



GEODETIKÝ A KARTOGRAFICKÝ ÚSTAV BRATISLAVA

Chlumeckého 4, 827 45 Bratislava II

www.gku.sk, www.geoportal.sk



Návod na prácu s digitálnym modelom reliéfu v aplikácii **QGIS verzia 3.0**

14.2.2022

Ing. Tomáš Dekan
tomas.dekan@skgeodesy.sk

Obsah

1. Pridanie rastra DMR do projektu	4
Nastavenie súradnicového systému	6
Vytvorenie rastrových pyramíd	10
2. Export do iných formátov	11
3. Zmena priestorového rozlíšenia	13
4. Nastavenie symboliky a vytvorenie tieňovaného reliéfu (Hillshade).....	15
5. Identifikácia hodnoty výšky	25
6. Transformácia do iného polohového súradnicového referenčného systému	26
7. Transformácia do iného výškového referenčného systému	28
Transformácia výšok Bpv na výšky h_{ETS89}	28
Transformácia výšok h_{ETS89} na výšky EVRS(EVRF2007)	31
8. Vytvorenie vrstevníc.....	34
9. Odmeranie výškového profilu	41
10. Sklon terénu	44
11. Vytvorenie výrezu a rozdelenie rastra DMR	46
Výrez podľa vektorovej polygónovej vrstvy	46
Výrez podľa rastrovej vrstvy	52
12. Export na body vo formáte Shapefile.....	54
13. Export do textového formátu CSV	57
14. Export do formátu DXF.....	59
15. 3D zobrazenie	61
16. 3D zobrazenie objektov na DMR.....	66
17. Pridanie výšky terénu vektorovým objektom	72
18. Analýza viditeľnosti	74
19. Výpočet objemu	79
20. Export do 3D modelu vo formáte STL	84
21. Výber objektov podľa výšky a sklonu terénu	89
Výber častí DMR podľa výšky terénu	89
Výber častí DMR podľa sklonu terénu	92
Výber objektov z vektorovej vrstvy podľa výšky alebo sklonu terénu	95
22. Určenie geomorfologických tvarov reliéfu.....	105

23. Vytvorenie DMR z vektorovej bodovej vrstvy	120
24. Spojenie rastrov DMR.....	123
25. Orientácia terénu voči svetovým stranám	127
26. Vytvorenie tlačových výstupov	133

Návod na prácu s digitálnym modelom reliéfu v aplikácii QGIS

V tomto návode sú uvedené a popísané základné postupy a nástroje pre prácu s digitálnymi výškovými modelmi (DMR, DMP) v aplikácii [QGIS](#). Produkty leteckého laserového skenovania Digitálny model reliéfu 5.0 (DMR 5.0) a Digitálny model povrchu 1.0 (DMP 1.0), poskytované Geodetickým a kartografickým ústavom Bratislava, je možné bezodplatne stiahnuť priamo z webovej aplikácie [Mapový klient ZBGIS](#) vo formátoch ESRI GRID a TIFF, alebo získať na základe objednávky vo formátoch ESRI GRID, TIFF a ASC 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](#).

Návod bol robený v aplikácii QGIS verzia 3.22.2 (vydaná 17.12.2022), ktorú je možné spolu s ostatnými verziami stiahnuť bezodplatne na stránke <https://qgis.org/downloads/>.

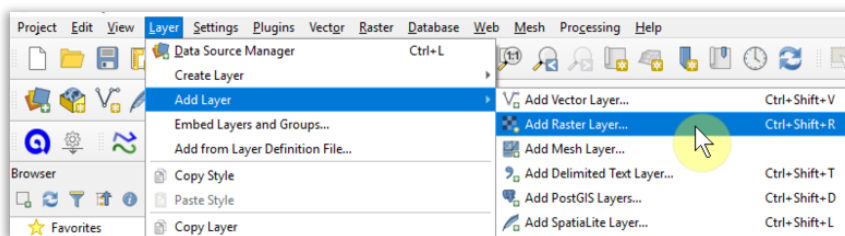
Užívateľská príručka anglickom jazyku:

- QGIS verzia 3.22: <https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/index.html>

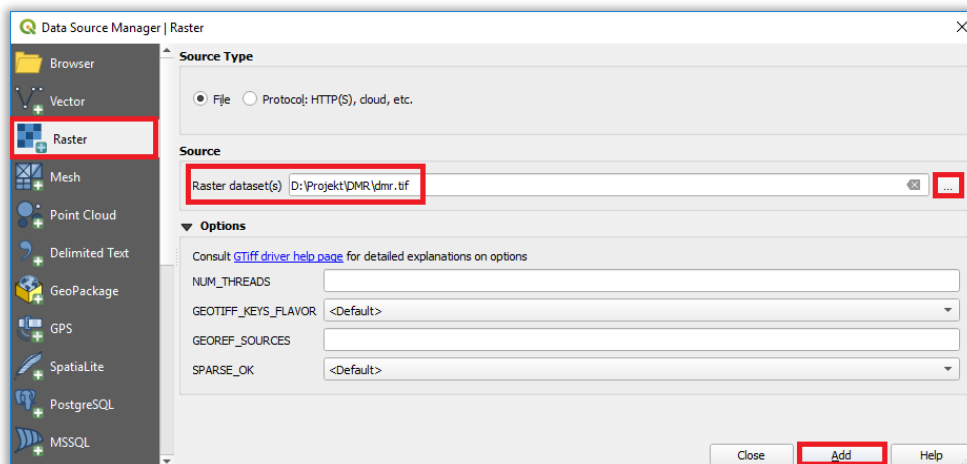
Upozornenie: Názvy priečinkov a súborov, ktoré sa v budú v aplikácii používať, by mali byť pomenované bez diakritiky a medzier, pretože niektoré nástroje s tým môžu mať problém.

1. Pridanie rastra DMR do projektu

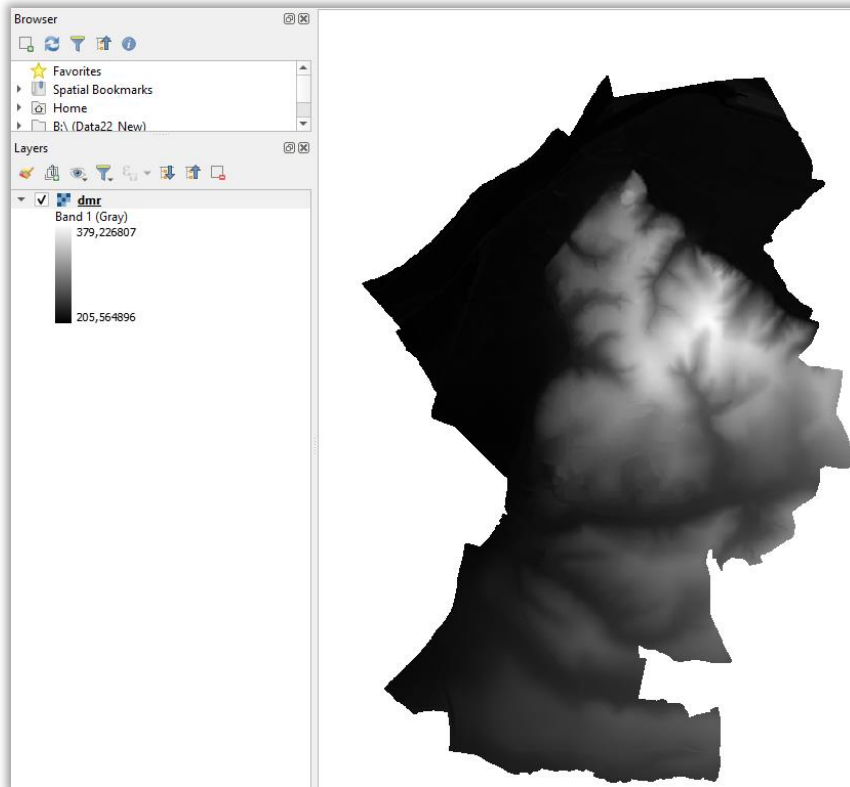
Na pridanie rastra DMR alebo DMP do aplikácie QGIS treba v hlavnom menu kliknúť na panel *Layer* → *Add Layer* → *Add Raster Layer*:



Otvorí sa okno *Data Source Manager | Raster*, kde v časti *Source type* vybrať *File*, v časti *Source* vybrať požadovaný raster (pre ESRI GRID je to súbor s príponou *.adf*, pre TIFF súbor s koncovkou *.tif*) a potom kliknúť na tlačidlo *Add*:



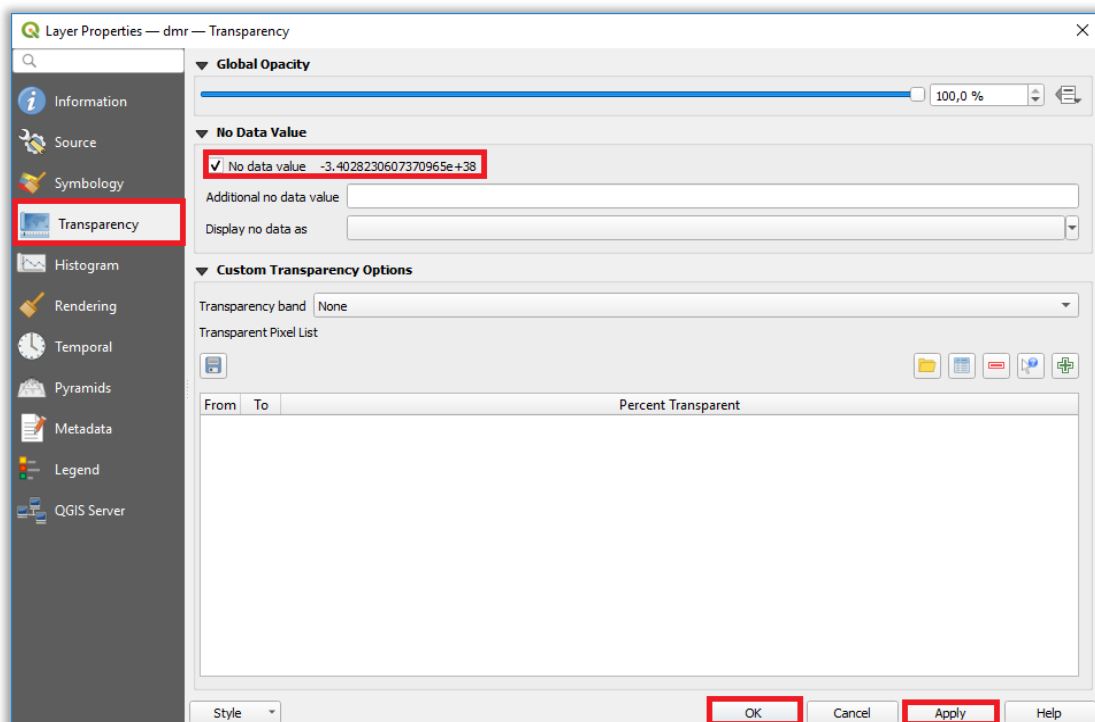
Následné sa do bočného panelu *Layers* pridá DMR a zobrazí v mapovom okne:



Poznámka: Pre prácu s DMR v aplikácii QGIS je najlepšie použiť formát TIFF alebo GeoTIFF.

Zobrazenie „No Data“ buniek rastra

Aby sa automaticky zobrazovali tzv. „No Data“ (prázdne) bunky rastra DMR (slúžia len na doplnenie mriežky rastra do úplného tvaru (obdĺžnik, štvorec) a neobsahujú hodnoty výšky) ako transparentné (priehľadné) tak je potrebné v časti *Properties*→*Transparency* skontrolovať, či je označená políčko *No data value*:

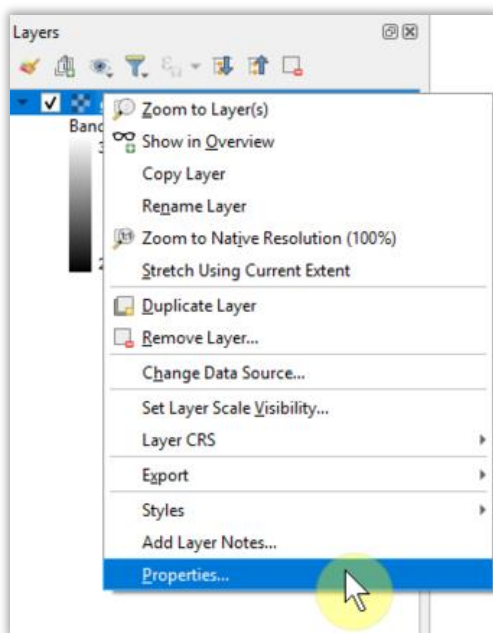


Pri zobrazení sa potom budú tieto bunky automaticky zobrazovať ako transparentné (priehľadné) a nebudú tak prekryvať ostatné vrstvy v mapovom okne:

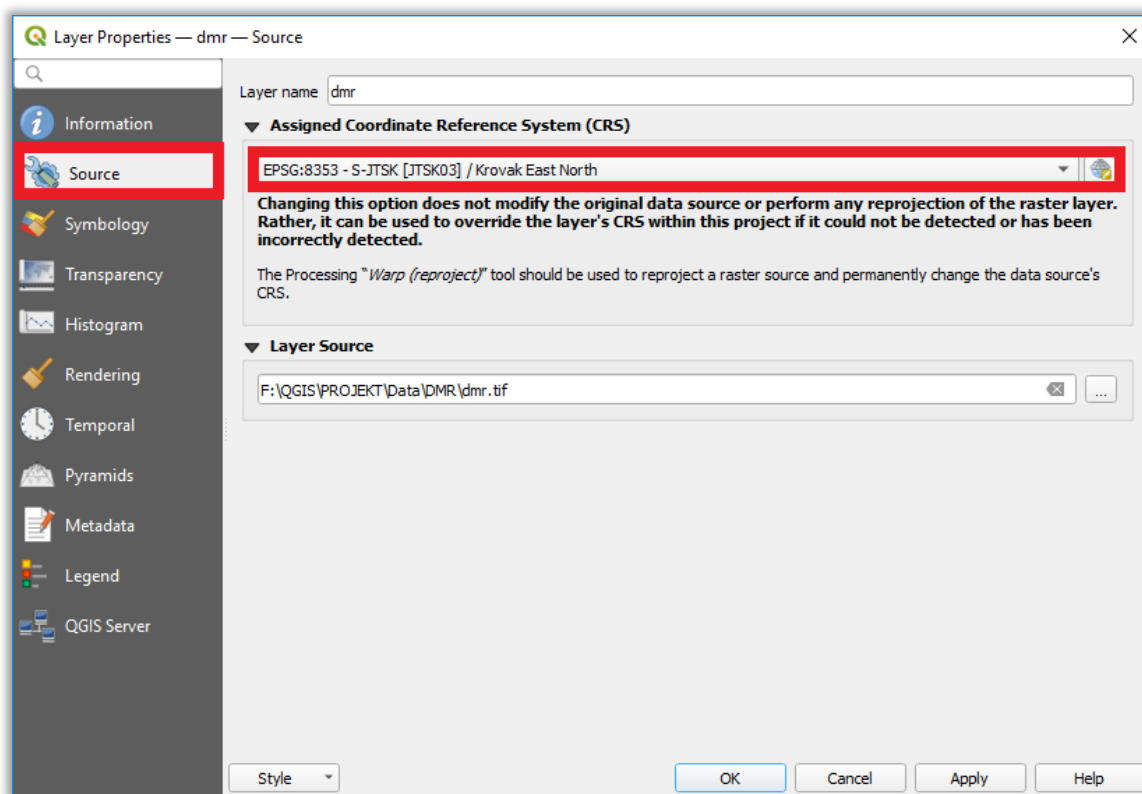



Nastavenie súradnicového systému

Po pridaní DMR do projektu treba tiež skontrolovať nastavený súradnicový systém tak, že v paneli *Layers* kliknúť pravým tlačidlom myši na vrstvu DMR a vybrať *Properties*:



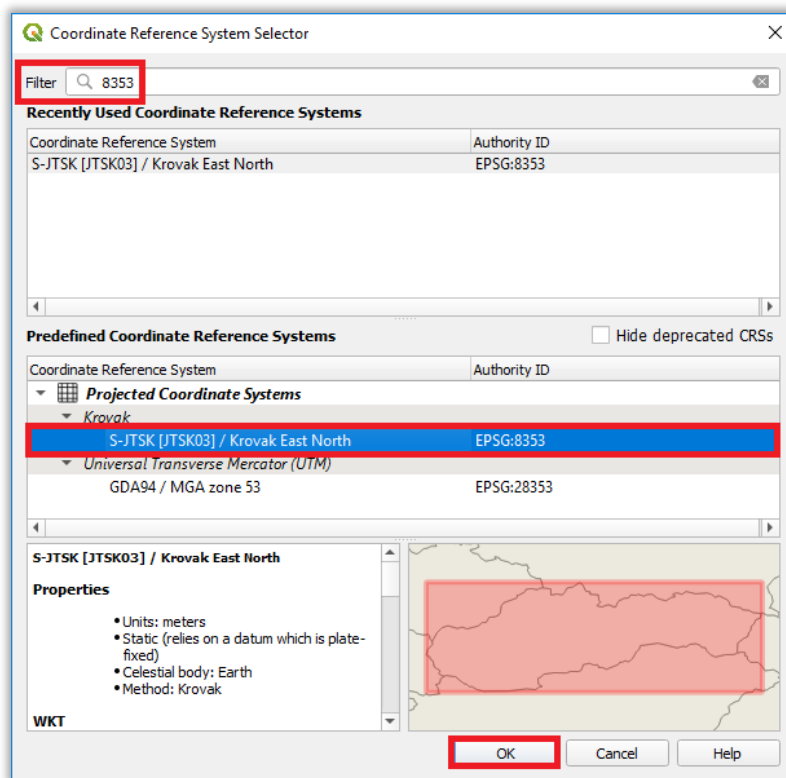
V časti *Source* v políčku *Assigned Coordinate Reference System (CRS)* je súradnicový systém DMR, v akom sa DMR zobrazuje v projekte:



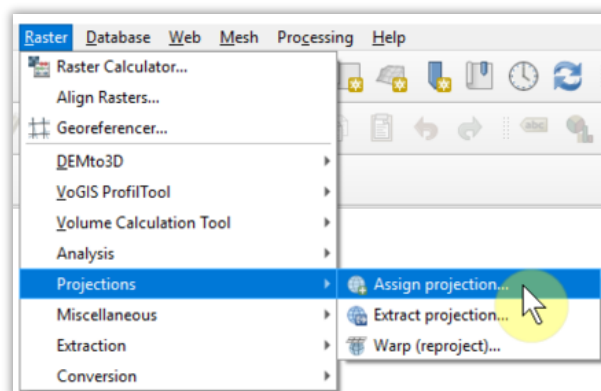
Ak tam bude uvedená hodnota napr. *invalid projection*, tak pre správne polohové zobrazenie rastra treba nastaviť jeho súradnicový systém po kliknutí na tlačidlo  (*Select CRS*). Otvorí sa okno *Coordinate Reference System Selector*, kde do políčka *Filter* zadať EPSG kód patriaci príslušnému súradnicovému systému:

- 8353 pre S-JTSK [JTSK03] Krovak East North,
- 3046 pre ETRS89-TM34.

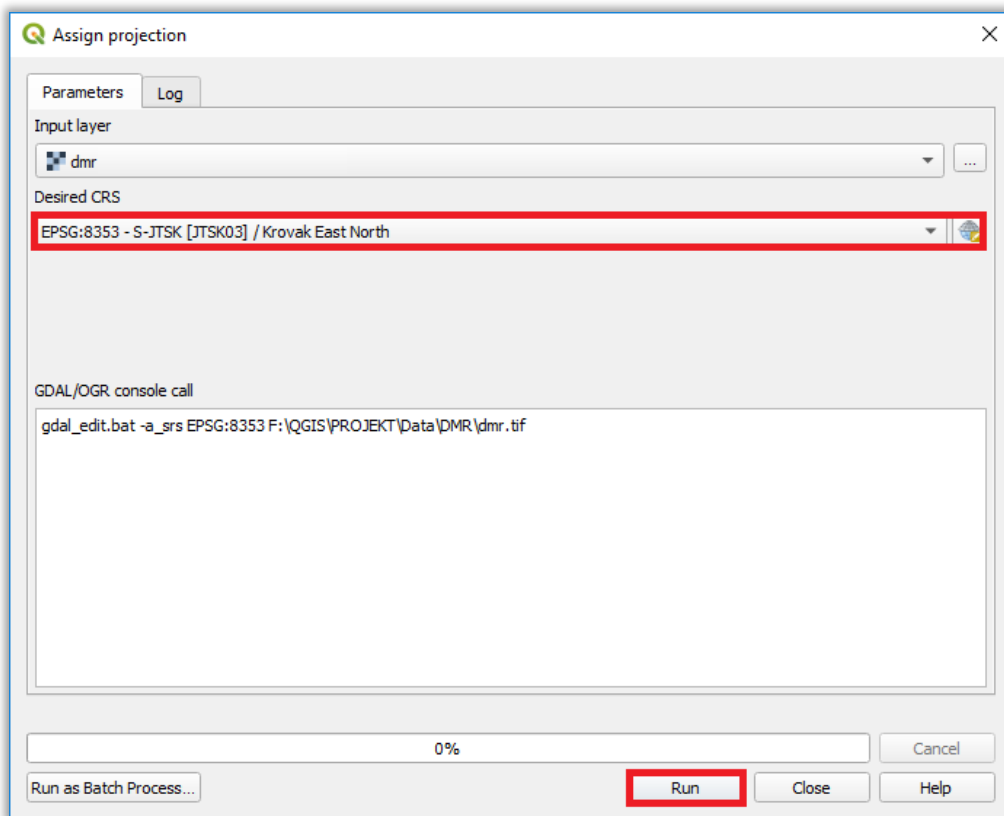
Vyhľadaný súradnicový systém sa zobrazí v okne *Coordinate Reference System*, kde ho treba označiť ľavým tlačidlom myši a potom kliknúť na tlačidlo *OK*:




Raster má tak v projekte nastavený správny súradnicový systém. Po odstránení z projektu sa ale takéto nastavenie súradnicového systému rastra nezachová. Pre trvalé priradenie súradnicového systému treba použiť funkciu *Assign projection*, ktorá sa nachádza v hlavnom menu v paneli *Raster*→*Projections*:

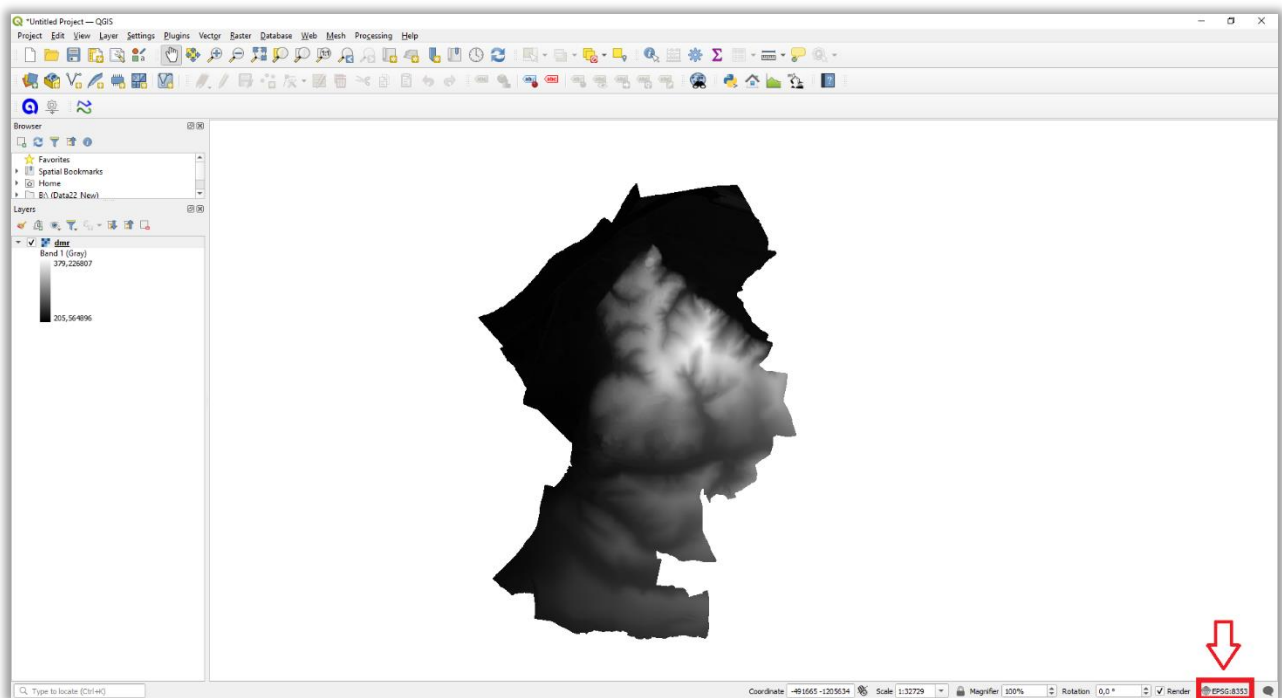


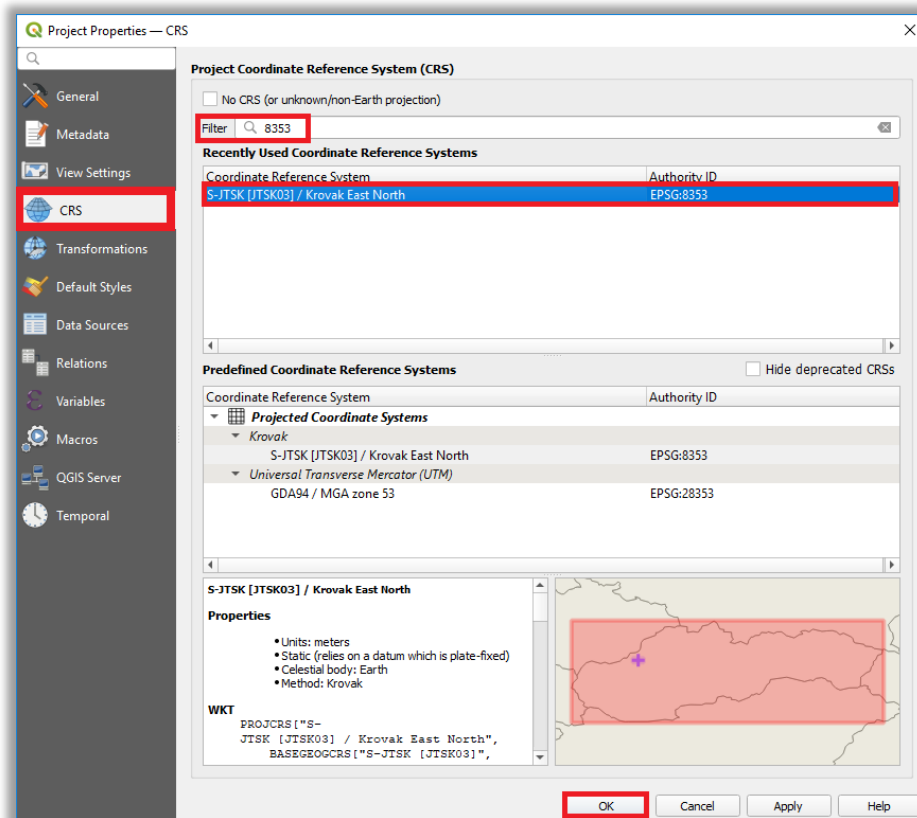
Otvorí sa okno *Assign projection*, kde v časti *Input layer* vybrať raster a v časti *Desired CRS* vybrať požadovaný súradnicový systém a kliknúť na tlačidlo *Run*:



Súradnicový systém rastra je tak zadaný

Súradnicový systém projektu, v ktorom sa budú zobrazovať všetky pridané vrstvy, je možné nastaviť v ľavej dolnej časti mapového okna aplikácie po kliknutí na tlačidlo  (*Current CRS*):



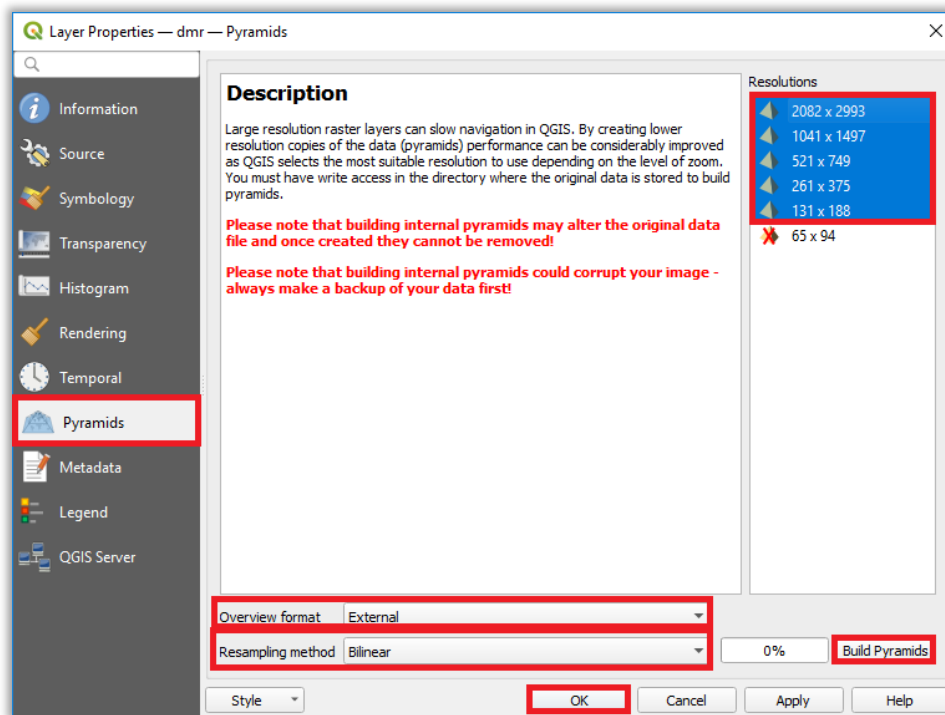


Poznámka: Informácie o správnom nastavení súradnicových systémov a transformácií používaných na území Slovenska sú uvedené v návode Súradnicový systém S-JTSK[JTSK03] v QGIS: https://www.geoportal.sk/files/gz/s-jtsk_jtsk03_v_qgis.pdf.

Vytvorenie rastrových pyramíd

Rastrové vrstvy s veľkým rozlíšením môžu spomaľovať prácu v aplikácii. Vytvorením kópií rastrových údajov (tzv. „pyramíd“) s nižším rozlíšením je možné zlepšiť výkon a rýchlosť zobrazovania, pretože aplikácia potom vyberá najvhodnejšie rozlíšenie na použitie v závislosti od úrovne priblíženia v mapovom okne. Rastrové pyramídy je možné vytvoriť v *Properties* (nastaveniach) vrstvy rastra v časti *Pyramids*, kde treba vyplniť požadované parametre a kliknúť na tlačidlá *Build Pyramids* a potom *OK*:

- *Overview format – External* (pyramídy budú v tomto prípade vytvorené v adresári pôvodného rastra s rovnakým názvom a príponou *.ovr*). Pri formáte GeoTIFF je možné použiť aj metódu *Internal*.
- *Resampling method* - vybrať metódu pre resampling (prevzorkovanie), ktorá bude použitá pri tvorbe rastrových pyramíd (napr. *Bilinear*).
- *Resolutions* - z ponuky vybrať kliknutím požadované rozlíšenia, pre ktoré sa vytvoria jednotlivé úrovne pyramídy.



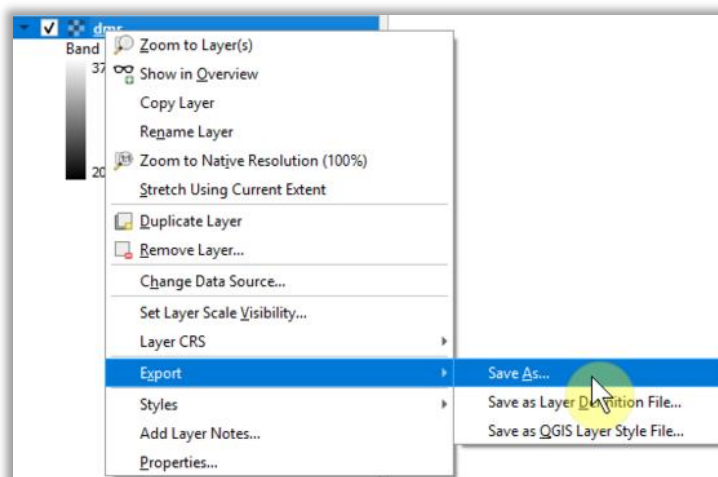
Po ukončení procesu sa v adresári s rastrom DMR vytvoria pyramídy do súboru s príponou .ovr:

dmr.tfw	24.3.2021 18:22	Súbor TFW	1 kB
dmr.tif	24.3.2021 23:19	IrfanView TIF File	51 069 kB
dmr.tif.aux.xml	29.3.2021 16:39	Súbor XML	491 kB
dmr.tif.xml	24.3.2021 18:22	Súbor XML	11 kB
dmr.tif.ovr	5.1.2022 12:53	Súbor OVR	35 846 kB

Poznámka: Pre vytváranie rastrových pyramíd treba mať povolenie na zápis do adresára, kde je uložený raster DMR.

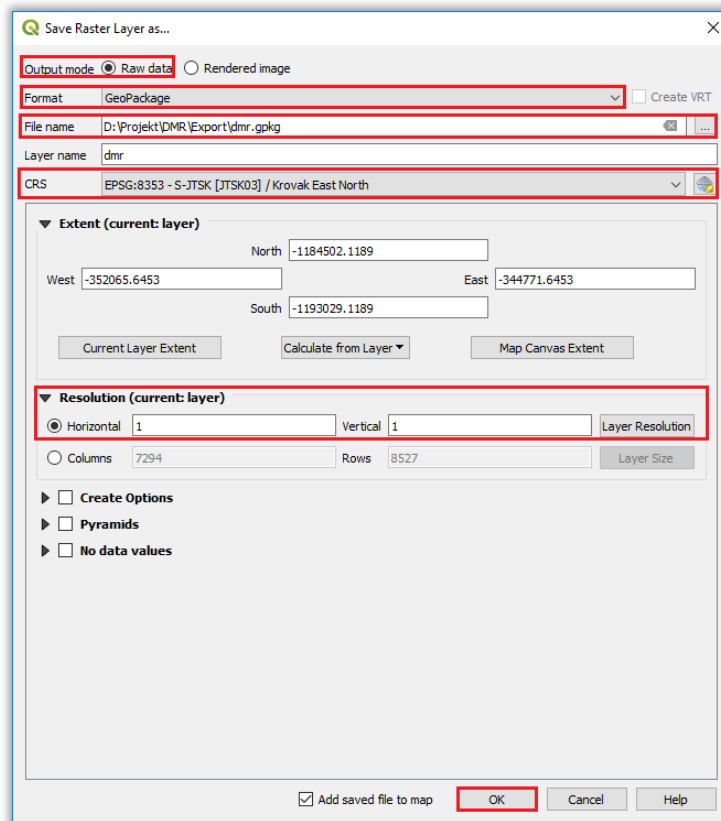
2. Export do iných formátov

DMR je možné vyexportovať do rôznych formátov (GeoTIFF, GeoPackage a pod.) tak, že v paneli *Layers* treba kliknúť pravým tlačidlom myši na vrstvu DMR a vybrať *Export* → *Save As*:

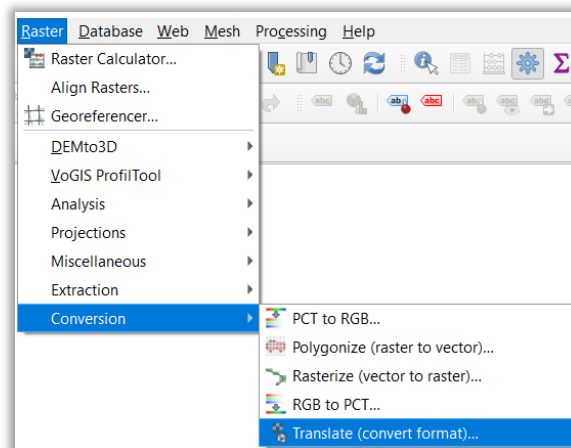


Otvorí sa okno *Save Raster Layer as*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *OK*:

- *Output mode* – označiť políčko *Raw data*.
- *Format* - vybrať formát výstupného súboru.
- *File name* - zadať názov a umiestnenie výstupného súboru.
- *CRS* - vybrať výstupný súradnicový systém.
- *Resolution* – zadeinovať rozlíšenie (veľkosť bunky) pretransformovaného rastra (voliteľný parameter - ak sa nevyplní, aplikácia si sama vypočíta hodnotu podľa rozlíšenia vstupného rastra).

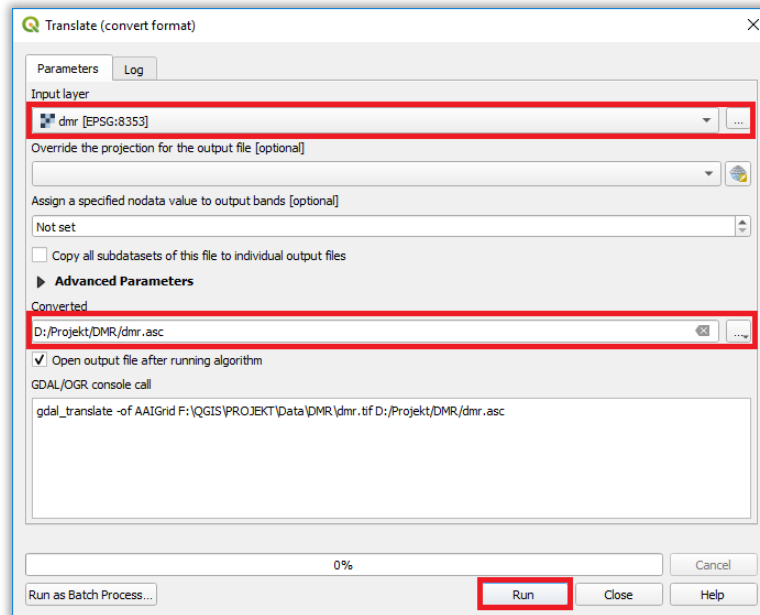


Druhou možnosťou (napr. pre export do ASC gridu) je použiť nástroj *Translate (convert format)*, ktorý sa nachádza v paneli *Raster* → *Conversion*:



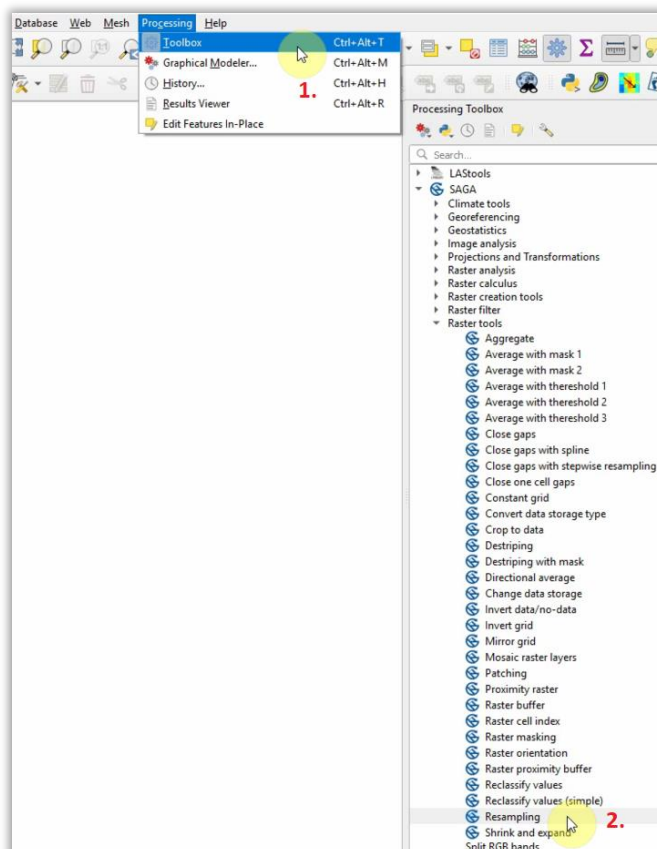
Po spustení nástroja treba vyplniť požadované parametre a kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* – vybrať vstupný raster.
- *Converted* - zadať názov, formát a umiestnenie výstupného súboru.



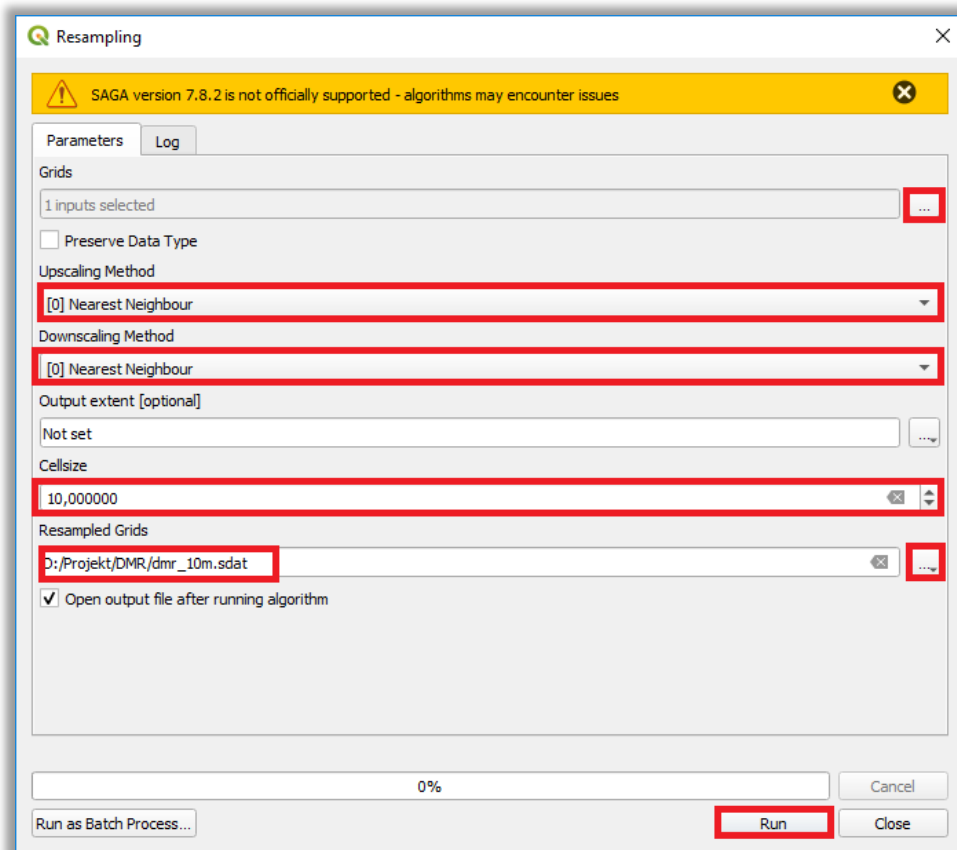
3. Zmena priestorového rozlíšenia

Priestorové rozlíšenie rastra DMR je možné zmeniť (napr. z 1 x 1 m na 10 x 10 m) použitím nástroja *Resampling*, ktorý sa nachádza v paneli nástrojov *Processing Toolbox* → *SAGA* → *Raster tools*:



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

- *Grids* - vybrať vstupný DMR.
- *Upscaling Method* - výber interpolačnej metódy (pre zväčšovanie), napr. Nearest Neighbor.
- *Downscaling Method* - výber interpolačnej metódy (pre zmenšovanie), napr. Nearest Neighbor.
- *Cellsize* - veľkosť novej bunky rastra DMR.
- *Resampled Grids* - kliknúť na *Save to File...* a zadať názov a umiestnenie výstupného DMR.



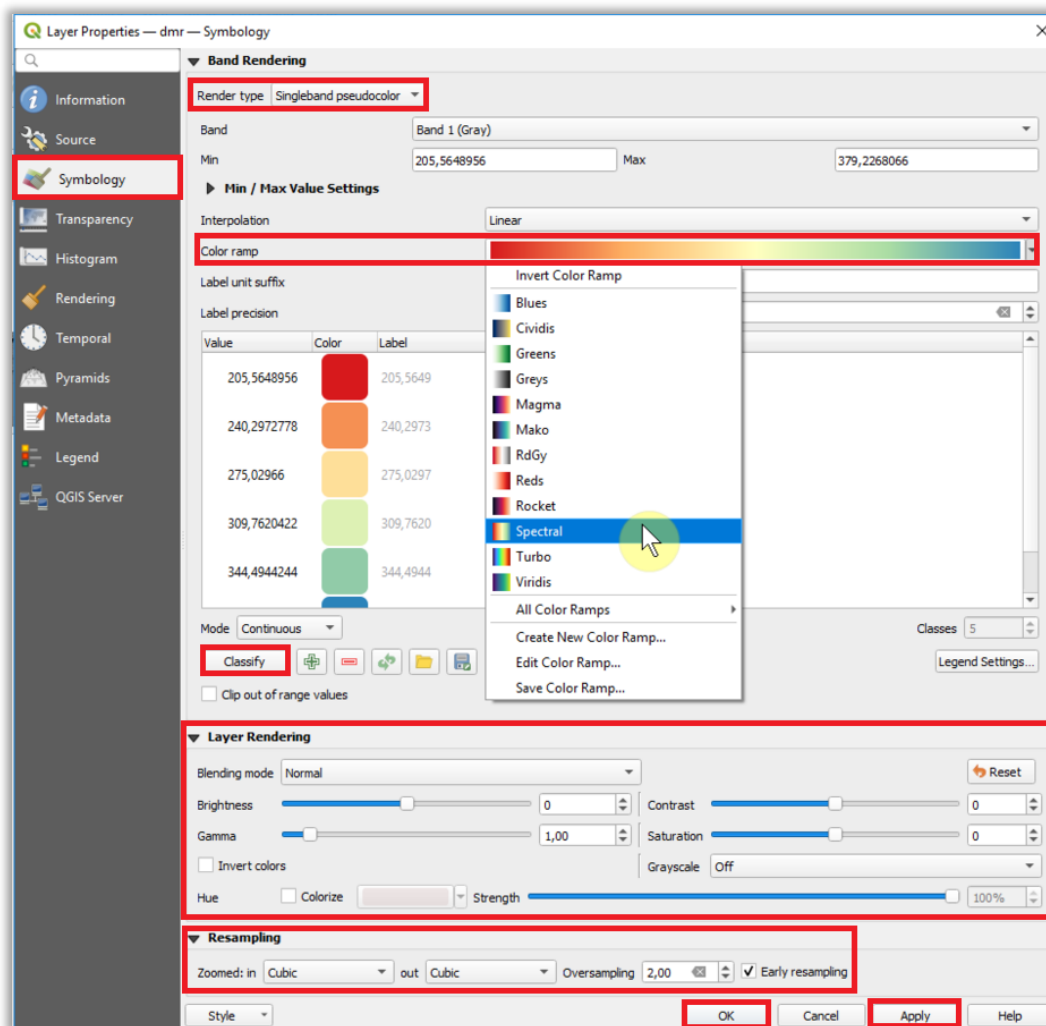
Po vygenerovaní rastra skontrolovať jeho súradnicový systém v časti *Properties* → *Source* → *Assigned Coordinate Reference System (CRS)*. Formát výstupného DMR so zmenením priestorovým rozlíšením je SDAT. Pre export do iného formátu (napr. GeoTIFF) je možné použiť postup uvedený v [2. kapitole](#).

Upozornenie: pri zmenšení priestorového rozlíšenia pôvodného DMR (napr. z 1 x 1 m na 10 x 10 m) treba počítať so stratou výškovej a polohovej presnosti pri porovnaní s pôvodným DMR alebo pri porovnaní s nameranými údajmi v teréne.

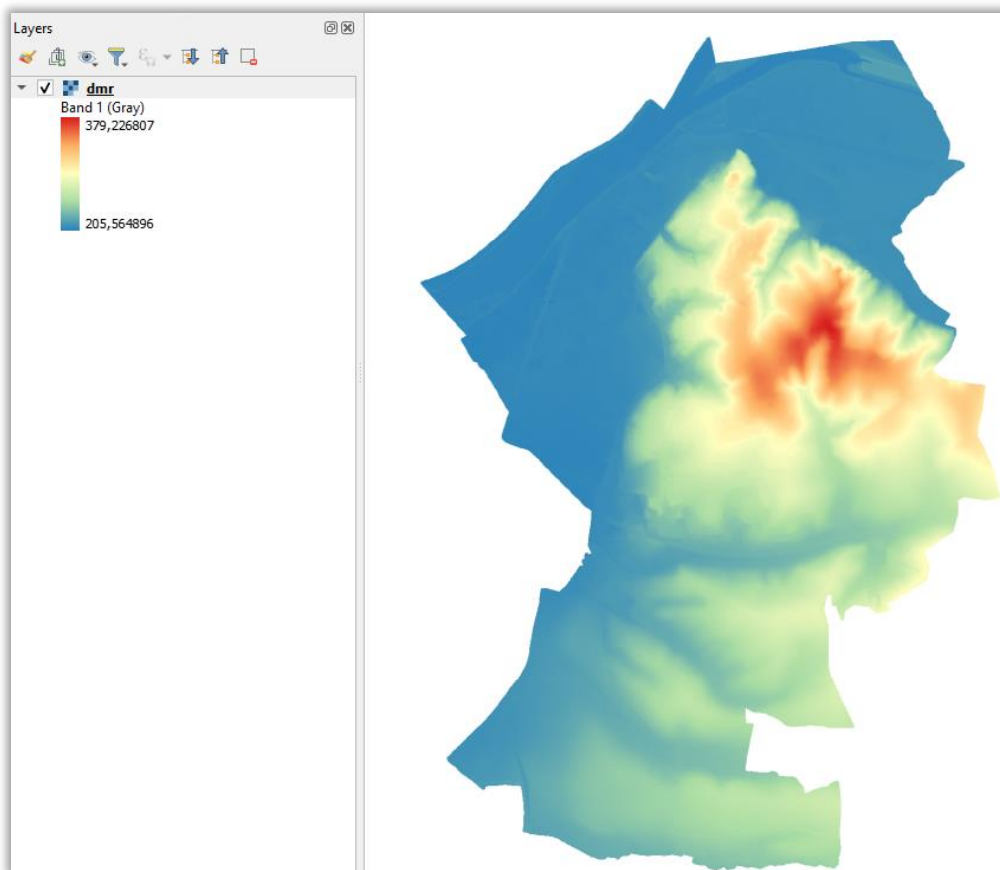
4. Nastavenie symboliky a vytvorenie tieňovaného reliéfu (Hillshade)

Zmenu symboliky DMR je možné vykonať vo vlastnostiach vrstvy *Properties* v časti *Symbology*, kde vyplniť požadované parametre a nakoniec kliknúť na tlačidlo *Apply* a potom *OK*:

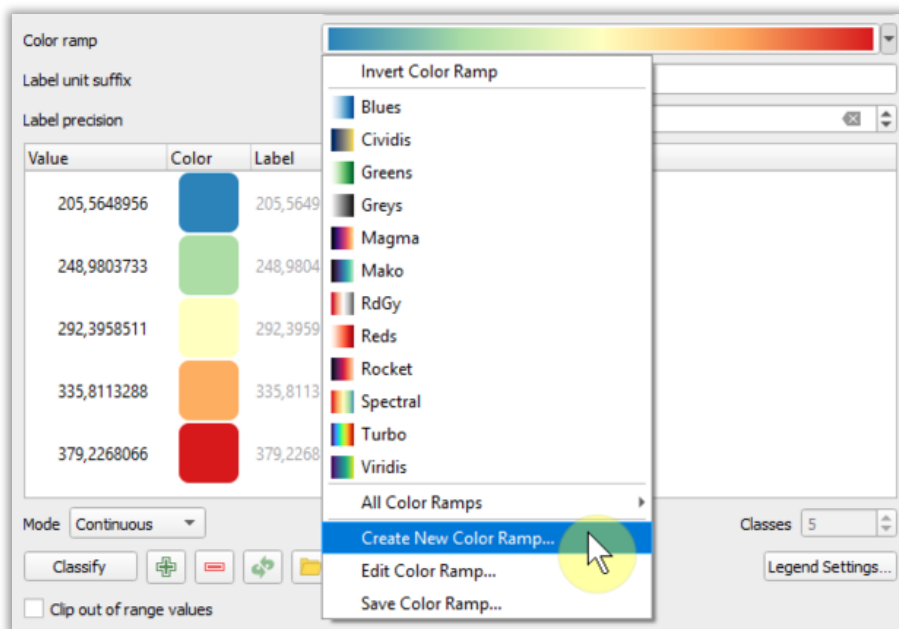
- *Render type* - vybrať možnosť *Singleband pseudocolor*.
- *Interpolation* vybrať možnosť *Linear*.
- *Color Ramp* vybrať farebnú škálu napr. *Spectral*, prípadne označiť možnosť *Invert Color Ramp* (opačné zobrazenie farebnej škály) a potom kliknúť na ikonku *Classify*.
- *Layer Rendering* – v tejto časti je možné nastaviť jas (*Brightness*), kontrast (*Contrast*) a sýtosť (*Saturation*) farieb.
- *Resampling* – v políčkach *Zoomed: in* a *out* vybrať metódu pre resampling (prevzorkovanie) rastra pri jeho približovaní/oddiaľovaní v mapovom okne: napr. *Bilinear* alebo *Cubic*, v políčku *Oversampling* (prevzorkovanie) nastaviť hodnotu napr. 2,00 a označiť políčko *Early resampling* pre skoré prevzorkovanie.



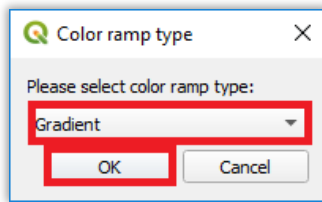
Symbolika DMR sa zmenila na základe hodnoty výšky:



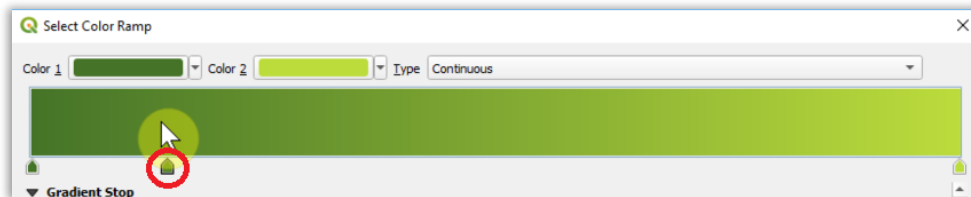
Okrem prednastavených farebných škál je takisto možné vytvoriť si aj vlastnú farebnú škálu, tak že v políčku *Color Ramp* vybrať možnosť *Create Create New Color Ramp*:



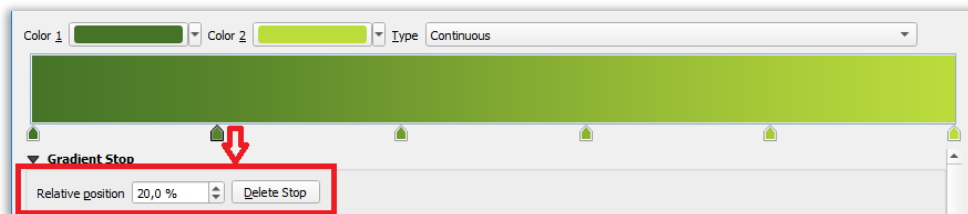
Otvorí sa okno *Color ramp type*, kde vybrať možnosť *Gradient* a kliknúť na tlačidlo *OK*:



Otvorí sa okno *Select Color Ramp*, kde treba nastaviť počet hodnôt farebnej škály, ktoré predstavujú značky *Gradient Stop*. Značka *Gradient Stop* sa vytvorí po dvojkliku na zvolené miesto farebnej stupnice:

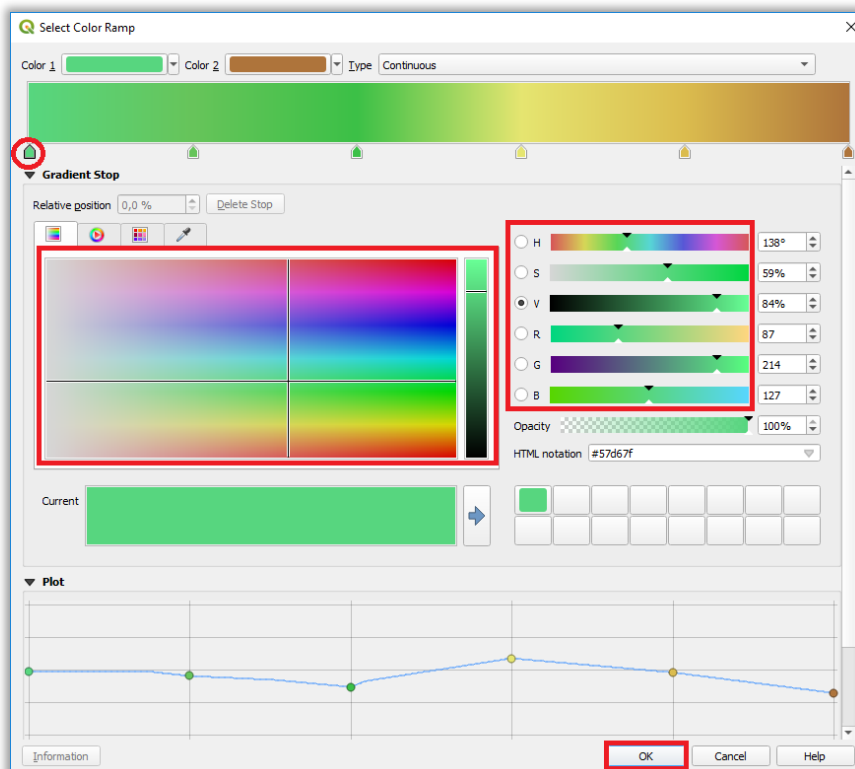


Presnú polohu značky *Gradient Stop* v rámci farebnej stupnice je možné upraviť po kliknutí pohybom myši alebo v políčku *Relative position* zadaním jej polohy v rámci stupnice v %:

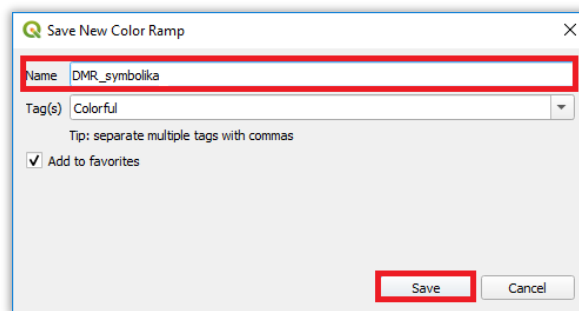
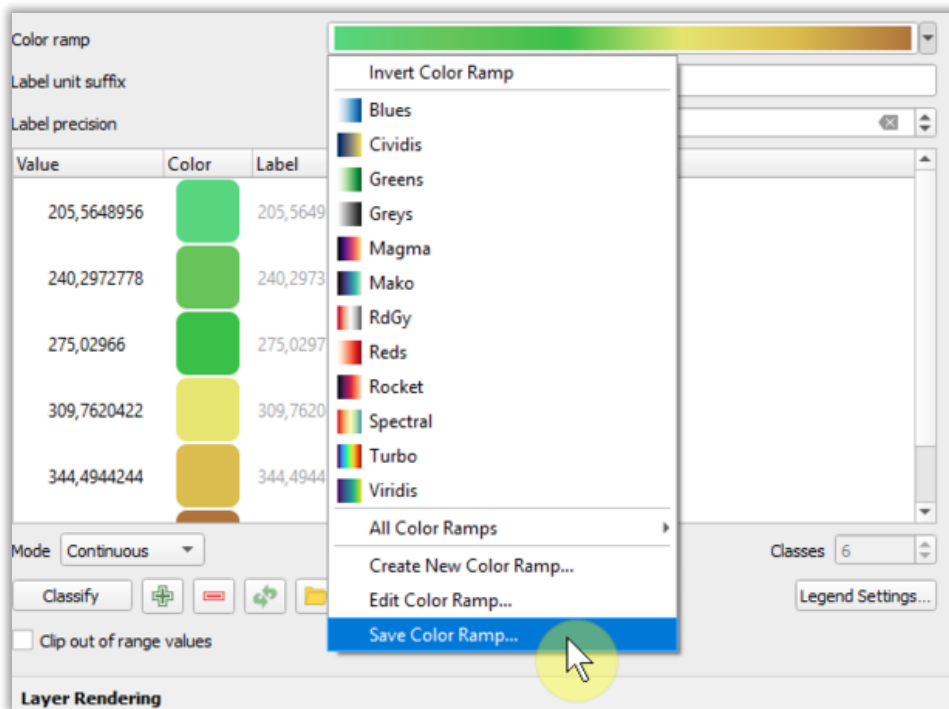


Značka *Gradient Stop* sa dá vymazať po kliknutí na tlačidlo *Delete Stop*.

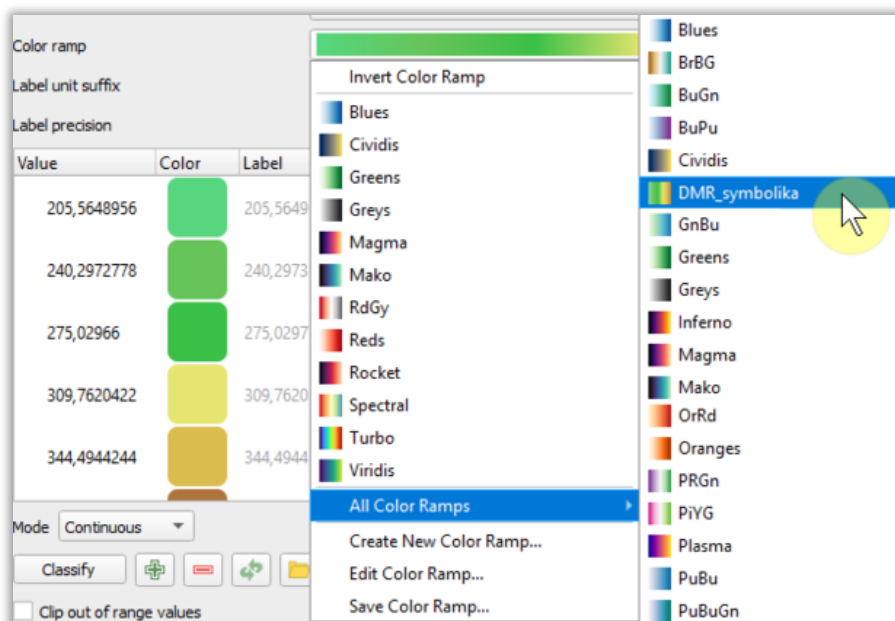
Každý značka *Gradient Stop* po kliknutí myšou je možné nastaviť požadovanú farbu, podľa ktorých sa vyskladá farebná škála pre ofarbenie rastra DMR:



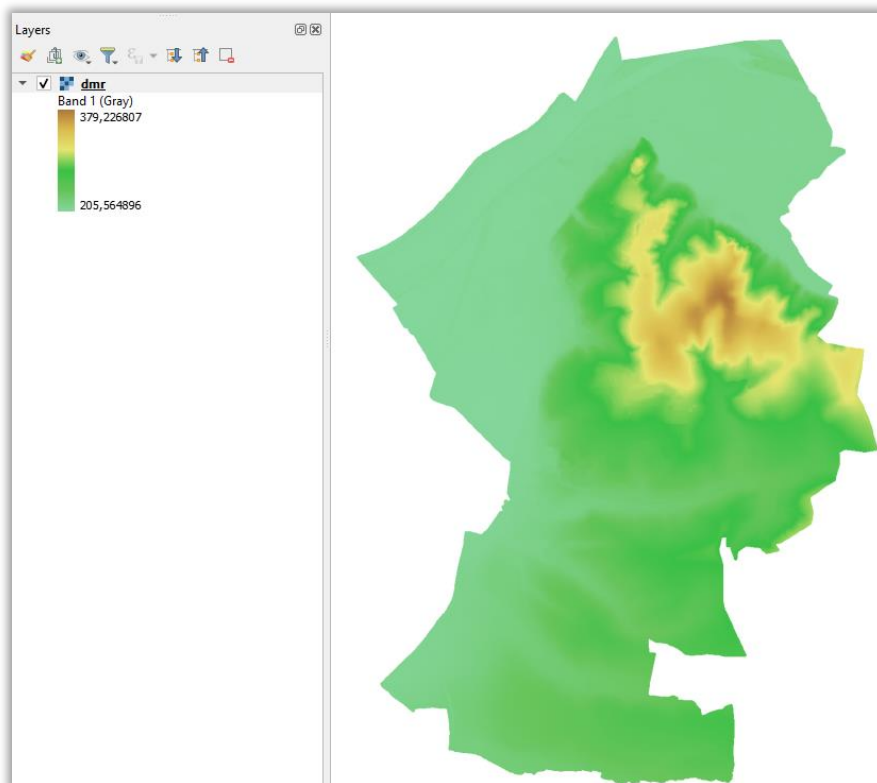
Po vytvorení požadovanej farebnej škály kliknúť na tlačidlo *OK* a následne ju treba uložiť po kliknutí na *Save Color Ramp*, kde sa zadá jej názov:



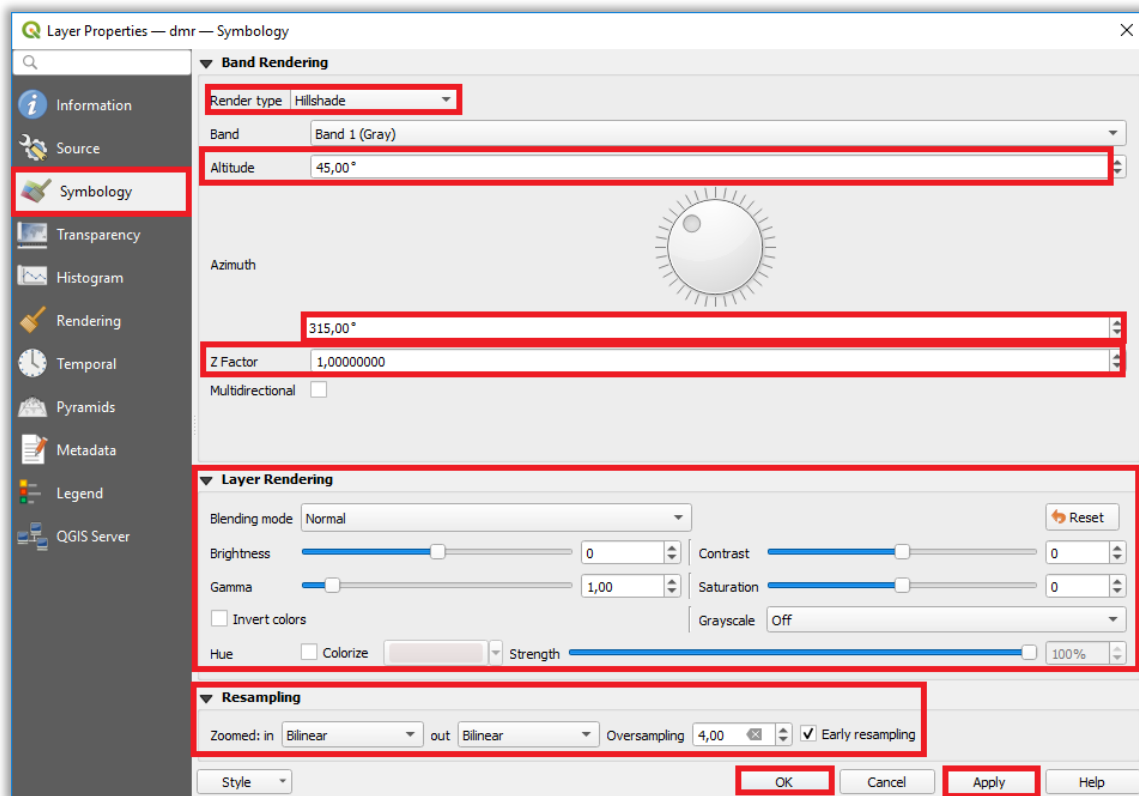
Vytvorená farebná škála sa nachádza v *Color ramp* → *All Color Ramps*:



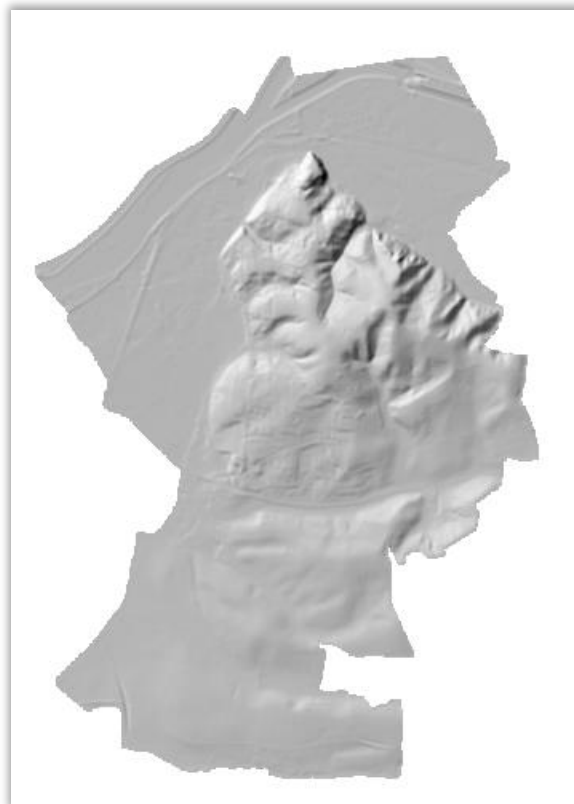
Raster DMR zobrazený v nastavenej symbolike:



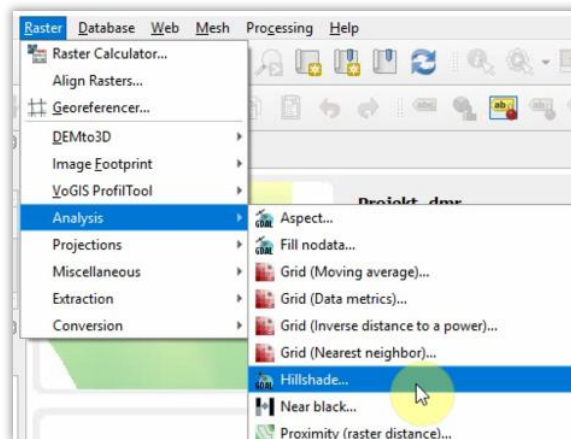
Tieňovaný reliéf - Hillshade (t.j. 3D reprezentácia terénu v odtieňoch sivej, ktorá zodpovedá zatienu DMR podľa zvolenej relatívnej pozície Slnka) je možné vytvoriť tiež vo vlastnostiach vrstvy *Properties* v časti *Symbology*. V políčku *Render type* treba vybrať *Hillshade*, v políčku *Altitude* nastaviť výškový uhol svetelného zdroja, v políčku *Azimuth* zadať azimut svetelného zdroja osvetľujúceho DMR a do políčka *Z Factor* nastaviť mierkový faktor pre hodnoty buniek (výšky) rastra (hodnota 1 znamená, že výšky budú vykreslené bez zmeny mierky). Pri označení políčka *Multidirectional* sa vytvorí tzv. *Multidirectional Hillshade* (kombinácia osvetlenia zo 4 rôznych zdrojov s azimutmi 225°, 270°, 315° a 360°). V časti *Layer Rendering* je možné nastaviť jas (*Brightness*), kontrast (*Contrast*) a sýtosť (*Saturation*) farieb, v políčkach *Resampling* – v políčkach *Zoomed: in* a *out* vybrať metódu pre resampling (prevzorkovanie) rastra pri jeho približovaní/oddiaľovaní v mapovom okne: napr. *Bilinear* alebo *Cubic* a označiť políčko *Early resampling* pre skoré prevzorkovanie. Nakoniec kliknúť na *Apply* a potom *OK*:



Vytvorený Hillshade (Altitude=45°, Azimuth=315°):

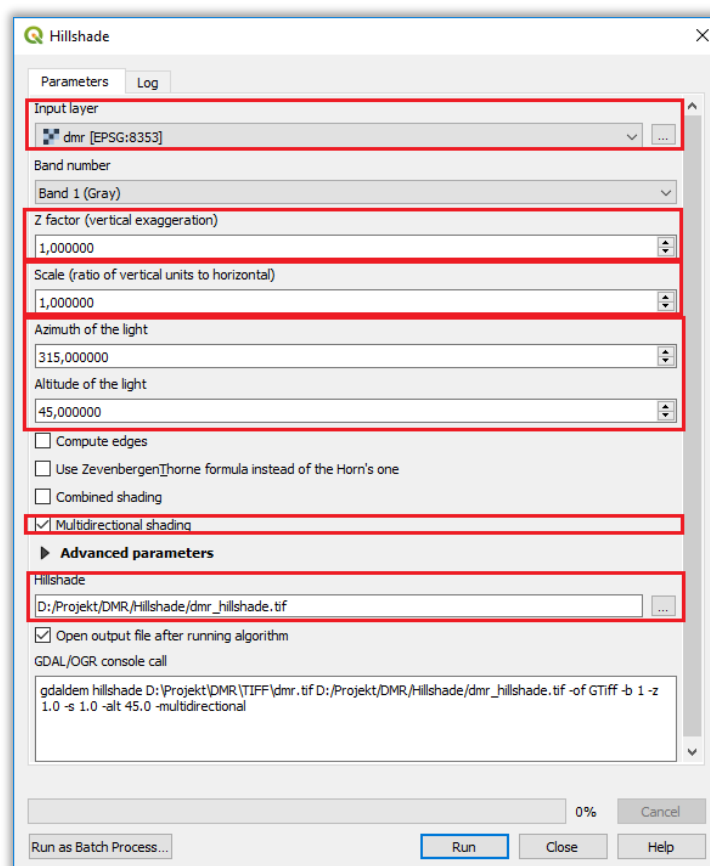


Hillshade je tiež možné vytvoriť ako samostatný raster pomocou nástroja *Hillshade*, ktorý sa nachádza v paneli nástrojov *Raster* → *Analysis*:

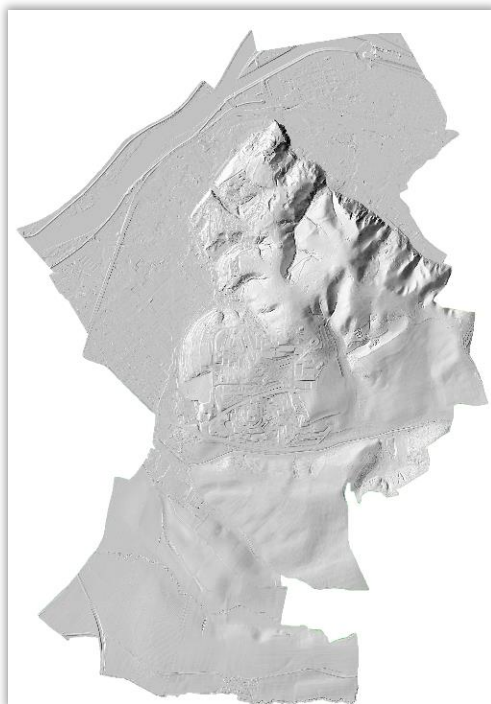


Po spustení tohto nástroja je potrebné v políčku, ďalej vyplniť všetky potrebné parametre a kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* - vybrať vstupný raster.
- *Azimuth of the light* - zadať azimut svetelného zdroja osvetľujúceho DMR.
- *Altitude of the light* - nastaviť výškový uhol svetelného zdroja.
- *Z Factor* - nastaviť mierkový faktor pre hodnoty buniek (výšky) rastra (hodnota 1 znamená, že výšky budú vykreslené bez zmeny mierky).
- *Multidirectional shading* - po označení políčka sa vytvorí tzv. *Multidirectional Hillshade* (kombinácia osvetlenia zo 4 rôznych zdrojov s azimutmi 225°, 270°, 315° a 360°).
- *Hillshade* - vyplniť názov, formát a umiestnenie výstupného rastra.

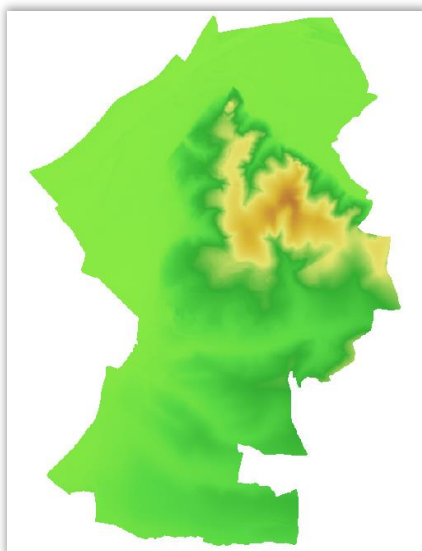


Vytvorený Hillshade (*Multidirectional shading*):

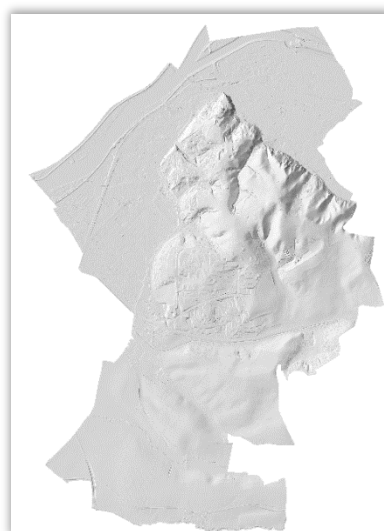
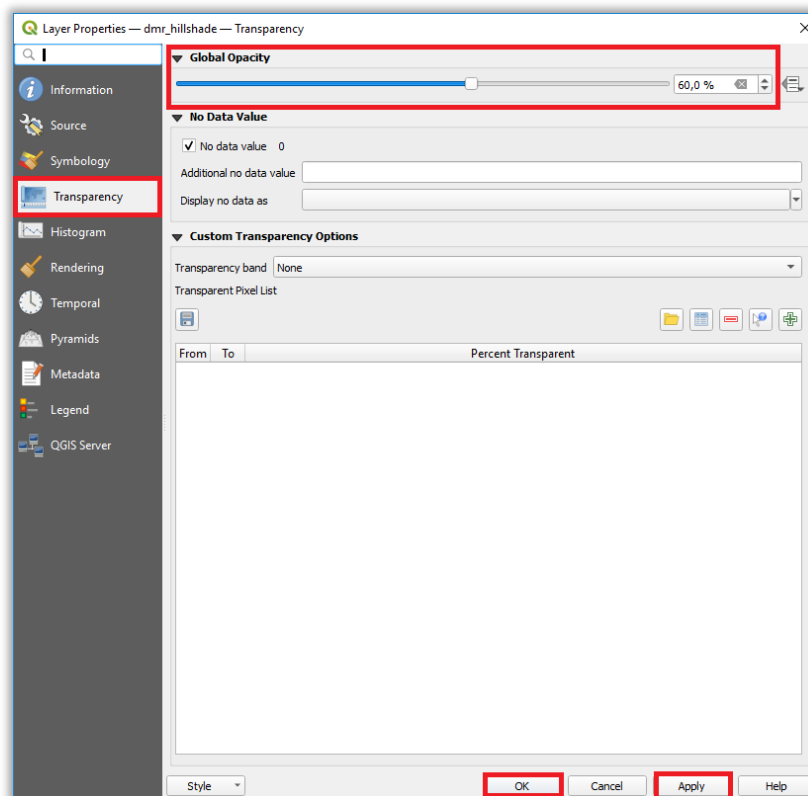


Postup nastavenia farebnej symboliky rastra DMR so zvýraznením priebehu terénu podľa vytvoreného Hillshade:

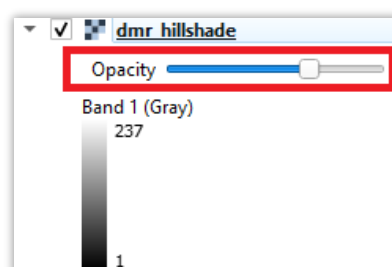
- a) nastavenie ofarbenia rastra DMR podľa zvolenej farebnej škály:




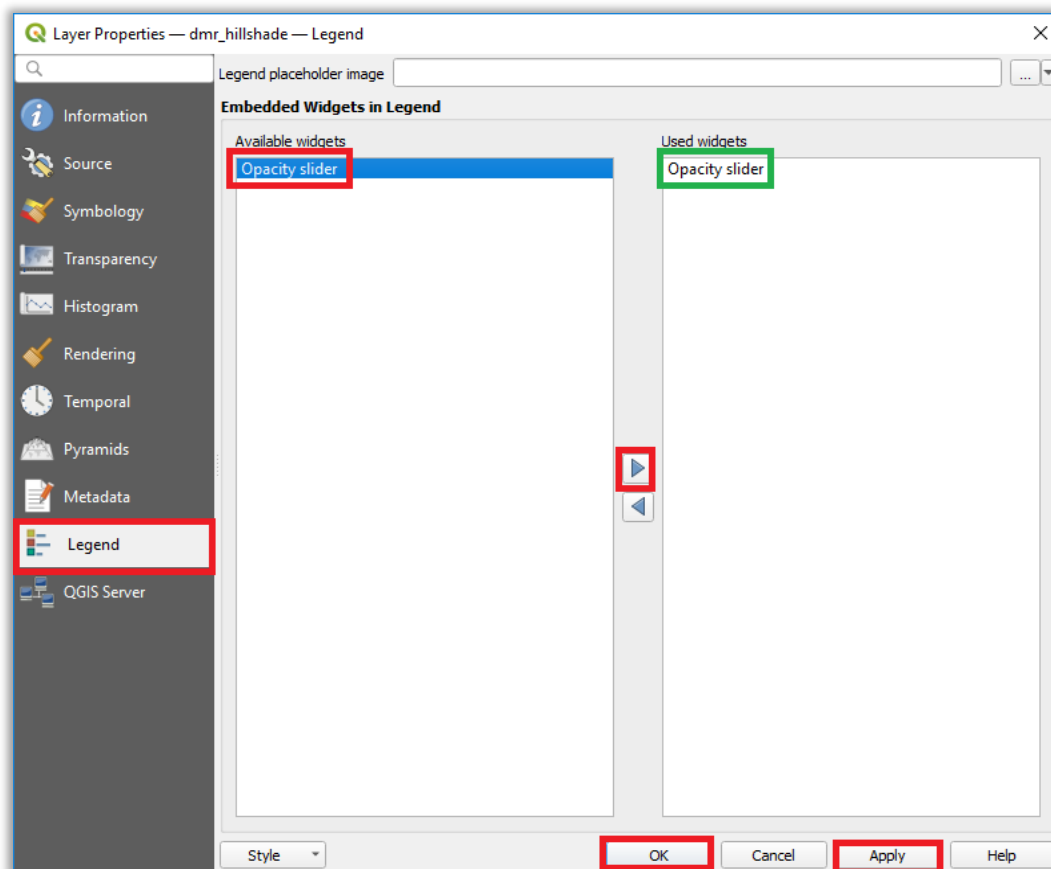
b) vytvorenie rastra Hillshade a nastavenie jeho priehľadnosti (Global Opacity) vo vlastnostiach vrstvy *Properties* → *Transparency*:



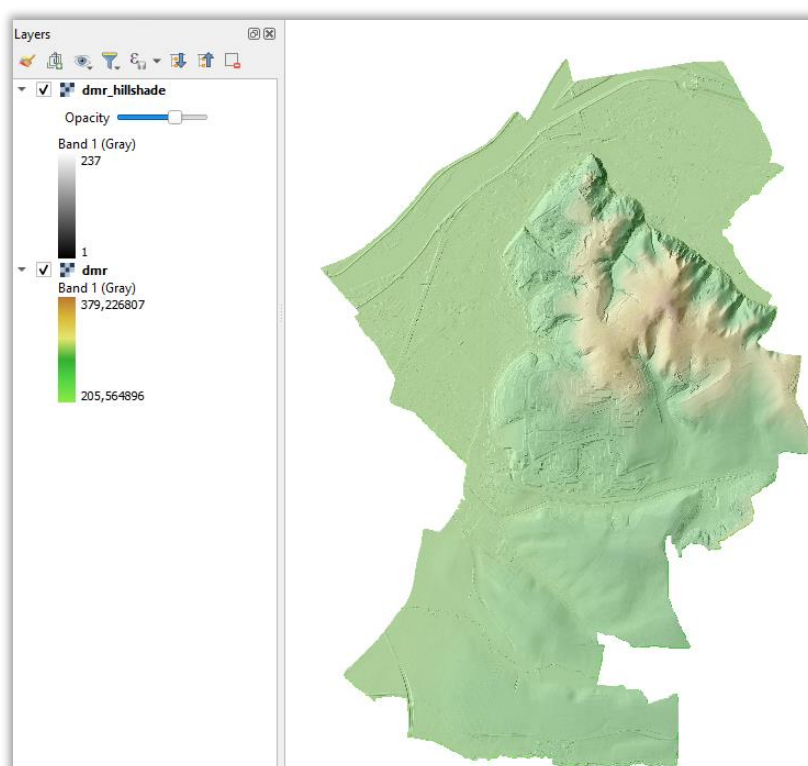
Slider pre nastavenie priehľadnosti vrstvy je možno umiestniť priamo do panela *Layers*, kde sa zobrazí nad legendou s nastavenou symbolikou vrstvy:




Slider je možné nastaviť v *Properties* → *Legends*, kde v časti *Embedded Widgets in Legend* - *Available widgets* kliknúť na položku *Opacity slider*, potom kliknúť na tlačidlo  a nakoniec kliknúť na tlačidlá *Apply* a *OK* :

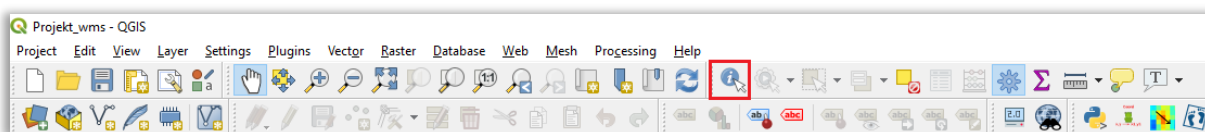


c) v paneli *Layers* umiestniť raster Hillshade nad raster DMR:




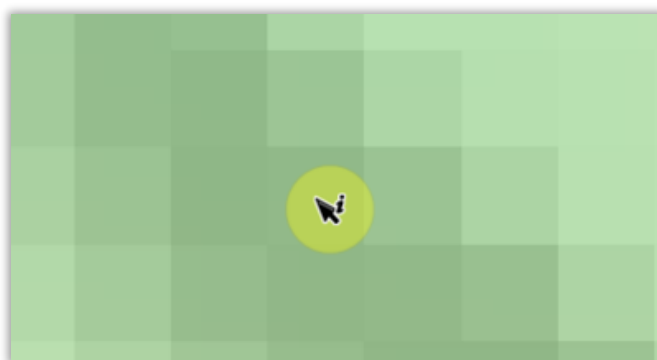
5. Identifikácia hodnoty výšky

Hodnotu bunky rastra vo zvolenom bode (pri DMR zodpovedá výške terénu), je možné v mapovom okne zistiť pomocou nástroja *Identify Features* , ktorý sa nachádza v paneli *Attribute Toolbar*:

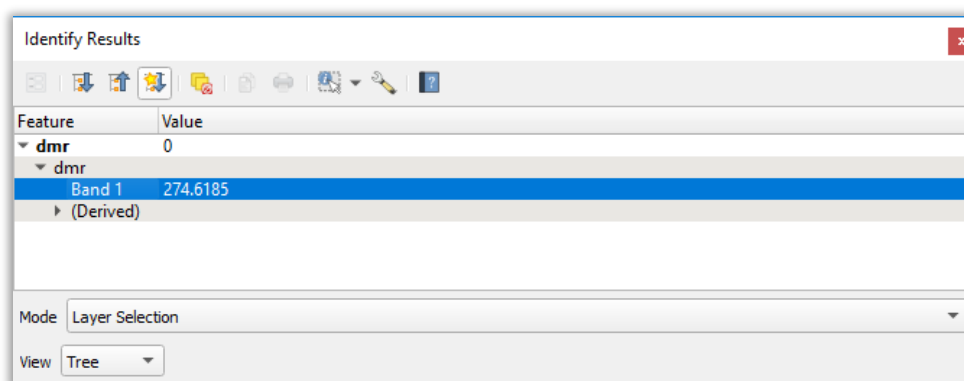


Panel *Attribute Toolbar* je možné zapnúť po kliknutí na panel *View* v hlavnom menu, tam vybrať *Toolbars* a označiť *Attribute Toolbar*.

Po označení ikonky  tohto nástroja je možné v mapovom okne kliknúť vrstvu DMR vo zvolenom bode:



Otvorí sa okno *Identify Results* s výsledkami identifikácie, kde je v stĺpci *Value* uvedená hodnota výšky bunky DMR, čiže výška terénu v danej lokalite:



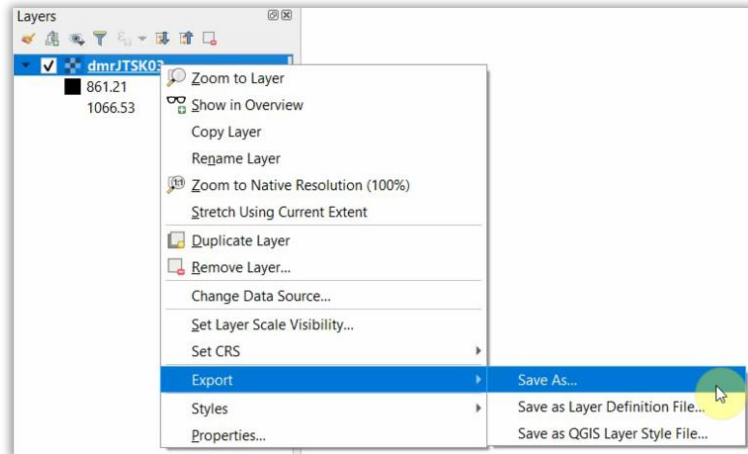
6. Transformácia do iného polohového súradnicového referenčného systému

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-itsk_itsk03_v_qgis.pdf.

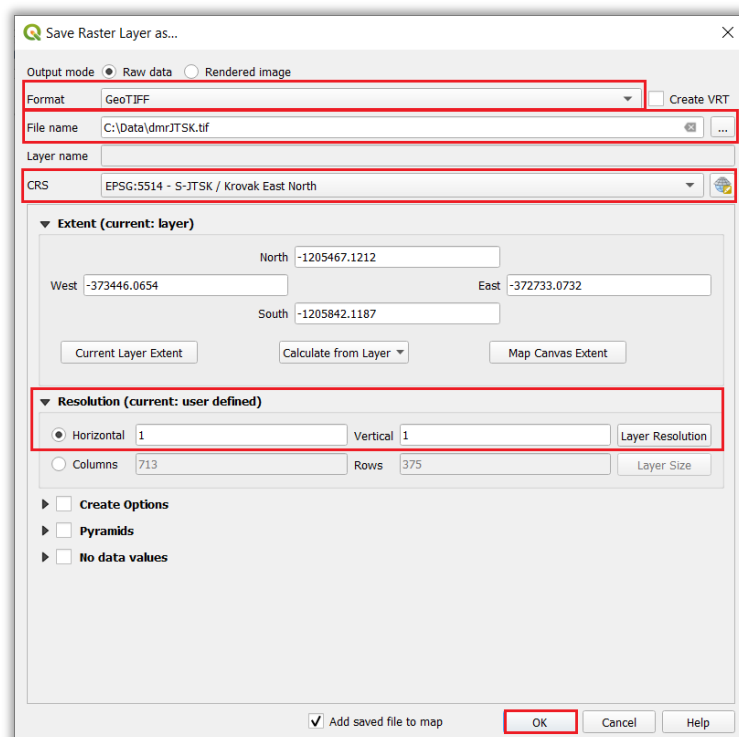
Na transformáciu polohového súradnicového systému rastrových údajov je možné použiť dva spôsoby:

a) V paneli *Layers* kliknúť pravým tlačidlom myši na vrstvu, vybrať *Export* a tam *Save As...*:

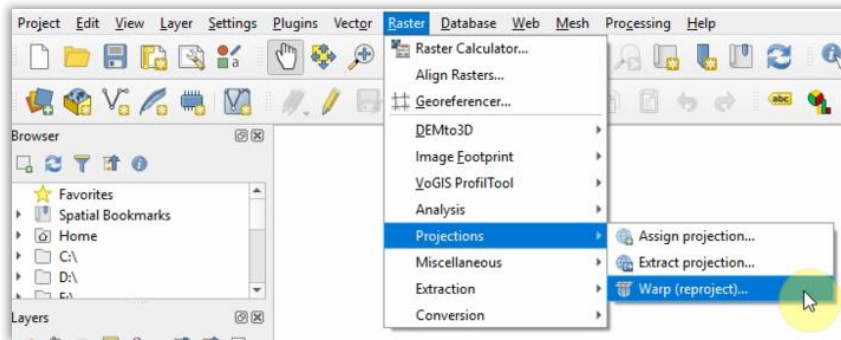


Otvorí sa okno *Save Raster Layer as...*, kde treba vyplniť potrebné parametre a potom kliknúť na tlačidlo *OK*:

- *Format* - vybrať formát výstupného súboru.
- *File name* - zadať názov a umiestnenie výstupného súboru.
- *CRS* - vybrať výstupný súradnicový systém.
- *Resolution* – zdefinovať rozlíšenie (veľkosť bunky) pretransformovaného rastra (voliteľný parameter - ak sa nevyplní, aplikácia si sama vypočíta hodnotu podľa rozlíšenia vstupného rastra).

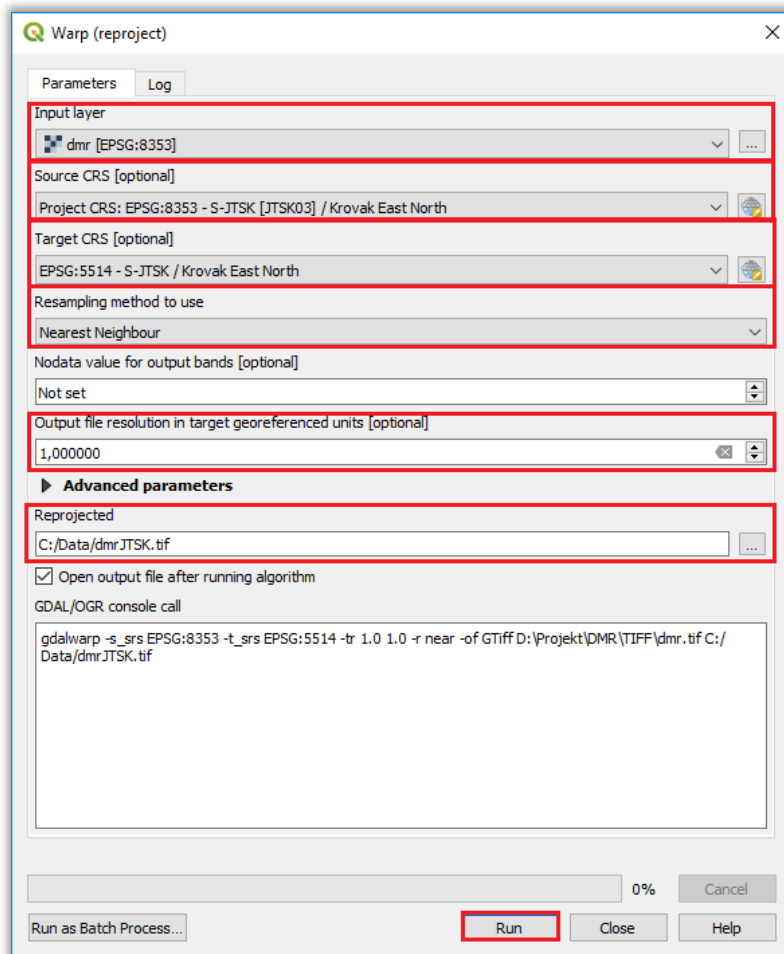


b) Nástroj *Warp (reproject)*, ktorý sa nachádza v paneli *Raster* → *Projections*:



Po spustení tejto funkcie sa otvorí okno *Warp (reproject)*, kde treba vyplniť potrebné parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* - vybrať vstupný raster.
- *Source CRS* - vybrať vstupný súradnicový systém.
- *Target CRS* - vybrať výstupný súradnicový systém.
- *Resampling method to use* - zvoliť metódu pre prevzorkovanie (resampling) rasta.
- *Output file resolution in target georeferenced units* – zadefinovať rozlíšenie (veľkosť bunky) pretransformovaného rasta (voliteľný parameter - ak sa nevyplní, aplikácia si sama vypočíta hodnotu podľa rozlíšenia vstupného rasta).
- *Reprojected* - zadať názov, umiestnenie a formát výstupného súboru.



7. Transformácia do iného výškového referenčného systému

Hodnoty buniek (výšky) rastra DMR 5.0 alebo DMP je možné pretransformovať do jedného z nasledujúcich výškových referenčných systémov záväzných na území Slovenska:

- Baltský výškový systém po vyrovnaní - Bpv (1957), kód EPSG:8357
- Európsky vertikálny referenčný systém - EVRS (EVRF2007), kód EPSG:5621
- elipsoidická výška v systéme ETRS89 nad elipsoidom GRS80 - h_{ETRS89} , kód EPSG:4937

Na transformáciu výšok je treba použiť digitálne referenčné výškové modely, ktoré je možné stiahnuť vo formáte GTX na Geoportáli v sekcii [Geodetické základy](#) → [Na stiahnutie](#):

- **Digitálny výškový referenčný model - DVRM05:** model je určený na prevod elipsoidických výšok určených GNSS v systéme ETRS89 do systému nadmorských (normálnych) výšok Bpv. Obsahuje hodnoty výšok kvázigeoidu DVRM05 nad elipsoidom GRS80.
- **Digitálny model kvázigeoidu - DMQSK2014-E:** model je určený na prevod elipsoidických výšok určených GNSS v systéme ETRS89 do systému nadmorských (normálnych) výšok EVRS (EVRF2007). Obsahuje hodnoty výšok kvázigeoidu DMQSK2014-E nad elipsoidom GRS80.

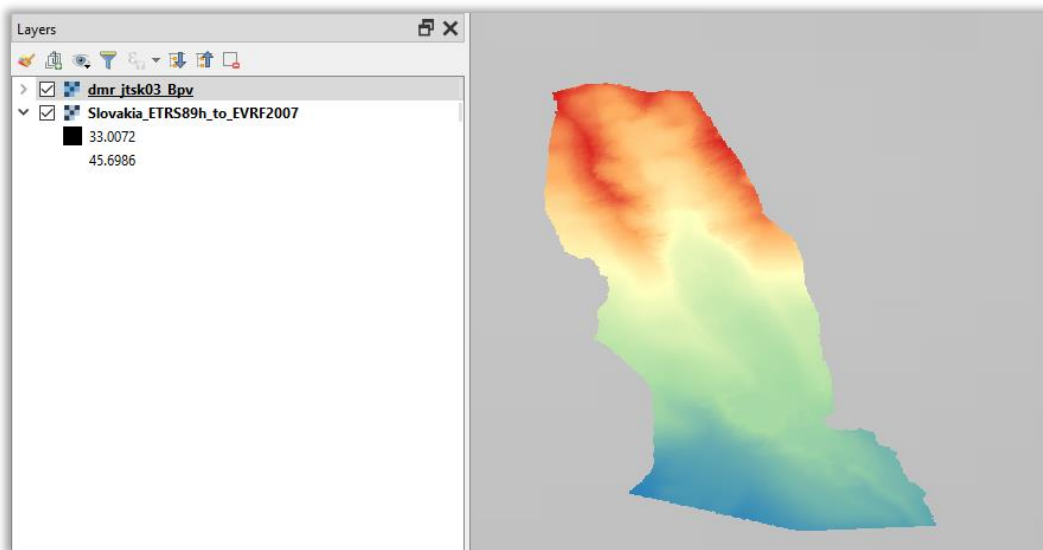
Transformácia výšok Bpv na výšky h_{ETRS89}

- 1) Do nového projektu pridať stiahnutý digitálny výškový referenčný model DVRM05 (Slovakia_ETRS89h_to_Baltic1957.gtx) pomocou funkcie *Layer* → *Add Layer* → *Add Raster Layer*:



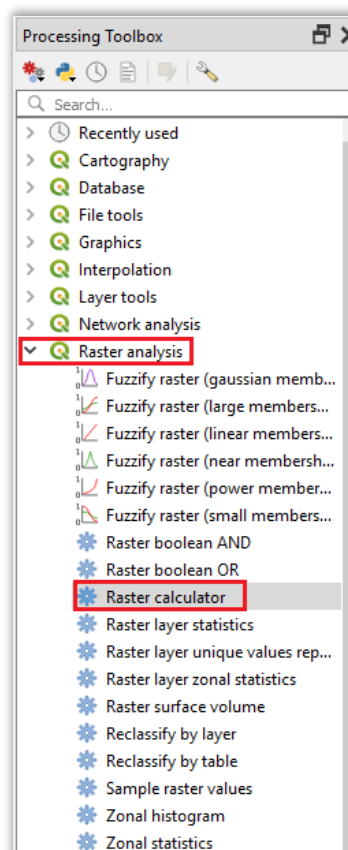
DVRM05 je v súradnicovom referenčnom systéme WGS84 (kód EPSG:4326).

- 2) Do toho istého projektu pridať DMR s výškami v Bpv napr. v súradnicovom systéme S-JTSK[JTSK03] tiež pomocou funkcie *Layer* → *Add Layer* → *Add Raster Layer*:

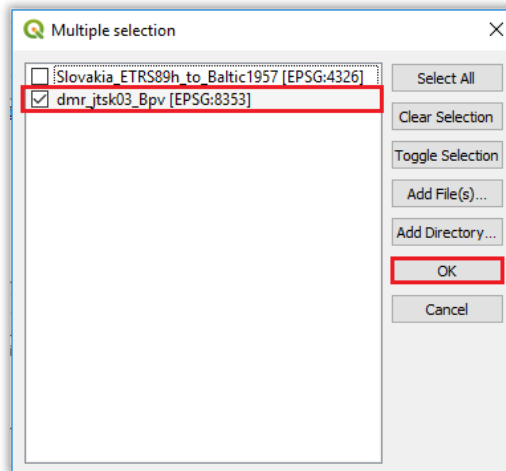


UPOZORNENIE: Pre správne polohové zobrazovanie rastrov je potrebné mať v QGIS nastavené správne transformácie podľa návodu Súradnicový systém S-JTSK[JTSK03] v QGIS: https://www.geoportal.sk/files/gz/s-jtsk_jtsk03_v_qgis.pdf.

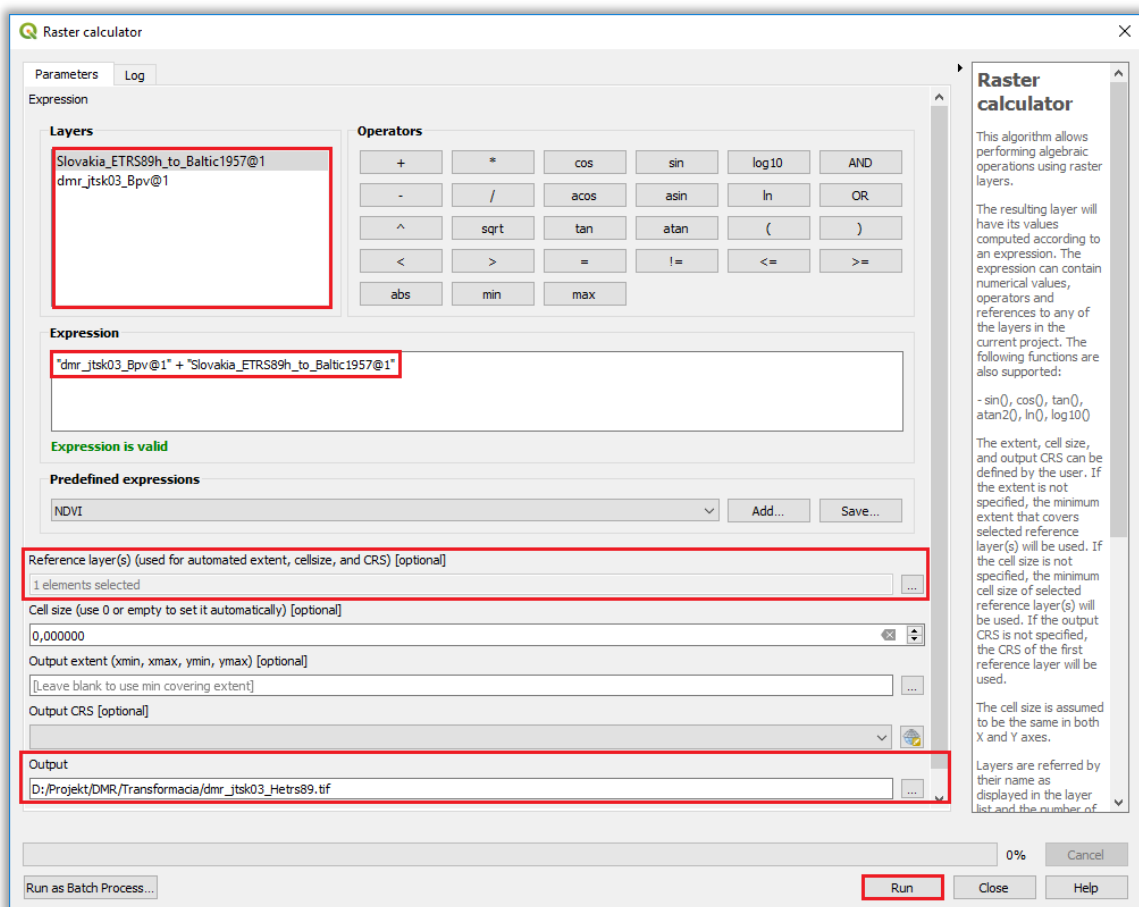
- 3) **Transformácia výšky Bpv na h_{ETRS89}** - použije sa digitálny referenčný výškový model DVRM05 (Slovakia_ETRS89h_to_Baltic1957.gtx) a nástroj *Raster calculator*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Raster analysis*:



Otvorí sa okno *Raster calculator*, kde do políčka *Expression* zadať podmienku v tvare: "dmr_Bpv@1" + "Slovakia_ETRS89h_to_Baltic1957@1", kde dmr_Bpv@1 je vstupný DMR s výškou Bpv. Do podmienky zadať presný názov vstupného rastra DMR, ktorý je možný vidieť v časti *Layers*, kde stačí dvakrát kliknúť ľavým tlačidlom myši na vrstvu a automaticky sa pridá po políčka *Expression*. V políčku *Reference layer(s) (used for automated extent, cellsize, and CRS)* vybrať vrstvu DMR a kliknúť na tlačidlo *OK*:

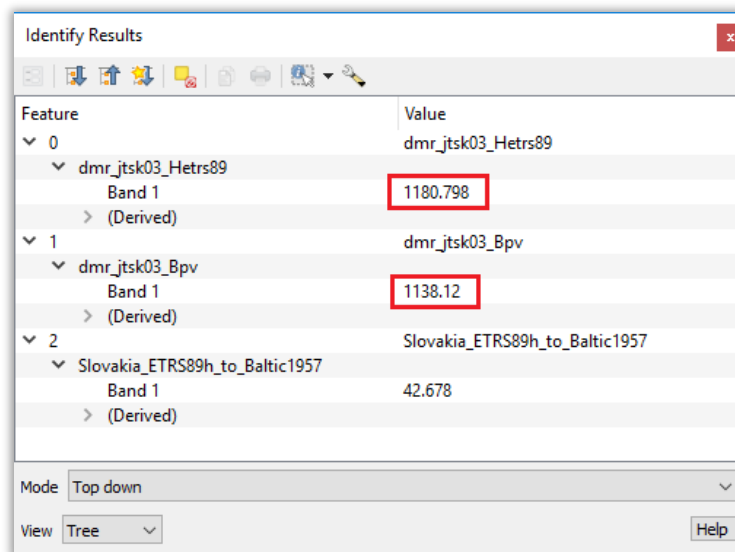


Do políčka *Output* zadať umiestnenie, názov a formát výstupného súboru a nakoniec kliknúť na tlačidlo *Run*:



Po dokončení procesu sa do projektu pridá výstupný raster s výškami h_{ETRS89} . Hodnotu výšok vstupného DMR (dmr_jtsk03_Bpv) a výstupného DMR (dmr_jtsk03_Hetrs89) je možné

porovnať pomocou nástroja *Identify Features* , ktorý sa nachádza v paneli *Attribute Toolbar*, podľa postupu uvedeného v [5. kapitole](#):



- 4) **Transformácia polohového súradnicového referenčného systému** – ak je potrebné získať DMR s výškami h_{ETRS89} v inom polohovom súradnicovom referenčnom systéme, napr. ETRS89 (kód EPSG:4258), je možné použiť postup transformácie uvedený v [6. kapitole](#).

Transformácia výšok h_{ETRS89} na výšky Bpv - pri transformácii výšok sa tiež použije digitálny výškový referenčný model DVRM05 (Slovakia_ETRS89h_to_Baltic1957.gtx) . Postup je podobný ako v predchádzajúcom prípade s tým, že v nástroji *Raster calculator* treba do políčka *Expression* zadať podmienku v tvare: "dmr_Hetrs89@1" - "Slovakia_ETRS89h_to_Baltic1957@1", kde dmr_Hetrs89@1 je vstupný DMR s výškami h_{ETRS8} (do podmienky zadať presný názov vstupného rastra DMR).

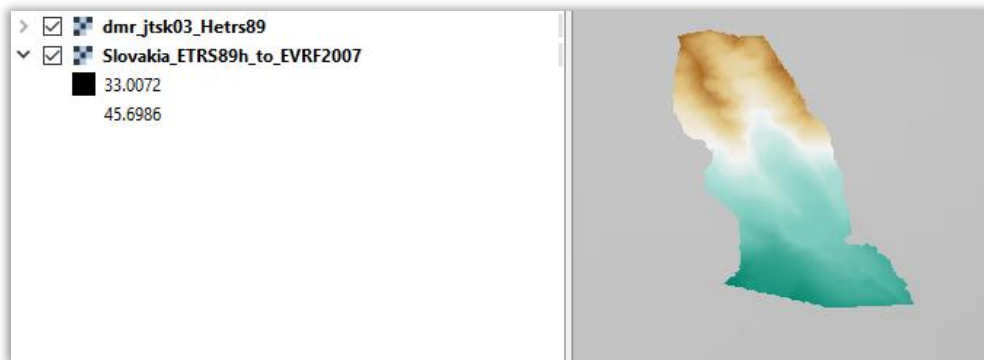
Transformácia výšok h_{ETRS89} na výšky EVRS(EVRF2007)

- 1) Do nového projektu pridať stiahnutý digitálny model kvázigeoidu DMQSK2014-E (Slovakia_ETRS89h_to_EVRF2007.gtx) pomocou funkcie *Layer* → *Add Layer* → *Add Raster Layer*:



DMQSK2014-E je v súradnicovom referenčnom systéme WGS84 (kód EPSG:4326).

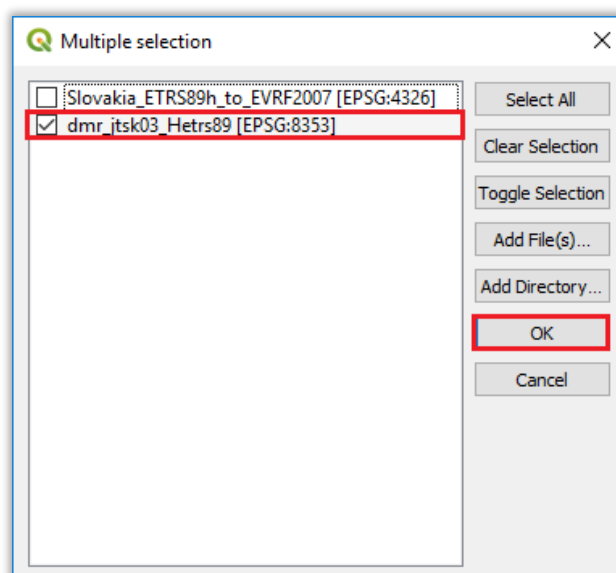
- 2) Do toho istého projektu pridať DMR s výškami v h_{ETRS89} vytvorený v časti Transformácia výšok Bpv na výšky h_{ETRS89} alebo priamo poskytovaný DMR 5.0 v ETRS89-TM34 s výškami h_{ETRS89} :



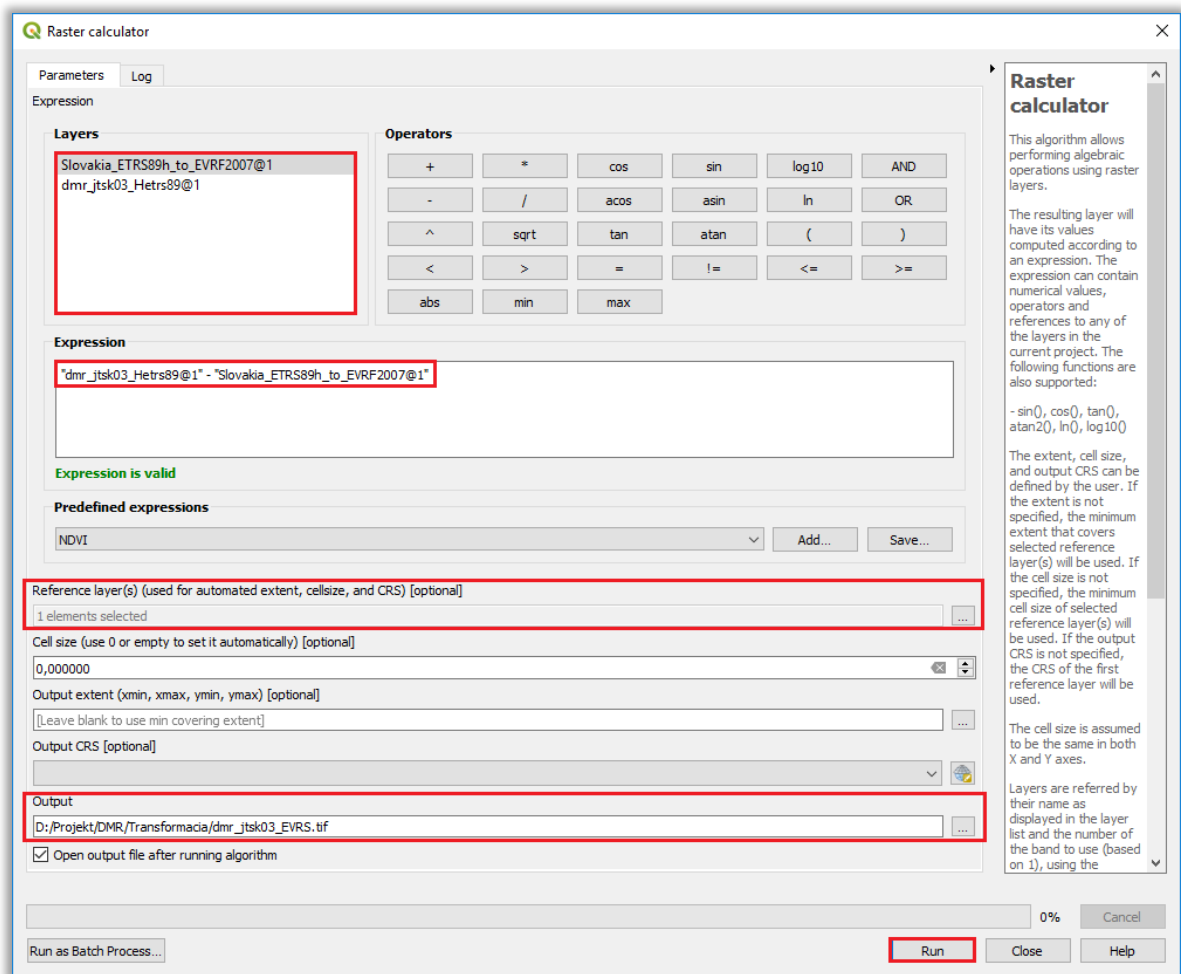
UPOZORNENIE: Pre správne polohové zobrazovanie rastrov je potrebné mať v QGIS nastavené správne transformácie podľa návodu Súradnicový systém S-JTSK[JTSK03] v QGIS: https://www.geoportal.sk/files/gz/s-jtsk_jtsk03_v_qgis.pdf.


- 3) **Transformácia výšky h_{ETRS89} na EVRS(ETRF2007)** - použije sa digitálny model kvázigeoidu DMQSK2014-E (Slovakia_ETRS89h_to_EVRF2007.gtx) a nástroj *Raster calculator*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Raster analysis*.

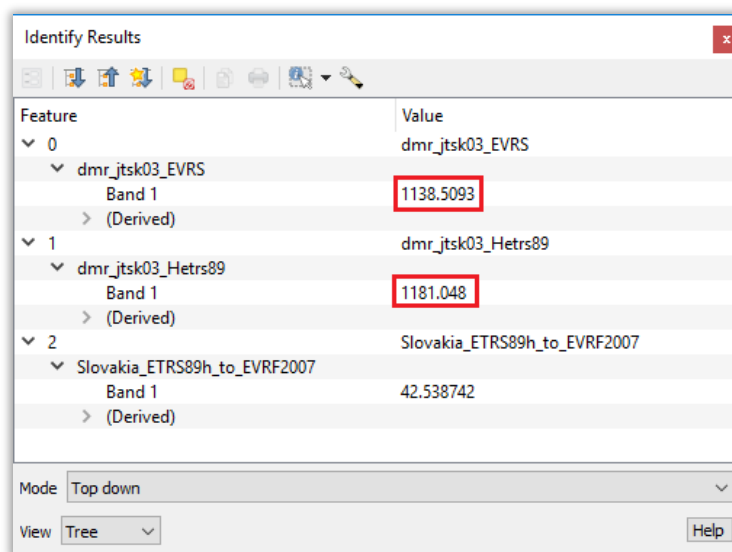
Otvorí sa okno *Raster calculator*, kde do políčka *Expression* zadať podmienku v tvare: "dmr_Hetrs89@1" - "Slovakia_ETRS89h_to_EVRF2007 @1", kde dmr_Hetrs89@1 je vstupný DMR v systéme S-JTSK[JTSK03] s výškou Bpv. Do podmienky zadať presný názov vstupného rastra DMR, ktorý je možný vidieť v časti *Layers*, kde stačí dvakrát kliknúť ľavým tlačidlom myši na vrstvu a automaticky sa pridá do políčka *Expression*. V políčku *Reference layer(s) (used for automated extent, cellsize, and CRS)* vybrať vrstvu DMR a kliknúť na tlačidlo *OK*:



Do políčka *Output* zadať umiestnenie, názov a formát výstupného súboru a nakoniec kliknúť na tlačidlo *Run*:



Po dokončení procesu sa do projektu pridá výstupný raster s výškami EVRS. Hodnotu výšok vstupného DMR (dmr_jtsk03_Hetrs89) a výstupného DMR (dmr_jtsk03_EVRS) je možné porovnať pomocou funkcie *Identify Features* , ktorá sa nachádza v paneli *Attribute Toolbar*, podľa postupu uvedeného v [5. kapitole](#):



- 4) **Transformácia polohového súradnicového referenčného systému** – ak je potrebné získať DMR s výškami EVRS(EVRF2007) v inom polohovom súradnicovom referenčnom systéme, napr. ETRS89 (kód EPSG::4258), je možné použiť postup transformácie uvedený v [6. kapitole](#).

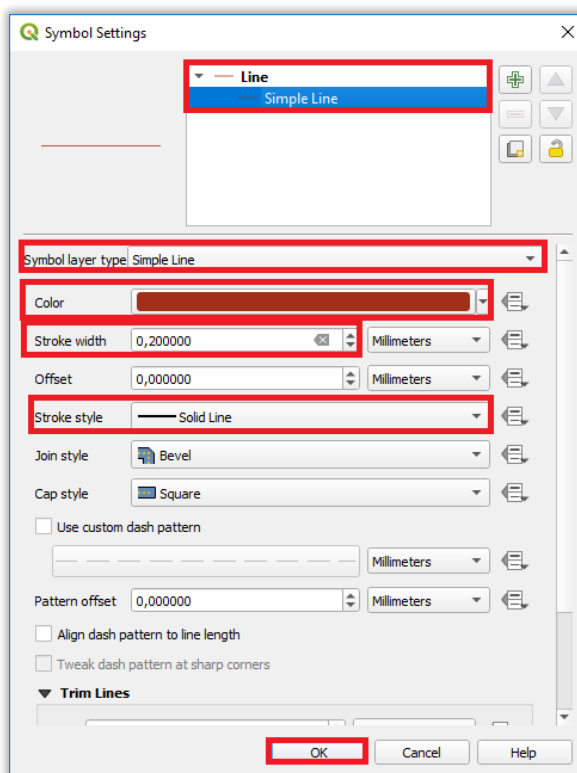
Transformácia výšok EVRS(EVRF2007) na výšky h_{ETRS89} - pri transformácii výšok sa tiež použije digitálny model kvázigeoidu DMQSK2014-E (Slovakia_ETRS89h_to_EVRF2007.gtx). Postup je podobný ako v predchádzajúcom prípade s tým, že v nástroji *Raster calculator* treba do políčka *Expression* zadať podmienku v tvare:

"dmr_EVRS@1" + "Slovakia_ETRS89h_to_EVRF2007.gtx", kde dmr_EVRS@1 je vstupný DMR s výškami EVRS(EVRF2007) (do podmienky zadať presný názov vstupného rastra DMR).

8. Vytvorenie vrstevníc

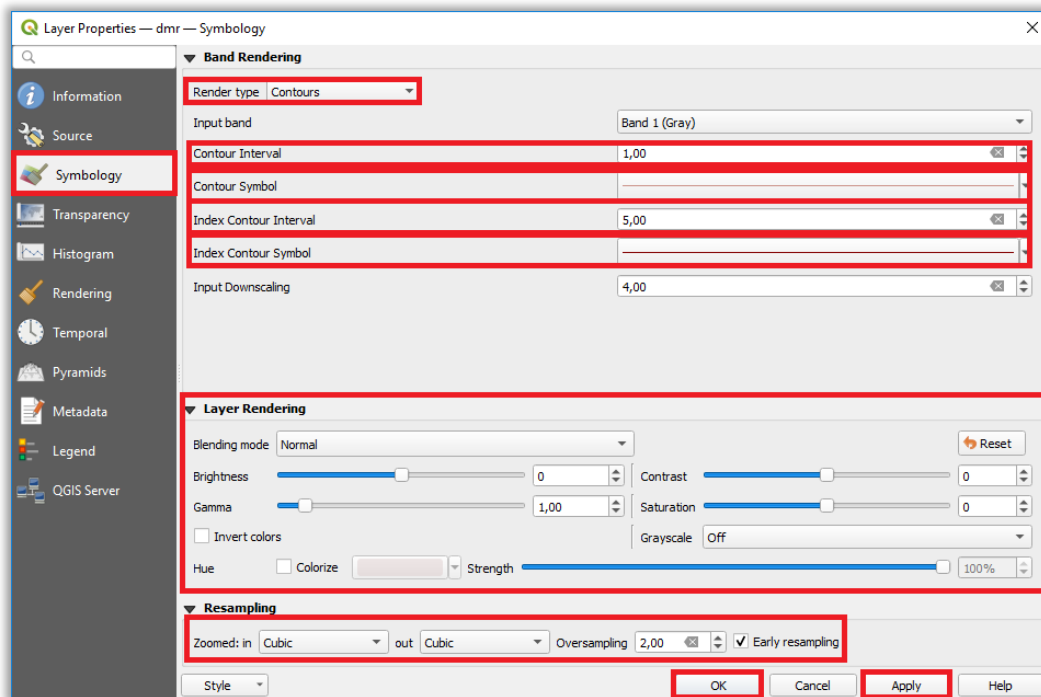
QGIS ponúka možnosť vizualizovať DMR vo forme vrstevníc vo vlastnostiach vrstvy *Properties* v časti *Symbology*, kde treba nastaviť požadované parametre a kliknúť na tlačidlo *Apply* a potom *OK*:

- *Render type* – vybrať možnosť *Contours*.
- *Contour Interval* – vybrať výškový interval základných vrstevníc v metroch.
- *Contour Symbol* – vybrať symboliku (typ, hrúbku a farbu čiary) pre základné vrstevnice.

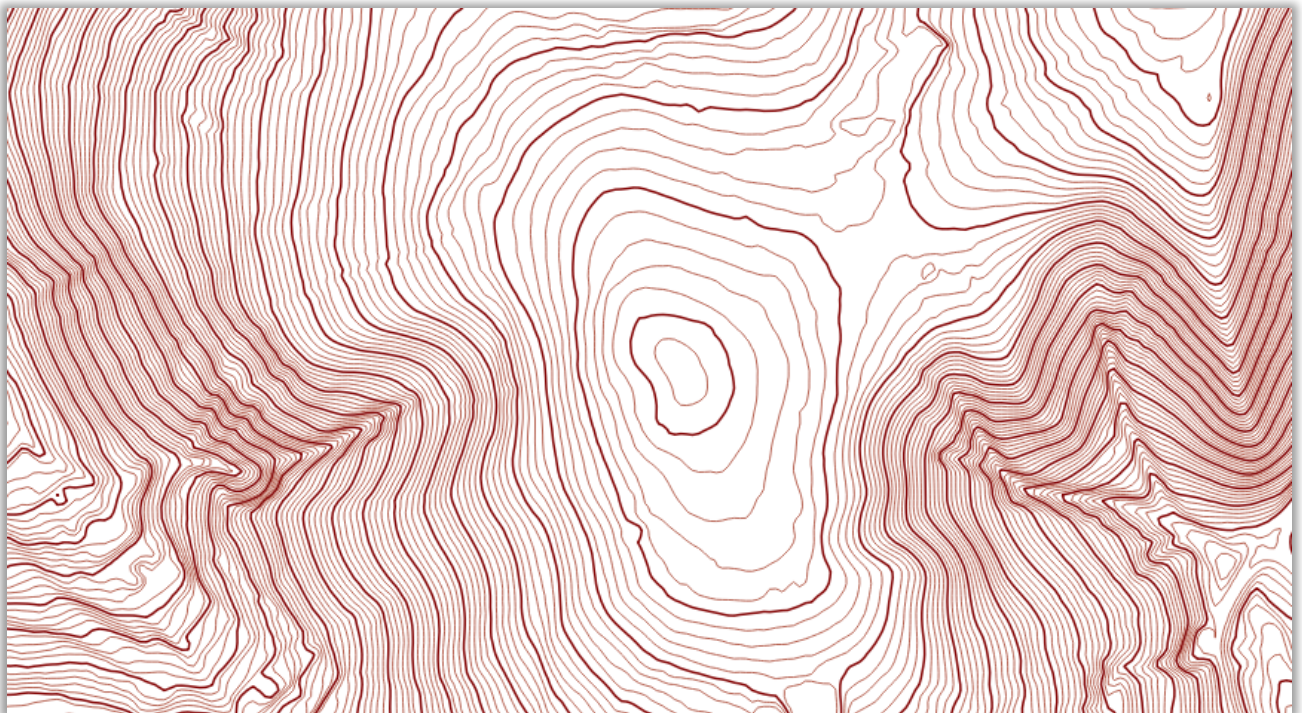


- *Index Contour Interval* – vybrať symboliku pre hlavné vrstevnice.
- *Index Contour Symbol* - vybrať symboliku (typ, hrúbku a farbu čiary) pre hlavné vrstevnice.
- *Layer Rendering* - možnosť nastaviť jas (*Brightness*), kontrast (*Contrast*) a sýtosť (*Saturation*) farieb.

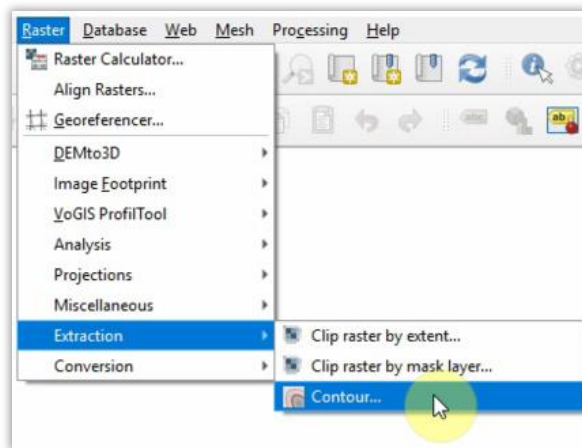
- *Resampling* – v poličkách *Zoomed: in* a *out* vybrať metódu pre resampling (prevzorkovanie) rastra pri jeho približovaní/oddiaľovaní v mapovom okne: napr. *Bilinear* alebo *Cubic*, v poličku *Oversampling* (prevzorkovanie) nastaviť hodnotu napr. 2,00 a označiť poličku *Early resampling* pre skoré prevzorkovanie.



DMR vizualizovaný vo forme vrstevníc:

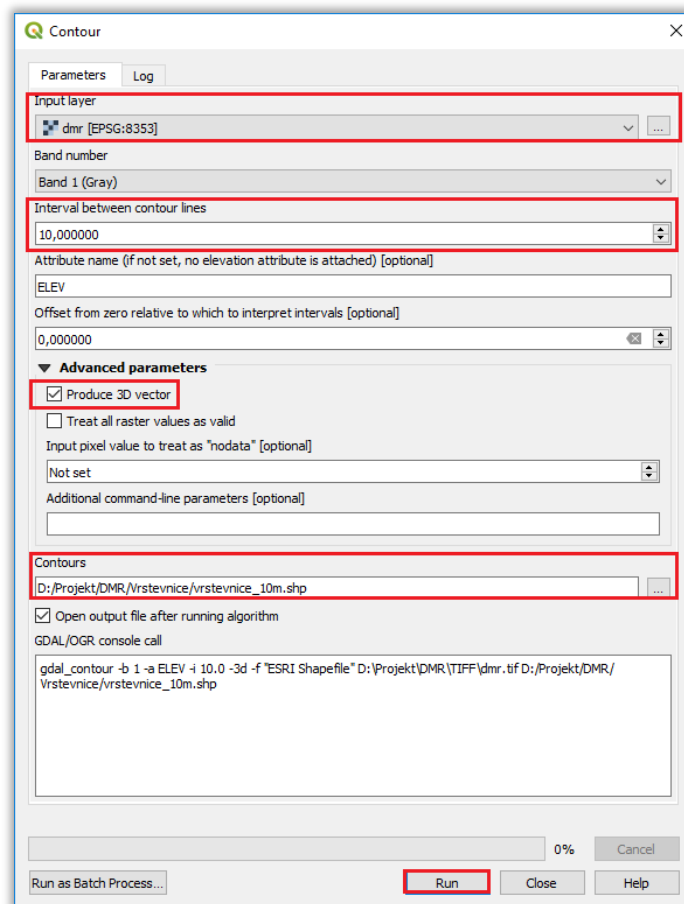


Ak je potrebné z DMR vygenerovať vrstevnice do samostatnej vektorovej líniovej vrstvy, tak je možné použiť nástroj *Contour*, ktorá sa nachádza v hlavnom menu v paneli *Raster* → *Extraction*:



Po jeho spustení sa otvorí okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

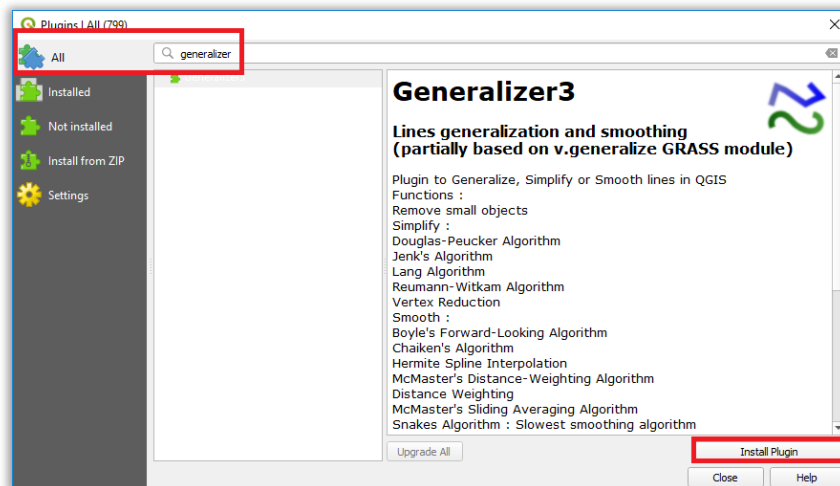
- *Input layer* - vybrať raster DMR, z ktorého sa budú generovať vrstevnice.
- *Interval between contour lines* - zadať výškový interval vrstevníc.
- *Produce 3D vector* - označiť políčko, ak sú na výstupe potrebné vrstevnice, ktorých vertexy budú mať vyplnenú aj hodnotu súradnice Z (výška).
- *Contours* - vyplniť názov, formát (napr. Shapefile) a umiestnenie výstupného súboru.



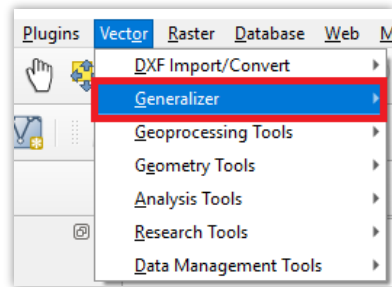
Vygenerované vrstevnice s výškovým intervalom 10 m:



Vrstevnice je možné ďalej upraviť (generalizovať) pomocou nástroja *Generalizer3*. Tento nástroj (plugin) je potrebné najprv do QGIS nainštalovať. V hlavnom menu v paneli *Plugins*→*Manage and Install Plugins* vybrať *All* a do vyhľadávacieho okna *Search* zadať názov nástroja a po jeho vyhľadani kliknúť na tlačidlo *Install plugin*:

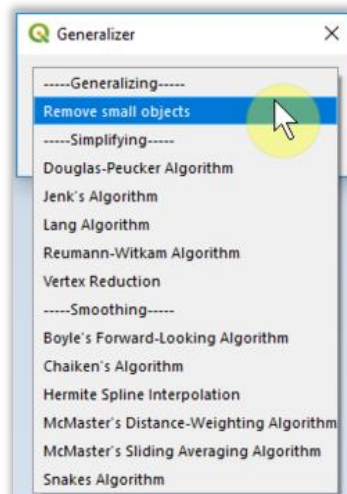


Nainštalovaný nástroj *Generalizer* sa nachádza v paneli *Vector*:



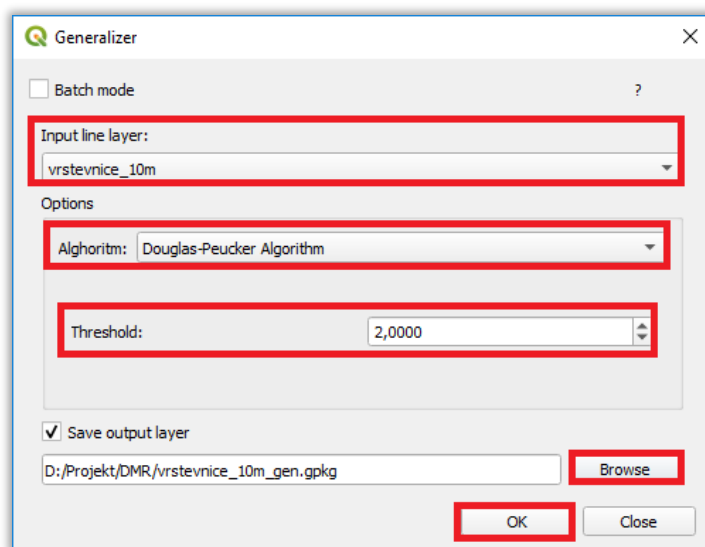
Po kliknutí na tento nástroj sa otvorí okno *Generalizer*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *OK*:

- *Choose layer(s)* - vybrať vrstevnice, ktoré sa budú generalizovať.
- *Algorithm(s)* – po kliknutí na tlačidlo *Add* vybrať algoritmus, ktorý sa má použiť na generalizáciu (Generalizing), zjednodušenie (Simplifying) a vyhládanie (Smoothing) vrstevníc a zadať jeho parametre (napr. *Threshold*, *Weight*,...)

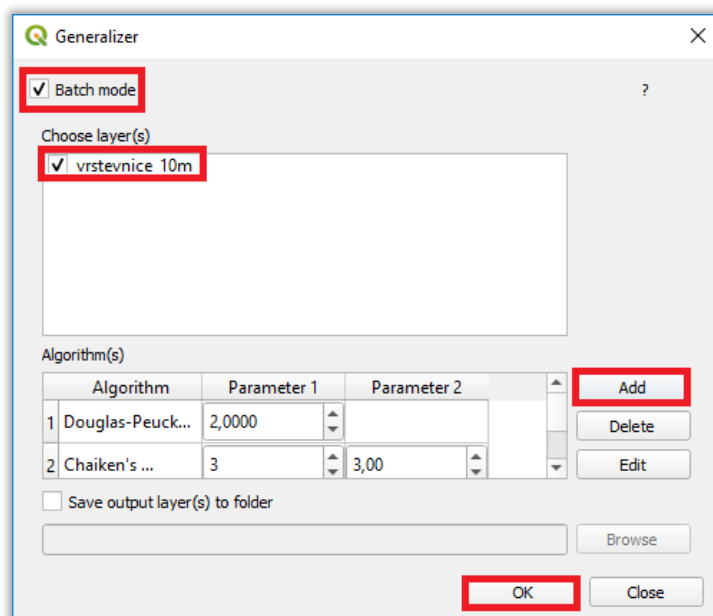


Viac informácií o algoritmoch pre generalizáciu je uvedených na stránkach:

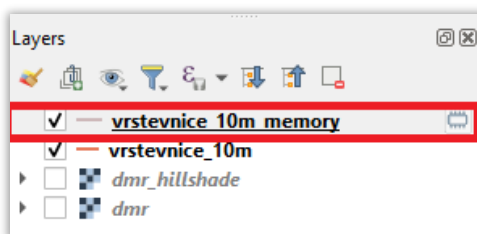
- <https://github.com/giscan/Generalizer>
- https://grasswiki.osgeo.org/wiki/V.generalize_tutorial.
- *Save output layer* – označiť toto políčko a kliknúť na tlačidlo *Browse*, kde zadať umiestnenie a názov výstupného súboru (formát je automaticky nastavený na GeoPackage):



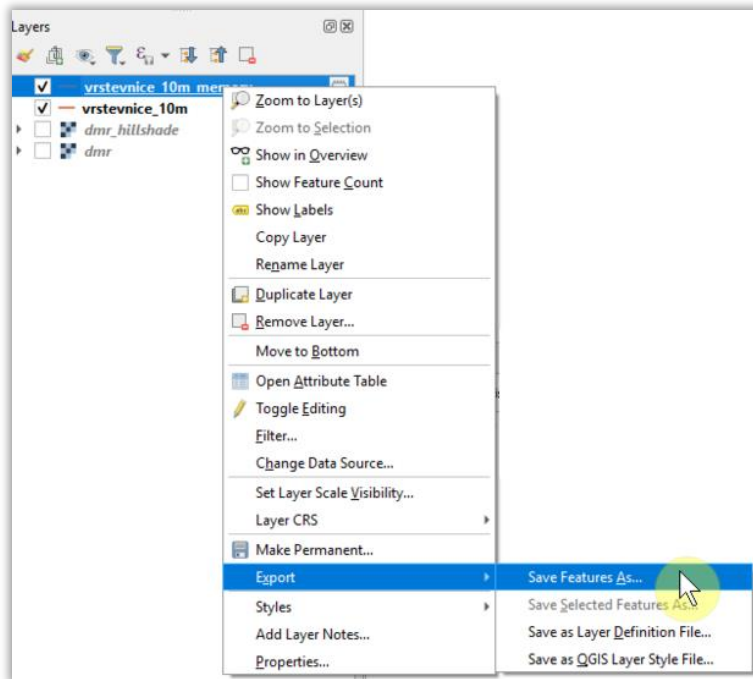
Po označení políčka *Batch mode*, je možné vybrať a použiť viacero generalizačných metód naraz po kliknutí na tlačidlo *Add*, napr.:



Po kliknutí na tlačidlo *OK* sa vytvorí generalizovaná vrstva vrstevníc, ktorá sa pridá do panelu *Layers* označená ako *memory*, ktorá ale je len dočasná vrstva uložená len v pamäti počítača.

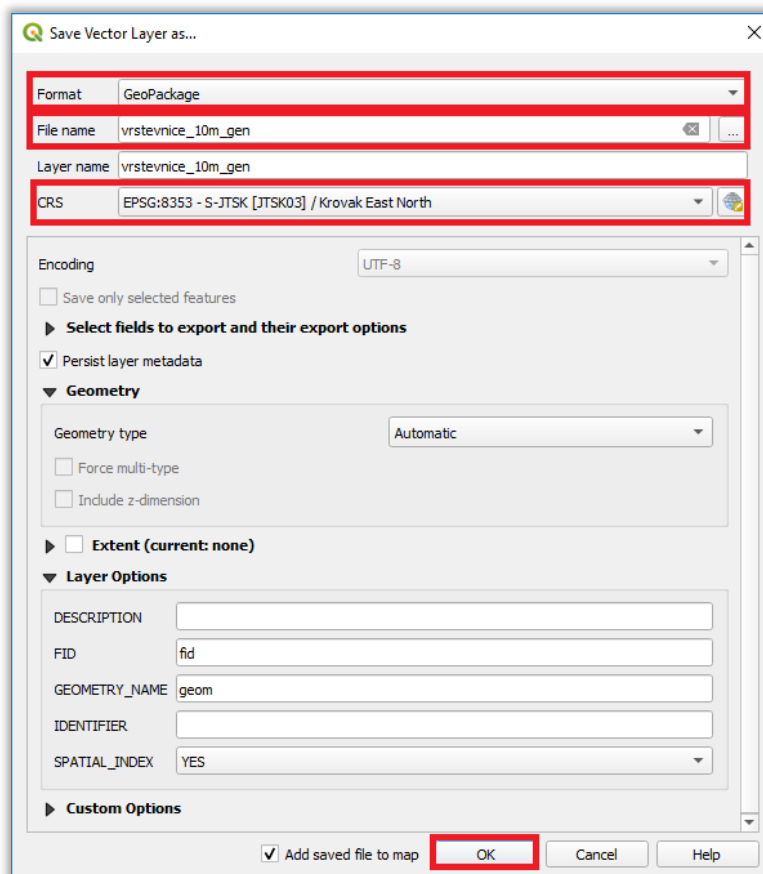


Túto vrstvu je možné vyexportovať do zvoleného formátu pomocou nástroja *Export* → *Save Feature Layer As* po kliknutí pravým tlačidlom myši na vrstvu v paneli *Layers*:



Otvorí sa okno *Save Vector Layer As*, kde treba vyplniť požadované parametre a kliknúť na tlačidlo *OK*:

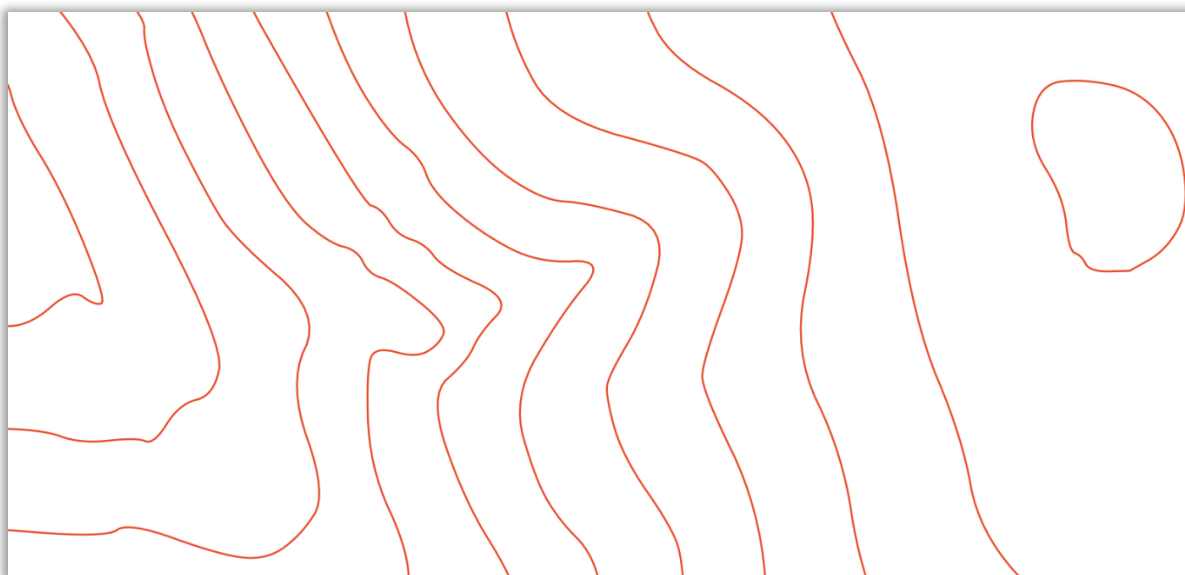
- *Format* – vybrať požadovaný formát výstupného súboru.
- *File name* – zadať názov a umiestnenie výstupného súboru.
- *Layer Name* – zadať názov vrstvy (napr. pri formáte GeoPackage).
- *CRS* – zadať súradnicový systém výstupného súboru.



Pôvodné vrstevnice:



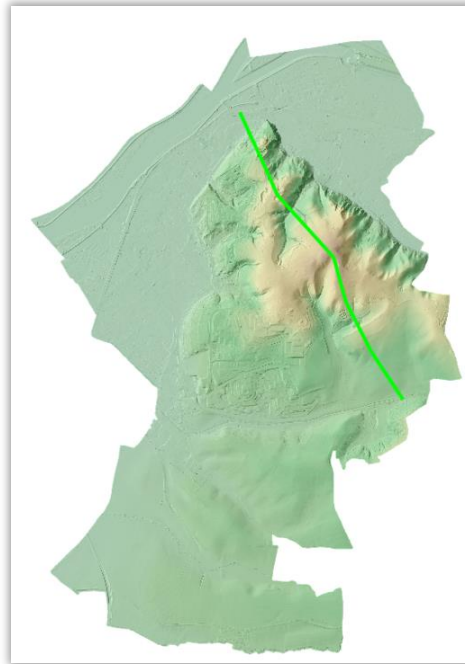
Vrstevnice po generalizácii:



9. Odmeranie výškového profilu

Na odmeranie výškového profilu je možné použiť nástroj (plugin) *VoGIS Profil Tool*, ktorý sa dá nainštalovať podobným postupom, ako je uvedený v [8. kapitole](#). Nainštalovaný nástroj sa potom nachádza v paneli *Raster* → *VoGIS Profil Tool*. Po kliknutí na tento nástroj sa otvorí okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Create Profile*:

- *Select rasters visible in current extent* - po kliknutí na toto tlačidlo sa v spodnom okne zobrazí zoznam rastrov, ktoré sú zapnuté v paneli *Layers*. Z nich treba vybrať požadovaný DMR.
- *Digitized profile line* – po kliknutí na tlačidlo *Digitize (new) profile line* je možné na DMR ručne nakresliť líniu, po ktorej bude prebiehať výškový profil. Línia sa ukončí kliknutím pravého tlačidla myši.



- *Use profile line from line layer* – túto možnosť zvoliť, ak sa má výškový profil vytvoriť na mieste existujúcej líniovej vrstvy, ktorá je tiež pridaná v projekte v paneli *Layers*.
- *Define Vertices*- zvoliť jednu z možností:
 - Distance between vertices* – definuje vzdialenosť medzi bodmi výškového profilu,
 - Number profile points at nodes and vertices* – definuje počet bodov výškového profilu.

VoGIS Profile Tool

Select rasters

Select rasters visible in current extent

Refresh raster list

dmr

Define profile line(s)

Explode lines (Multipart Features)

Zusammenhängende Linien verbinden

Digitized profile line

Digitize (new) profile line

Use profile line from line layer

Use selected features only

Straight line between two points

Line

X-Value	Y-Value
from: -30000	240000
to: -20000	230000

Define vertices

Distance between vertices 1,000

Number of vertices per profile 1000


Create profile points at nodes and vertices

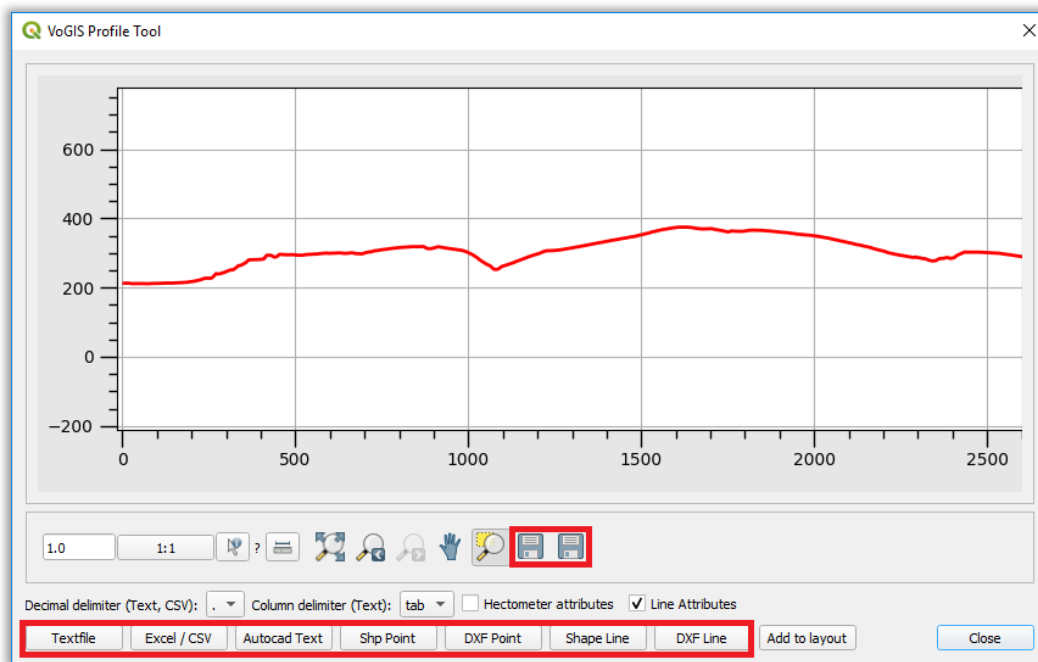
Area intersection

Cadastre intersection

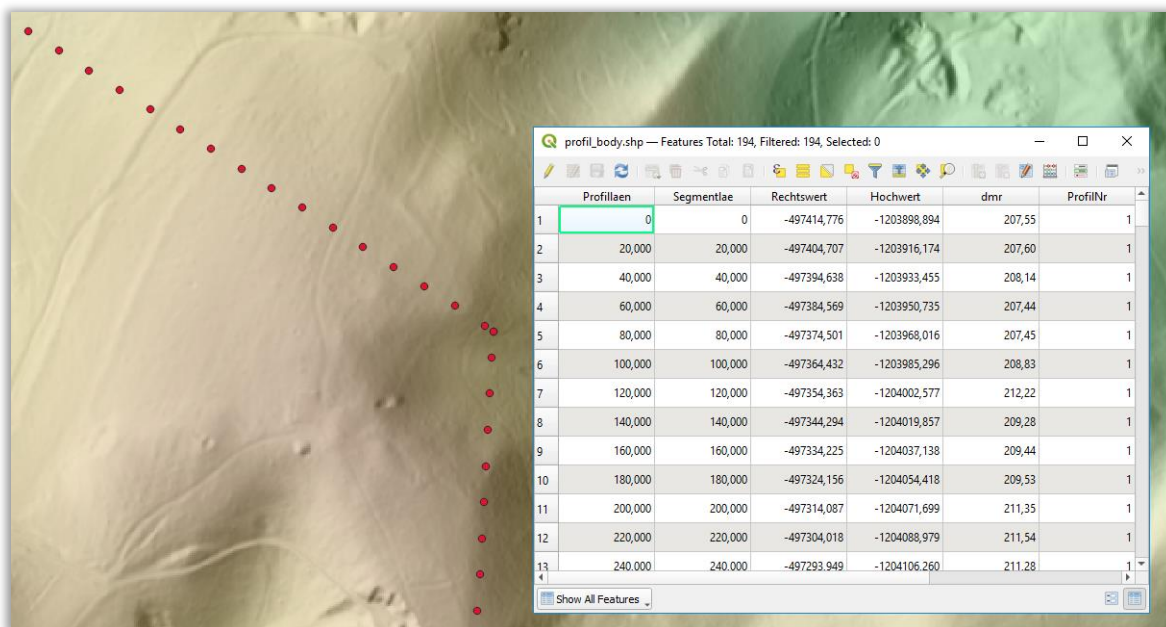
Nodata (Export) -9999 0/0

Create Profile Close

Následne sa otvorí okno s vygenerovaným výškovým profilom, ktorý je možné uložiť ako obrázok po kliknutí na ikonku *Save the figure*  alebo vyexportovať do rôznych formátov (Textfile, Excel/CSV, SHP, DXF) ako body alebo líniu:



Zobrazenie vyexportovaných bodov profilu vo formáte Shapefile (SHP), kde v atribútovej tabuľke je možné nájsť súradnice bodu ($X=Rechtswert$, $Y=Hochwert$, $Z=dmr$ (podľa názvu vstupného DMR)) a vzdialenosť od začiatku profilu (*Profillaen*):



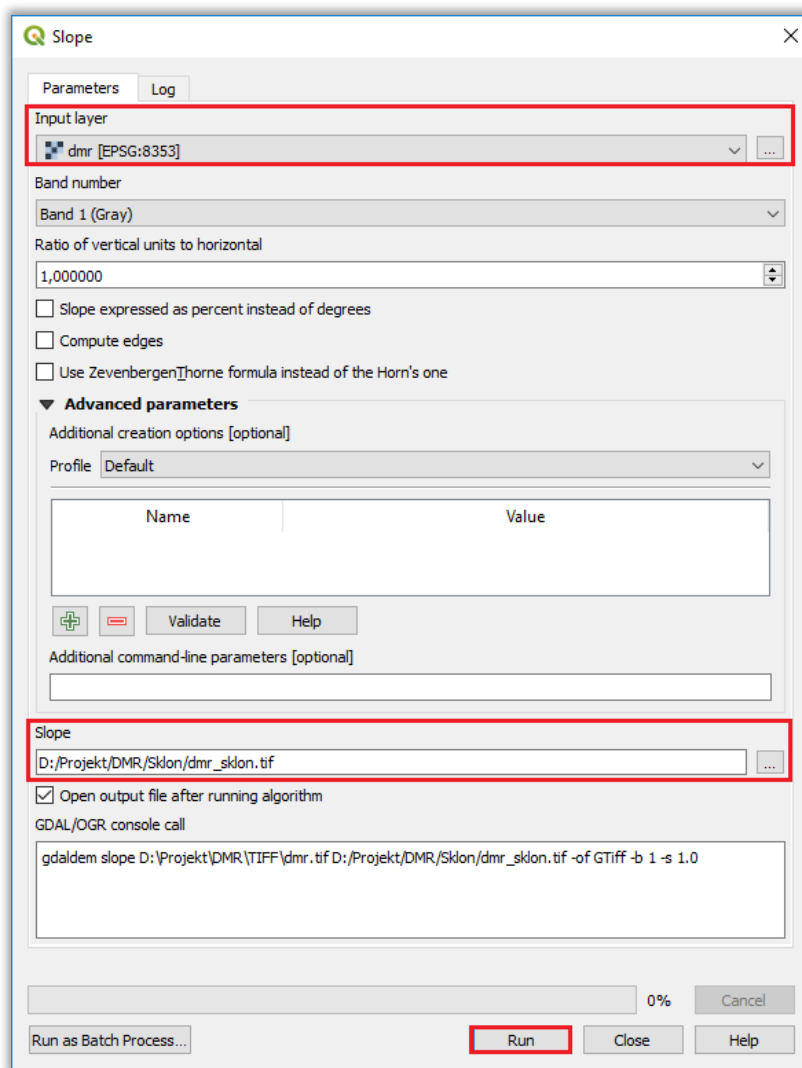
Zobrazenie vyexportovanej línie profilu vo formáte DXF v CAD softvéri Bentley MicroStation V8i:



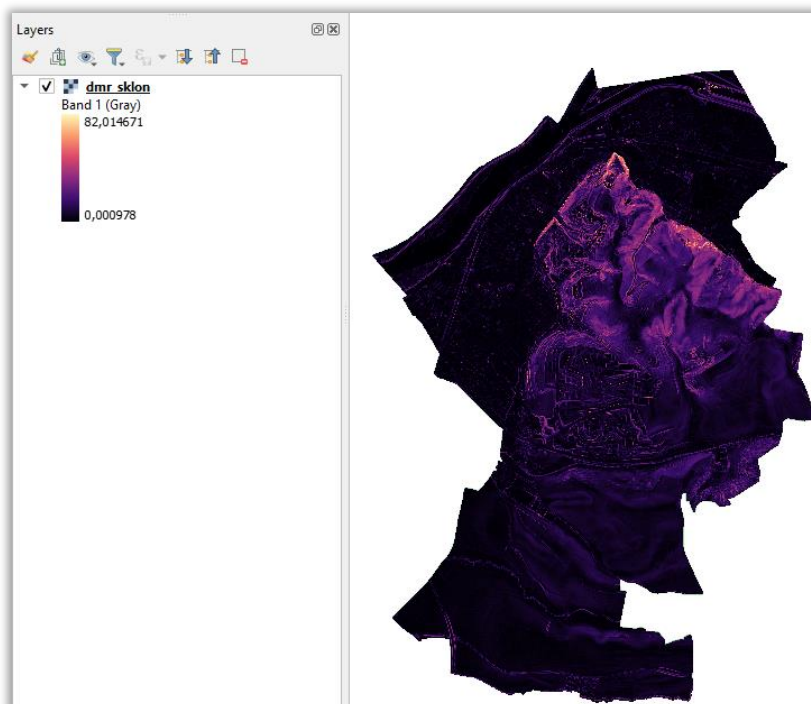
10. Sklon terénu

Z DMR je možné vypočítať uhol sklonu v stupňoch pre každú bunku rastra. Slúži na to nástroj *Slope*, ktorý sa nachádza v paneli *Raster*→*Analysis*. Po spustení nástroja sa otvorí okno, kde treba vyplniť požadované parametre a kliknúť na tlačidlo na *Run*:

- *Input layer* - vybrať vstupný DMR.
- *Slope* - zadať názov, formát a umiestnenie výsledného súboru.



Výsledný raster so znázornením sklonu terénu v stupňoch:



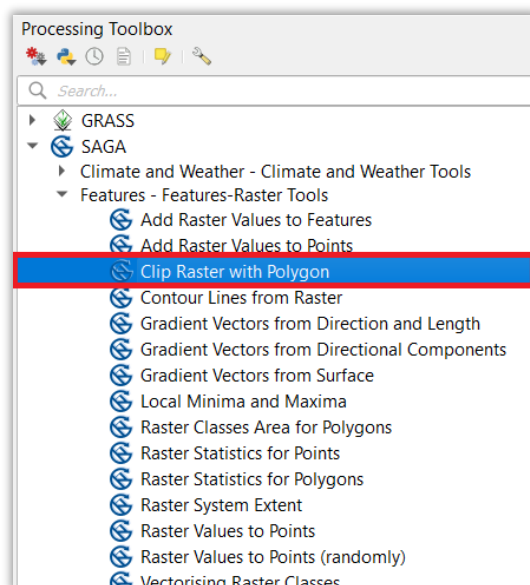
11. Vytvorenie výrezu a rozdelenie rastra DMR

Výrez podľa vektorovej polygónovej vrstvy

Výrez z rastra DMR podľa záujmového územia (vektorového polygónu) je možné urobiť pomocou nástroja:

1) *Clip Raster with Polygon*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing toolbox* →

SAGA → *Features* – *Features-Raster Tools*:

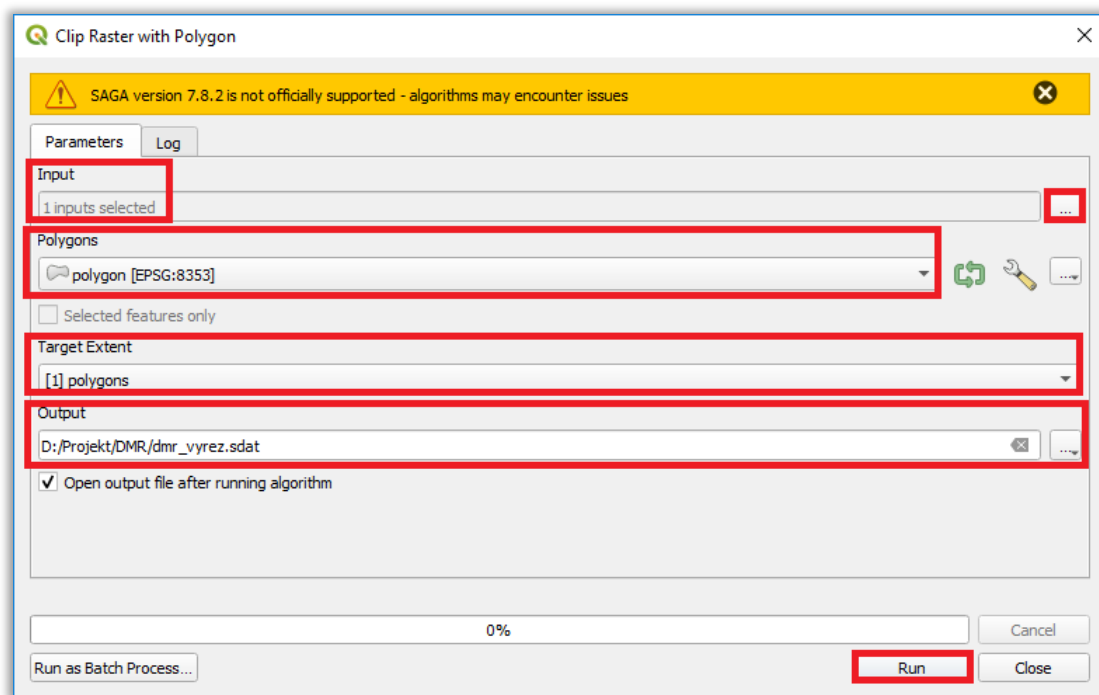


Po spustení nástroja treba vyplniť požadované parametre a kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input* - vybrať vstupný DMR.
- *Polygons* - vybrať polygónovú vrstvu, podľa ktorej sa urobí výrez z DMR.



- *Target Extent* – vybrať možnosť *polygons*.
- *Output* - zadať umiestnenie a názov výstupného súboru vo formáte SDAT:



Na výstupe je raster vo formáte SDAT. Pre export do iných formátov (napr. GeoTIFF) je možné použiť postup uvedený v [2. kapitole](#).

Výsledný výrez z DMR (čierno-biely) podľa zvoleného územia (fialový polygón):



Rozdelenie DMR na viacero častí podľa pravouhlej mriežky:

DMR je možné rozdeliť na viacero menších častí, ktoré budú spolu presne susediť.

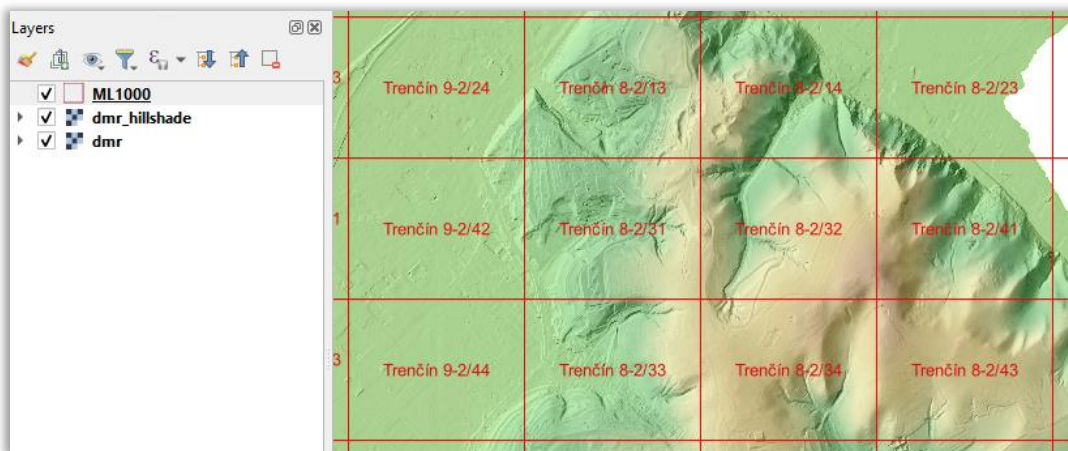
Ako prvé si treba pripraviť vektorovú polygónovú vrstvu podľa , ktorej sa DMR bude orezávať.

Pre orezanie je ideálna pravouhlá štvorcová alebo obdĺžniková mriežka. Pre rastre v súradnicovom systéme S-JTSK[JTSK03] alebo S-JTSK[JTSK] je možné použiť napr. aj klady mapových listov (napr. pre mierku 1:1000 alebo 1:2000), ktoré sa dajú bezodplatne stiahnuť vo formáte Shapefile a súr. systéme S-JTSK[JTSK] na stránke:

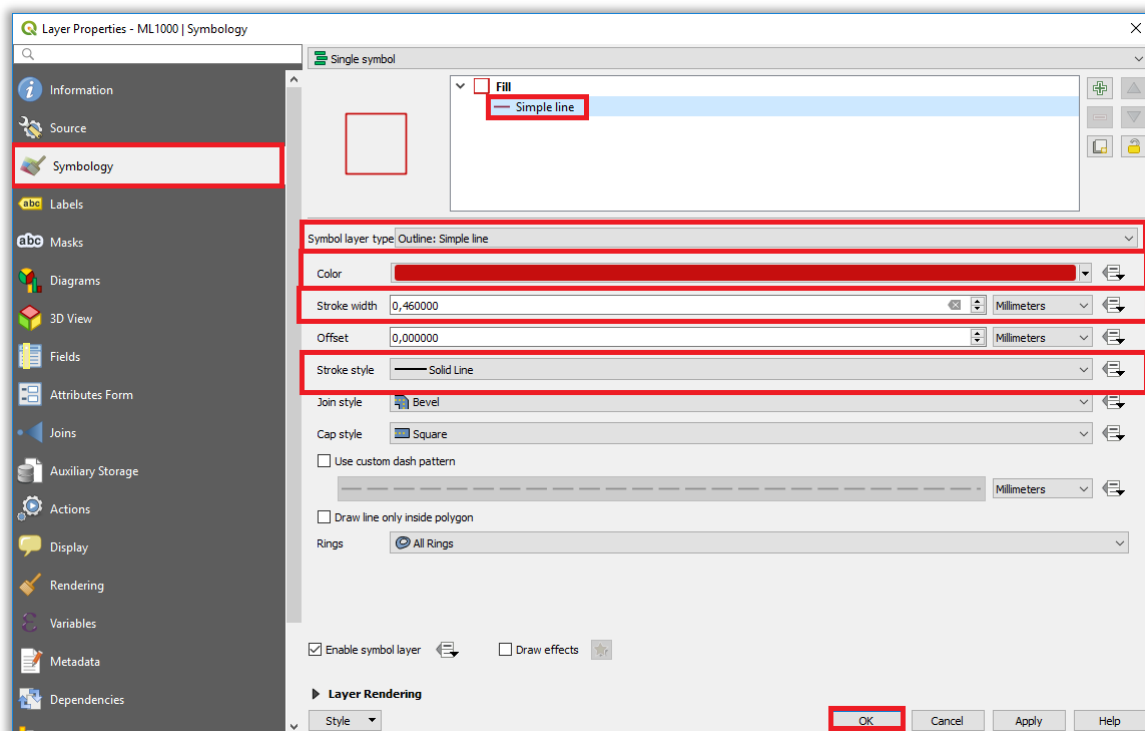
<https://www.geoportal.sk/sk/kataster-nehnutelnosti/na-stiahnutie/>

Postup:

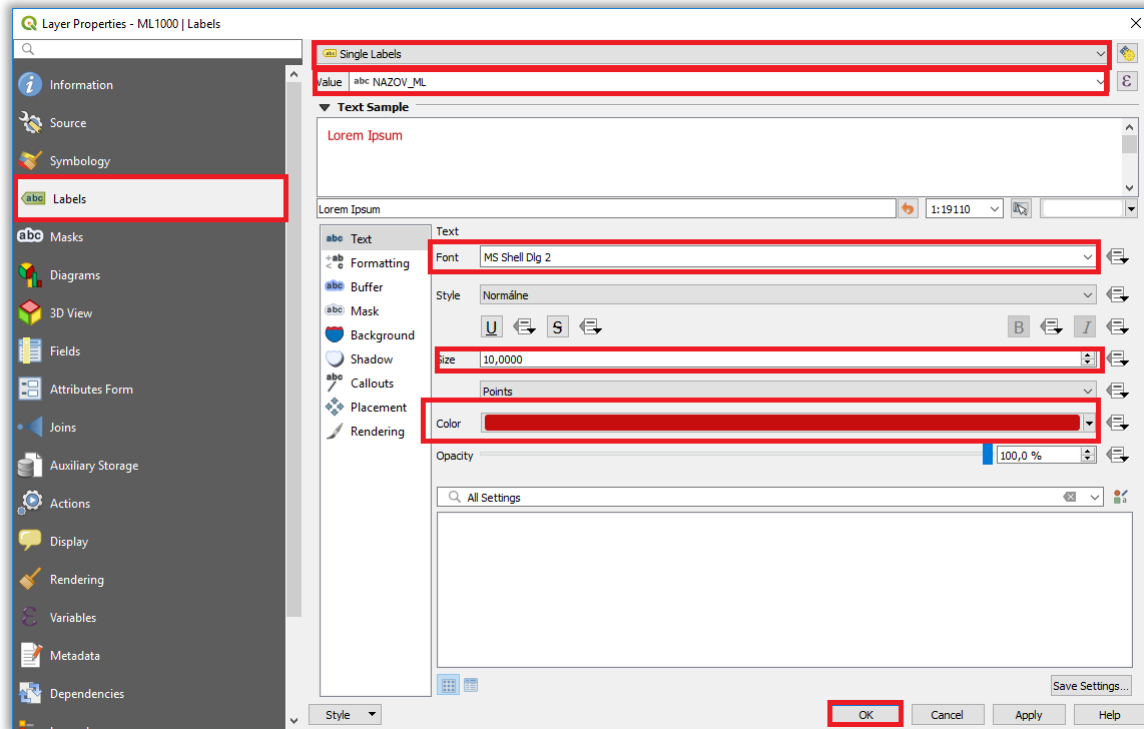
a) Do projektu v QGIS si pripojiť DMR a polygónovú vrstvu, podľa ktorej sa DMR bude orezávať, a v paneli *Layers* ju umiestniť nad vrstvu DMR):




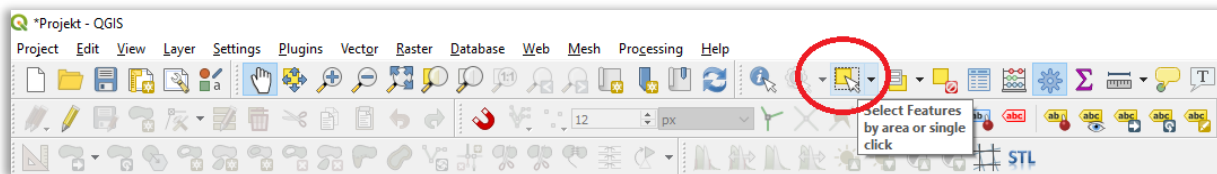
Symboliku polygónovej vrstvy je možné nastaviť v *Properties* → *Symbology*:



Popis polygónej vrstvy je možné nastaviť v *Properties* → *Labels*:



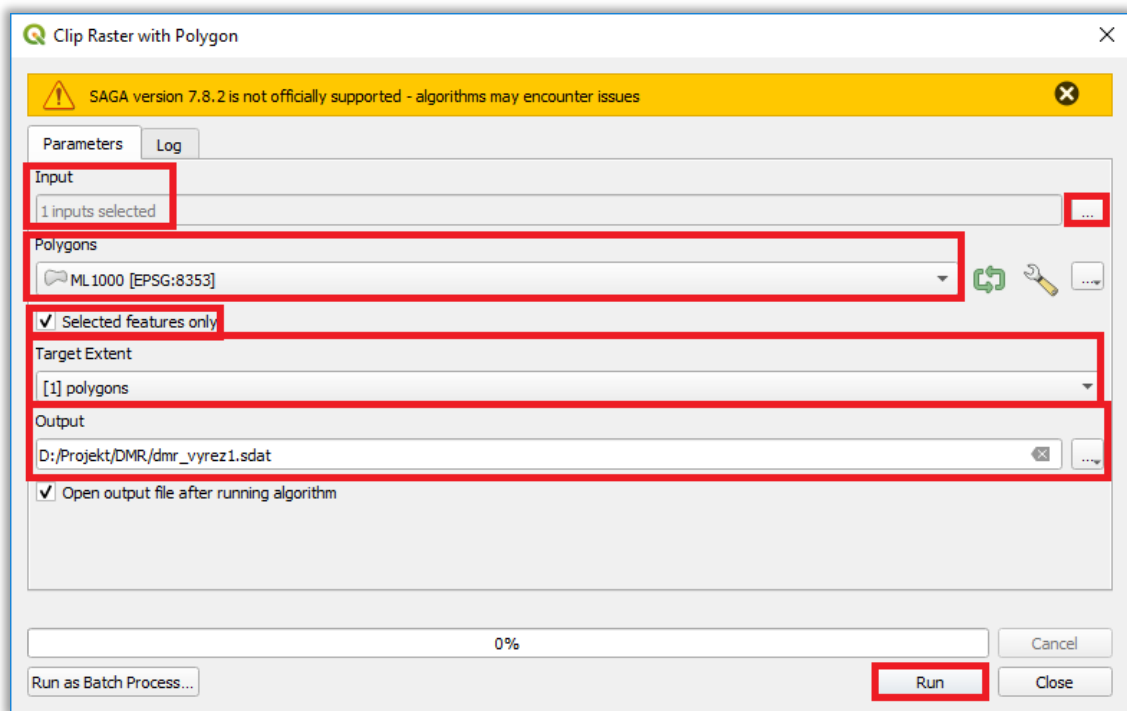
b) V paneli Layers kliknúť pravým tlačidlom myši na polygónovú vrstvu a potom v paneli s nástrojmi kliknúť na ikonku  (*Select Features by area or single click*):



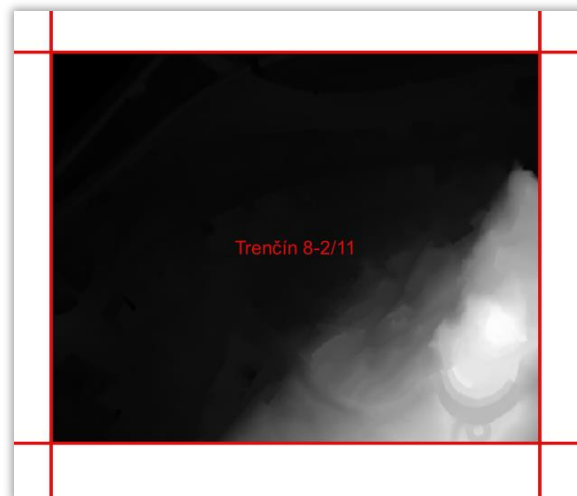
Pomocou tohto nástroja potom v mapovom okne označiť jeden alebo viacej polygónov, podľa ktorých ohraničenia sa z DMR urobí výrez:



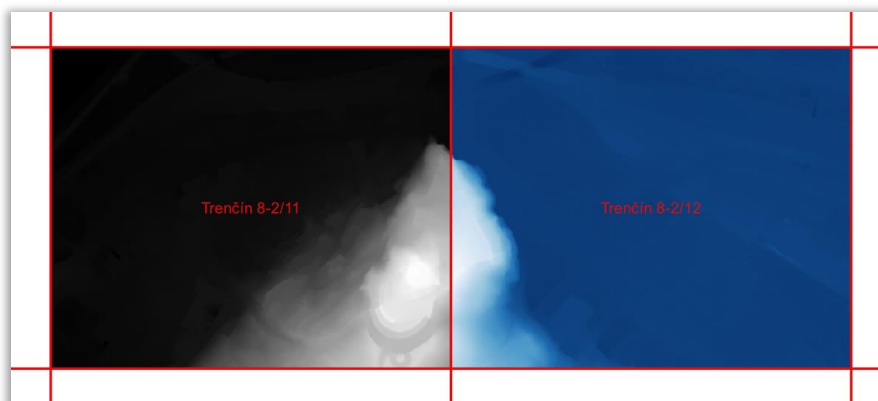
c) Spustiť nástroj *Clip Raster with Polygon* a vyplniť potrebné parametre *Input*, *Polygons*, *Target Extent*, *Output* a označiť políčko *Selected features only*:



Na výstupe je DMR orezaný podľa zvoleného polygónu:

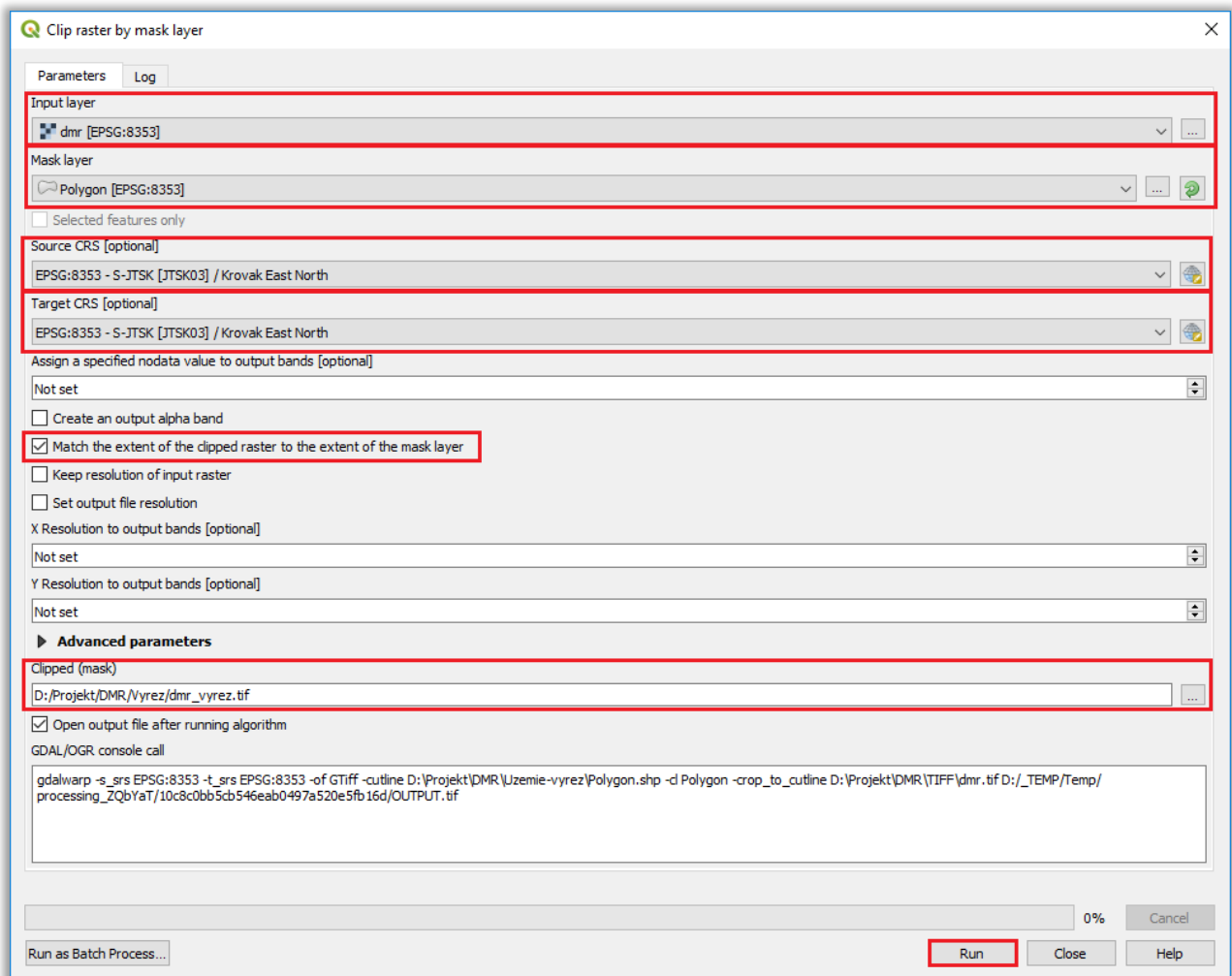


Takýmto spôsobom je možné DMR postupne rozdeliť na viacero častí:



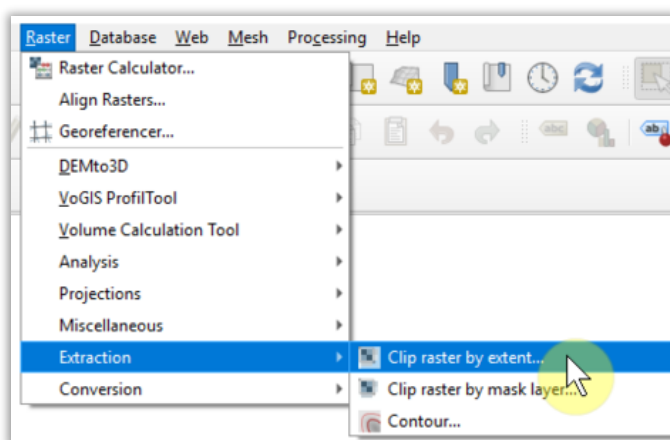
2) *Clip raster by mask layer*, ktorý sa nachádza v paneli *Raster* → *Extraction*. Po spustení toho nástroja sa objaví okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *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.




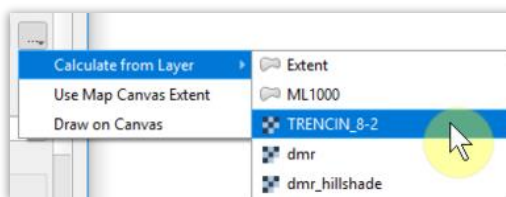
Výrez podľa rastrovej vrstvy

Výrez z rastra DMR podľa priestorového ohraničenia (Extent) rastrovej vrstvy (napr. rastra Ortofotomozaiky alebo ZBGIS rastra) je možné urobiť pomocou nástroja *Clip raster by extent*, ktorý sa nachádza v paneli *Raster* → *Extraction*:

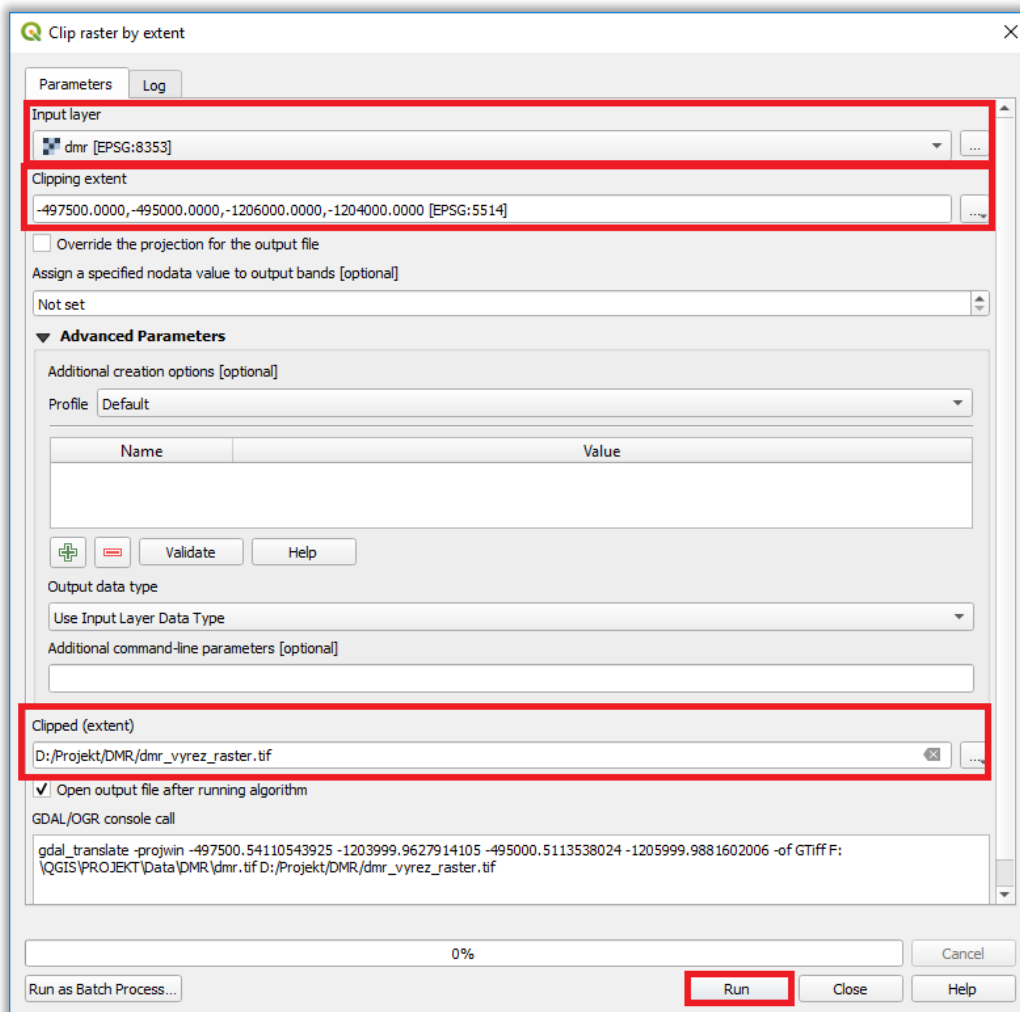


Po spustení toho nástroja sa objaví okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

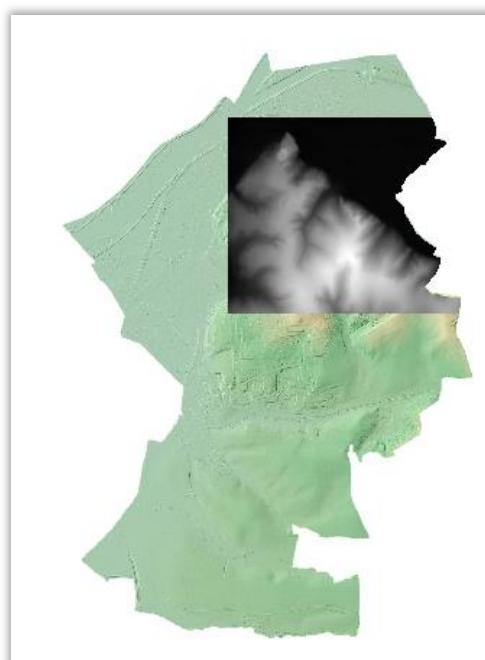
- *Input layer* - vybrať vstupný raster DMR.
- *Clipping extent* - kliknúť na ikonku  a vybrať možnosti *Calculate from layer* a tam vybrať raster, podľa ktorého sa urobí výrez. Príklad pre výrez podľa rastra ortofotomozaiky:



- *Clipped (extent)* - zvoliť možnosť *Save to File...* a zadať názov, formát, umiestnenie výstupného rastra.



Výsledný výrez (čiernobiely raster) z DMR podľa zvoleného rastra ortofotomozaiky:



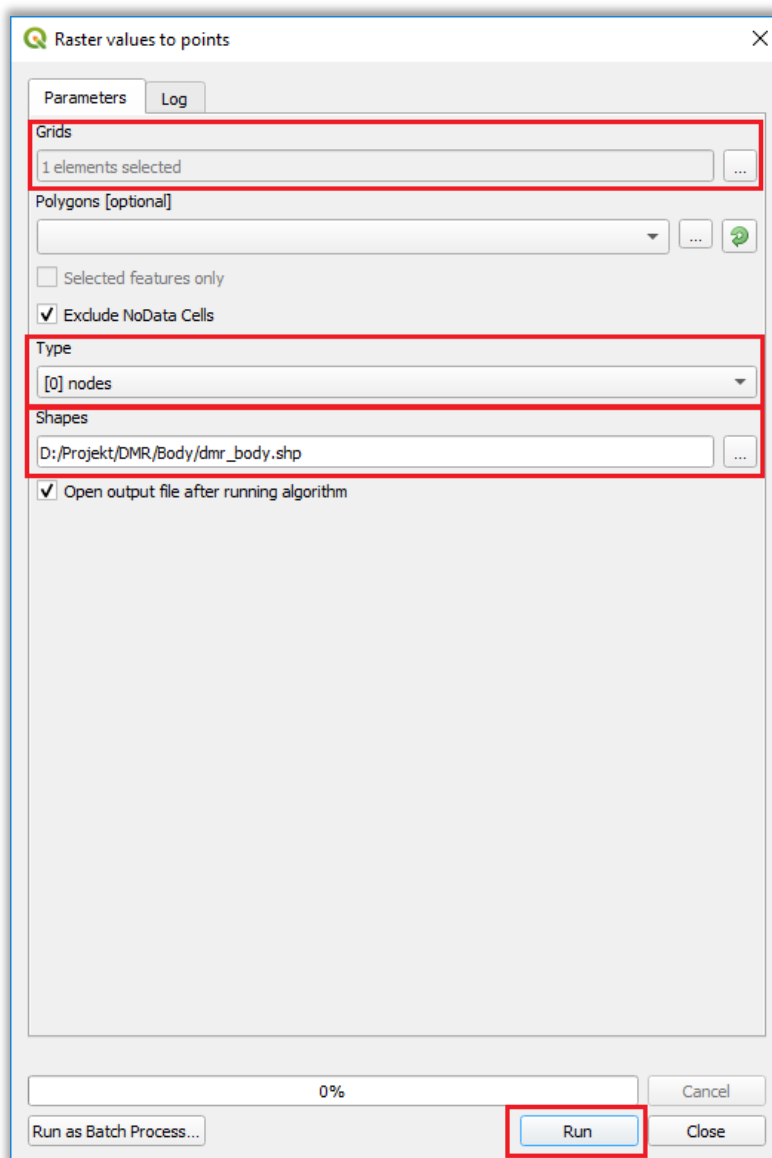
12. Export na body vo formáte Shapefile

DMR je možné exportovať na vektorovú vrstvu bodov, ktoré sa budú nachádzať v strede buniek pôvodného rastra a hodnoty v poslednom stĺpci ich atribútovej tabuľky budú predstavovať výšku DMR zodpovedajúcu danej bunke rastra. Slúži na to nástroj *Raster Values to Points*, ktorý sa nachádza v paneli nástrojov *Processing Toolbox* → *SAGA* → *Features – Features-Raster Tools*.

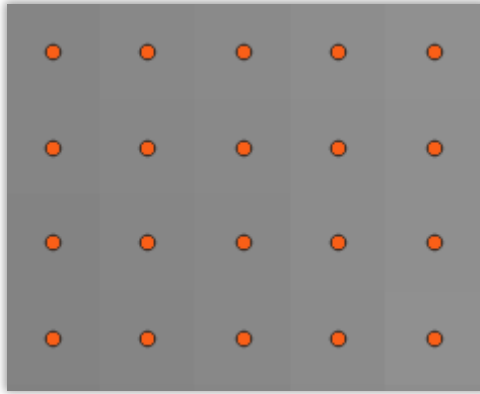
Ako prvý krok je potrebné skontrolovať nastavenie správneho súradnicového systému DMR podľa postupu uvedeného v [1. kapitole](#). Po spustení nástroja *Vector<->raster* sa otvorí okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Grids* - vybrať vstupný DMR.
- *Type* - vybrať hodnotu *nodes*.
- *Shapes* - zadať názov, formát (Shapefile) a umiestnenie výstupnej bodovej vrstvy.


Upozornenie: Názvy priečinkov a súborov, ktoré sa v budú v nástroji používať, by mali byť pomenované bez diakritiky a medzier, pretože proces môže skončiť s chybou.

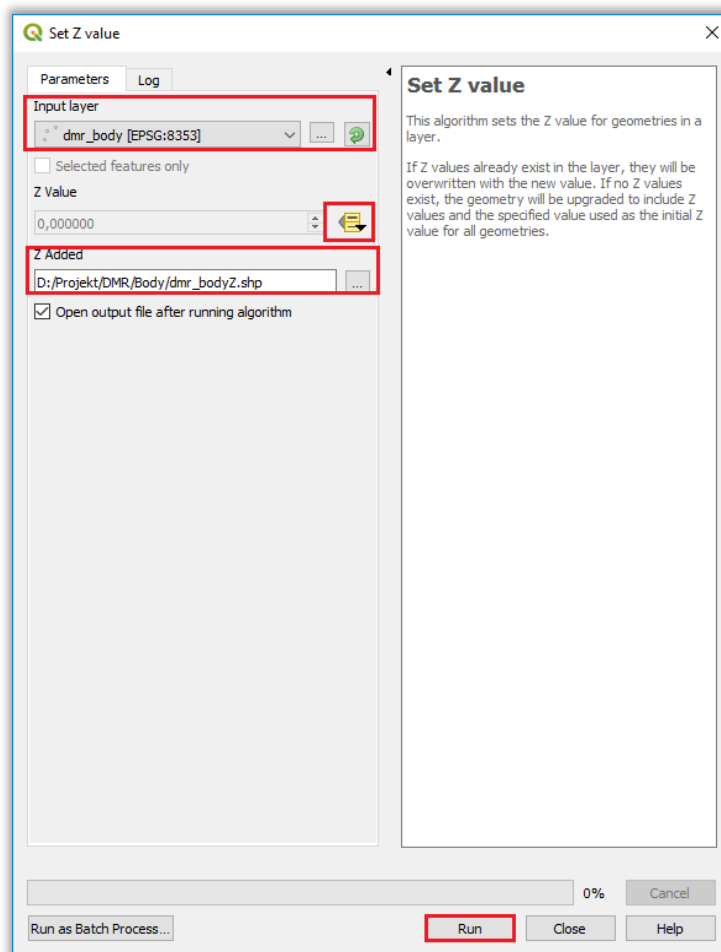


Výsledok exportu DMR na bodovú vrstvu:

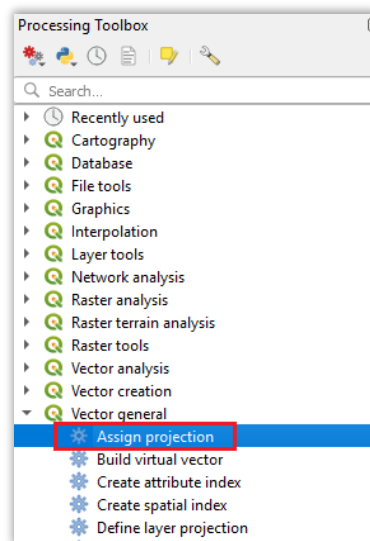



Tieto body sú len dvojrozmerné, čiže ich geometria neobsahuje súradnicu Z (výšku). Súradnicu Z je možné bodom doplniť z posledného stĺpca ich atribútovej tabuľky, ktorý obsahuje hodnotu výšky DMR. Použije sa na to nástroj *Set Z value*, ktorý sa nachádza v paneli nástrojov *Processing Tools* → *Vector geometry*. Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

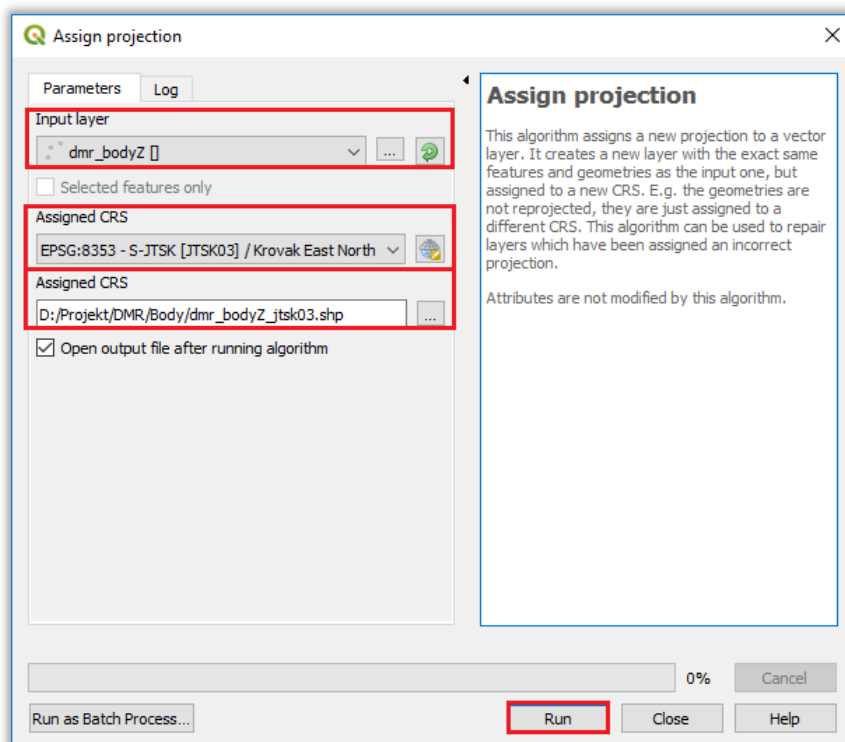
- *Input layer* - vybrať bodovú vrstvu vytvorenú v predchádzajúcom kroku.
- *Z Value* - kliknúť na ikonku  a tam vo *Field type*: *int*, *double*, *string* a vybrať atribút, v ktorom sú uvedené hodnoty výšok buniek DMR (posledná možnosť).
- *Z Added* - zadať názov, formát (napr. Shapefile) a umiestnenie výstupnej bodovej vrstvy.



Po ukončení procesu skontrolovať zadaný súradnicový systém vytvorenej bodovej vrstvy v paneli *Layers* vo vlastnostiach *Properties*. V prípade potreby je možné nastaviť súradnicový systém pomocou funkcie *Assign projection*, ktorá sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Vector general*:

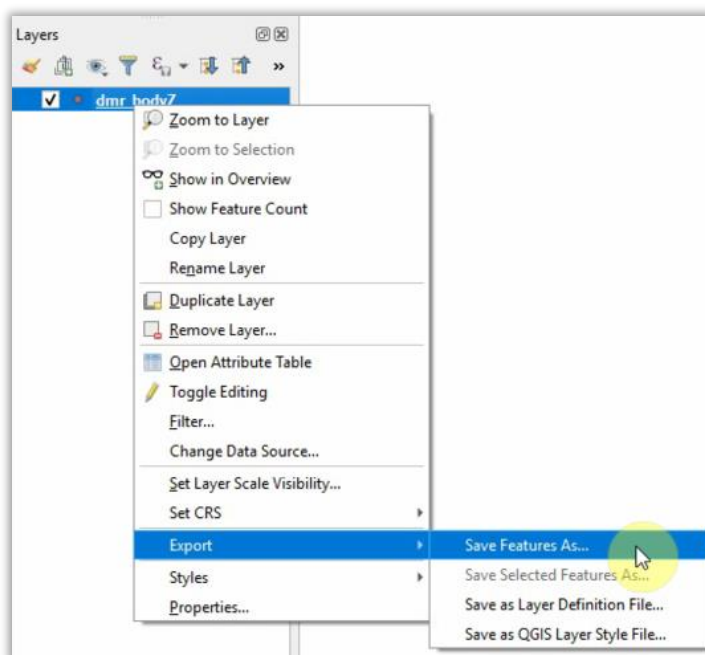


Otvorí sa okno *Assign projection*, kde v časti *Input layer* vybrať bodovú vrstvu a v časti *Assigned CRS* kliknúť na ikonku *Select CRS* . Otvorí sa okno *Coordinate Reference System Selector*, kde sa vyberá súradnicový systém. Pre S-JTSK[JTSK03] zadať do políčka *Filter* číslo 8353, ktorý predstavuje jeho EPSG kód. Pre DMR v súradnicovom systéme ETRS89-TM34 zadať do políčka *Filter* číslo 3046, ktoré predstavuje jeho EPSG kód. Vyhľadany súradnicový systém sa zobrazí v okne *Coordinate Reference System*, kde ho treba označiť ľavým tlačidlom myši a potom ešte kliknúť na tlačidlo *OK*. Nakoniec v okne *Assigned projection* v druhom políčku *Assigned CRS* vybrať názov, formát (napr. Shapefile) a umiestnenie výstupného súboru a kliknúť na tlačidlo *Run*:



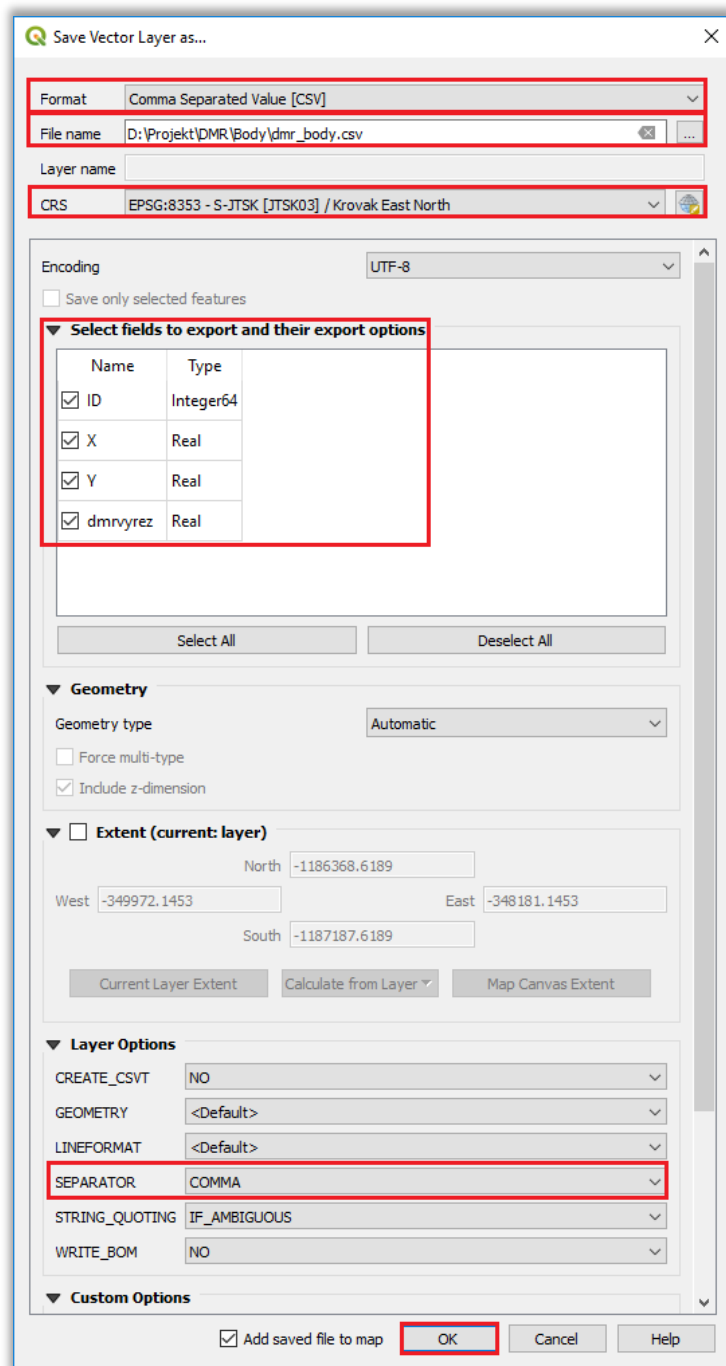
13. Export do textového formátu CSV

Bodovú vrstvu vo formáte Shapefile vytvorenú z DMR podľa postupu uvedeného v [12. kapitole](#) je možné vyexportovať do textového formátu CSV ako zoznam súradníc tak, že v paneli *Layers* kliknúť pravým tlačidlom myši na vrstvu a vybrať *Export* → *Save Features As*:



Otvorí sa okno *Save Vector Layer as*, kde treba vyplniť požadované parametre a kliknúť na tlačidlo *OK*:

- *Format* - vybrať Comma Separated Value [CSV].
- *File name* - zadať názov a umiestnenie výstupného súboru CSV.
- *CRS* - vybrať rovnaký súradnicový systém, ako má vstupný súbor.
- *Selected fields to export and their export options* – označiť políčka, ktoré sa majú vyexportovať do súboru CSV: 1. ID = identifikátor bodu, 2. X = súradnica X, 3. Y = súradnica Y, 4. súradnica Z (výška DMR v danom bode) - názov tohto atribútu je zhodný z názvom použitého DMR.
- *Layer Options* – v časti *SEPARATOR* sa dá vybrať spôsob oddelenia stĺpcov: COMMA (čiarka), TAB (tabulátor), SEMICOLON (bodkočiarka).



Ukážka vytvoreného súboru CSV:

```
ID,X,Y,dmr
"1",-386093.145260000,-1203660.618899999,1422.281250000
"2",-386092.145260000,-1203660.618899999,1422.021972700
"3",-386091.145260000,-1203660.618899999,1421.715210000
"4",-386090.145260000,-1203660.618899999,1421.335937500
"5",-386089.145260000,-1203660.618899999,1420.983032200
"6",-386088.145260000,-1203660.618899999,1420.713256800
"7",-386087.145260000,-1203660.618899999,1420.414794900
"8",-386086.145260000,-1203660.618899999,1420.007446300
"9",-386085.145260000,-1203660.618899999,1419.604492200
"10",-386084.145260000,-1203660.618899999,1419.250732400
```

14. Export do formátu DXF

Bodovú vrstvu vo formáte Shapefile vytvorenú z DMR podľa postupu uvedeného v [12. kapitole](#) je možné vyexportovať do formátu DXF pre použitie v CAD softvéroch tak, že paneli *Layers* kliknúť pravým tlačidlom myši na vrstvu, vybrať funkciu *Export* → *Save Feature As...* Otvorí sa okno *Save Vector Layer as*, kde treba vyplniť požadované parametre a kliknúť na tlačidlo *OK*:

- *Format* - vybrať AutoCAD DXF.
- *File name* - zadať názov a umiestnenie výstupného súboru DXF.
- *CRS* - vybrať rovnaký súradnicový systém, ako má vstupný súbor.

Save Vector Layer as...

Format: AutoCAD DXF

File name: D:\Projekt\DMR\Body\dmr_body.dxf

Layer name:

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

Encoding: UTF-8

Save only selected features

Symbology export: No symbology

Scale: 1:1000000

▼ Geometry

Geometry type: Automatic

Force multi-type

Include z-dimension

▼ Extent (current: layer)

North: -1186368.6189

West: -349972.1453 East: -348181.1453

South: -1187187.6189

Current Layer Extent Calculate from Layer Map Canvas Extent

▼ Datasource Options

HEADER:

TRAILER:

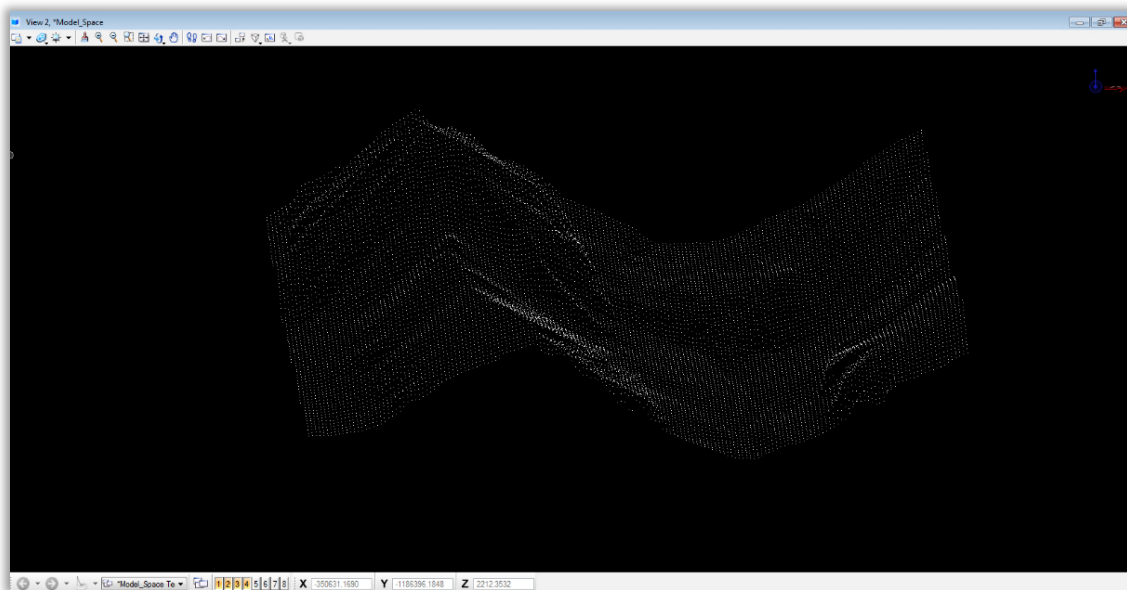
▼ Custom Options

Data source:

Layer:

Add saved file to map OK Cancel Help

Vizualizácia vytvoreného DXF súboru v CAD 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 3.22.2:

C:\Program Files\QGIS 3.22.2\share\gda\), 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
```

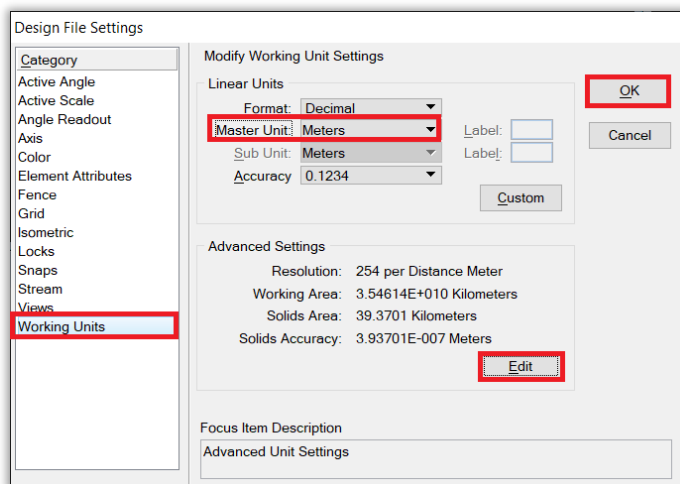
```
6
```

Viac informácií o nastavených jednotkách v DXF súbore na stránke:

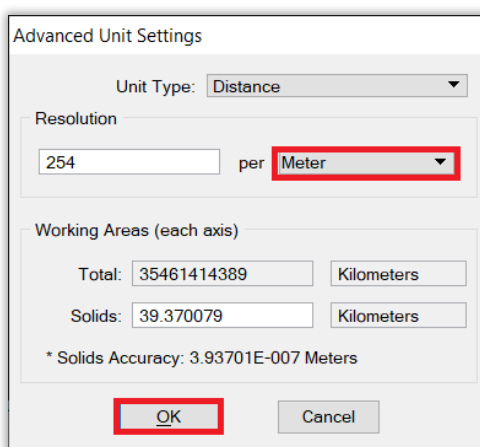
<https://ezdxf.readthedocs.io/en/stable/concepts/units.html>

Po otvorení vytvoreného súboru DXF napr. v softvéri Bentley MicroStation treba skontrolovať a nastaviť správne jednotky v projekte v časti *Settings* → *Design File* → *Working Units*:

- pri súradnicovom systéme S-JTSK a ETRS89-TM34 treba v časti *Modify Working Unit Settings* v políčku *Master units* mať správne nastavené *Meters*:



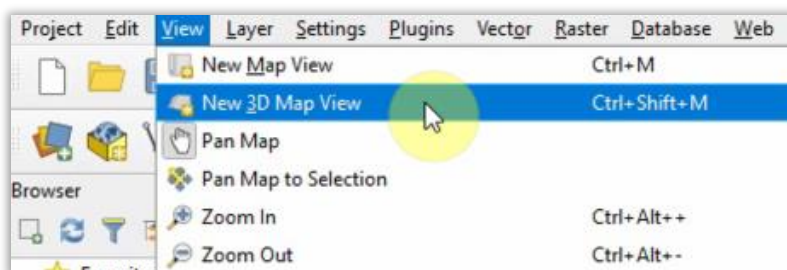
- v časti *Advanced Setting* kliknúť na tlačidlo *Edit* a v *Resolution* treba mať nastavené *Meter*:




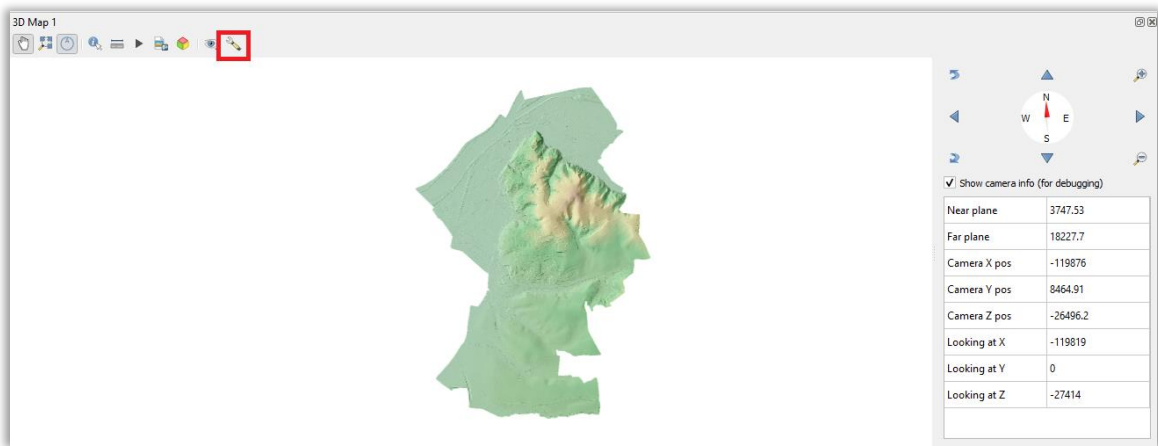
Správne nastavenie jednotiek je dôležité z dôvodu, ak sa do projektu budú pridávať aj iné údaje, aby sa potom vrstvy spolu správne polohovo zobrazovali.

15. 3D zobrazenie

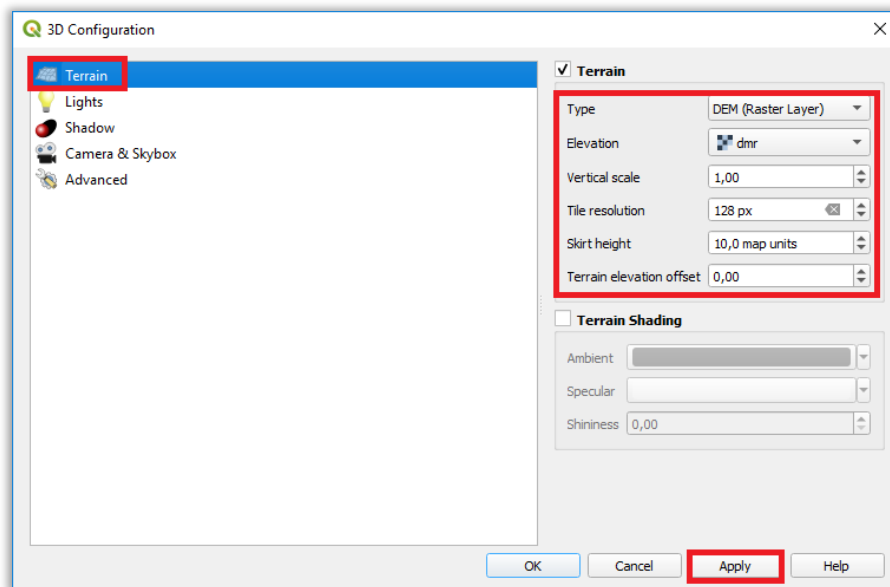
Na zobrazenie DMR v 3D pohľade je možné použiť funkciu *New 3D Map View*, ktorá sa nachádza v hlavnom menu v paneli *View*:



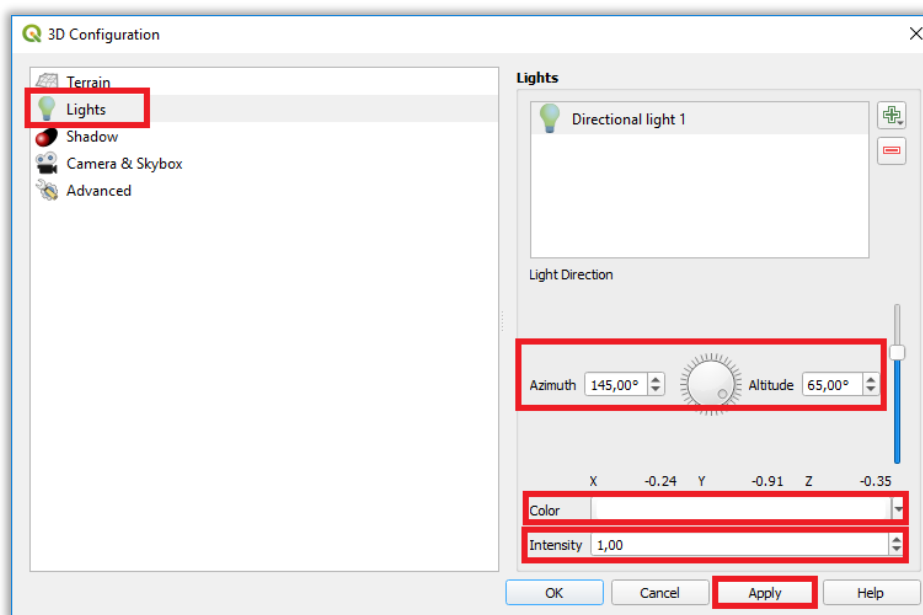
Po spustení sa otvorí sa nové mapové okno *3D Map*, v ktorom je možné prehliadať DMR v 3D zobrazení. V tomto okne treba na začiatku kliknúť na ikonku *Configure* , kde sa nastaví požadované parametre:



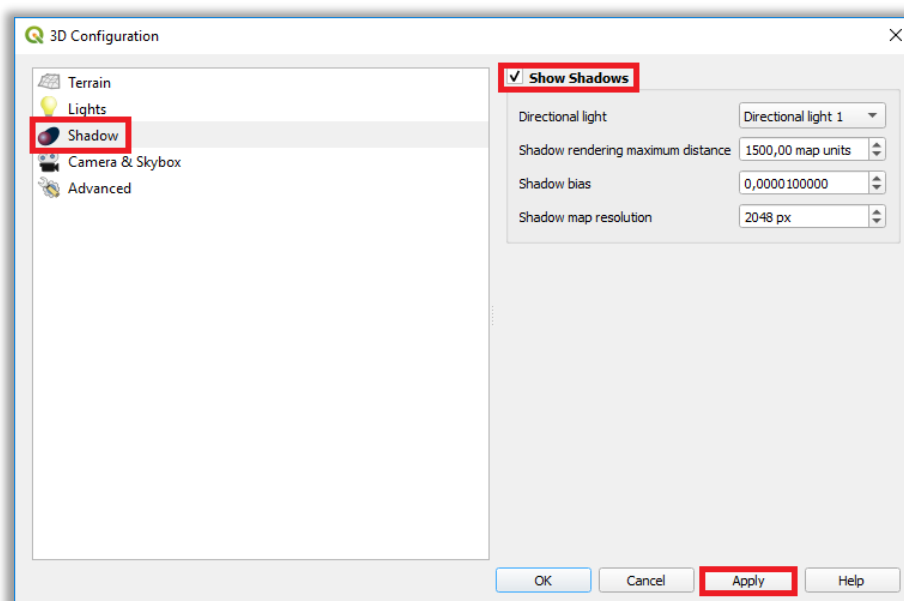
- *Terrain* → *Type* - vybrať hodnotu *DEM (Raster layer)*.
- *Terrain* → *Elevation* - vybrať *DMR*, podľa ktorého sa vygeneruje a zobrazí 3D terén.
- *Terrain* → *Vertical scale* – zadať mierkový faktor pre výšky (hodnota 1 znamená, že výšky budú vykreslené bez zmeny mierky).
- *Terrain* → *Tile resolution* – udáva, koľko vzoriek z vrstvy rastra použiť pre každú dlaždicu terénu v 3D zobrazení. Hodnota napr. 16 px znamená, že geometria každej dlaždice bude zostavená zo vzoriek výšky v počte 16x16. Vyššie číslo vytvára detailnejšie dlaždice terénu na úkor zvýšenej zložitosti vykresľovania.
- *Terrain* → *Skirt height* - Niekedy je možné pri 3D zobrazení vidieť malé „trhliny“ medzi dlaždicami terénu. Zvýšením tejto hodnoty sa pridajú zvislé steny („skirts“) okolo dlaždíc terénu, aby sa tieto „trhliny“ skryli.



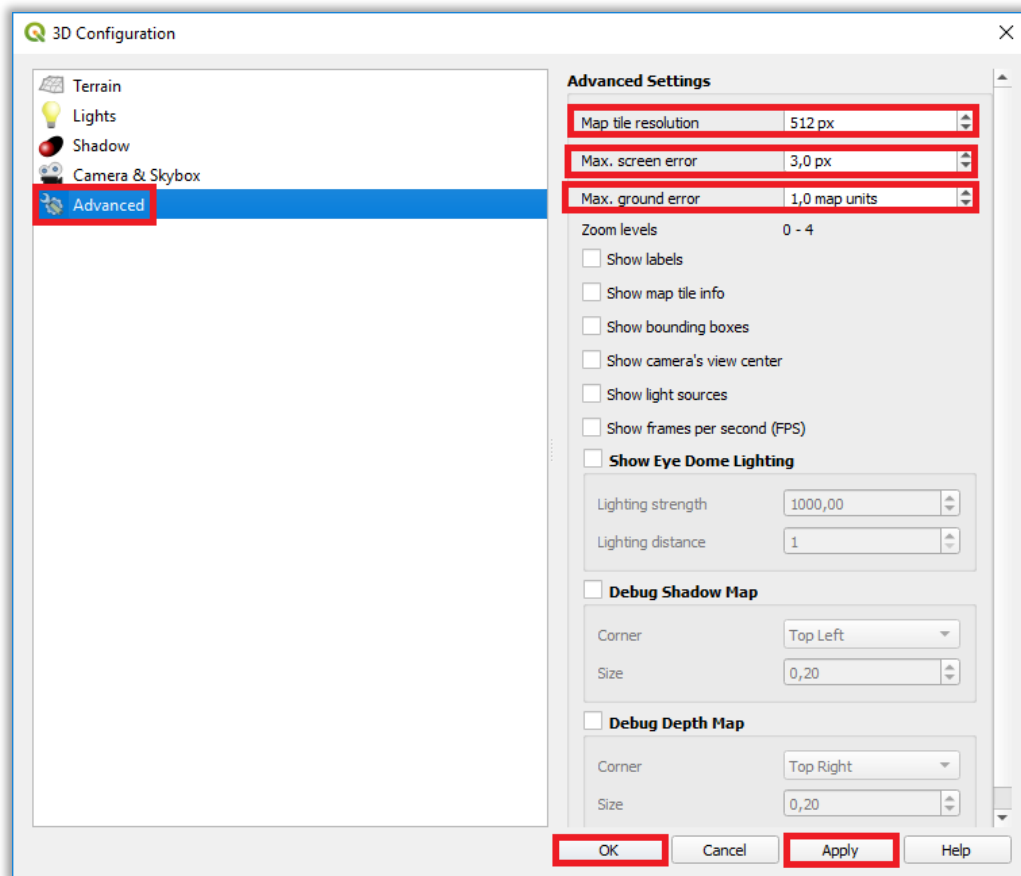
- *Lights* → *Light Direction* - nastaviť polohu zdroja osvetlenia: azimut (*Azimuth*) a výšku (*Altitude*).
- *Lights* → *Colour* - vybrať farbu osvetlenia.
- *Lights* → *Intensity* - nastaviť hodnotu intenzity osvetlenia.



- *Shadows* – pre zobrazenie tieňov v 3D pohľade označiť políčko *Show Shadows* a nastaviť požadované hodnoty parametrov *Shadow rendering maximum distance*, *Shadow bias* a *Shadow map resolution*.



- *Advanced* → *Map tile resolution* - šírka a výška 2D mapových obrázkov v pixloch používaných ako textúry pre dlaždice terénu v 3D zobrazení. Vyššie číslo vytvára detailnejšie dlaždice terénu na úkor zvýšenej zložitosti vykresľovania.
- *Advanced* → *Max. screen error* - určuje hranicu, keď sa existujúce dlaždice terénu vymenia za podrobnejšie dlaždice (a naopak) - t.j. ako skoro bude 3D zobrazenie používať dlaždice vyššej kvality. Nižšie číslo znamená viac detailov v 3D scéne na úkor zvýšenej zložitosti vykresľovania.
- *Advanced* → *Max. ground error* – udáva, pri akom rozlíšení terénnych dlaždíc je dobré prestať ich v 3D pohľade deliť na podrobnejšie dlaždice (pretože ich rozdelenie by aj tak neprineslo žiadne ďalšie detaily). Táto hodnota obmedzuje hĺbku hierarchie dlaždíc: nižšia hodnota zvyšuje hĺbku hierarchie, čím sa zvyšuje zložitosť vykresľovania.



Zmena pohľadu v okne *3D View* sa ovláda pomocou tlačidiel a pohybom myši (zmena natočenia DMR sa vykoná podržaním stredného tlačidla a posúvaním myši) alebo panela nástrojov umiestneného v pravej časti okna.

Ukážka 3D zobrazenia DMR:



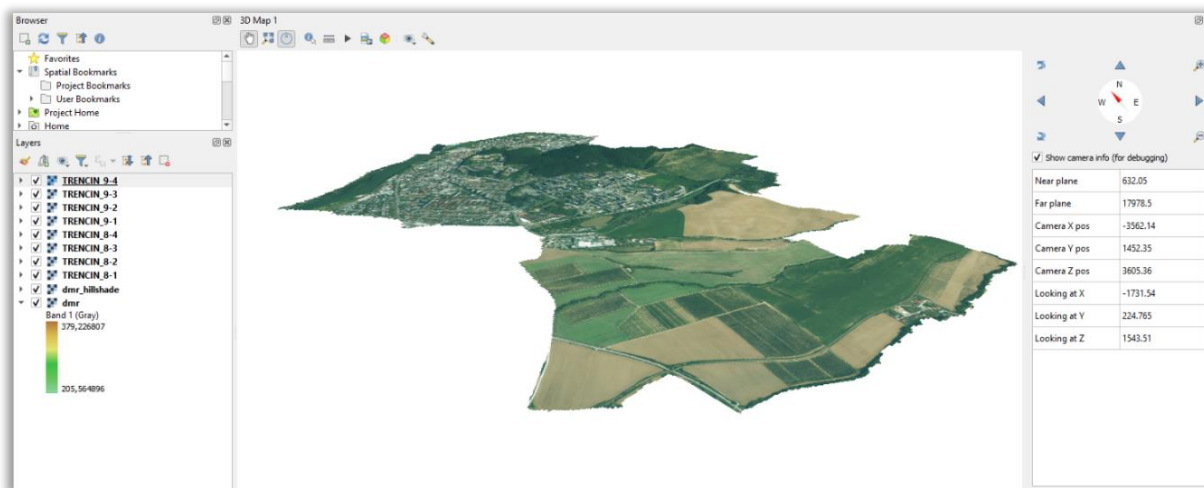
Ukážka 3D zobrazenia DMP:



DMR je tiež možné ofarbiť podľa ortofotomozaiky, ktorá sa dá bezodplatne stiahnuť priamo z aplikácie [Mapový klient ZBGIS](https://www.geoportal.sk/sk/zbgis/ortofotomozaika/) alebo z cloudu na stránke

<https://www.geoportal.sk/sk/zbgis/ortofotomozaika/>

Ortofotosnímky treba do QGIS pridať cez nástroj *Layer* → *Add Layer* → *Add Raster Layer* a v paneli *Layers* ich umiestniť nad vrstvou DMR:

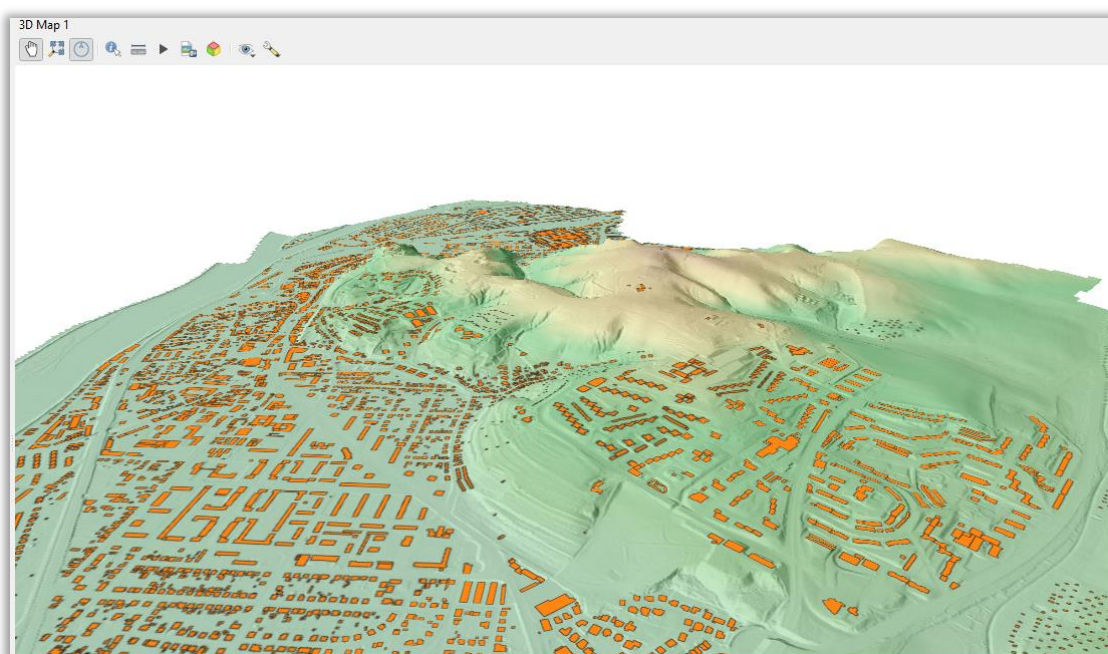


16. 3D zobrazenie objektov na DMR

QGIS umožňuje okrem 3D zobrazenia samotného DMR aj 3D zobrazenie objektov umiestnených na ňom (napr. budovy zo ZBGIS alebo INSPIRE). Do projektu je potrebné okrem DMR pripojiť aj vektorovú vrstvu objektov, ktoré sa majú nad DMR zobraziť. Aby sa aj tieto objekty sa zobrazili v 3D tvare, je potrebné, aby v atribútovej tabuľke mali uvedené svoje výšky nad terénom (napr. pre budovy zo ZBGIS je to atribút HGT, pre budovy z INSPIRE je to atribút heightAboveGround). Ako prvý krok je treba zobraziť DMR v 3D mapovom okne pomocou nástroja *New 3D Map View* podľa postupu uvedeného v [15. kapitole](#). Následne do projektu treba pridať požadovanú vektorovú vrstvu objektov cez nástroj *Add Vector Layer*, ktorý sa nachádza v paneli *Layer* → *Add Layer*. Objekty z tejto vrstvy sa potom zobrazia v okne *3D Map* priamo na povrchu DMR v 2D tvare.


Príklad zobrazenia budov z INSPIRE témy Buildings, ktoré je možné bezodplatne stiahnuť v súradnicovom systéme ETRS89 (kód EPSG:4258) na stránke

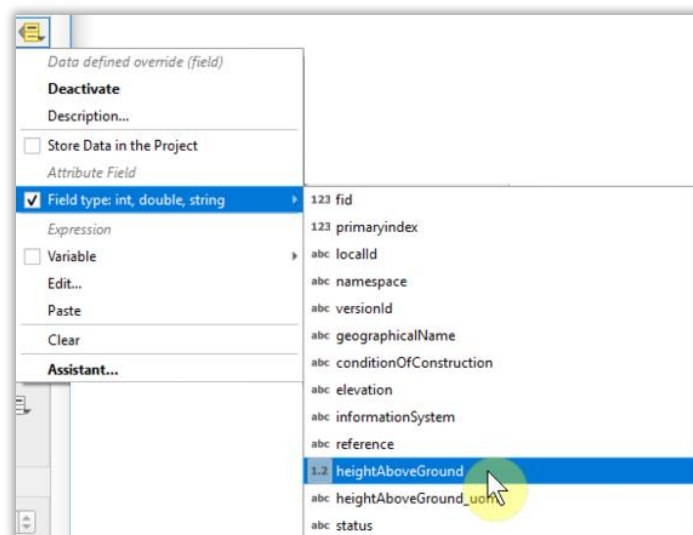
<https://www.geoportal.sk/sk/inspire/ukladacie-sluzby/>:



Budovy zo ZBGIS je možné zakúpiť cez portál [Produkty a služby](#).

Pre zobrazenie 3D tvaru objektu treba vo vlastnostiach vrstvy *Properties* v časti *3D View* vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo OK:

- V prvom políčku vybrať hodnotu *Single symbol*.
- *Height* – parameter udáva hodnotu výšky spodnej časti objektu nad terénom (DMR) v 3D zobrazení. Ak sa má spodná časť objektu nachádzať priamo na teréne (DMR), tak *Height=0,00*.
- *Extrusion* - kliknúť na ikonku  a tam vo *Field type*: *int, double, string* vybrať atribút, ktorý obsahuje výšku objektu nad povrchom.



- *Altitude clamping* - definujete polohu 3D objektu vzhľadom na podkladový povrch terénu (DMR):
 - *Terrain* alebo *Relative* – 3D objekt (jeho spodná časť) bude umiestnený priamo na teréne.
 - *Absolute* – 3D objekt (jeho spodná časť) bude umiestnený na základnej výškovej rovine, ktorá má hodnotou výšky rovnú 0 m.
- *Altitude binding* - definuje, akým spôsobom je objekt pripevnený k terénu:
 - *Centroid* - na teréne sa nachádza len stredový bod (centroid) objektu.
 - *Vertex* - na teréne sa nachádza každý vertex objektu.
- *Rendered facade* – vybrať časti objektov, ktoré sa majú v 3D zobraziť:
 - *Walls and Roofs* – kompletný tvar (steny aj strecha) objektu.



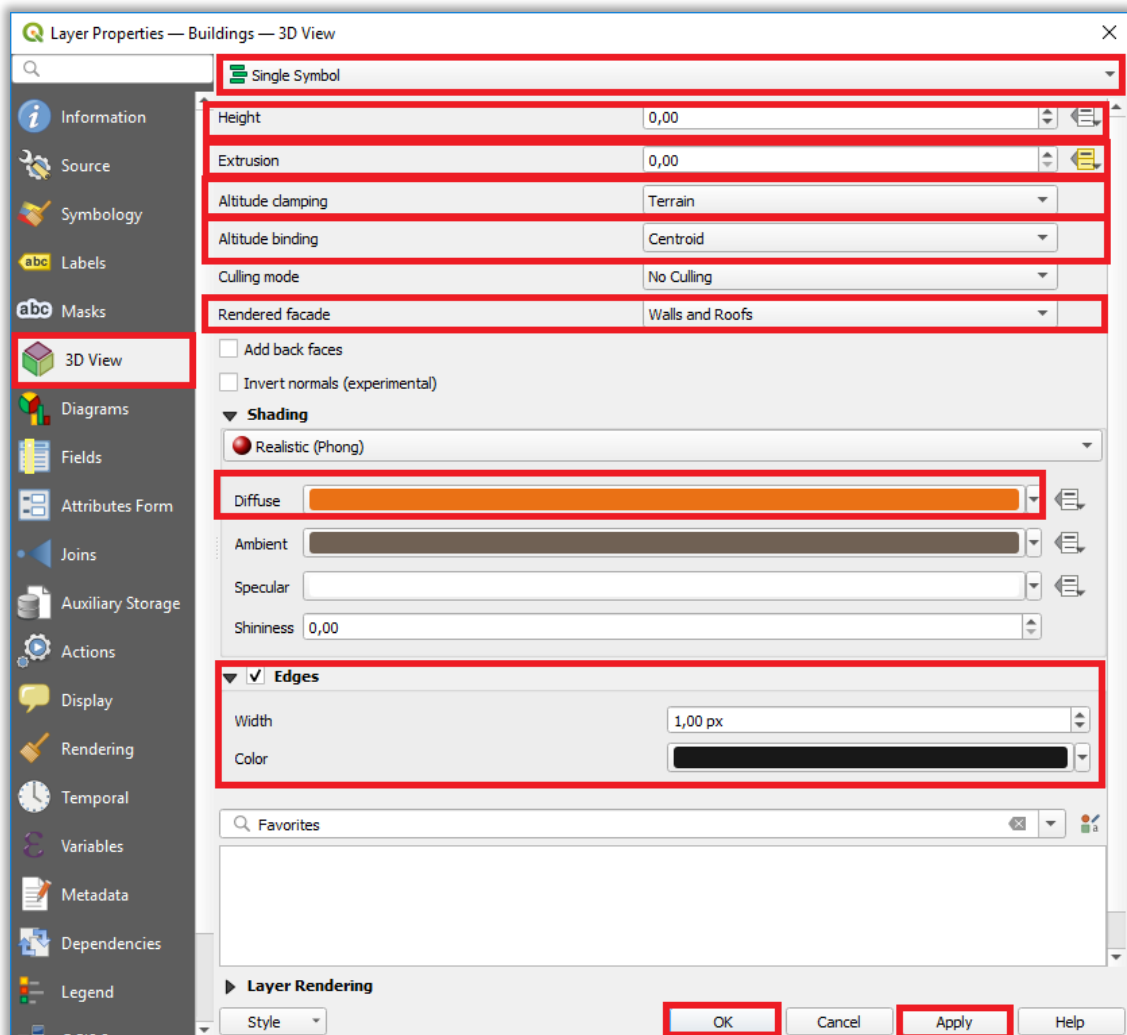
- *Walls* – len bočné steny objektu.



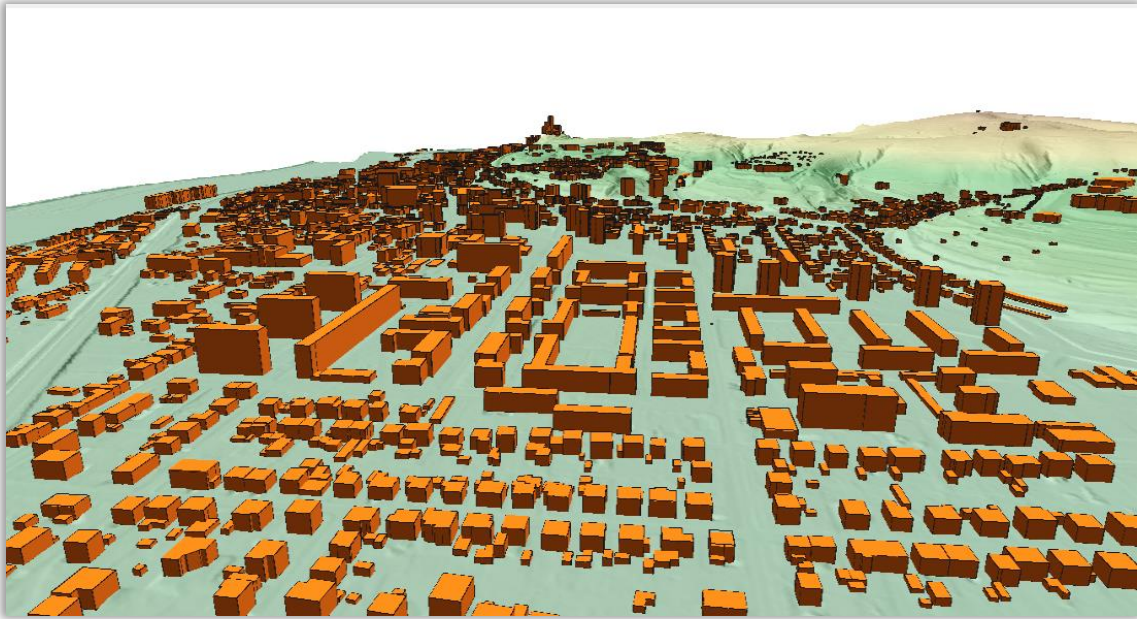
- *Roofs* – len vrchná časť (strecha) objektu.



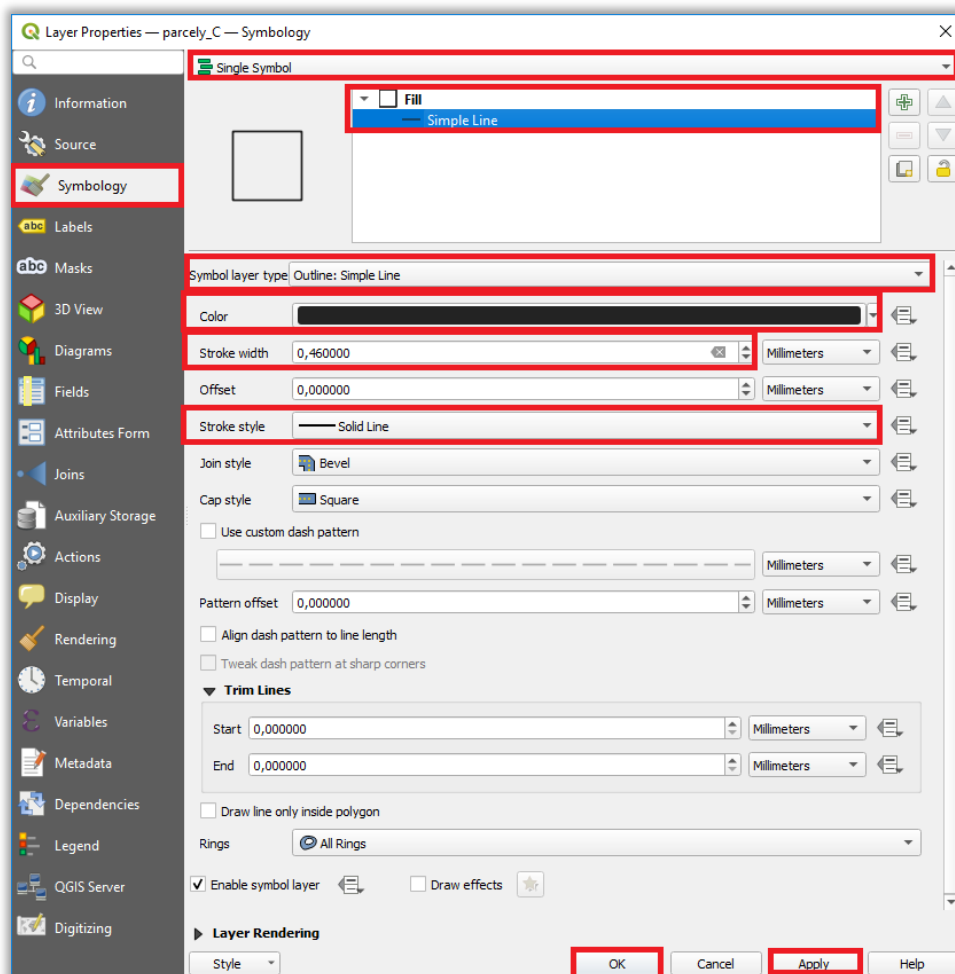
- *No Facades* – objekty sa nezobrazia.
- *Ambient* - vybrať farbu objektov.
- *Edges* – označiť políčko, ak je treba zvýrazniť hrany budov a nastaviť ich šírku (*Width*) a farbu (*Color*).



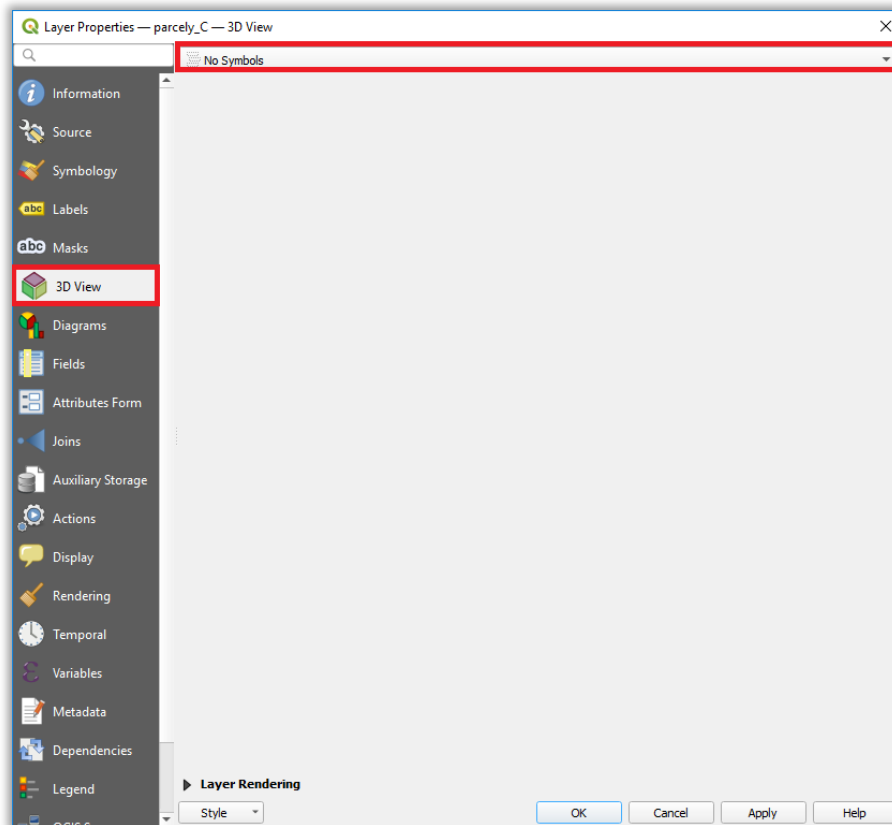
Príklad 3D zobrazenia budov z INSPIRE témy Buildings na DMR 5.0:



V prípade potreby zobraziť v 3D pohľade nad DMR len 2D objekty, ktoré nemajú hodnotu výšky nad terénom, ako sú napr. katastrálne parcely či cesty, tak v takomto prípade stačí v paneli *Layers* umiestniť takúto vektorovú vrstvu nad vrstvu DMR a vo vlastnostiach vrstvy *Properties* → *Symbology* im nastaviť požadovanú symboliku:



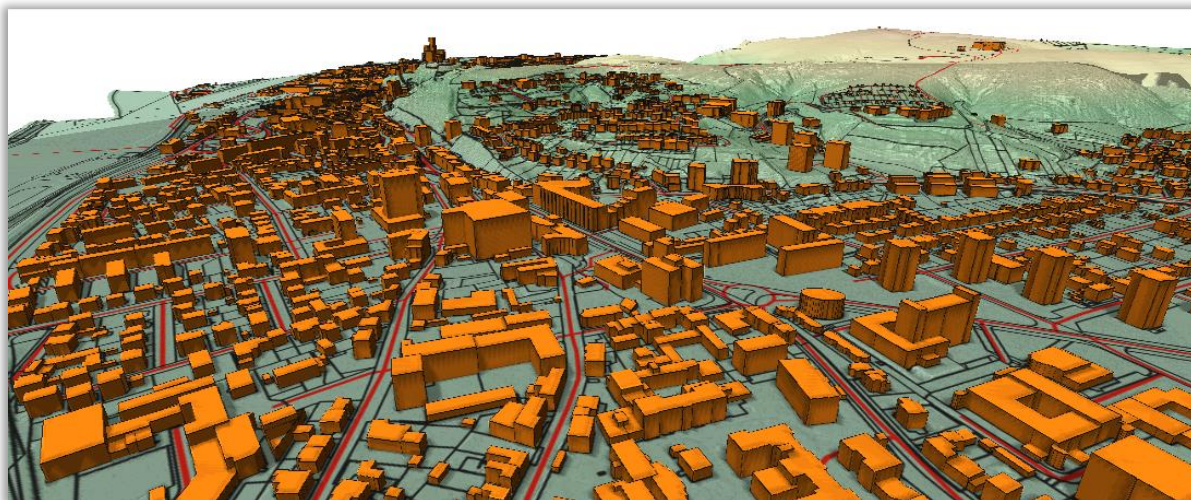
V časti *Properties* → *3D View* nastaviť *No Symbols*:



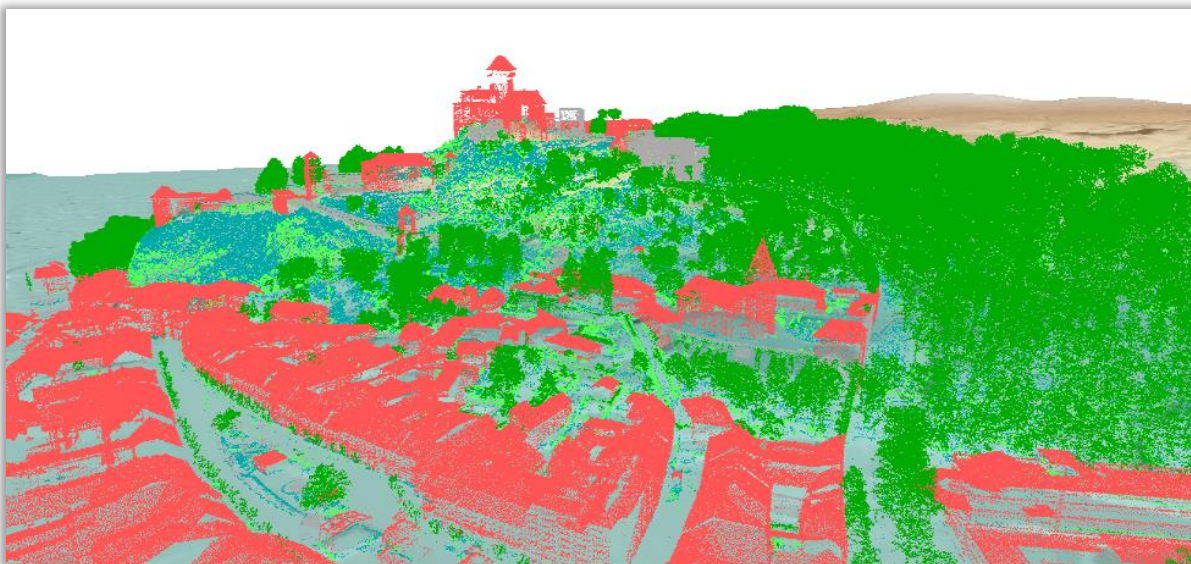
Príklad 3D zobrazenia katastrálnych parciel a ciest z INSPIRE témy Transport networks (<https://www.geoportal.sk/sk/inspire/ukladacie-sluzby/>) nad DMR:



Príklad 3Dzobrazneia budov, parcel a ciest nad DMR:



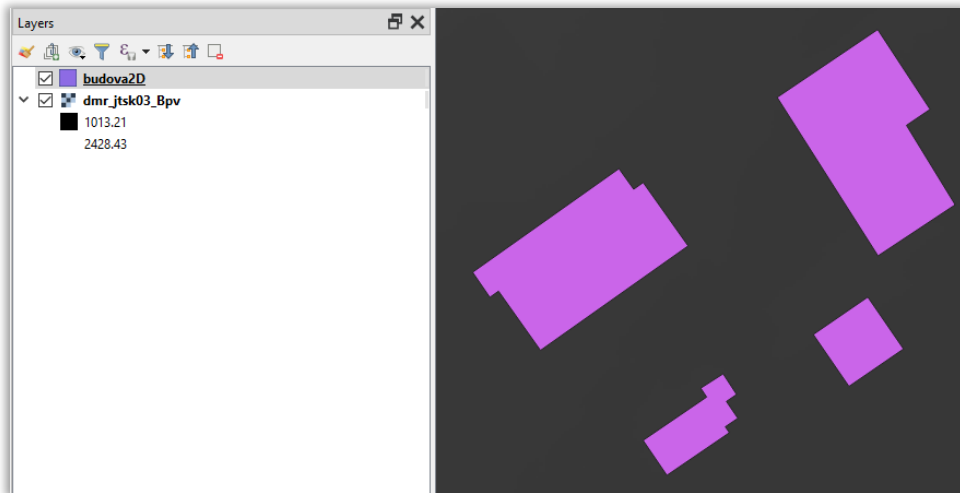
Pre 3D zobrazenie objektov nad DMR je taktiež možné použiť klasifikované mračno bodov. Postup je uvedený v návode <https://www.geoportal.sk/files/zbgis/lis/navod-mracno-bodov-ggis.pdf>.



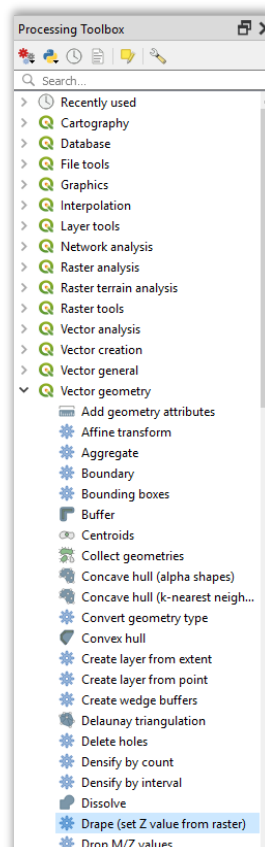
17. Pridanie výšky terénu vektorovým objektom

Ak je potrebné vektorovým objektom doplniť výšky (súradnice Z) vertexov podľa výšky terénu z DMR, je možné použiť nasledujúci postup:

- 1) Do projektu pridať DMR, podľa ktorého sa budú výšky určovať, pomocou funkcie *Layer* → *Add Layer* → *Add Raster Layer* ([1. kapitola](#)).
- 2) Po projekte pridať vektorovú vrstvu napr. vo formáte ESRI Shapefile pomocou funkcie *Add Vector Layer*, ktorá sa nachádza v paneli *Layer* → *Add Layer*:

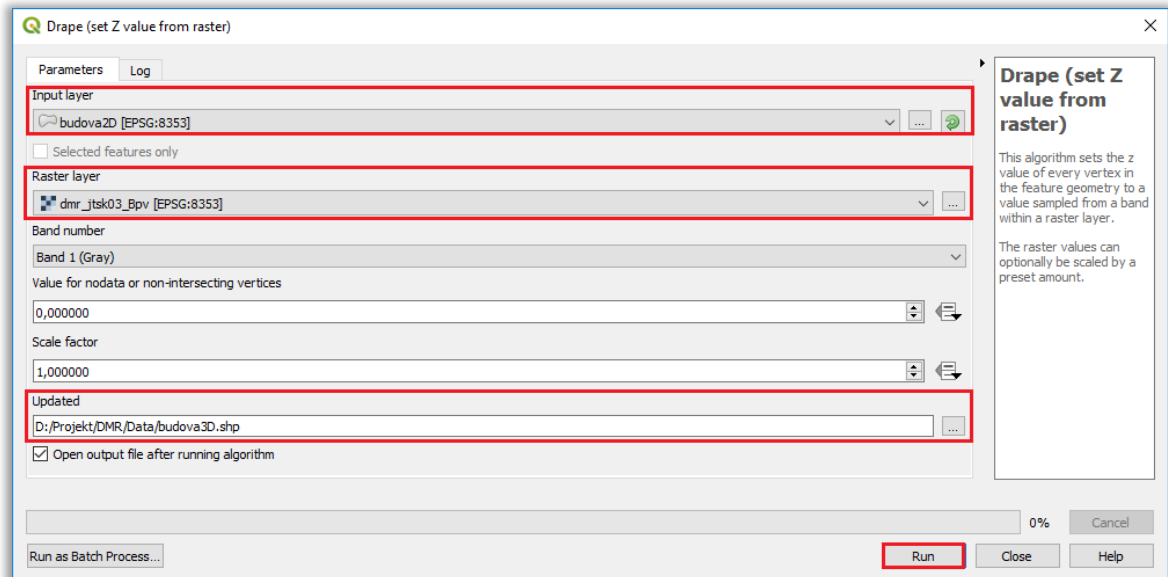


- 3) Na pridanie výšok z DMR jednotlivým bodom (vertexom) vektorovej vrstvy slúži nástroj *Drape (set Z value from raster)*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Vector geometry*:



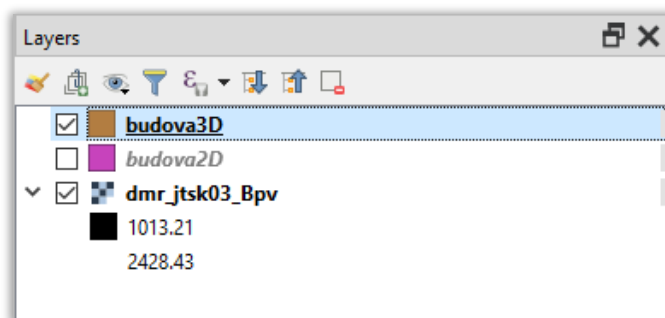
Po spustení tohto nástroja sa otvorí okno *Drape (sez Z value from raster)*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:


- *Input layer* – vybrať vstupnú vektorovú vrstvu.
- *Raster layer* – vybrať raster DMR, z ktorého sa budú určovať výšky vertexov.
- *Updated* - zadať názov, formát a umiestnenie výstupnej vektorovej vrstvy.

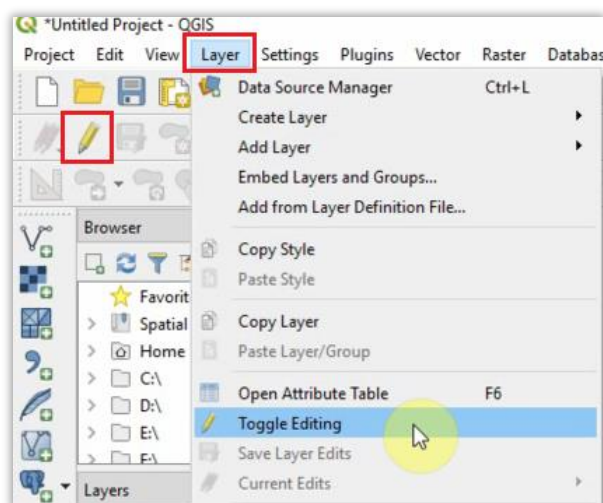



Výsledkom je vektorová vrstva, ktorej všetky vertexy jednotlivých objektov majú doplnené súradnice Z podľa výšky terénu z DMR v mieste polohového prieniku vertexu s bunkou rastra DMR. Ak vertexy vstupnej vektorovej vrstvy už mali hodnoty Z vyplnené, pôvodné hodnoty sa prepíšu podľa výšok z DMR.

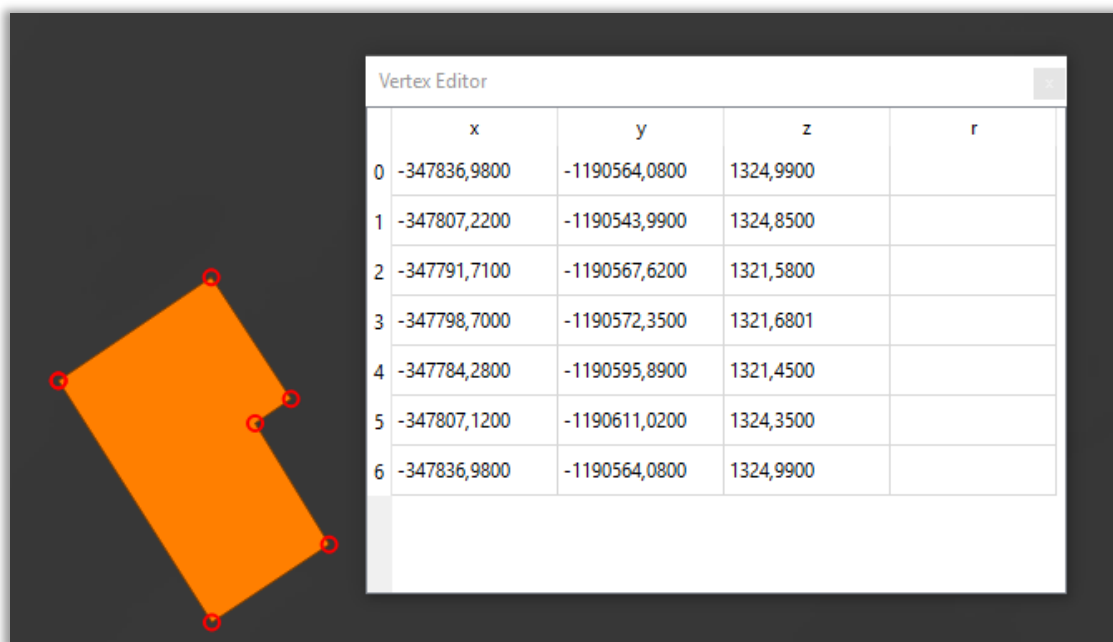
4) Pridané výšky (súradnice Z) vertexov jednotlivých objektov je možné skontrolovať tak, že v paneli *Layers* kliknúť na vytvorenú vektorovú vrstvu:



Potom spustiť nástroj *Toggle Editing*, ktorý sa nachádza v paneli *Layer* alebo po kliknutí na ikonku  v paneli nástrojov:

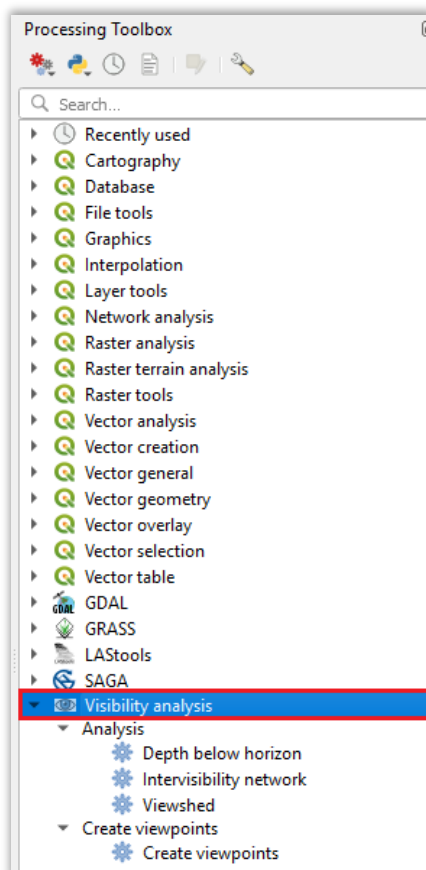


Po tomto kroku sa aktivujú aj ostatné nástroje pre editáciu, z nich vybrať nástroj *Vertex Tool* po kliknutí na ikonku  a následne v mapovom okne kliknúť pravým tlačidlom myši na zvolený objekt. Otvorí sa okno *Vertex Editor*, kde sú zobrazené súradnice (x, y, z) všetkých vertexov daného objektu:

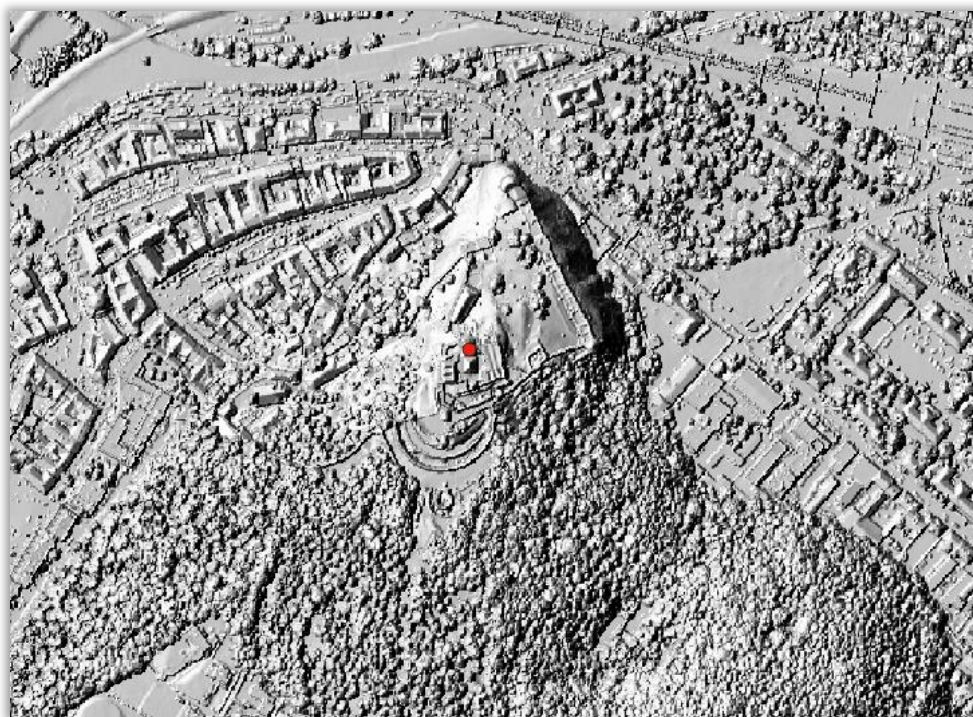


18. Analýza viditeľnosti

Pomocou digitálnych výškových modelov DMR alebo DMP je možné taktiež robiť analýzy potencionalnej viditeľnosti terénu alebo objektov zo zadaných bodov nachádzajúcich na ich povrchu. Môžu sa tak identifikovať oblasti, z ktorých je alebo nie je vidieť na zvolený bod. Alebo identifikovať prekážky, ktoré zabraňujú napr. šíreniu signálu z vysieláčov. Služi na to nástroj (plugin) *Visibility Analysis* (podrobnejšie informácie: https://www.zoran-cuckovic.from.hr/QGIS-visibility-analysis/help_qgis3.html), ktorý sa dá nainštalovať podobným postupom, ako je uvedený v [8. kapitole](#). Nainštalovaný nástroj sa potom nachádza v paneli *Processing Toolbox*:

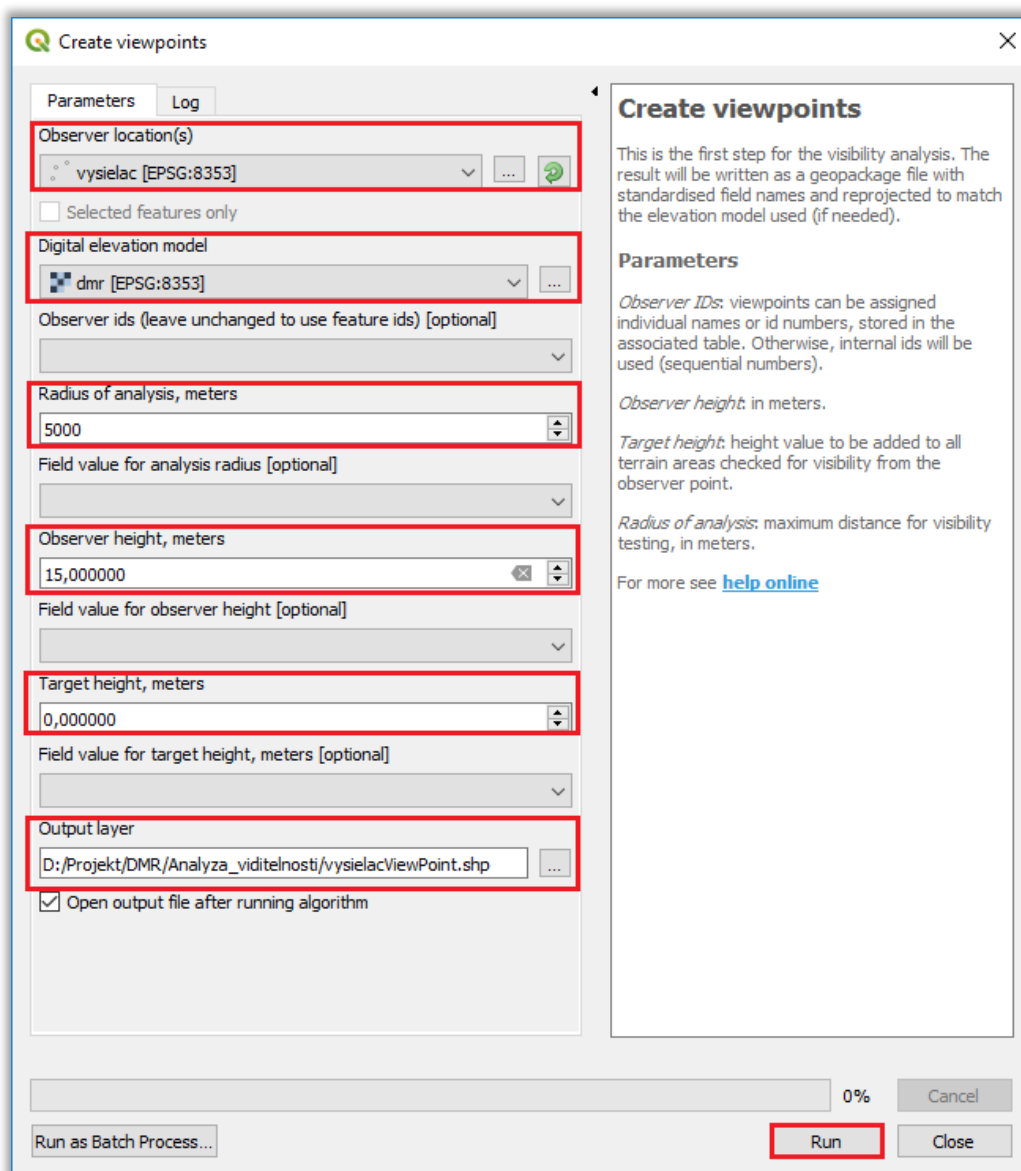


Ako prvý krok je potrebné si vytvoriť vektorovú bodovú vrstvu (napr. vo formáte Shapefile) obsahujúcu stanoviská (pozorovacie body), na ktorých sa bude robiť analýza viditeľnosti. Príklad umiestnenia plánovaného vysielача (červený bod) na DMP:



Pomocou nástroja *Create viewpoints* sa týmto bodom doplnia parametre potrebné pre analýzu viditeľnosti. Po kliknutí na tento nástroj sa otvorí okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Observer location(s)* – vybrať vstupnú vektorovú bodovú vrstvu obsahujúcu stanoviská (miesta pozorovania), na ktorých sa bude robiť analýza.
- *Digital elevation model* – vybrať DMR, na ktorom sa bude robiť analýza.
- *Observer ids* – v prípade potreby vybrať atribút, ktorý bude slúžiť ako identifikátor stanovísk. Ak zostane nevyplnený, automaticky sa použijú primárne identifikátory bodov zo súboru.
- *Radius of analysis* – zadať polomer oblasti (v metroch) v okolí stanovísk, v rámci ktorej sa bude robiť analýza.
- *Field value for analysis radius* – zvoliť v prípade, ak sa vo vstupnej bodovej vrstve so stanoviskami nachádza atribút, ktorý obsahuje polomery oblastí pre analýzu.
- *Observer height* – zadať výšku stanovísk nad terénom v metroch.
- *Field value for observer height* - zvoliť v prípade, ak sa vo vstupnej bodovej vrstve so stanoviskami nachádza atribút, ktorý obsahuje ich výšky nad terénom.
- *Target height* – v prípade potreby zadať hodnotu výšky cieľa (v metroch), ktorá bude pridaná k výške DMR vo všetkých oblastiach, na ktorých sa bude robiť analýza.
- *Field value for target height* – zvoliť v prípade, ak sa vo vstupnej bodovej vrstve so stanoviskami nachádza atribút, ktorý obsahuje hodnotu výšky cieľa, ktorá bude pridaná k výške DMR vo všetkých oblastiach, na ktorých sa bude robiť analýza.
- *Output layer* - zadať názov, formát (napr. Shapefile) a umiestnenie výstupnej bodovej vrstvy.



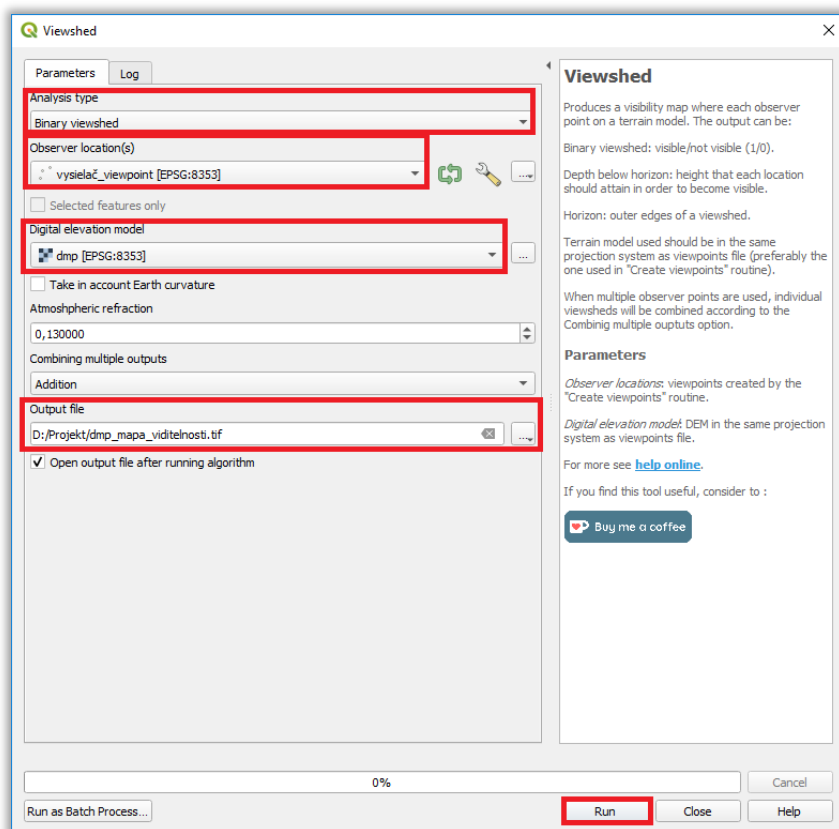
Po príprave vrstvy so stanoviskami (*Viewpoints*) sa dá vytvoriť rastrová mapa viditeľnosti. Podľa výsledkov analýzy viditeľnosti budú jednotlivé bunky rastra tejto mapy nadobúdať hodnoty:

- 1 = viditeľná zo stanoviska,
- 0 = neviditeľná zo stanoviska.

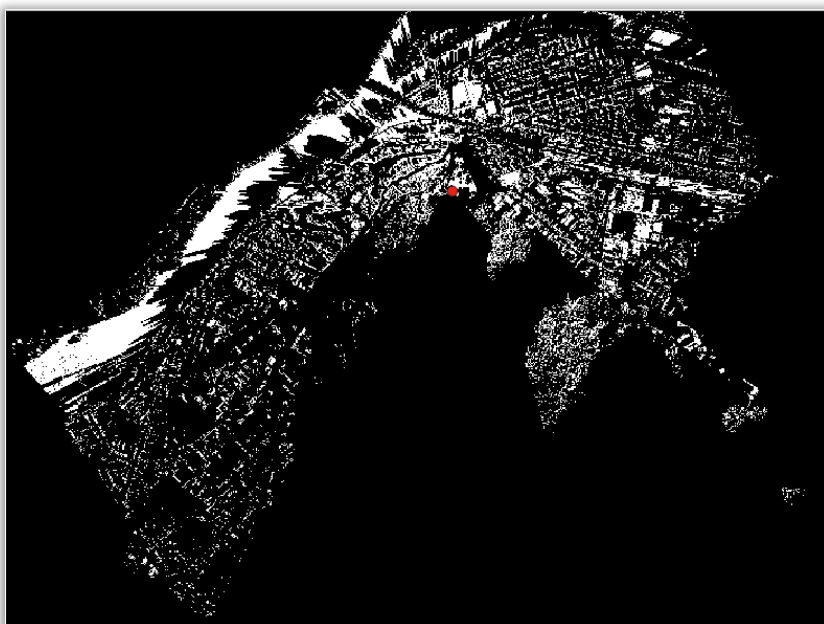
Na vytvorenie tejto mapy sa dá použiť nástroj *Viewshed*. Po kliknutí na tento nástroj sa otvorí okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Analysis Type* – vybrať metódu, ktorá sa použije pri analýze viditeľnosti:
 - *Binary viewshed*: vytvorí mapu viditeľnosti, kde bude každej bunke rastra priradená hodnota 1 (true)/0 (false) čiže viditeľné/neviditeľné.
 - *Depth below horizon* - poskytne hĺbku, v ktorej ležia neviditeľné časti terénu. Hodnota produkovaná týmto modulom môže byť chápaná ako teoretická výška, ktorú by mal objekt dosiahnuť, aby sa objavil na horizonte ako viditeľný zo zvoleného pozorovacieho bodu.
 - *Horizon*: určenie vonkajších okrajov zorného poľa.

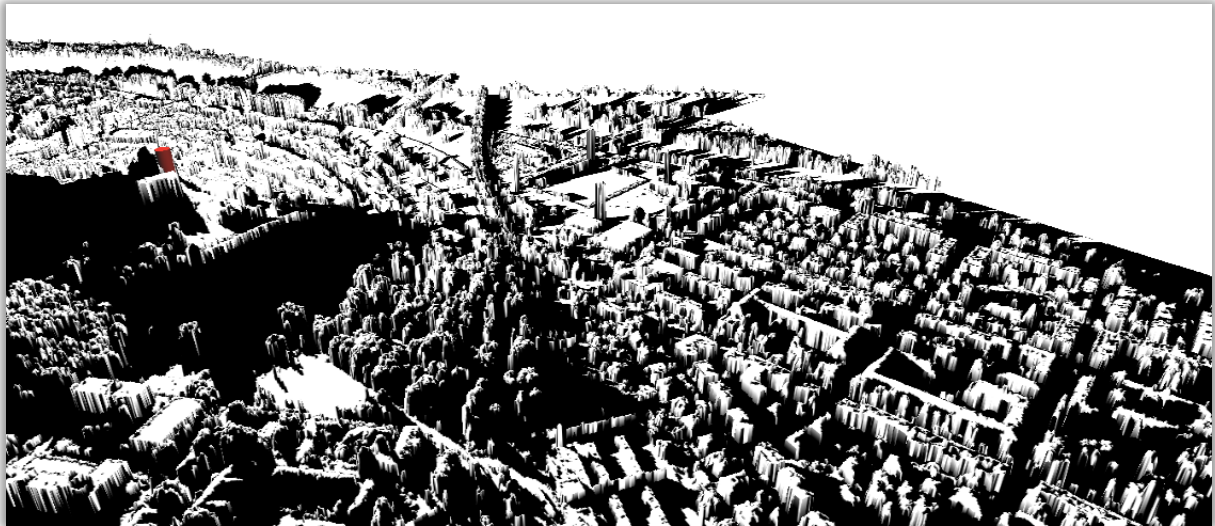
- *Observer location(s)* – vybrať vstupný vektorový súbor obsahujúci stanoviská (*Viewpoints*), na ktorých sa bude robiť analýza.
- *Take in account Earth curvate* – vybrať v prípade, ak je potrebné do výpočtu zahrnúť aj zakrivenie Zeme (pri malých vzdialenostiach je zanedbateľné).
- *Atmospheric refraction* – v prípade potreby zadať hodnotu atmosferickej refrakcie (alebo použiť prednastavenú hodnotu 0,13).
- *Output file* - zadať názov, formát (napr. TIFF) a umiestnenie výstupného rastra.



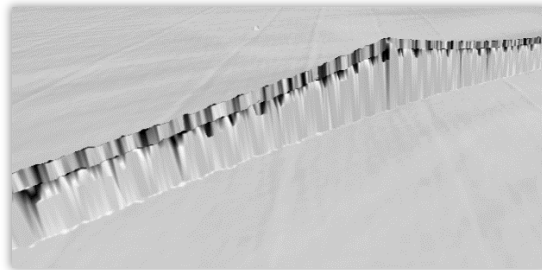
Výsledná mapa viditeľnosti DMP zo zvoleného stanoviska (červený bod):



3D zobrazenie výsledkov analýzy viditeľnosti na DMP:



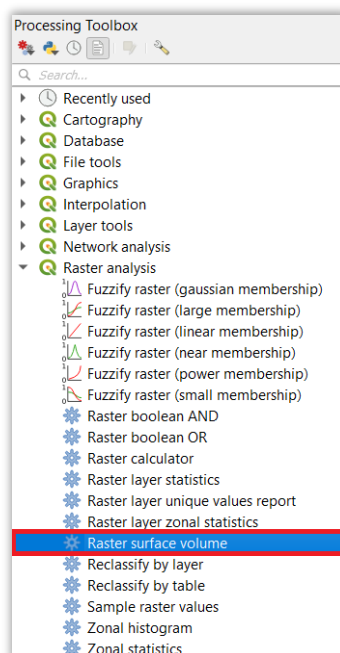
Upozornenie: Pri generovaní DM 1.0 poskytovaného ÚGKK SR sú z mračna bodov použité aj body elektrických vedení, káblov či potrubí, ktoré na DMP vytvoria „zvislé steny“, príklad:



Tieto objekty ale v skutočnosti nemusia byť prekážkou vo viditeľnosti objektov.

19. Výpočet objemu

Na výpočet objemu časti terénu alebo objektov podľa DMR alebo DMP slúži nástroj *Raster surface volume*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Raster analysis*:



Objem vybranej časti DMR alebo DMP sa určuje podľa vzorca:

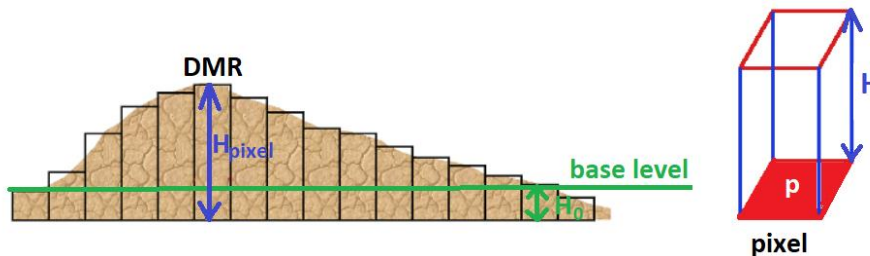
$$V = \sum_{i=1}^n p_i \cdot (H_{pixel_i} - H_0) \quad (1)$$

kde p - plocha pixela,

H_{pixel} - hodnota pixela (nadmorská výška),

H_0 - hodnota nadmorskej výšky zvolenej referenčnej roviny (base level), od ktorej sa bude objem určovať,

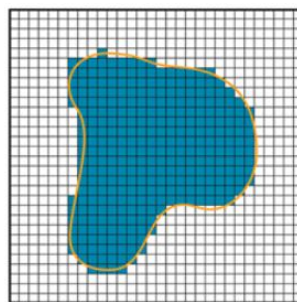
n - počet pixelov rastra.



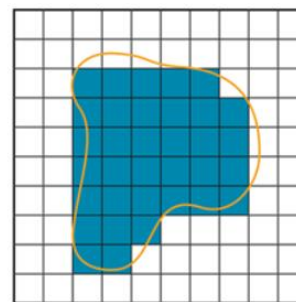
Presnosť výpočtu objemu závisí od priestorového rozlíšenia rastra resp. veľkosti pixelu. Objem sa určí presnejšie pri DMR s väčším priestorovým rozlíšením (obr. 2) ako pri DMR s menším rozlíšením (obr. 3), pretože znázorňuje priebeh terénu detailnejšie:



Obr. 1 Hranica objektu

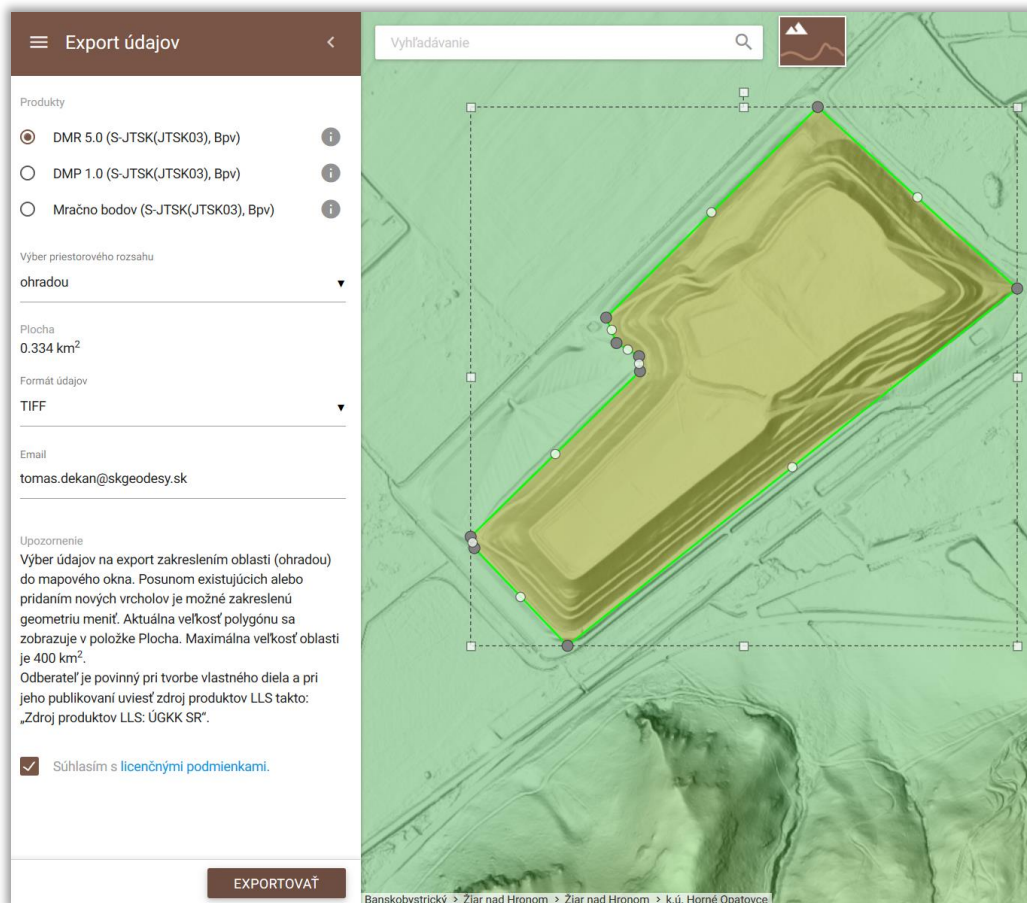


Obr. 2 DMR s rozlíšením 1 m



Obr. 3 DMR s rozlíšením 5 m

Ako prvý krok si treba pripraviť výrez časti DMR alebo DMP, ktorého objem je potrebné určiť, podľa postupu uvedeného v [11. kapitole](#) alebo si priamo z [Mapového klienta ZBGIS](#) vyexportovať požadovanú časť pomocou ohrady:



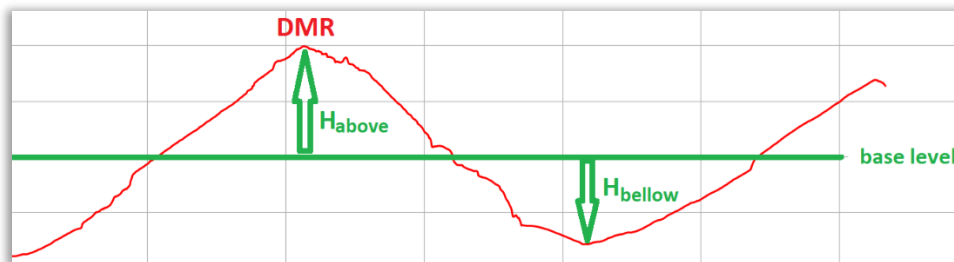
Vybraná časť DMR zobrazaná v 3D ([15. kapitola](#)):



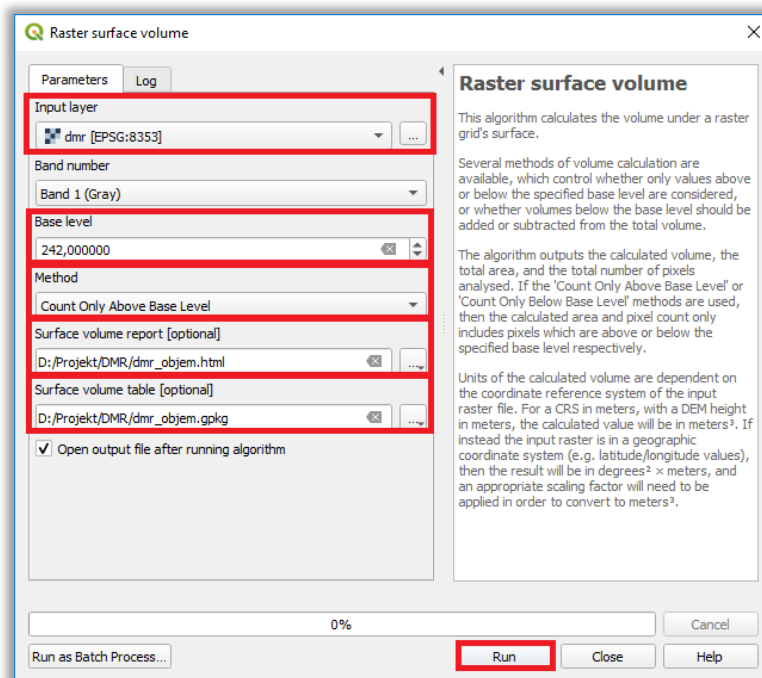
Po spustení nástroja *Raster surface volume* sa otvorí okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* – vybrať DMR alebo DMP zvoleného objektu, ktorý bude použitý na výpočet objemu.
- *Base level* – zadať hodnotu nadmorskej výšky referenčnej roviny (base level), od ktorej sa bude objem počítať (napr. projektovaná výška). O túto výšku budú znížené hodnoty pixelov rastra, ktoré vstupujú do výpočtu podľa vzorca (1).
- *Method* – vybrať metódu na výpočet objemu:
 - *Count Only Above Base Level* – objem bude počítaný len z časti DMR alebo DMP nachádzajúcej sa nad zvolenou referenčnou rovinou (base level),

- *Count Only Below Base Level* – objem bude počítaný len z časti DMR alebo DMP nachádzajúcej sa pod zvolenou referenčnou rovinou (base level), napr. pri výpočte objemov výkopov, jám,....

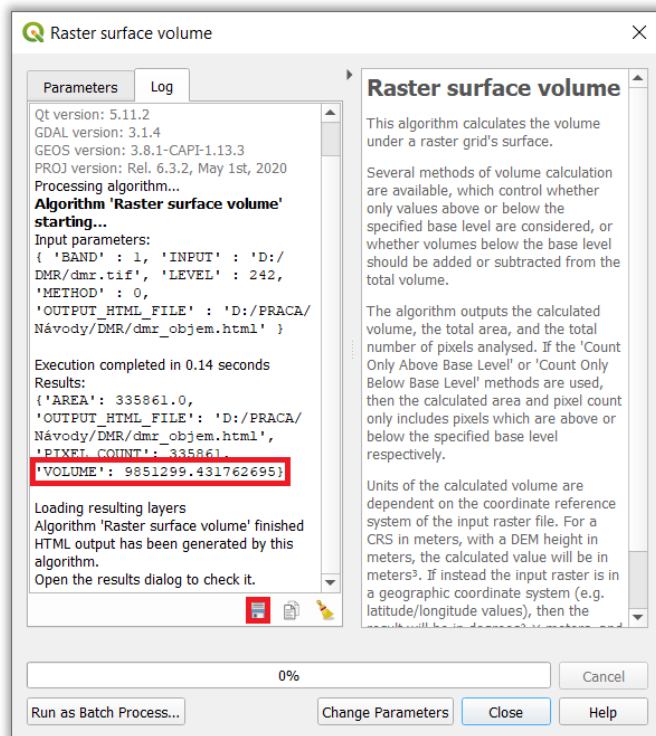



- *Surface volume report* – vybrať možnosť *Save to file* a zadať názov a umiestnenie výstupného súboru vo formáte HTML s výsledkami výpočtu objemu.
- *Surface volume table* – vybrať možnosť *Save to file* a zadať názov, umiestnenie a formát výstupného súboru s tabuľkou obsahujúcou výsledky výpočtu objemu.



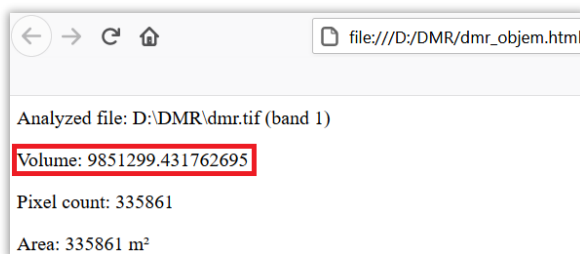
Výsledný vypočítaný objem v m³ medzi zvolenou referenčnou rovinou (*base level*) a povrchom rastra DMR alebo DMP je možné nájsť:

a) v okne *Log* v časti *VOLUME*:



Po kliknutí sa ikonku  je možné výsledky výpočtu vyexportovať do textového súboru.

b) vo výstupnom súbore *Surface volume report*:



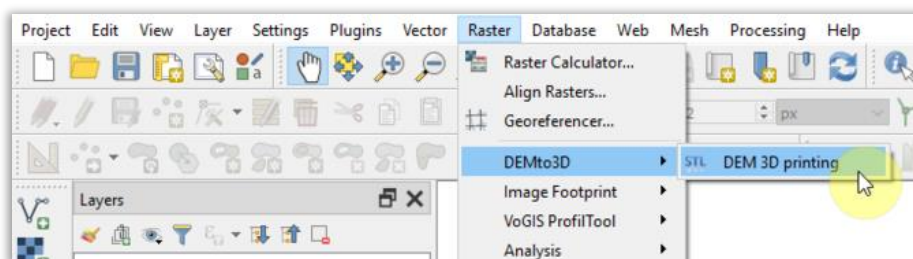
20. Export do 3D modelu vo formáte STL

Formát STL (STereoLithography) slúži ako štandard pre 3D tlač, ktorý popisuje povrchovú geometriu trojrozmerného objektu a na znázornenie plôch modelu používa sieť trojuholníkov.

Na export DMR alebo DMP do 3D modelu vo formáte STL v QGIS slúži nástroj (plugin) **DEMto3D**.

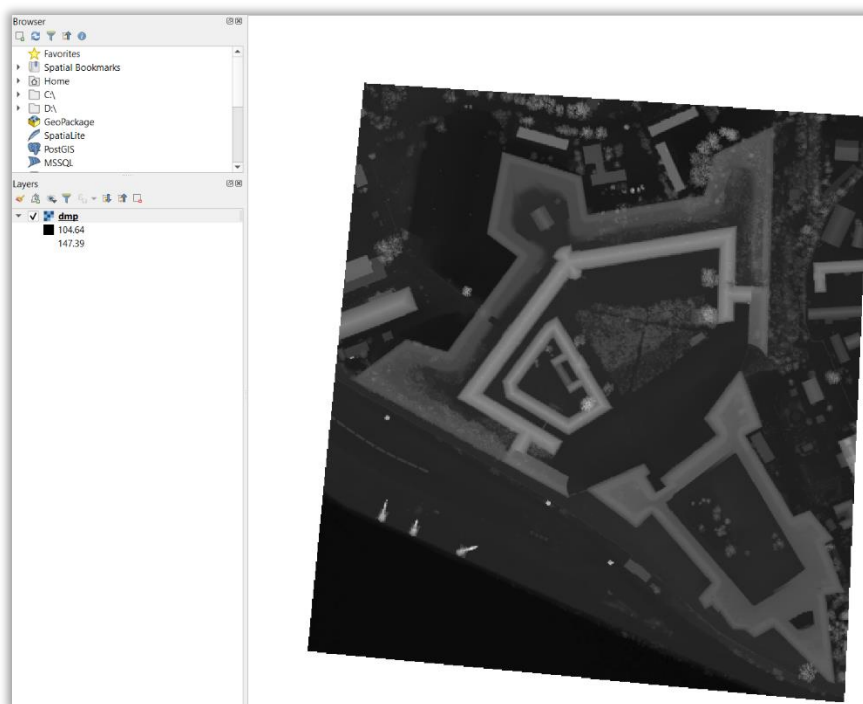
Tento nástroj je potrebné najprv do QGIS nainštalovať podľa postupu uvedeného v [8. kapitole](#)



Nainštalovaný nástroj sa nachádza v paneli Raster:



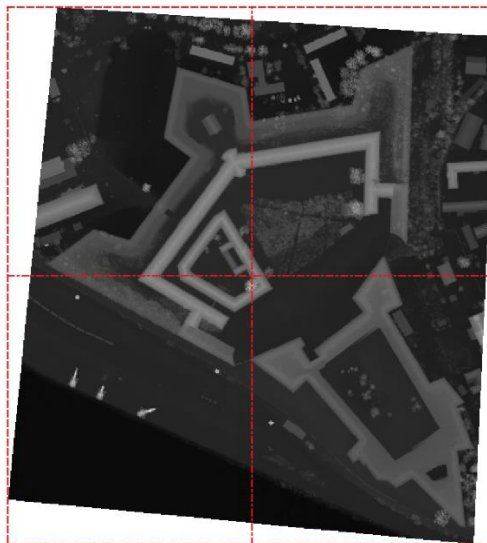
Postup (príklad pre 3D model vytvorený z DMP 1.0 z oblasti Pevnosti Komárno):

1. Do nového projektu pridať raster DMR alebo DMP podľa postupu uvedeného v [1. kapitole](#):

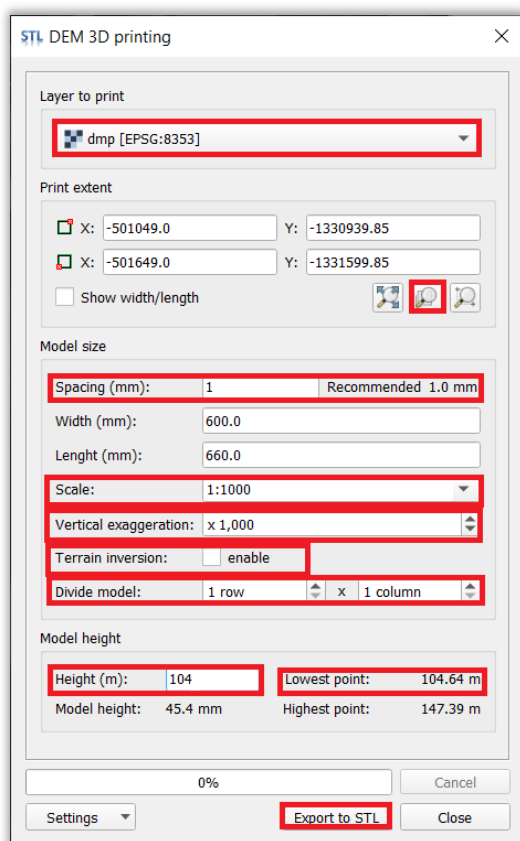


2. Spustiť nástroj *DEMto3D* (*DEM 3D printing*) a vyplniť požadované parametre. Parametre treba zvoliť podľa vlastností vstupného rastra (priestorové rozlíšenie, rozloha územia, výškový rozsah), výkonnosti počítača a účelu, na ktorý sa bude súbor STL využívať.
 - *Layer to print* – vybrať vstupný raster DMR alebo DMP.
 - *Print extent* – kliknúť na tlačidlo *Select layer extent* , po čom sa automaticky vyplnia v políčkach X a Y súradnice rohov priestorového ohraničenia 3D modelu podľa rozsahu vstupného rastra. Po kliknutí na tlačidlo *Draw extent*  je možné v mapovom okne manuálne vyznačiť priestorové ohraničenie modelu. Alebo súradnice pravého horného a ľavého dolného rohu ohraničenia modelu vyplniť manuálne.

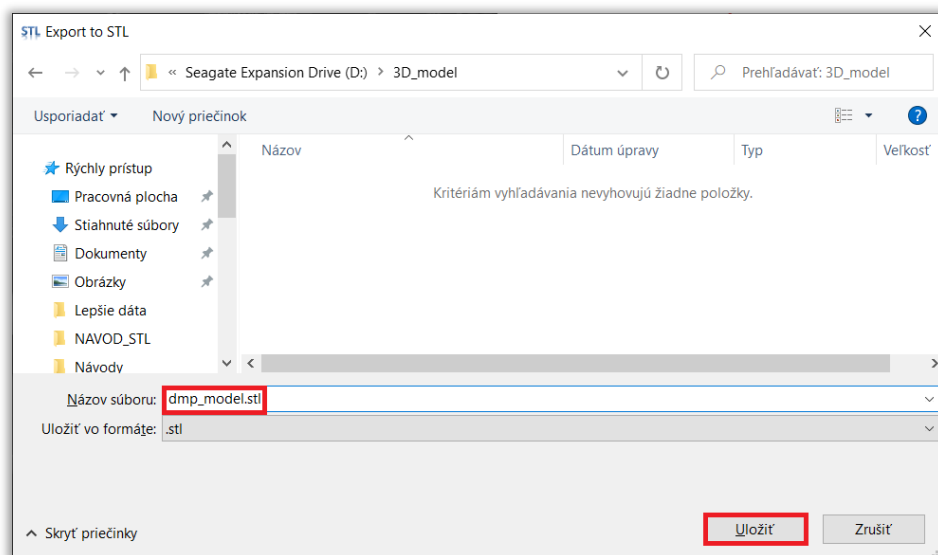
- *Scale* – zadať/vybrať mierku výstupného 3D modelu, napr. *1:1000*. Po zadaní mierky sa automaticky vyplnia hodnoty *Width* (šírka) a *Length* (dĺžka), ktoré predstavujú rozmery výstupného 3D modelu v mm. Tiež sa pri parametri *Spacing* (rozstup trojuholníkov 3D modelu) zobrazí odporúčaná hodnota (napr. *Recommended 1.0 mm*) podľa zadanej mierky, rozmerov a priestorového rozlíšenia vstupného rastra, ktorú treba zadať do políčka. Ak je potrebné vytvoriť detailnejší model, tak napr. namiesto hodnoty *1.0 mm* zadať napr. *0.25 mm*. Treba ale počítať s tým, že veľkosť vytvoreného STL súboru bude potom oveľa väčšia. Ak je potrebné vytvoriť model bez zmeny mierky, tak zadať *1:1*, kde v tomto prípade *Spacing* potom bude *1000 mm*. Ak sa 3D model zo súboru STL použije na 3D tlač, tak treba zväžiť aj parametre tlačiarne (veľkosť modelu, ktorý dokáže naraz vytlačiť).
- *Vertical exaggeration* – zadať hodnotu, podľa ktorej sa zmenia výšky. Pri hodnote *x 1,000* budú zachované pôvodné hodnoty výšok DMR či DMP. Pri hodnote napr. *x 2,000* sa vstupné hodnoty výšok dvakrát zväčšia, takže výstupný 3D model bude výškovo výraznejší.
- *Terrain inversion* – Políčko *enable* označiť v prípade, ak je na výstupe potrebný inverzný („obrátенý“) 3D model.
- *Divide model*: Do prvého políčka (*row*) zadať počet riadkov a do druhého políčka (*column*) zadať počet stĺpcov, na ktoré bude pôdorys modelu rozdelený. Ak sa zadajú hodnoty napr. *row=2* a *column=2*, tak model bude na výstupe rozdelený na 4 časti:



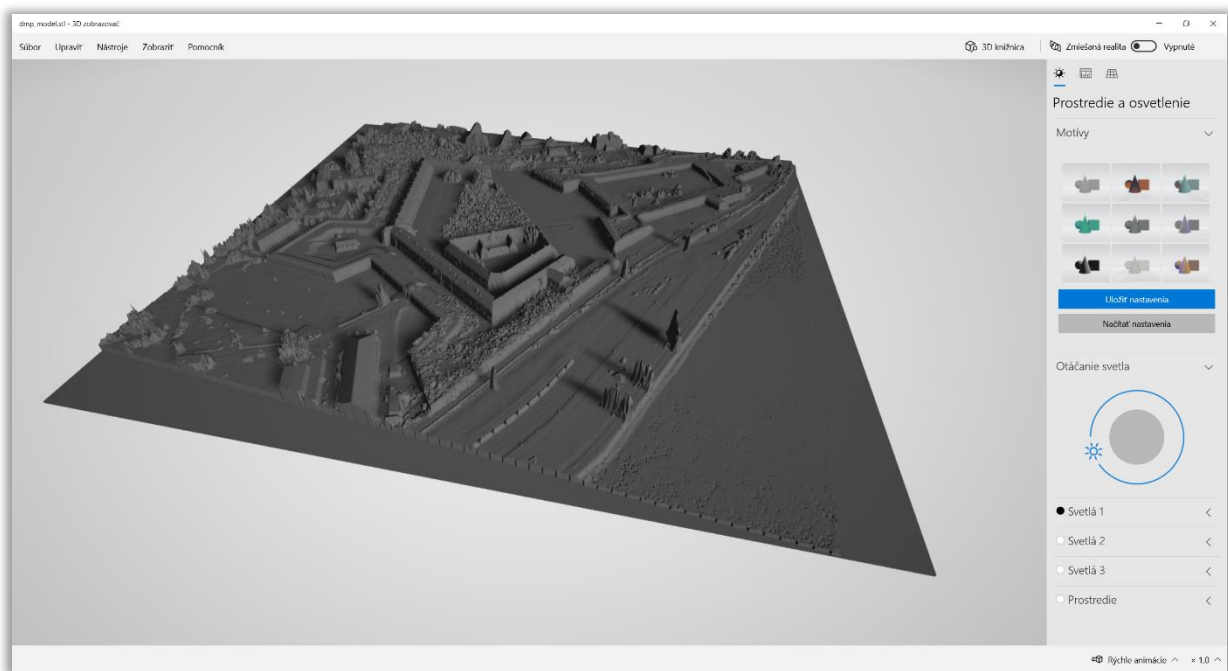
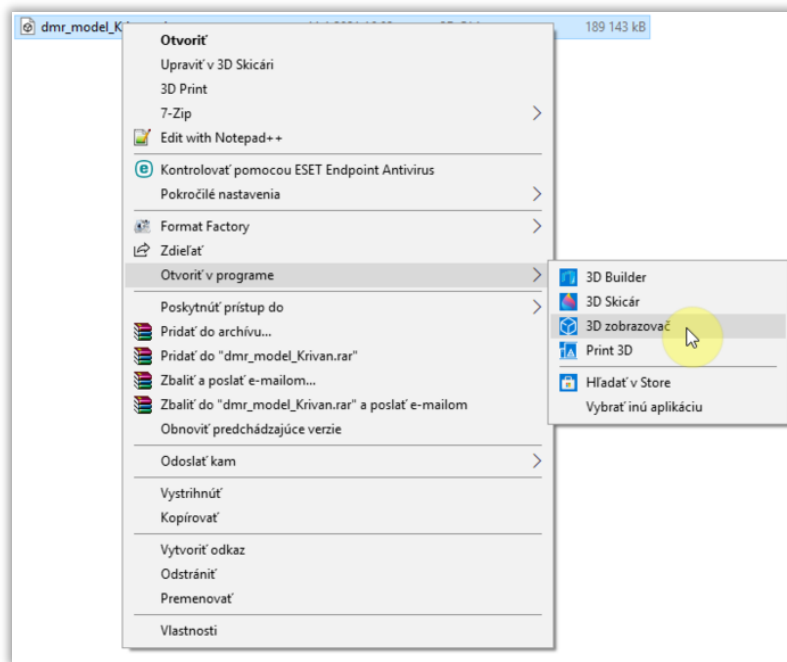
- *Height* – zadať výšku, ktorá bude použitá ako referenčná rovina, od ktorej sa bude model vytvárať. Napr. použiť minimálnu hodnotu výškového rozsahu DMR uvedenú v parametri *Lowest point* alebo hodnotu blízku tohto parametra.



Nakoniec kliknúť na tlačidlo *Export to STL*, kde zadať umiestnenie a názov výstupného súboru. Do názvu výstupného súboru doplniť aj formát *.stl*:

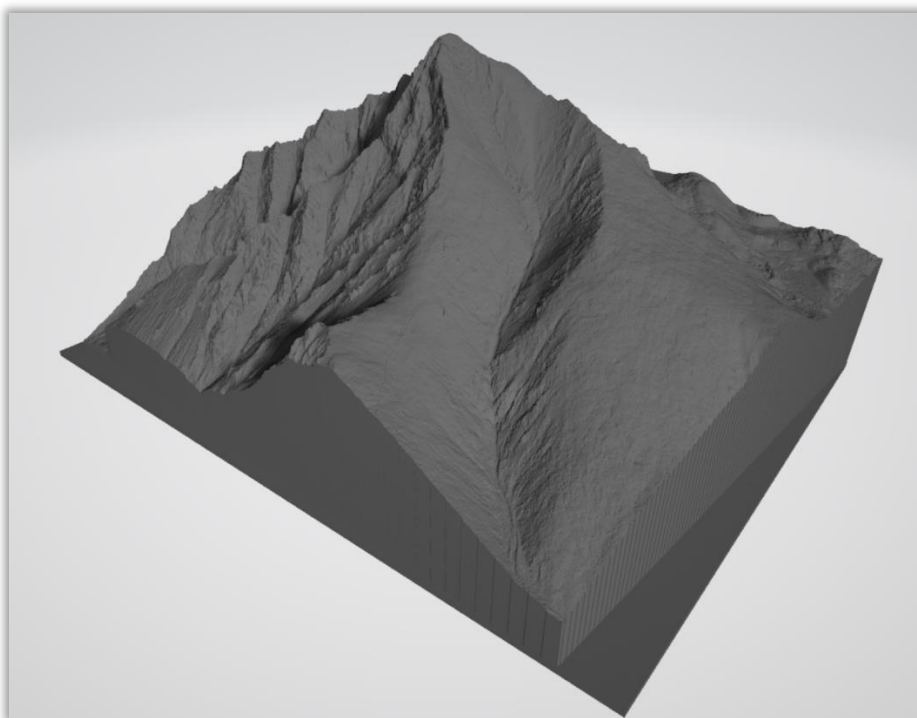


Vytvorený 3D model je možné napr. vo Windows 10 zobraziť a prehliadať pomocou nástrojov 3D zobrazovač alebo 3D Skicár:

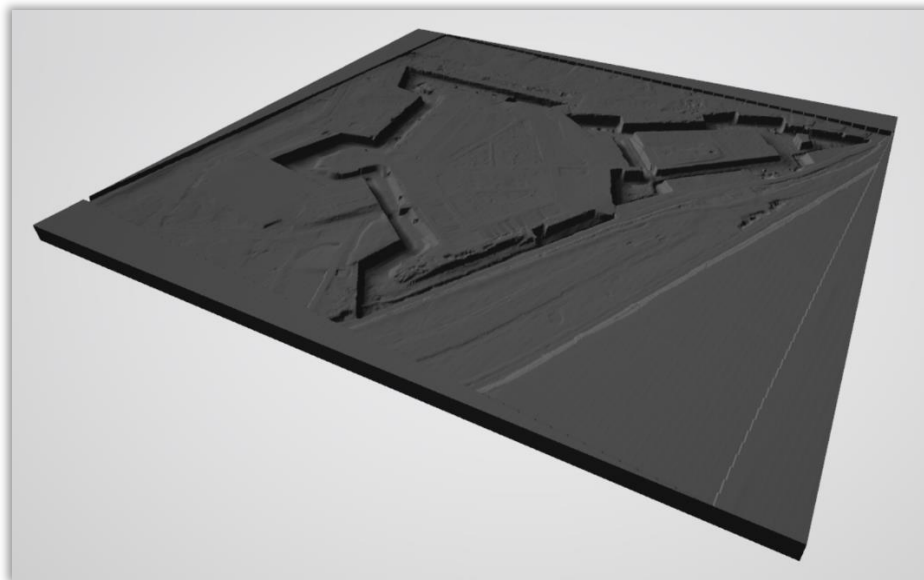


Ďalšie príklady 3D modelov vo formáte STL:

- 1) 3D model vrchu Kriváň (Vysoké Tatry) vytvorený z Digitálneho modelu reliéfu DMR 5.0:



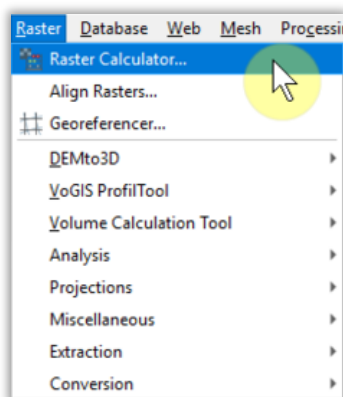
- 2) Inverzný 3D model vytvorený z Digitálneho modelu reliéfu DMR 5.0 z oblasti Pevnosti Komárno:



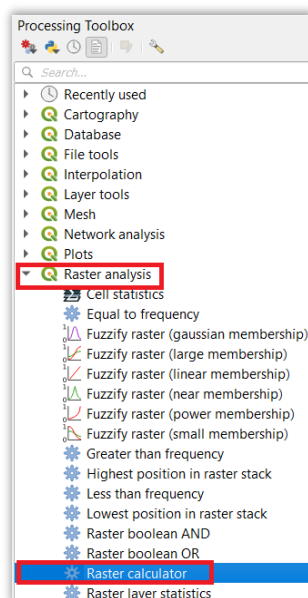
21. Výber objektov podľa výšky a sklonu terénu

Výber častí DMR podľa výšky terénu

Na výber častí DMR podľa zvolenej hodnoty výšky sa použije nástroj *Raster Calculator*, ktorý sa nachádza v hlavnom menu paneli *Raster*:

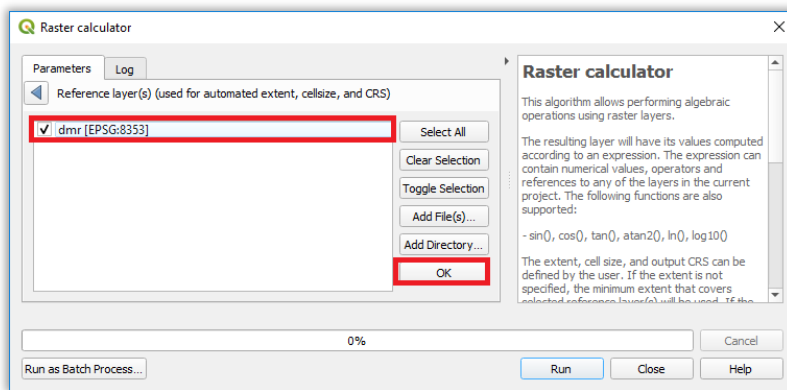


Alebo *Raster calculator*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Raster analysis*:

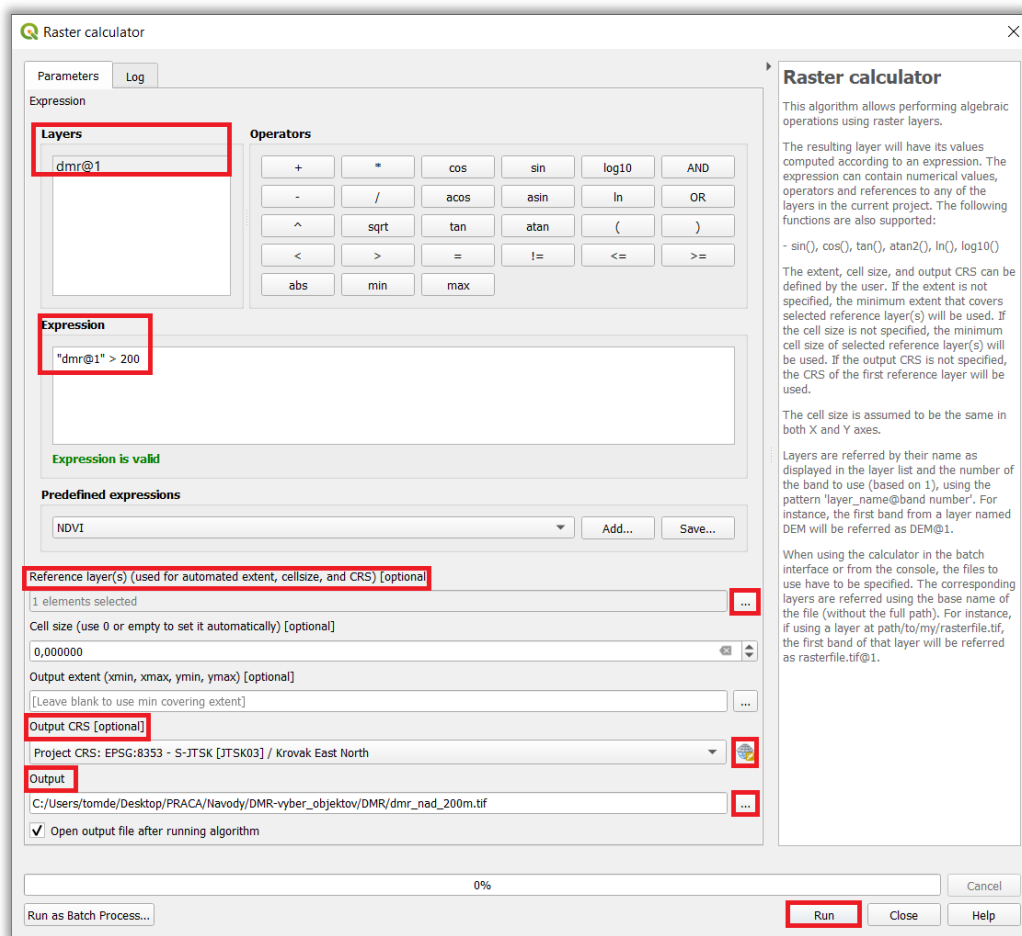


Po spustení nástroja sa otvorí okno, kde do políčka *Expression* zadať podmienku na výber buniek rastra, príklad pre výber častí DMR s výškou terénu väčšou ako 200 m: `"dmr@1" > 200`.

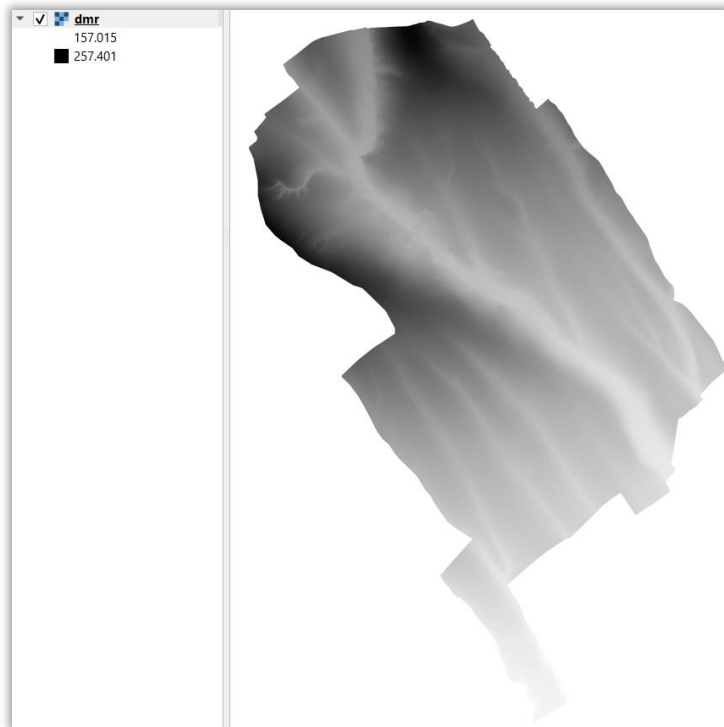
Do podmienky zadať presný názov vstupného rastra DMR, ktorý je možný vidieť v časti *Layers*, kde stačí dvakrát kliknúť ľavým tlačidlom myši na vrstvu a automaticky sa pridá po políčka *Expression*. V políčku *Reference layer(s) (used for automated extent, cellsize, and CRS)* vybrať vrstvu DMR a kliknúť na tlačidlo *OK*:



V poličku *Output CRS* vybrať súradnicový systém a v poličku *Output* zadať umiestnenie, názov a formát výstupného súboru a nakoniec kliknúť na tlačidlo *Run*:



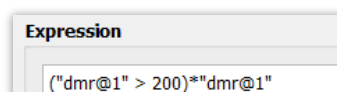
Vstupný DMR:



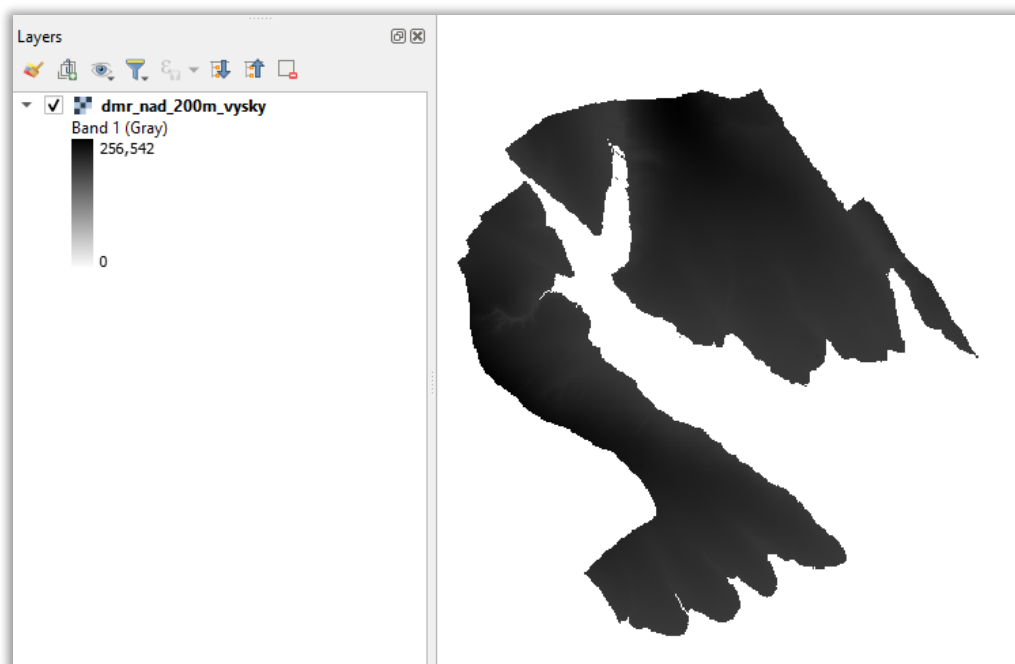
Výsledný raster - bunky, patriace do územia s nadmorskou výškou nad 200 m, majú hodnotu 1 a ostatné bunky majú hodnotu 0:



Ak je potrebné, aby každá bunka rastra obsahovala pôvodnú hodnotu výšky terénu, tak na začiatku v nástroji *Raster calculator* treba v časti *Expression* zadať výraz: `("dmr@1" > 200)* "dmr@1"`.



Výsledný raster:

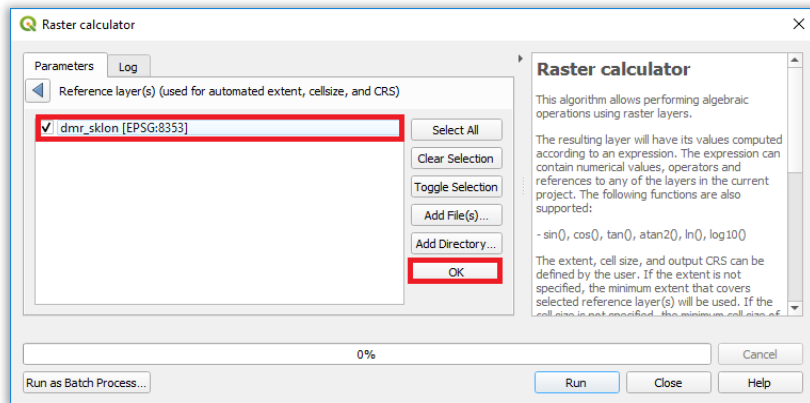


Výber častí DMR podľa sklonu terénu

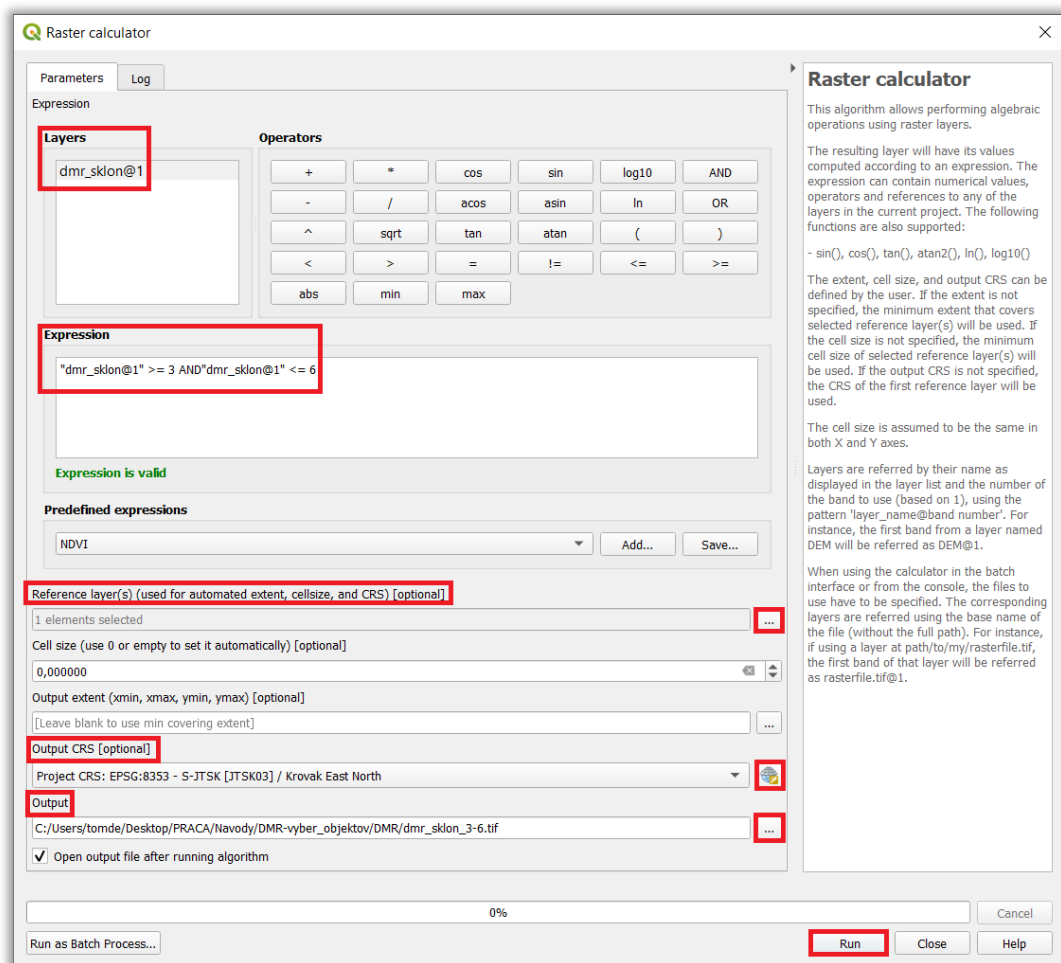
Ako prvý krok je potrebné si z DMR vytvoriť raster znázorňujúci sklon terénu podľa postupu uvedeného v [10. kapitole](#):



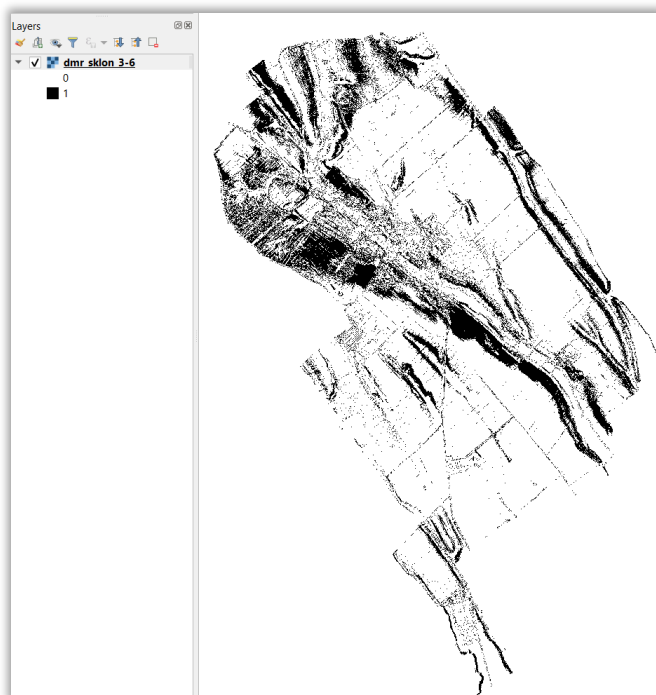
Na výber častí DMR podľa sklonu terénu sa taktiež použije nástroj *Raster calculator*. Po spustení nástroja sa otvorí okno, kde do políčka *Expression* zadať podmienku na výber buniek rastra, príklad pre výber častí DMR so sklonom terénu 3° až 6°: "*dmr_sklon@1*">=3 AND "*dmr_sklon@1*"<= 6. Do podmienky zadať presný názov vstupného rastra DMR, ktorý je možný vidieť v časti *Layers*, kde stačí dvakrát kliknúť ľavým tlačidlom myši na vrstvu a automaticky sa pridá po políčka *Expression*. V políčku *Reference layer(s) (used for automated extent, cellsize, and CRS)* vybrať vrstvu DMR a kliknúť na tlačidlo *OK*:



V políčku *Output CRS* vybrať súradnicový systém a v políčku *Output* zadať umiestnenie, názov a formát výstupného súboru a nakoniec kliknúť na tlačidlo *Run*:



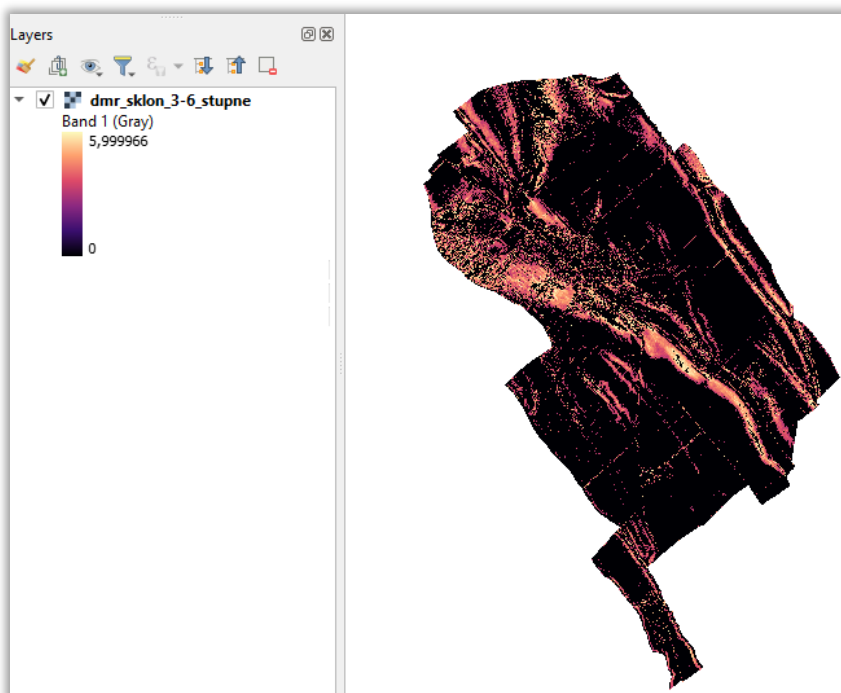
Výsledný raster - bunky, patriace do územia so sklonom terénu od 3° do 6°, majú hodnotu 1 a ostatné bunky majú hodnotu 0:



Ak je potrebné, aby každá bunka rastra obsahovala pôvodnú hodnotu sklonu terénu, tak na začiatku v nástroji *Raster calculator* treba v časti *Expression* zadať výraz: `("dmr_sklon@1">=3 AND "dmr_sklon@1"<= 6)*"dmr_sklon@1"`.

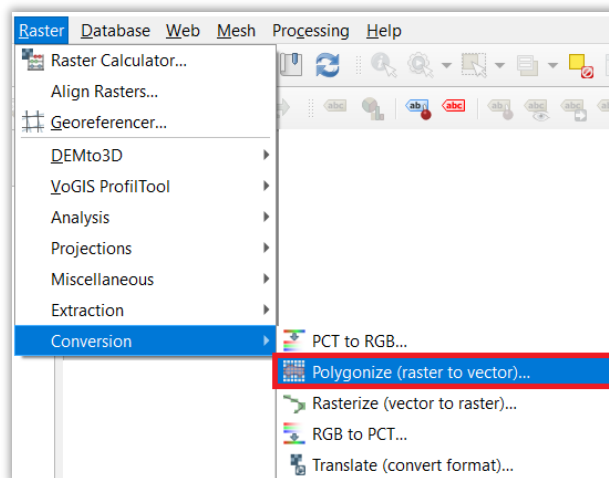
```
Expression
("dmr_sklon@1">=3 AND "dmr_sklon@1"<= 6)*"dmr_sklon@1"
```

Výsledný raster:



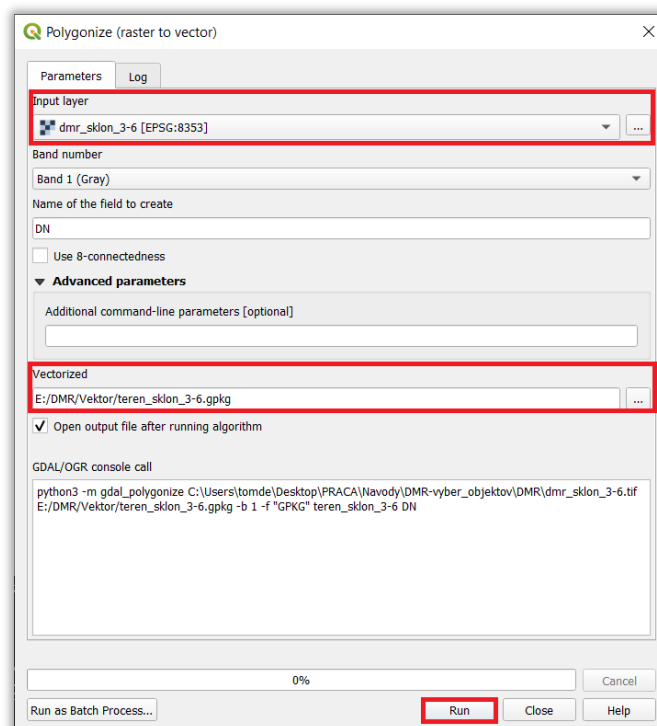
Výber objektov z vektorovej vrstvy podľa výšky alebo sklonu terénu

Na začiatku je potrebné prekonvertovať rastre vytvorené v predchádzajúcich krokoch na vektorovú polygónovú vrstvu (napr. vo formáte ESRI Shapefile alebo GeoPackage) pomocou nástroja *Polygonize (raster to vector)*, ktorý sa nachádza v paneli *Raster* → *Conversion*:



Po spustení nástroja sa otvorí okno, kde treba vyplniť požadované parametre a kliknúť na tlačidlo *Run* (príklad pre raster znázorňujúci územie so sklonom terénu od 3° do 6°):

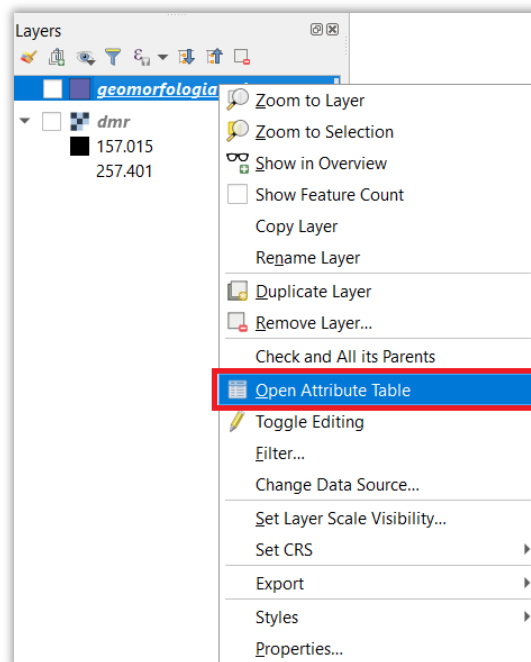
- *Input layer* – vybrať vstupný raster (použiť raster, ktorého bunky patriace do územia s požadovaným sklonom, majú hodnotu 1 a ostatné bunky majú hodnotu 0).
- *Vectorized* - zadať názov, formát a umiestnenie výstupného súboru.





Výsledkom je vektorová polygónová vrstva:



Polygóny, ktoré patria do územia so sklonom terénu od 3° do 6°, je možné identifikovať podľa atribútu DN v atribútovej tabuľke, ktorý obsahuje pôvodné hodnoty buniek rastra (0, 1):



	fid	DN
1	1	0
2	2	0
3	3	1
4	4	1
5	5	1
6	6	0
7	7	1
8	8	1
9	9	1
10	10	1

Vybrať len požadované polygóny pomocou nástroja *Select/filter features using form* (ikonka ) nachádzajúce sa na území so zvoleným sklonom terénu. Po spustení nástroja zadať do políčka *DN* výraz, podľa ktorého sa vyselektujú vybrané objekty: $DN=1$, kde v políčku napravo treba vybrať možnosť *Equal to (=)* a nakoniec kliknúť na ikonku  *Select Features* :

Expression

fid

DN = 1

Exclude Field

Equal to (=)

Reset Form

Flash Features

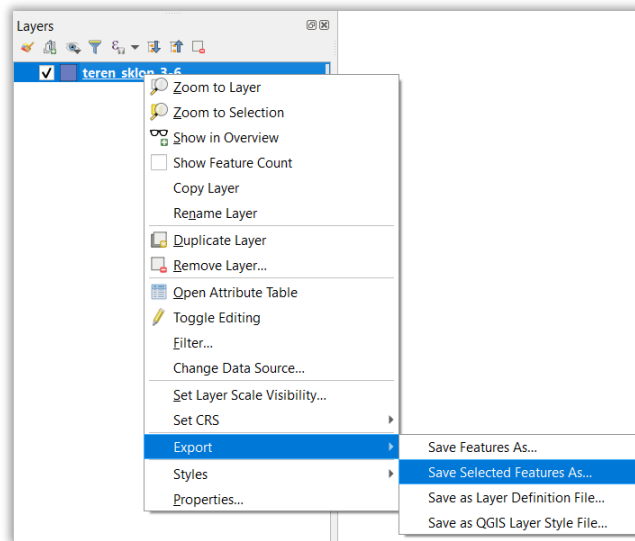
Zoom to Features

Select Features

Filter Features

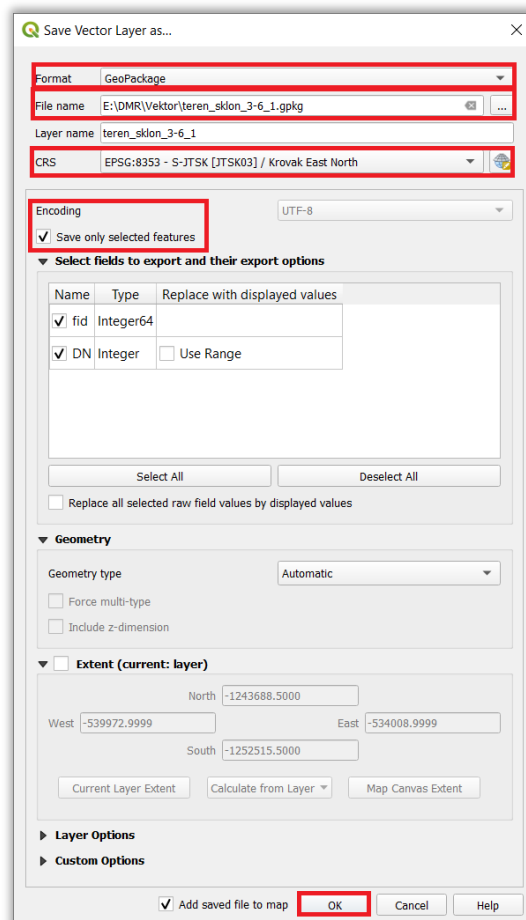
Show All Features

Následne je možné vybrané objekty vyexportovať do novej vektorovej vrstvy pomocou nástroja *Export* → *Save Selected Features As*:



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

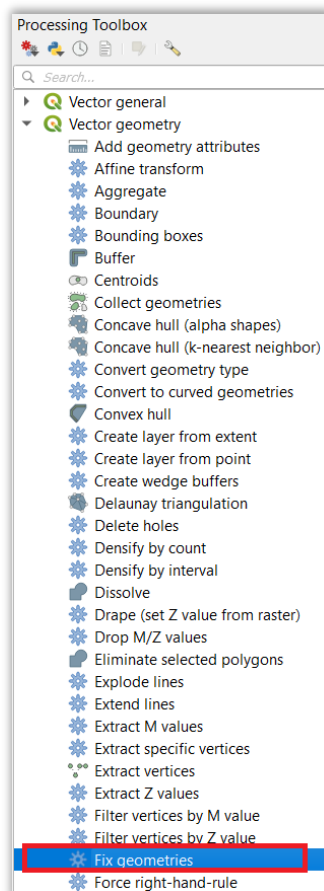
- *Format* - vybrať formát výstupného súboru (napr. GeoPackage, ESRI Shapefile).
- *File name* - zadať názov a umiestnenie výstupného súboru.
- *CRS* - vybrať rovnaký súradnicový systém, ako má vstupný súbor.
- *Encoding* – označiť políčko *Save only selected features*.
- *Selected fields to export and their export options* – označiť všetky políčka.



Vyexportovaná vektorová polygónová vrstva znázorňujúca územie so sklonom terénu od 3° do 6°.

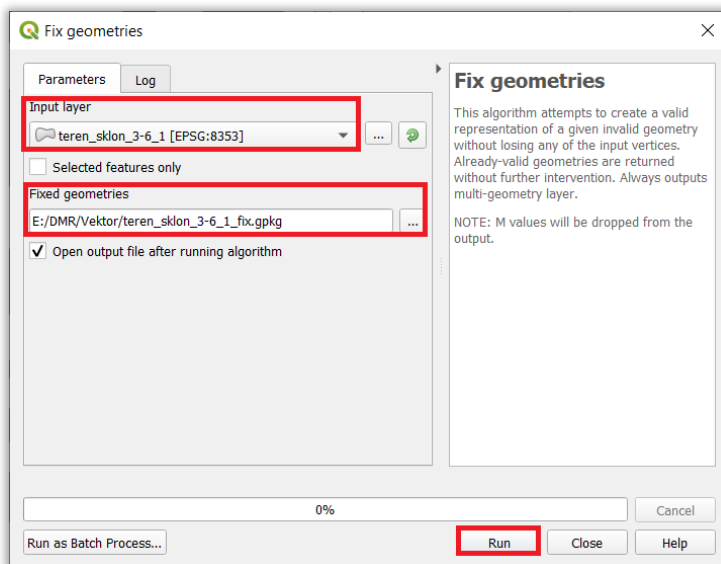


Pre kontrolu správnosti geometrie vyexportovaných polygónov použiť nástroj *Fix geometries*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing toolbox* → *Vector geometry*:

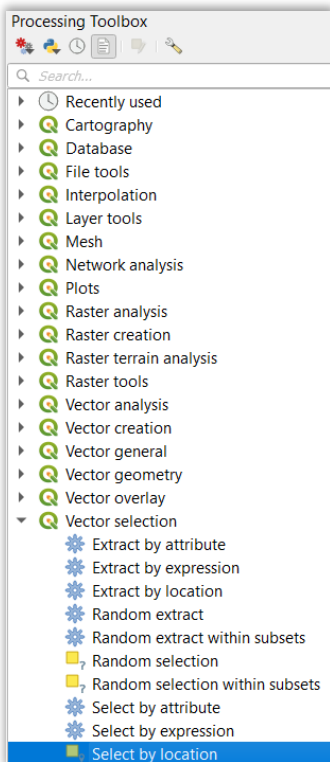


Po spustení nástroja sa otvorí okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input layer* - vybrať vstupnú vektorovú vrstvu na kontrolu a opravu geometrie.
- *Fixed geometries* – zadať názov, formát a umiestnenie výstupného súboru s opravenou geometriou.



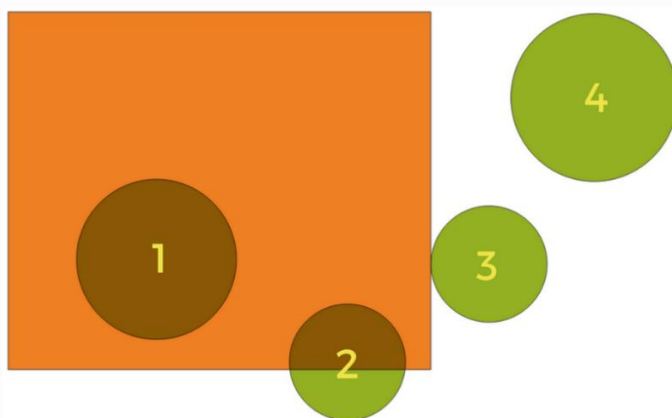
Po tomto kroku je možné podľa vyexportovanej vrstvy vybrať objekty z inej vektorovej vrstvy (napr. parcely) na základe ich vzájomnej polohy pomocou nástroja *Select by location*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Vector selection*:



Po spustení nástroja sa otvorí okno, kde teba vyplniť potrebné parametre a kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Select features from* – vybrať vstupnú vektorovú vrstvu, z ktorej sa budú vyberať objekty.
- *Where the features (geometric predicate)* – vybrať metódu, podľa ktorej sa výber objektov na základe ich priestorovej polohy uskutoční:
 - *intersect* – táto metóda testuje, či geometria objektu pretína iný objekt z druhej vrstvy. V obrázku z príkladu (nižšie) vyberie objekty 1, 2 a 3.
 - *contain* - táto metóda testuje či objekt obsahuje kompletný objekt z druhej vrstvy. V obrázku z príkladu nevyberie žiadny objekt.
 - *disjoint* - táto metóda testuje či objekty z dvoch rôznych vrstiev nezdieľajú žiadnu spoločnú časť (žiadne prekrývanie alebo dotýkanie sa). V obrázku z príkladu vyberie iba objekt 4.
 - *equal* - táto metóda testuje či geometrie objektov z dvoch rôznych vrstiev sú úplne rovnaké. V obrázku z príkladu nevyberie žiadny objekt.
 - *touch* - táto metóda testuje či sa objekt dotýka iného objektu z druhej vrstvy. V obrázku z príkladu vyberie iba objekt 3.
 - *overlap* - táto metóda testuje či objekt prekrýva iný objekt z druhej vrstvy. V obrázku z príkladu vyberie iba objekt 2.
 - *are within* - táto metóda testuje či sa objekt nachádza vnútri iného objektu z druhej vrstvy. V obrázku z príkladu vyberie iba objekt 1.
 - *cross* - táto metóda testuje či majú objekty z dvoch rôznych vrstiev spoločné niektoré, ale nie všetky, vnútorné body a križenie objektov má nižší rozmer ako geometria jedného z porovnávaných objektov. Napríklad križovanie čiary a inej čiary sa vyberie ako bod, križovanie čiary a polygónu sa vyberie ako čiara. Dva polygóny sa krížia ako mnohoúholník, ktorý ale táto metóda nevyberie. V obrázku z príkladu nevyberie žiadny objekt (keďže ide o križovanie dvoch polygónov).

Príklad priestorového výberu, kde množina údajov, z ktorej chceme vyberať (zdrojová vektorová vrstva), sa skladá zo zelených kruhov. Oranžový obdĺžnik je množina údajov, s ktorou sa porovnáva.

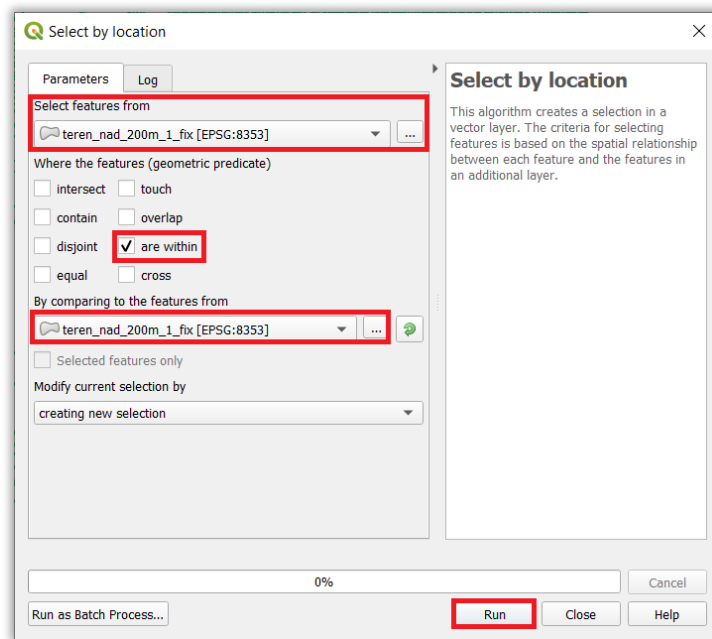


Zdroj: https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectorselection.html

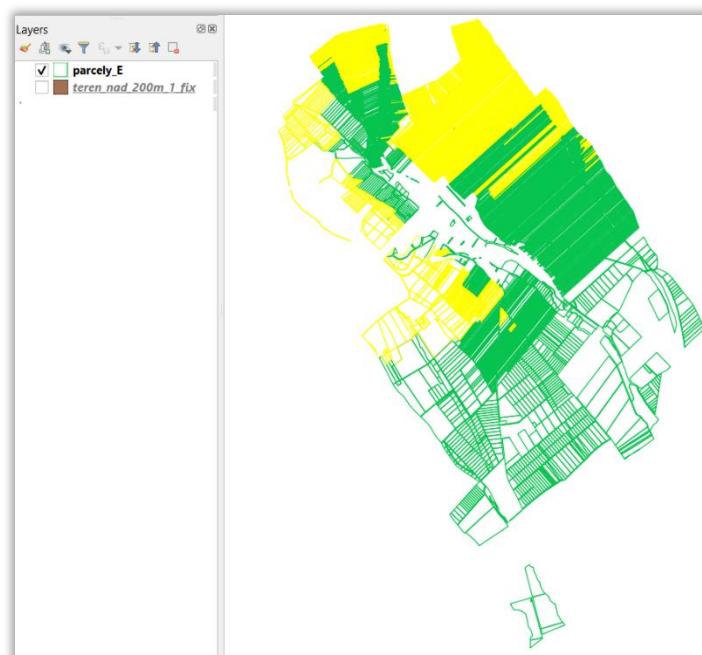
- *By comparing to the features from* – vybrať vektorovú vrstvu, podľa ktorej sa budú objekty zo vstupnej vrstvy vyberať.

- *Modify current selection by:*
 - *creating new selection* – vytvoriť nový výber.
 - *adding to current selection* – vybrané objekty pridať k predtým urobenému výberu.
 - *selecting within current selection* – vybrať objekty z predtým urobenému výberu.
 - *removing from current selection* - vybrané objekty odobrať z predtým urobeného výberu.

Príklad výberu parciel, ktoré **sa kompletne nachádzajú** (*are within*) na území s nadmorskou výškou väčšou ako 200 m:



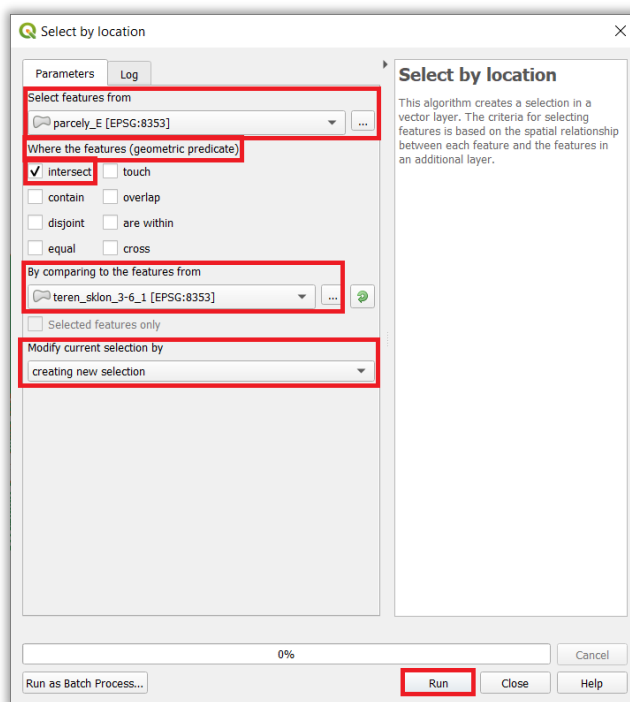
Vybrané parcely sú označené žltou farbou:



Následne je možné vybrané objekty vyexportovať do novej vektorovej vrstvy pomocou nástroja *Export* → *Save Selected Features As*.

Podobne by sa postupovalo aj v prípade výberu objektov (napr. parciel) podľa rastra znázorňujúceho územia so zvoleným sklonom terénu.

Príklad výberu parciel, ktorých **aspoň časť plochy sa nachádza** (*intersect*) na území so sklonom terénu 3° až 6°:



Vybrané parcely sú označené žltou farbou:

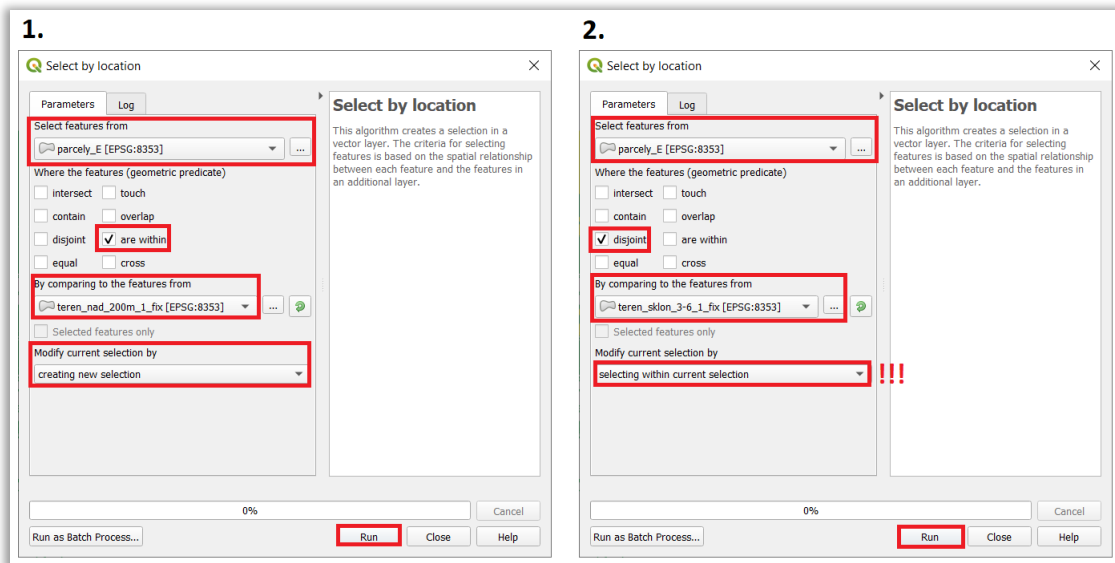


Príklad výberu parciel súčasne podľa výšky a sklonu terénu:

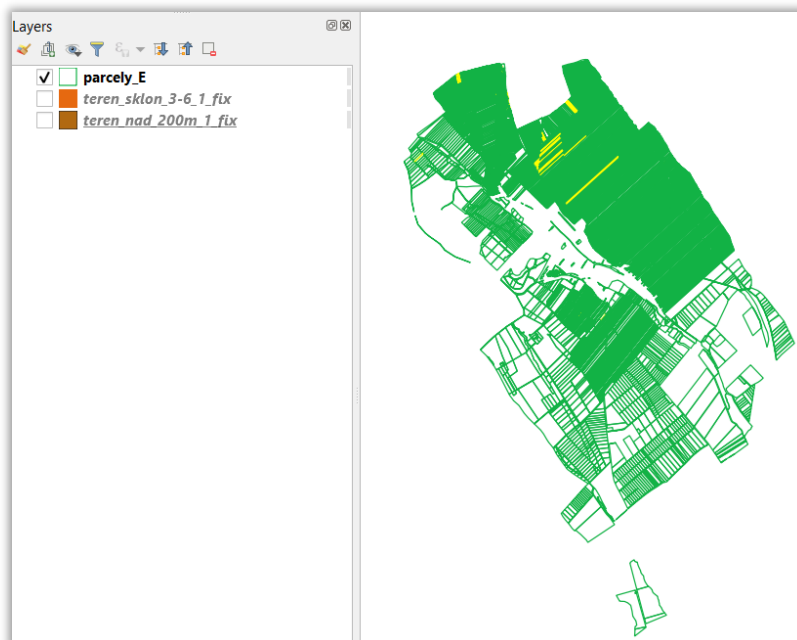
Výber parciel, ktoré sa nachádzajúce na území:

1. s nadmorskou výškou nad 200 m,
2. so sklonom terénu iným ako 3° až 6°.

Do projektu pridať všetky potrebné vektorové vrstvy. Ako prvé treba urobiť výber objektov **nachádzajúcich sa kompletne** (*are within*) na území so zvolenou nadmorskou výškou terénu, následne urobiť druhý výber objektov, ktorých **žiadna časť plochy sa nenachádza** (*disjoint*) na území so zvoleným sklonom terénu, pričom v okne nástroja *Select by location* v parametri *Modify current selection* by vybrať možnosť *selecting within current selection*:



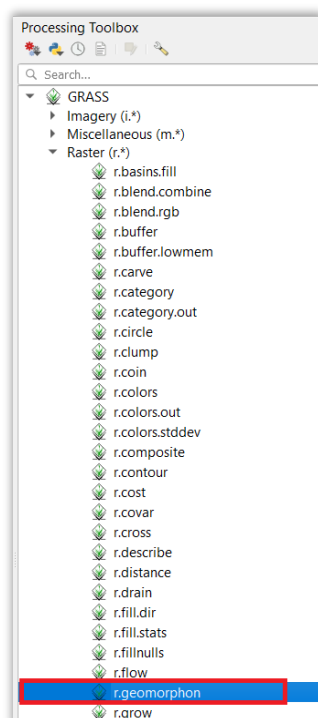
Parcely spĺňajúce zadané podmienky sú označené žltou farbou:



Poznámka: Súbory formátu VGI s parcelami katastra nehnuteľností je možné prekonvertovať napr. do formátu ESRI Shapefile pomocou Konverznej služby (<https://zbgis.skgeodesy.sk/rts/sk/Convert>). Pre transformáciu súborov VGI medzi realizáciami súradnicového systému S-JTSK je možné použiť Rezortnú transformačnú službu (<https://zbgis.skgeodesy.sk/rts/sk/Transform>).

22. Určenie geomorfologických tvarov reliéfu

Na identifikáciu základných geomorfologických tvarov reliéfu je možné použiť nástroj *r.geomorphon*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing toolbox* → *GRASS* → *Raster*:



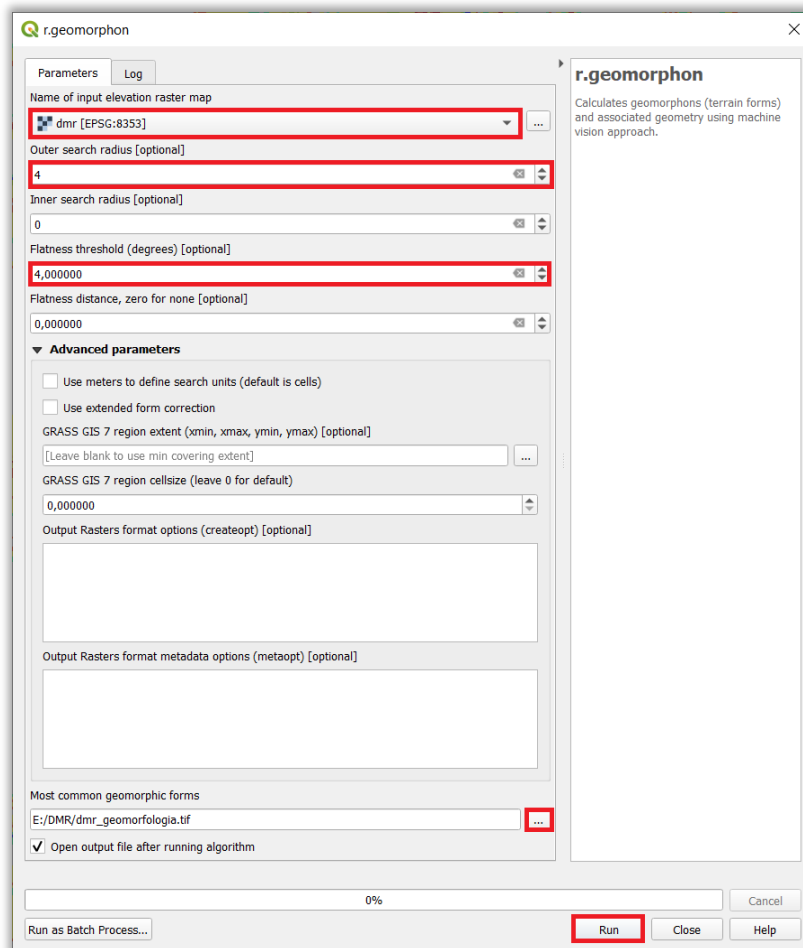
Viac podrobnejších informácií o nástroji a princípe výpočtu je uvedených na stránke:

<http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/grass/grass70/manuals/addons/r.geomorphon.html>

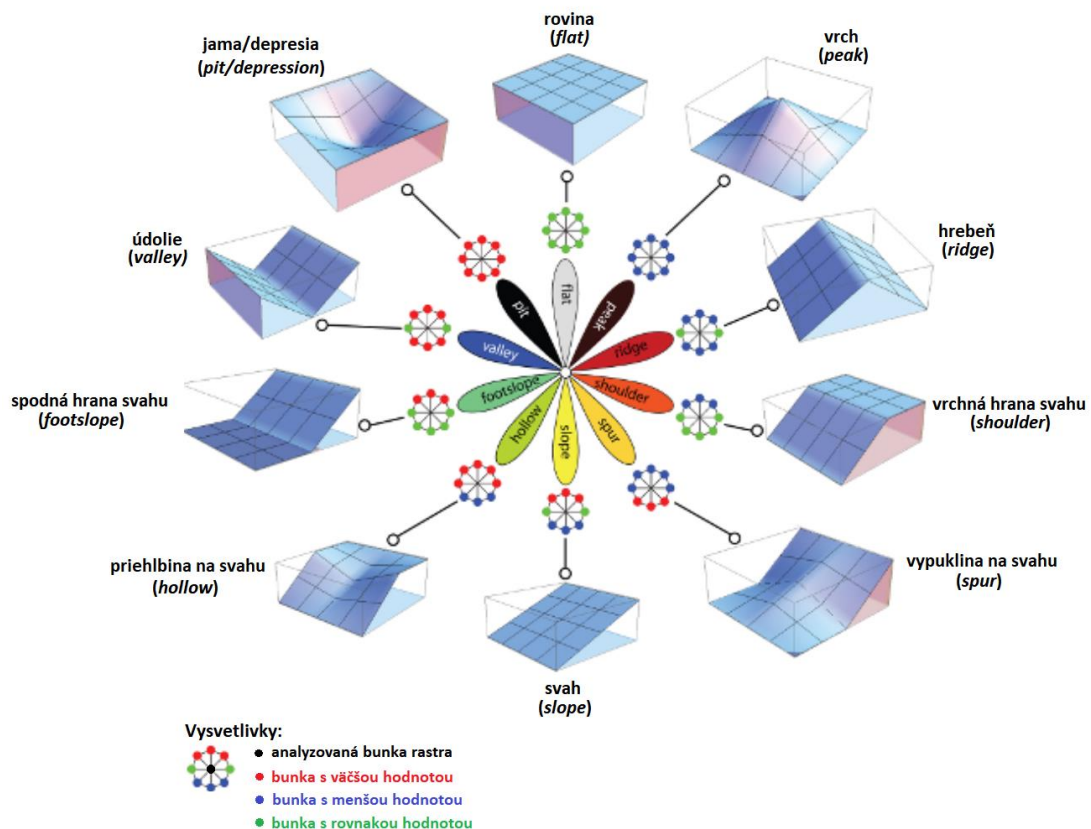
Po spustení nástroja sa otvorí okno, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Name of input elevation raster map* – vybrať vstupný raster DMR.
- *Outer search radius* – zadať hodnotu pre polomer hľadania (search radius), ktorý bude ohraničovať oblasť výpočtu od vybranej bunky rastra, v jednotkách veľkosti bunky rastra (napr. *Outer search radius* = 4 pri DMR s priestorovým rozlíšením 1 x 1 m bude predstavovať vzdialenosť 4 m). Použitie väčších hodnôt sa rovná klasifikácii terénu zo širšej perspektívy, zatiaľ čo použitie menších hodnôt sa rovná klasifikácii terénu z lokálneho hľadiska.
- *Flatness treshold* – zadať hodnotu pre „krajnú hodnotu plochosti“ (flatness treshold) v stupňoch, ktorá bude použitá pri určovaní jednotlivých tvarov reliéfu. Stanovuje hodnotu, podľa ktorej budú jednotlivé časti reliéfu považované za rovinu. Čím menší uhol sa v zvolí, tým bude výsledok podrobnejší a budú v ňom detailnejšie zachytené aj menšie terénne nerovnosti.
- *Most common geomorphic forms* – zadať názov, formát a umiestnenie výstupného rastra.

Pri voľbe parametrov *Outer search radius* a *Flatness treshold* treba brať do úvahy aj priestorové rozlíšenie a výškovú členitosť použitého DMR, a tiež s akou podrobnosťou majú byť geomorfologické tvary reliéfu určené. Pri DMR s väčším priestorovým rozlíšením (napr. 0,25 m), z dôvodu veľkej podrobnosti údajov, ideálne zvoliť vyššie hodnoty zadávaných parametrov pre zvýraznenie hlavných zlomových línií terénu. Ukážky výsledkov pri použití rôznych vstupných parametrov sú uvedené nižšie.



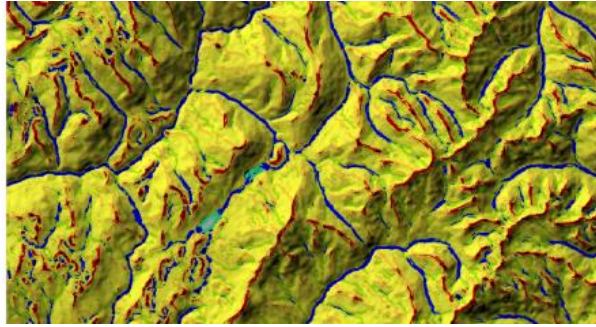
Nástroj vytvorí geomorfologickú mapu (raster), kde každá bunka rastra má priradenú vypočítanú hodnotu 1 až 10, ktorá zodpovedá danému geomorfologickému tvaru reliéfu:



Legenda pre vytvorený raster:

Farba – hodnota bunky rastra – geomorfologický tvar reliéfu

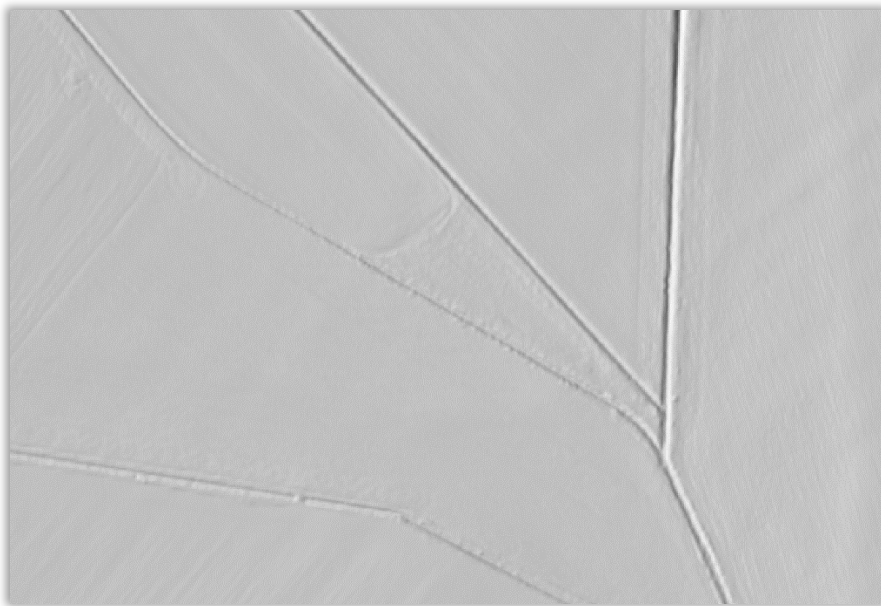
- 1 - rovina (*flat*)
- 2 - vrch (*peak*)
- 3 - hrebeň (*ridge*)
- 4 - vrchná hrana svahu (*shoulder*)
- 5 - vypuklina na svahu (*spur*)
- 6 - svah (*slope*)
- 7 - priehlbina na svahu (*hollow*)
- 8 - spodná hrana svahu (*footslope*)
- 9 - údolie (*valley*)
- 10 - jama/depresia (*pit/depression*)



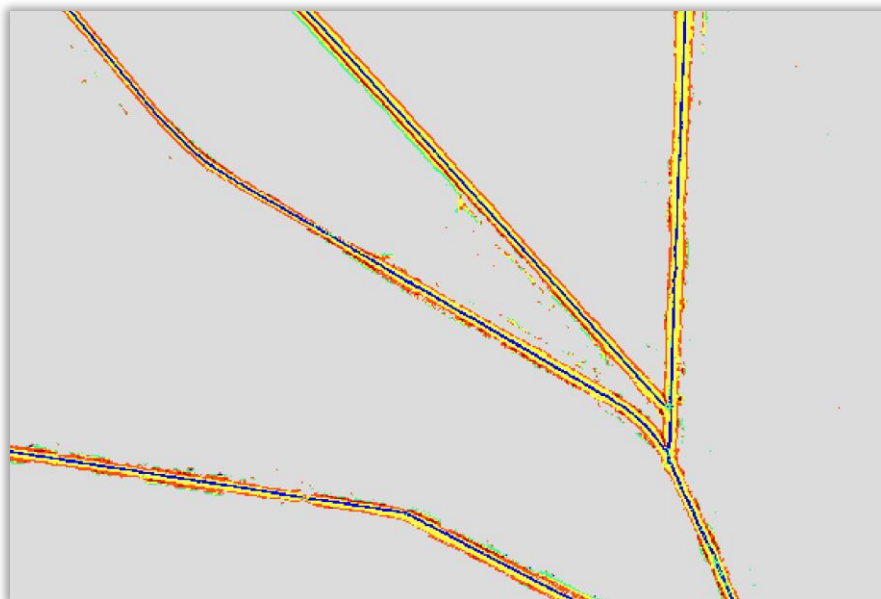
Zdroj: <http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/grass/grass70/manuals/addons/r.geomorphon.html>

Príklady:

- 1) Vstupný DMR (rovinaté územie):



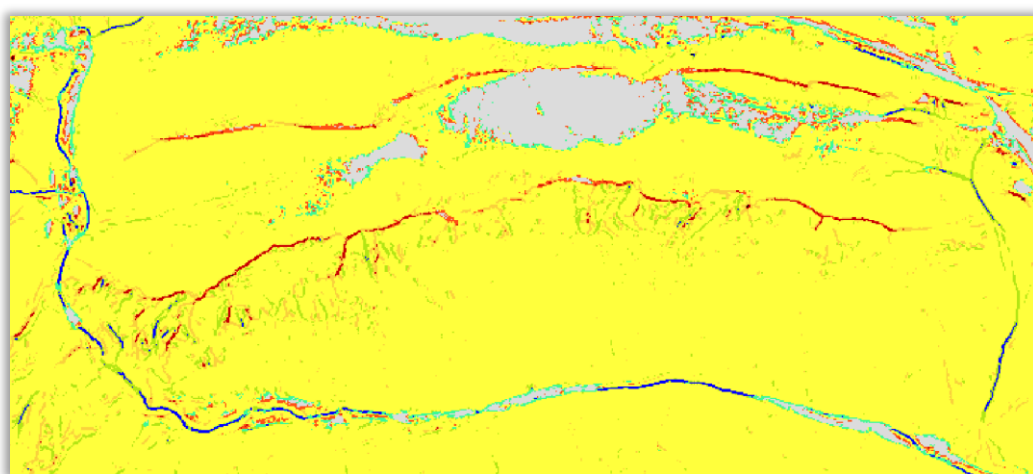
Určené geomorfologické tvary reliéfu:



2) Vstupný DMR (hornaté územie):



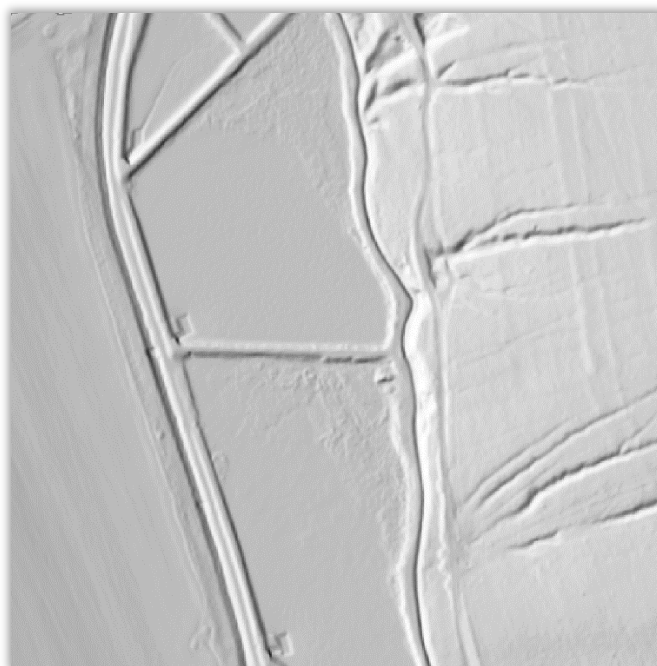
Určené geomorfologické tvary reliéfu:



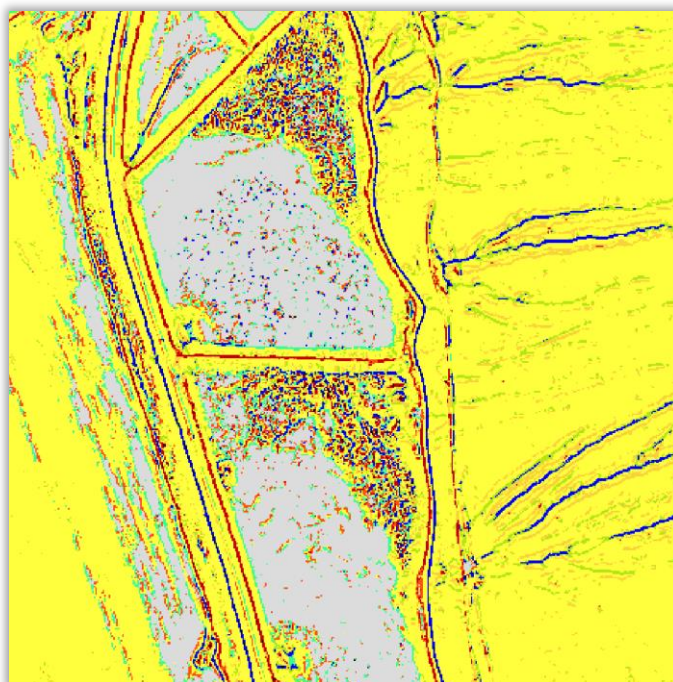
Porovnanie zobrazenia násypu cesty na ortofotomozaike a rastru s geomorfologickými tvarmi reliéfu, kde je možné identifikovať svah násypu (žltá farba), jeho vrchná hrana (červená farba), spodná hrana (zelená farba) a rovná plocha vozovky (sivá farba):



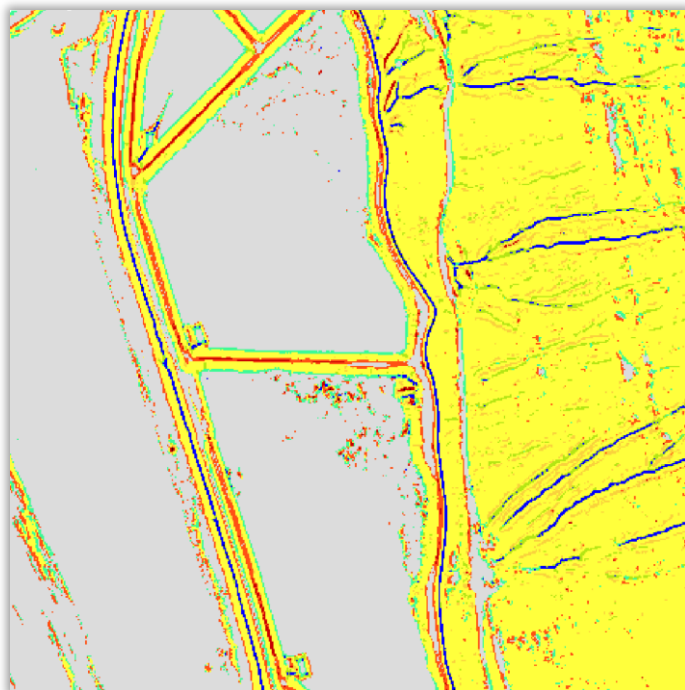
Príklady s použitím rozličných hodnôt parametra *Flatness treshold* pre DMR s priestorovým rozlíšením 1 x 1 m:



a) výsledný raster - parameter *Outer search radius* = 4, *Flatness treshold* = 1°:



b) výsledný raster - parameter *Outer search radius* = 4, *Flatness treshold* = 4°:



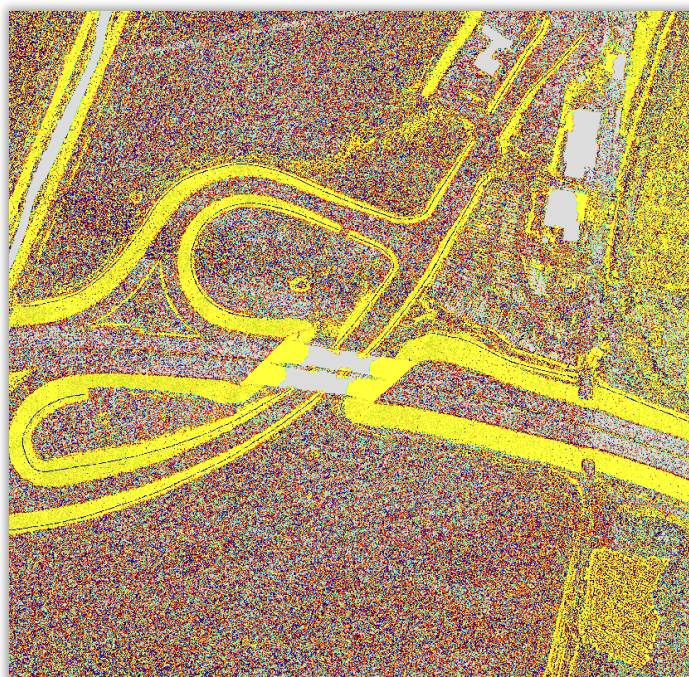
c) výsledný raster - parameter *Outer search radius* = 4, *Flatness treshold* = 6°:



Príklady s použitím rozličných hodnôt parametrov *Outer search radius* a *Flatness threshold* pre DMR s priestorovým rozlíšením 0,25 x 0,25 m:



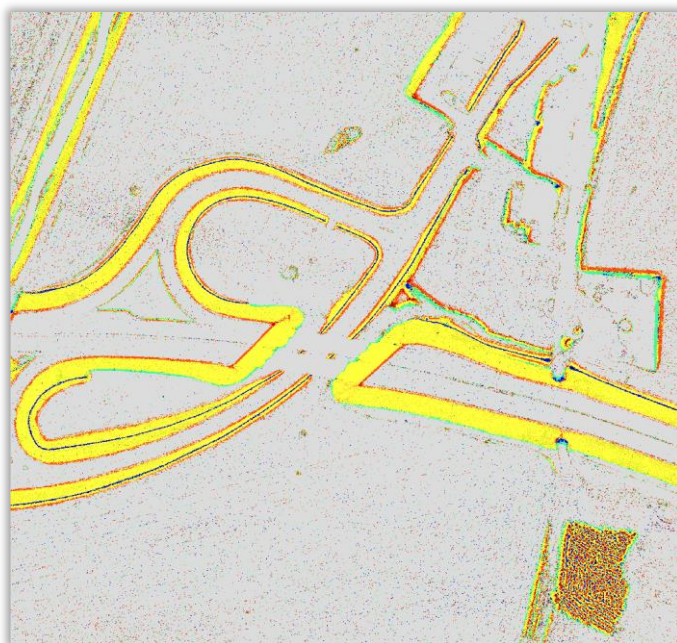
a) výsledný raster - parameter *Outer search radius* = 4, *Flatness threshold* = 4°:



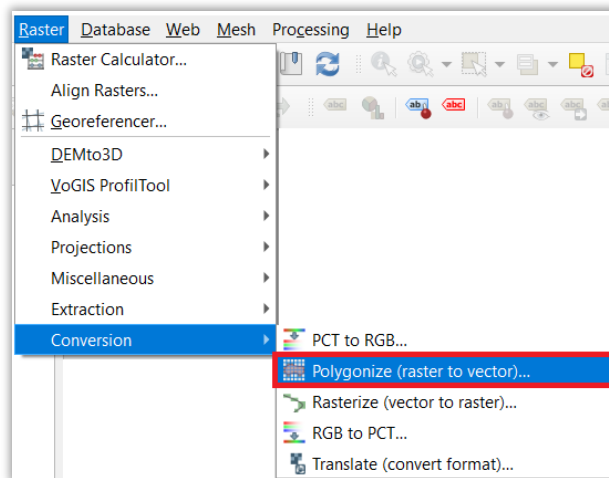
b) výsledný raster - parameter *Outer search radius* = 16, *Flatness treshold* = 8°:



c) výsledný raster - parameter *Outer search radius* = 16, *Flatness treshold* = 12°:

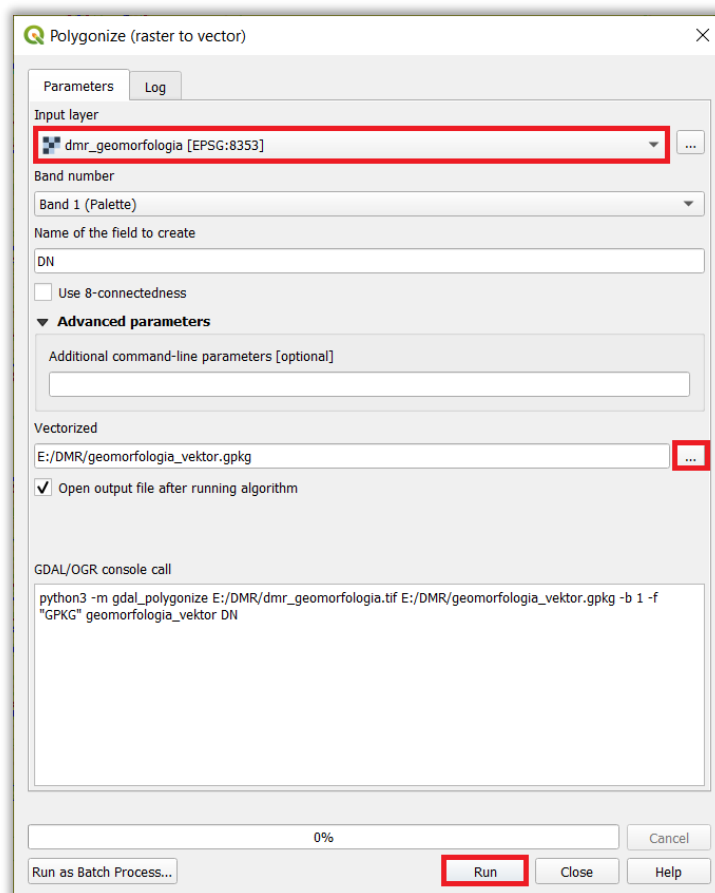


Určené geomorfologické tvary reliéfu z rastrového formátu je možné vyexportovať na vektorovú vrstvu (napr. vo formáte GeoPackage, ESRI Shapefile) pomocou nástroja *Polygonize (raster to vector)*, ktorý sa nachádza v paneli *Raster* → *Conversion*:



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

- *Input layer* – vybrať vstupný raster.
- *Vectorized* - zadať názov, formát a umiestnenie výstupného súboru.

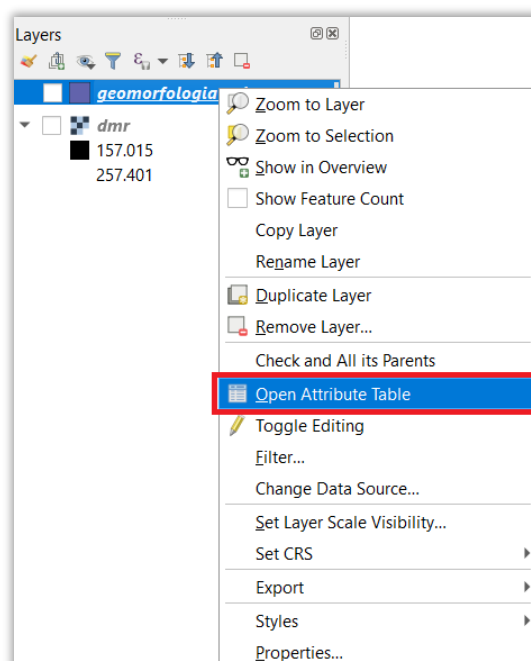


Výsledkom je vektorová polygónová vrstva, kde každý polygón reprezentuje geomorfologický tvar reliéfu podľa buniek rastra:





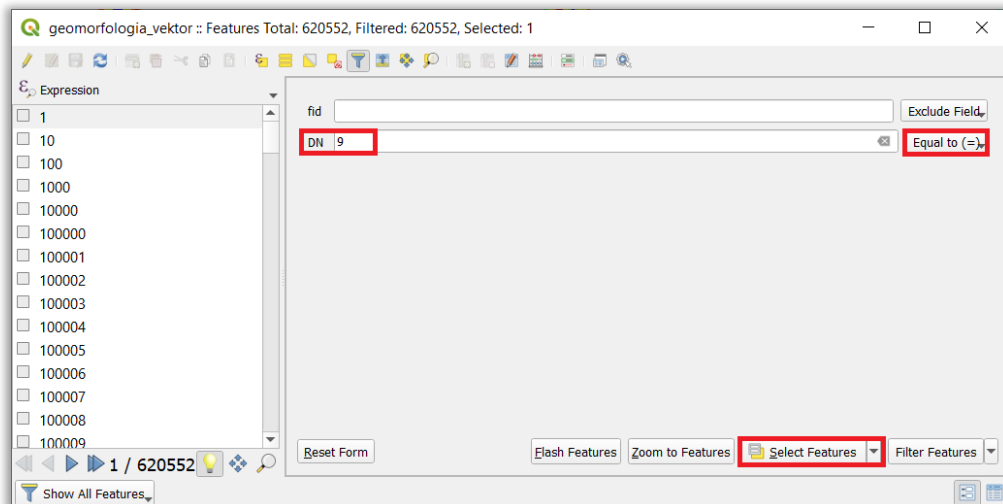
Výstupnej vektorovej vrstve treba skontrolovať súradnicový systém v *Properties* v časti *Source*. V prípade hodnoty *Unknown CRS* alebo *Invalid projection* vrstve priradiť správny súradnicový systém podľa použitého rastra DMR pomocou nástroja *Processing Toolbox* → *Vector general* → *Assign projection*.

Jednotlivé typy geomorfologických tvarov reliéfu je možné rozlíšiť podľa atribútu DN v atribútovej tabuľke, ktorý obsahuje pôvodné hodnoty buniek rastra:

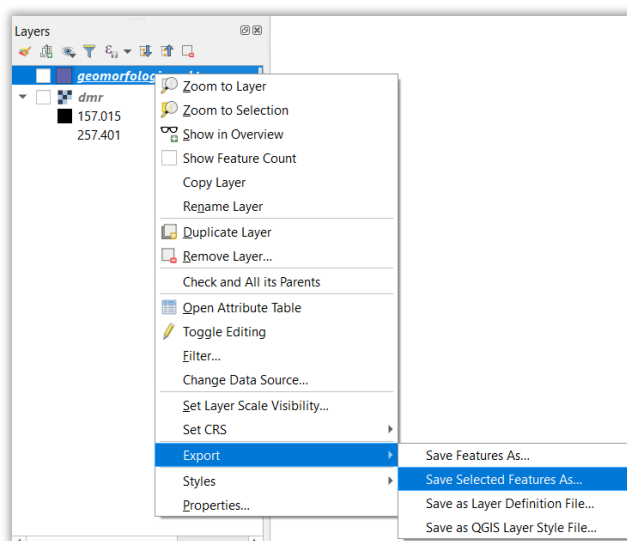


	fid	DN
1	1	6
2	2	8
3	3	8
4	4	4
5	5	5
6	6	7
7	7	3
8	8	5
9	9	4
10	10	6

V prípade potreby je možné vyexportovať do novej vektorovej vrstvy len vybrané typy geomorfologických tvarov reliéfu pomocou nástroja *Select/filter features using form* (ikonka ) . Po spustení nástroja zadať do políčka *DN* výraz, podľa ktorého sa vyselektujú vybrané objekty. Príklad pre selekciu údolí: *DN=9*, kde v políčku napravo treba vybrať možnosť *Equal to (=)* a nakoniec kliknúť na ikonku  *Select Features* :

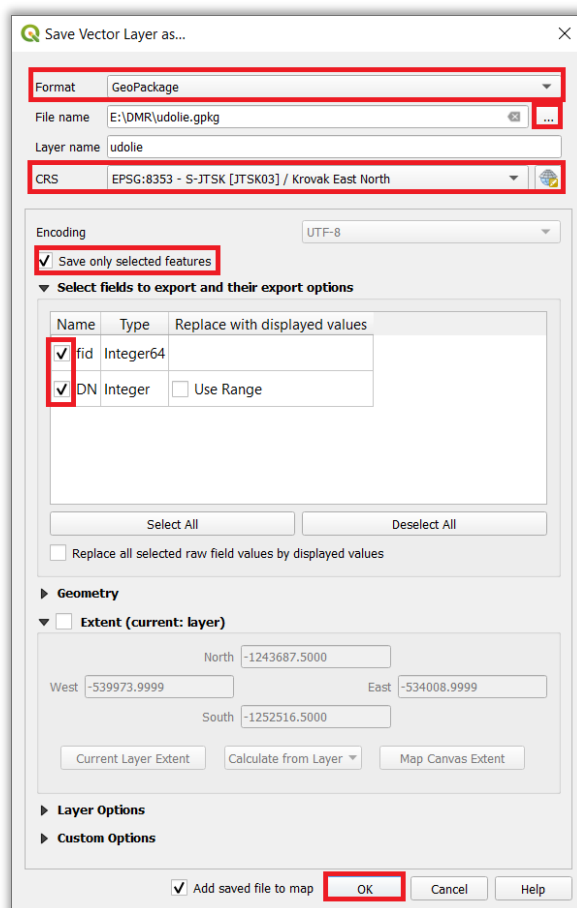


Následne je možné vybrané objekty vyexportovať do novej vektorovej vrstvy pomocou nástroja *Export* → *Save Selected Features As*:

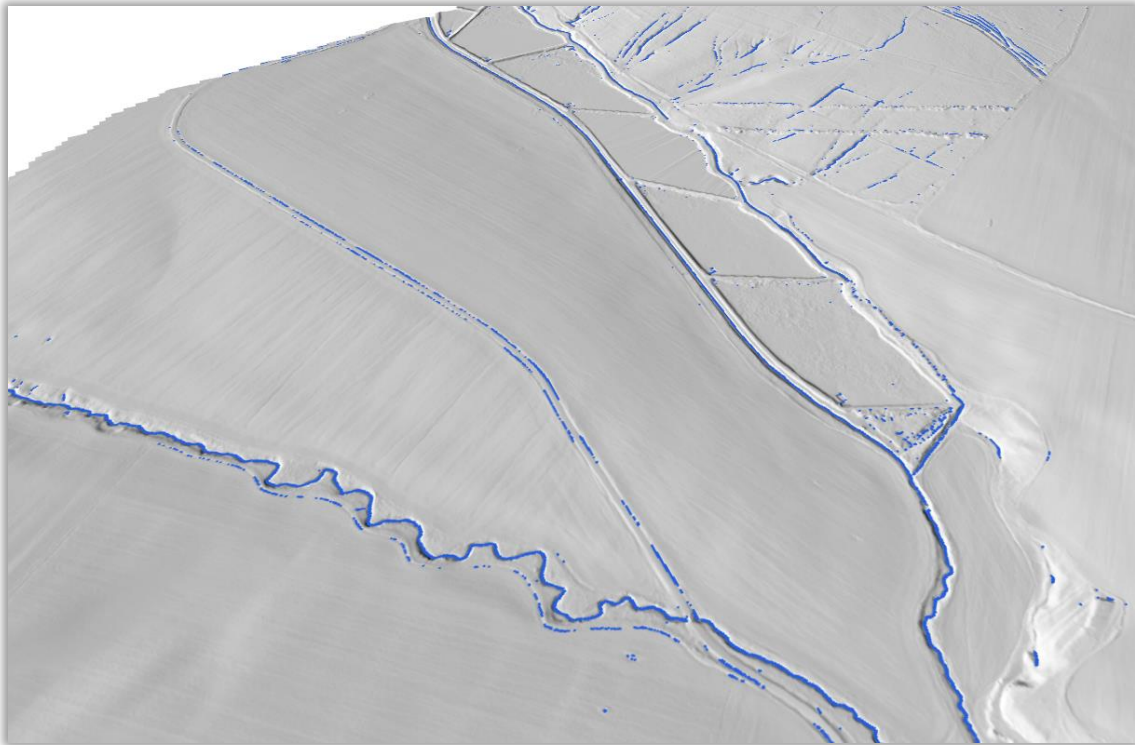


Otvorí sa okno *Save Vector Layer as*, kde treba vyplniť požadované parametre a potom kliknúť na tlačidlo *OK*:

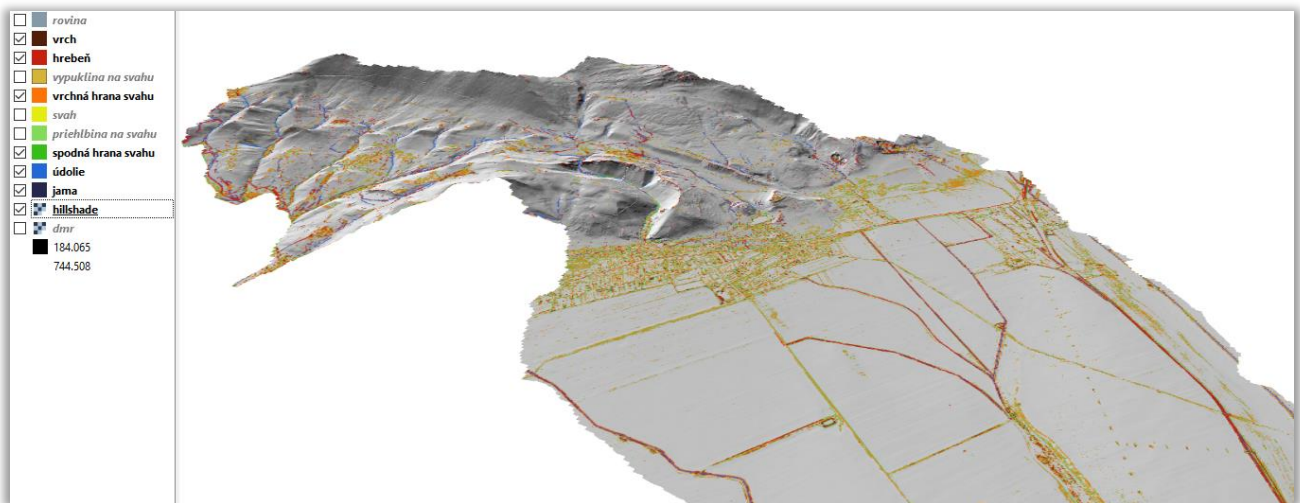
- *Format* - vybrať formát výstupného súboru (napr. GeoPackage, ESRI Shapefile).
- *File name* - zadať názov a umiestnenie výstupného súboru.
- *CRS* - vybrať rovnaký súradnicový systém ako má vstupný súbor.
- *Encoding* – označiť políčko *Save only selected features*.
- *Selected fields to export and their export options* – označiť všetky políčka.



Vyexportované údolia vo vektorovom tvare v 3D zobrazení na DMR vo forme Hillshade:

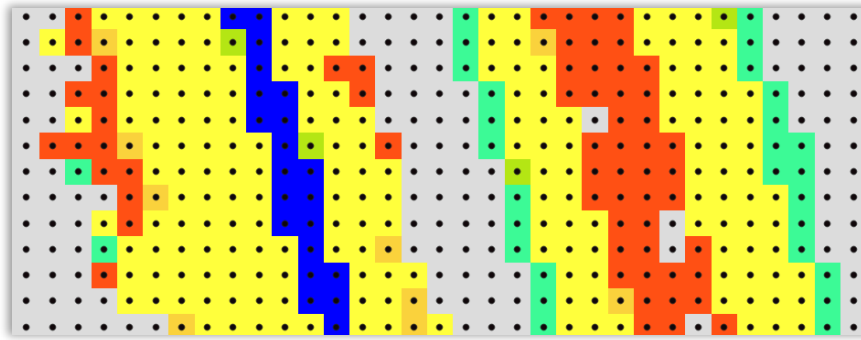


DMR so znázornenými geomorfologickými tvarmi reliéfu v 3D zobrazení:



Taktiež je možné raster s geomorfologickými tvarmi reliéfu vytvorený nástrojom *r.geomorphon*:

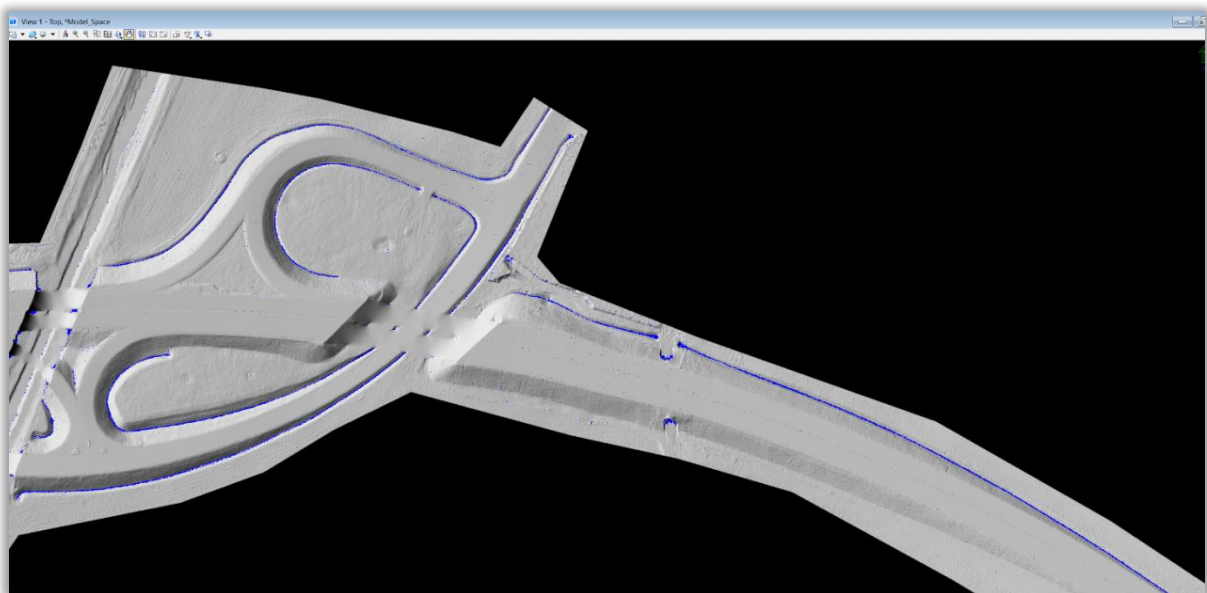
- rozdeliť na menšie časti podľa postupu uvedeného v [11. kapitole](#),
- vyexportovať na vektorovú bodovú vrstvu vo formáte ESRI Shapefile podľa postupu uvedeného v [12. kapitole](#) (nie je vhodné použiť pre DMR s príliš veľkou rozlohou a veľkým priestorovým rozlíšením z dôvodu obmedzení formátu Shapefile na maximálny počet objektov a veľkosť súboru):



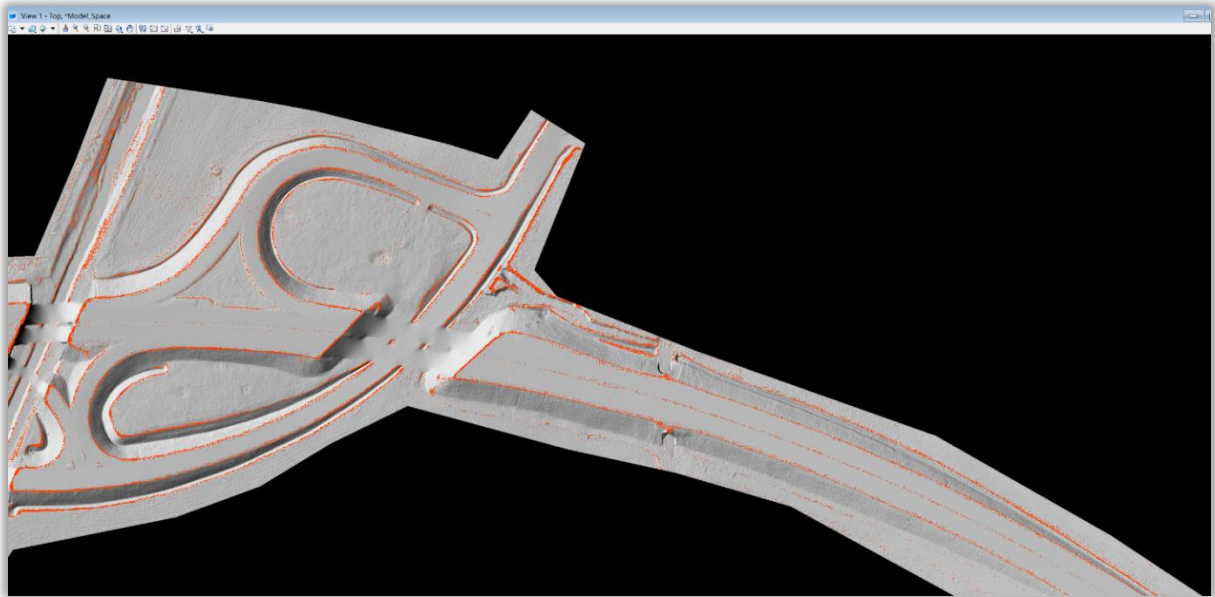
Jednotlivé typy geomorfologických tvarov reliéfu je možné rozlíšiť podľa atribútu, ktorý obsahuje pôvodné hodnoty buniek rastra. Tento atribút je pomenovaný podľa názvu vstupného rastra. Takže je možné vyselektovať len vybrané typy geomorfologických tvarov reliéfu a vyexportovať do novej vrstvy. Bodom je možné priradiť výšku terénu z DMR podľa postupu uvedeného v [17. kapitole](#). Ďalej je možné túto bodovú vrstvu vyexportovať do formátu CSV podľa postupu uvedeného v [13. kapitole](#) alebo DXF podľa postupu uvedeného v [14. kapitole](#).

Vizualizácia vytvorenej bodovej vrstvy vo formáte DXF v CAD softvéri Bentley MicroStation V8i na podklade DMR vo forme Hillshade (0,25 m pixel):

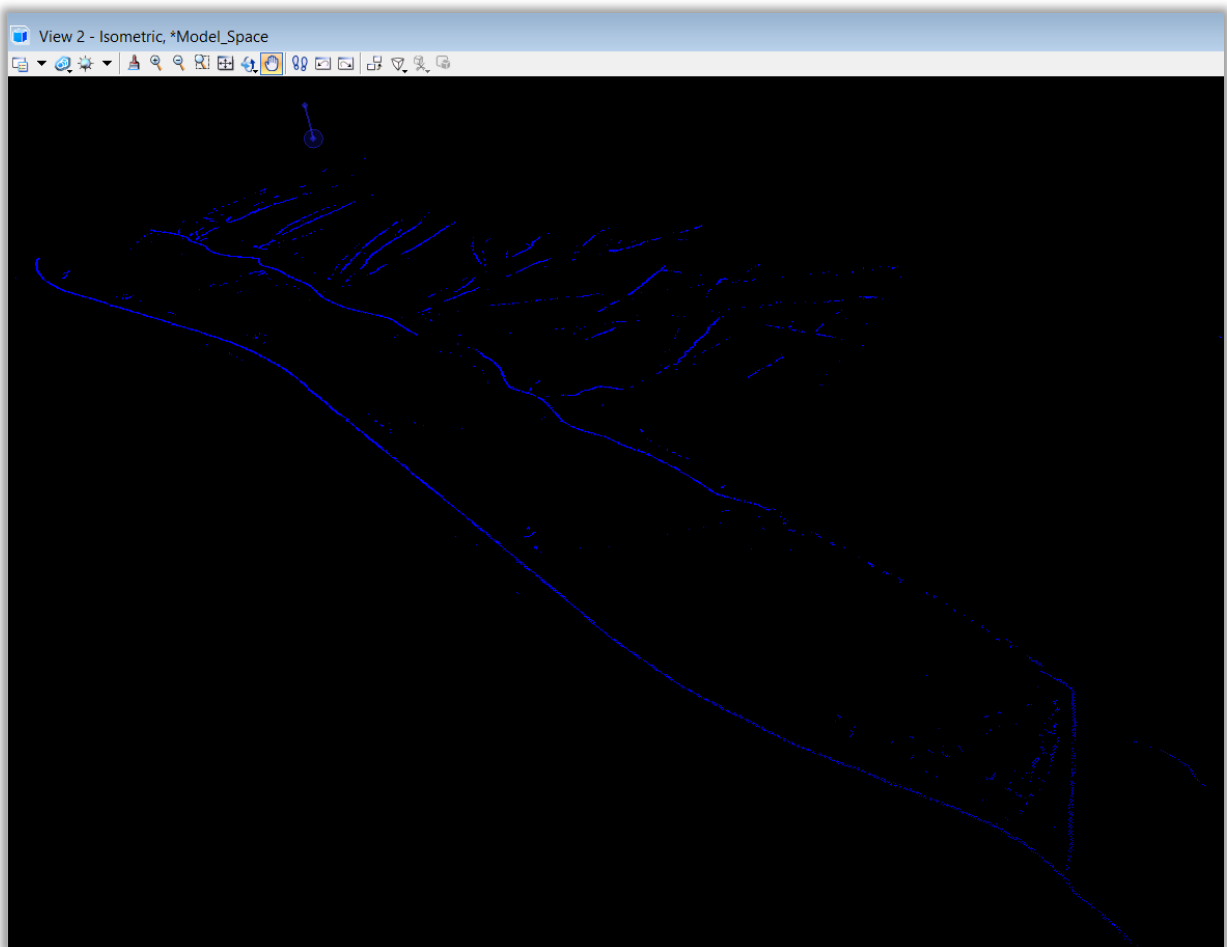
➤ údolie



➤ vrchná hrana svahu

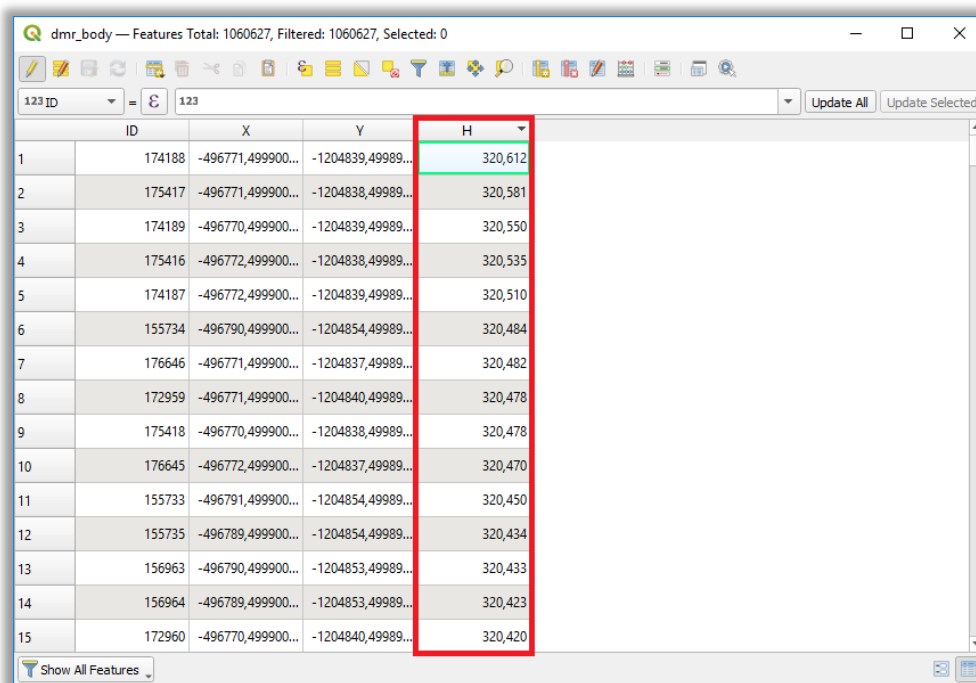


3D zobrazenie vytvorenej bodovej vrstvy údolí v softvéri Bentley MicroStation V8i:



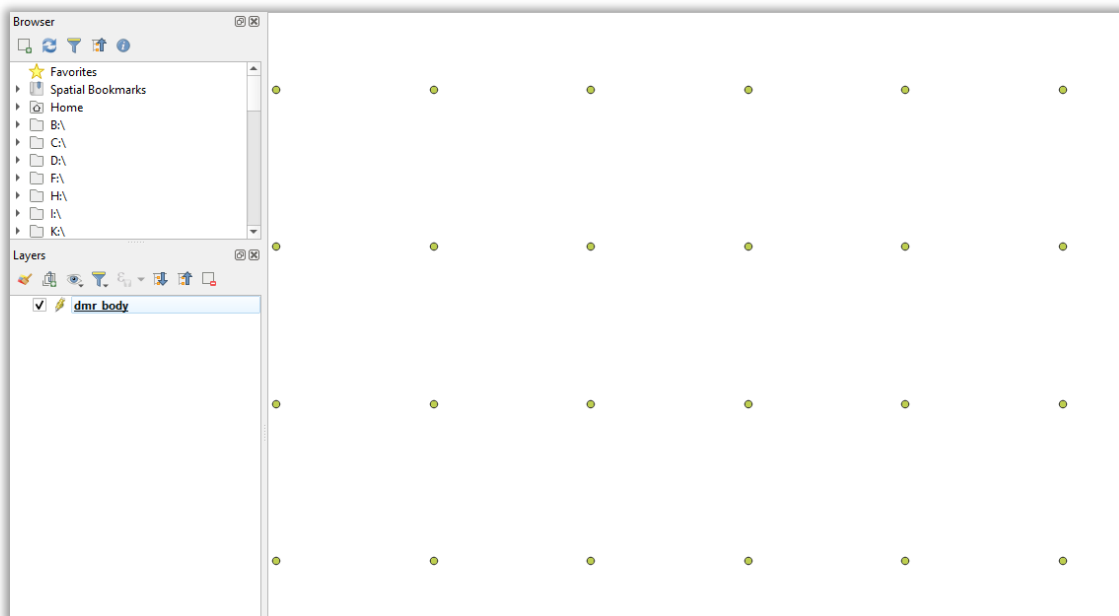
23. Vytvorenie DMR z vektorovej bodovej vrstvy

Pre vytvorenie DMR alebo DMP vo forme rastra je potrebné pripraviť vektorovú bodovú vrstvu (napr. vo formáte Shapefile alebo GeoPackage), ktorá bude obsahovať atribút, kde bude uvedená výška bodu (napr. zamerané body na teréne pomocou GNSS):

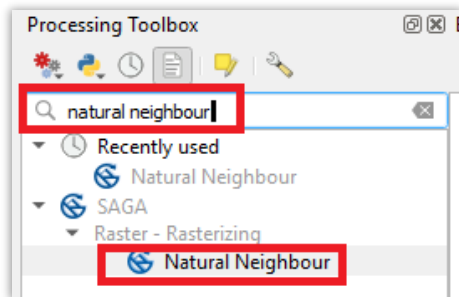


	ID	X	Y	H
1	174188	-496771,499900...	-1204839,49989...	320,612
2	175417	-496771,499900...	-1204838,49989...	320,581
3	174189	-496770,499900...	-1204839,49989...	320,550
4	175416	-496772,499900...	-1204838,49989...	320,535
5	174187	-496772,499900...	-1204839,49989...	320,510
6	155734	-496790,499900...	-1204854,49989...	320,484
7	176646	-496771,499900...	-1204837,49989...	320,482
8	172959	-496771,499900...	-1204840,49989...	320,478
9	175418	-496770,499900...	-1204838,49989...	320,478
10	176645	-496772,499900...	-1204837,49989...	320,470
11	155733	-496791,499900...	-1204854,49989...	320,450
12	155735	-496789,499900...	-1204854,49989...	320,434
13	156963	-496790,499900...	-1204853,49989...	320,433
14	156964	-496789,499900...	-1204853,49989...	320,423
15	172960	-496770,499900...	-1204840,49989...	320,420

Túto bodovú vrstvu treba pridať do projektu pomocou nástroja *Add Vector Layer*, ktorý sa nachádza v paneli *Layer* → *Add Layer*:

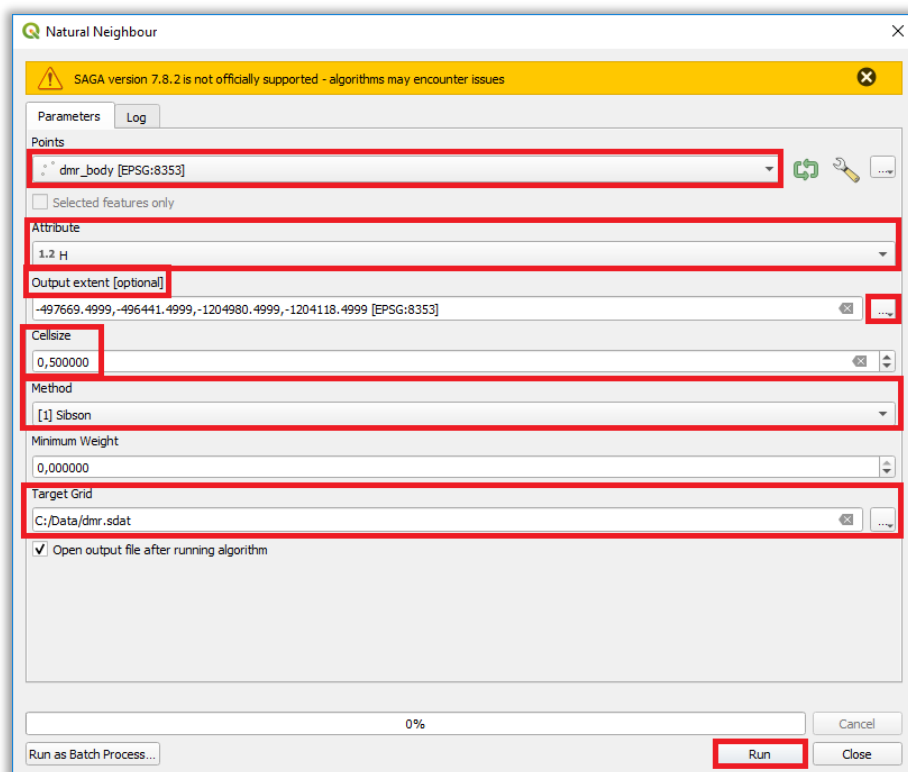


Pre vytvorenie DEM z vektorovej vrstvy pravidelne alebo nepravidelne rozložených bodov je možné použiť nástroj *Processing Toolbox* → *SAGA* → *Raster – Rasterizing* → *Natural Neighbour*, ktorý pre vytvorenie rastra používa interpolačnú metódu Natural Neighbour:



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

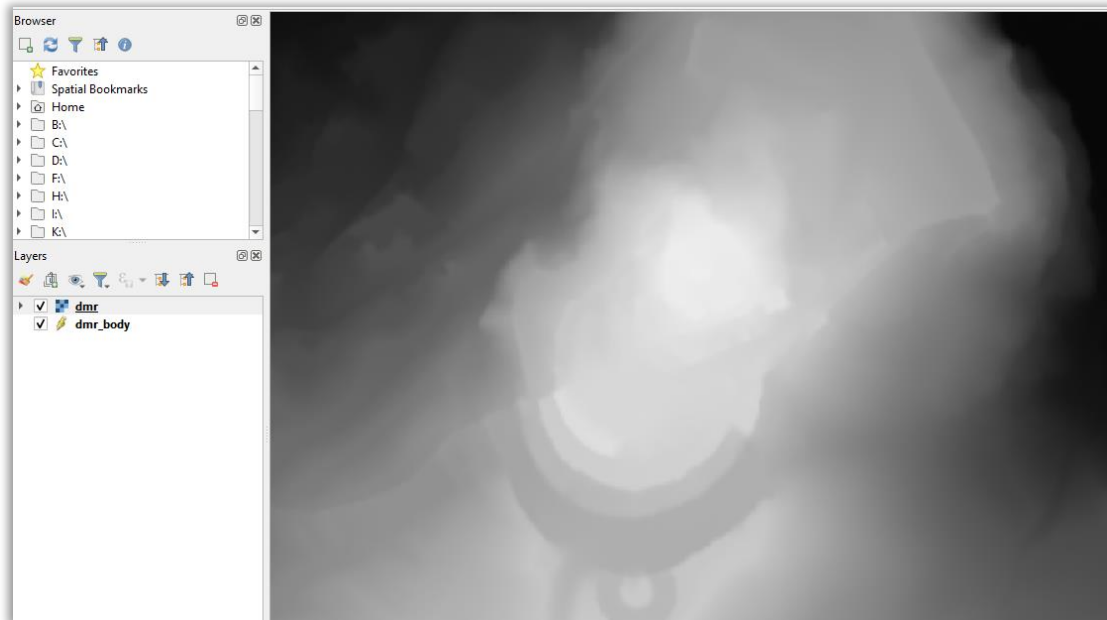
- *Points* – vybrať vstupnú bodovú vrstvu, podľa ktorej sa vytvorí DMR.
- *Attribute* – vybrať atribút, kde je uvedená výška bodov.
- *Output extent* – zvoliť možnosť *Calculate from Layer* a tam vybrať bodovú vrstvu, podľa ktorej sa nastaví priestorový rozsah výstupného rastra DMR.
- *Cellsize* – zadať veľkosť bunky (priestorové rozlíšenie) výstupného rastra DMR.
- *Method* – vybrať metódu použitú pri interpolácii a vytváraní rastra DMR (napr. Sibson).
- *Target Grid* – zadať názov a umiestnenie výstupného rastra DMR vo formáte SDAT.



Formát výstupného DMR je SDAT. Pre export do iného formátu (napr. GeoTIFF) je možné použiť postup uvedený v [2. kapitole](#).

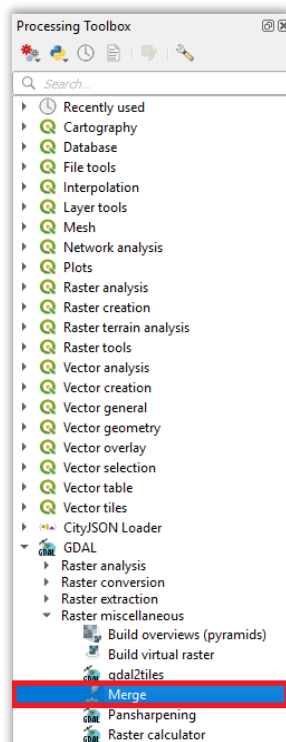
Pre tvorbu DMR je ideálne, ak sú body rozložené rovnomerne napr. približne v tvare pravouhlej mriežky. Podľa účelu použitia DMR treba zvoliť hustotu/rozostup bodov. Pre vytvorenie podrobnejšieho DMR napr. pre presnejší výpočet kubatúry, treba mať k dispozícii hustejšiu sieť bodov.

Výsledný raster DMR:



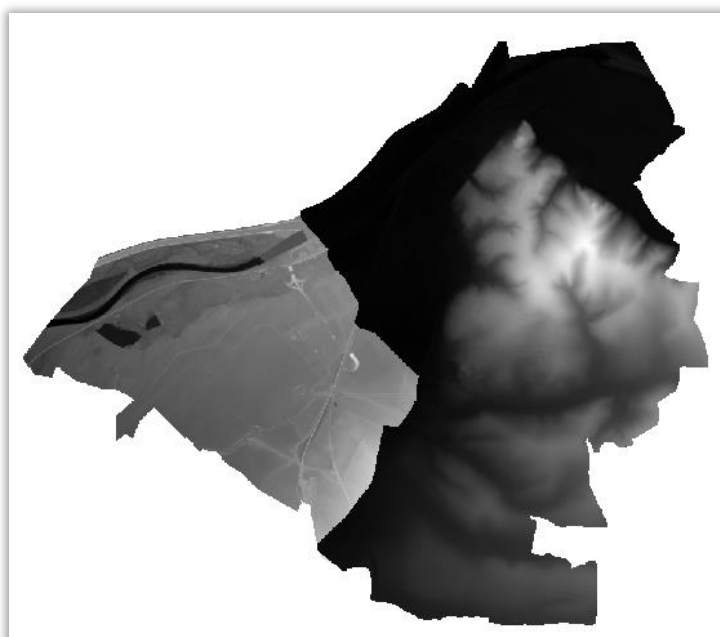
24. Spojenie rastrov DMR

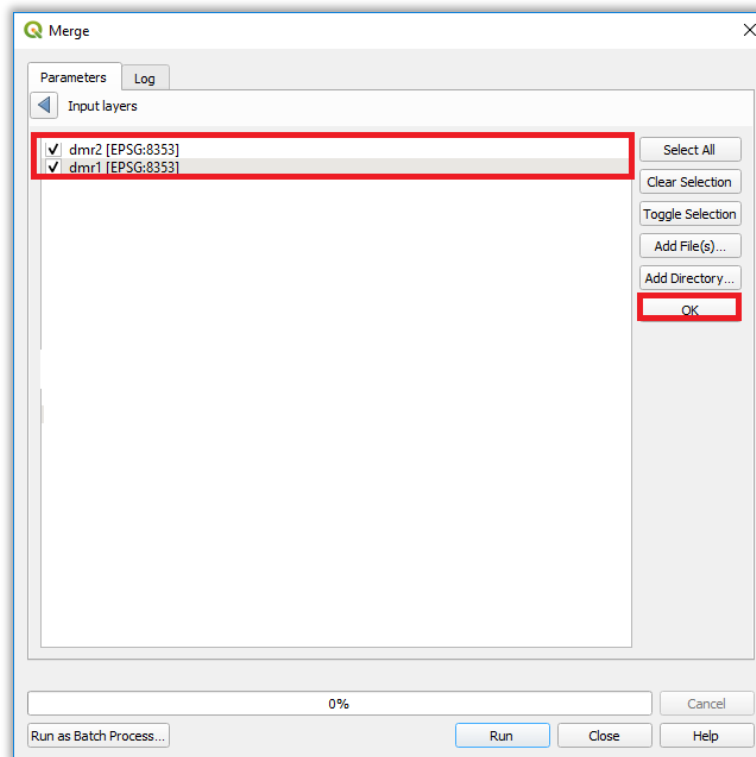
Spojenie (zlúčenie) viacerých rastrov DMR alebo DMP (napr. vyexportovaných podľa hraníc katastrálnych území z webovej aplikácie [Mapový klient ZBGIS](#)) do jedného súvislého rastra je možné pomocou nástroja *Merge*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *GDAL* → *Raster miscellaneous*:



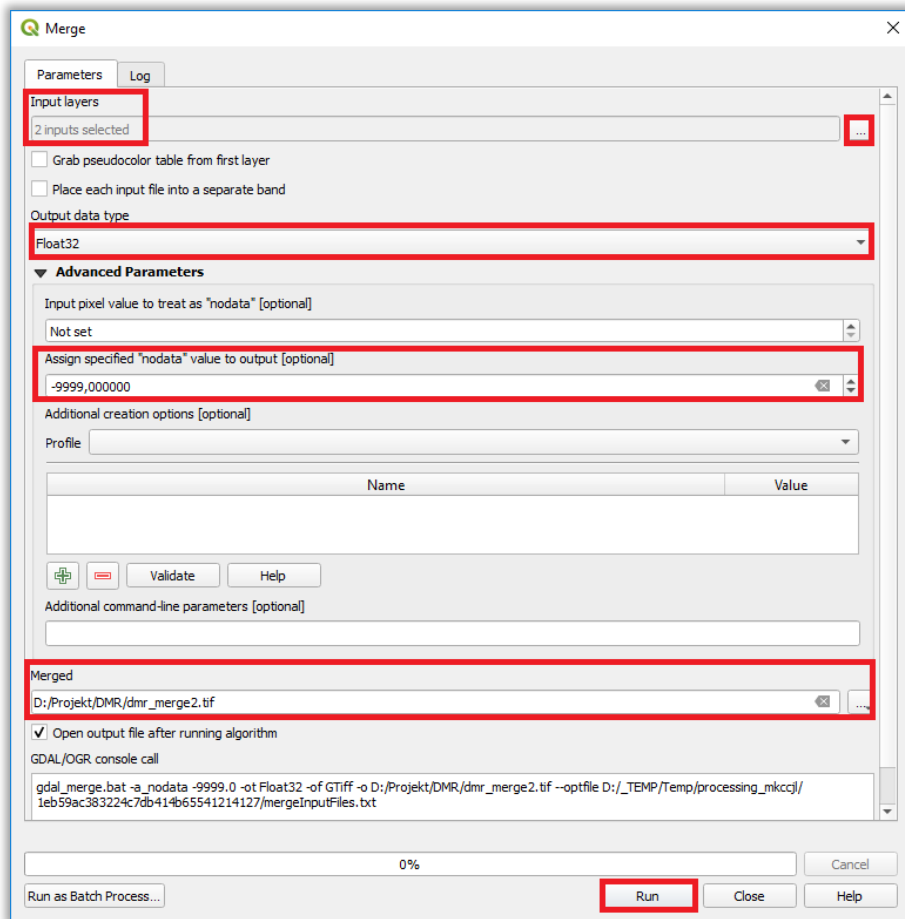
Po spustení nástroja treba vyplniť potrebné parametre a potom kliknúť na tlačidlo *Run*:

- *Input Layers* – vybrať vstupné rastre.

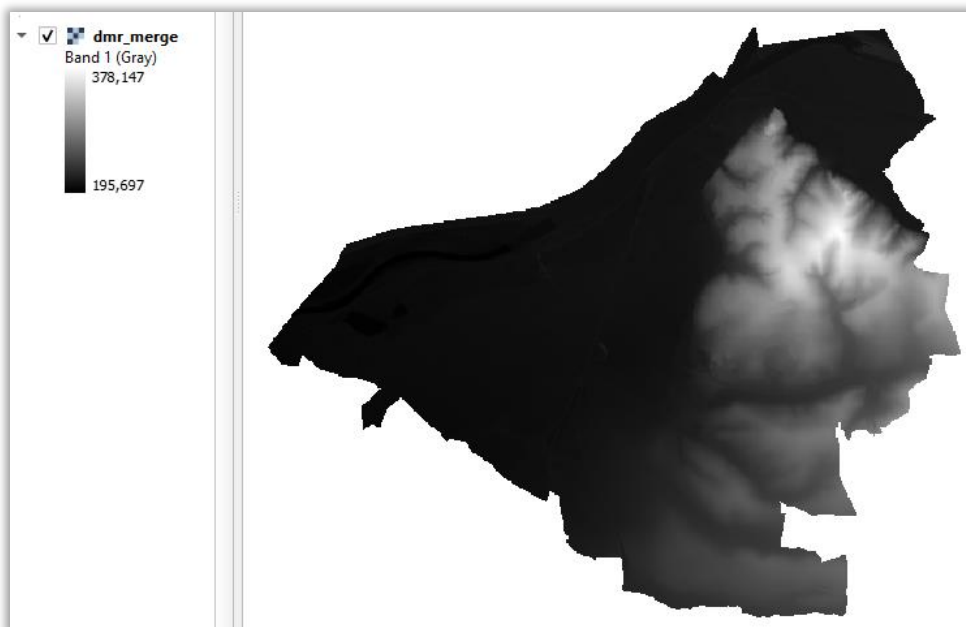




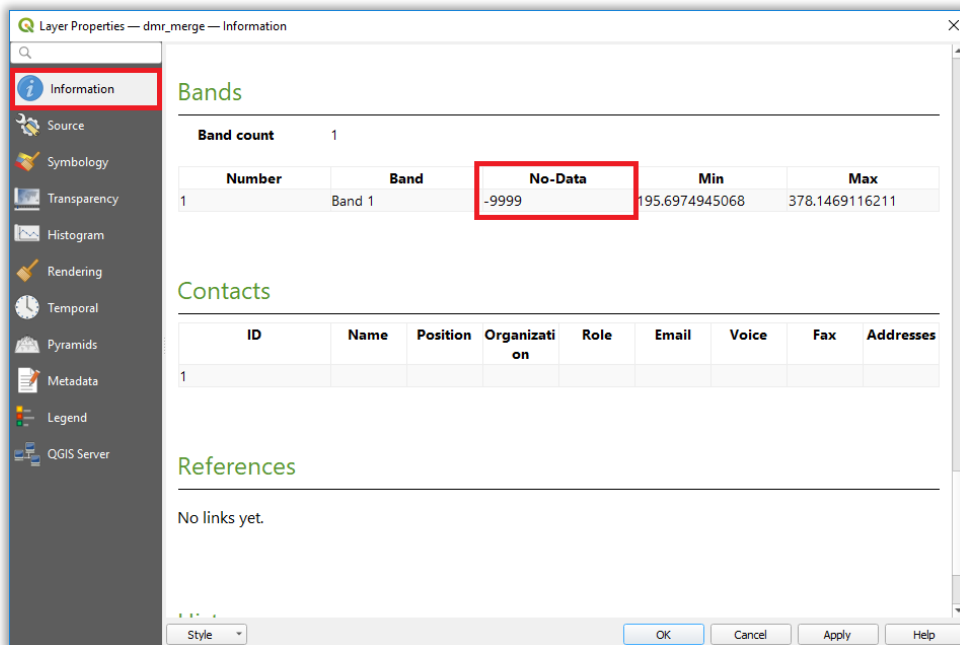
- *Output data type* - vybrať možnosť *Float32*.
- *Advanced Parameters* → *Assign specified nodata value to output* – zadať hodnotu pre prázdne bunky rastra (napr. -9999), ktoré budú predstavovať hodnoty No Data. Tieto bunky slúžia len na doplnenie mriežky rastra do úplného tvaru (obdĺžnik, štvorec) a neobsahujú hodnoty výšky. Pri zobrazení sa potom budú tieto bunky automaticky zobrazovať ako transparentné (priehľadné) a nebudú tak prekryvať ostatné vrstvy v mapovom okne.
- *Merged* - zvoliť možnosť *Save to File* a zadať názov, formát (napr. TIF files) a umiestnenie výstupného rastra.



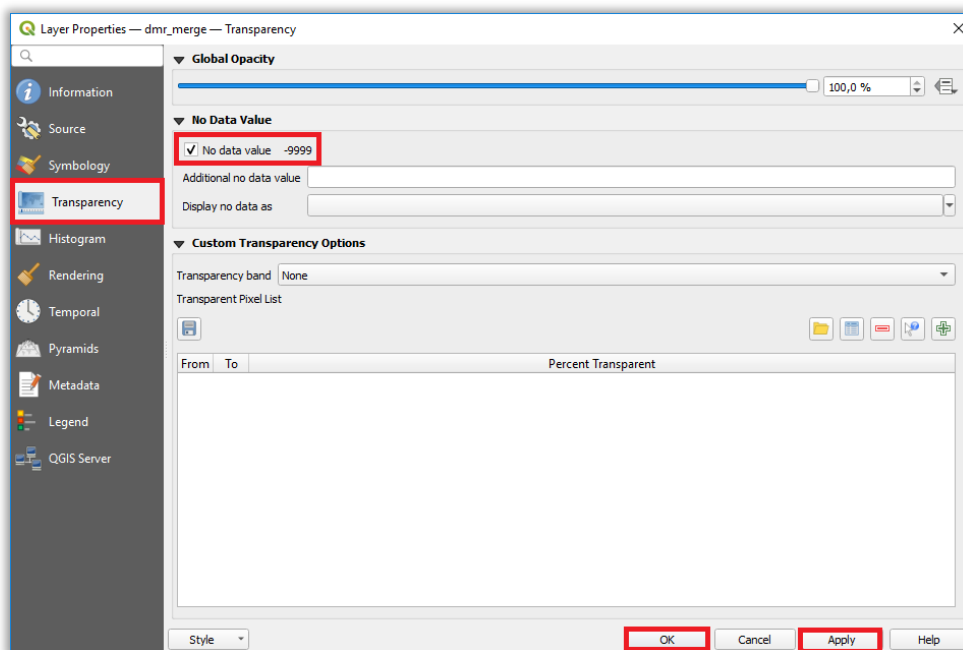
Výsledný spojený raster DMR:



Hodnoty pre No Data bunky rastra je možné zistiť v *Properties* → *Information* v časti *Bands*:

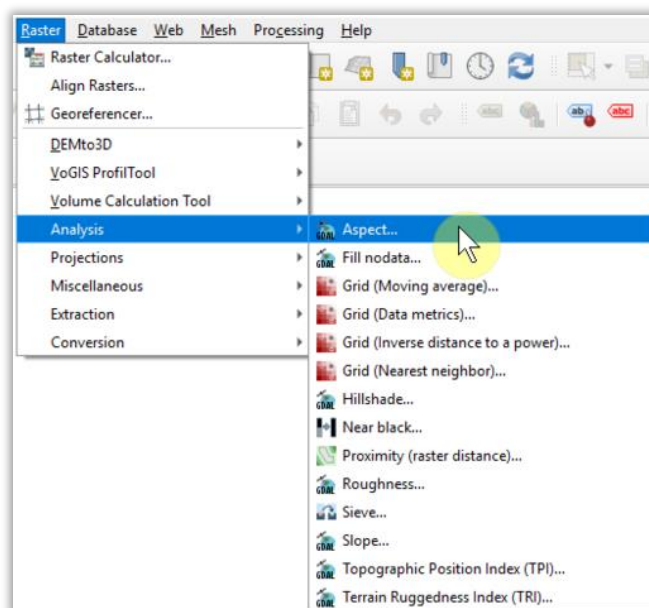


Aby sa tieto bunky automaticky zobrazovali ako transparentné, treba v časti *Properties* → *Transparency* skontrolovať, či je označená políčka No data value:

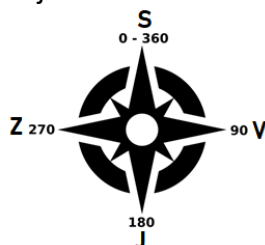


25. Orientácia terénu voči svetovým stranám

Na vytvorenie rastra orientácie (expozície) reliéfu (DMR) voči svetovým stranám slúži nástroj Aspect, ktorý sa nachádza v paneli Raster→Analysis:



Aspekt (expozícia) vyjadruje smer alebo azimut kompasu, ku ktorému smeruje povrch reliéfu. Určenie expozičia reliéfu voči svetovým stranám spočíva v konštrukcii izotangent – čiar, ktoré spájajú body s rovnakou orientáciou reliéfu voči svetovým stranám. Vytvorená rastrová vrstva obsahuje bunky, ktorých hodnoty sú od 0 do 360. Tieto hodnoty vyjadrujú smer (azimut) sklonu reliéfu, začínajúc od severu (0°) a pokračujúc v smere hodinových ručičiek:



(Zdroj: https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/rasterterrainanalysis.html)

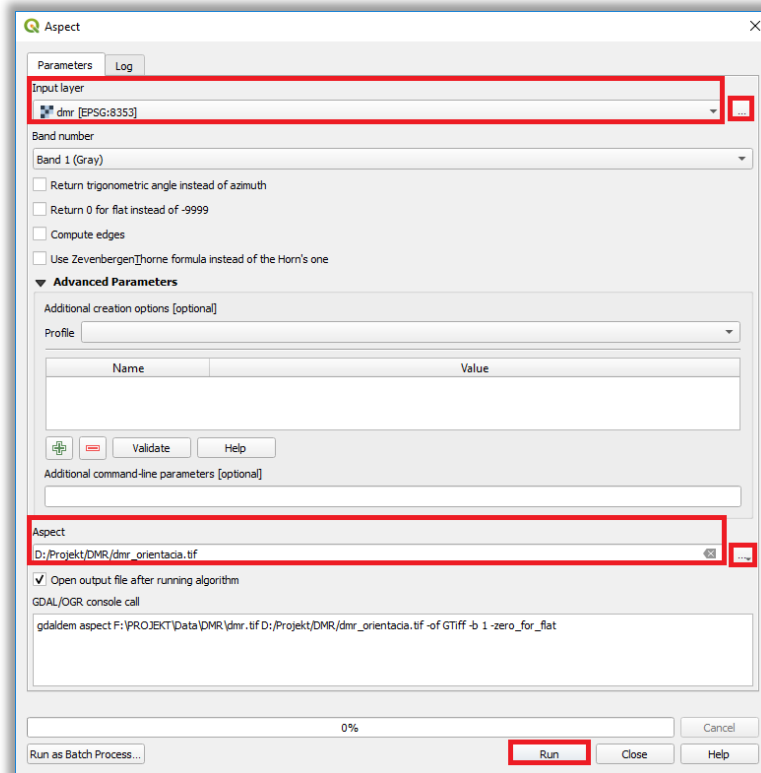
Tab. Svetové strany a zodpovedajúce azimuty (hodnoty buniek vytvoreného rastra orientácie terénu)

Svetová strana	Azimut [°]
Sever	0-22,5 – 337,5-360
Severovýchod	22,5 – 67,5
Východ	67,5 – 112,5
Juhovýchod	112,5 – 157,5
Juh	157,5 – 202,5
Juhozápad	202,5 – 247,5
Západ	247,5 – 292,5
Severozápad	292,5 – 337,5



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

- *Input layer* – vybrať vstupný raster DMR.
- *Aspect* – zadať umiestnenie, názov a formát výstupného rastra.












Nastavenie symboliky rastra orientácií terénu voči svetovým stranám (4. kapitola)

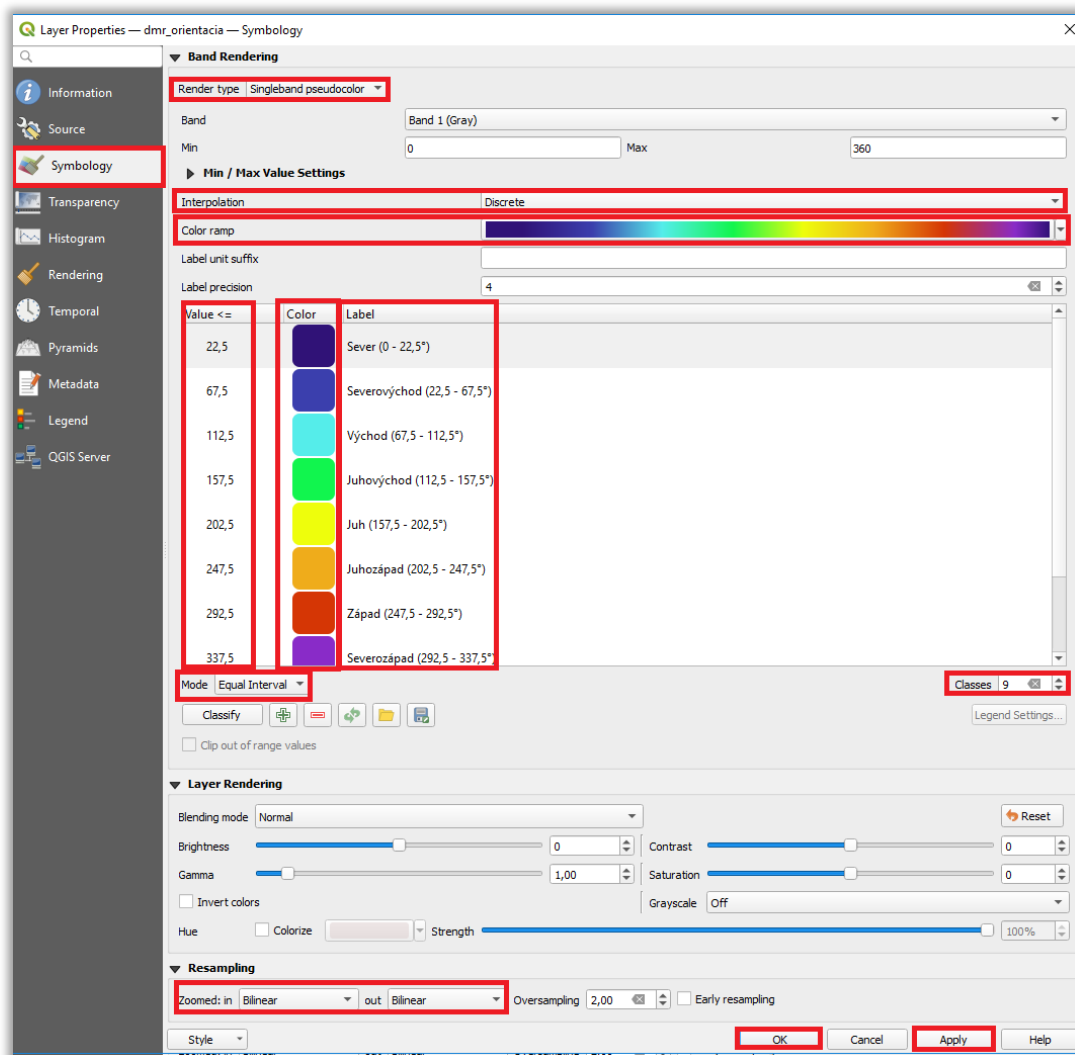
Vo vlastnostiach vrstvy *Properties* → *Symbology* v časti *Render type* vybrať možnosť *Singleband pseudocolor*, v časti *Interpolation* vybrať *Discrete*, v časti *Color ramp* vybrať požadovanú farebnú škálu, v časti *Mode* vybrať možnosť *Equal interval*, v časti *Classes* (počet tried v legende) zadať 9, upraviť hodnoty intervalov farebnej škály pri *Value* (0° a 360° = Sever, 45° = Severovýchod, 90° = Východ, 135° = Juhovýchod, 180° = Juh, 225° = Juhozápad, 270° = Západ, 315° = Severozápad):

Value <=	Color	Label
22,5		<= 22,5000
67,5		22,5000 - 67,5000
112,5		67,5000 - 112,5000
157,5		112,5000 - 157,5000
202,5		157,5000 - 202,5000
247,5		202,5000 - 247,5000
292,5		247,5000 - 292,5000
337,5		292,5000 - 337,5000
360		337,5000 - 360,0000

Potom je možné tiež upraviť farby v parametri *Color* (napr. aby pri hodnotách 0 a 360 boli nastavené rovnaké farby) a vyplniť hodnoty v časti *Label*, ktoré sa budú zobrazovať ako popis symboliky v panely *Layers*:

Value <=	Color	Label
22,5		Sever (0 - 22,5°)
67,5		Severovýchod (22,5 - 67,5°)
112,5		Východ (67,5 - 112,5°)
157,5		Juhovýchod (112,5 - 157,5°)
202,5		Juh (157,5 - 202,5°)
247,5		Juhozápad (202,5 - 247,5°)
292,5		Západ (247,5 - 292,5°)
337,5		Severozápad (292,5 - 337,5°)
360		Sever (337,5 - 360°)

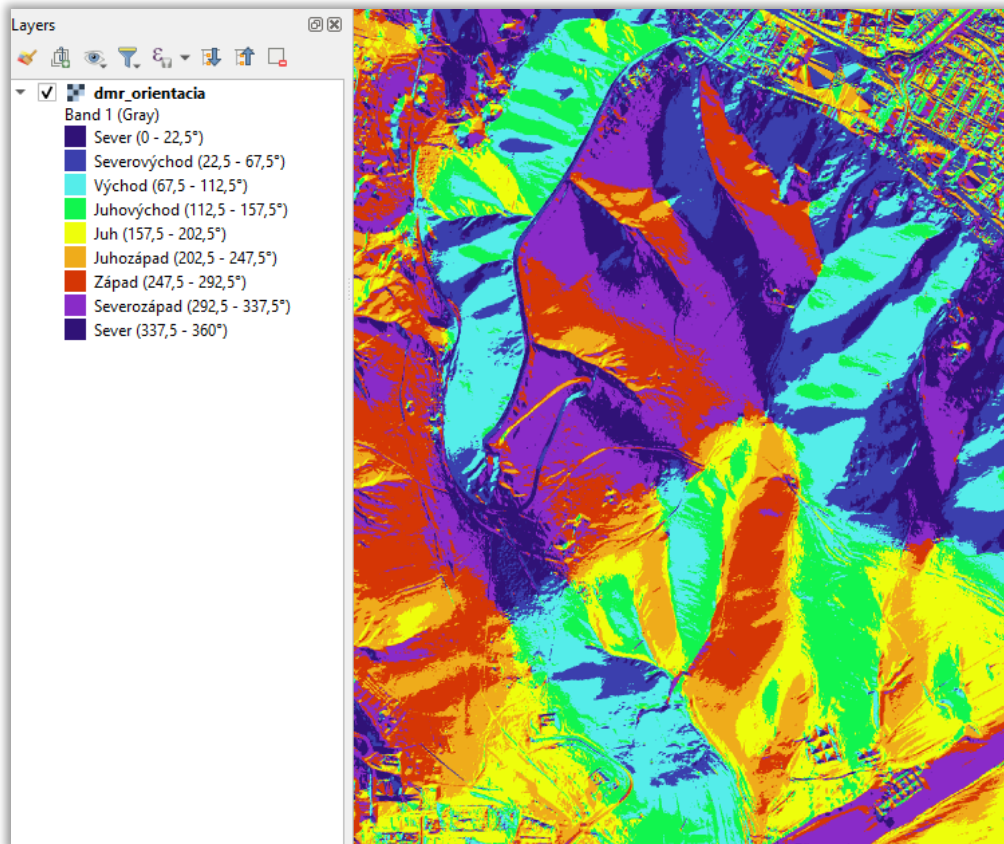
Nakoniec kliknúť na tlačidlá *Apply* a *OK*:



Vstupný DMR:

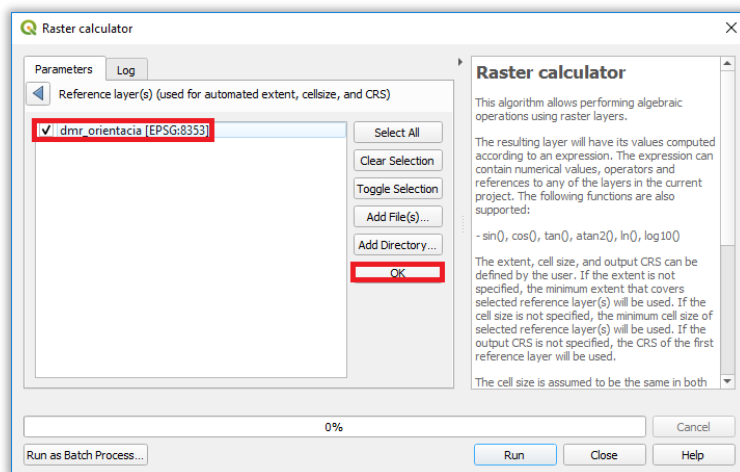


Výsledný raster orientácie (expozície) reliéfu voči svetovým stranám:

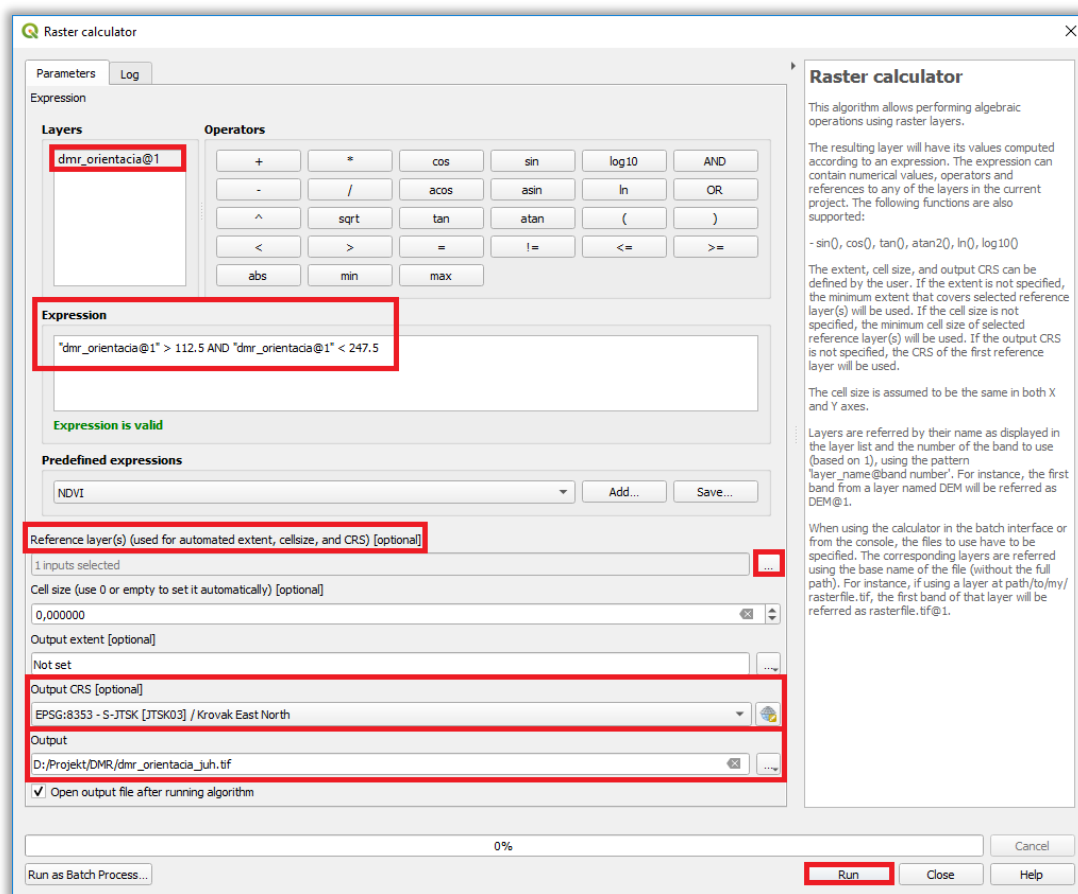


Na výber častí DMR podľa zvolenej hodnoty orientácie terénu sa použije nástroj *Raster Calculator*, ktorý sa nachádza v hlavnom menu paneli *Raster* alebo *Raster calculator*, ktorý sa nachádza v paneli *Processing Toolbox* → *Raster analysis*, podobným spôsobom ako je uvedený v [21. kapitole](#).

Po spustení nástroja *Raster calculator* sa otvorí okno, kde do políčka *Expression* zadať podmienku na výber buniek rastra. Príklad pre výber častí DMR orientovaných južným smerom (J, JV a JZ): "dmr_orientacia@1" > 112.5 AND "dmr_orientacia@1" < 247.5 . Do podmienky zadať presný názov vstupného rastra orientácie DMR voči svetovým stranám, ktorý je možný vidieť v časti *Layers*, kde stačí dvakrát kliknúť ľavým tlačidlom myši na vrstvu a automaticky sa pridá po políčka *Expression*. V políčku *Reference layer(s) (used for automated extent, cellsize, and CRS)* vybrať vrstvu DMR a kliknúť na tlačidlo *OK*:



V políčku *Output CRS* vybrať súradnicový systém a v políčku *Output* zadať umiestnenie, názov a formát výstupného súboru a nakoniec kliknúť na tlačidlo *Run*:

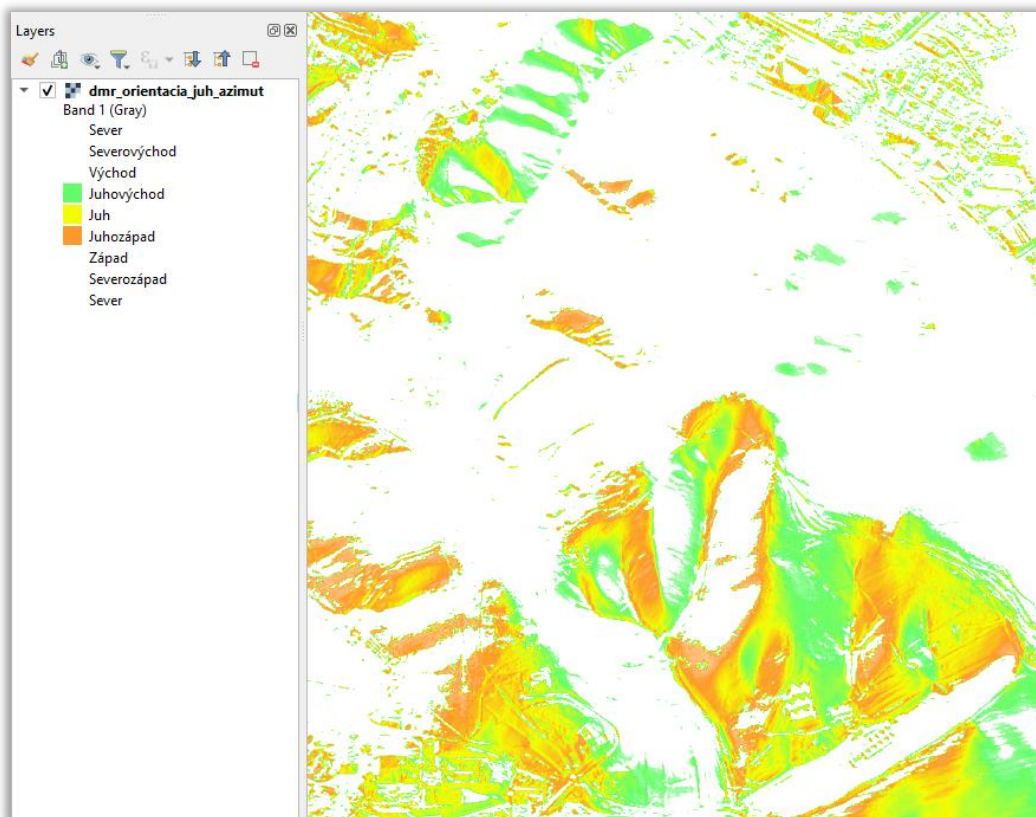


Výsledný raster, ktorého bunky s hodnotou 1 zodpovedajú zadanej podmienke - sú orientované na J, JV alebo JZ:



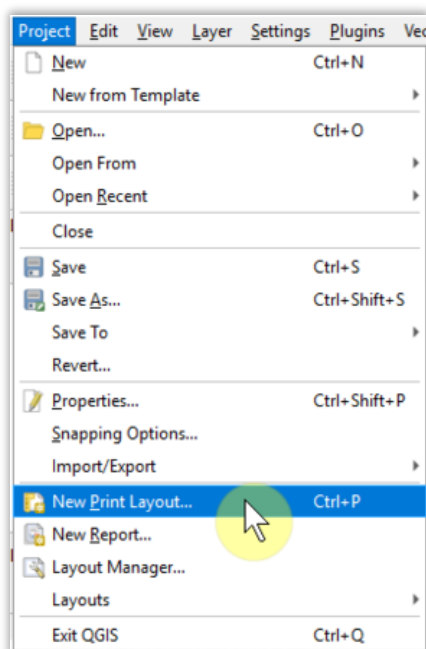
Ak je potrebné, aby každá bunka rastra obsahovala pôvodnú hodnotu azimutu orientácie reliéfu, tak na začiatku v nástroji *Raster calculator* treba v časti *Expression* zadať výraz:

`("dmr_orientacia@1" > 112.5 AND "dmr_orientacia@1" < 247.5) * "dmr_orientacia@1"` :

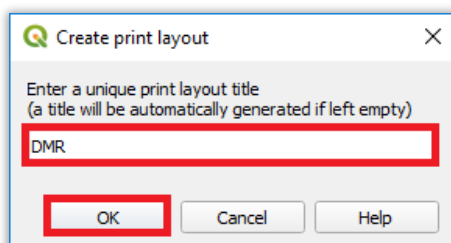


26. Vytvorenie tlačových výstupov

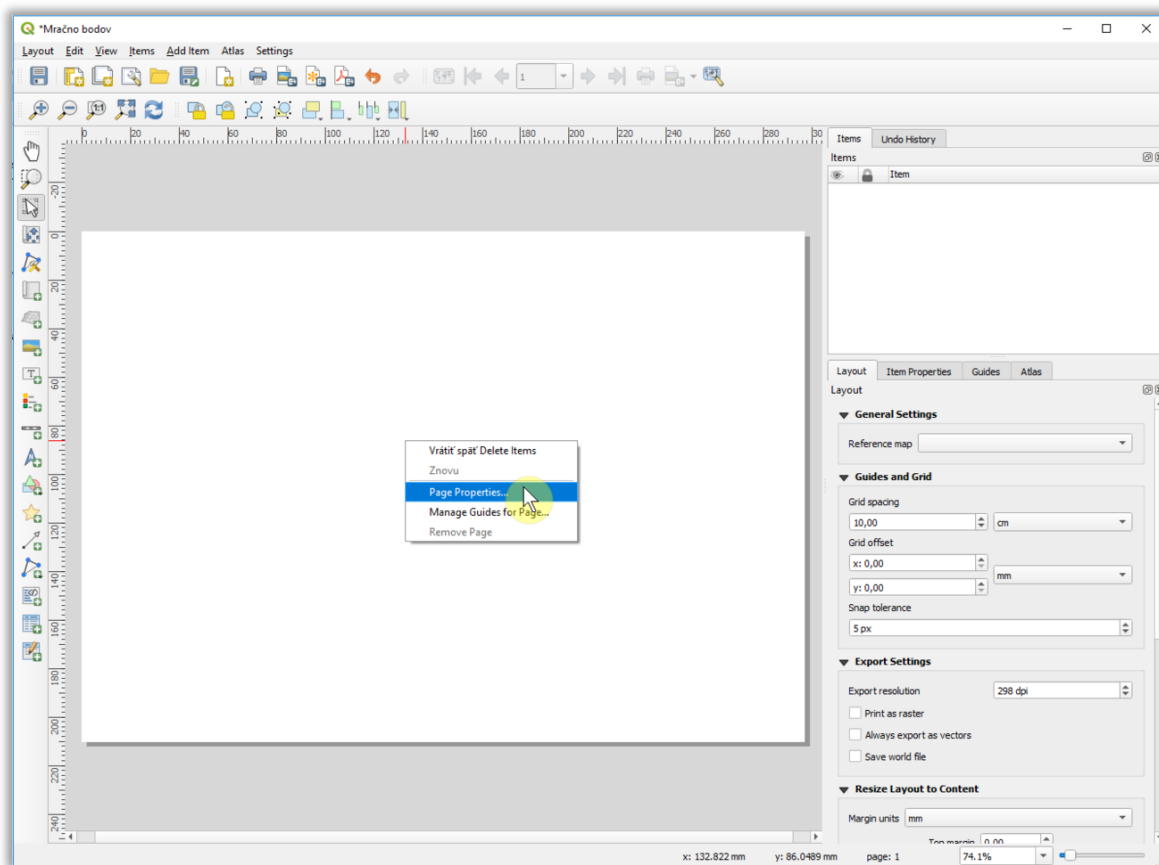
Obsah mapového okna (2D aj 3D) je možné vytlačiť na tlačiarni alebo vyexportovať do rôznych formátov napr. PDF, PNG, JPEG alebo SVG pomocou nástroja *New Print Layout*, ktorý sa nachádza v paneli *Project*:



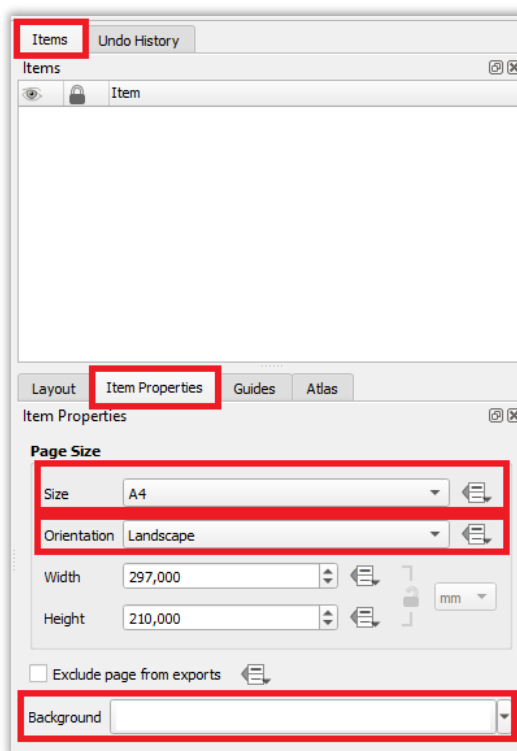
Po spustení sa objaví okno *Create print layout*, kde treba zadať názov tlačového výstupu a kliknúť na tlačidlo *OK*:




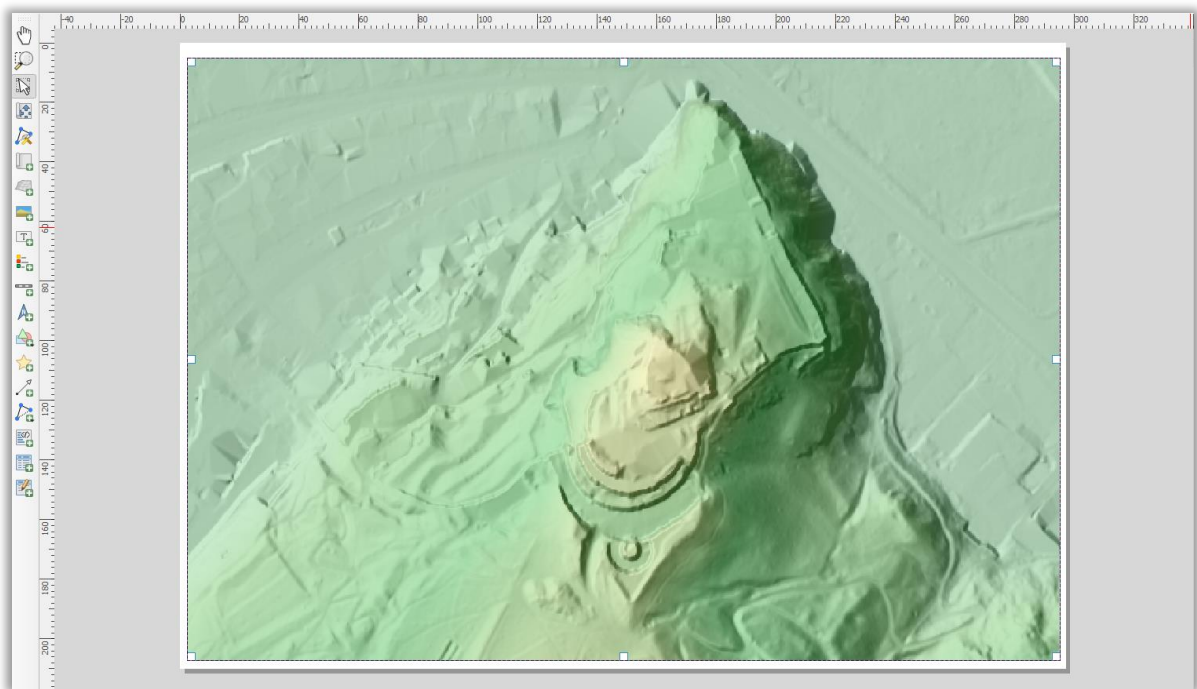
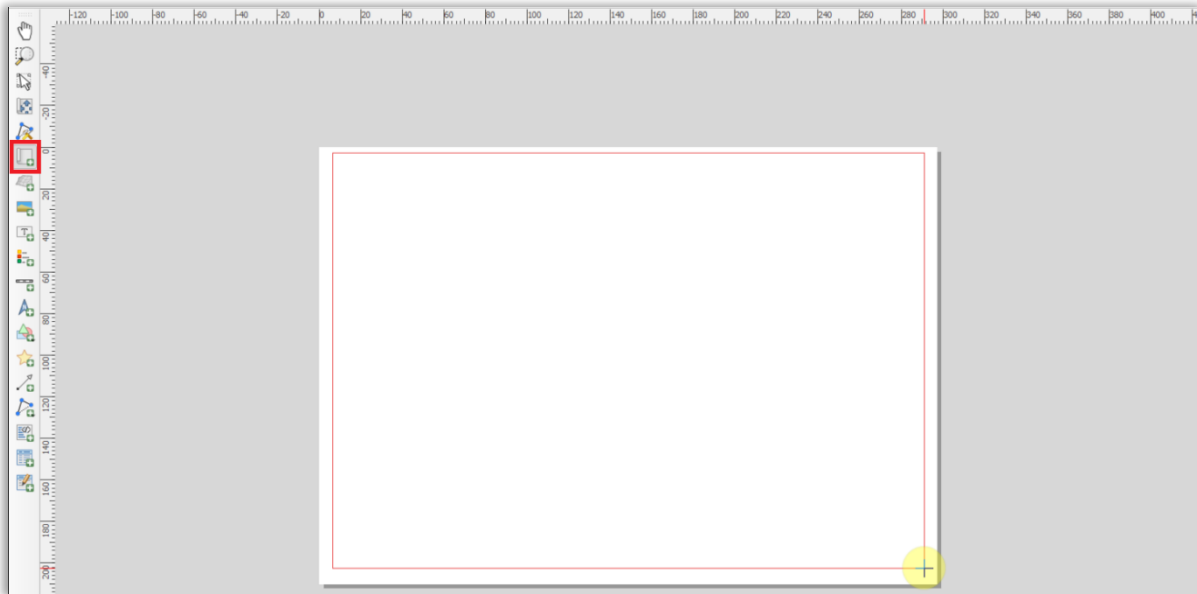
Následne sa otvorí okno *Print Layout*, kde kliknúť tlačidlom myši do bieleho obdĺžnika v strede okna, ktorý reprezentuje plochu pre tlač. Po kliknutí vybrať možnosť *Page Properties*:



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




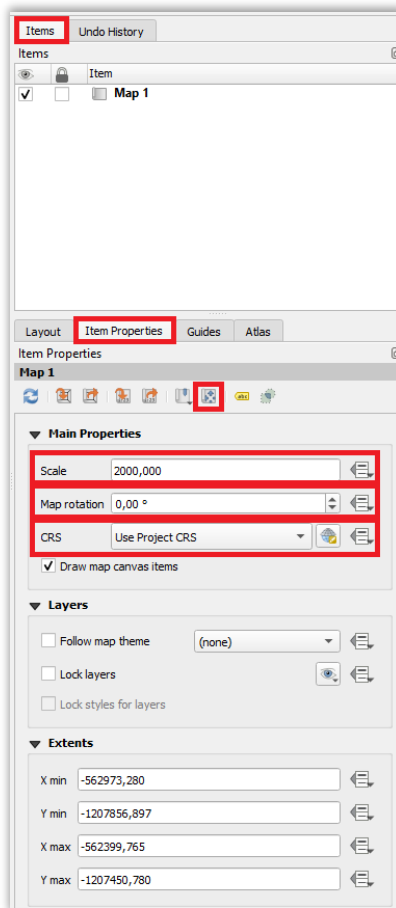
Pre tlač 2D mapy v ľavom paneli nástrojov kliknúť na tlačidlo *Add Map*  a v okne pre tlač nakresliť obdĺžnik pomocou myši, ktorý bude predstavovať priestorové ohraničenie mapového okna:



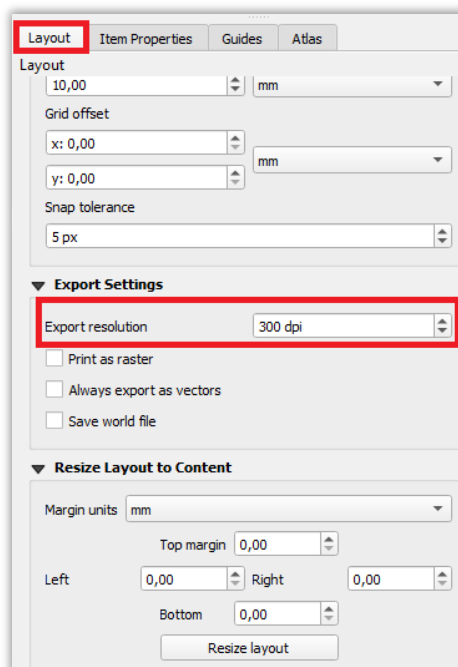
V pravom paneli *Items* v časti *Items Properties* je možné nastaviť rôzne parametre pre tlač mapy napríklad:


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

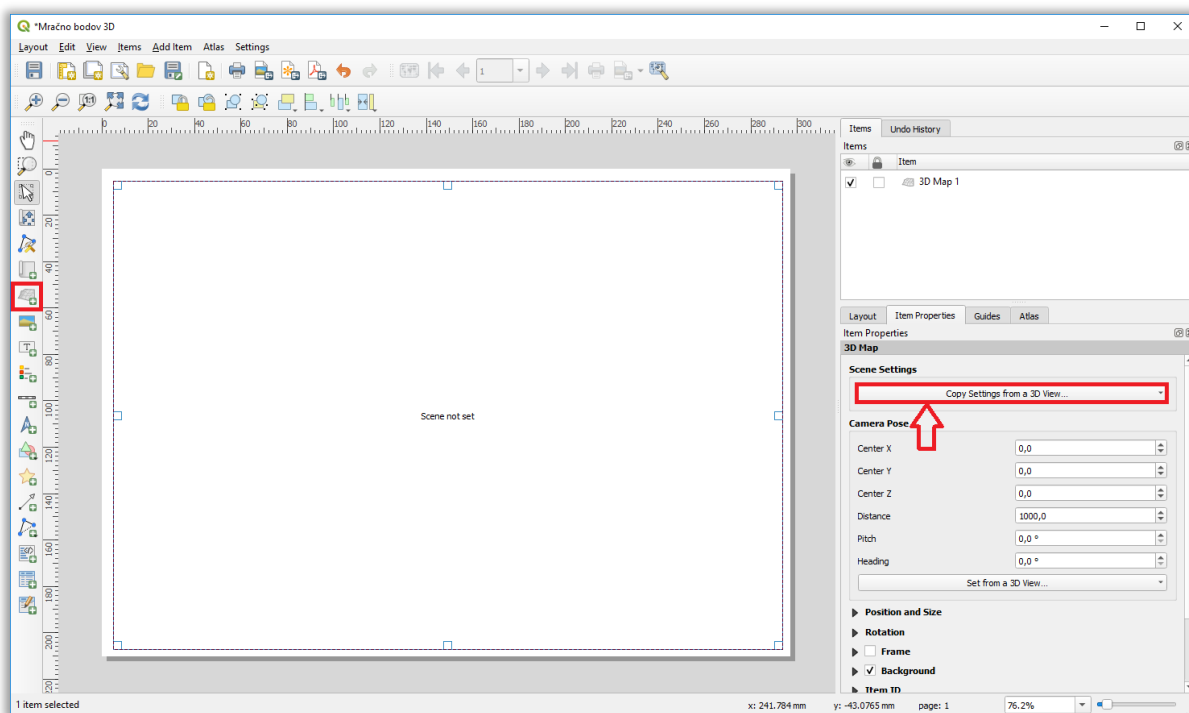
Mapu v okne pre tlač je možné posúvať pomocou nástroja *Interactively Edit Map Extent* .



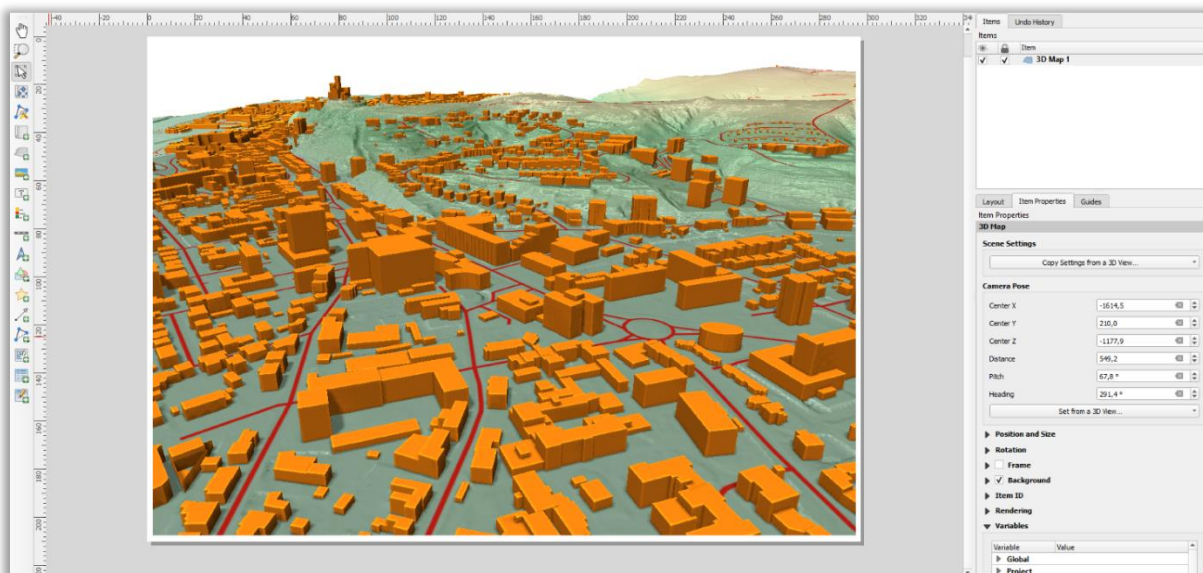
V časti *Layout* je možné nastaviť napr. rozlíšenie (dpi) vyexportovaného súboru:













Pre tlač 3D mapy v ľavom paneli nástrojov kliknúť na tlačidlo *Add 3D Map*  a v okne pre tlač nakresliť obdĺžnik pomocou myši, 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:

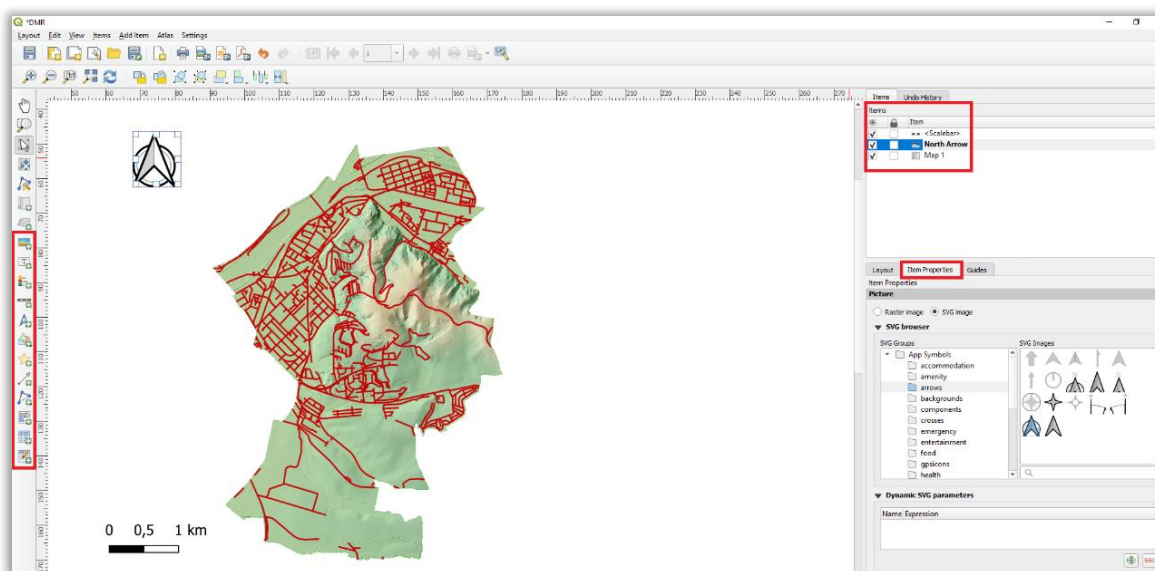


Po tomto kroku sa zobrazí aktuálny obsah 3D mapového okna z projektu:







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.



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, TIF),
- c) *Export as SVG*  - vyexportovať ako súbor SVG,
- d) *Export as PDF*  - vyexportovať ako súbor PDF.

Jednotlivé vytvořené mapové výstupy (*Print Layouts*) je možné najít v paneli *Project* → *Layout Manager*:

