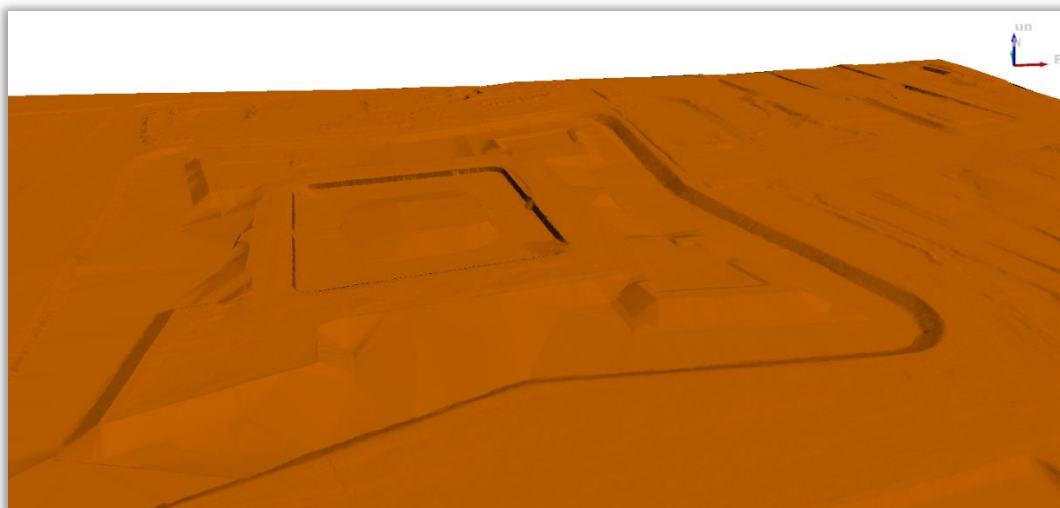
- *Point size* - veľkosť bodového symbolu,
- *Render as Surface (Triangulate)* – po označení sa mračno bodov vykreslí v podobe 3D modelu, podobne ako digitálny model povrchu:




Príklad 3D zobrazenia mračna bodov pri zapnutej funkcii *Render as Surface*:
- všetky triedy klasifikácie

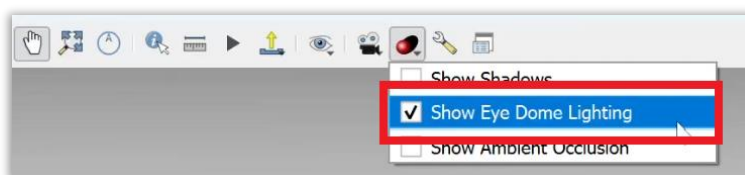



- len trieda Groud (reliéf)

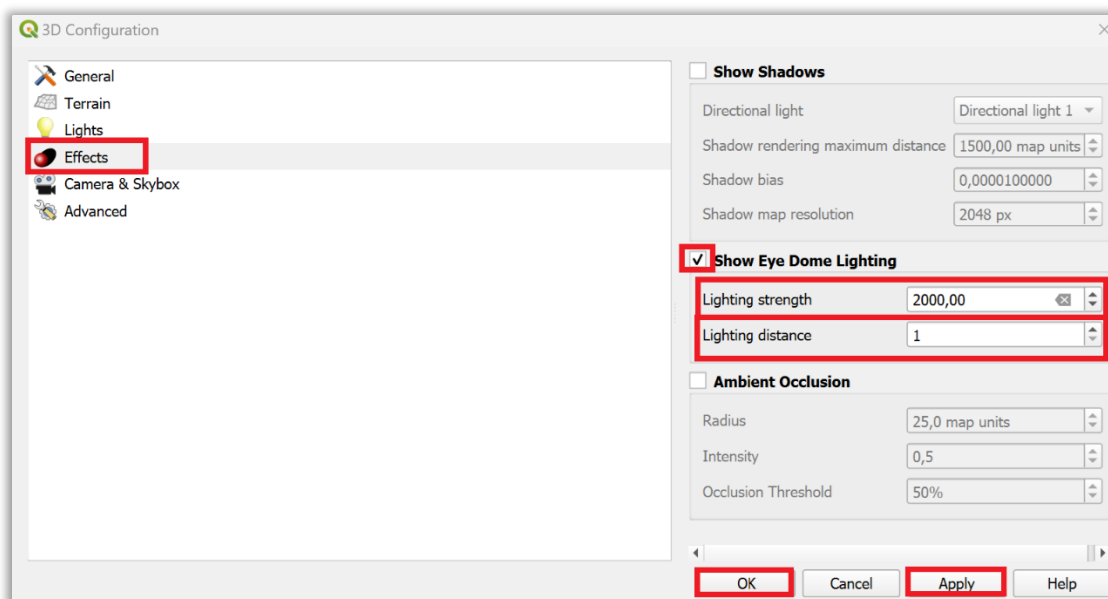


Funkcia Eye Dome Lighting

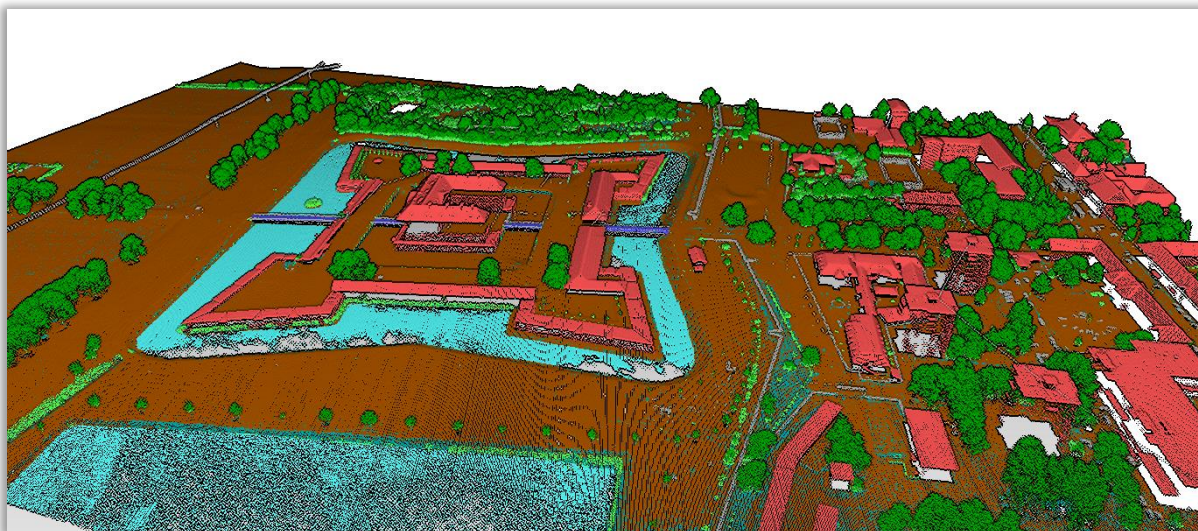
Efekt osvetlenia tzv. „Eye Dome Lighting“, ktorý zvýši kontrast pridáva jemné tieňovanie, vďaka čomu je v mračne bodov oveľa jednoduchšie identifikovať rôzne prvky, ktoré by inak bolo ťažšie vidieť. Funkciu *Eye Dome Lighting* je v 3D mapovom okne možné zapnúť po kliknutí na tlačidlo *Effects*  a označení políčka *Show Eye Dome Lighting*:



Alebo túto funkciu je možné zapnúť po kliknutí na tlačidlo *Options*  a v časti *Effects* označiť políčko *Show Eye Dome Lighting*, kde je možné meniť hodnoty parametrov *Lighting strength* a *Lighting distance*, a nakoniec kliknúť na tlačidlá *Apply* a *OK*:



3D zobrazenie mračna bodov so zapnutou funkciou *Eye Dome Lighting*:



9. Zobrazenie na podklade DMR a ortofotomozaiky

Raster digitálneho model reliéfu (DMR) je možné pridať do projektu a zobraziť v mapovom okne podľa postupu uvedeného v 1. kapitole návodu: <https://www.geoportal.sk/files/zbgis/lls/navod-pracu-dmr-ggis.pdf>.

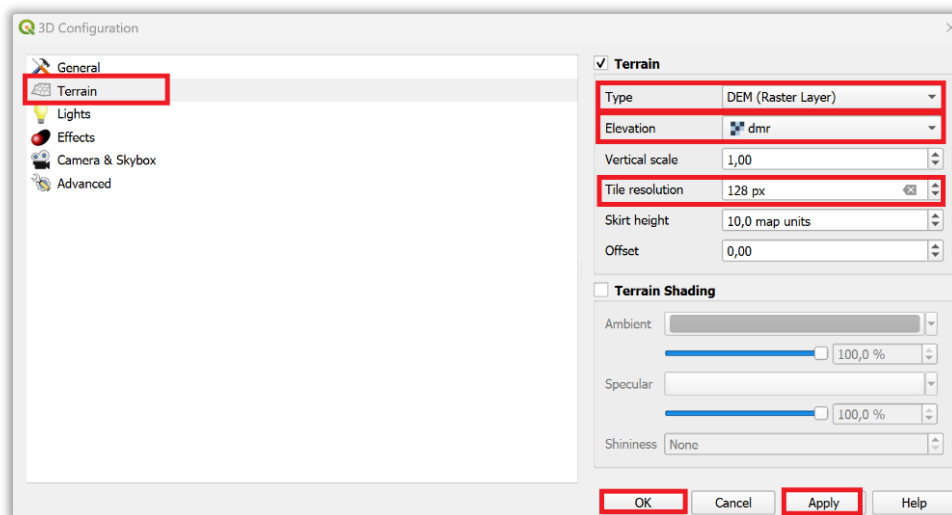
Podobným spôsobom sa postupuje aj pri rastroch [ortofotomozaiky](https://www.geoportal.sk/files/zbgis/navody/navod_ortofotomozaika_ggis.pdf), kde postup je uvedený v návode: https://www.geoportal.sk/files/zbgis/navody/navod_ortofotomozaika_ggis.pdf

DMR je vhodné zobraziť vo forme tieňovaného reliéfu (hillshade), ktorý je možné vytvoriť pomocou nástroja *Hillshade* nachádzajúceho sa v paneli nástrojov *Raster* → *Analysis* (2. kapitola v [návode na prácu s DMR v QGIS](#)). V paneli *Layers* tieto vrstvy DMR a ortofotomozaiky umiestniť pod vrstvy s mračnami bodov, aby ich neprekrývali:

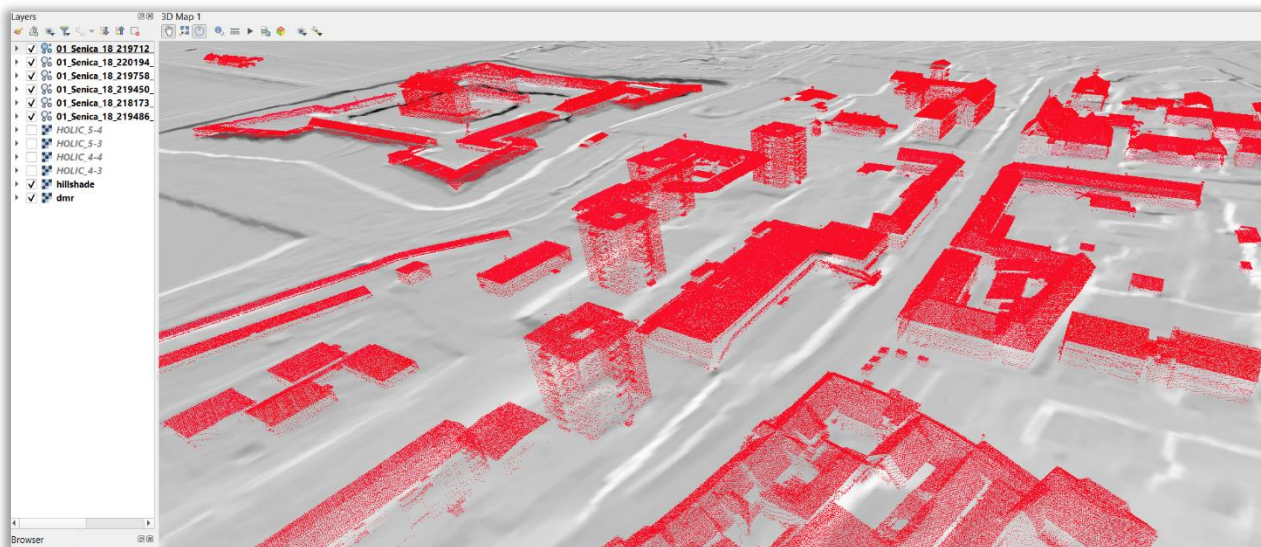


Pre 3D zobrazenie DMR a rastrov ortofotomozaiky treba v okne *3D Map* kliknúť na ikonku *Options* a potom vybrať *Configure*. Následne v okne *3D Configuration* v časti *Terrain* nastaviť požadované parametre a kliknúť na tlačidlá *Apply* a *OK*:

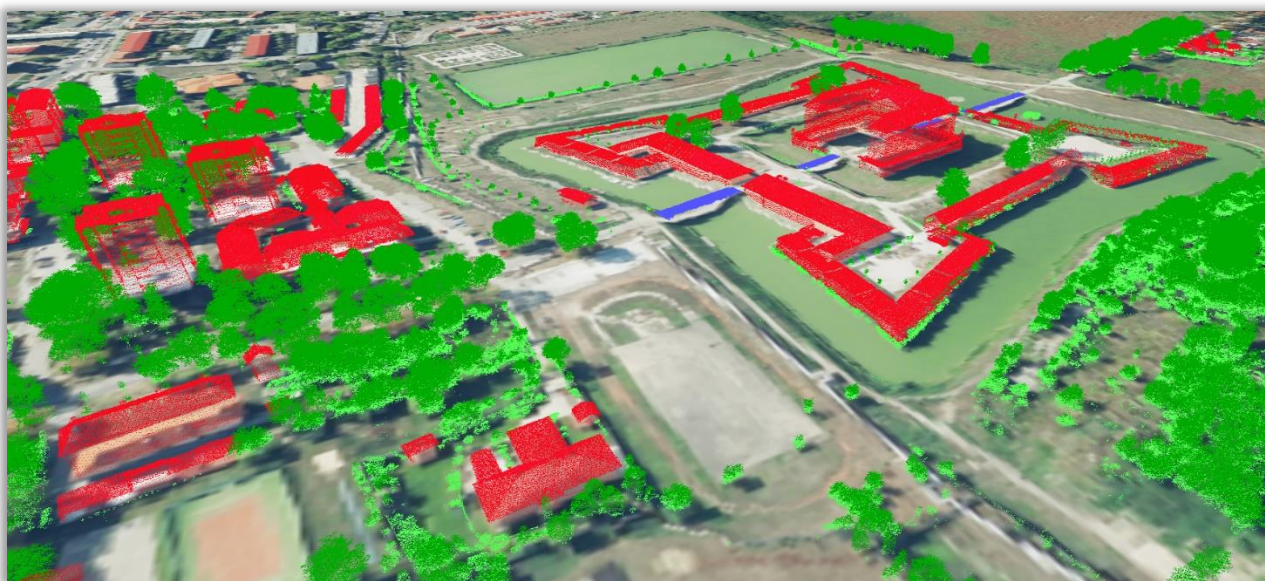
- *Type* – vybrať možnosť *DEM (Raster Layer)*.
- *Elevation* – vybrať vrstvu DMR.
- *Tile resolution* – nastaviť hodnotu rozlíšenia mapovej dlaždice (napr. 128 px).



3D zobrazenie triedy budovy (Building) z mračna bodov na podklade DMR vo forme hillshade:

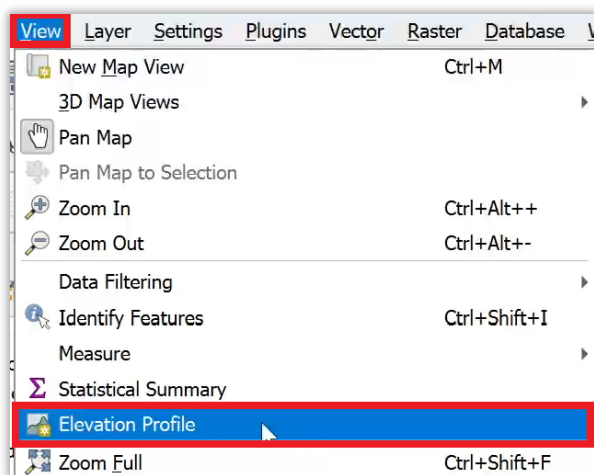


3D zobrazenie tried budovy (Building), vegetácia (Medium a High Vegetation) a mosty (Bridge Deck) z mračna bodov na podklade ortofotomozaiky:



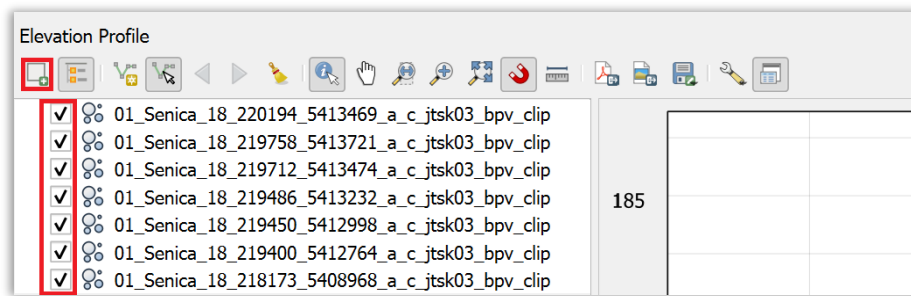
10. Odmeranie výškového profilu

Výškový profil z mračna bodov je možné odmerať pomocou nástroja *Elevation profile*, ktorý sa nachádza v paneli nástrojov *View*:

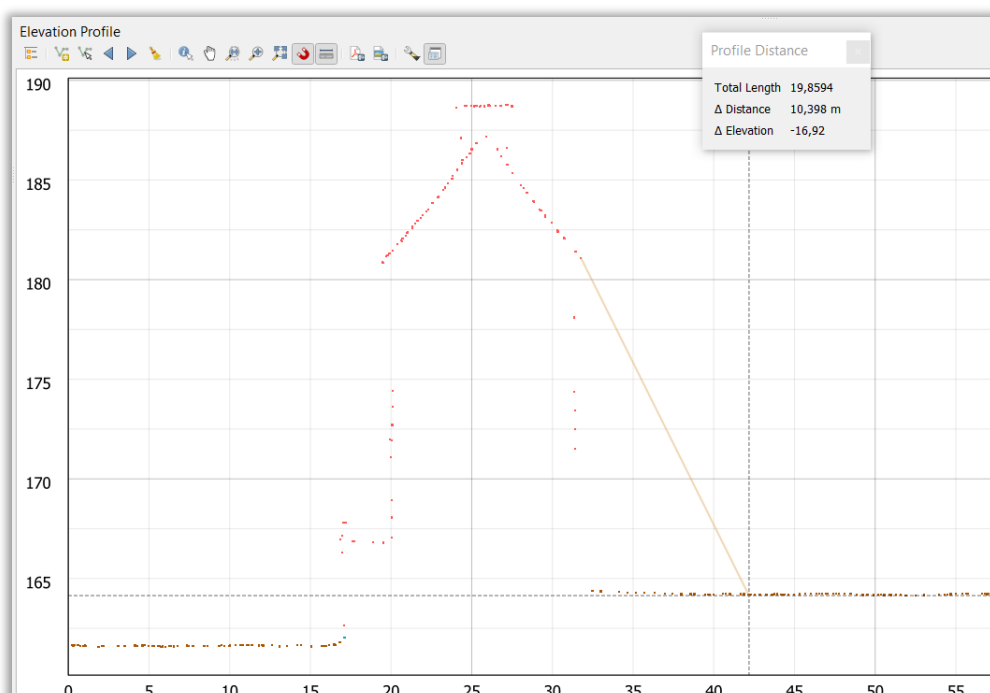


Po spustení tohto nástroja sa otvorí ono *Elevation Profile*, kde je možné:

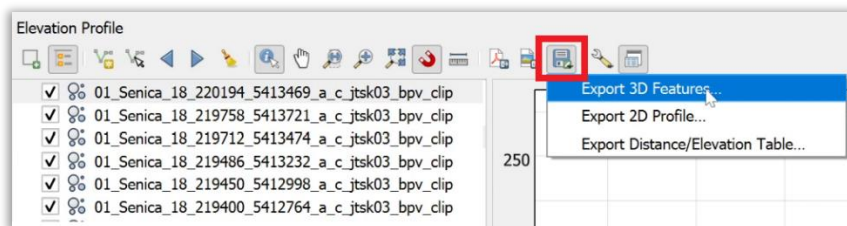
- V pravej časti vybrať vrstvy mračien bodov, ktoré sa použijú na meranie výškového profilu. Zobrazenie zoznamu vrstiev je možné vypnúť po kliknutí na tlačidlo *Show Layer Tree* :



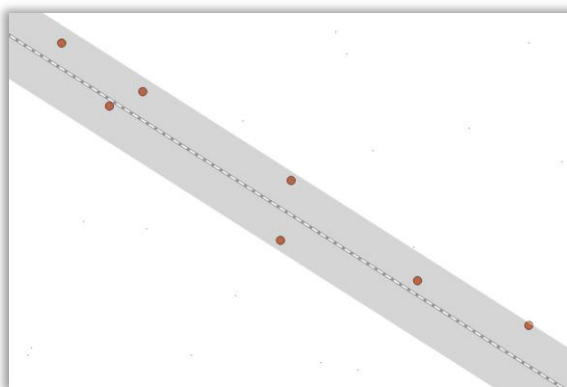
- Po kliknutí na tlačidlo *Capture Curve* nakresliť líniu priebehu výškového profilu. Nakreslená línia sa ukončí kliknutím pravým tlačidlom myši.
- Po kliknutí na tlačidlo *Capture Curve From Feature* je možné ako priebeh výškového profilu použiť vektorovú líniovú vrstvu pridanú v projekte. Túto líniovú vrstvu treba mať v projekte zapnutú a po aktivovaní nástroja *Capture Curve From Feature* na ňu kliknúť v mapovom okne.
- Po kliknutí na tlačidlo *Clear* sa odstráni odmeraný výškový profil.
- Po kliknutí na tlačidlo *Export as PDF* sa vykreslený profil vyexportuje do dokumentu vo formáte PDF.
- po kliknutí na tlačidlo *Export as Image* sa vykreslený profil vyexportuje do obrázku vo formáte PNG.
- V grafe s vykresleným výškovým profilom je možné sa približovať a oddiaľovať po kliknutí na tlačidlo *Zoom*, posúvať sa po kliknutí na tlačidlo *Pan*, identifikovať body a zobraziť ich atribúty po kliknutí na tlačidlo *Identify Feature*, merať vzdialenosti a výškové rozdiely medzi bodmi po kliknutí na tlačidlo *Measure Distance*, uchytávať sa presne na body napr. pri meraní po kliknutí na tlačidlo *Enable Snapping* :



- Po kliknutí na tlačidlo *Export Results* je možné vyexportovať vrstvy vo formáte (napr. GeoPackage, ESRI Shapefile), ktoré budú obsahovať nasledovné údaje:



- Export 3D Features* – body z mračna bodov v tesnej blízkosti vyznačeného profilu:



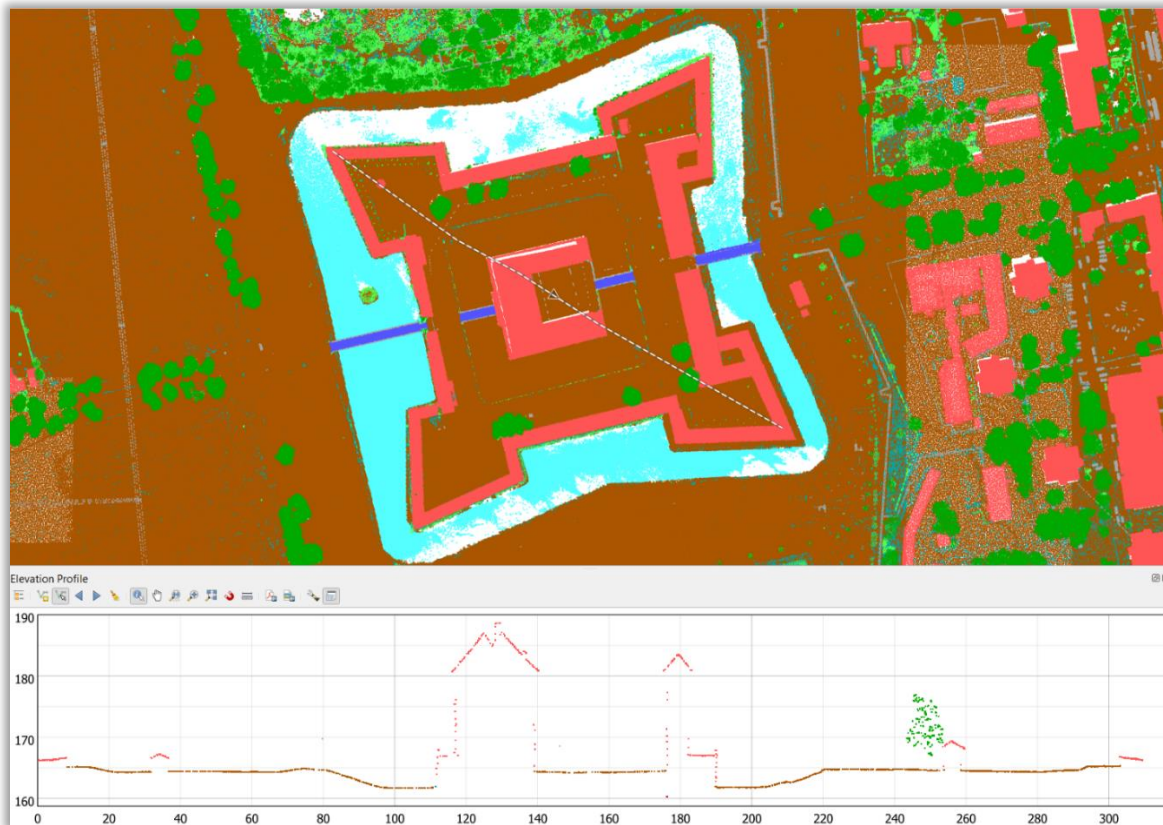
- Export 2D profile* – výškový profil znázornený ako bodový graf vzdialeností bodov od začiatku profilu a nadmorskej výšky:



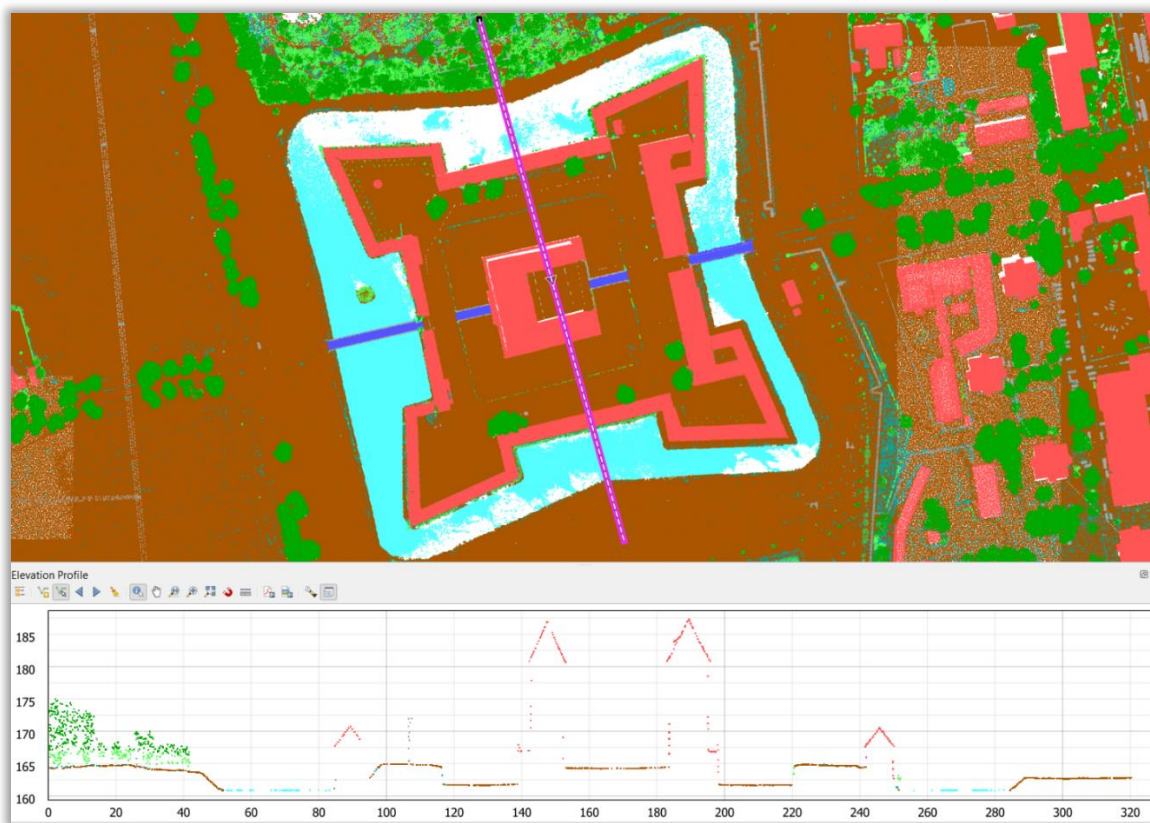
- Export Distance/Elevation table* – tabuľka bodov profilu s hodnotami vzdialeností bodov od začiatku profilu a nadmorskej výšky:

fid	layer	distance	elevation
1	01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	313,0695299162504	166,29000000000002
2	01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	309,59858882269134	166,46
3	01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	253,56307292192145	169,12
4	01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	249,9776520431398	177,48000000000002
5	01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	248,8720293287521	174,58
6	01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	247,62023637213701	175,9
7	01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	299,12377805272234	165,11
8	01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	285,3220664822636	164,31

Ukážka výškového profilu po nakreslení línie profilu v mapovom okne (*Create Curve*):

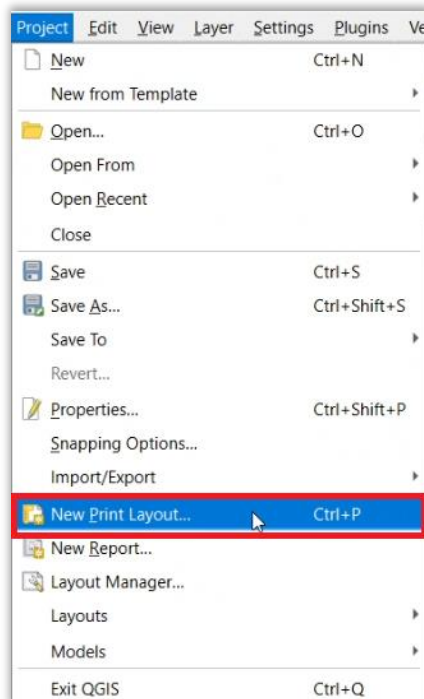


Ukážka výškového profilu vytvoreného podľa líniovej vrstvy pridanej v projekte (*Capture Curve From Feature*):

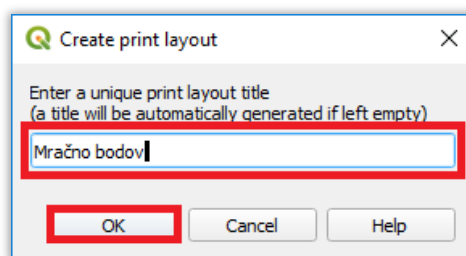


11. Vytvorenie tlačových výstupov

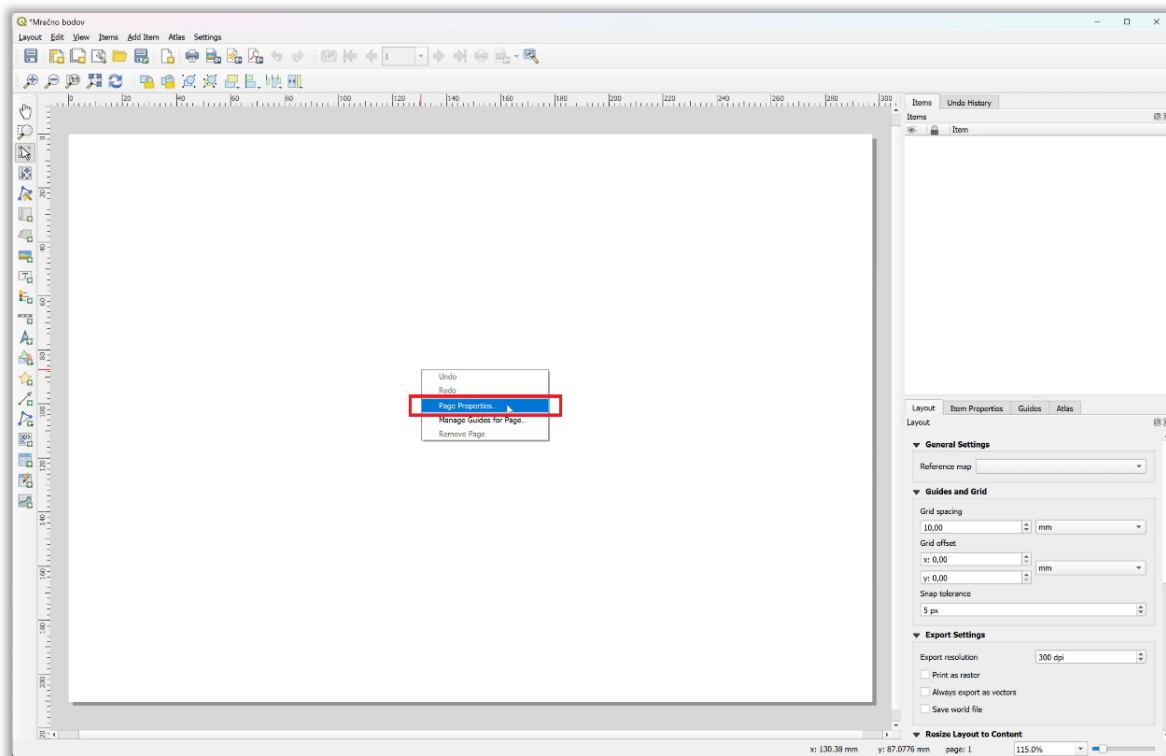
Obsah mapového okna (2D aj 3D) je možné vytlačiť na tlačiarňu alebo vyexportovať do rôznych formátov napr. PDF, PNG, JPEG alebo SVG pomocou nástroja *New Print Layout*, ktorý sa nachádza v paneli *Project*:



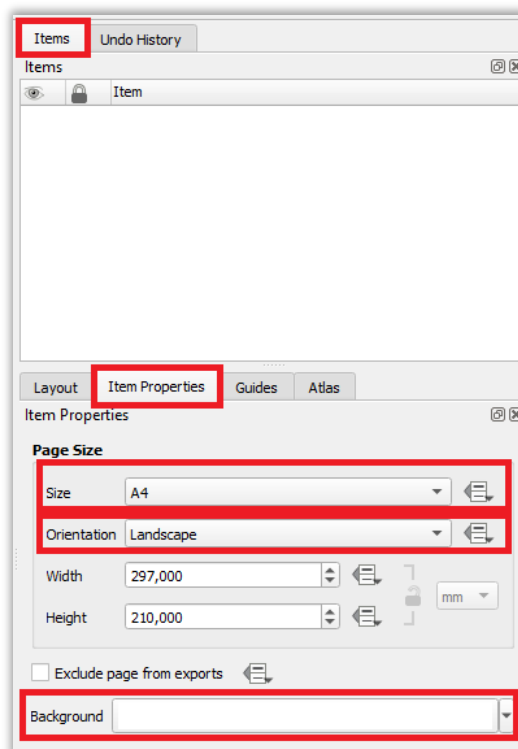
Po spustení sa objaví okno *Create print layout*, kde treba zadať názov tlačového výstupu a kliknúť na tlačidlo *OK*:




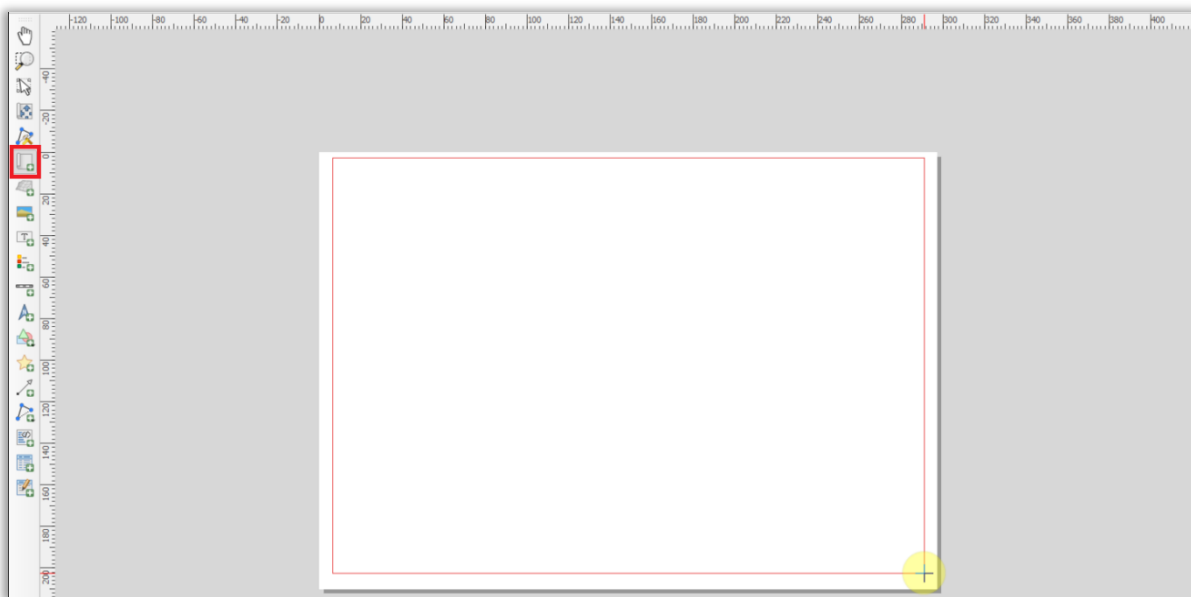
Následne sa otvorí okno *Print Layout*, kde kliknúť pravým tlačidlom myši do bieleho obdĺžnika v strede okna, ktorý reprezentuje plochu pre tlač. Po kliknutí vybrať možnosť *Page Properties*:



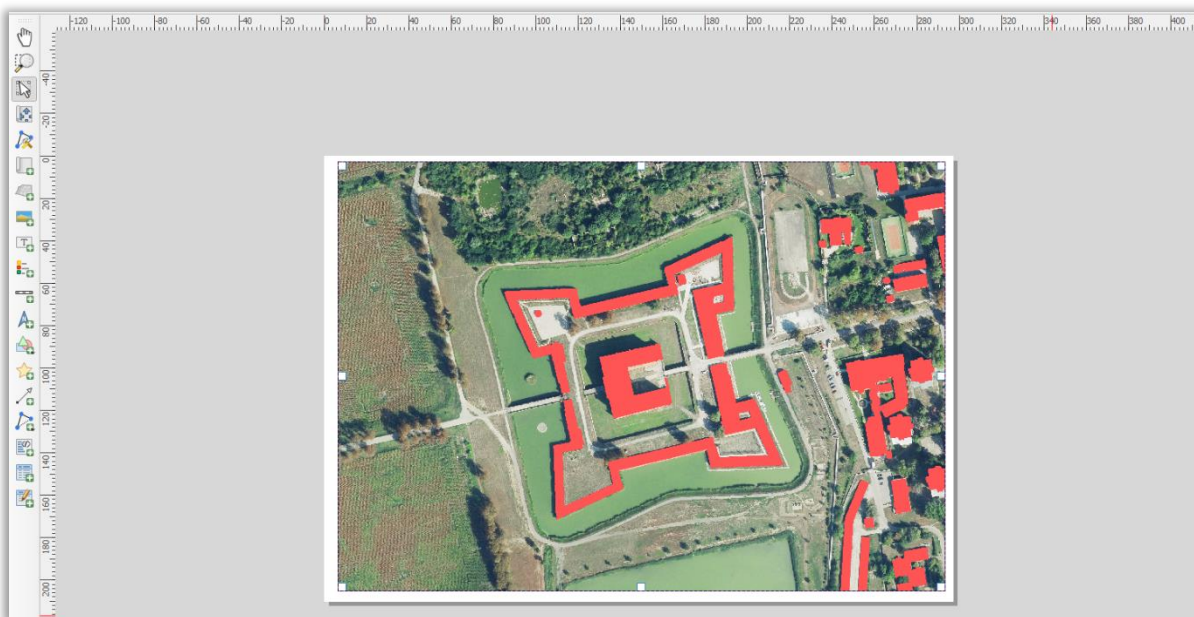
Potom v pravom paneli *Items* v časti *Items properties* je možné nastaviť formát (*Size*), orientáciu (*Orientation*) strany pre tlač a farbu pozadia (*Background*):



Pre tlač 2D mapy v ľavom paneli nástrojov kliknúť na tlačidlo *Add Map*  a v okne pre tlač pomocou myšky nakresliť obdĺžnik, ktorý bude predstavovať priestorové ohraničenie mapového okna:




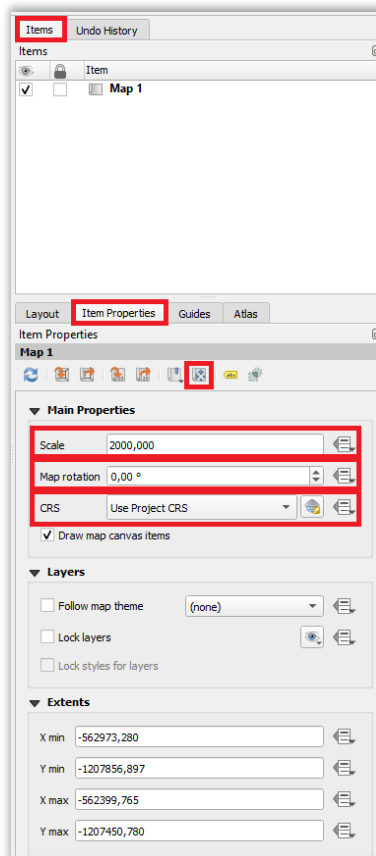
Po nakreslení tohto obdĺžnik sa zobrazí aktuálny obsah mapového okna nastaveného v projekte:



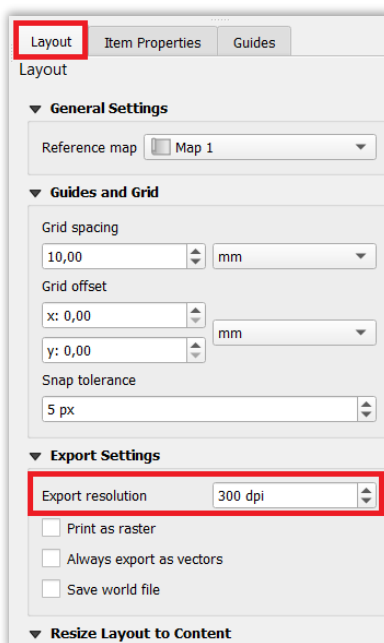
V pravom paneli *Items* v časti *Items Properties* je možné nastaviť rôzne parametre pre tlač mapy napríklad:


- *Scale* – mierka mapy,
- *Map rotation* – uhol rotácie mapy,
- *CRS* – súradnicový systém, v ktorom sa budú údaje zobrazovať.

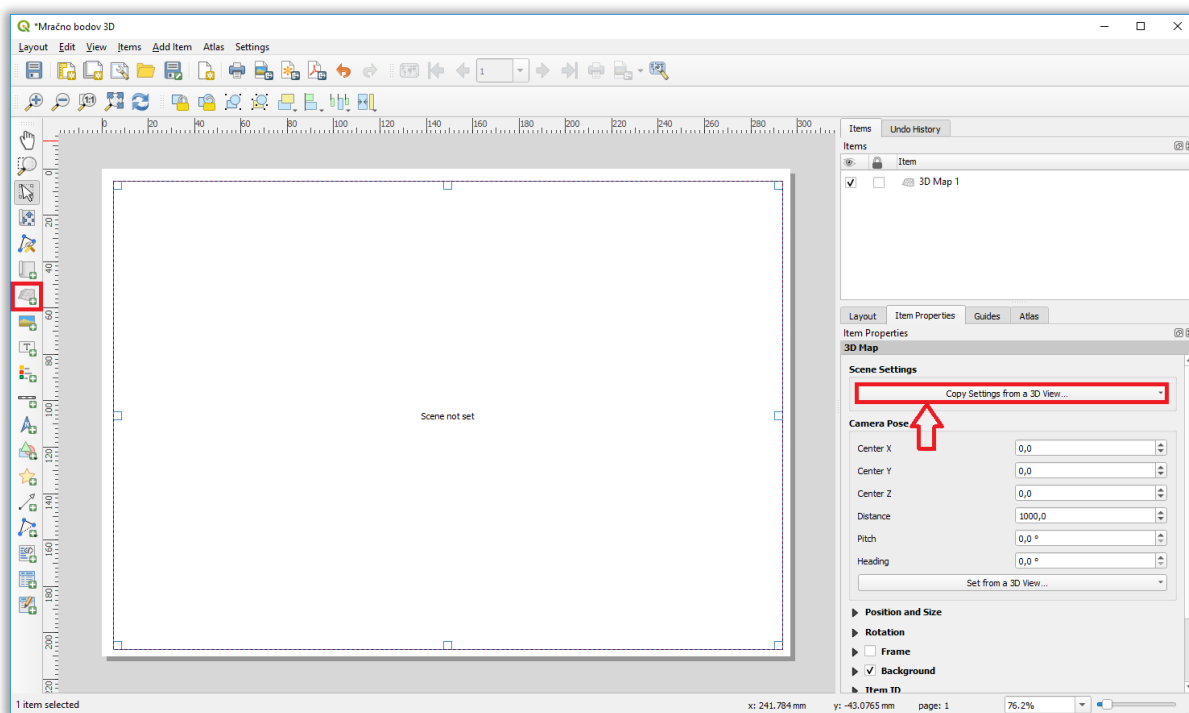
Mapu v okne pre tlač je možné posúvať pomocou nástroja *Interactively Edit Map Extent* .



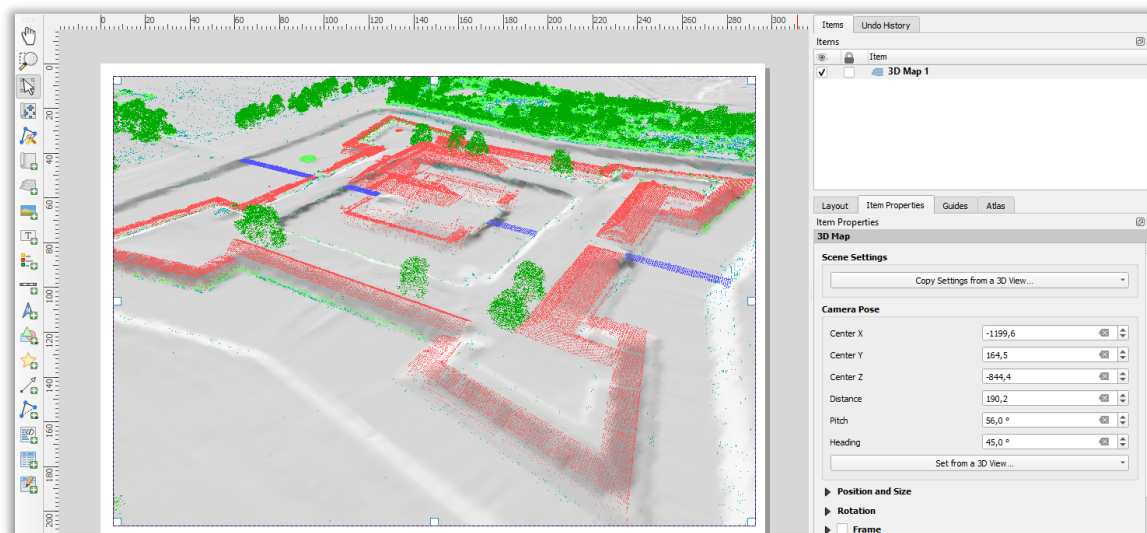
V časti *Layout* je možné nastaviť napr. rozlíšenie (dpi) vyexportovaného súboru:
















Pre tlač 3D mapy v ľavom paneli nástrojov kliknúť na tlačidlo *Add 3D Map*  a v okne pre tlač pomocou myšky nakresliť obdĺžnik, ktorý bude predstavovať priestorové ohraničenie mapového okna. Následne v ľavom paneli *Items* v časti *Items Properties* kliknúť na tlačidlo *Copy Settings from a 3D View* a tam vybrať 3D mapové okno z projektu:

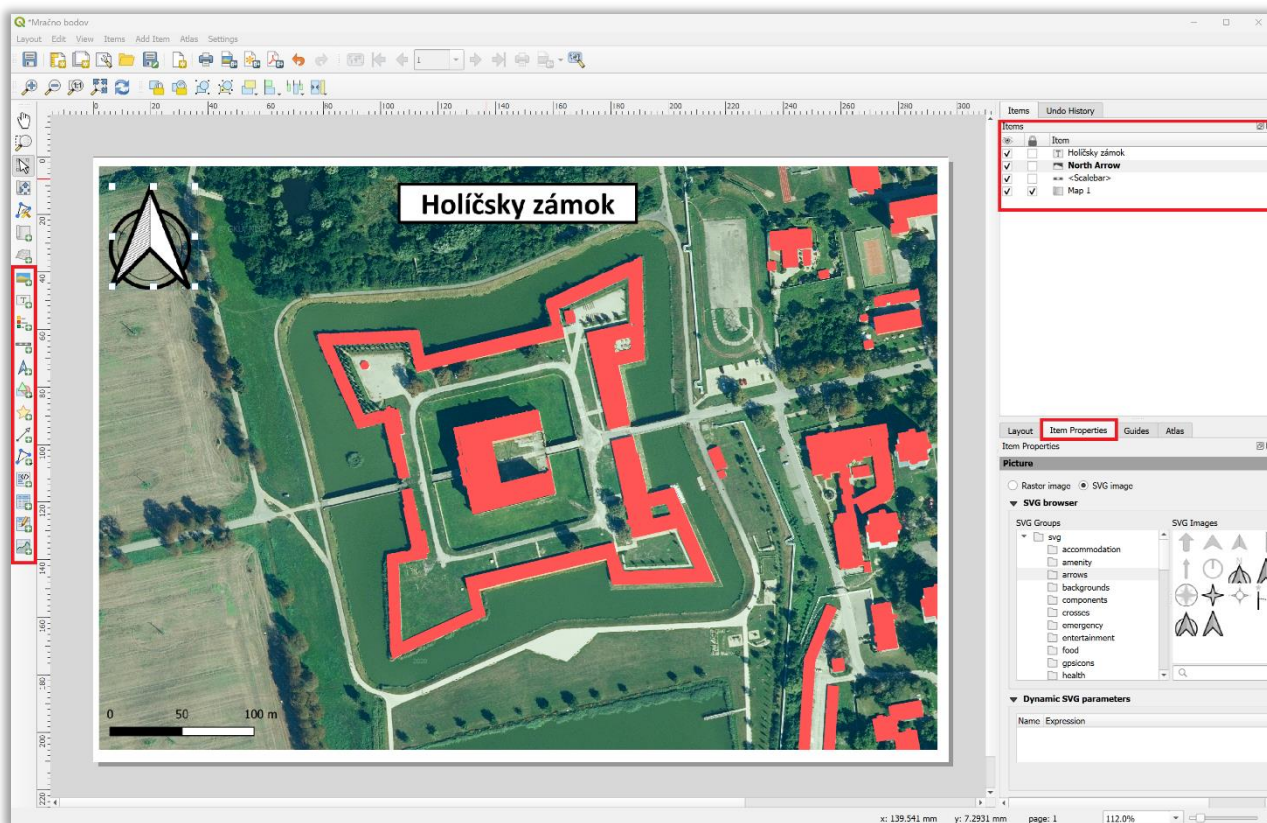


Po tomto kroku sa zobrazí aktuálny obsah 3D mapového okna z projektu:







Taktiež je možné do tlačového výstupu pomocou nástrojov v ľavom paneli doplniť:

- *Add Picture*  - obrázok,
- *Add Label*  - text,
- *Add Legend*  - legenda,
- *Add Scale Bar*  - mierka,
- *Add North Arrow*  - severka,
- *Add Shape*  - geometrický tvar,
- *Add Marker*  - značka,
- *Add Arrow*  šípka,
- *Add Node Item*  - línia alebo polygón,
- *Add Attribute Table*  - atribútová tabuľka vrstvy z projektu,
- *Add Fixed Table*  - vlastná tabuľka,
- *Add Elevation Profile*  - graf výškového profilu vytvoreného v projekte (pridanie do tlačového okna pomocou tlačidla *Copy From Profile* ).

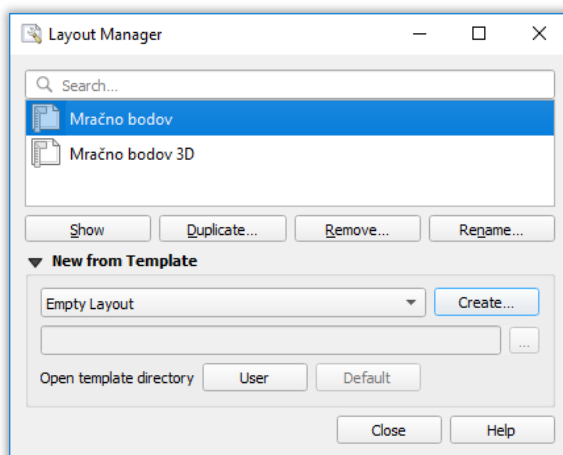


Takto pripravené údaje pre tlač je pomocou nástrojov v hlavnom paneli možné:



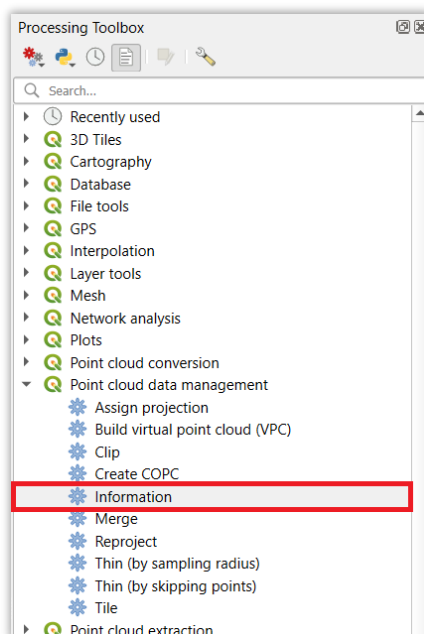
- a) *Print Layout*  - vytlačiť v pripojenej tlačiarni,
- b) *Export as image*  - vyexportovať ako obrázok (PNG, JPG),
- c) *Export as SVG*  - vyexportovať ako súbor SVG,
- d) *Export as PDF*  - vyexportovať ako súbor PDF.

Jednotlivé vytvorené mapové projekty pre tlač (*Print Layouts*) je možné nájsť v paneli *Project* → *Layout Manager*:



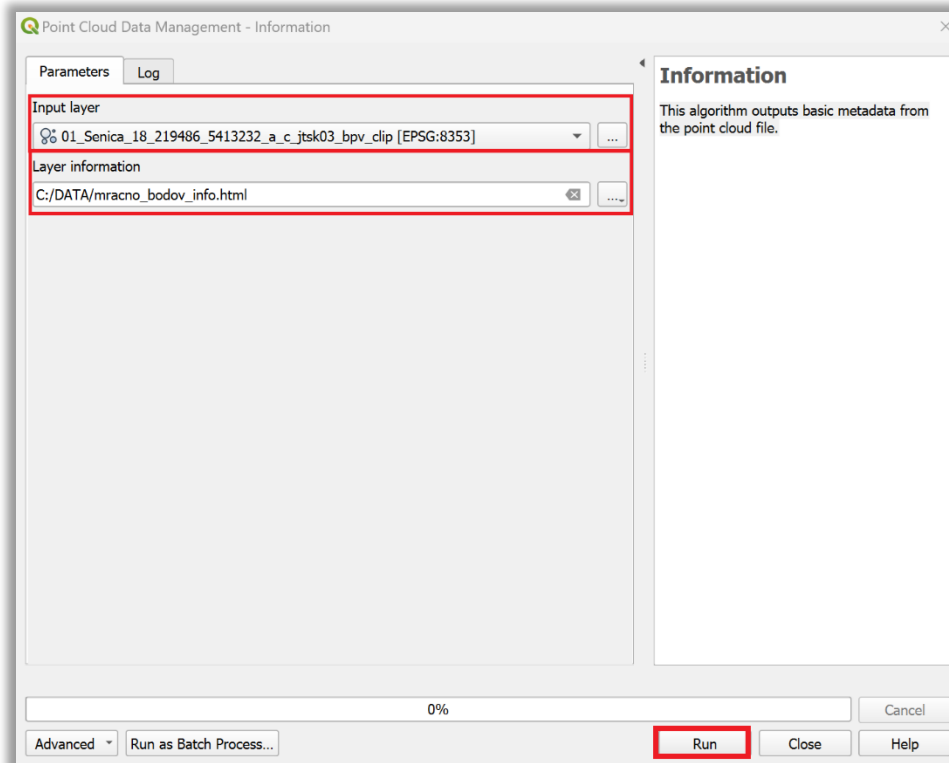
12. Vygenerovanie metaúdajov o súbore mračna bodov

Na vygenerovanie základných metaúdajov o súbore mračna bodov slúži nástroj *Information*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud data management*:



Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Data Management– Information*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* – vybrať vstupnú vrstvu mračna bodov.
- *Layer information* – po kliknutí na tlačidlo vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov a umiestnenie výstupného HTML súboru.



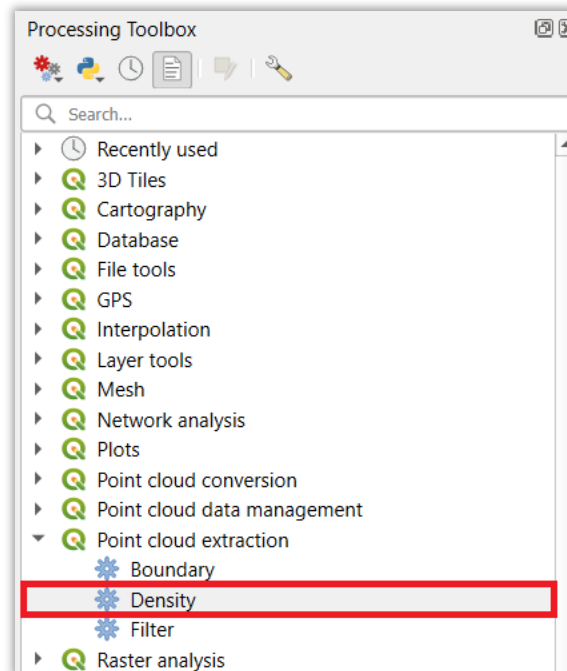
Výstupný HTML súbor obsahuje meteúdaje o súbore mračna bodov - formát súboru, počet bodov (count), súradnicový systém (crs), priestorový rozsah (extent), jednotky (units), atribúty a ich dátový typ (attributes):

```
LAS 1.4
point format 6
count 3323066
scale 0.01 0.01 0.01
offset 0 0 0
extent -563065.67 -1207902.8 84.76
-562286.05 -1207409.1 250.54
crs S-JTSK_[JTSK03]_Krovak_East_North + Baltic 1957 height (EPSG:8353+8357)
units horizontal=Meter vertical=metre

Attributes:
- X floating 8
- Y floating 8
- Z floating 8
- Intensity unsigned 2
- ReturnNumber unsigned 1
- NumberOfReturns unsigned 1
- ScanDirectionFlag unsigned 1
- EdgeOfFlightLine unsigned 1
- Classification unsigned 1
- Synthetic unsigned 1
- KeyPoint unsigned 1
- Withheld unsigned 1
- Overlap unsigned 1
- ScanAngleRank floating 4
- UserData unsigned 1
- PointSourceId unsigned 2
- GpsTime floating 8
- ScanChannel unsigned 1
```


13. Vytvorenie rastra hustoty bodov

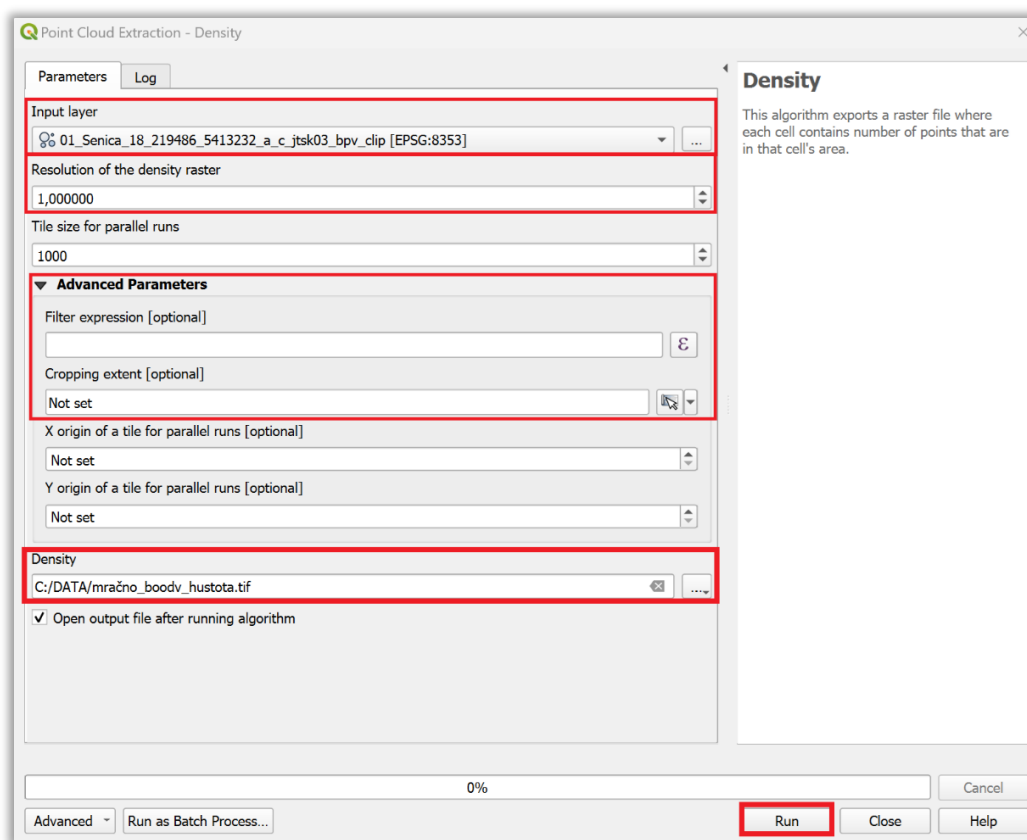
Na vytvorenie rastra hustoty bodov vrstvy mračna bodov slúži nástroj *Density*. Výstupom je raster, ktorého každá bunka obsahuje počet bodov z mračna bodov, ktoré sa nachádzajú v oblasti danej bunky rastra. Nástroj *Density* sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud extraction*:



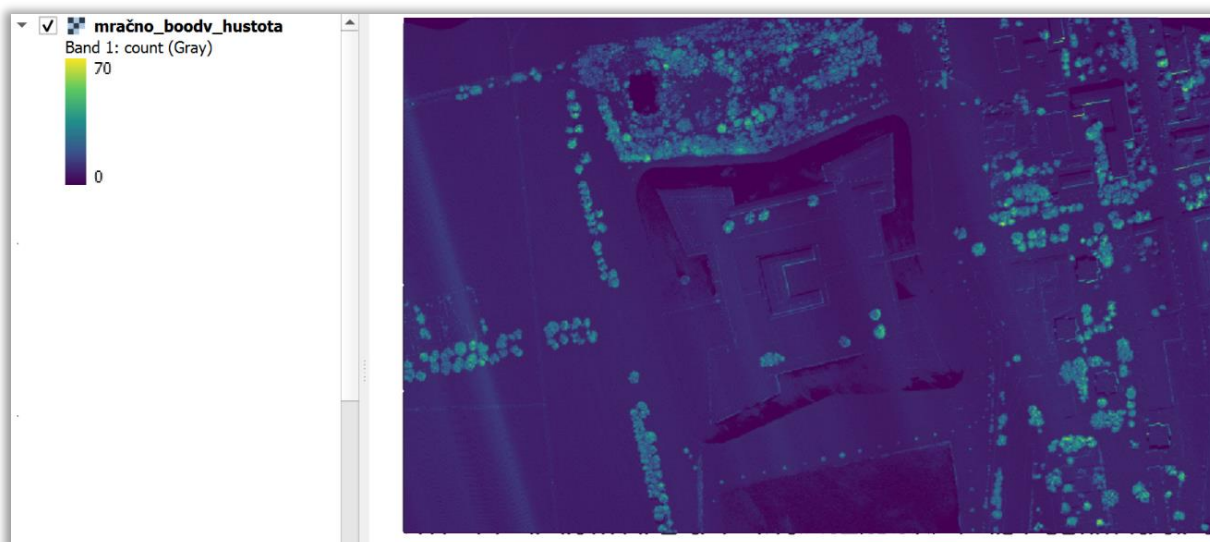
Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Extraction - Density*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* – vybrať vstupnú vrstvu mračna bodov.
- *Resolution of the density raster* – zadať veľkosť bunky výstupného rastra.
- *Filter expression* – zadanie podmienky pre výber vybranej podmnožiny bodov z mračna bodov (napr. vybrané triedy klasifikácie) (voliteľný parameter).
- *Cropping extent* - zadanie priestorového rozsahu pre výber podmnožiny bodov z mračna bodov (voliteľný parameter). Dostupné metódy:
 - *Calculate from Layer* - použije sa priestorový rozsah (bounding box - BBOX) vrstvy načítanej v aktuálnom projekte.
 - *Calculate from Layout Map* - použije sa priestorový rozsah nastavený v uloženom mapovom projekte pre tlač ([layout map item](#)).
 - *Calculate from Bookmark* - použije sa priestorový rozsah z uloženej záložky nastaveného obsahu mapového okna ([bookmark](#)).
 - *Use Current Map Canvas Extent* - použije sa nastavený priestorový rozsah mapového okna.
 - *Draw on Map Canvas* - kliknúť do mapového okna a nakresliť obdĺžnik ohraničujúci oblasť, z ktorej sa vyberú body.
 - Do políčka priamo zadať súradnice priestorového ohraničenia v tvare *xmin, xmax, ymin, ymax*.

- *Density* – po kliknutí na tlačidlo  vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov a umiestnenie výstupného súboru vo formáte GeoPackage.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa vytvorená vrstva otvorí v projekte.

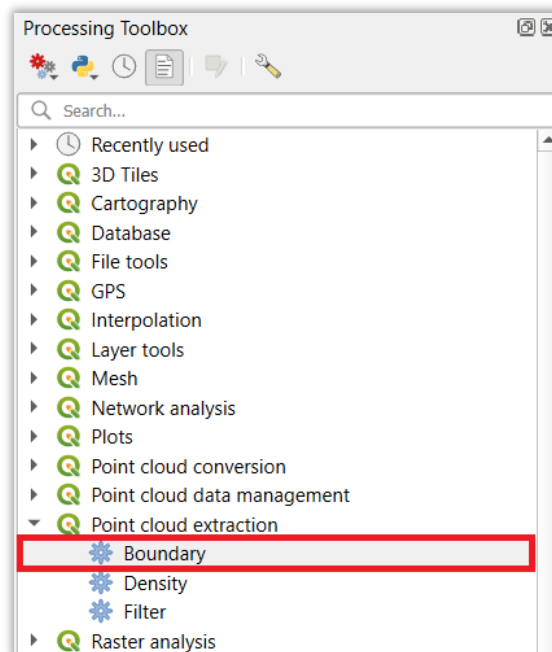


Výsledný raster hustoty mračna bodov:




14. Vytvorenie polygónu hranice vrstvy mračna bodov

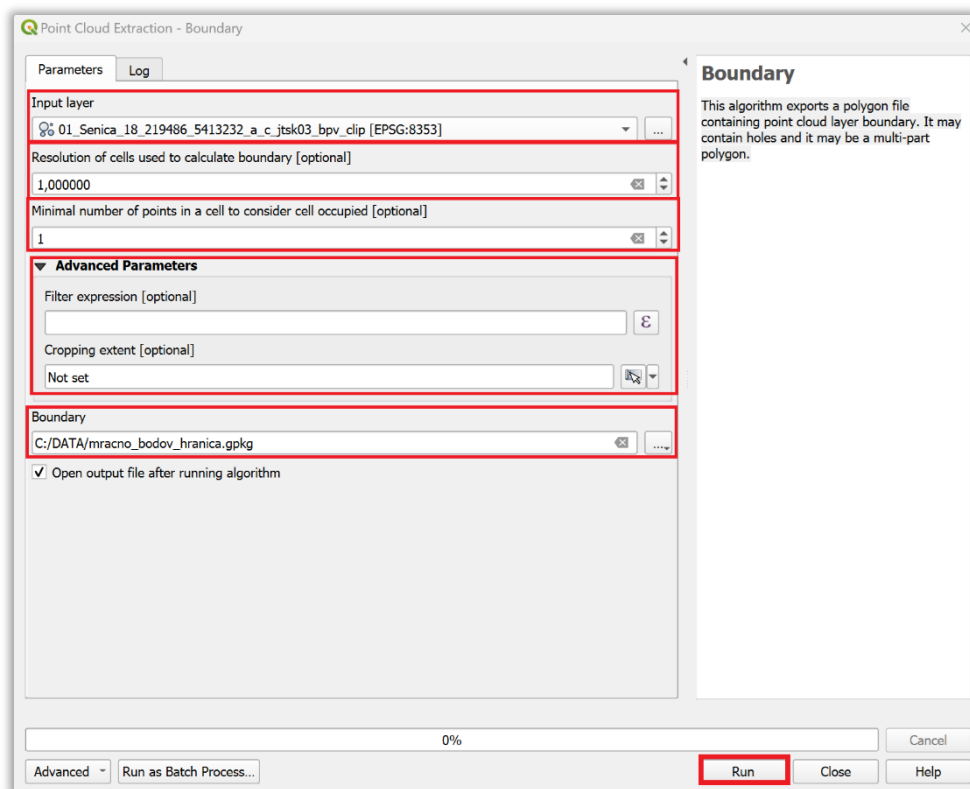
Na vytvorenie vektorového polygónu predstavujúceho priestorové ohraničenie vrstvy mračna bodov slúži nástroj *Boundary*. Vytvorený polygón môže obsahovať diery, ktoré vzniknú v miestach bez bodov - napr. v oblastiach, kde nebolo mračno bodov naskenované (vodné plochy, plochy pod vegetáciou a budovami). Nástroj *Boundary* sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud extraction*:



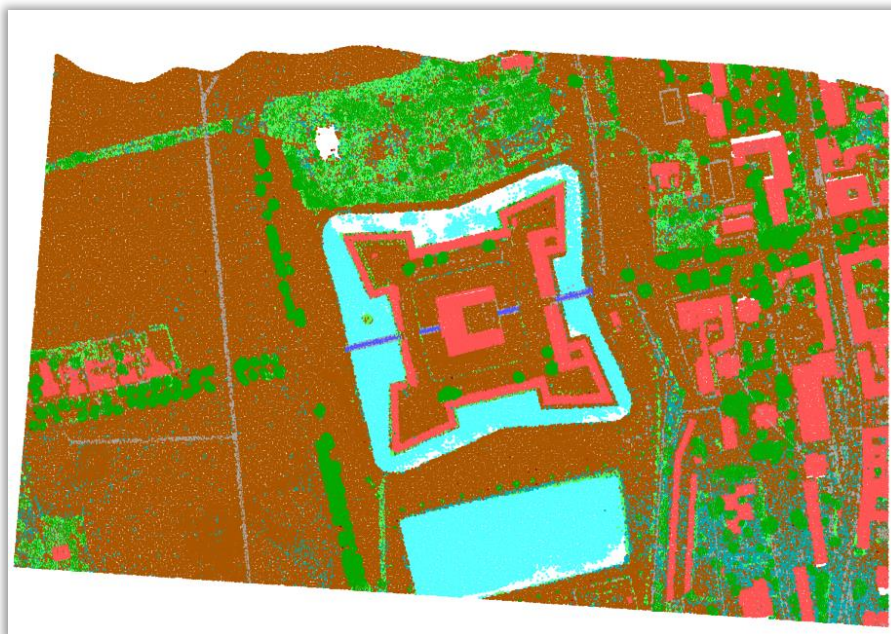
Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Extraction - Boundary* kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* – vybrať vstupnú vrstvu mračna bodov.
- *Resolution of cells used to calculate boundary* – zadať veľkosť buniek použitých na výpočet hranice (voliteľný parameter).
- *Minimal number of points in a cell consider cell occupied* – zadať minimálny počet bodov v bunke, ktorá sa bude považovať za obsadenú bunku pri výpočte polygónu hranice (voliteľný parameter).
- *Filter expression* - zadanie podmienky pre výber vybranej podmnožiny bodov z mračna bodov (napr. vybrané triedy klasifikácie) (voliteľný parameter).
- *Cropping extent* - zadanie priestorového rozsahu pre výber podmnožiny bodov z mračna bodov (voliteľný parameter). Dostupné metódy:
 - *Calculate from Layer* - použije sa priestorový rozsah (bounding box - BBOX) vrstvy načítanej v aktuálnom projekte.
 - *Calculate from Layout Map* - použije sa priestorový rozsah nastavený v uloženom mapovom projekte pre tlač ([layout map item](#)).
 - *Calculate from Bookmark* - použije sa priestorový rozsah z uloženej záložky nastaveného obsahu mapového okna ([bookmark](#)).

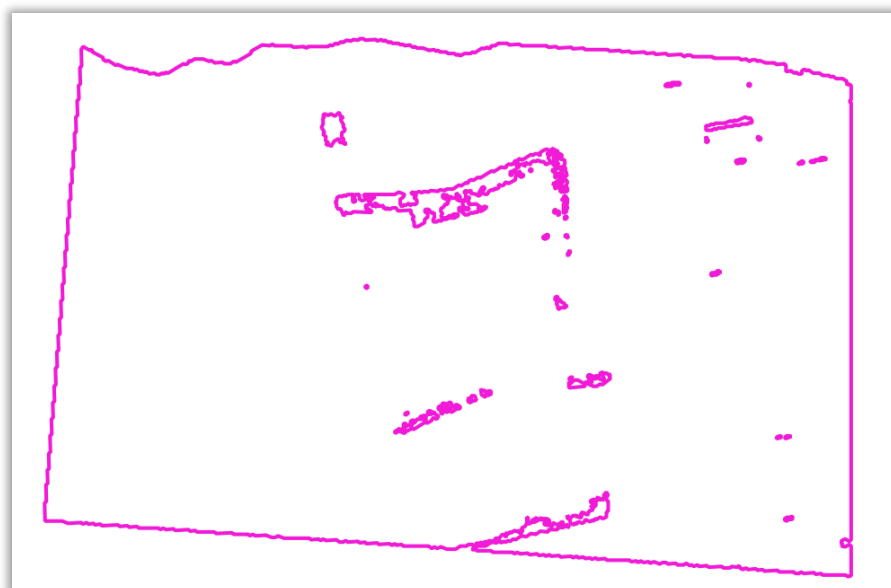
- *Use Current Map Canvas Extent* - použije sa nastavený priestorový rozsah mapového okna.
- *Draw on Map Canvas* - kliknúť do mapového okna a nakresliť obdĺžnik ohraničujúci oblasť, z ktorej sa vyberú body.
- Do políčka priamo zadať súradnice priestorového ohraničenia v tvare *xmin, xmax, ymin, ymax*.
- *Boundary* – po kliknutí na tlačidlo  vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov a umiestnenie výstupného súboru vo formáte GeoPackage.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa vytvorená vrstva otvorí v projekte.



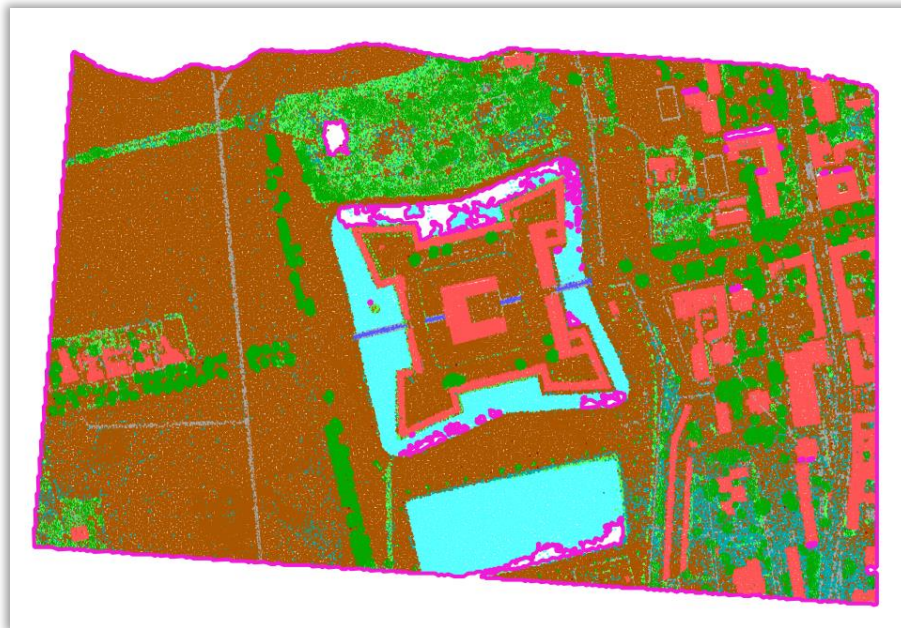
Vstupná vrstva mračna bodov:



Výstupný polygón s hranicou vrstvy mračna bodov:



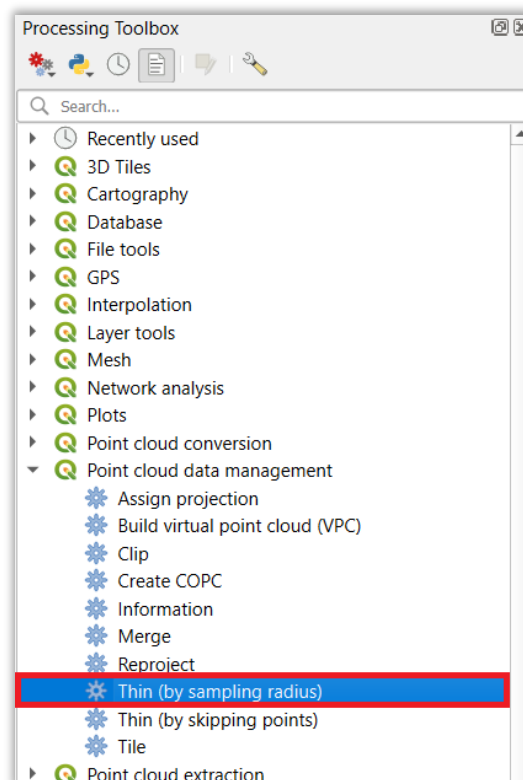
Zobrazenie polygónu s hranicou a vstupnej vrstvy mračna bodov:



15. Vytvorenie zriedenej vrstvy mračna bodov

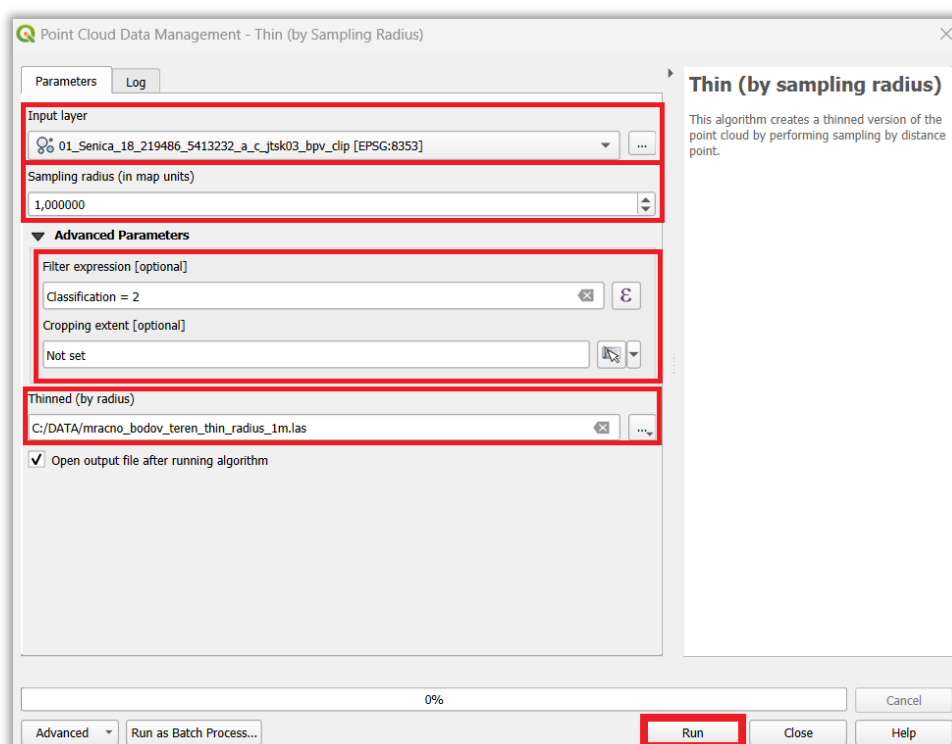
Zriedenie počtu bodov podľa zvolenej vzdialenosti

Na vytvorenie zriedenej vrstvy mračna bodov vykonaním prevzorkovania podľa zvolenej vzdialenosti (polomeru), slúži nástroj *Thin (by sampling radius)*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud data management*:

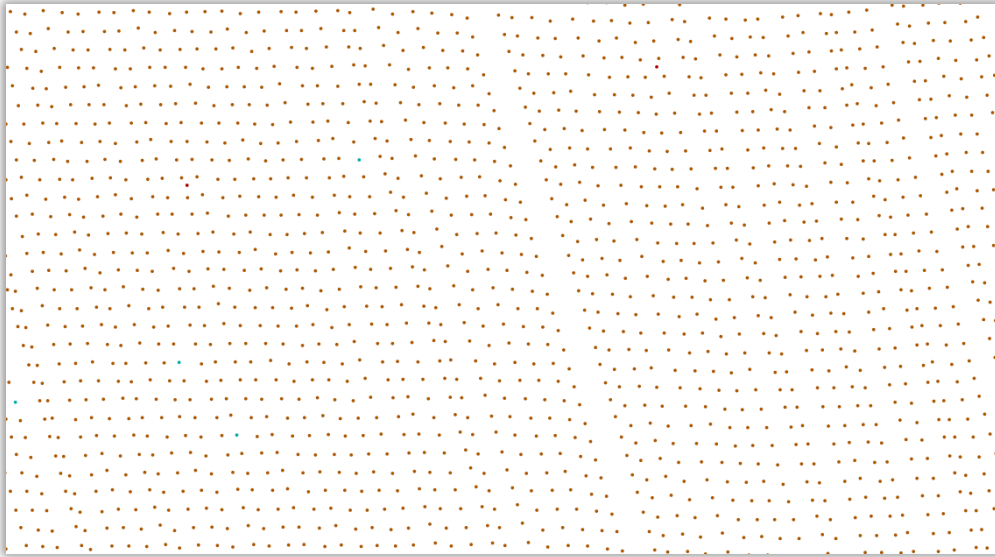


Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Data Management - Thin (by Sampling Radius)*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

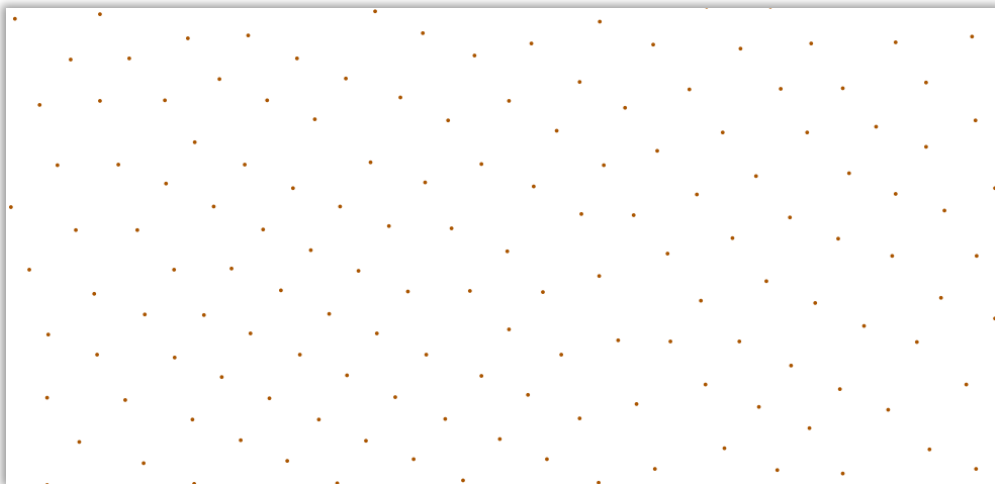
- *Input layer* – vybrať vstupnú vrstvu mračna bodov.
- *Sampling radius (in map units)* – zadať vzdialenosť, v rámci ktorej sa body prevzorkujú do jedinečného bodu.
- *Filter expression* – zadanie podmienky pre výber vybranej podmnožiny bodov z mračna bodov (napr. vybrané triedy klasifikácie) (voliteľný parameter).
- *Cropping extent* – zadanie priestorového rozsahu pre výber podmnožiny bodov z mračna bodov (voliteľný parameter). Dostupné metódy:
 - *Calculate from Layer* - použije sa priestorový rozsah (bounding box - BBOX) vrstvy načítanej v aktuálnom projekte.
 - *Calculate from Layout Map* - použije sa priestorový rozsah nastavený v uloženom mapovom projekte pre tlač ([layout map item](#)).
 - *Calculate from Bookmark* - použije sa priestorový rozsah z uloženej záložky nastaveného obsahu mapového okna ([bookmark](#)).
 - *Use Current Map Canvas Extent* - použije sa nastavený priestorový rozsah mapového okna.
 - *Draw on Map Canvas* - kliknúť do mapového okna a nakresliť obdĺžnik ohraničujúci oblasť, z ktorej sa vyberú body.
 - Do políčka priamo zadať súradnice priestorového ohraničenia v tvare *xmin, xmax, ymin, ymax*.
- *Thinned (by radius)* – po kliknutí na tlačidlo [...] vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov, formát (LAS, LAZ, VPC) a umiestnenie výstupného súboru.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa vytvorená vrstva mračna bodov otvorí v projekte.



Vstupná vrstva mračna bodov pre triedu č. 2 Groud (terén):



Výsledná zriedená vrstva mračna bodov pre triedu č. 2 Groud (terén) s nastaveným parametrom *Sampling radius* = 1 m:

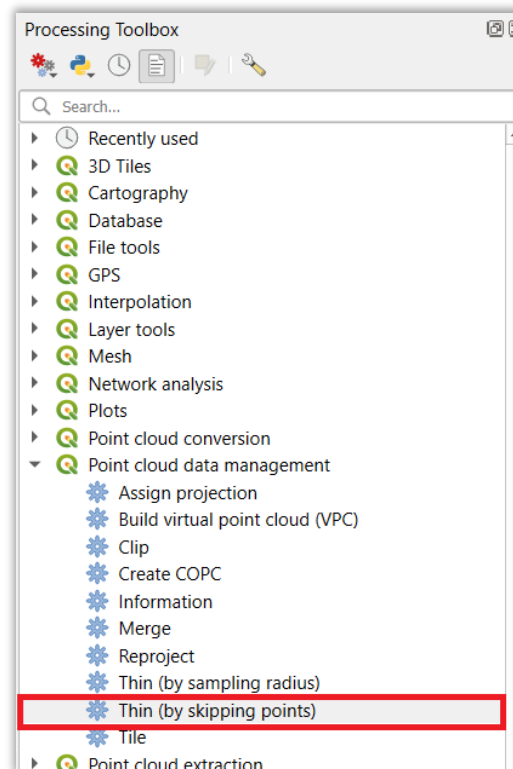


Výsledná zriedená vrstva mračna bodov pre triedu č. 2 Groud (terén) s nastaveným parametrom *Sampling radius* = 5 m:




Zriadenie počtu bodov ponechaním každého n-tého bodu

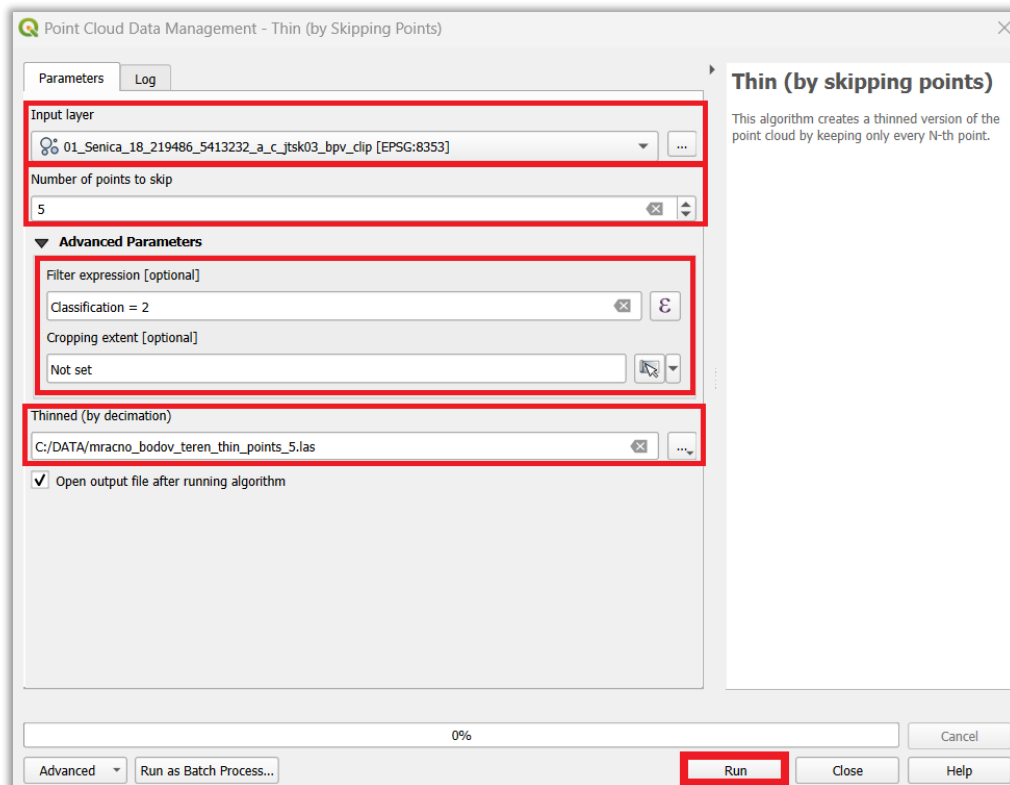
Na vytvorenie zriedenej vrstvy mračna bodov tak, že sa ponechá len každý n-tý bod, slúži nástroj *Thin (by skipping points)*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud data management*:



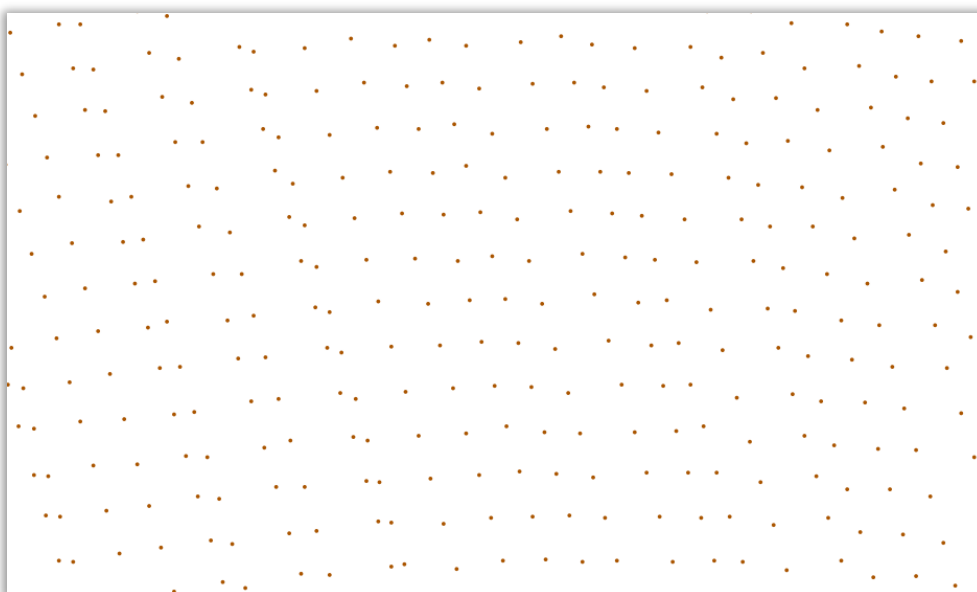
Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Data Management - Thin (by Skipping Points)*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* – vybrať vstupnú vrstvu mračna bodov.
- *Number of points to skip* – zadať hodnotu, podľa ktorej ponechaný bude iba každý n-tý bod (napr. 5 pre ponechanie každého 5. bodu).
- *Filter expression* – zadanie podmienky pre výber vybranej podmnožiny bodov z mračna bodov (napr. vybrané triedy klasifikácie) (voliteľný parameter).
- *Cropping extent* – zadanie priestorového rozsahu pre výber podmnožiny bodov z mračna bodov (voliteľný parameter). Dostupné metódy:
 - *Calculate from Layer* - použije sa priestorový rozsah (bounding box - BBOX) vrstvy načítanej v aktuálnom projekte.
 - *Calculate from Layout Map* - použije sa priestorový rozsah nastavený v uloženom mapovom projekte pre tlač ([layout map item](#)).
 - *Calculate from Bookmark* - použije sa priestorový rozsah z uloženej záložky nastaveného obsahu mapového okna ([bookmark](#)).
 - *Use Current Map Canvas Extent* - použije sa nastavený priestorový rozsah mapového okna.
 - *Draw on Map Canvas* - kliknúť do mapového okna a nakresliť obdĺžnik ohraničujúci oblasť, z ktorej sa vyberú body.

- Do políčka priamo zadať súradnice priestorového ohraničenia v tvare $xmin$, $xmax$, $ymin$, $ymax$.
- *Thinned (by decimation)* – po kliknutí na tlačidlo  vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov, formát (LAS, LAZ, VPC) a umiestnenie výstupného súboru.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa vytvorená vrstva mračna bodov otvorí v projekte.



Vstupná vrstva mračna bodov pre triedu č. 2 Groud (terén):



Výsledná zriedená vrstva mračna bodov pre triedu č. 2 Groud (terén) s nastaveným parametrom *Number of points to skip* = 5:

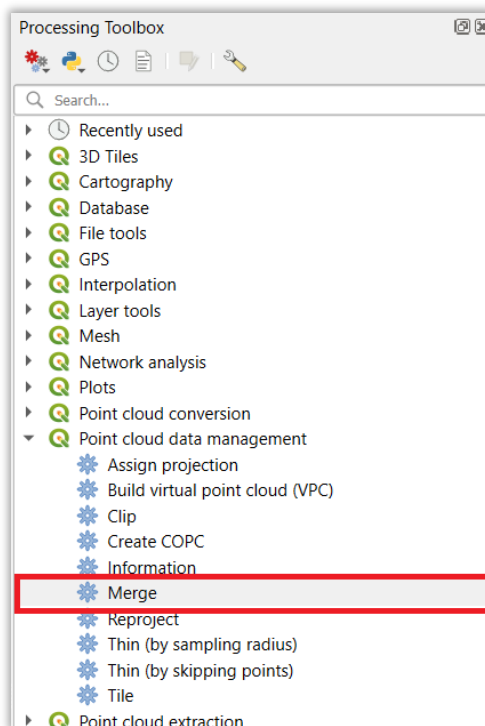


Výsledná zriedená vrstva mračna bodov pre triedu č. 2 Groud (terén) s nastaveným parametrom *Number of points to skip* = 10:



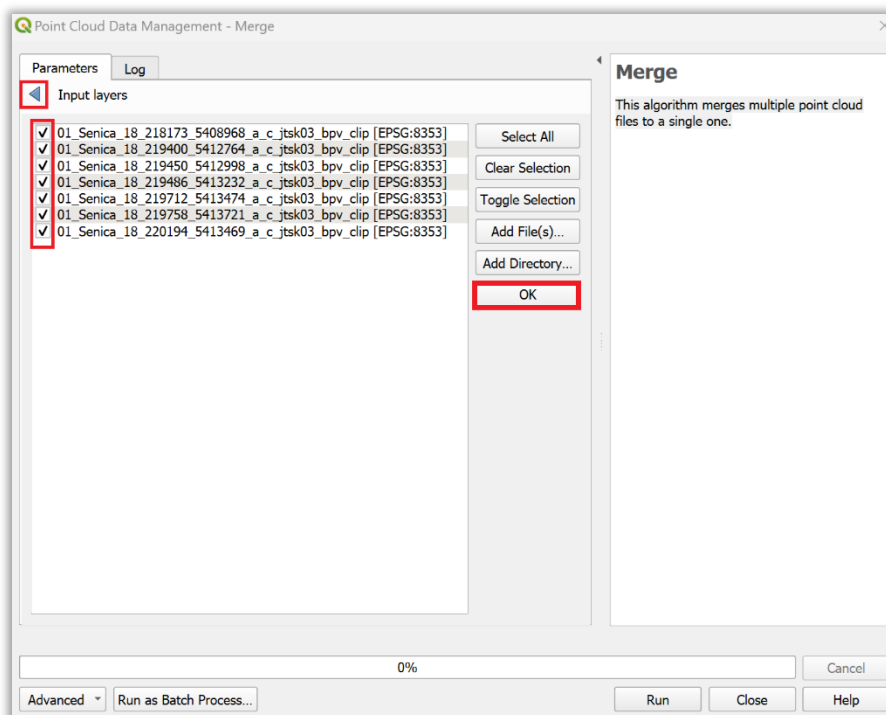
16. Zlúčenie mračien bodov do jedného súboru

Na zlúčenie viacerých súborov mračien bodov do jedného súboru slúži nástroj *Merge*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud data management*:

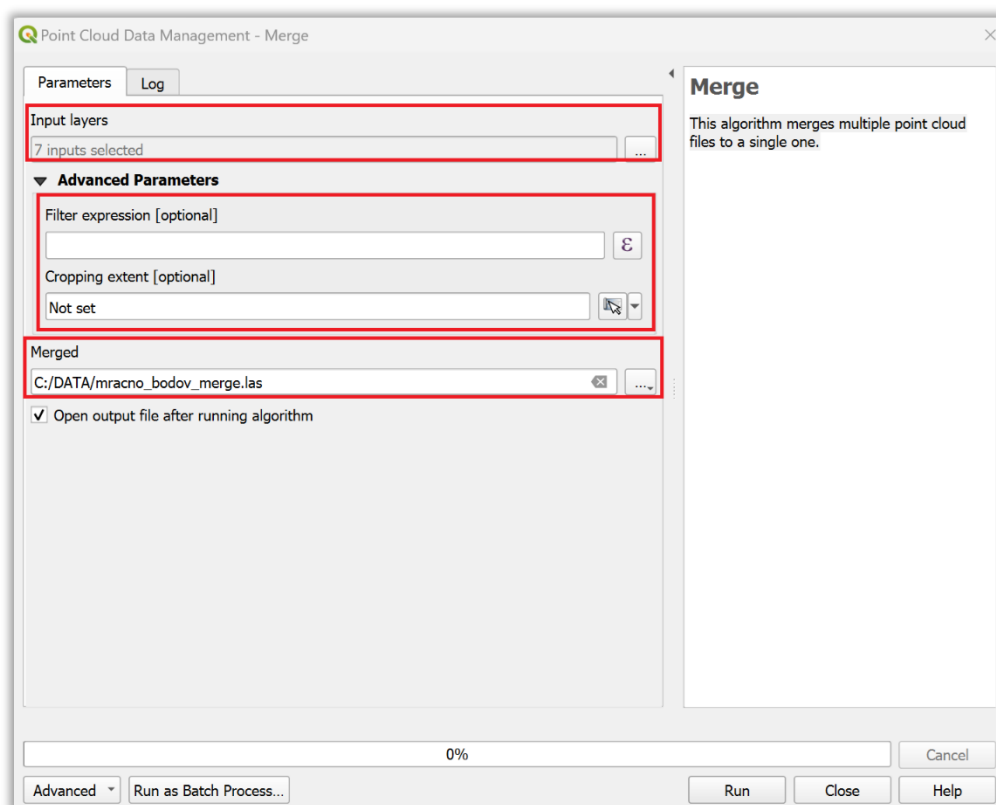


Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Data Management - Merge*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

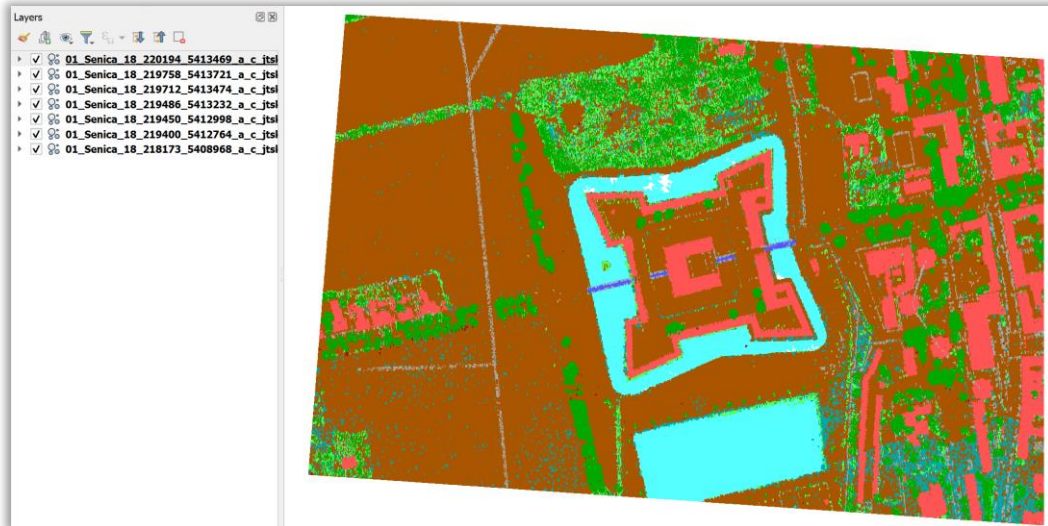
- *Input layers* – vybrať vstupné vrstvy mračien bodov.



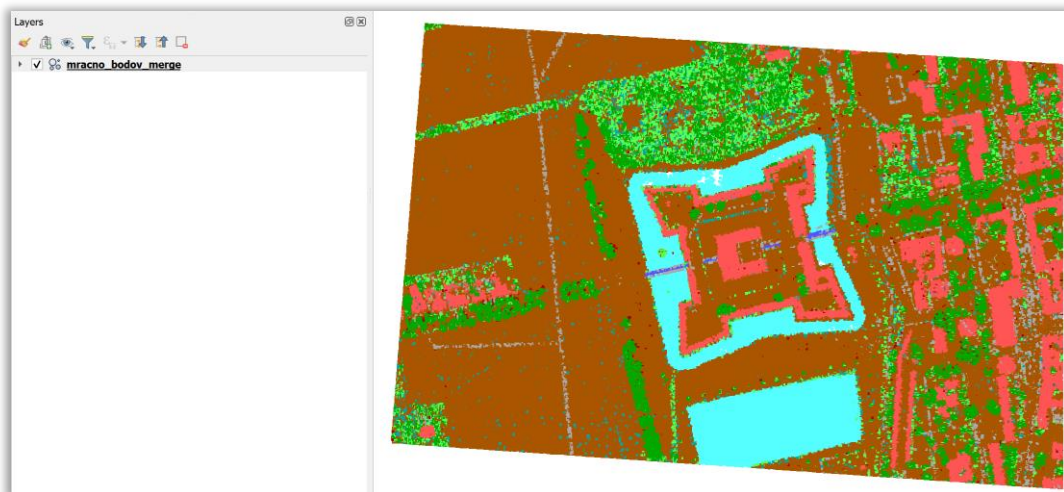
- *Filter expression* – zadanie podmienky pre výber vybranej podmnožiny bodov z mračna bodov (napr. vybrané triedy klasifikácie) (voliteľný parameter).
- *Cropping extent* – zadanie priestorového rozsahu pre výber podmnožiny bodov z mračna bodov (voliteľný parameter). Dostupné metódy:
 - *Calculate from Layer* - použije sa priestorový rozsah (bounding box - BBOX) vrstvy načítanej v aktuálnom projekte.
 - *Calculate from Layout Map* - použije sa priestorový rozsah nastavený v uloženom mapovom projekte pre tlač ([layout map item](#)).
 - *Calculate from Bookmark* - použije sa priestorový rozsah z uloženej záložky nastaveného obsahu mapového okna ([bookmark](#)).
 - *Use Current Map Canvas Extent* - použije sa nastavený priestorový rozsah mapového okna.
 - *Draw on Map Canvas* - kliknúť do mapového okna a nakresliť obdĺžnik ohraničujúci oblasť, z ktorej sa vyberú body.
 - Do políčka priamo zadať súradnice priestorového ohraničenia v tvare *xmin, xmax, ymin, ymax*.
- *Merged* – po kliknutí na tlačidlo vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov, formát (LAS, LAZ, VPC) a umiestnenie výstupného súboru.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa vytvorená vrstva mračna bodov otvorí v projekte.



Vstupné vrstvy mračien bodov:

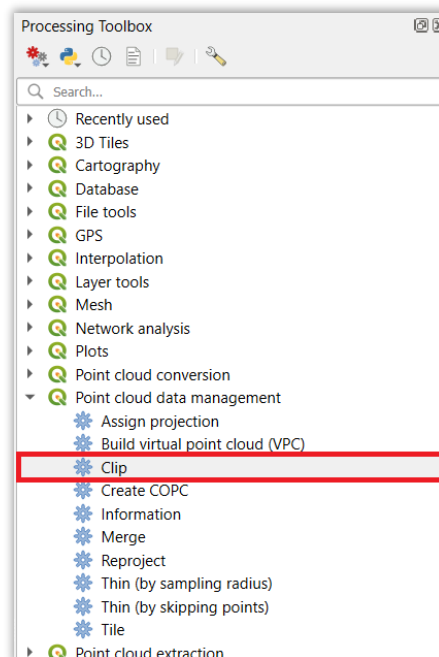


Výstupný súbor mračna bodov po zlúčení:



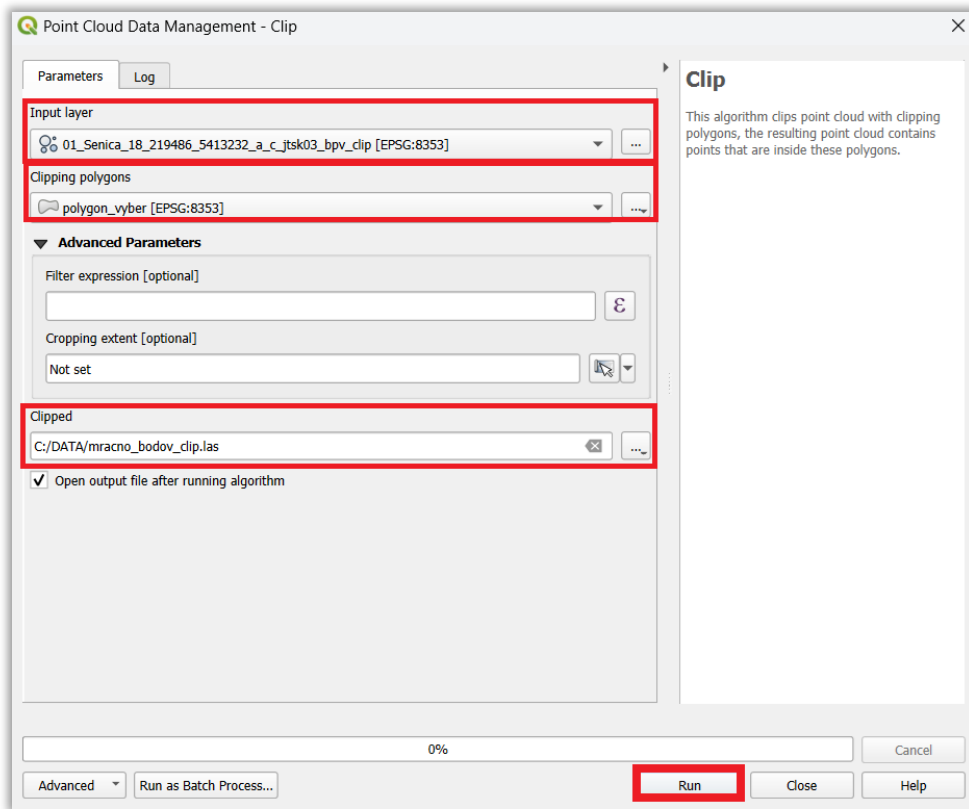
17. Vytvorenie výrezu

Na vytvorenie výrezu z vrstvy mračna bodov podľa zvoleného vektorového polygónu slúži nástroj *Clip*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud data management*:

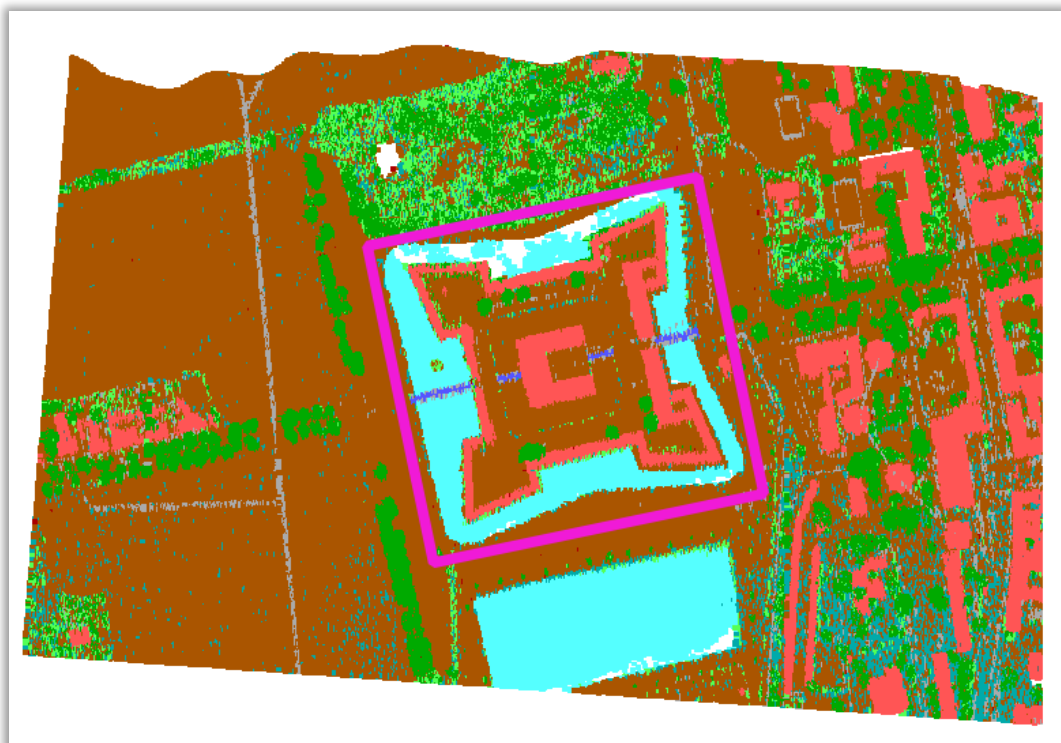


Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Data Management - Clip*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

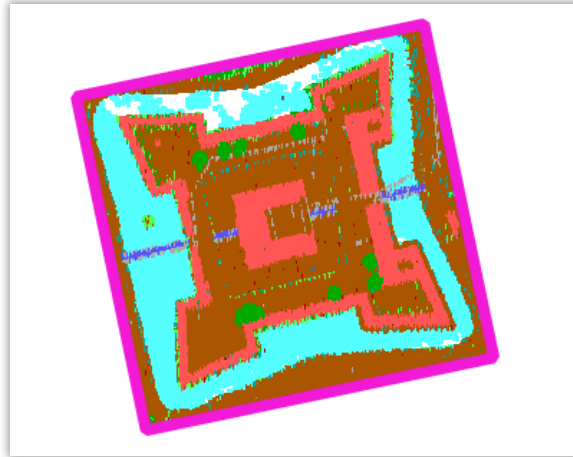
- *Input layer* – vybrať vstupnú vrstvu mračna bodov.
- *Clipping polygons* – polygónová vrstva, podľa ktorej sa bude robiť výrez.
- *Filter expression* – zadanie podmienky pre výber vybranej podmnožiny bodov z mračna bodov (napr. vybrané triedy klasifikácie) (voliteľný parameter).
- *Clipped* – po kliknutí na tlačidlo vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov, formát (LAS, LAZ, VPC) a umiestnenie výstupného súboru.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa vytvorená vrstva mračna bodov otvorí v projekte.



Vstupná vrstva mračna bodov a polygón (fialová farba), podľa ktorého sa bude robiť výrez:



Výsledná vrstva mračna bodov po orezaní podľa hraníc polygónu:



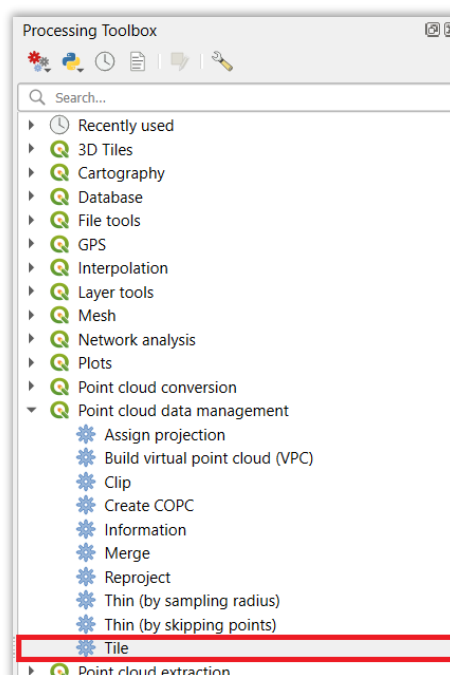
18. Vytvorenie dlaždíc

Ak dáta mračien bodov nie sú distribuovaná priamo vo forme dlaždíc, ale napr. ako letové skenovacie pásy (footprints) s množstvom prekrytov medzi súbormi (ako napr. mračná bodov poskytované ÚGKK SR), tak sa vo všeobecnosti odporúča v prípade takýchto vrstiev mračien bodov najprv z nich vytvoriť dlaždice pre dosiahnutie najlepšieho výkonu pre ich ďalšie zobrazenie a analýzu.

Na vytvorenie dlaždíc zo vstupných súborov mračien bodov slúži nástroj *Tile*. Výstupom z tohto nástroja je množina súborov mračien bodov, ktorá vznikne rozdelením vstupných vrstiev mračien bodov podľa zadefinovanej dlaždicovej schémy.

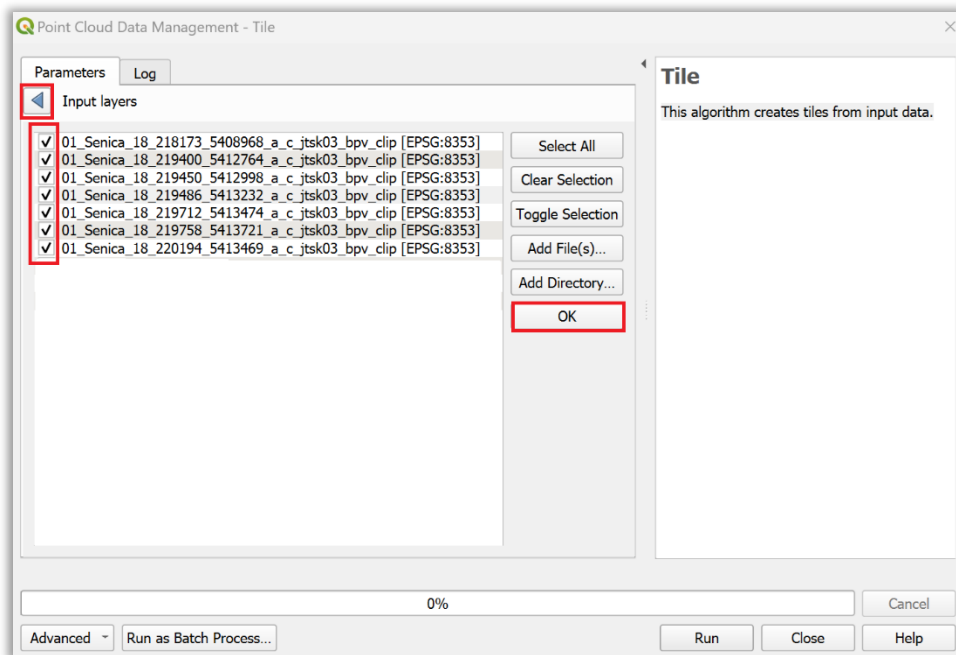
Pred vytvorením dlaždíc treba skontrolovať či vrstvy mračna bodov majú správne zadefinovaný súradnicový systém. Ak nie, tak pre nastavenie súradnicového systému použiť nástroj *Assign projection* ([1. kapitola](#)).

Nástroj *Tile* sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud data management*:

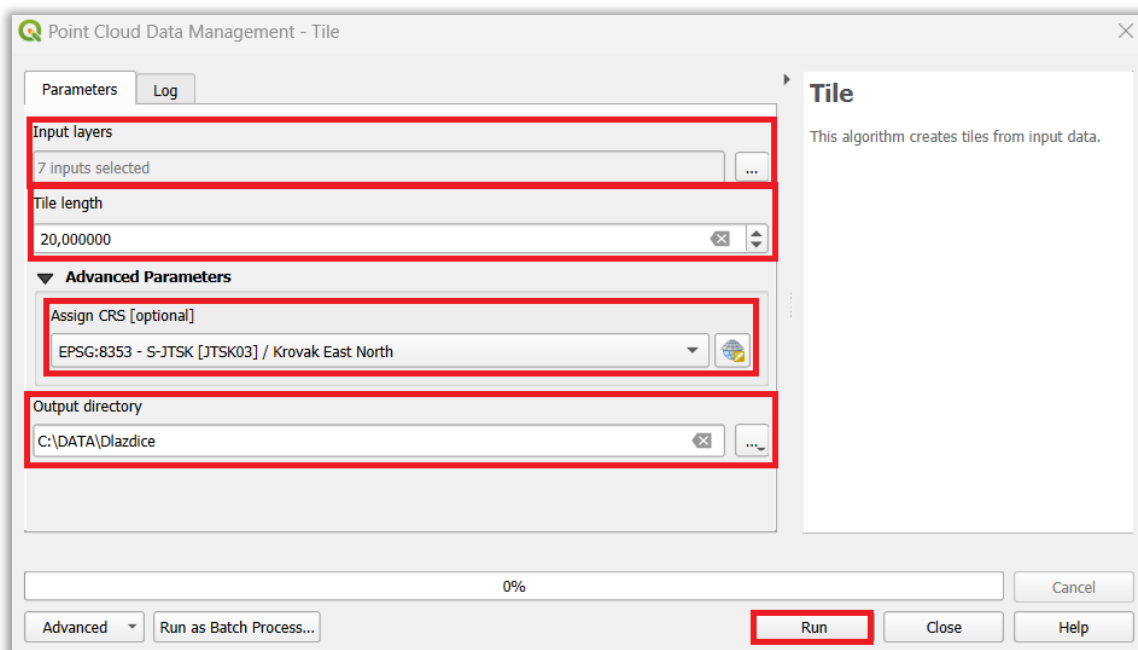


Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Data Management - Tile*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

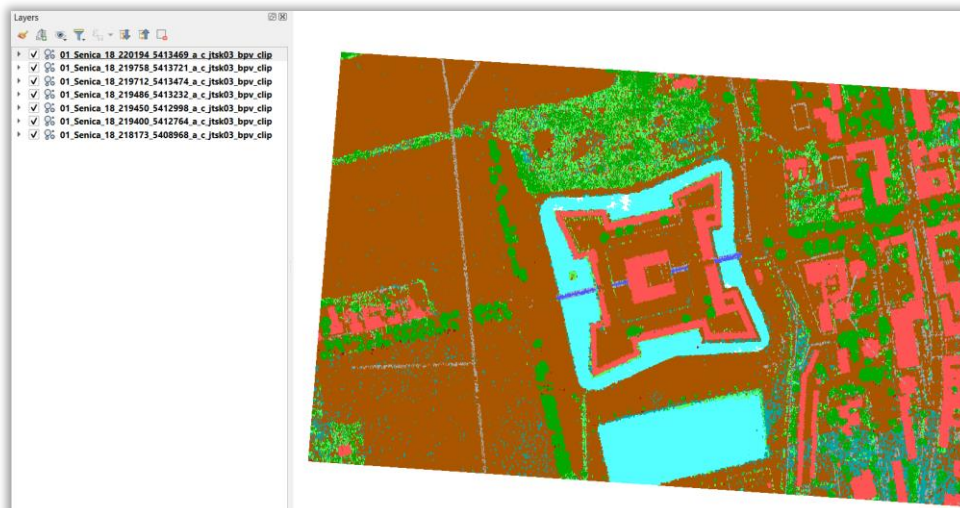
- *Input layers* – vybrať vstupné vrstvy mračien bodov.



- *Tile length* – zadať dĺžku strany dlaždice.
- *Output directory* – po kliknutí na tlačidlo vybrať možnosť *Save to Directory* a zadať výstupný priečinok, kde sa vytvorené dlaždice uložia.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa vytvorené dlaždice otvoria v projekte.



Vstupné LAS súbory mračien bodov:

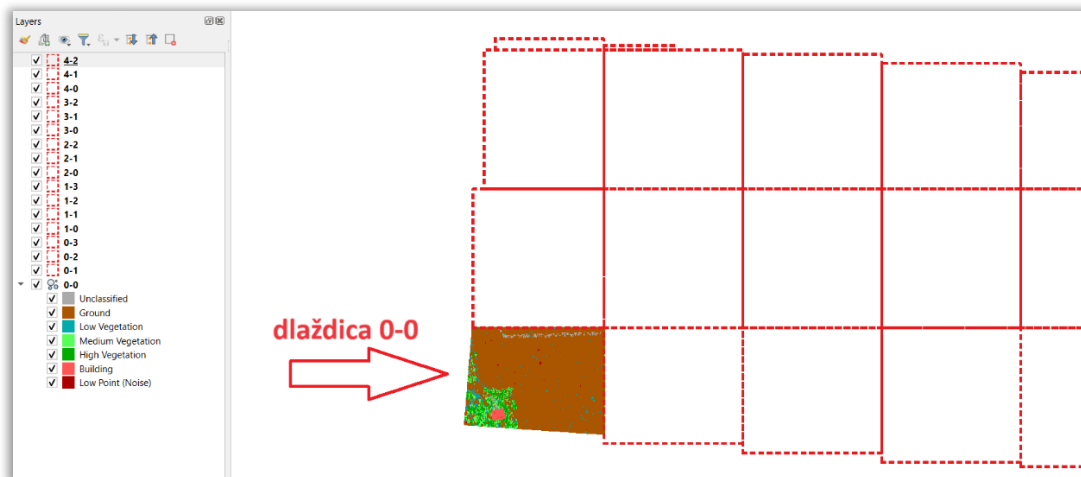


Priečnik s vytvorenými dlaždicami:

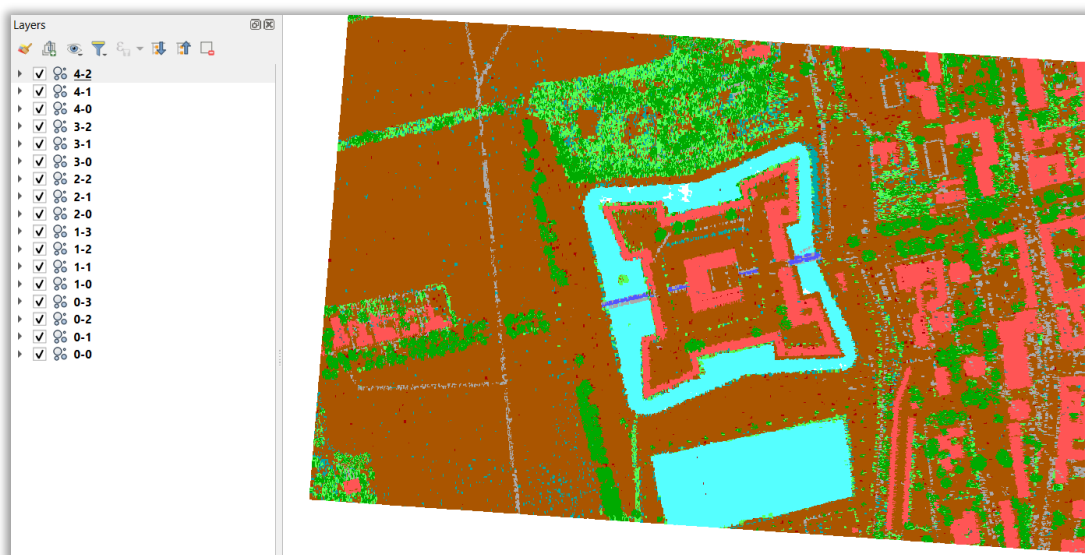
Názov	Dátum úpravy	Typ	Veľkosť
0-0.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	21 735 kB
0-1.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	38 916 kB
0-2.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	30 857 kB
0-3.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	1 633 kB
1-0.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	23 993 kB
1-1.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	35 774 kB
1-2.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	52 128 kB
1-3.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	234 kB
2-0.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	20 311 kB
2-1.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	32 232 kB
2-2.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	54 288 kB
3-0.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	43 096 kB
3-1.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	55 731 kB
3-2.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	52 192 kB
4-0.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	21 207 kB
4-1.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	21 450 kB
4-2.las	19. 8. 2024 21:31	Súbor LAS	22 012 kB

Súbory sú označené číslom stĺpca a riadka (stĺpec-riadok) vo vytvorenej dlaždicovej schéme. Číslovanie stĺpcov je v smere od západu na východ a číslovanie riadkov je v smere od juhu na sever.

Zobrazenie rozloženia vytvorených dlaždíc pri pridávaní do projektu:



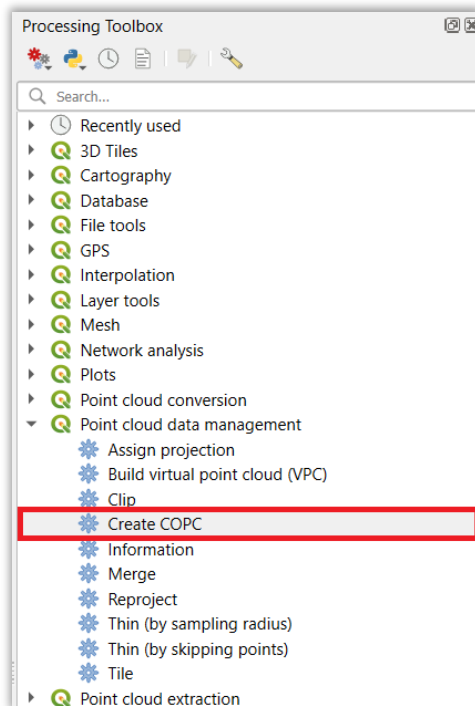
Načítané dlaždice mračien bodov v projekte:



19. Vytvorenie COPC (Cloud Optimized Point Cloud) indexových súborov

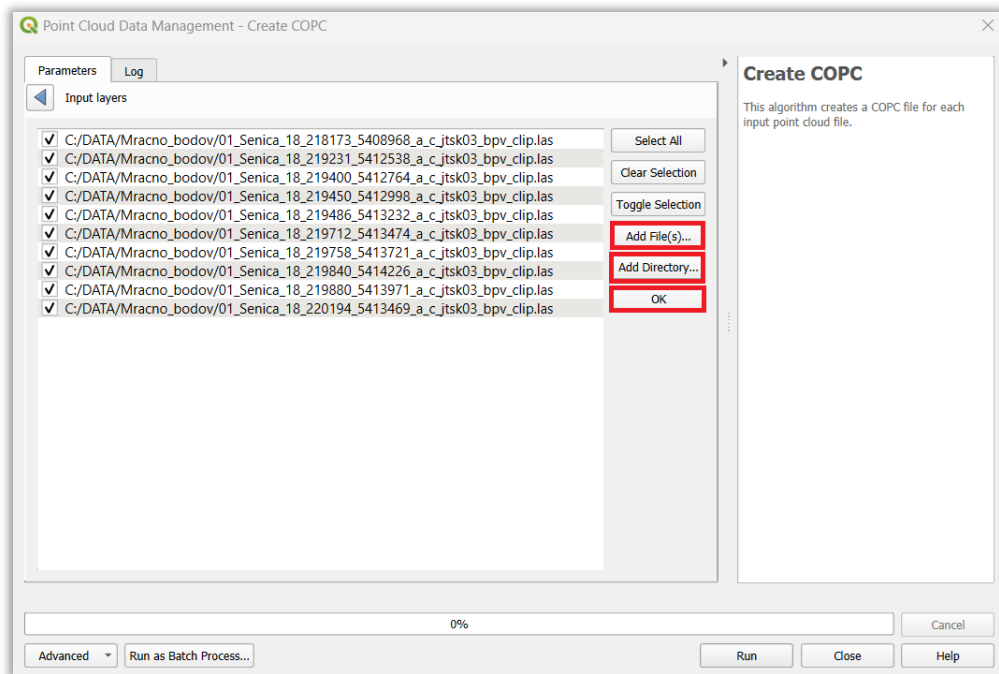
Pre rýchlejšiu a jednoduchšiu prácu so súbormi mračien bodov vo formáte LAS a LAZ aplikácia QGIS pri načítavaní do projektu vytvára tzv. COPC (Cloud Optimized Point Cloud) indexové súbory, ktoré sa automaticky vytvoria v priečinku s načítavanými súbormi mračien bodov a sú označené ako .cop.laz. Vytvorené súbory COPC majú tiež určitú veľkosť vzhľadom na veľkosť zdrojových súborov, takže treba počítať, že tiež zaberú miesto z diskového priestoru počítača.


Keď sa do projektu načítava viacero objemovo väčších neindexovaných vrstiev mračien bodov, aplikácii chvíľu potrvá, kým vytvorí index COPC pre tieto súbory. V takomto prípade je výhodné pre vytvorenie indexovaných COPC súborov použiť nástroj *Create COPC*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud data management*:

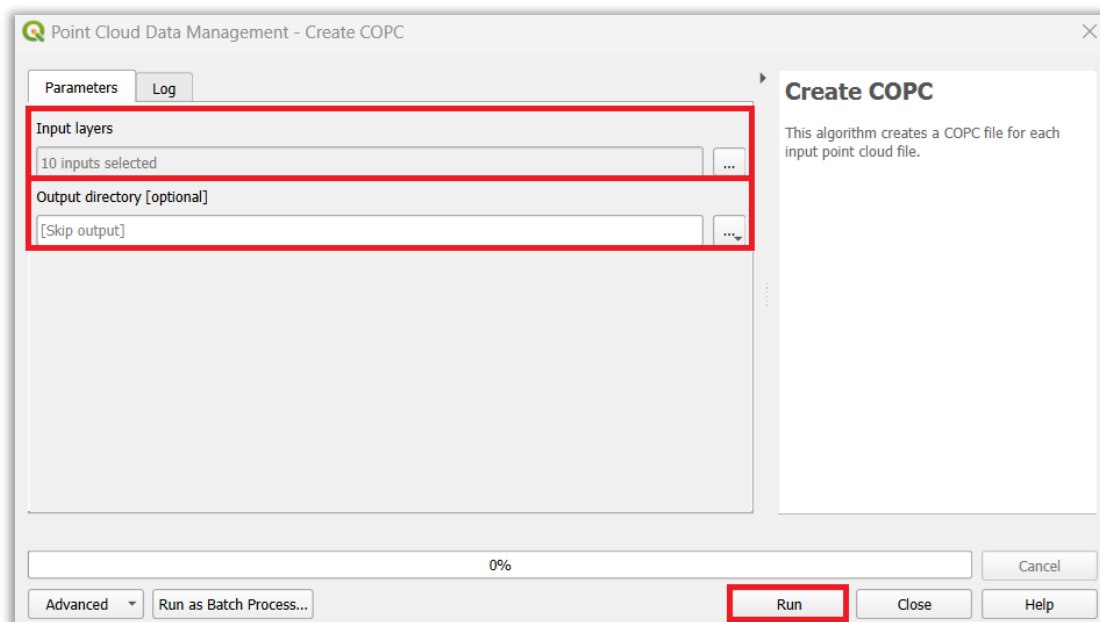


Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Data Management – Create COPC*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layers* – vybrať vstupné súbory mračen bodov uložené pomocou tlačidla *Add File(s)* alebo *Add Directory* pre automatické načítanie všetkých súborov z daného priečinka a potom kliknúť na tlačidlo *OK*:



- *Output directory* – po kliknutí na tlačidlo  vybrať možnosť *Save to Directory* a zadať výstupný priečinok, kde sa vytvorené indexové COPC súbory vytvoria. Ak sa toto políčko nechá nevyplnené, tak sa CPC súbory vytvoria v priečinku so vstupnými súbormi mračen bodov.

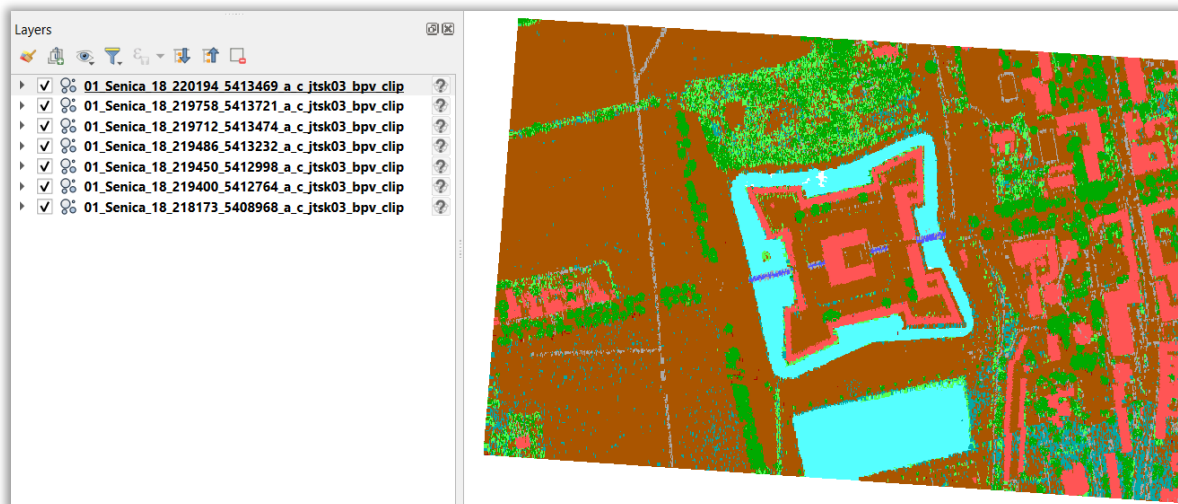


Priečnik so vstupnými LAS súbormi mračen bodov a k nim vytvorenými COPC súbormi:

Názov	Typ	Veľkosť
01_Senica_18_220194_5413469_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	48 753 kB
01_Senica_18_219880_5413971_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	22 449 kB
01_Senica_18_219840_5414226_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	8 337 kB
01_Senica_18_219758_5413721_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	55 347 kB
01_Senica_18_219712_5413474_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	60 800 kB
01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	48 862 kB
01_Senica_18_219450_5412998_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	32 318 kB
01_Senica_18_219400_5412764_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	12 468 kB
01_Senica_18_219231_5412538_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	777 kB
01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	16 631 kB
01_Senica_18_220194_5413469_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	93 kB
01_Senica_18_219880_5413971_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	27 kB
01_Senica_18_219840_5414226_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	35 kB
01_Senica_18_219758_5413721_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	79 kB
01_Senica_18_219712_5413474_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	91 kB
01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	85 kB
01_Senica_18_219450_5412998_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	102 kB
01_Senica_18_219400_5412764_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	19 kB
01_Senica_18_219231_5412538_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	13 kB
01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	39 kB
01_Senica_18_220194_5413469_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	284 814 kB
01_Senica_18_219880_5413971_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	128 686 kB
01_Senica_18_219840_5414226_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	43 218 kB
01_Senica_18_219758_5413721_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	300 189 kB
01_Senica_18_219712_5413474_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	317 991 kB
01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	257 132 kB
01_Senica_18_219450_5412998_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	193 186 kB
01_Senica_18_219400_5412764_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	77 302 kB
01_Senica_18_219231_5412538_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	5 966 kB
01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	101 256 kB

Po vytvorení COPC indexových súborov je možné súbory LAS alebo LAZ jednoducho a rýchlo načítať do projektu.

Do projektu je možné pridať namiesto zdrojových LAS či LAS súborov aj vytvorené COPC súbory:



Pridaným vrstvám COPC súborov potom treba ešte skontrolovať a nastaviť správny súradnicový systém podľa postupu uvedeného v [1. kapitole](#).

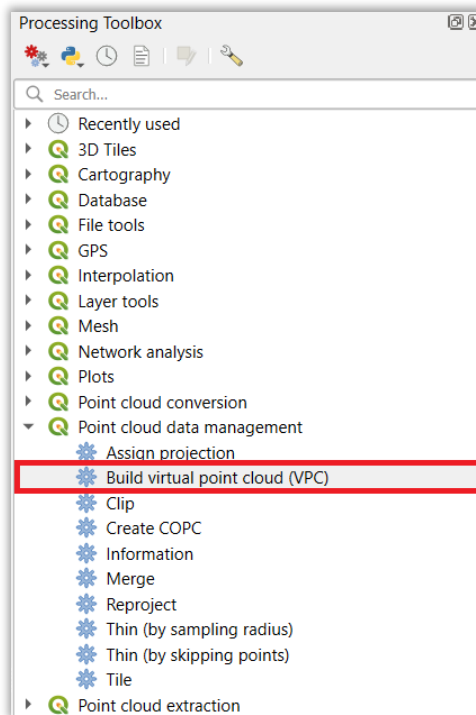
20. Vytvorenie vrstvy mračna bodov vo formáte VPC (Virtual Point Cloud)

Pre prácu s objemovo a priestorovo väčšími vrstvami mračien bodov je výhodné je použiť mračno bodov vo formáte VPC (Virtual Point Cloud), ktorý umožňujú spojiť a pracovať naraz s takýmito vrstvami mračien bodov bez nutnosti ich zlúčenia do jedného veľkého súboru alebo ich rozdelenia na dlaždice.

Súbor VPC je v podstate jednoduchý súbor JSON s príponou .vpc, ktorý obsahuje odkazy na skutočné dátové súbory (napr. súbory .LAS, .LAZ alebo .COPC) a ďalšie metadáta extrahované zo súborov. Softvéry a nástroje podporujúce prácu s VPC súbormi potom spracovávajú celú množinu údajov zdrojových súborov mračien bodov ako jedinú vrstvu.

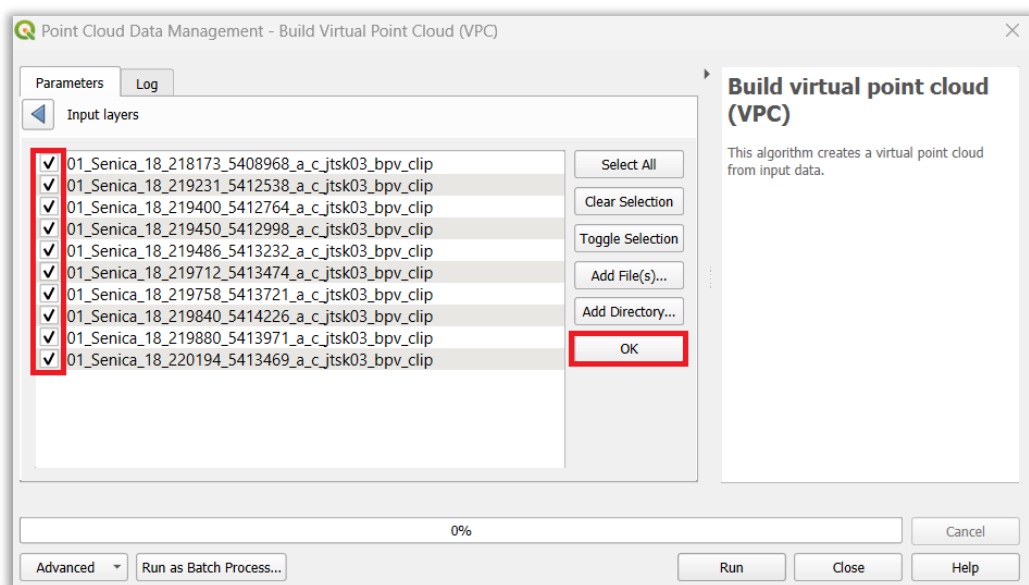
Pred vytvorením dlaždíc treba skontrolovať či vrstvy mračna bodov majú správne zadaný súradnicový systém. Ak nie, tak pre nastavenie súradnicového systému použiť nástroj *Assign projection* ([1. kapitola](#)).

Na vytvorenie vrstvy mračna bodov vo formáte VPC slúži nástroj *Build virtual point cloud (VPC)*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud data management*:



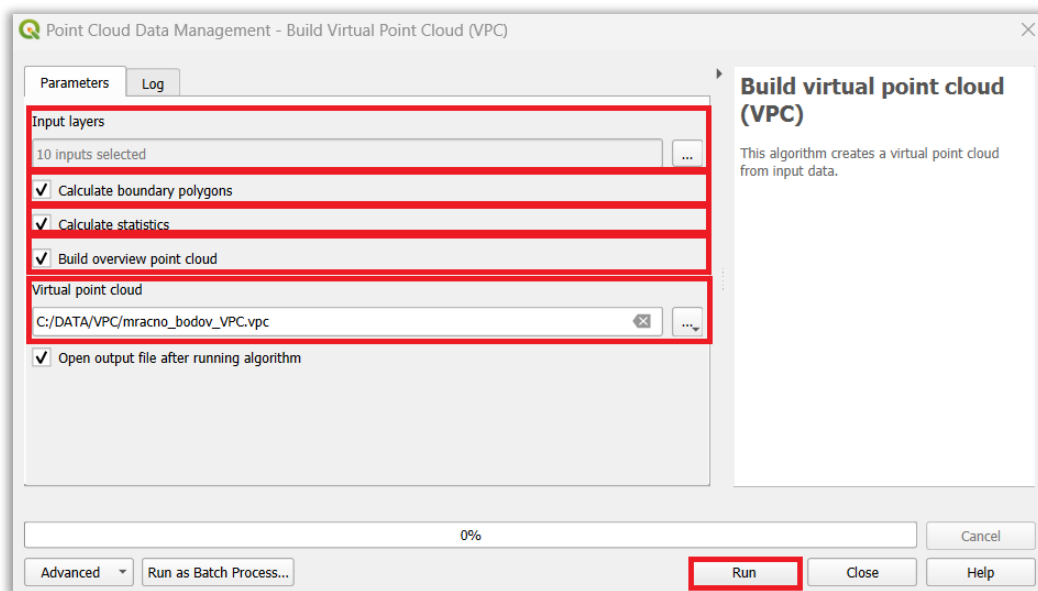
Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Data Management – Build Virtual Point Cloud (VPC)*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layers* – vybrať vstupné vrstvy mračien bodov uložené a potom kliknúť na tlačidlo *OK*:

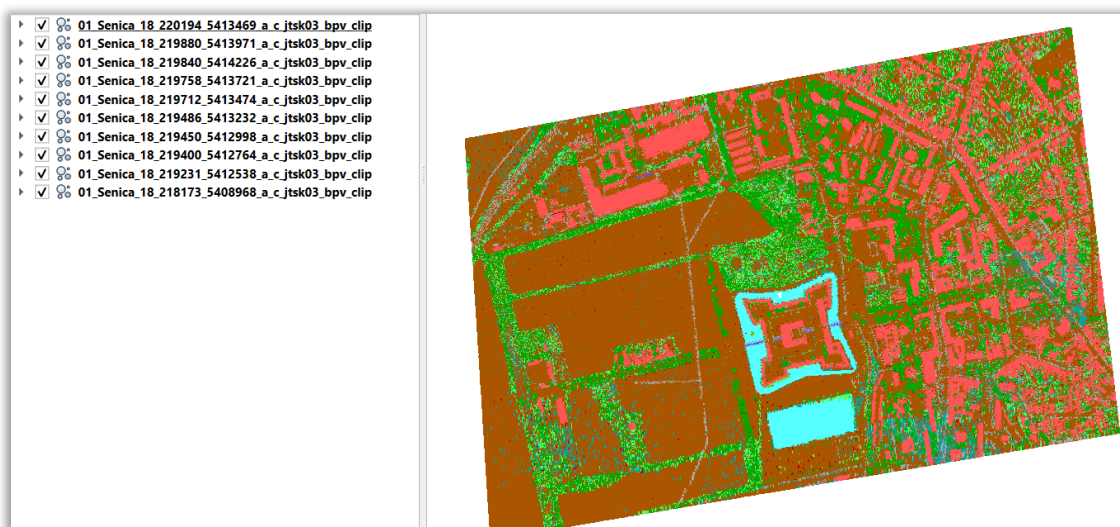


- *Calculate boundary polygons* – po označení políčka sa zobrazia presné hranice vrstiev namiesto len ich pravouhlého priestorového ohraničenia (BBOX).
- *Calculate statistics* – označenie políčka pomôže aplikácii lepšie pochopiť rozsahy hodnôt rôznych atribútov vstupných vrstiev mračien bodov.
- *Build overview point cloud* – po označení políčka sa vygeneruje jedna zjednodušená „prehľadová“ vrstva mračna bodov vo forme COPC súboru, ktorá sa uloží v priečinku vedľa súboru VPC.

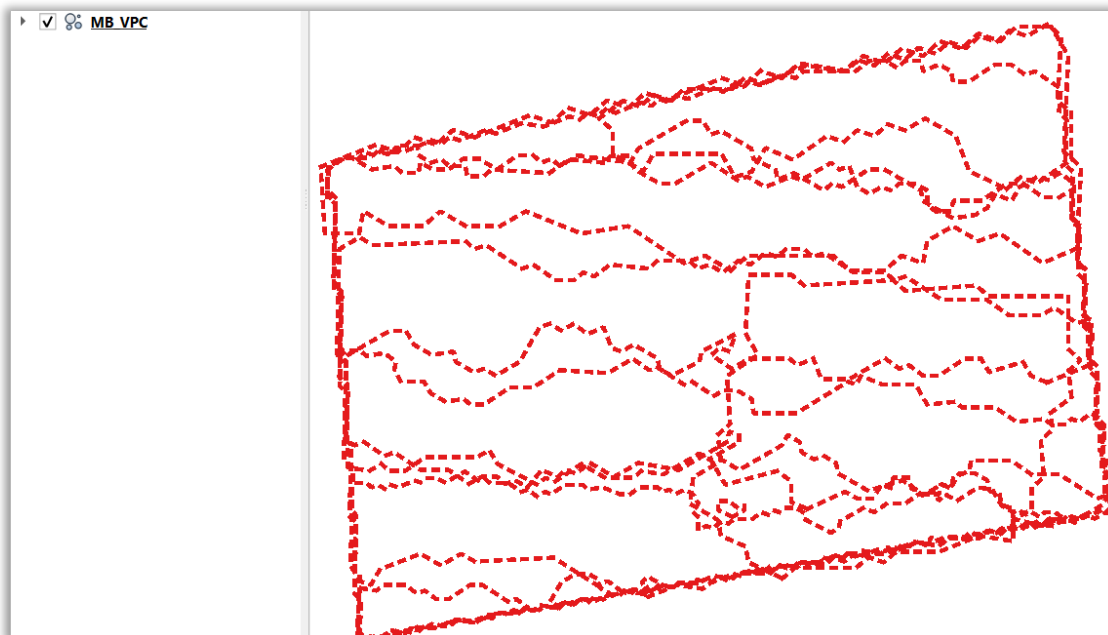
- *Virtual point cloud* – po kliknutí na tlačidlo [...] vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov, formát (VPC files) a umiestnenie výstupného súboru.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa vytvorená vrstva mračna bodov vo formáte VPC otvorí v projekte.



Vstupné vrstvy mračien bodov:



Výsledná vrstva vo formáte VPC:

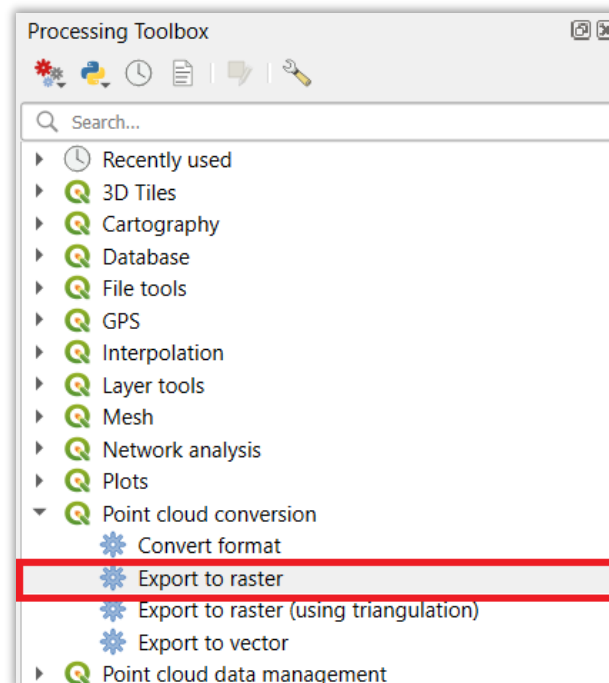


Ak vstupné vrstvy mračien bodov pre vytvorenie VPC nie sú súbory vo formáte COPC, tak QGIS v súčasnosti zobrazí iba ich hranice v 2D a 3D zobrazeniach. Nástroje pre spracovanie VPC súborov ale budú fungovať. Ak je potrebné v projekte vo vrstve VPC zobrazíť priamo body z vrstiev mračien bodov, tak je potrebné pre vytvorenie VPC použiť COPC indexové súbory. Ako COPC súbory vytvoriť, je uvedené v [19. kapitole](#).

VPC pracuje aj so vstupnými vrstvami mračien bodov, ktoré nie sú dlaždicové napríklad v prípadoch, ak sú dáta distribuované ako letové skenovacie pásy (footprints) s množstvom prekrytov medzi súbormi (ako napr. mračná bodov poskytované ÚGKK SR). Aj keď QGIS zvláda dobre prácu aj s takýmito vrstvami mračien bodov, tak sa vo všeobecnosti odporúča v prípade takýchto vrstiev mračien bodov najprv z nich vytvoriť dlaždice pomocou nástroja *Tile* ([18. kapitola](#)) pre dosiahnutie najlepšieho výkonu pre ich ďalšie zobrazenie a analýzu.


21. Vytvorenie rastra z mračna bodov metódou IDW

Nástroj *Export to raster* exportuje dáta mračna bodov do 2D rastrovej mriežky, pričom bunkám rastra zapisuje hodnoty podľa zvoleného atribútu pomocou interpolačnej metódy použitá IDW (inverse distance weighting). Tento nástroj sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud conversion*:



Po spustení nástroja *Export to raster* sa otvorí okno *Point Cloud Conversion - Export to Raster*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* – vybrať vstupnú vrstvu mračna bodov.
- *Attribute* – vybrať atribút, podľa ktorého hodnôt sa raster vytvorí.
- *Resolution of the density raster* – zadať hodnotu veľkosti bunky výstupného rastra.
- *Filter expression* – zadanie podmienky pre výber vybranej podmnožiny bodov z mračna bodov (napr. vybrané triedy klasifikácie) (voliteľný parameter).
- *Cropping extent* – zadanie priestorového rozsahu pre výber podmnožiny bodov z mračna bodov (voliteľný parameter). Dostupné metódy:
 - *Calculate from Layer* - použije sa priestorový rozsah (bounding box - BBOX) vrstvy načítanej v aktuálnom projekte.
 - *Calculate from Layout Map* - použije sa priestorový rozsah nastavený v uloženom mapovom projekte pre tlač ([layout map item](#)).
 - *Calculate from Bookmark* - použije sa priestorový rozsah z uloženej záložky nastaveného obsahu mapového okna ([bookmark](#)).
 - *Use Current Map Canvas Extent* - použije sa nastavený priestorový rozsah mapového okna.
 - *Draw on Map Canvas* - kliknúť do mapového okna a nakresliť obdĺžnik ohraničujúci oblasť, z ktorej sa vyberú body.

- Do políčka priamo zadať súradnice priestorového ohraničenia v tvare *xmin, xmax, ymin, ymax*.
- *Exported* – po kliknutí na tlačidlo  vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov a umiestnenie výstupného rastra vo formáte GeoTIFF.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa vytvorená rastrová vrstva otvorí v projekte.

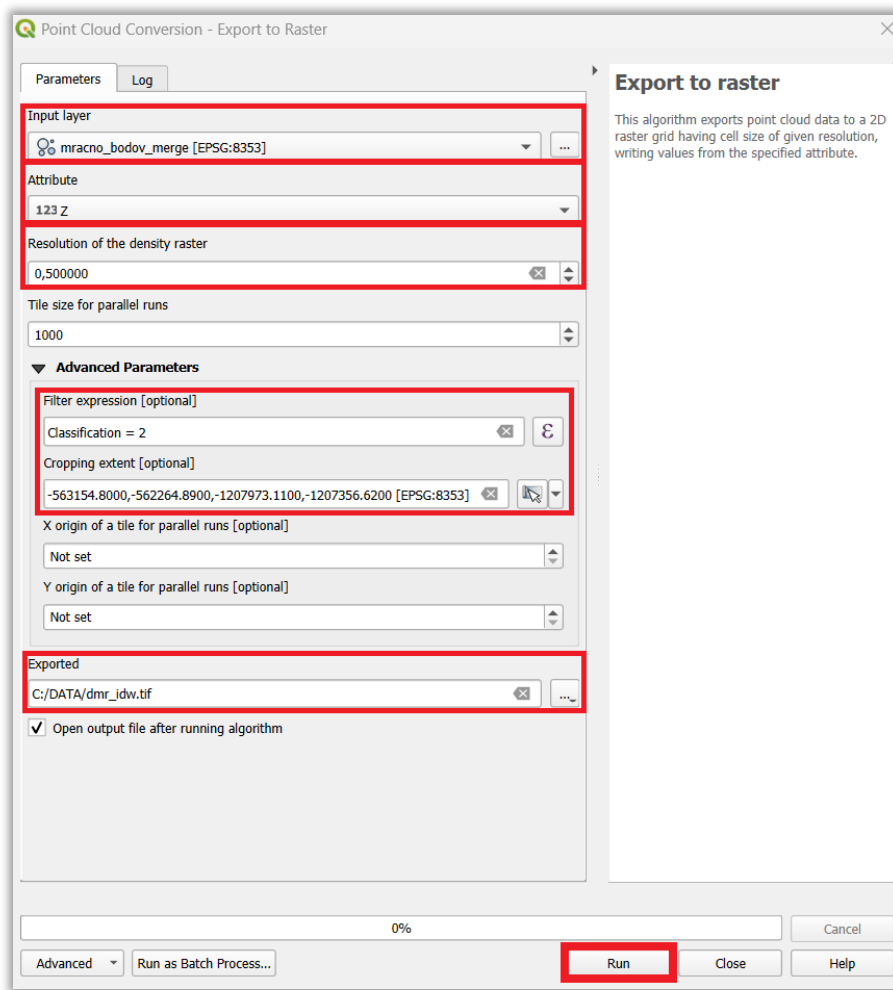
Ak je potrebné vytvoriť raster z viacerých LAS alebo LAZ súborov mračna bodov, tak ich treba najprv spojiť do jedného súboru pomocou nástroja *Merge* ([16. kapitola](#)) alebo v prípade mračna bodov z väčšieho územia z nich vytvoriť dlaždice pomocou nástroja *Tile* ([18. kapitola](#)). Potom pre každú vytvorenú dlaždici vyexportovať raster a nakoniec všetky rastre spojiť pomocou nástroja *Merge*, ktorý sa nachádza v paneli *Raster* → *Miscellaneous* (viac informácií v [Návode na prácu s DMR v QGIS](#) v kapitole č. 24 Spojenie rastrov DMR).

Výhodné je použiť mračno bodov vo formáte VPC (Virtual Point Cloud), ktorý umožňuje prácu s objemovo a priestorovo väčšími súbormi mračen bodov bez nutnosti ich zlúčenia do jedného veľkého súboru alebo rozdelenia na dlaždice. Postup ako vytvoriť vrstvu mračna bodov vo formáte VPC je uvedený v [20. kapitole](#).

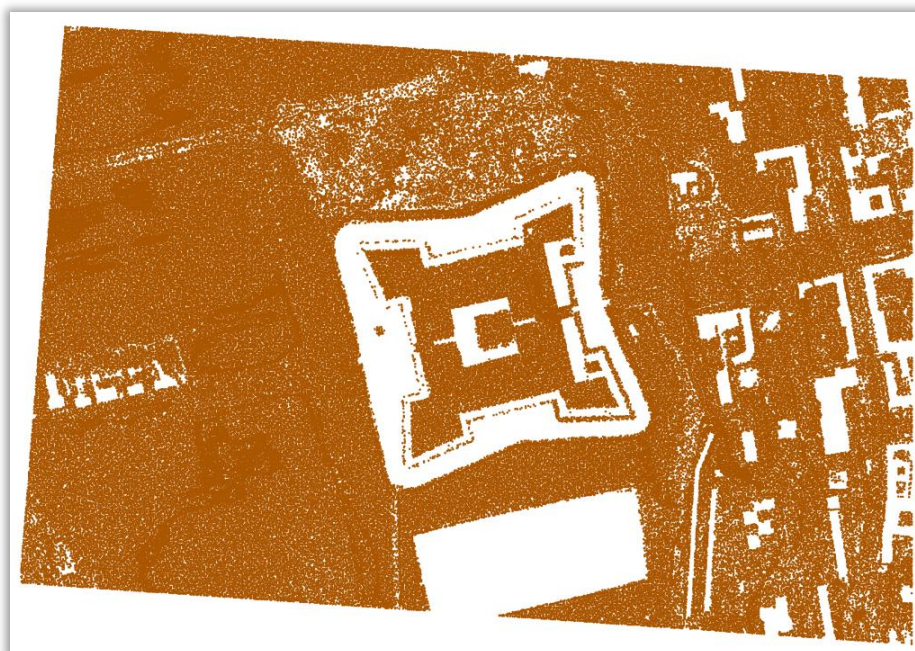
Nástroj *Export to raster* je možné použiť napr. na tvorbu digitálneho modelu reliéfu (DMR) alebo rastra plochy vegetácie. Na tvorbu digitálneho modelu povrchu (DMP) tento nástroj nie je príliš vhodný vzhľadom na použitú interpolačnú metódu, ktorá interpoluje výšky objektov ako napr. elektrické vedenia, vyššie budovy či vegetácia vzhľadom na okolité body z mračna bodov, takže ich výška vo vytvorenom DMP potom nemusí úplne zodpovedať skutočnosti.

Raster DMR

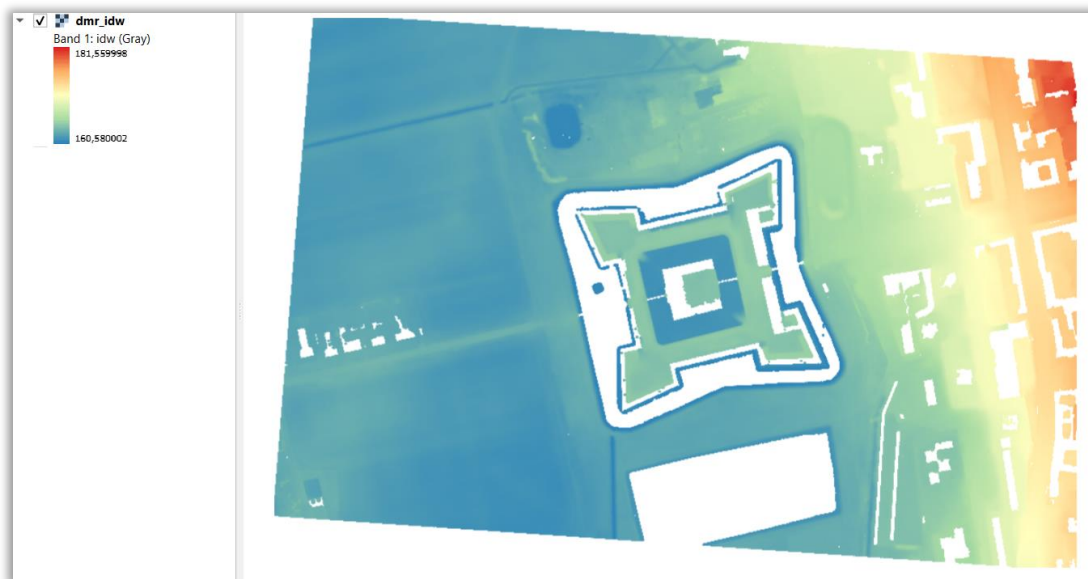
Pre vytvorenie rastra digitálneho modelu reliéfu (terénu) podľa hodnôt atribútu *Z* (výška bodov) len z bodov triedy č. 2 *Ground* (terén) treba v nástroji *Export to raster* v políčku *Attribute* vybrať atribút *Z* a do políčka *Filter expression* zadať podmienku *Classification = 2*:



Vstupná vrstva mračna bodov – body z triedy č. 2 Ground (terén):



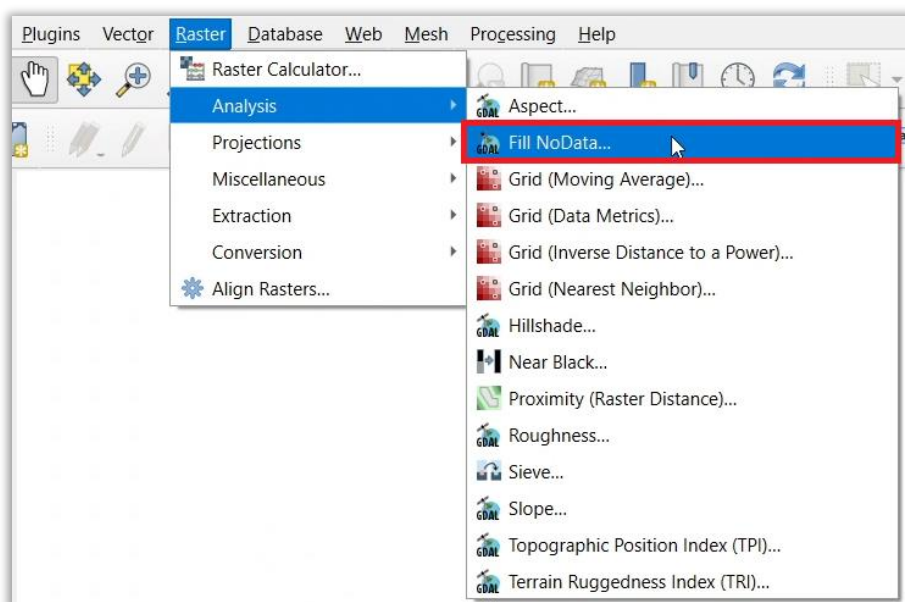
Vytvorený raster DMR:



V oblastiach, kde nebolo naskenované mračno bodov (napr. vodné plochy, plochy pod budovami a vegetáciou) vzniknú po vyexportovaní rastra prázdne miesta (diery) a rastrové bunky v týchto miestach získajú hodnoty „NoData“.

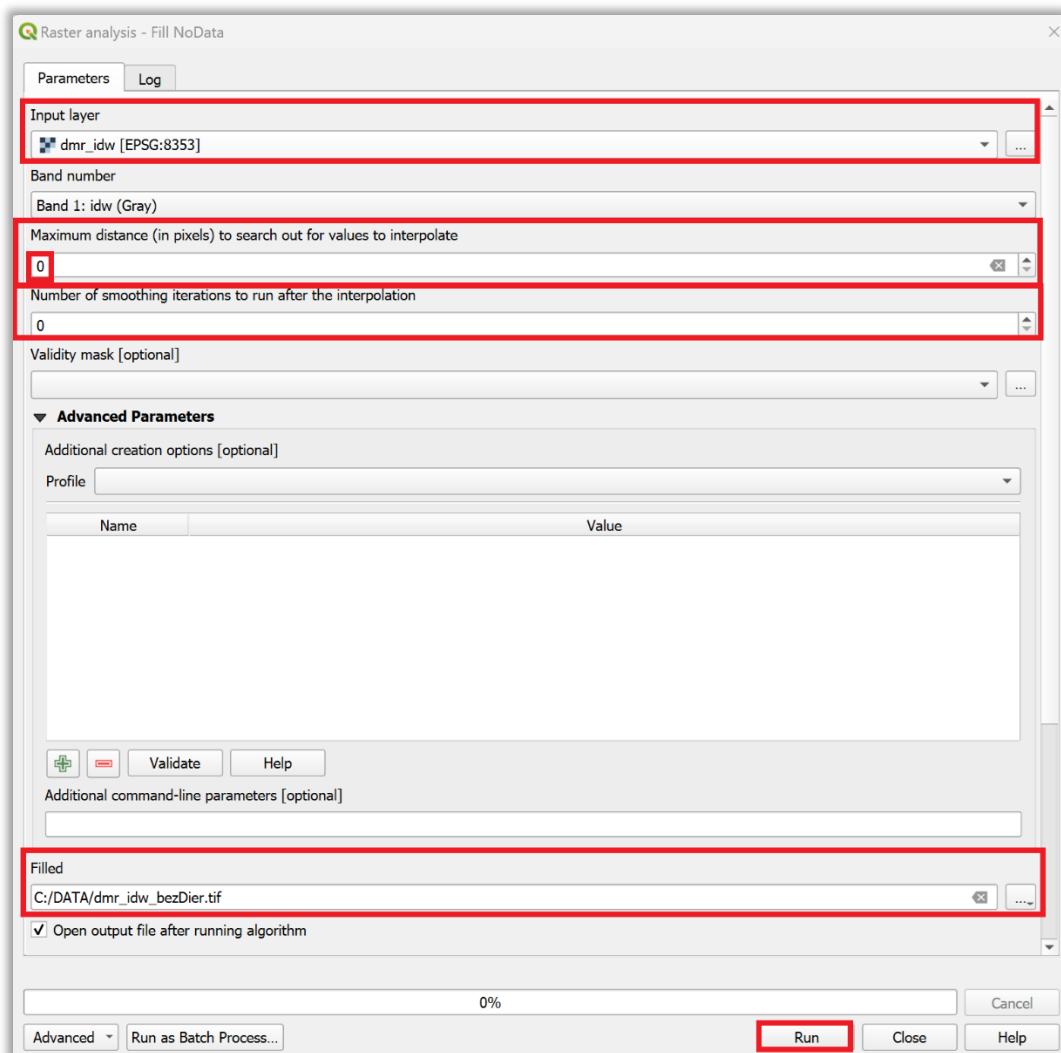
Tieto diery v rastrovi možno odstrániť použitím nástroja *Fill NoData*, ktorý doplní hodnoty pre prázdne bunky rastra interpoláciou z okolitých hodnôt buniek pomocou metódy IDW (inverse distance weighting).

Nástroj *Fill NoData* sa nachádza v paneli *Raster* → *Analysis*:

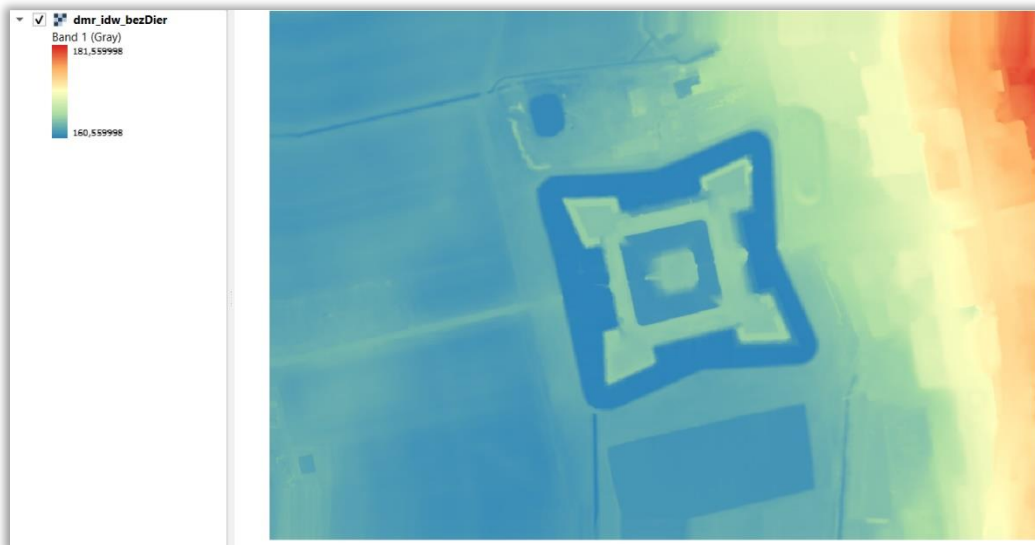


Po spustení nástroja treba vyplniť požadované parametre a kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* – vybrať vstupný raster.
- *Band number* – vybrať pásmo rastra, na ktorom sa algoritmus na úpravu hodnôt NoData spustí.
- *Maximum distance (in pixels) to search out for values to interpolate* – zadať maximálnu vzdialenosť (v pixeloch) na vyhľadanie platných pixelov, ktoré budú použité pri interpolácii → pre automatický výpočet polomeru vyhľadávania zadať hodnotu 0.
- *Number of smoothing iterations to run after the interpolation* – zadať počet iterácií vyhladzovania výsledkov interpolácie.
- *Filled* – po kliknutí na tlačidlo vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov, formát a umiestnenie výstupného súboru.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa vytvorený raster otvorí v projekte.

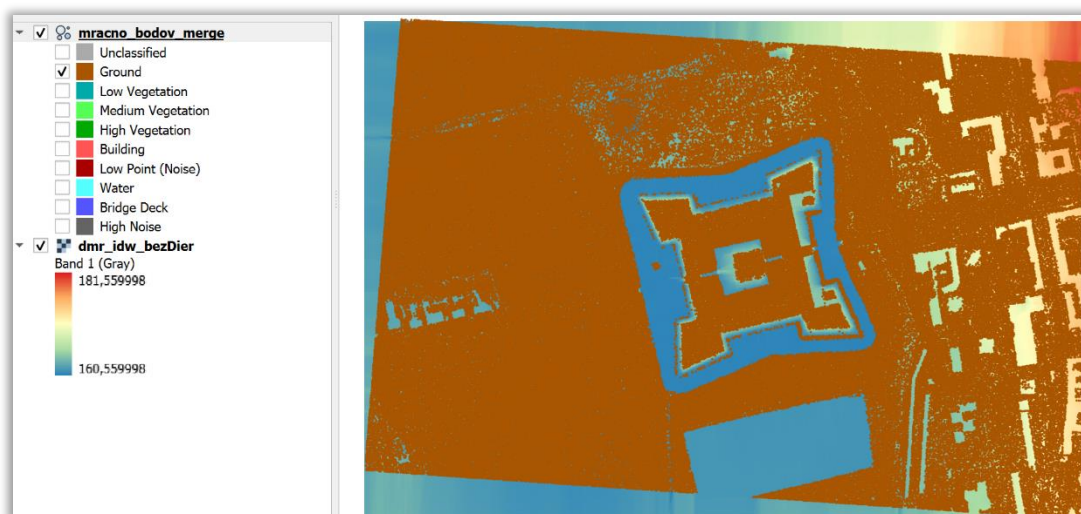


Vytvorený raster DMR bez dier pomocou nástroja *Fill NoData*:



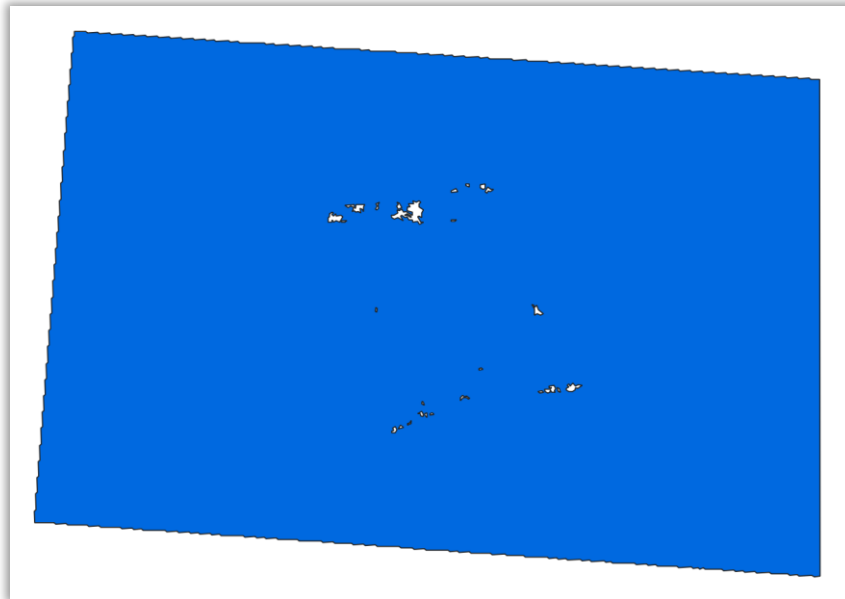
Ako posledný krok je potrebné raster DMR bez dier vytvorený pomocou nástroja *Fill NoData* ešte orezať presne podľa priestorového rozsahu zdrojového mračna bodov použitého na vytvorenie DMR, aby bola zachovaná pôvodná plocha územia podľa vstupného mračna bodov bez skreslených okrajových hodnôt rastra DMR doplnených interpoláciou.

Porovnanie priestorového rozsahu vrstvy zdrojového mračna bodov a vytvoreného rastra DMR bez dier pomocou nástroja *Fill NoData*:

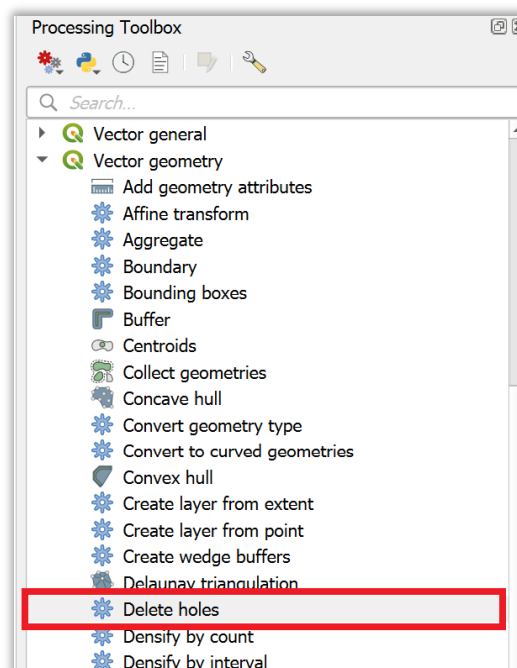


Raster DMR je možné orezať pomocou polygónu hranice vrstvy mračna bodov, vytvoreného pomocou nástroja *Boundary* ([14. kapitola](#)), alebo podľa zvolenej vektorovej polygónovej vrstvy, podľa ktorej bolo na začiatku mračno bodov orezané.

Polygón hranice vrstvy mračna bodov, vytvoreného pomocou nástroja Boundary:

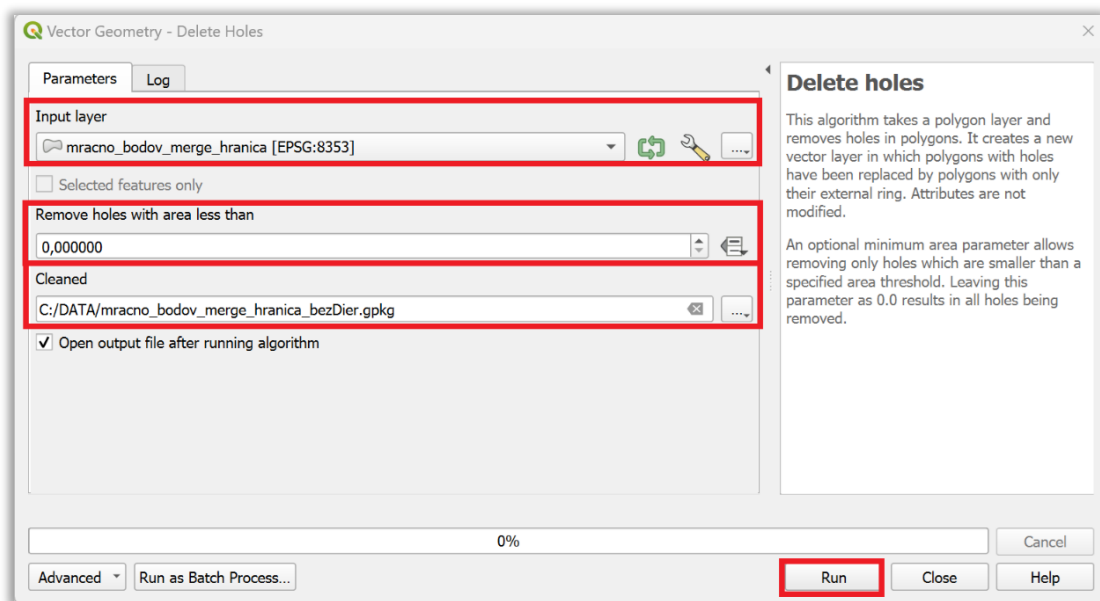


V polygónovej vrstve je ešte potrebné odstrániť diery na miestach, kde neboli dostupné žiadne body mračna bodov. Je na to možné použiť nástroj *Delete holes*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Vector geometry*:



Po spustení toho nástroja sa objaví okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* - vybrať vstupnú polygónovú vrstvu, z ktorej treba odstrániť diery.
- *Remove holes with area less than* – podľa zadanej hodnoty sa odstránia iba diery s plochou menšou ako táto zadaná hodnota. Pri hodnote 0,0 sa odstránia všetky diery.
- *Cleaned* - zvoliť možnosť *Save to File...* a zadať názov, formát, umiestnenie výstupnej polygónovej vrstvy.

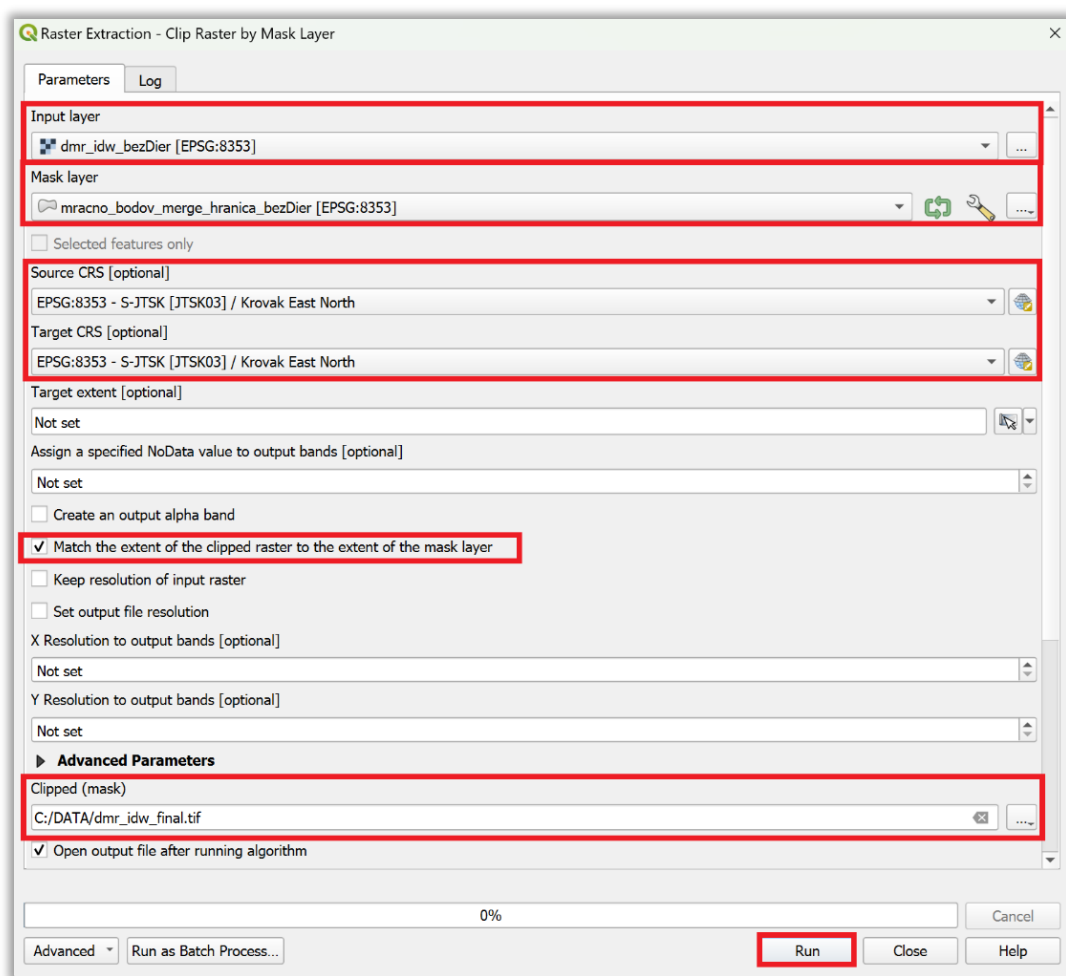


Polygón hranice vrstvy mračna bodov po odstránení dier:

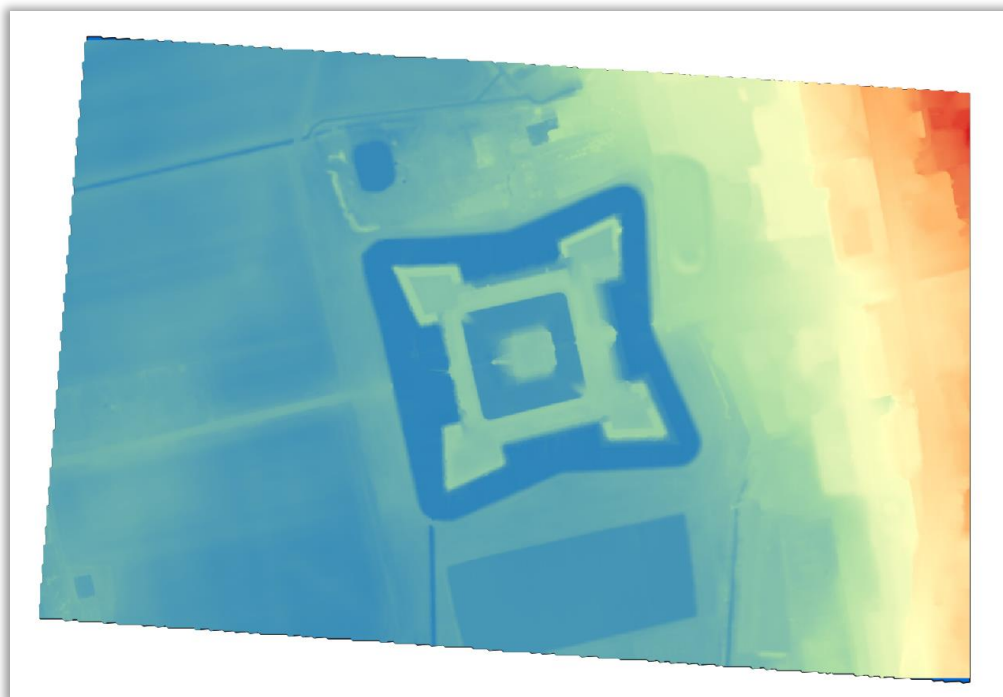


Na orezanie rastra DMR podľa polygónovej vrstvy je možné použiť nástroj *Clip raster by mask layer*, ktorý sa nachádza v paneli *Raster* → *Extraction*. Po spustení toho nástroja sa objaví okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

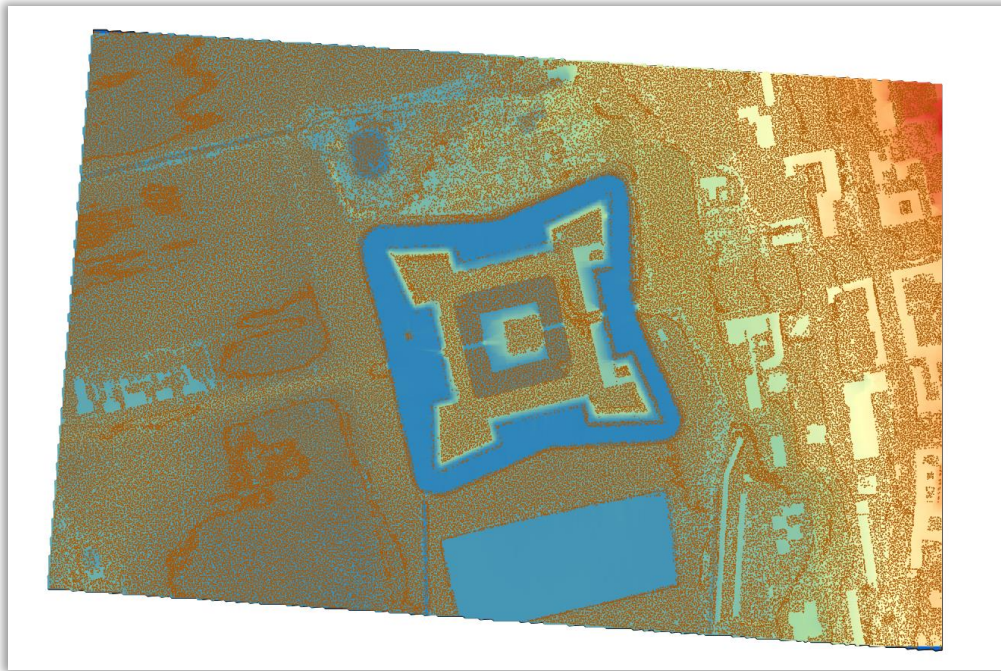
- *Input layer* - vybrať vstupný DMR.
- *Mask layer* - vybrať vektorovú vrstvu, podľa ktorej sa vytvorí výrez z DMR.
- *Source CRS* – vybrať súradnicový systém vstupného rastra.
- *Target CRS* – vybrať súradnicový systém výstupného rastra.
- *Match the extent of the clipped raster to the extent of the mask layer* – označiť políčko.
- *Clipped (mask)* - zvoliť možnosť *Save to File...* a zadať názov, formát, umiestnenie výstupného rastra.



Finálny raster DMR po orezaní podľa polygónu hranice zdrojovej vrstvy mračna bodov:

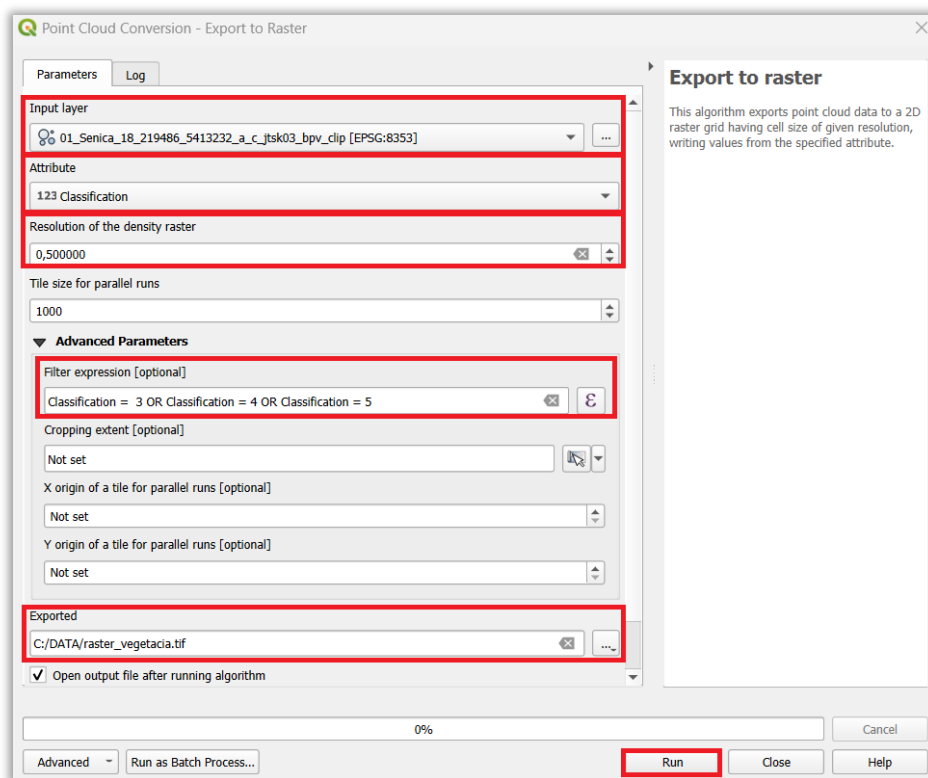


Porovnanie s priestorovým rozsahom vrstvy zdrojového mračna bodov:

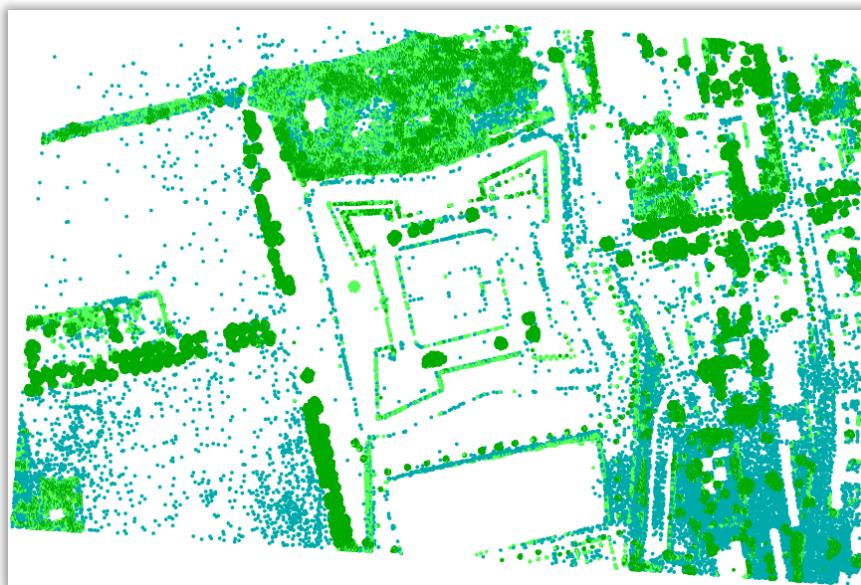


Raster plochy vegetácie

Pre vytvorenie rastra plochy vegetácie pre triedy č. 3 Low Vegetation (nízka vegetácia), 4 Medium Vegetation (stredná vegetácia) a 5 High Vegetation (vysoká vegetácia) treba v nástroji *Export to raster* v políčku *Attribute* vybrať atribút *Classification* a do políčky *Filter expression* zadať podmienku *Classification = 3 OR Classification = 4 OR Classification = 5*:



Vstupná vrstva mračna bodov – body z tried vegetácie:

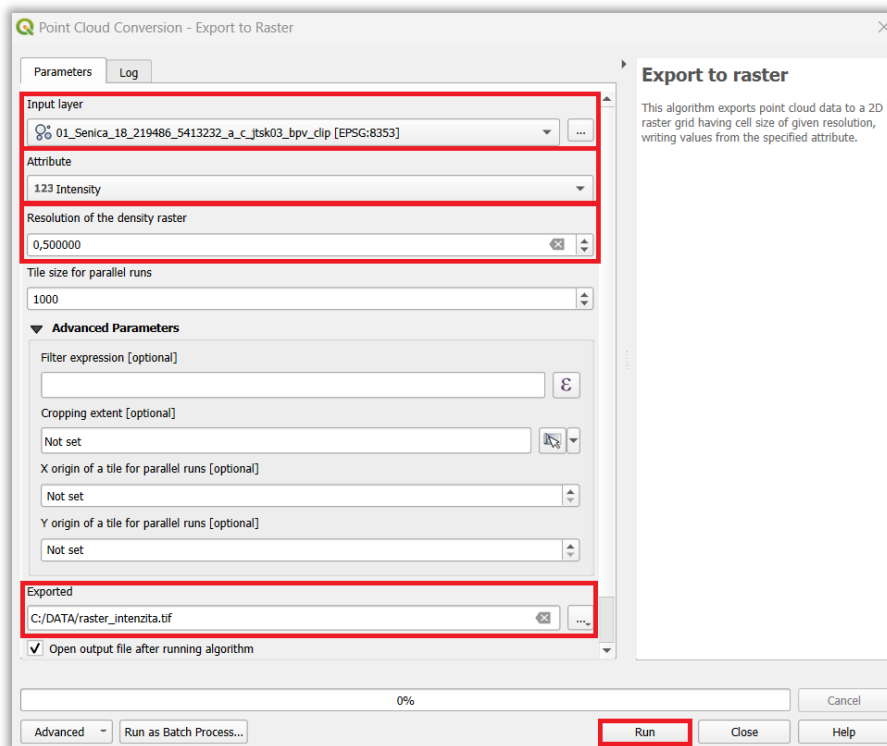


Výsledný raster zobrazujúci plochu pokrytú triedami vegetácie z mračna bodov v priestorovom rozlíšení 0,5 m:

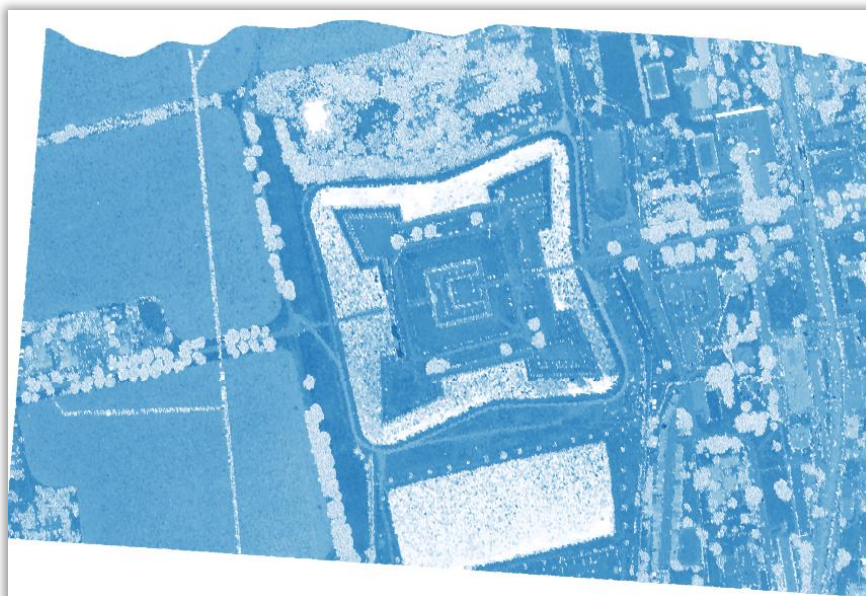


Raster intenzity

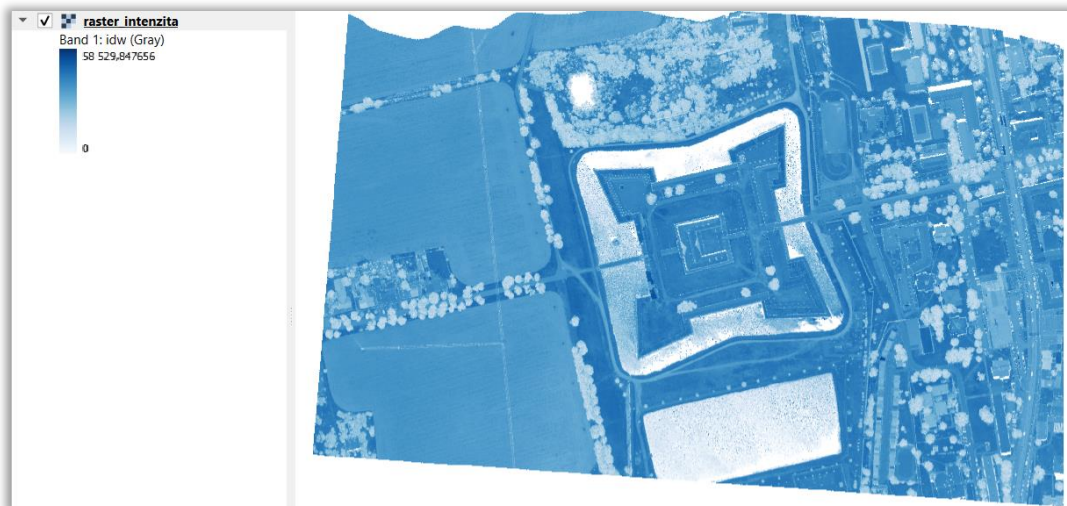
Pre vytvorenie rastra, zobrazujúceho priebeh hodnôt atribútu intenzita odrazeného laserového lúča treba v nástroji *Export to raster* v políčku *Attribute* vybrať atribút *Intensity*:



Vstupná vrstva mračna bodov s nastavenou symbolikou podľa atribútu Intensity:

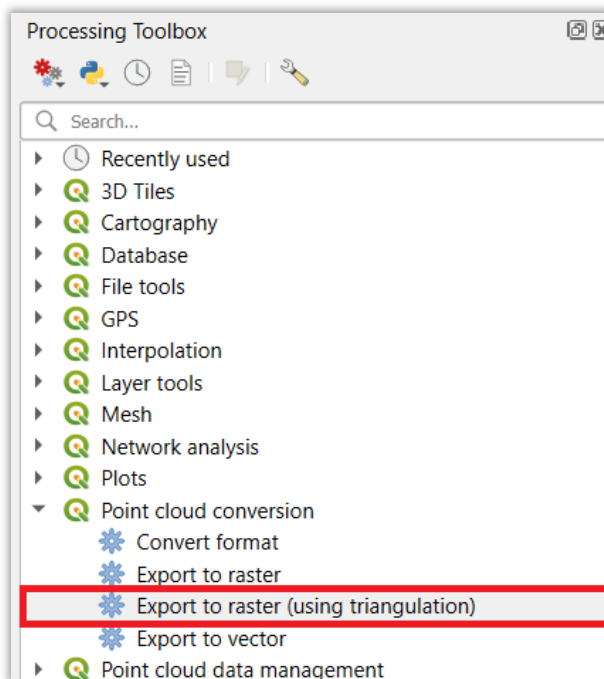


Výsledný raster zobrazujúci priebeh hodnôt atribútu intenzita:




21. Vytvorenie rastra z mračna bodov metódou TIN

Nástroj *Export to raster (using triangulation)* exportuje dáta mračna bodov do 2D rastrovej mriežky pomocou triangulácie bodov použitím interpolačnej metódy TIN (Triangulated Irregular Network). Na výstupe je možné získať napr. digitálny model reliéfu (DMR). Tento nástroj sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Point cloud conversion*:



Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Point Cloud Conversion - Export to Raster*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* – vybrať vstupnú vrstvu mračna bodov.
- *Resolution of the density raster* – zadať hodnotu veľkosti bunky výstupného rastra.
- *Filter expression* – zadanie podmienky pre výber vybranej podmnožiny bodov z mračna bodov (napr. vybrané triedy klasifikácie) (voliteľný parameter).

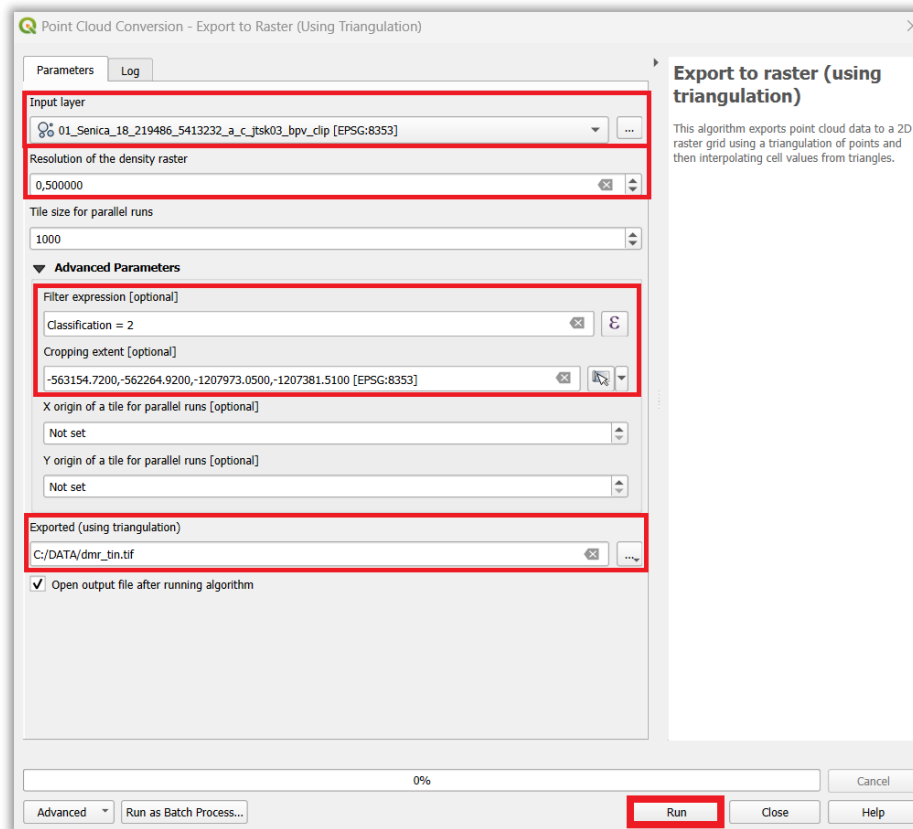
- *Cropping extent* – zadanie priestorového rozsahu pre výber podmnožiny bodov z mračna bodov (voliteľný parameter). Dostupné metódy:
 - *Calculate from Layer* - použije sa priestorový rozsah (bounding box - BBOX) vrstvy načítanej v aktuálnom projekte.
 - *Calculate from Layout Map* - použije sa priestorový rozsah nastavený v uloženom mapovom projekte pre tlač ([layout map item](#)).
 - *Calculate from Bookmark* - použije sa priestorový rozsah z uloženej záložky nastaveného obsahu mapového okna ([bookmark](#)).
 - *Use Current Map Canvas Extent* - použije sa nastavený priestorový rozsah mapového okna.
 - *Draw on Map Canvas* - kliknúť do mapového okna a nakresliť obdĺžnik ohraničujúci oblasť, z ktorej sa vyberú body.
 - Do políčka priamo zadať súradnice priestorového ohraničenia v tvare *xmin, xmax, ymin, ymax*.
- *Exported* – po kliknutí na tlačidlo  vybrať možnosť *Save to File* a zadať názov a umiestnenie výstupného rastra vo formáte GeoTIFF.
- *Open output file after running algorithm* – po označení tohto políčka sa vytvorená rastrová vrstva otvorí v projekte.

Ak je potrebné vytvoriť raster z viacerých LAS alebo LAZ súborov mračna bodov, tak ich treba najprv spojiť do jedného súboru pomocou nástroja *Merge* ([16. kapitola](#)) alebo v prípade mračna bodov z väčšieho územia z nich vytvoriť dlaždice pomocou nástroja *Tile* ([18. kapitola](#)). Potom pre každú vytvorenú dlaždicu vyexportovať raster a nakoniec všetky rastre spojiť pomocou nástroja *Merge*, ktorý sa nachádza v paneli *Raster* → *Miscellaneous* (viac informácií v [Návode na prácu s DMR v QGIS](#) v kapitole č. 24 Spojenie rastrov DMR).

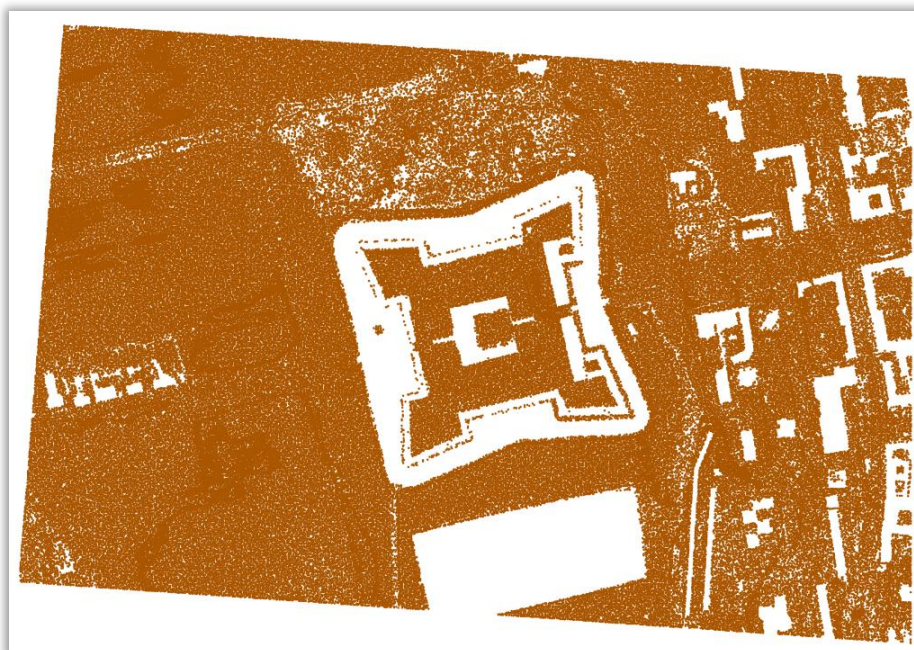
Výhodné je použiť mračno bodov vo formáte VPC (Virtual Point Cloud), ktorý umožňuje prácu s objemovo a priestorovo väčšími súbormi mračen bodov bez nutnosti ich zlúčenia do jedného veľkého súboru alebo rozdelenia na dlaždice. Postup ako vytvoriť vrstvu mračna bodov vo formáte VPC je uvedený v [20. kapitole](#).

Raster DMR

Pre vytvorenie rastra digitálneho modelu reliéfu (terénu) podľa hodnôt atribútu Z (výška bodov) len z bodov triedy č. 2 Ground (terén) treba v nástroji *Export to raster (using triangulation)* do políčka *Filter expression* zadať podmienku *Classification = 2*:



Vstupná vrstva mračna bodov – body z triedy č. 2 Ground (terén):



Vytvorený raster DMR:

