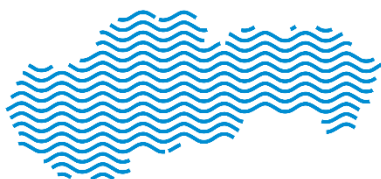


# AUTOMATICKÁ KLASIFIKÁCIA DÁT S VYSOKÝM ROZLIŠENÍM ZÍSKANÝCH POMOCOU UAV

Miloš Rusnák, Peter Mihálik, Ján Sládek



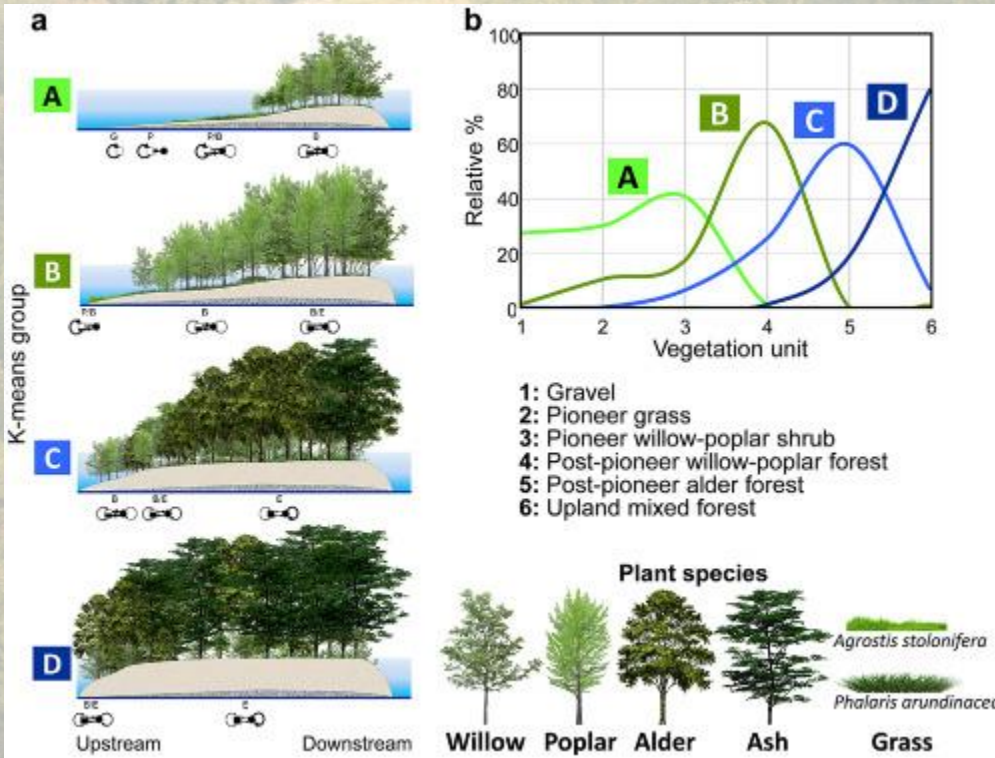
GEOGRAFICKÝ ÚSTAV SAV  
INSTITUTE OF GEOGRAPHY SAS



Slovak Rivers LAB

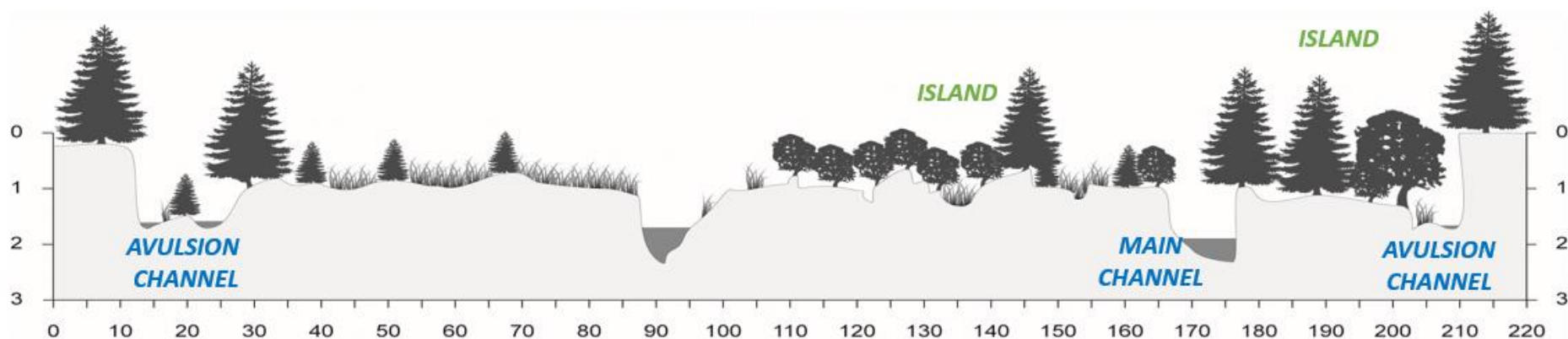
# ÚVOD

- riečna krajina → dynamický systém
- dynamika morfológie a vegetácie → sukcesie



## ÚVOD

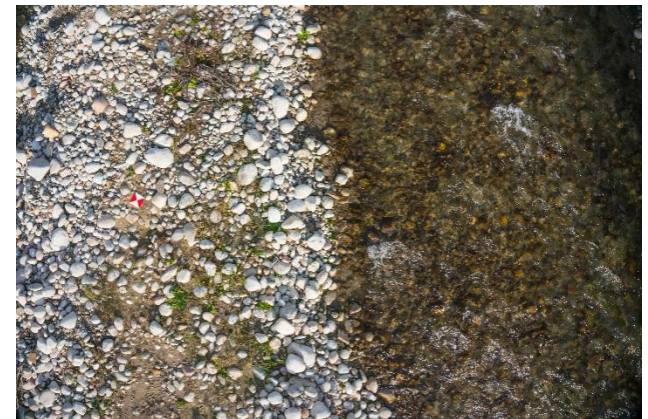
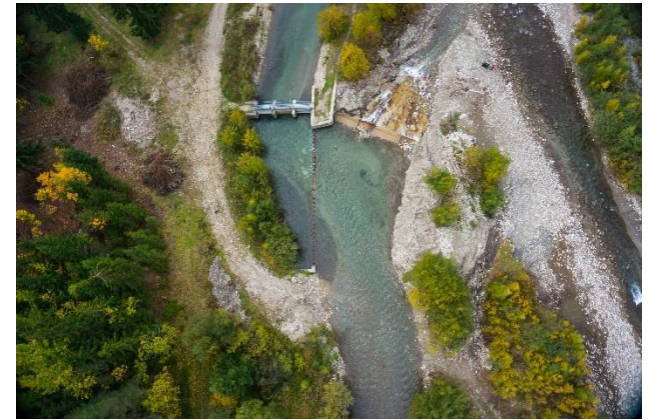
- mapovanie a monitoring vegetácie
- **!!! dôležité pre udržanie biodiverzity !!!**
- ochrana územia a prirodzený vývoj
- degradácia koryta



# Vymedzenie skúmaného územia



Podkladová mapa: OpenStreetMap WMS (<http://tiles.geop.sazp.sk/base/service/>)



Snímkovanie:  
22. 10. 2015

Dron:  
Hexakopter XL  
• mikro-UAV platforma

Kamera:  
SONY NEX 6  
• 16 – 50 mm objektív



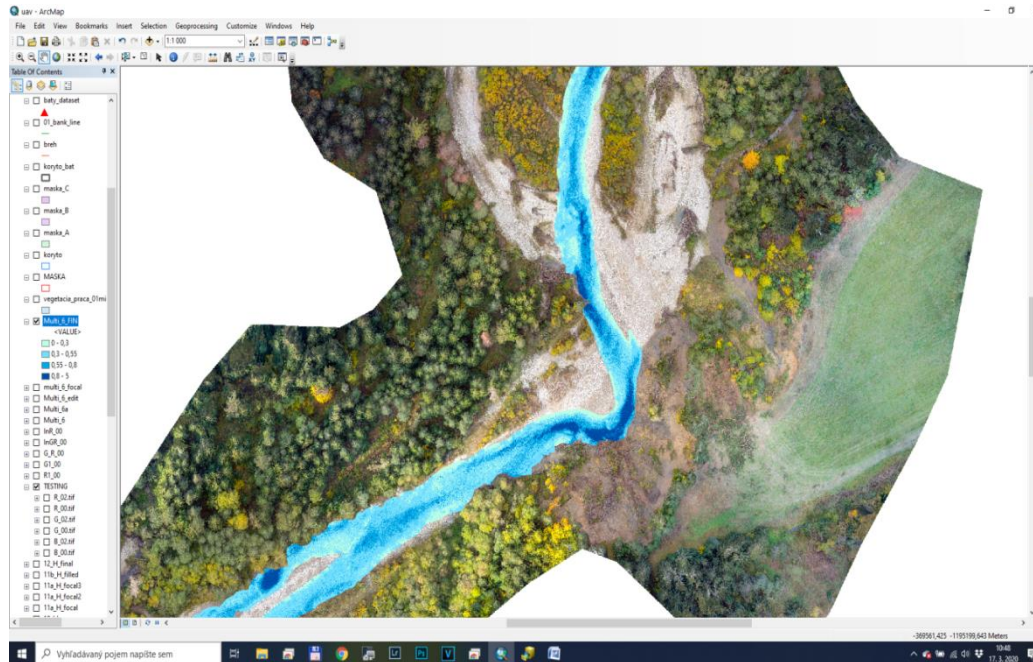
# Spracovanie dát

## A) klasifikácia nivy

- 1) pixelovo-orientovaný prístup
- 2) objektovo orientovaný prístup

## B) batymetria koryta

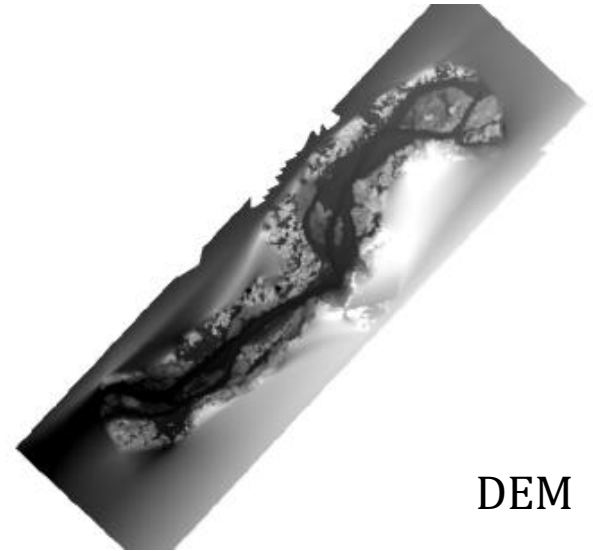
- 1) analýza spektrálnych charakteristík
- 2) úprava mračna bodov o refrakčný koeficient



# Získanie zdrojových údajov

Výsledok snímkovania 1820 snímok:

- Ortofotomozaika: 5 cm/pixel
- DEM : 7 cm/pixel
- LAS: 100 – 200 points/m<sup>2</sup>



DEM



ortofotomozaika



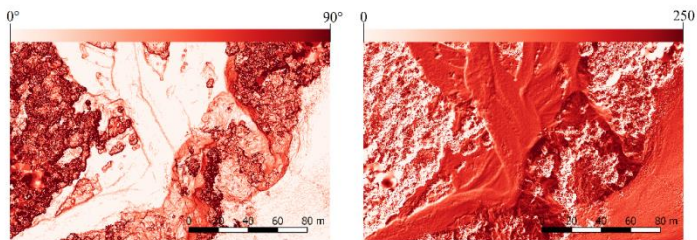
LAS

Zdroj: M.Rusnák, J. Sládek, A. Kidová, M. Lehotský,: Template for high-resolution river landscape mapping using UAV technology, Measurement 115, Elsevier 2018.

C  
B  
A

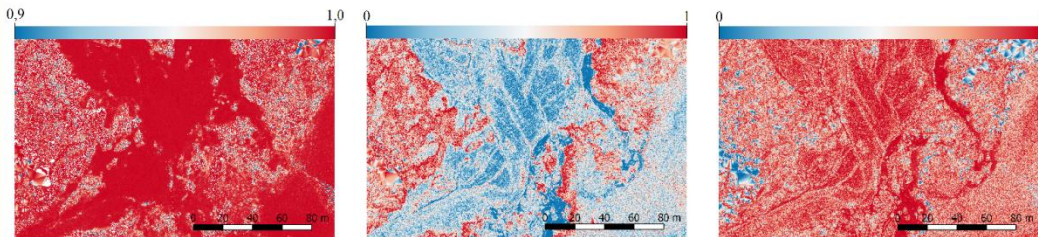


RGB kompozícia



Slope

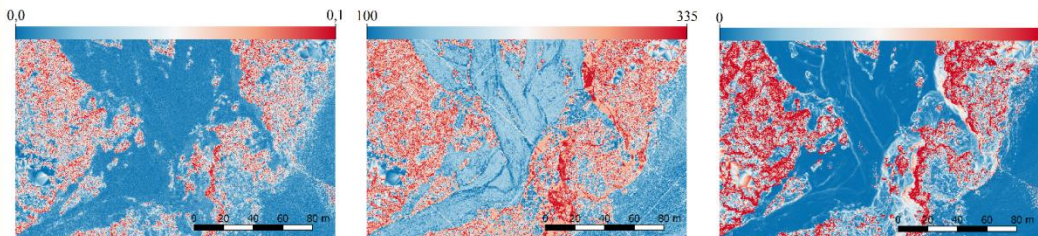
Hillshade



Anisotropy

Linearity

Planarity



Roughness

Surface density

Verticality

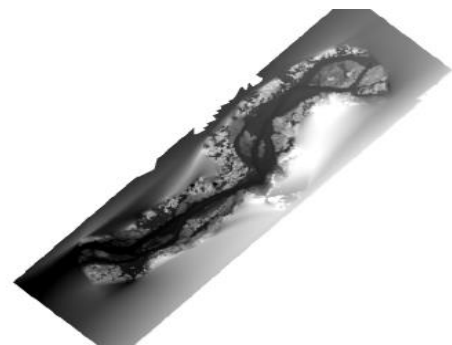
Generované z:

- vygenerovanie základných rastrových vrstiev zo zdrojových údajov
- vytvorenie viackanálových datových vrstiev

ORTOFOTOMOZAIKA

DEM

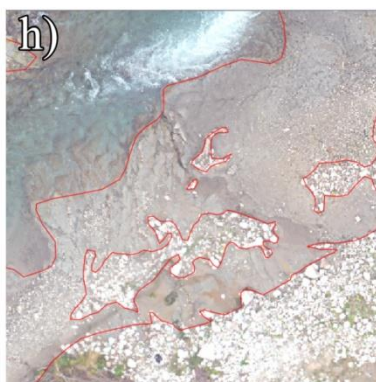
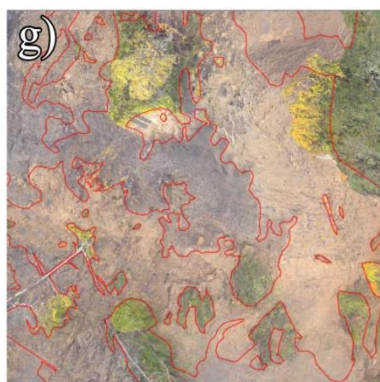
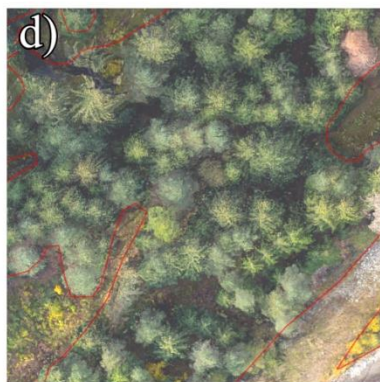
LAS



Indexy kovariácie založené na PCA analýze, definované areálom mračna bodov (T. Hackel et. al., 2016)

**Zdroj:** T. Hackel et. al.; The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016, pp. 1610-1618

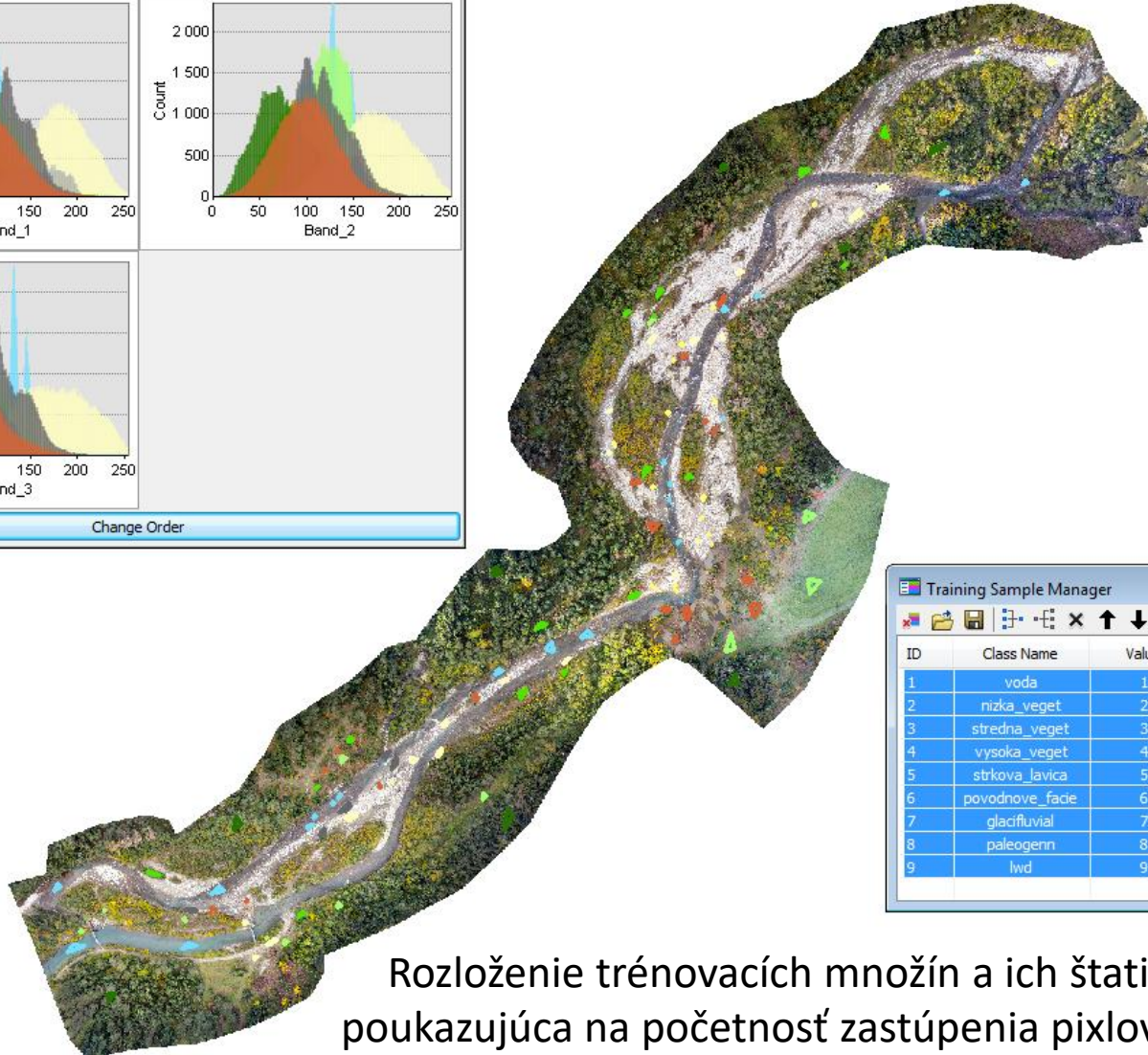
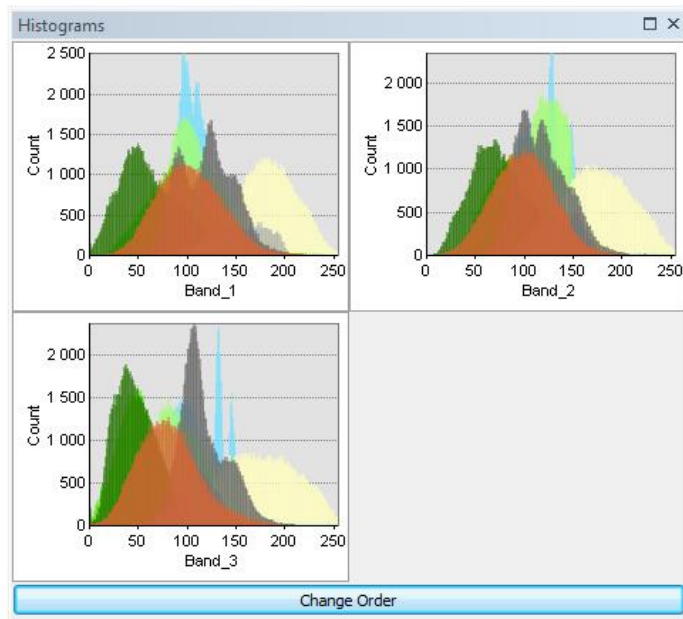




Vizualizácia jednotlivých tried na ortofotosnímke:

- a) Voda b) Nízka vegetácia (menej ako 0,5 m) c) Stredná vegetácia (0,5 – 3 m)  
d) Vysoká vegetácia (viac ako 3 m) e) Štrková lavica f) Povodňové fácie  
g) Glacifluviálne sedimenty h) Paleogénne podložie i) Mŕtve drevo

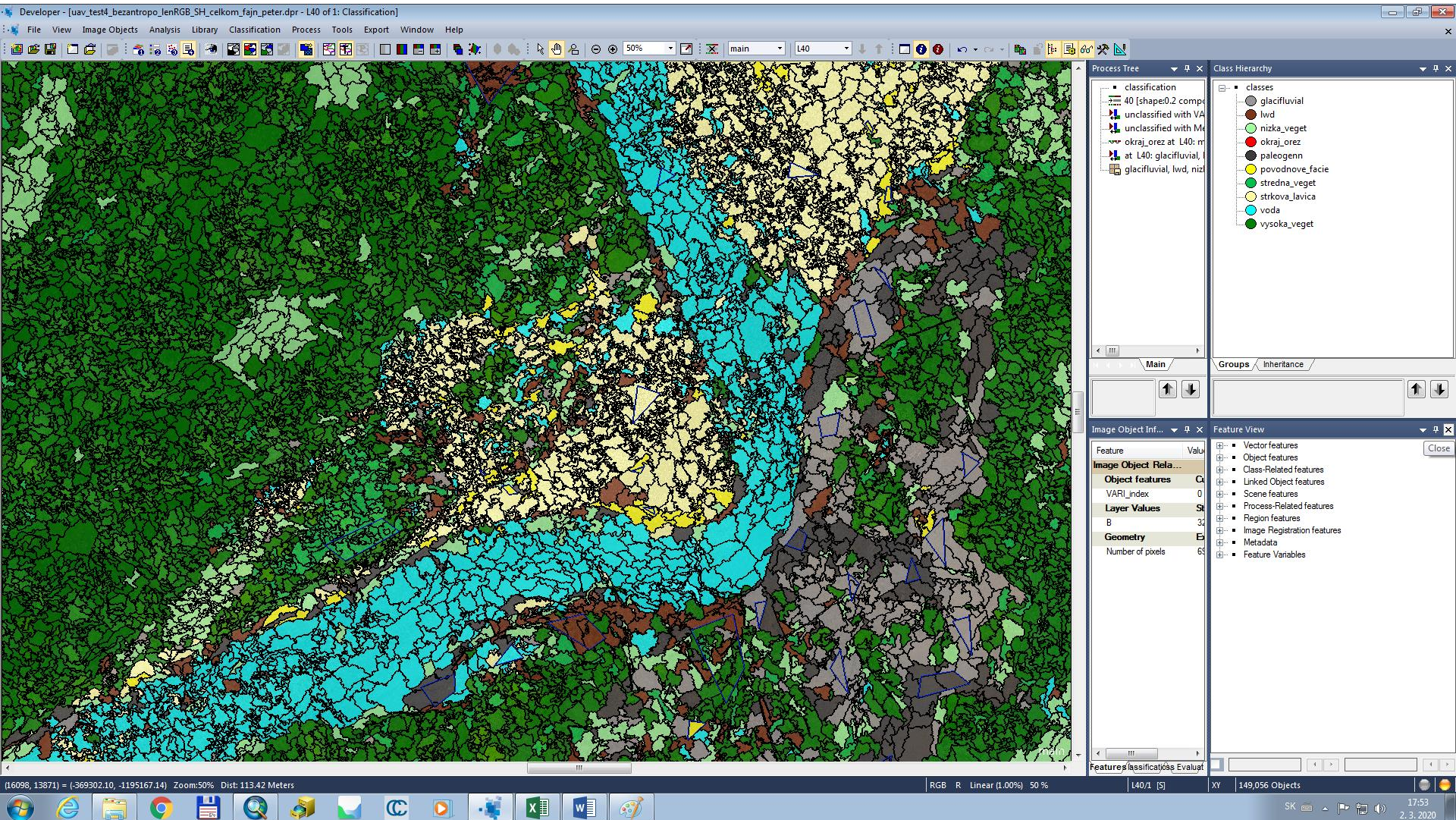
# Klasifikácia: Pixelovo orientovaný prístup (ArcMap)



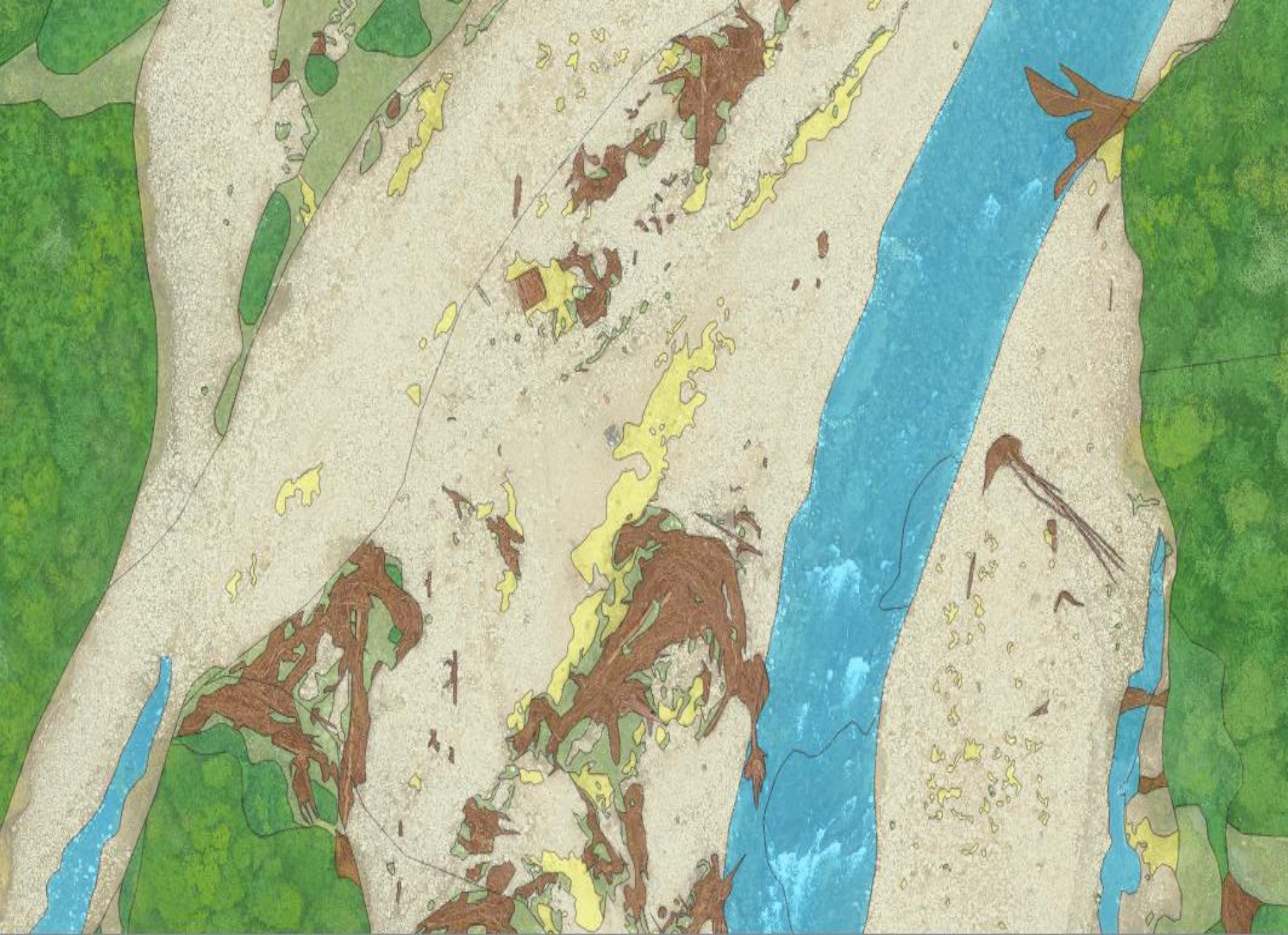
ID	Class Name	Value	Color	Count
1	voda	1	Cyan	99116
2	nizka_veget	2	Light Green	98546
3	stredna_veget	3	Green	81708
4	vysoka_veget	4	Dark Green	97901
5	strkova_lavica	5	Yellow	91067
6	povodnove_facie	6	Light Yellow	10967
7	glacifluvial	7	Grey	29850
8	paleogenn	8	Brown	101310
9	lwd	9	Orange	93417

Rozloženie trénuvacích množín a ich štatistika  
poukazujúca na početnosť zastúpenia pixlov v RGB  
hodnotách

# Klasifikácia: Objektovo orientovaný prístup (*eCognition*)

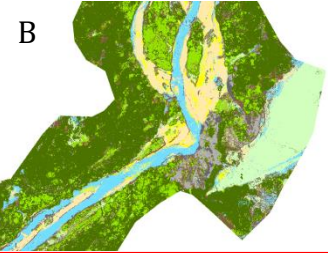


Výrez skúmaného územia s poukázaním na segmentáciu a definovanie vzorových segmentov tvoriacich  
trénovacie množiny



Validačná vrstva

Pixlovo orientovaná klasifikácia



Objektovo orientovaná klasifikácia



Porovnanie klasifikácií

Hodnotenie presnosti		Producer's Accuracy (%)					
Hodnotenie presnosti (zjednodušené triedy)		Producer's Accuracy (%)					
		Pixlovo orientovaná klasifikácia			Objektovo orientovaná klasifikácia		
Trieda:	Vrstva:	A	B	C	A	B	C
Voda		19,5	64,0	23,3	61,0	64,6	64,2
Vegetácia		87,4	85,5	87,2	98,1	97,9	92,9
Štrková lavica		65,0	66,5	69,9	61,6	58,7	58,8
Povodňové fácie		54,0	62,3	65,1	36,1	36,6	36,8
Výstup podložia		65,0	51,8	47,2	43,2	48,9	50,6
Mŕtve drevo		40,3	35,3	36,7	26,6	28,1	28,9
Paleogénne podlozie		46,1	29,9	31,5	33,7	37,4	37,5
Mŕtve drevo		40,3	35,3	36,7	26,6	28,1	28,9

Hodnotenie presnosti		User's Accuracy (%)					
Hodnotenie presnosti (zjednodušené triedy)		User's Accuracy (%)					
		Pixlovo orientovaná klasifikácia			Objektovo orientovaná klasifikácia		
Trieda:	Vrstva:	A	B	C	A	B	C
Voda		74,6	75,2	79,0	78,1	76,6	76,5
Vegetácia		94,9	93,8	93,2	89,3	89,6	89,6
Štrková lavica		92,0	84,8	61,9	92,7	92,9	93,3
Povodňové fácie		20,3	12,2	9,8	26,6	22,4	22,6
Výstup podložia		11,3	32,0	28,5	31,7	40,4	19,3
Mŕtve drevo		10,1	7,5	8,5	28,2	25,8	25,8
Paleogénne podlozie		7,9	23,5	19,1	25,7	32,4	32,6
Mŕtve drevo		10,1	7,5	8,5	28,2	25,8	25,8

Hodnotenie presnosti		Celkové hodnotenie					
Hodnotenie presnosti (zjednodušené triedy)		Celkové hodnotenie					
		Pixlovo orientovaná klasifikácia			Objektovo orientovaná klasifikácia		
Vrstva:		A	B	C	A	B	C
celková presnosť (%)		74,8	78,5	75,1	84,7	84,9	81,5

Vysvetlivky:

Najlepšia hodnota:	(Žltá farba)										
Datové vrstvy:	Kanály spadajúce do dátových vrstiev										
	Ortofotomozaika	DEM			Mračno bodov						
A	R	G	B								
B	R	G	B	Slope	Hillshade						
C	R	G	B	Slope	Hillshade	Anisotropy	Linearity	Roughnes	Planarity	Verticality	Surface density

Geometria mračna bodov odráža **vertikálne** vlastnosti neklasifikovaného mračna bodov, a preto v porovnaní s klasickou klasifikáciou RGB snímok prináša **presnejšie** výsledky identifikácie a klasifikácie jednotlivých tried riečnej krajiny.

**Dáta:** 22. 10. 2015

**Prietok:** 3,2 (m<sup>3</sup>/s)

**Body z terénu: 184 bodov**

70% pre modelovanie hĺbky dna koryta

30% pre validáciu

**Korelácia:**

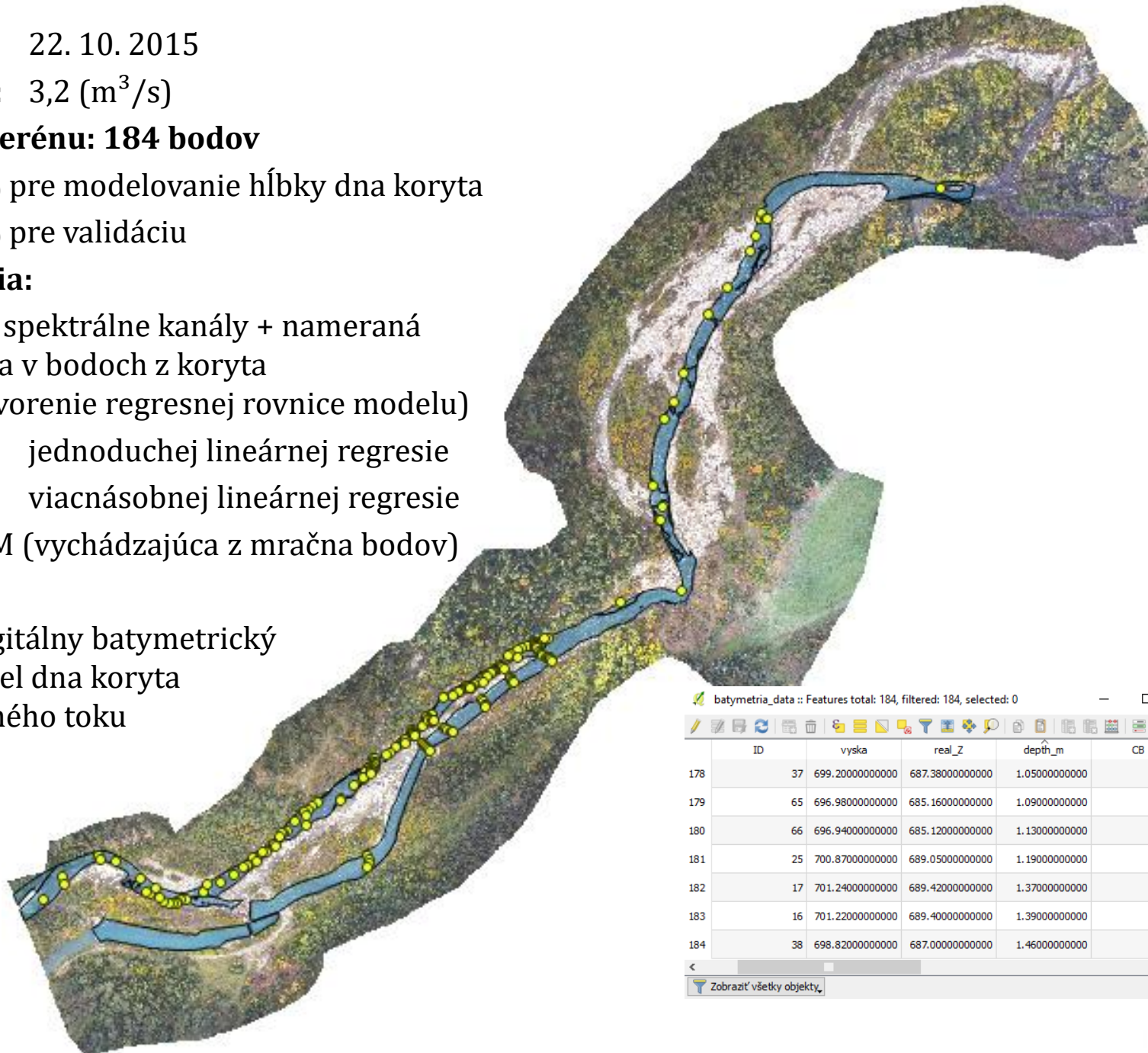
RGB spektrálne kanály + nameraná  
hĺbka v bodoch z koryta  
(vytvorenie regresnej rovnice modelu)

jednoduchovej lineárnej regresie

viacnásobnej lineárnej regresie

+ SfM (vychádzajúca z mračna bodov)

= digitálny batymetrický  
model dna koryta  
vodného toku



batymetria\_data :: Features total: 184, filtered: 184, selected: 0

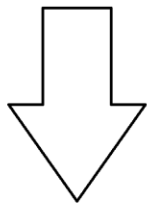
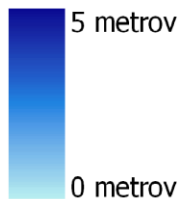
ID	vyska	real_Z	depth_m	CB
178	37	699.2000000000000	687.3800000000000	1.0500000000000
179	65	696.9800000000000	685.1600000000000	1.0900000000000
180	66	696.9400000000000	685.1200000000000	1.1300000000000
181	25	700.8700000000000	689.0500000000000	1.1900000000000
182	17	701.2400000000000	689.4200000000000	1.3700000000000
183	16	701.2200000000000	689.4000000000000	1.3900000000000
184	38	698.8200000000000	687.0000000000000	1.4600000000000





Zobrazit' všetky objekty...

Prečistenie od šumu:

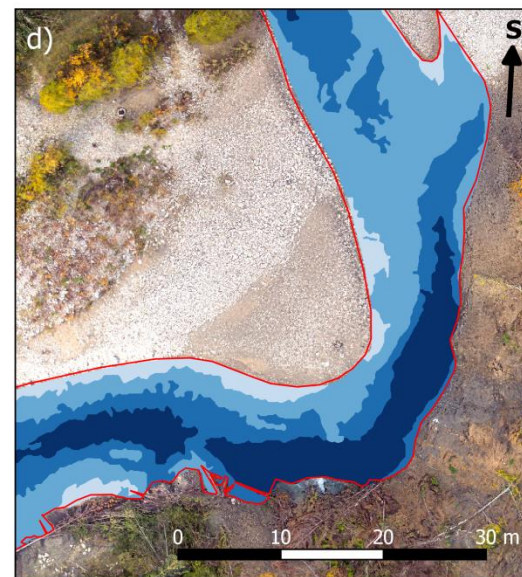
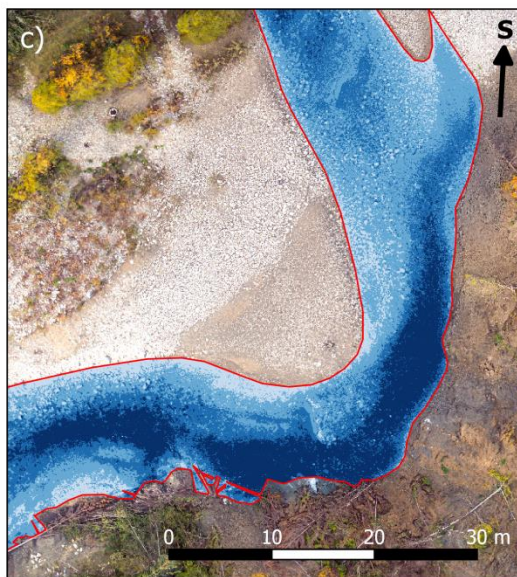
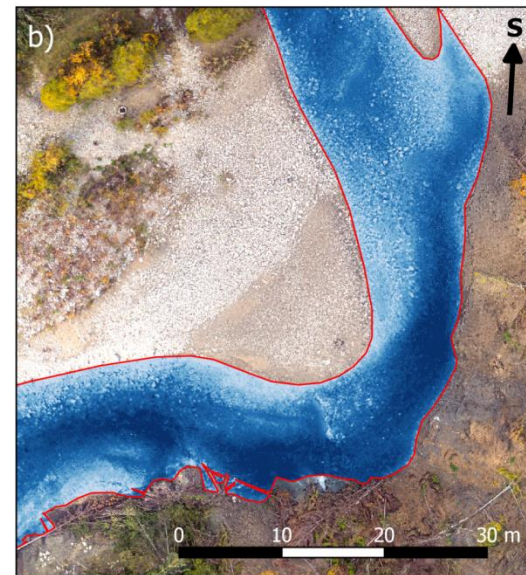
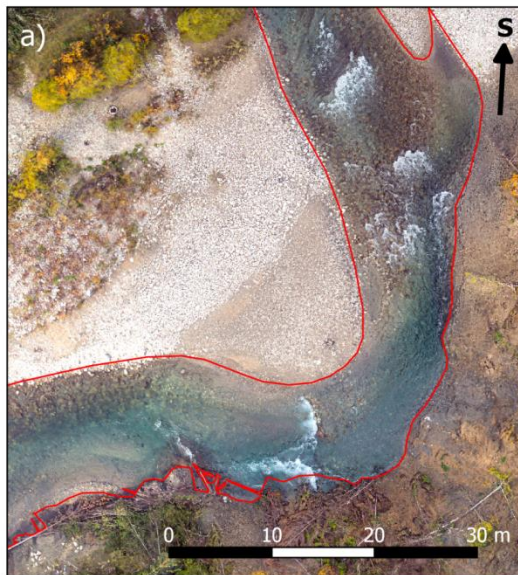
Klasifikácia hĺbky:

Hĺbka vody:



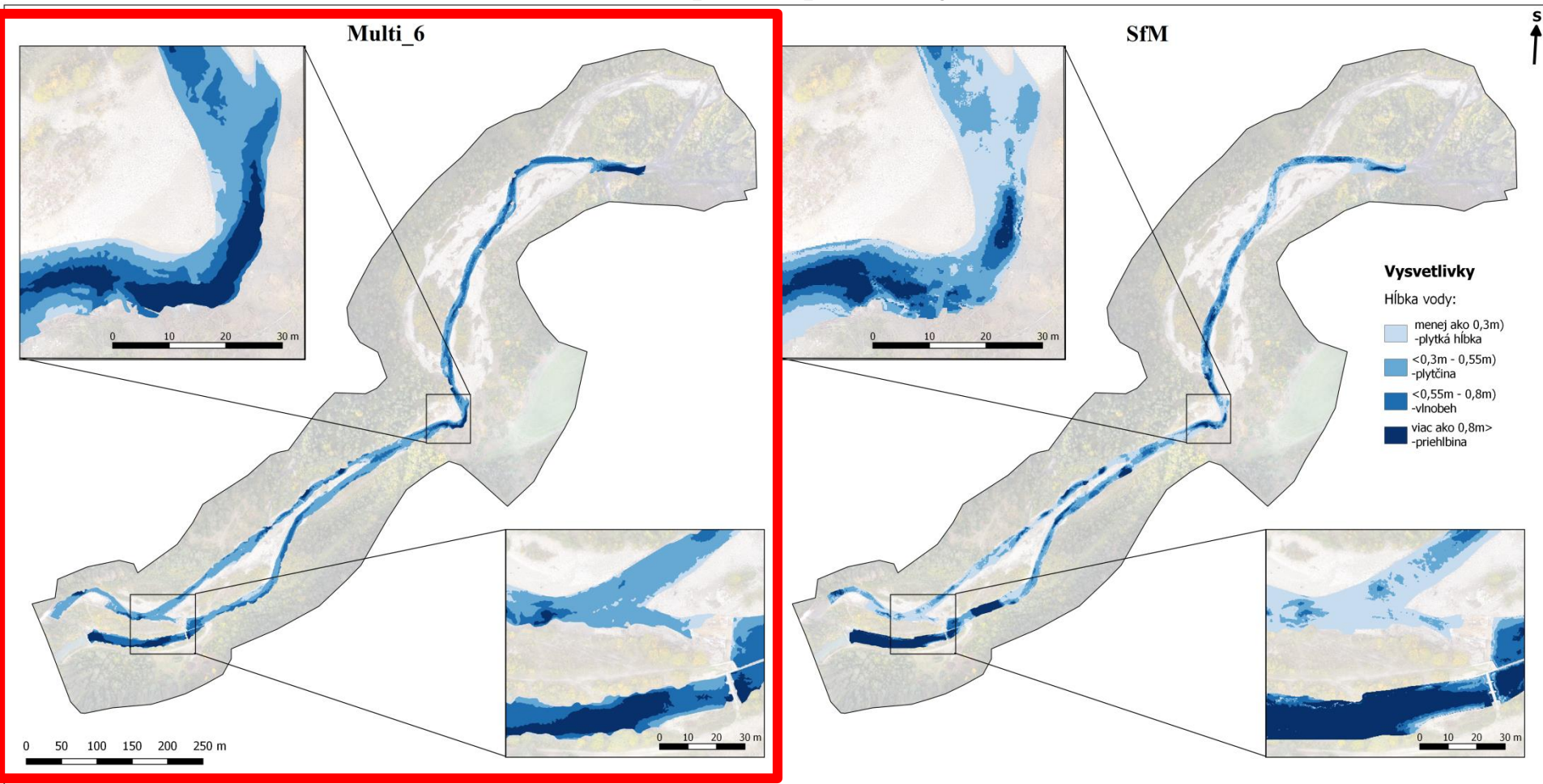
-  menej ako 0,3 m / plytká hĺbka
-  <0,3 m - 0,55 m / plytčina
-  <0,55 m - 0,8 m / vlnobeh
-  viac ako 0,8 m / priehlbina

Zjednotenie areálov



Odstiahnuté z vizuálneho zobrazenia čistej vody (bez šumu) a klasifikácie podľa hĺbky (vzhľadom na to, že hĺbka vody je vplyvom prúdenia a tvaru dna veľmi variabilná). Klasifikácia je prístupná v aplikácii „Vizuálna analýza“ (v rámci projektu „Vizuálna analýza“).

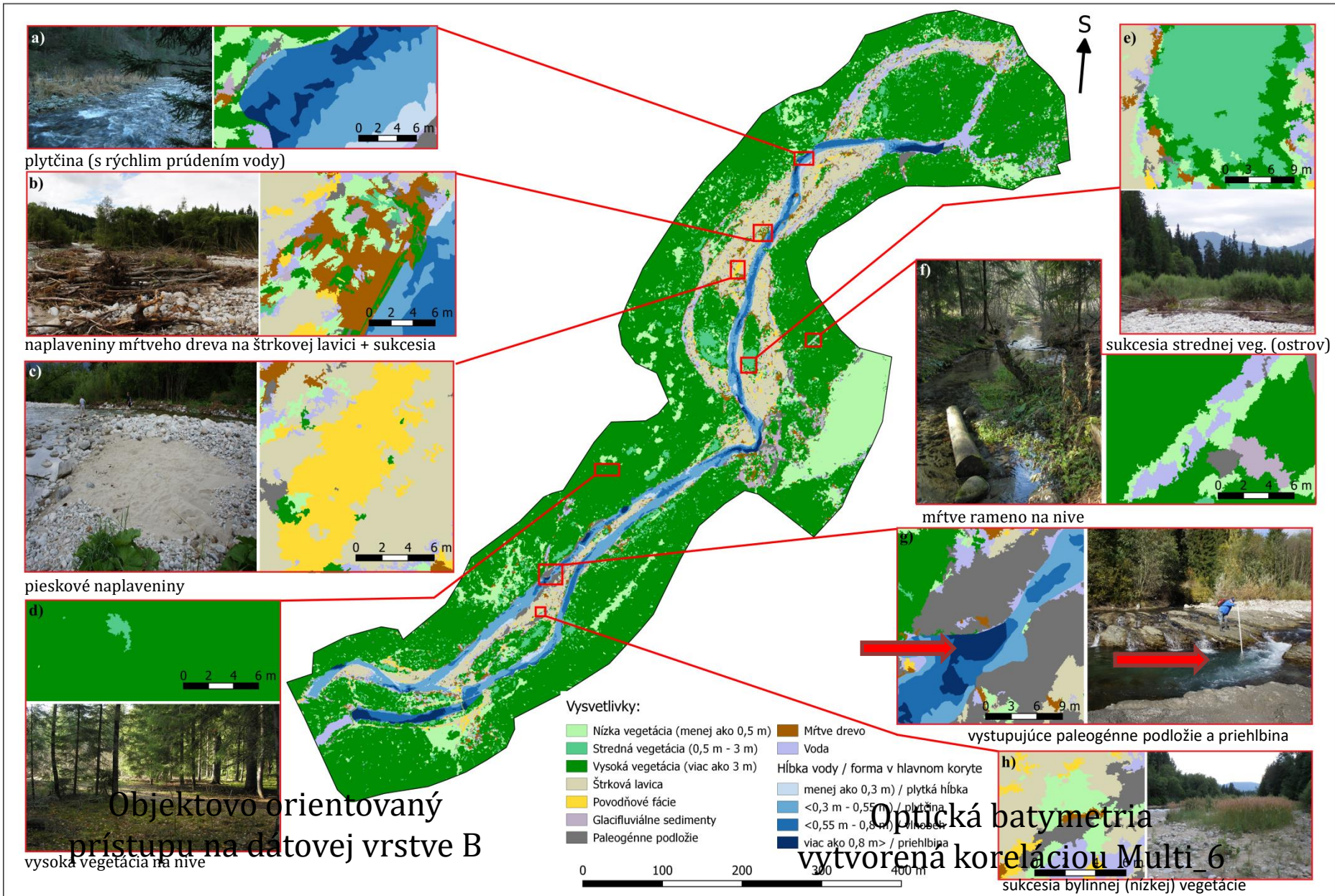
# Porovnanie prístupov batymetrie



Výsledné modely pre testovanie:				
Kód	Vzorec	r	r <sup>2</sup>	RMSE
multi6	depth = 2,189*G/R-0,809lnG/R-0,346*lnR-0,001*R	0,9034	0,8161	0,2419
multi5	depth = 2,001*G/R-1,297*lnG/R-0,178*lnR	0,7055	0,5100	0,2718
multi4	depth = 0,453*G/R+1,499*lnG/R	0,8917	0,7951	0,2575
multi3	depth = -2,125*lnR+2,915*lnG-0,701*lnB	0,8893	0,7909	0,2547
multi2	depth = -0,021*R+0,031*G-0,006*B	0,8570	0,7344	0,2835
multi1	depth = -0,001*R+3,783*G/R-0,313*lnR+2,05*lnR/G-1,805	0,7484	0,5601	0,2392
wil_G/R_00	depth = 1,903*G/R-1,456	0,5677	0,3223	0,2558
leg_lnG/R_00	depth = 1,971*lnG/R+0,454	0,5631	0,3170	0,2581
	Metóda Structure from Motion	-	-	0,3179



# Fúzia dát a identifikácia habitatov



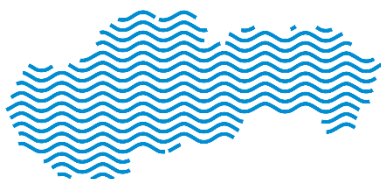
# AUTOMATICKÁ KLASIFIKÁCIA DÁT S VYSOKÝM ROZLIŠENÍM ZÍSKANÝCH POMOCOU UAV

Miloš Rusnák, Peter Mihálik, Ján Sládek

Ďakujem za pozornosť



GEOGRAFICKÝ ÚSTAV SAV  
INSTITUTE OF GEOGRAPHY SAS



Slovak Rivers LAB