GEODETICKÝ A KARTOGRAFICKÝ ÚSTAV BRATISLAVA

Chlumeckého 4, 827 45 Bratislava II



www.gku.sk, www.geoportal.sk

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

Ing. Tomáš Dekan tomas.dekan@skgeodesy.sk

# Obsah

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

21. Vytvorenie rastra z mračna bodov metódou TIN	
Raster DMR	

## Návod na prácu s mračnom bodov v aplikácii QGIS

Mračno bodov predstavuje množinu priestorových bodov popisujúcich povrch terénu a objektov na ňom, ktoré sú výsledkom merania pomocou leteckého alebo pozemného laserového skenovania. Súbory mračien bodov z leteckého laserového skenovania poskytované Geodetickým a kartografickým ústavom Bratislava sú dostupné bezodplatne a je ich možné stiahnuť priamo z aplikácie <u>MAPKA</u> alebo získať na základe <u>objednávky</u> vo formátoch LAS alebo LAZ v súradnicových systémoch:

- S-JTSK[JTSK03] (kód EPSG:8353) s výškami v Baltskom výškovom systéme po vyrovnaní [Bpv] (kód EPSG:8357)
- ETRS89-TM34 (kód EPSG:3046) s výškami h<sub>ETS89</sub> (elipsoidická výška v systéme ETRS89 nad elipsoidom GRS80)

Viac informácií nájdete na Geoportáli.

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

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

## 1. Pridanie do projektu a nastavenie súradnicového systému

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



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



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



Po pridaní vrstvy mračna bodov do projektu skontrolovať nastavený súradnicový systém. V paneli *Layers* kliknúť pravým tlačidlom myši na vrstvu a vybrať *Properties* a tam v časti *Source* je uvedený súradnicový systém vrstvy. Ak sa v políčku *Assigned Coordinate Reference System (CRS)* nezobrazuje

správny súradnicový systém, tak pre jeho nastavenie kliknúť na tlačidlo *Select CRS* 2, po čom sa otvorí okno *Coordinate Reference System Selector*, kde v hornom políčku vybrať možnosť *Predefined CRS*. Následne súradnicový systém vybrať zo zoznamu súradnicových systémov v časti *Coordinate Reference System* alebo jednoducho vyhľadať po zadaní jeho EPSG do políčka *Filter*. Vyhľadaný súradnicový systém sa zobrazí v okne *Coordinate Reference System*, kde ho treba označiť ľavým tlačidlom myši a potom ešte kliknúť na tlačidlo *OK*:

Q Coordinate Reference System Selector	×
Predefined CRS	•
Filter Q 8353	8
Recently Used Coordinate Reference Systems	
Coordinate Reference System	Authority ID
EPSG:8353 - S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North	EPSG:8353
Predefined Coordinate Reference Systems Coordinate Reference System The Discreted The Discreted	Hide deprecated CRSs Authority ID
S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North	EPSG:8353
4]	
S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North	· ~ ~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
Properties • Units: meters • Static (relies on a datum which is plate-fixed) • Celestial body: Earth • Method: Krovak WKT FROJCRS ["S- JUTSK 01/C (Krovak Fast North",	
Disconcepcille Imer (ImerAll	
	OK Cancel Help

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

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

Q Layer Properties - 0	1_Senica_18_219712_5413474_a_c_jtsk03_bpv_clip — Source X
Q	▼ Settings
🥡 Information	Layer name 01_Senica_18_219712_5413474_a_c_jtsk03_bpv_clip
🗞 Source	▼ Assigned Coordinate Reference System (CRS)
💸 Symbology	EPSG:8353 - S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North
🔶 3D View	Changing this option does not modify the original data source or perform any reprojection of points. Rather, it can be used to override the layer's CRS within this project if it could not be detected or has been incorrectly detected.
🞸 Rendering	- Develder Frederic Filter
Elevation	Provider reature ritter
📝 Metadata	
Statistics	
	Ouery Builder
	Style * OK Cancel Apply Help

Súradnicový systém projektu, v ktorom sa budú zobrazovať všetky vrstvy, sa dá nastaviť v ľavom dolnom rohu mapového okna po kliknutí na tlačidlo *Current CRS* (19):



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

Q Project Properties		Х
Q	Project Coordinate Reference System (CRS)	
🔀 General	No CRS (or unknown/non-Earth projection)	
📝 Metadata	Filter Q 8353 Recently Used Coordinate Reference Systems	<
🔛 View Settings	Coordinate Reference System	Authority ID
💮 CRS	S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North	EPSG:8353
Transformations		
🐳 Styles		
Data Sources		
Relations		Þ
8 Variables	Predefined Coordinate Reference Systems	Hide deprecated CRSs
🙆 Macros	Coordinate Reference System           • Image: Coordinate Systems	Authority ID
QGIS Server     Temporal     Terrain	Knowle S-JTSK [JTSK03] / Knowak East North     Universal Transverse Mercator (UTM)     GDA94 / MGA zone 53	EPSG:8353 EPSG:28353
Arrain	S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North Properties    • Units: meters  • Static (relies on a datum which is plate-fixed)  • Celestial body: Earth • Nethod: Krovak WKT PRAJCRS("S- JTSK (JTSK03] / Krovak East North"	
	ок	Cancel Apply Help

Súradnicový systém projektu je tak nastavený:

Coordinate -562288.4,-1207987.5 🗞 Scale 1:3549 💌 🚔 Magnifier 100% 💠 Rotation 0,0 ° 🗘 🗸 Render 🐡 EPSG:8353 📿

**Poznámka:** Informácie o správnom nastavení súradnicových systémov a transformácií používaných na území Slovenska sú uvedené v návode Súradnicový systém S-JTSK[JTSK03] v QGIS (<u>https://www.geoportal.sk/files/gz/s-jtsk\_jtsk03\_v\_qgis.pdf</u>).

Pre trvalé priradenie súradnicového systému súboru mračna bodov treba použiť nástroj Assign projection, ktorý sa nachádza v paneli Processing Toolbox  $\rightarrow$  Point cloud data management: Na výstupe vnikne nový súbor mračna bodov vo vybranom formáte.

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

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

Coordinate Reference System Selector			Assign projection This algorithm assigns point cloud CRS if it
Predefined CRS		•	not present or wrong.
ilter 🔍 8353			
Recently Used Coordinate Reference Systems			
Coordinate Reference System	Authority ID		
EPSG:8353 - S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North	EPSG:8353	8	
Predefined Coordinate Reference Systems	Hide	deprecated CRSs	
Coordinate Reference System	Authority ID		
Coordinate Reference System     Frojected	Authority ID		
Coordinate Reference System           Image: marginal projected           Image: Krovak	Authority ID		
Coordinate Reference System Territor Devices Territoria Projected <i>Krovak</i> S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North	Authority ID EPSG:8353		
Coordinate Reference System  The projected  Projected  Source  Source  Source  Norveak  Norve	Authority ID EPSG:8353		
Coordinate Reference System	Authority ID EPSG:8353	Þ	
Coordinate Reference System	Authority ID EPSG:8353	•	
Coordinate Reference System	Authority ID EPSG:8353		Cance

Pre návrat do hlavného okna kliknúť na tlačidlo Go back <a>[</a>.

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

Q Point Cloud Data Management - Assign Projection	×
Parameters Log	Assign projection
Input layer	This algorithm assigns point cloud CRS if it is
\% 01_Senica_18_220194_5413469_a_c_jtsk03_bpv_clip []	not present or wrong.
Desired CRS	
EPSG:8353 - S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North	
Output layer	
C:/DATA/01_Senica_18_220194_5413469_a_c_jtsk03_bpv.las	
0%	Cancel
Advanced 👻 Run as Batch Process	Run Close Help

## 2. Pridanie mračien bodov zo servera alebo cloudu

QGIS umožňuje prácu aj s mračnami bodov vo formáte ETP (<u>Etwine Point Tile</u>), ktoré môžu byť načítané zo vzdialeného servera HTTP(S). Príklady takýchto mračien bodov:

 USGS LIDAR data: <u>https://usgs.entwine.io/</u> (napr. <u>https://s3-us-west-2.amazonaws.com/usgs-lidar-public/TN\_Nashville\_2011/ept.json</u>)

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



Mračno bodov vo formáte ETP pridané do projektu:



## 3. Nastavenie symboliky

#### Ofarbenie podľa klasifikácie

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



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

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



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

Building		
s (1)	н 356°	1
	S 95%	4
	• v	4
	○ R 247	44
	○ G <b>[</b> 12	1
	Ов 27	4
	Opacity 100%	1
	HTML notation #f70c1b	-

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

Attribute 123 Classification					
Color	▼ Value	Legend	Percentage		
✓	1	Unclassified	1,2		
$\checkmark$	2	Ground	62,7		
✓	3	Low Vegetation	3,5		
✓	4	Medium Vegetation	3,8		
$\checkmark$	5	High Vegetation	16,8		
✓	6	Building	5,8		
✓	7	Low Point (Noise)	0,2		
✓	9	Water	6,0		
✓	17	Bridge Deck	0,1		
✓	18	High Noise	< 0,1		

V časti Point Symbol je možné nastaviť:

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

	📃 Classif	ication				
Information	Attribute	123 Classificati	ion			
C	Color 👻	Size Valu	ue Legend	Percentage		
Source		1	Unclassified			1,
	<b>v</b>	2	Ground			62,
		3	Low Vegeta	tion		3,5
3D View		5	High Vegeta	ition		16.8
		6	Building			5,8
Rendering		7	Low Point (I	Noise)		0,2
ovation		9	Water			6,0
vacion		17	Bridge Deck			0,1
data		18	High Noise			< 0,1
stics	Classify	/ I I I I I I I I I I I I I I I I I I I	Delete All			
	Point Syn	nbol				
	Point size		1,000000		Millimeters	-
	Style		Circle			•
	🚽 🗸 Re	nder as a Su	Irface (Triangulat	e)		
	🗸 Skip tri	iangles longer	than !	5,000000	Millimeters	-
	Layer Ren	ndering				
	Draw orde	r Default	t			•
	Maximum	error 0,3000	00		Millimeters	
	Opacity					<b></b>



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

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

<b>Q</b> Layer Properties - 01	_Senica_18	3_21948	6_5413232_	a_c_jtsk03_bpv_clip -	– Symbology				×
Q	E Class	ificatior							-
🥡 Information	Attribute	123 Cla	ssification						•
Course	Color 🔹	Size	Value	Legend	Percentage				
No Source	✓		1	Unclassified					1,2
Symbology	✓		2	Ground					62,7
V Cymbology	✓		3	Low Vegetation					3,5
SD View	$\checkmark$		4	Medium Vegetation					3,8
			5	High Vegetation					16,8
💰 Rendering			5	Budovy					5,8
<u> </u>			0	Low Point (Noise)					6.0
Elevation	V		17	Bridge Deck					0,0
	V		18	High Noise					< 0.1
📝 Metadata	•		10	right Holde					,.
Statistics									
	Classif	fy	<b>₽</b>	Delete All					
	Point Sy	mbol							
	Point size			1,000000				Millimeters	-
	Chile			Circle					
	Style			Circle					_
	• 🛛 R	ender	as a Surface	e (Triangulate)					
	Layer Re	enderir	g						
	Draw and		Default						
	Draw oru	er	Delault						
	Maximum	error	0,600000				Millim	neters	-
	Opacity							100,0 %	÷
	Blending	mode	Normal						•
	Style	•			ОК	Cancel		Apply He	elp

#### Tab. 1 Základné triedy klasifikácie bodov

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

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

#### Ofarbenie podľa hodnôt atribútu

Postup nastavenie symboliky podľa atribútu:

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

Q Layer Properties -	01_Senica_18_219486_54	13232_a_c_jtsk03_bp	v_clip — Symbology X
Q	Attribute by Ramp	5	-
🧃 Information	Attribute 123 Intensit	у	-
Source	Min 0,0000	0	♦ Max 65535,00000
	Interpolation	L	inear 🗸 🗸
Symbology	Color ramp		
SD View	Label unit suffix		
🞸 Rendering	Label precision	4	
1 Elevation	Value Col	lor Label	
Metadata	0	0,0000	
Statistics	1284,99717	1284,9972	
	2570,00089	2570,0009	
	3854,99807	3854,9981	
	5140,00179	5140,0018	
	Mode Continuous	-	Classes 5 🖨
	Classify	-	Legend Settings
	Clip out of range va	alues	
	Point Symbol		
	Point size	0,500000	🐼 🗘 Millimeters 👻
	Style	Circle	•
	Render as a state of the second se	Surface (Triangulat	e)
	Draw order Defa		-
	Maximum error 0.60	0000	Millimators
		0000	
	Blending mode Norm	nal	
	Biending mode Morn		
	Style *		OK Cancel Apply Help

Zobrazenie mračna bodov podľa intenzity odrazeného laserového lúča:



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

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



## Ofarbenie podľa hodnôt RGB

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

Feature	▲ Value
25GN1_02	
▼ 1 (Ground)	
Blue	75
Classification	2 (Ground)
ClassificationFlags	0
EdgeOfFlightLine	0
GpsTime	2619.142451440217
Green	56
Infrared	41
Intensity	46
NumberOfReturns	1
PointSourceld	59024
Red	51
ReturnNumber	1
ScanAngleRank	36
ScanDirectionFlag	0
ScannerChannel	0
UserData	2
Х	121271.33899999999
Y	487321.6440000003
Z	1.99300000000002

Q Layer Properties - 25	iGN1_02 — Sym	nbology				$\times$
Q	RGB					-
information	Red band	123 Red				•
Source		Min 0		Max	255	
Sumhalam.	Green band	123 Green				-
Symbology		Min 0		Max	255	
Y 3D View	Blue band	123 Blue				-
≼ Rendering		Min 0		Мах	255	
Elevation	Contrast enhancement	Stretch to MinMa	ах			-
Metadata						
	Point Symbo	ı				
	Point size		1,000000		🐼 🗘 Millimeters	-
	Style		Circle			•
	Rende	er as a Surface (	(Triangulate)			
	Skip triang	les longer than	5,000000		# Millimeters	Ŧ
	Lavor Bondo	rina				
		D. G. h				
	Draw order	Default				
	Maximum erro	r 0,300000			Millimeters	-
	Opacity				100,0 %	÷
	Blending mode	e Normal				•
	Style ~	]		OK	Cancel Apply Help	,

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



#### **Eye-Dome Lighting efekt**

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

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



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

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

<b>Q</b> P	roject Properties — Ele	evation				×
Q		Vertical Reference System				
×	General	Not set				-
	Metadata	Elevation Range				
	View Settings	When set, these heights define the upper and lowe	er elevation limits for the	area of interest in this p	roject.	
400	Them Sectings	Lower	Not set			<b>•</b>
	CRS	Upper	Not set			\$
	Transformations	Terrain				
~	Styles	Туре	Flat Terrain			•
	Data Sources	Terrain height	0,00			\$
Ē	Relations	Global Map Shading				
3	Variables	Apply shading on the canvas following elevation of Method to combine	point cloud layers, mesh	Highest Elevation	If they represent elevat	ion surface.
٩	Macros	▼ V Eye-Dome Lighting				
<b>_</b>	QGIS Server	Strength	1000	\$		
		Distance	0,50	\$	Millimeters	•
	lemporal	▼ Hillshading				
1	Elevation	Z Factor		1,000000		\$
(•)	Sensors	Multidirectional				
		Azimuth 315,0°				
		Altitude 45,0°				•
				ОК	Cancel	Apply Help

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



Príklady zobrazenie mračna bodov so zapnutou funkciou Eye Dome Lighting:

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



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



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



## Zobrazenie vybraných tried bodov

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

-					, ,,		
	Class	fication					
] Information	Attribute	123 Cla	ssification				-
Courses	Color 🔻	Size	Value	Legend	Percentage		
S Source			1	Unclassified			1,
			2	Ground			62,
Symbology			3	Low Vegetation			3,
3D View			4	Medium Vegetation			3,8
30 VICW			5	High Vegetation			16,
Rendering	✓		6	Building			5,8
			7	Low Point (Noise)			0,2
Elevation			9	Water			6,0
			17	Bridge Deck			0,1
Metadata			18	High Noise			< 0,1
	Classif Point Sy	y mbol	÷	Delete All			
	Point size			0,700000		Millimeters	٣
	Style			Circle			٣
	▶ 🗆 R	ender	as a Surfac	e (Triangulate)			
	Layer Re	nderir	g				
		er	Default				-
	Draw ord						
	Draw ord	orror	0 300000			A Millimeters	-
	Draw ord Maximum	error	0,300000			A Millimeters	*
	Draw ord Maximum Opacity	error	0,300000				<ul> <li>▼</li> <li>↓</li> </ul>
	Draw ord Maximum Opacity Blending	i error	0,300000			↓ Millimeters 100,0 %	• •
	Draw ord Maximum Opacity Blending	error	0,300000 Normal			Image: Millimeters           Image: I	• •

Zobrazenie len bodov z triedy budovy (Building):



# 4. Identifikácia hodnôt atribútov bodov

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



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

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



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

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

Identify Results		ØX						
🖹   🐺 🟦 🗱   🔂   🖄	🖂   🗊 🏦   🎭   🙆 👄   🎇 🛩 🔧   📓							
Feature	Value							
• 01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip								
1 (Ground)								
ClassFlags	0							
Classification	2 (Ground)							
EdgeOfFlightLine	0							
GpsTime	0							
Intensity	41898							
NumberOfReturns	1							
PointSourceld	335							
ReturnNumber	1							
ScanAngleRank	13							
ScanChannel	0							
ScanDirectionFlag	1							
UserData	0							
X	-562635.09							
Y	-1207605.06							
Z	164.745							

# 5. Výber bodov podľa hodnôt atribútov

Z mračna bodov je možné vybrať, zobraziť alebo následne aj vyexportovať do iného súboru len vybrané body podľa zvolenej podmienky pomocou nasledujúcich nástrojov *Filter:* **1)** *Filter* – nástroj je možné spustiť po kliknutí pravým tlačidlom myši na vrstvu mračna bodov v paneli *Layers*:



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

et provider filter on 01_Senica_18_219486 54132	32_a_c_jtsk03_bpv_clip
elds	Values
X	0: Created, Never Classified
Y	1: Unclassified
Z	2: Ground
Intensity	3: Low Vegetation
ReturnNumber	4: Medium Vegetation
NumberOfReturns	5: High Vegetation
ScanDirectionFlag	6: Building
EdgeOfElightLine	7: Low Point (Noise)
Classification	8: Reserved
ScanAngleRank	9: Water
UserData	10: Rail
PointSourceld	11: Road Surface
ScannerChannel	12: Reserved
ClassificationFlags	13: Wire - Guard (Shield)
GpsTime	14: Wire - Conductor (Phase)
	15: Transmission Tower
	16: Wire-Structure Connector (Insulator)
	17: Bridge Deck
	18: High Noise
ovider Specific Filter Expression	
vider Specific Filter Expression	
vider Specific Filter Expression	

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

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

ale est fi est i en	6	
Classification =	- 0	
1		•
		,

#### Výsledok:



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

ovider	Specific	Filter Expre	ssion								
Z >	170										
4											Þ
			_	_	_						
				ОК		Test	<u>C</u> lear	Save	 Load.	 Cano	el

#### Výsledok:

Layers	
<ul> <li>✓ S 0 1 Senica 18 219485 5413232 a c itsk03 bpy ♥p</li> <li>✓ Unclassified</li> <li>✓ Ground</li> <li>✓ Low Vegetation</li> <li>✓ High Vegetation</li> <li>✓ Building</li> <li>✓ Low Point (Noise)</li> <li>✓ Water</li> <li>✓ Bridge Deck</li> <li>✓ High Noise</li> </ul>	

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



### Výsledok:



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

Class	fica	tion	= 6	AND	Z >	170					
_											
4											Þ
					_						
						T .	-	Class.	C	A see d	Consel

### Výsledok:

Layers         © 20           ✓ ▲ ★ ★ ★ ★ ★ ↓ ↓         ↓           ✓ ▲ ↓ ○ Senica 18 219485 5413232 a c (tsk03 bpv, ♥p         ↓           ✓ ● Unclassified         ✓           ✓ ● Building         ✓           ✓ ● Bridge Deck         ✓           ✓ ● High Noise         ✓	
--	--

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

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



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

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

ttributes	١	/alues		
Intensity		0: Created, Neve	r Classified	
ReturnNumber		1: Unclassified		
NumberOfReturns		2: Ground		
canDirectionFlag		3: Low Vegetatio	n	
		4: Medium veget 5: High Vogotatic	ation	
ScanAngleRank		6: Building	Л	
IserData		7: Low Point (No	ise)	
	•		,	
operators				
= <	>	AND	IN	
<= >=	!=	OR	NOT IN	
<pre>lter Expression Classification = 6</pre>				
Classification = 6				Þ

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

17.156142327,17.157626185,48.808163213,48.809121526 [EPSG:4326]	63 B <sub>26</sub> -	
Filtered	Calculate from Layer	% 01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip
[Save to temporary file]	Calculate from Layout Map	% 01_Senica_18_219400_5412764_a_c_jtsk03_bpv_clip
Copen output file after running algorithm	Calculate from Bookmark	<ul> <li>\$6 01_Senica_18_219450_5412998_ac_tjsk03_bpv_clip</li> <li>\$6 01_Senica_18_219486_5413232_ac_tjsk03_bpv_clip</li> <li>\$6 01_Senica_18_219486_5413221_ac_tjsk03_bpv_clip</li> <li>\$6 01_Senica_18_219758_5413721_ac_tjsk03_bpv_clip</li> <li>\$6 01_Senica_18_201945_413469_ac_tjsk03_bpv_clip</li> <li>\$6 01_Senica_18_20194_5413469_ac_tjsk03_bpv_clip</li> <li>\$6 01_Senica_18_20194_5413469_ac_tjsk03_bpv_clip</li> <li>\$6 01_Senica_18_20194_5413469_ac_tjsk03_bpv_clip</li> <li>\$6 01_Senica_18_20194_5413469_ac_tjsk03_bpv_clip</li> <li>\$6 01_Senica_18_20194_5413469_ac_tjsk03_bpv_clip</li> <li>\$6 01_Senica_18_20194_5413469_ac_tjsk03_bpv_clip</li> </ul>
		C polygon vyber

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

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

Q Point Cloud Extraction - Filter				×
Parameters Log	•	Filter		
Input layer	•	This algorithr point cloud w	n extracts point hich match PDA	from the input L expression and/
Filter expression		or are inside	of a cropping re	ctangle.
Classification = 6				
Cropping extent [optional]				
17.156142327,17.157626185,48.808163213,48.809121526 [EPSG:4326]				
Filtered C:/DATA/mracno_bodov_vyber.las				
✓ Open output file after running algorithm				
	•			
0%				Cancel
Advanced 👻 Run as Batch Process		Run	Close	Help

Vstupná vrstva mračna bodov a polygónová vrstva pre výber bodov:



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



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



# 6. Export do iných formátov

Mračno bodov je možné vyexportovať celé alebo iba jeho časť vybranú podľa postupu uvedeného v <u>5. kapitole</u> do nasledujúcich formátov:

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

Na export mračna bodov do iných formátov slúžia nástroje:

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

Image: Section 2010       Image: Sectio	9486 5413232 a c itek∩3 bow cS2		
	Set Layer Scale <u>V</u> isibility Layer CRS	,	
	E <u>x</u> port		Save <u>A</u> s
	Styles Add Layer Notes Properties	,	Save as Layer Definition File Save as QGIS Layer Style File

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

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

Attribute	
Attribute	
✓ Intensity	
✔ ReturnNumber	
NumberOfReturns	
ScanDirectionFlag	
EdgeOfFlightLine	
Select All	Decelect All

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

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

North	-1207614,2160
West -562752,2046	East -562625,9968
South	-1207714,5924
Calculate from	Layer 🔻 Layout Map 🔻 Bookmark 💌
Current Lay	yer Extent Map Canvas Extent

alebo inej vrstvy (Calculate from: Layer):

	North	-1207607,8615	
West	-562746,0871	Eas	t -562626,9680
	South	-1207724,8141	]
	Calculate from	Layer 👻 Layout Map 👻 Bo	okmark 🔻
	Current La	8 01_Senica_18_219486_541	13232_a_c_jtsk03_bpv_clip
		polygon_vyber	

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

▼ 🗸 Filter by Polygon Layer	
Export points intersecting features from layer	
🗭 polygon_vyber	-
Selected features only	

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

Elevation Range		
Minimum Z value	165,00	
Maximum Z value	200,00	

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



Príklad exportu mračna bodov do formátu GeoPackage.

Format	GeoPackage					•
File name	E:\DATA\NAVC	DY\Mracno_bod	ov_QGIS\Holics	ky_zamok\EXPORTY\	Holic_all_attributes.gpkg	
Layer name	01_senica_18_	219486_541323	2_a_c_jtsk03_b	pv_clip		
CRS	EPSG:8353 - S	-JTSK [JTSK03]	/ Krovak East N	lorth		-
		_				
▼ 🗸 Sek	ect fields to ex	port				
A	Attribute					
✓ Inter	nsity					
🗸 Retu	urnNumber					
✓ Nun	nberOfReturns					
✓ Scar	DirectionFlag					
J Eda	eOfFlightline	-				*
V Lug	Se	ect All			Deselect All	
▼ Ext	ent (current: r	ione)				
		North	-1207471,380	0		
West -50	52892,8100			East	-562485,0800	
		South	-1207853,760	0		
		Calculate from	Layer 🔻	Layout Map 🔻 Boo	okmark 🔻	
		Current La	yer Extent	Map Canvas E	xtent	
w Gitz	or by Dolygon I	over				
Evport no	inte intersecting	fosturos from la	vor			
	nnts intersecting	reatures from la	yei			-
Selec	ted features only	1				
	,					
▼ _ Elev	ation Range					
Minimum	Z value			154,97		\$ *
Maximum	Z value			245,86		A V
▼ Lim	it number of p	oints				
Linzik kaka	I number of our	uted aciate to	1000000			
cimit tota	number of expo		1000000			V
Limit tota	I number of expo	orted points to	1000000			-

#### Ukážky exportov

Vstupná vrstva mračna bodov a polygón pre výber bodov:



Výstupný súbor vo formáte GeoPackage so všetkými bodmi a atribútmi:



Q Hol	licsky_zamok — Fea	atures Total: 75160	6, Filtered: 751606,	Selected: 0									- 0	×
/ 🖾 I	80.50	0 0 1 % 🗮 🕻	s 🔩 🕆 🖬 🔶 S	D   16 16 🕅 🧰	🚊 🔍 🗊									
	fid	Intensity	ReturnNumber	NumberOfReturns	ScanDirectionFlag	EdgeOfFlightLine	Classification	ScanAngleRank	UserData	PointSourceId	ScannerChannel	ClassificationFlags	GpsTime	
1	1	47818	1	1	1	0	2	71	0	335	C	0	227641,52211	0
2	2	46835	1	1	1	0	2	71	0	335	C	0	227641,52211	5
3	3	36612	1	1	1	0	2	-96	0	335	C	0	227641,52911	7
4	4	41571	1	1	1	0	2	-96	0	335	C	0	227641,52912	2
5	5	45503	2	2	1	0	2	71	0	335	C	0	227641,52916	6
6	6	23024	1	2	1	0	4	71	0	335	C	0	227641,52916	6
7	7	44869	1	1	1	0	2	-96	0	335	C	0	227641,53620	7
8	8	0	1	2	1	0	4	-96	0	335	C	0	227641,53622	3
9	9	45524	2	2	1	0	2	71	0	335	C	0	227641,53623	0
Show	All Features													3 1

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



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



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



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



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



**Upozornenie:** Vyexportované DXF súbory majú nastavené ako meracie jednotky inches (palce). Je to z dôvodu používaného zdrojového súboru header.dxf (jeho umiestnenie v QGIS 3.28.3: C:\Program Files\QGIS 3.28.3\apps\gdal\share\gdal), kde je nastavené pri parametroch \$MEASUREMENT=0 (English) a \$INSUNITS=1 (Inches)

Pre konverziu do jednotiek metrov treba tento súbor upraviť v textovom editore (napr. Notepad++ atď.) a nastaviť správne hodnoty pre parametre \$MEASUREMENT=1 (Metric) a \$INSUNITS=6 (Meters):

\$MEASUREMENT

70

```
1
```

\$INSUNITS

70 6

Viac informácií o nastavených jednotkách v DXF súbore na stránke: <u>https://ezdxf.readthedocs.io/en/stable/concepts/units.html</u>
## Export vybranej časti bodov

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

1. Ako prvý krok si treba vybrať body podľa zvolenej podmienky pomocou nástroja *Filter* (<u>5. kapitola</u>):

lds		tisk03 hav clin
	1_10_219400_9419292_8_0	Values
V		
X		0: Created, Never Classified
Υ 7		1: Unclassified
Ζ		2: Ground
DeturnNumber		3: Low Vegetation
Keturnivumber		4: Medium Vegetation
NumberOrketurns SconDirectionElog		5: High vegetation
EdgeOfElightLine		7: Low Point (Noise)
Classification		8: Reserved
ScanAngleRank		9 Water
UserData		10: Rail
PointSourceld		11: Road Surface
ScannerChannel		12: Reserved
ClassificationFlags		13: Wire - Guard (Shield)
GpsTime		14: Wire - Conductor (Phase)
		15: Transmission Tower
		16: Wire-Structure Connector (Insulator)
		17: Bridge Deck
		18: High Noise
Operators		
operators		
= <	> AND	IN
<= >=	I= OR	NOT IN
vider Specific Filter Expressi	on	
Classification -	6	
ciassification -	0	

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

🔇 Save Vect	tor Layer as	×
Format	ESRI Shapefile	-
File name	E:/DATA/Holicsky_zamok.shp	<ul><li>■</li></ul>
Layer name		
CRS	EPSG:8353 - S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North	-
▼ ✓ Sele	ect fields to export	
A	Attribute	
✓ Inter	nsity	
V Retu	IrnNumber	
V Num	heroiketums	
✓ Scan	nDirectionFlag	
✓ Edge	eOfFlightLine	•
	Select All Deselect All	
Extension     Filte     Elev     Limit	ent (current: none) er by Polygon Layer vation Range it number of points	
	Add saved file to map OK Canc	el Help

## Výsledok exportu:



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



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



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

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

🞗 Point Cloud Conversion - Convert Format			×
Parameters Log	•	Convert format	
Input layer           ذ 01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353] <ul> <li>…</li> </ul>		This algorithm converts point cloud to a different file format, e. g. creates compresse LAZ.	d
Converted C:/DATA/01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip.laz	-		
☑ Open output file after running algorithm			
0%		Cancel	
Advanced - Run as Batch Process		Run Close Help	

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



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

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

Parameters	Log	
Attribute	2	
✓ X		Select All
✓ Y ✓ Z		Clear Selection
✓ Intensity ReturnN	/ Jumber	Toggle Selection
Number	OfReturns	
EdgeOfF	ightLine	OK
✓ Classifica ScanAnc	ation JeRank	
UserData DointSou	a urcold	
Syntheti	c	
KeyPoint Withheld	t d	
Overlap	Channel	
✓ GpsTime		

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

Parameters Log		Export to	vector
iput layer		This algorithm	exports point cloud data t
🖓 01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]	•	optionally with	h 3D points (a GeoPackag extra attributes.
tribute [optional]			
,Y,Z,Intensity,Classification,GpsTime			
Advanced Parameters			
Filter expression [optional]			
Classification = 2	3 🔊		
Cropping extent [optional]			
-563065.6700,-562286.0500,-1207902.8000,-1207409.1000 [EPSG:8353]	∞ 🔊 -		
xported			
:/DATA/mracno_bodov_teren.gpkg			
Open output file after running algorithm			

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

## Výsledok exportu:



# 7. Transformácia do iného polohového súradnicového systému

Mračno bodov je možné pretransformovať do iného polohového súradnicového systému. Pre presnú transformáciu údajov treba mať v QGIS nastavené správne transformácie medzi súradnicovými systémami podľa návodu: <u>https://www.geoportal.sk/files/gz/s-</u>

<u>jtsk jtsk03 v ggis.pdf</u>. Tiež treba pred transformáciou skontrolovať a nastaviť správny súradnicový systém vrstvy mračna bodov podľa postupu uvedeného v <u>1. kapitole</u>.

Na transformáciu súradníc bodov slúži podobne ako na export do iného formátu (<u>6. kapitola</u>) nástroj *Export*  $\rightarrow$  *Save as,* ktorý je možné spustiť po kliknutí pravým tlačidlom myši na vrstvu mračna bodov v paneli *Layers*:

Ayers	9486 5413232 a c itek03 how c  200 to Layer(s)  200 to Layer(s)  Copy Layer  Rename Layer  Duplicate Layer  Eilter  Change Data Source  Set Layer Scale Visibility  Layer CRS		
	E <u>x</u> port		Save As
	Styles Add Layer Notes Properties	,	Save as Layer Deminition File Save as QGIS Layer Style File

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

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

🔇 Save Vect	tor Layer as X
Format	LAS/LAZ point cloud
File name	E:\DATA\mracno_bodov_jtsk.las 🛛 🕢
Layer name	
CRS	EPSG:5514 - S-JTSK / Krovak East North 🔹 👻
Image: Constraint of the second se	ent (current: none) er by Polygon Layer ration Range t number of points Add saved file to map OK Cancel Help

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





# 8.3D zobrazenie

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

View	Layer	<u>S</u> ettings	Plugins	Vect <u>o</u> r	Raster	<u>D</u> atabase	<u>W</u> eb	Mesh	Processing Help
No No	ew <u>M</u> ap	View			C	Ctrl+M		10	
<u>3</u> [	D Map \	/iews						•	New 3D Map View Ctrl+Alt+M
🕐 Pan Map				Manage 3D Map Views					
-								1.000	

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



### Nastavenie symboliky

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

Q Layer Properties -	Q Layer Properties - 01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip — 3D View X								
٩	Classification		-						
🥡 Information	Attribute 123 Classification	•							
💸 Source	Color Value Legend	Percentage	10						
ኛ Symbology	✓ 1 Unclassified ✓ 2 Ground		1,2 62,7						
🔗 3D View	✓ 3 Low Vegetatio ✓ 4 Medium Veget	n tation	3,5 3,8						
🞸 Rendering	✓ 5 High Vegetation	on	16,8 5.8						
Elevation	7 Low Point (Noi	ise)	0,2						
Metadata	✓ 17 Bridge Deck		0,0						
	18 High Noise		< 0,1						
	Classify 🖶 😑 Delete All Point Symbol								
	Point size	1,00	<						
	Maximum screen space error	3,00							
	Point budget	3323067	¢						
	Render as a Surface (Triange     Skip triangles longer thap	10.00							
	Skip triangles taller than	10,00	÷						
	Show bounding boxes								
	Style 🔻	OK Cancel	Apply Help						

Možnosti nastavenia symboliky:

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



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



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



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



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



V časti Point Symbol je možné nastaviť:

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

Point Symbol				
Point size	1,00			-
Maximum screen space error	3,00		<	\$
Point budget	3323067			¢
🔻 🗸 Render as a Surface (Triar	igulate)			
Skip triangles longer than		10,00		-
Skip triangles taller than		10,00		\$
Show bounding boxes				



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

### - len trieda Groud (reliéf)



#### Funkcia Eye Dome Lighting

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



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





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

# 9. Zobrazenie na podklade DMR a ortofotomozaiky

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

Podobným spôsobom sa postupuje aj pri rastroch <u>ortofotomozaiky</u>, kde postup je uvedený v návode: <u>https://www.geoportal.sk/files/zbgis/navody/navod\_ortofotomozaika\_qgis.pdf</u> DMR je vhodné zobraziť vo forme tieňovaného reliéfu (hillshade), ktorý je možné vytvoriť pomocou nástroja *Hillshade* nachádzajúceho sa v paneli nástrojov *Raster* → *Analysis* (2. kapitola v <u>návode na</u> <u>prácu s DMR v QGIS</u>). V paneli *Layers* tieto vrstvy DMR a ortofotomozaiky umiestniť pod vrstvy s mračnami bodov, aby ich neprekrývali:



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

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

Terrain	Туре	DEM (Raster Layer)	
lights Effects	Elevation	🚰 dmr	
Camera & Skybox	Vertical scale	1,00	
Advanced	Tile resolution	128 px	×
	Skirt height	10,0 map units	
	Offset	0,00	
	Terrain Shad	ing	
	Ambient		
		0 100,0 %	
	Specular		
		100,0 %	
	Shininess None	2	

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



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



# 10. Odmeranie výškového profilu

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

	View	Layer	Settings	Plugins	Vector	Raster	Database	V	
		New <u>M</u> ap	Ctrl	Ctrl+M					
1		<u>3</u> D Map V	iews			×			
Ł	Q	Pan Map							
-	-	Pan Map t	to Selection	1					
	æ	Zoom In				Ctrl+Alt++			
	P	Zoom Out	t			Ctrl+Alt+-			
1		Data Filte	ring					Þ	
-	R	Identify F	eatures			Ctr	+Shift+I		
		Measure						•	
(	Σ	Statistical	Summary						
		Elevation	Profile	N					
1	10	Zoom <u>F</u> ull				Ctrl	+Shift+F		

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

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



- Po kliknutí na tlačidlo *Capture Curve* <sup>16</sup> nakresliť líniu priebehu výškového profilu. Nakreslená línia sa ukončí kliknutím pravým tlačidlom myši.
- Po kliknutí na tlačidlo *Capture Curve From Feature* i je možné ako priebeh výškového profilu použiť vektorovú líniovú vrstvu pridanú v projekte. Túto líniovú vrstvu treba mať v projekte zapnutú a po aktivovaní nástroja *Capture Curve From Feature* na ňu kliknúť v mapovom okne.
- Po kliknutí na tlačidlo Clear >> sa odstráni odmeraný výškový profil.
- Po kliknutí na tlačidlo *Export as PDF* <sup>[26]</sup> sa vykreslený profil vyexportuje do dokumentu vo formáte PDF.
- po kliknutí na tlačidlo *Export as Image* sa vykreslený profil vyexportuje do obrázku vo formáte PNG.
- V grafe s vykresleným výškovým profilom je možné sa približovať a oddiaľovať po kliknutí na tlačidlo *Zoom*, posúvať sa po kliknutí na tlačidlo *Pan*, identifikovať body a zobraziť ich atribúty po kliknutí na tlačidlo *Identify Feature*, merať vzdialenosti a výškové rozdiely medzi bodmi po kliknutí na tlačidlo *Measure Distance*, uchytávať sa presne na body napr. pri meraní po kliknutí na tlačidlo *Enable Snapping*.



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



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



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



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

fi	d layer	distance	elevation
1	1 01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	313,0695299162504	166,2900000000002
2	2 01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	309,59858882269134	166,46
3	3 01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	253,56307292192145	169,12
4	4 01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	249,9776520431398	177,4800000000002
5	5 01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	248,8720293287521	174,58
6	6 01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	247,62023637213701	175,9
7	7 01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	299,12377805272234	165,11
8	8 01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip_ecfef7d9_31ce_4b57_8c0c_332282644276	285,3220664822636	164,31



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

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



# 11. Vytvorenie tlačových výstupov

Obsah mapového okna (2D aj 3D) je možné vytlačiť na 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 pravým tlačidlom myši do bieleho obdĺžnika v strede okna, ktorý reprezentuje plochu pre tlač. Po kliknutí vybrať možnosť *Page Properties*:

Q "Mračno b Layout Edit	bodov Ylev Jems Add Rem Atlas Settings		- 🗆 X
8 6			
جر 🔍 ا	😕 🎵 😂 📲 🤷 🖄 🚝 🗄 地 📶		
0	p	Items Undo History Items	03
	Undo Back Marga Godas Co Faga. Ramono Paga	Layout Been Properties Guide Layout <b>v</b> General Settings Reference mp <b>v</b> Guides and Grid Guid spectry <b>V</b> Guides and Grid Guid spectry <b>v</b> Guides and Grid <b>v</b> Guides a	a Ada:
	x: 130.38 mm y: 87.0	776 mm page: 1 115.01	%

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

Items	Jndo History	
ltems		0
۵ 🔒	Item	
_		
Layout	Item Properties Guides	Atlas
Item Prope	ties	0
Page Size		
Size	A4	• 🗐
Orientati	on Landscape	
Width	297,000	
Height	210,000	
Exclude	page from exports 🛛 🗐 🖉	
Background		

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



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



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

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

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

Items Undo	History	
ltems		Ø
💿 🔒 Ite	m	
	Map 1	
Layout Iten	n Properties Guides Atlas	
Item Properties		Ø
🔻 Main Prop	erties	
Scale	2000.000	e.
Map rotation	0,00 *	
CRS	Use Project CRS 🔹 👻	
✓ Draw ma	p canvas items	
▼ Layers		
Follow ma	ap theme (none) 💌	€.
Lock laye	ers 💿	
Lock style	es for layers	
Extents		
X min -562	973,280	€,
Y min -120	7856,897	€,
X max -562	399,765	€,
Y max -120	7450,780	e.

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

Layout	Item Properti	es	Guides							
Layout										
▼ Gene	ral Settings									
Referer	Reference map I									
🔻 Guide	es and Grid									
Grid sp	acing									
10,00		-	mm	•						
Grid off	set									
x: 0,00	)	*								
y: 0,00	)	\$	mm	•						
Snap to	olerance									
5 px				*						
- Expo	rt Sottings									
• LAPOI	it settings									
Export	resolution		300 dpi	\$						
Prir	nt as raster									
Alv	vays export as ve	ecto	rs							
Sav	ve world file									
🔻 Resiz	e Layout to Co	ont	ent							

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



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



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

- Add Picture 🔜 obrázok,
- Add Label 🗔 text,
- Add Legend 🏪 legenda,
- Add Scale Bar 📅 mierka,
- Add North Arrow 📥 severka,
- Add Shape 🚔 geometrický tvar,
- Add Marker 🚾 značka,
- Add Arrow 🚣 šípka,
- Add Node Item 🚈 línia alebo polygón,
- Add Atribute Table 🛅 atribútová tabuľka vrstvy z projektu,
- Add Fixed Table 🍱 vlastná tabuľka,
- Add Elevation Profile A graf výškového profilu vytvoreného v projekte (pridanie do tlačového okna pomocou tlačidla Copy From Profile ).



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

	🔓 🗋 🗟 📛 🖶			è 🌸 🛵	<b>♦</b>
€	🔎 🏴 🔀 🛛 🖓	<u>n</u>	0	9. <b></b> , <b>-</b> , <b></b>	b þ∳ ₽ <b>4</b> Ĺ

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

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

🗟 Layout Manager	-		×
Q. Search			
Mračno bodov			
Mračno bodov 3D			
Show Duplicate Remove		Re <u>n</u> ame	
Empty Layout	-	Create	
Open template directory User Default	:		
Clo	ose	Help	,

## 12. Vygenerovanie metaúdajov o súbore mračna bodov

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



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

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

Parameters Log		Information	
iput layer		This algorithm outputs bas	sic metadata from
C1_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]	•	the point cloud file.	
ayer information			
:/DATA/mracno_bodov_info.html	∞		
0%			Cancol

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

LAS	1.4
point format	6
count	3323066
scale	0.01 0.01 0.01
offset	000
extent	-563065.67 -1207902.8 84.76
	-562286.05 -1207409.1 250.54
crs	S-JTSK_[JTSK03]_Krovak_East_North + Baltic 1957 height (EPSG:8353+8357)
units	horizontal=Meter vertical=metre
Attributes:	
- X floating	8
- Y floating	8
- Z floating	8
- Intensity	unsigned 2
- ReturnNumb	er unsigned 1
- NumberOfRe	turns unsigned 1
- ScanDirect	ionFlag unsigned 1
- EdgeO+Flig	ntLine unsigned 1
- Classitica	tion unsigned 1
- Synthetic	unsigned 1
- KeyPoint u	nsigned 1
- Withheld u	nsigned 1
- Overlap un	signed 1
- ScanAngleR	ank Tioaling 4
- UserData u	ISIgned 1
- POINTSOURCE	etu unsigneu z
- upstime tio	Jacung o
<ul> <li>Scanchanne.</li> </ul>	I UNSIGNEU I

# 13. Vytvorenie rastra hustoty bodov

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



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

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

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

Demonstran		4 m +	
Parameters Log		Density	
nput layer		This algorithm	exports a raster file where
© 01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]	▼	in that cell's are	ns number of points that are a.
esolution of the density raster			
1,000000	\$		
ile size for parallel runs			
1000	\$		
Advanced Parameters			
Filter expression [optional]			
	3		
Cropping extent [optional]			
Not set			
X origin of a tile for parallel runs [optional]			
Not set	\$		
Y origin of a tile for parallel runs [optional]			
Not set	\$		
lensity			
C:/DATA/mračno_boodv_hustota.tif			
Open output file after running algorithm			
0%			Cancel

### Výsledný raster hustoty mračna bodov:



# 14. Vytvorenie polygónu hranice vrstvy mračna bodov

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



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

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

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

Parameters Log		Boundary	
nput layer		This algorithm exports a polygon f	ile
01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]	▼	containing point cloud layer bound contain holes and it may be a mult	ary. It m i-part
tesolution of cells used to calculate boundary [optional]		polygon.	
1,00000			
inimal number of points in a cell to consider cell occupied [optional]			
1			
Advanced Parameters			
Filter expression [optional]			
	3		
Cropping extent [optional]			
Not set			
C:/DATA/mracno_bodov_hranica.gpkg	•		
/ Open output file after running algorithm			



Výstupný polygón s hranicou vrstvy mračna bodov:



Zobrazenie polygónu s hranicou a vstupnej vrstvy mračna bodov:



# 15. Vytvorenie zriedenej vrstvy mračna bodov

## Zriedenie počtu bodov podľa zvolenej vzdialenosti

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



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

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

Point Cloud Data Management - Thin (by Sampling Radius)				>
Parameters Log		Thin	(by samplin	ıg radius)
1put layer		This algo	orithm creates a thinn	ed version of the
% 01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]	▼	point cio	ud by performing san	npling by distance
ampling radius (in map units)				
1,00000	\$			
Advanced Parameters				
Filter expression [optional]				
Classification = 2	3			
Cropping extent [optional]				
Not set				
hinned (by radius)				
C:/DATA/mracno_bodov_teren_thin_radius_1m.las	🛛,			
Ø Open output file after running algorithm				
00/				
070				Cancel

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



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



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

		•		•
•	•			•
		•		
				•
	•		•	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				

## Zriedenie počtu bodov ponechaním každého n-tého bodu

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



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

- *Input layer* vybrať vstupnú vrstvu mračna bodov.
- Number of points to skip zadať hodnotu, podľa ktorej ponechaný bude iba každý n-tý bod (napr. 5 pre ponechanie každého 5. bodu).
- *Filter expression* zadanie podmienky pre výber vybranej podmnožiny bodov z mračna bodov (napr. vybrané triedy klasifikácie) (voliteľný parameter).
- *Cropping extent* zadanie priestorového rozsahu pre výber podmnožiny bodov z mračna bodov (voliteľný parameter). Dostupné metódy:
  - *Calculate from Layer* použije sa priestorový rozsah (bounding box BBOX) vrstvy načítanej v aktuálnom projekte.
  - *Calculate from Layout Map* použije sa priestorový rozsah nastavený v uloženom mapovom projekte pre tlač (<u>layout map item</u>).
  - *Calculate from Bookmark* použije sa priestorový rozsah z uloženej záložky nastaveného obsahu mapového okna (<u>bookmark</u>).
  - Use Current Map Canvas Extent použije sa nastavený priestorový rozsah mapového okna.
  - Draw on Map Canvas kliknúť do mapového okna a nakresliť obdĺžnik ohraničujúci oblasť, z ktorej sa vyberú body.
- Do políčka priamo zadať súradnice priestorového ohraničenia v tvare *xmin, xmax, ymin, ymax*.
- Thinned (by decimation) po kliknutí na tlačidlo vybrať možnosť Save to File a zadať názov, formát (LAS, LAZ, VPC) a umiestnenie výstupného súboru.
- *Open output file after running algorithm* po označení tohto políčka sa vytvorená vrstva mračna bodov otvorí v projekte.

R Point Cloud Data Management - Thin (by Skipping Points)	
Parameters Log	Thin (by skipping points)
Input layer           00         01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]                …	This algorithm creates a thinned version of the point cloud by keeping only every N-th point.
Number of points to skip	ŧ
Advanced Parameters	
Filter expression [optional] Classification = 2	1
Cropping extent [optional] Not set	
Thinned (by decimation)	
C:/DATA/mracno_bodov_teren_thin_points_5.las	~
♥ Open output file after running algorithm	
0%	Cancel
Advanced • Run as Batch Process	Run Close Help

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

•

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

٠. .

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



## 16. Zlúčenie mračien bodov do jedného súboru

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



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

• Input layers – vybrať vstupné vrstvy mračien bodov.

Parameters         Log           ◀         Input layers           ✓         01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]           ✓         01_Senica_18_219400_5412764_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]           ✓         01_Senica_18_219406_5412398_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]           ✓         01_Senica_18_219406_5412392_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]           ✓         01_Senica_18_219712_5413474_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]           ✓         01_Senica_18_219758_5413721_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]           ✓         01_Senica_18_220194_5413469_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]	Select All Clear Selection Toggle Selection Add File(s) Add Directory OK	Merge This algorithm merges multiple point clo files to a single one.	ud
0%		Can	cel

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

🎗 Point Cloud Data Management - Merge				
Parameters Log		•	Merge	
Input layers			This algorithm merges multiple poir files to a single one	nt cloud
Advanced Parameters			nies to a single one.	
Filter expression [optional]				
		3		
Cropping extent [optional]				
Not set		<b>N</b>		
Merged				
C:/DATA/mracno_bodov_merge.las				
✓ Open output file after running algorithm				
	0%			Cancel
Advanced T Run as Batch Process			Run Close	Help

Vstupné vrstvy mračien bodov:



## Výstupný súbor mračna bodov po zlúčení:



## 17. Vytvorenie výrezu

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



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

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

Q Point Cloud Data Management - Clip	×
Parameters Log	Clip
Input layer           \$\mathcal{G}^{\circ}\$01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]         \$\mathcal{L}\$	This algorithm clips point cloud with clipping polygons, the resulting point cloud contains points that are inside these polygons.
Clipping polygons	
Advanced Parameters	
Filter expression [optional]	
Not set	
Clipped	
C:/DATA/mracno_bodov_clip.las	
✓ Open output file after running algorithm	
0%	Cancel
Advanced	Run Close Help

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



Výsledná vrstva mračna bodov po orezaní podľa hraníc polygónu:



## 18. Vytvorenie dlaždíc

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

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

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

Nástroj Tile sa nachádza v paneli Processing Toolbox  $\rightarrow$  Point cloud data management:



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

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

Print Cloud Data Management - Tile         Parameters       Log         Input layers         V       01. Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]         V       01. Senica_18_219400_5412764_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]         V       01. Senica_18_219405_5412322_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]         V       01. Senica_18_219406_541322_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]         V       01. Senica_18_219405_541322_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]         V       01. Senica_18_219405_541322_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]         V       01. Senica_18_219712_5413474_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]         V       01. Senica_18_219758_5413221_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]         V       01. Senica_18_20194_5413469_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]         Add File(s)       Add File(s)         Add Directory       OK	Tile     This algorithm creates tiles from input data.
0%	Cancel

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

Roint Cloud Data Management - Tile				>
Parameters Log		Tile		
Input layers		This algor	ithm creates tiles fr	om input data.
7 inputs selected				
Tile length				
20,00000				
Advanced Parameters				
Assign CRS [optional]				
EPSG:8353 - S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North	-			
Output directory				
C:\DATA\Dlazdice	]			
0%				Cancel
Advanced   Run as Batch Process		Run	Close	Help

### Vstupné LAS súbory mračien bodov:



#### Priečinok s vytvorenými dlaždicami:

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

Súbory sú označené číslom stĺpca a riadka (stĺpec-riadok) vo vytvorenej dlaždicovej schéme. Číslovanie stĺpcov je v smeru od západu na východ a číslovanie riadkov je v smere od juhu na sever. Zobrazenie rozloženia vytvorených dlaždíc pri pridávaní do projektu:



Načítané dlaždice mračien bodov v projekte:



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

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

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



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

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

Parameters Log	•	Create COPC	
Input layers     C:/DATA/Mracno_bodov/01_Senica_18_218173_5408968_a_c_itsk03_bpv_clip.las     C:/DATA/Mracno_bodov/01_Senica_18_219231_5412538_a_c_itsk03_bpv_clip.las     C:/DATA/Mracno_bodov/01_Senica_18_219450_5412936_a_c_itsk03_bpv_clip.las     C:/DATA/Mracno_bodov/01_Senica_18_219450_5412324_a_c_itsk03_bpv_clip.las     C:/DATA/Mracno_bodov/01_Senica_18_219712_5413474_a_c_itsk03_bpv_clip.las     C:/DATA/Mracno_bodov/01_Senica_18_219785_5413221_a_c_itsk03_bpv_clip.las     C:/DATA/Mracno_bodov/01_Senica_18_219786_5413224_a_c_itsk03_bpv_clip.las     C:/DATA/Mracno_bodov/01_Senica_18_219840_5413971_a_c_itsk03_bpv_clip.las     C:/DATA/Mracno_bodov/01_Senica_18_219840_5413971_a_c_itsk03_bpv_clip.las     C:/DATA/Mracno_bodov/01_Senica_18_219840_5413971_a_c_itsk03_bpv_clip.las     C:/DATA/Mracno_bodov/01_Senica_18_220194_5413469_a_c_itsk03_bpv_clip.las     C:/DATA/Mracno_bodov/01_Senica_18_220194_5413469_a_c_itsk03_bpv_clip.las     C:/DATA/Mracno_bodov/01_Senica_18_201984_5413469_a_c_itsk03_bpv_clip.las     C:/DATA/Mracno_bodov/	Select All Clear Selection Add File(s) Add Directory OK	This algorithm creates a COPC file for each input point cloud file.	:h

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

🔇 Point Cloud Data Management - Create COPC		×
Parameters Log	•	Create COPC
Input layers		This algorithm creates a COPC file for each
10 inputs selected		input point cloud file.
Output directory [optional]		
[Skip output]		
0%		Cancel
Advanced 🔻 Run as Batch Process		Run Close Help

# Priečinok so vstupnými LAS súbormi mračien bodov a k nim vytvorenými COPC súbormi:

Názov	Тур	Veľkosť
01_Senica_18_220194_5413469_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	48 753 kB
01_Senica_18_219880_5413971_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	22 449 kB
01_Senica_18_219840_5414226_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	8 337 kB
01_Senica_18_219758_5413721_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	55 347 kB
01_Senica_18_219712_5413474_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	60 800 kB
01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	48 862 kB
01_Senica_18_219450_5412998_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	32 318 kB
01_Senica_18_219400_5412764_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	12 468 kB
01_Senica_18_219231_5412538_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	777 kB
01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip.copc.laz	Súbor LAZ	16 631 kB
01_Senica_18_220194_5413469_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	93 kB
01_Senica_18_219880_5413971_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	27 kB
01_Senica_18_219840_5414226_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	35 kB
01_Senica_18_219758_5413721_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	79 kB
01_Senica_18_219712_5413474_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	91 kB
01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	85 kB
01_Senica_18_219450_5412998_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	102 kB
01_Senica_18_219400_5412764_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	19 kB
01_Senica_18_219231_5412538_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	13 kB
01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip.lasx	Súbor LASX	39 kB
01_Senica_18_220194_5413469_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	284 814 kB
01_Senica_18_219880_5413971_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	128 686 kB
01_Senica_18_219840_5414226_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	43 218 kB
01_Senica_18_219758_5413721_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	300 189 kB
01_Senica_18_219712_5413474_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	317 991 kB
D1_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	257 132 kB
D1_Senica_18_219450_5412998_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	193 186 kB
D1_Senica_18_219400_5412764_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	77 302 kB
D1_Senica_18_219231_5412538_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	5 966 kB
01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip.las	Súbor LAS	101 256 kB

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

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



Pridaným vrstvám COPC súborov potom treba ešte skontrolovať a nastaviť správny súradnicový systém podľa postupu uvedeného v <u>1. kapitole</u>.

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

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

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

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

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



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

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

arameters Log Input layers		•	Build virtual point cloud (VPC)
<ul> <li>01_Senica_18_218173_5408968_a_c_jtsk03_bpv_clip</li> <li>01_Senica_18_219231_5412538_a_c_jtsk03_bpv_clip</li> <li>01_Senica_18_219400_5412764_a_c_jtsk03_bpv_clip</li> <li>01_Senica_18_219480_5412998_a_c_jtsk03_bpv_clip</li> <li>01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip</li> <li>01_Senica_18_219712_5413474_a_c_jtsk03_bpv_clip</li> <li>01_Senica_18_219785_5413721_a_c_jtsk03_bpv_clip</li> <li>01_Senica_18_219880_5413971_a_c_jtsk03_bpv_clip</li> <li>01_Senica_18_220194_5413469_a_c_jtsk03_bpv_clip</li> </ul>	Clear Select All Clear Selection Add File(s) Add Directory OK		This algorithm creates a virtual point cloud from input data.
0%			Cancel

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

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

Parameters Log	•	Build vi	rtual noi	nt cloud
nput layers		(VPC)		in cioud
10 inputs selected		This algorithm	creates a virtua	al point cloud
Calculate boundary polygons		from input dat	ta.	
Calculate statistics				
Build overview point cloud				
/irtual point cloud				
C:/DATA/VPC/mracno_bodov_VPC.vpc	≪			
✔ Open output file after running algorithm				
00/				Cancel
076				

Vstupné vrstvy mračien bodov:



#### Výsledná vrstva vo formáte VPC:



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

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

## 21. Vytvorenie rastra z mračna bodov metódou IDW

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



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

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

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

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

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

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

#### **Raster DMR**

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

Q Point Cloud Conversion - Export to Raster	×
Parameters Log	Export to raster
Parameters       Log         Input layer	Export to raster This algorithm exports point cloud data to a 2D raster grid having cell size of given resolution, writing values from the specified attribute.
C:/DATA/dmr_idw.tif	
0%	Cancel
Advanced   Run as Batch Process	Run Close Help

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



### Vytvorený raster DMR:



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

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

Nástroj *Fill NoData* sa nachádza v paneli *Raster*  $\rightarrow$  *Analysis*:

<u>P</u> lugins Vect <u>o</u> r	Raster Database Web Mesh	Processing Help
۲ <sup>m</sup> 🔅 🕀	Raster Calculator	
	Analysis	GAL Aspect
<b>] //</b> . /	Projections	🕅 Fill NoData 🙀
	Miscellaneous	Grid (Moving Average)
	Extraction	Grid (Data Metrics)
	Conversion	Grid (Inverse Distance to a Power)
	🔆 Align Rasters	🔐 Grid (Nearest Neighbor)
		🚮 Hillshade
		Near Black
		N Proximity (Raster Distance)
		Roughness
		Sieve
		Slope
		Topographic Position Index (TPI)
		Gat Terrain Ruggedness Index (TRI)

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

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

Raster analysis - Fill NoData	×
Parameters Log	
iput layer	
# dmr_idw [EPSG:8353]	•
and number	
Band 1: idw (Gray)	*
aximum distance (in pixels) to search out for values to interpolate	
umber of smoothing iterations to run after the interpolation	
)	\$
alidity mask [optional]	
	·
Advanced Parameters	
Additional creation options [optional]	
Profile	
Name Value	
🖶 🥯 Validate Help	
Additional command-line parameters [optional]	
illed	
:/DATA/dmr_idw_bezDier.tif	<li></li>
Open output file after running algorithm	
	*
0%	Cancel
0%	Cancel

Vytvorený raster DMR bez dier pomocou nástroja Fill NoData:



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

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



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

Polygón hranice vrstvy mračna bodov, vytvoreného pomocou nástroja Boundary:



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



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

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

Q Vector Geometry - Delete Holes	_	×
Parameters Log	•	Delete holes
Input layer          Input layer         Image: mracno_bodov_merge_hranica [EPSG:8353]         Selected features only         Remove holes with area less than		This algorithm takes a polygon layer and removes holes in polygons. It creates a new vector layer in which polygons with holes have been replaced by polygons with only their external ring. Attributes are not modified.
0,00000		An optional minimum area parameter allows
Cleaned C:/DATA/mracno_bodov_merge_hranica_bezDier.gpkg		specified area threshold. Leaving this parameter as 0.0 results in all holes being removed.
✓ Open output file after running algorithm		
0%		Cancel
Advanced * Run as Batch Process		Run Close Help

Polygón hranice vrstvy mračna bodov po odstránení dier:



Na orezanie rastra DMR podľa polygónovej vrstvy je možné použiť nástroj *Clip raster by mask layer*, ktorý sa nachádza v paneli *Raster*  $\rightarrow$  *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.

Q Raster Extraction - Clip Raster by Mask Layer	×
Parameters Log	
Input layer	<u> </u>
dmr_idw_bezDier [EPSG:8353]	<b>▼</b>
Mask layer	
mracno_bodov_merge_hranica_bezDier [EPSG:8353]	- C 🔧 📖
Selected features only	
Source CRS [optional]	
EPSG:8353 - S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North	
Target CRS [optional]	
EPSG:8353 - S-JTSK [JTSK03] / Krovak East North	-
Target extent [optional]	
Not set	
Assign a specified NoData value to output bands [optional]	
Not set	\$
Create an output alpha band	
✓ Match the extent of the clipped raster to the extent of the mask layer	
Keep resolution of input raster	
Set output file resolution	
X Resolution to output bands [optional]	
Not set	•
Y Resolution to output bands [optional]	
Not set	•
Advanced Parameters	
Clipped (mask)	
C:/DATA/dmr_idw_final.tif	
✓ Open output file after running algorithm	
0%	Cancel
Advanced * Run as Batch Process Run	Close Help

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



Porovnanie s priestorovým rozsahom vrstvy zdrojového mračna bodov:



### Raster plochy vegetácie

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

Q Point Cloud Conversion - Export to Raster	×
Parameters Log	Export to raster
Input layer	This algorithm exports point cloud data to a 2D
Q* 01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]	raster grid having cell size of given resolution, writing values from the specified attribute.
Attribute	
123 Classification	
Resolution of the density raster	
0,500000	
Tile size for parallel runs	
1000	
Advanced Parameters	
Filter expression [optional]	
Classification = 3 OR Classification = 4 OR Classification = 5	
Cropping extent [optional]	
Not set	
X origin of a tile for parallel runs [optional]	
Not set	
Y origin of a tile for parallel runs [optional]	
Not set	
Exported	
C:/DATA/raster vegetacia.tif	
Onen output file after running algorithm	
open adque no area ramming algoritan	
0%	Cancel
Advanced 👻 Run as Batch Process	Run Close Help

Vstupná vrstva mračna bodov – body z tried vegetácie:



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



### **Raster intenzity**

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

Q Point Cloud Conversion - Export to Raster		×
Parameters Log	•	Export to raster
Input layer		This algorithm exports point cloud data to a 2D
00 01_Senica_18_219486_5413232_a_c_jtsk03_bpv_clip [EPSG:8353]		writing values from the specified attribute.
Attribute		
As a literisity		
0,500000 🚳 😂		
Tile size for parallel runs		
1000		
Advanced Parameters		
Filter expression [optional]		
3		
Cropping extent [optional]		
Not set		
X origin of a tile for parallel runs [optional]		
Y origin of a tile for parallel runs [optional]		
Not set		
Exported		
C:/DATA/raster_intenzita.tif		
Open output file after running algorithm		
0%		Cancel
Advanced 👻 Run as Batch Process		Run Close Help

Vstupná vrstva mračna bodov s nastavenou symbolikou podľa atribútu Intensity:



Výsledný raster zobrazujúci priebeh hodnôt atribútu intenzita:



## 21. Vytvorenie rastra z mračna bodov metódou TIN

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



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

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

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

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

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

### **Raster DMR**

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

<b>Q</b> Point Cloud Conversion - Export to Raster (Using Triangulation)		×
Parameters Log		Export to raster (using
Input layer		(initiguiation)
	•	This algorithm exports point cloud data to a 2D raster grid using a triangulation of points and
Resolution of the density raster		then interpolating cell values from triangles.
0,500000	<ul><li>▲</li></ul>	
Tile size for parallel runs		
1000	\$	
Advanced Parameters		
Filter expression [optional]		
Classification = 2	3	
Cropping extent [optional]		
-563154.7200,-562264.9200,-1207973.0500,-1207381.5100 [EPSG:8353]		
X origin of a tile for parallel runs [optional]		
Not set	\$	
Y origin of a tile for parallel runs [optional]		
Not set	*	
Exported (using triangulation)		1
C:/DATA/dmr tin.tif	⊠	
Open output file after running algorithm		<b>4</b>
~~~~~		
0%		Cancel
Advanced V Run as Batch Process		Run Close Help

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



### Vytvorený raster DMR:

