



# VYHODNOCENÍ TOPOGRAFICKÝCH DAT PRO ÚČELY PRECIZNÍHO ZEMĚDĚLSTVÍ

GISÁČEK 2014 – VŠB TUO

JAN KOMÁREK

# Práce

- ▶ škola:

- ▶ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí
- ▶ Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování

- ▶ téma:

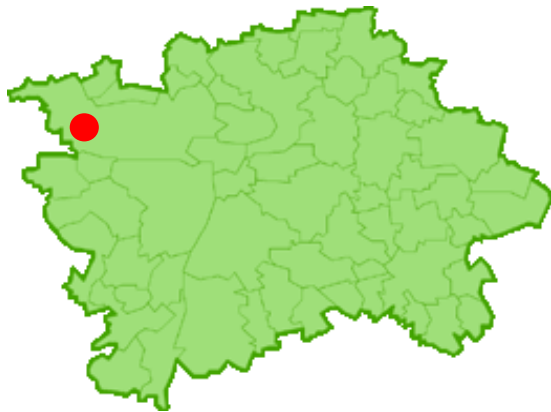
- ▶ Vyhodnocení topografických dat pro účely precizního zemědělství v podmínkách České republiky

- ▶ cíle práce:

- ▶ posouzení vhodnosti vstupních výškových dat (ALS, GPS, ZABAGED)
- ▶ stanovení vlivu topografie na výnosovost zemědělských plodin

# Lokalita

- ▶ Praha Ruzyně
- ▶ areál Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i.

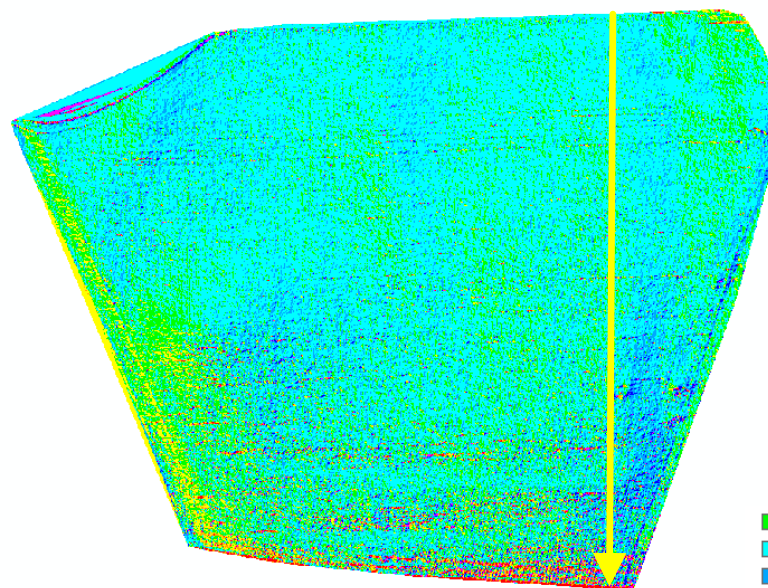


- ▶ WGS84: N50° 05.00' E14° 17.50,
- ▶ JTSK: Y(-752054), X(-1042180)



# Pozemek

- ▶ celková rozloha 11,5ha
- ▶ řepařská výrobní oblast
- ▶ průměrná nadmořská výška 345 r
- ▶ mírný svah, S-J orientace
- ▶ průměrná svažitost jsou 3,5°



- 
- ▶ 330m – 19m – 5,75%

# Data

## ▶ ALS

- ▶ 317303 bodů, hustota 2.74 na 1m<sup>2</sup>

## ▶ RTK GPS

- ▶ 1189 bodů, hustota 0.0068 na 1m<sup>2</sup>

## ▶ ZABAGED

- ▶ grid 10x10m
- ▶ 1201 bodů, hustota 0.0092 na 1m<sup>2</sup>

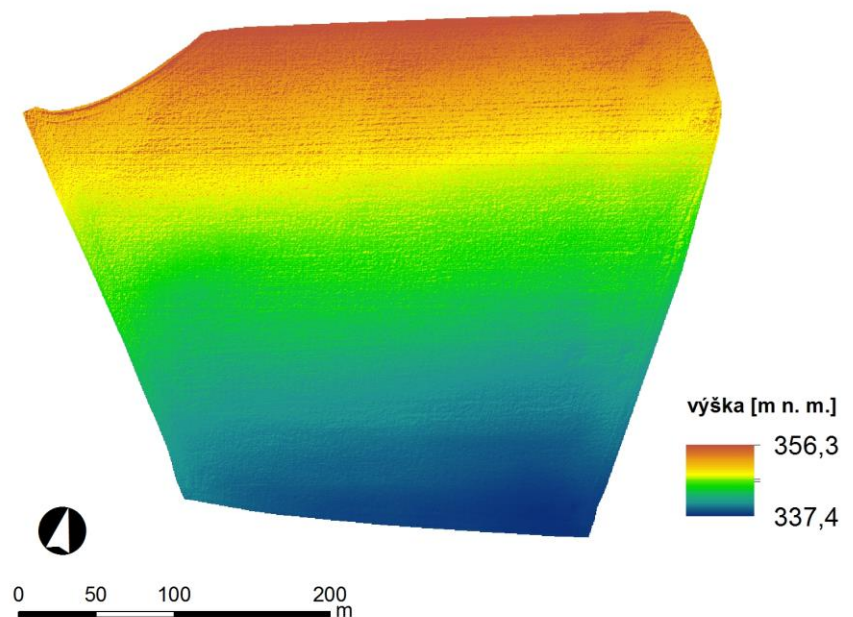
## ▶ **ESRI ArcGIS 10.1 + extenze**

## ▶ VÝNOS

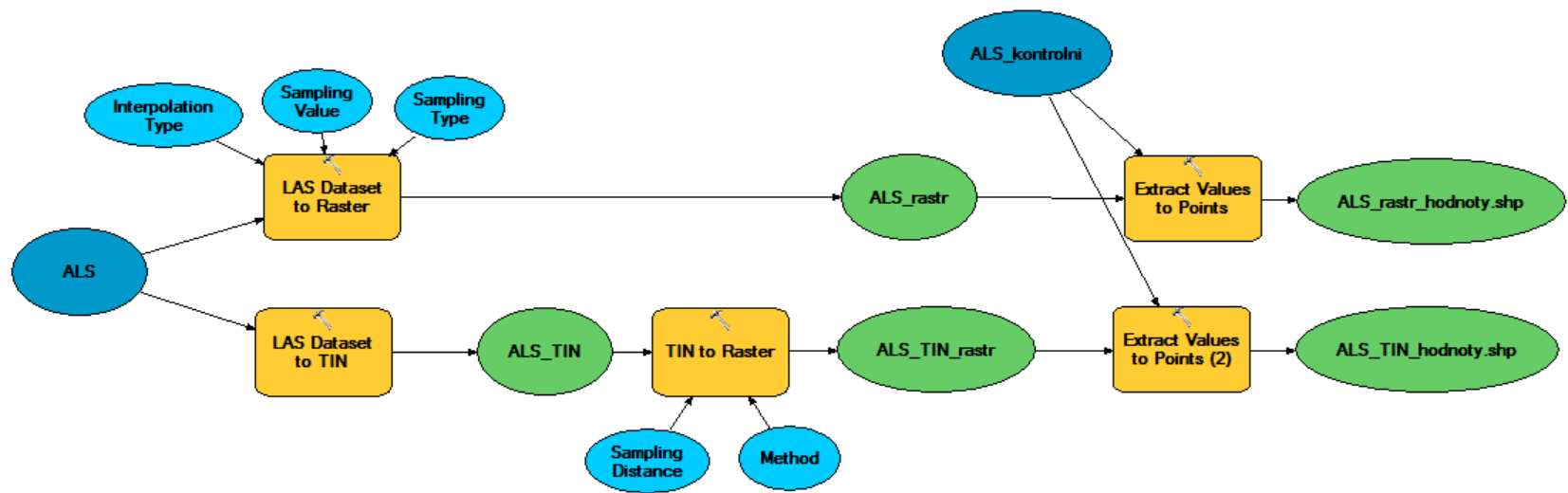
- ▶ 14% obsah vlhkosti, t/ha
- ▶ 2004 – 2012 (mimo 2009)
- ▶ 7549 – 10862 záznamů
- ▶ osevnický postup:
  - ▶ 2004 řepka ozimá,
  - ▶ 2005 pšenice ozimá,
  - ▶ 2006 oves,
  - ▶ 2007 ječmen ozimý,
  - ▶ 2008 řepka ozimá,
  - ▶ 2010 oves,
  - ▶ 2011 pšenice ozimá,
  - ▶ 2012 řepka ozimá.

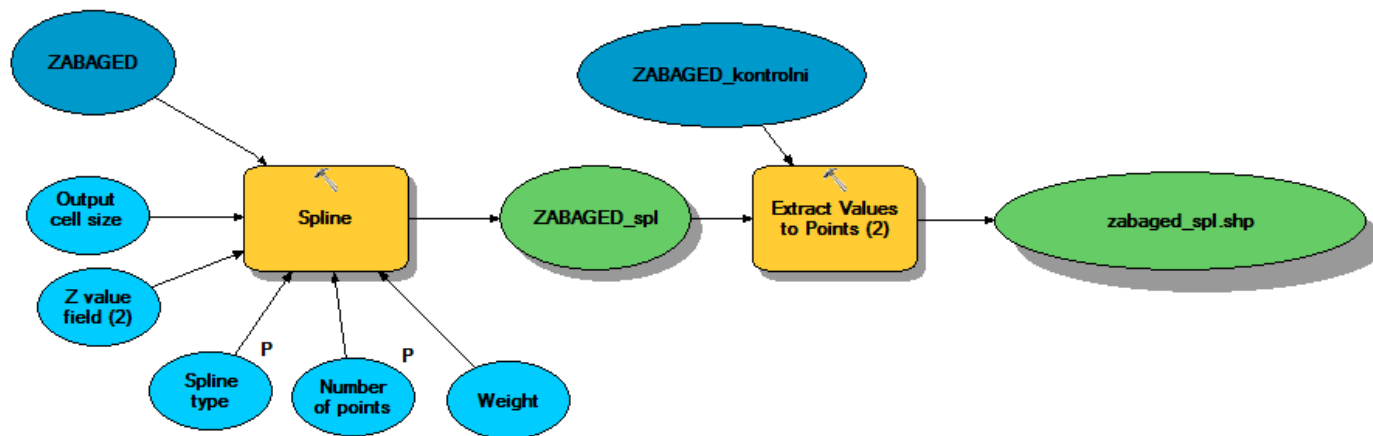
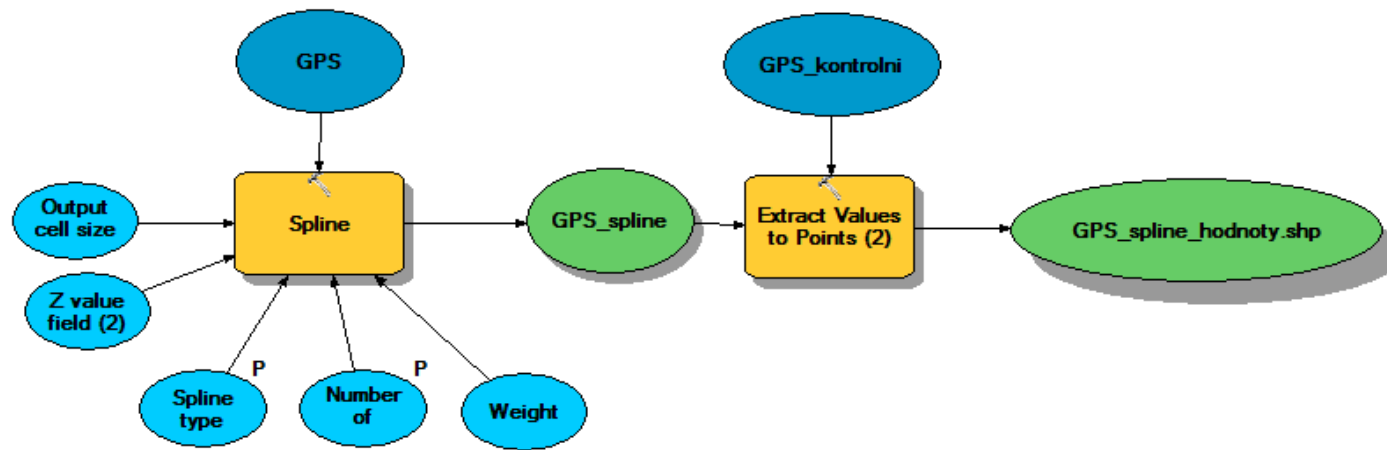
# DEMs

- ▶ ALS
  - ▶ LAS to Raster
  - ▶ LAS to TIN – TIN to Raster
- ▶ RTK GPS
  - ▶ IDW
  - ▶ SPLINE
- ▶ ZABAGED
  - ▶ IDW
  - ▶ SPLINE



# DEM ALS







# RMSE

- ▶ Root Mean Square Error
- ▶ vyjadřuje kvadratický průměr

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\Delta h_i)^2}$$

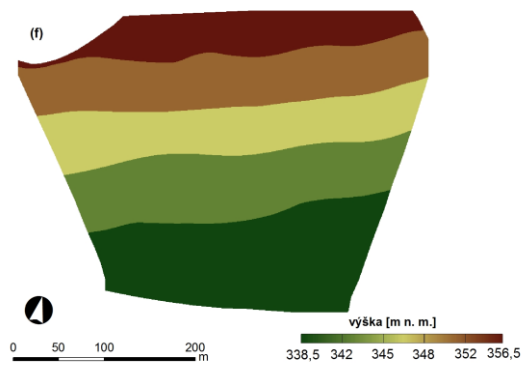
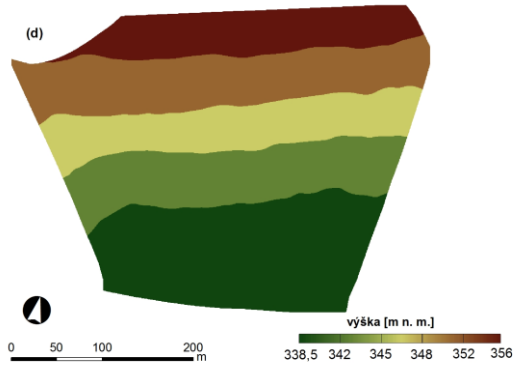
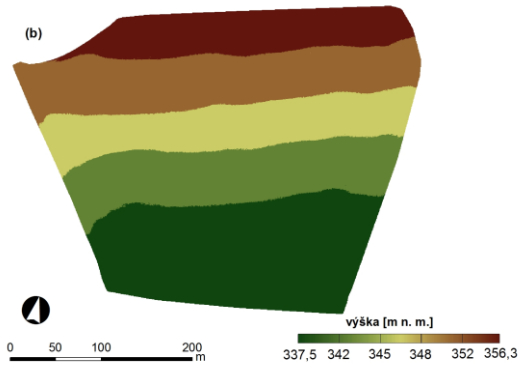
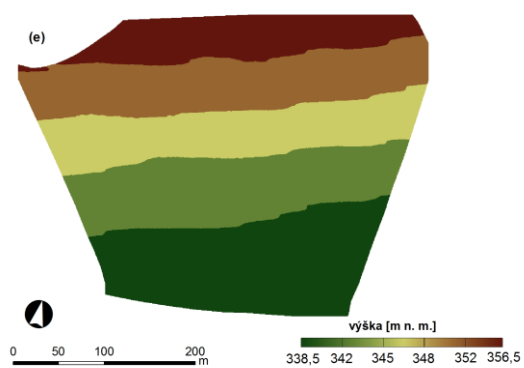
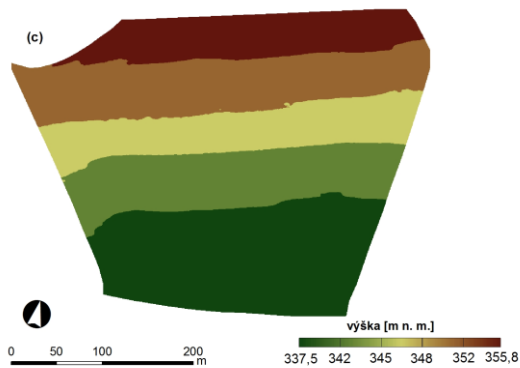
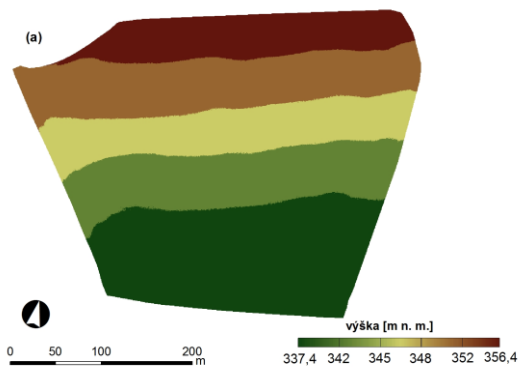
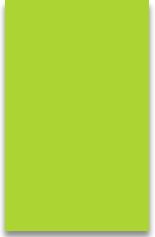
	$\Sigma$ bodů	DEM	RMSE
<b>ALS</b>	317303	316986	317
<b>RTK GPS</b>	1189	1070	119
<b>ZABAGED</b>	1201	1081	120

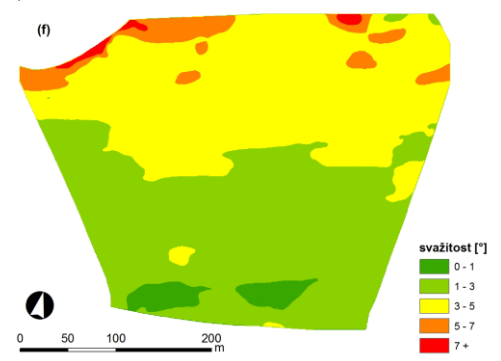
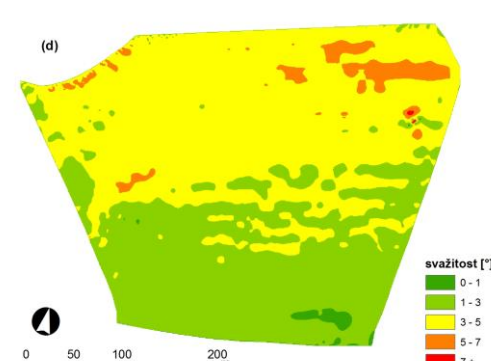
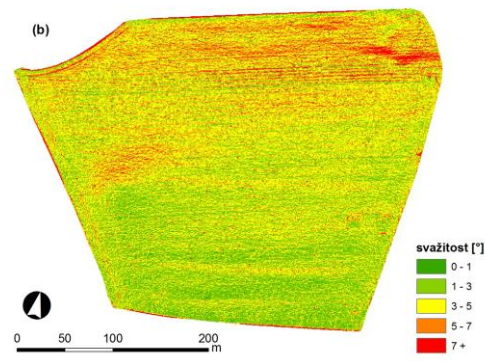
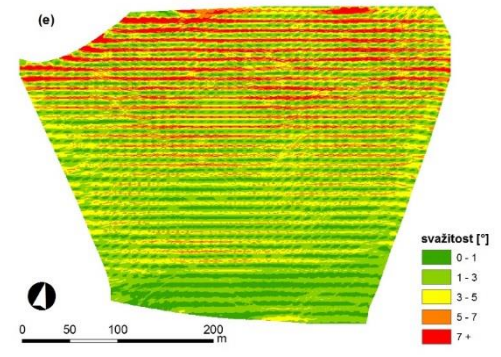
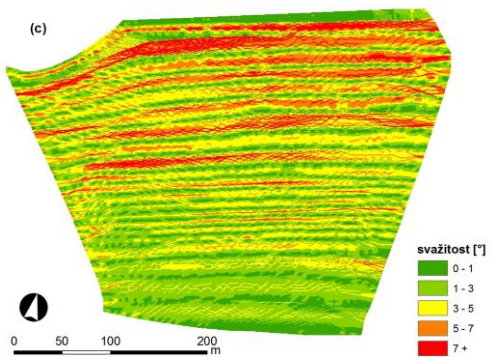
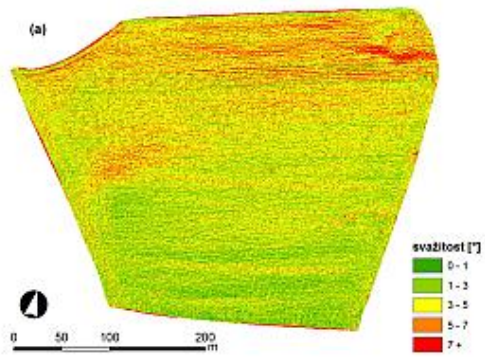
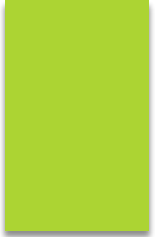
<b>RMSE 0,5</b>	<b>suma <math>\Delta h</math></b>	<b>bodů</b>	<b>RMSE</b>
GPS_IDW	8,07796	119	<b>0,741</b>
GPS_SPLINE_1	3,63820	119	<b>0,334</b>
GPS_SPLINE_2	3,97011	119	<b>0,364</b>
GPS_SPLINE_3	3,75441	119	<b>0,344</b>
ZABAGED_IDW	11,1716	120	<b>1,020</b>
ZABAGED_SPLINE_1	1,07095	120	<b>0,098</b>
ZABAGED_SPLINE_2	0,99386	120	<b>0,091</b>
ZABAGED_SPLINE_3	1,01044	120	<b>0,092</b>
ALS_TIN_RASTER	8,69238	317	<b>0,488</b>
ALS_RASTER	9,09573	317	<b>0,511</b>

# RMSE – porovnání rozlišení

RMSE 0,5	suma $\Delta h$	bodů	RMSE
GPS_IDW	8,077966	119	<b>0,741</b>
GPS_SPLINE_1	3,63820	119	<b>0,334</b>
GPS_SPLINE_2	3,97011	119	<b>0,364</b>
GPS_SPLINE_3	3,75441	119	<b>0,344</b>
ZABAGED_IDW	11,17163	120	<b>1,020</b>
ZABAGED_SPLINE_1	1,07095	120	<b>0,098</b>
ZABAGED_SPLINE_2	0,99386	120	<b>0,091</b>
ZABAGED_SPLINE_3	1,01044	120	<b>0,092</b>
ALS_TIN_RASTER	8,69238	317	<b>0,488</b>
ALS_RASTER	9,09573	317	<b>0,511</b>

RMSE 1,0	suma $\Delta h$	bodů	RMSE
GPS_IDW	8,09065	119	<b>0,742</b>
GPS_SPLINE_1	3,95318	119	<b>0,362</b>
GPS_SPLINE_2	4,27859	119	<b>0,392</b>
GPS_SPLINE_3	4,04652	119	<b>0,371</b>
ZABAGED_IDW	11,17163	120	<b>1,020</b>
ZABAGED_SPLINE_1	1,00900	120	<b>0,092</b>
ZABAGED_SPLINE_2	1,27051	120	<b>0,116</b>
ZABAGED_SPLINE_3	1,01905	120	<b>0,093</b>
ALS_TIN_RASTER	10,06912	317	<b>0,566</b>
ALS_RASTER	10,58310	317	<b>0,594</b>



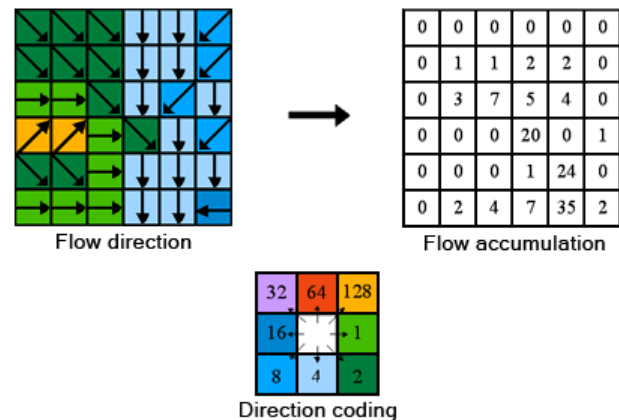


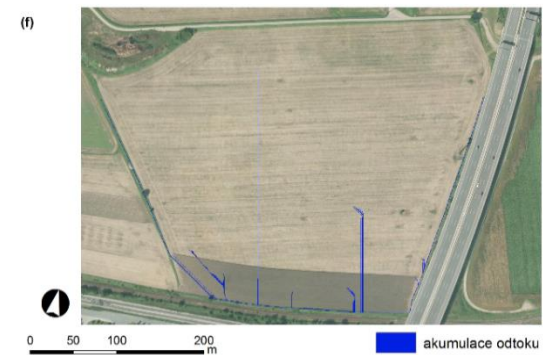
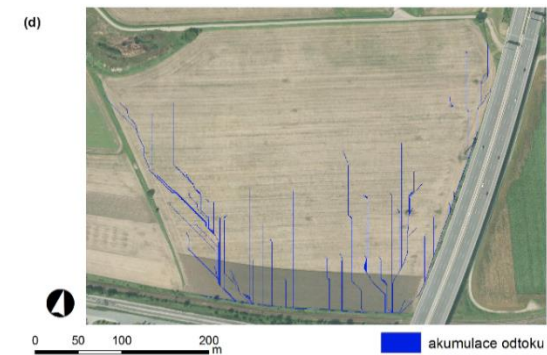
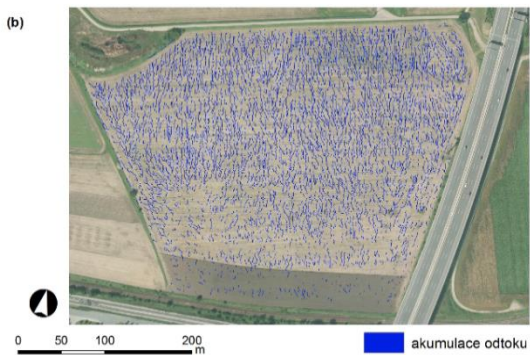
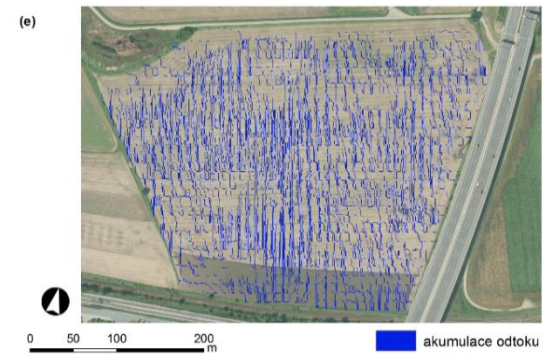
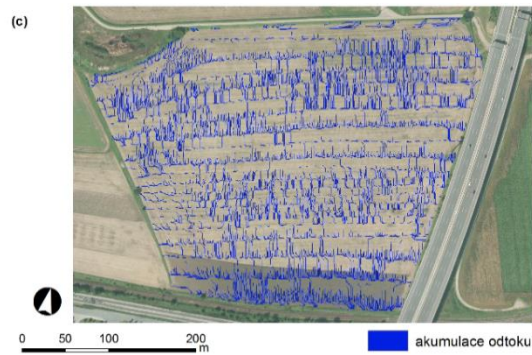
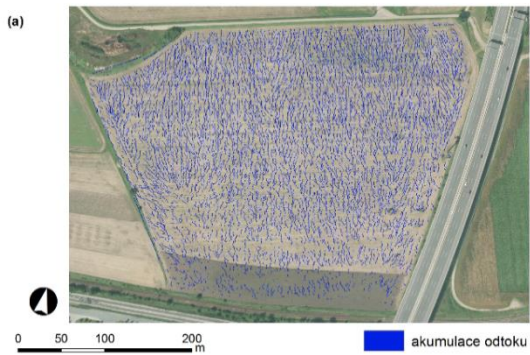
# FAMs

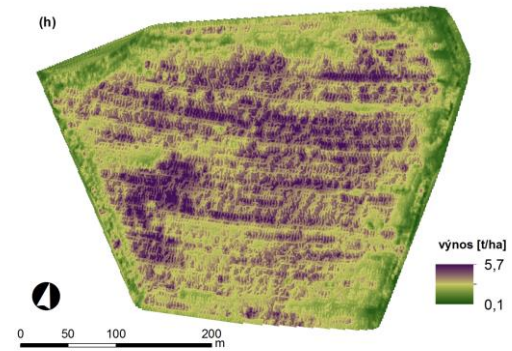
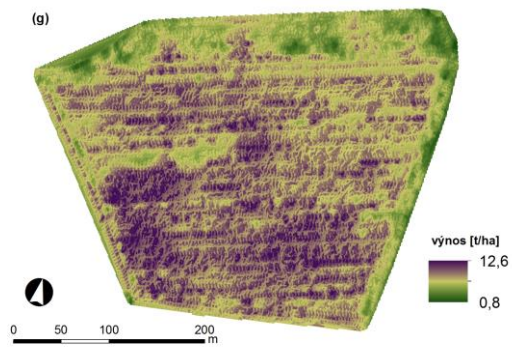
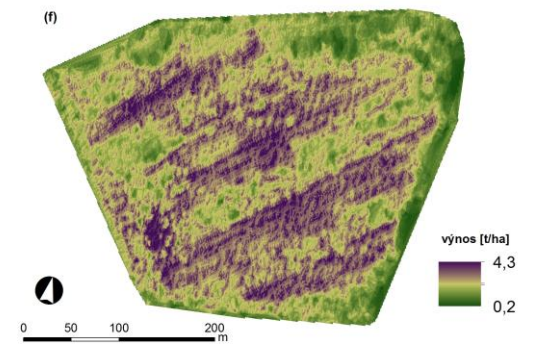
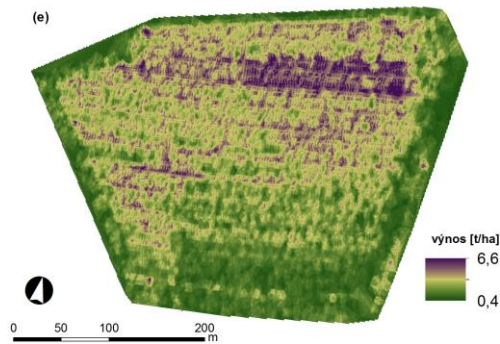
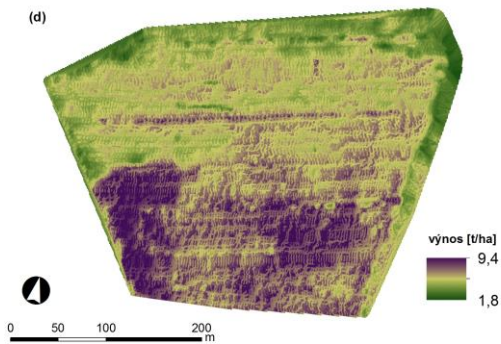
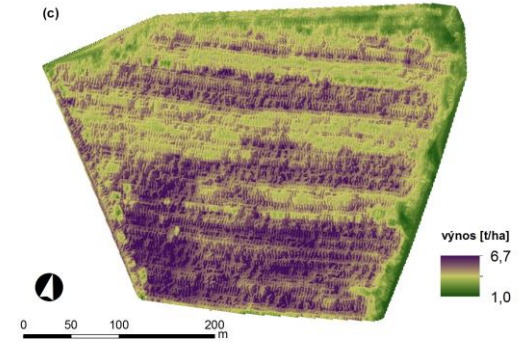
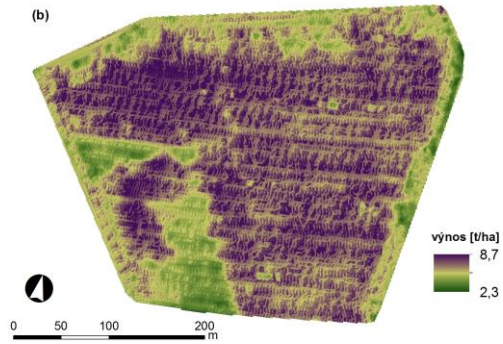
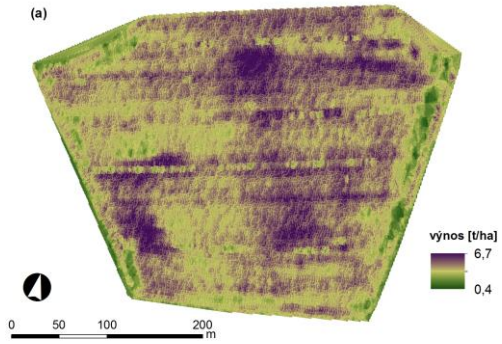
- ▶ funkce

- ▶ *Flow Direction*,
- ▶ *Flow Accumulation (D8)*,
- ▶ *Focal Statistics (15, 150 bodů)*

- ▶ 6 vstupních rastrů







# Nalezení souvislostí

- ▶ vícenásobná lineární regresní analýza
- ▶  $y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3$ 
  - ▶  $y$  ... závisle proměnná
  - ▶  $\beta$  ... regresní koeficienty
  - ▶  $x$  ... vysvětlující proměnné
- ▶ vysvětluje rozptyl v závisle proměnné – koeficient determinace  $R^2$
- ▶ STATISTICA 12



		2004	2005	2006	2007	2008	2010	2011	2012
<b>ALS_RASTR</b>	DEM	0,111	0,085	<b>-0,595</b>	<b>-0,734</b>	<b>0,630</b>	<b>-0,290</b>	<b>-0,515</b>	-0,046
	SM	-0,022	-0,043	0,021	0,029	-0,026	-0,028	0,010	0,003
	FA	0,053	<b>-0,156</b>	-0,054	-0,042	-0,013	-0,103	-0,053	-0,230
	R <sup>2</sup> [%]	1,21	3,10	33,85	51,31	38,16	9,92	25,78	5,32
<b>ALS_TIN</b>	DEM	-0,108	<b>-0,305</b>	<b>-0,632</b>	<b>-0,798</b>	<b>0,253</b>	<b>-0,623</b>	<b>-0,695</b>	<b>-0,622</b>
	SM	0,010	0,103	0,053	0,043	-0,061	-0,014	0,032	0,051
	FA	<b>0,262</b>	<b>0,432</b>	0,032	0,078	<b>0,518</b>	<b>0,430</b>	<b>0,228</b>	<b>0,738</b>
	R <sup>2</sup> [%]	3,79	9,16	33,70	51,46	49,38	16,31	27,34	22,29
<b>GPS_IDW</b>	DEM	0,050	-0,108	<b>-0,615</b>	<b>-0,753</b>	<b>0,357</b>	<b>-0,298</b>	<b>-0,585</b>	-0,195
	SM	-0,049	0,172	0,037	0,069	0,068	-0,069	0,014	0,034
	FA	-0,039	-0,121	-0,155	-0,086	-0,009	-0,024	0,070	-0,018
	R <sup>2</sup> [%]	0,49	3,84	34,05	50,66	15,37	10,78	36,00	3,25
<b>GPS_SPL</b>	DEM	0,095	0,065	<b>-0,528</b>	<b>-0,638</b>	0,355	0,051	<b>-0,623</b>	0,000
	SM	0,254	-0,032	-0,224	0,059	0,271	-0,109	0,093	0,215
	FA	0,307	0,040	-0,210	0,151	0,239	<b>0,355</b>	0,056	<b>0,430</b>
	R <sup>2</sup> [%]	4,65	0,12	33,05	50,58	19,04	16,16	34,73	9,27
<b>ZBG_IDW</b>	DEM	<b>0,262</b>	<b>0,317</b>	<b>-0,337</b>	<b>-0,649</b>	<b>0,633</b>	<b>-0,252</b>	<b>-0,407</b>	0,138
	SM	-0,007	-0,022	-0,171	-0,109	0,094	0,018	-0,022	0,029
	FA	-0,116	0,150	-0,143	-0,104	0,085	-0,071	-0,056	0,029
	R <sup>2</sup> [%]	9,54	9,17	20,28	49,30	46,07	5,47	16,84	2,34
<b>ZBG_SPL</b>	DEM	0,483	-0,285	-0,544	<b>-0,780</b>	<b>0,520</b>	<b>-0,717</b>	-0,516	-0,283
	SM	0,156	0,382	0,127	-0,109	0,085	<b>0,500</b>	0,008	0,281
	FA	0,370	-0,218	-0,036	-0,104	-0,076	-0,029	-0,105	-0,170
	R <sup>2</sup> [%]	10,67	10,37	15,88	49,28	44,72	9,88	17,17	3,59

# Výsledky

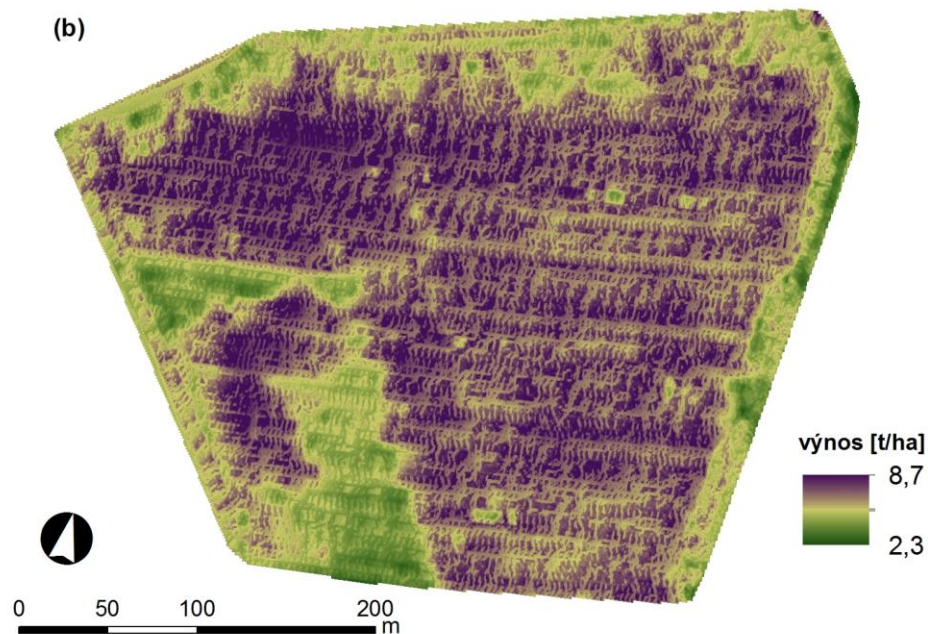
- ▶ různorodé hodnoty koeficientů determinace
- ▶ nevyrovnané koeficienty pro jednotlivé roky, dokonce i v rámci jednoho roku pro různá vstupní výšková data
- ▶ tzn., že nelze stanovit obecnou míru závislosti topografie na výnosovosti

	2004	2005	2006	2007	2008	2010	2011	2012
<b>teplota</b>	13,0	12,1	17,6	12,6	11,9	16,6	12,0	10,5
<b>srážky</b>	307,2	381,6	254,6	271,4	317,5	320,4	401,3	480,8
<b>DEM</b>	0,185	0,194	0,542	0,725	0,458	0,372	0,557	0,214
<b>SM</b>	0,083	0,126	0,105	0,070	0,101	0,123	0,030	0,102
<b>FA</b>	0,191	0,186	0,105	0,094	0,157	0,169	0,095	0,269
<b>R<sup>2</sup> [%]</b>	5,05	5,96	28,47	42,11	35,46	11,42	26,31	7,68

# Koeficienty determinace

- ▶ rok 2005
  - ▶ srážky 381,6 mm
  - ▶ teplota 12,1 °C

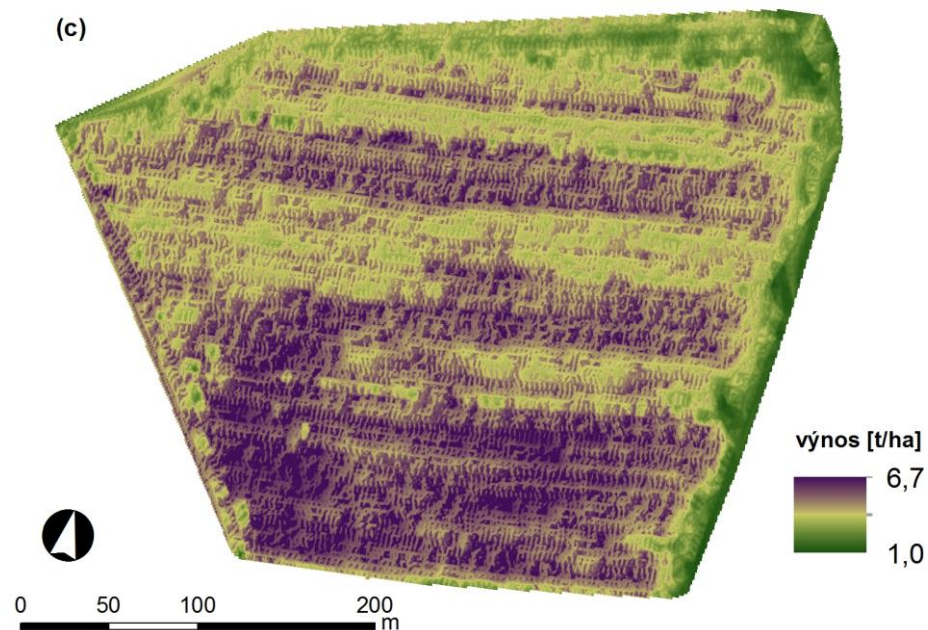
2005	R <sup>2</sup>	%
ALS_rastr	0,03103	<b>3,10</b>
ALS_TIN_rastr	0,09160	<b>9,16</b>
GPS_IDW	0,03837	<b>3,84</b>
GPS_SPL	0,00118	<b>0,12</b>
ZBG_IDW	0,09166	<b>9,17</b>
ZBG_SPL	0,10369	<b>10,37</b>



# Koeficienty determinace

- ▶ rok 2006
  - ▶ srážky 254,6 mm
  - ▶ teplota 17,6 °C

2006	R <sup>2</sup>	%
ALS_rastr	0,33845	<b>33,85</b>
ALS_TIN_rastr	0,33701	<b>33,70</b>
GPS_IDW	0,34052	<b>34,05</b>
GPS_SPL	0,33055	<b>33,05</b>
ZBG_IDW	0,20275	<b>20,28</b>
ZBG_SPL	0,15883	<b>15,88</b>



# Koeficienty determinace

- ▶ extrémní hodnoty
  - ▶ nejnegativnější rok VS nejpozitivnější rok

<b>2004</b>	<b>2007</b>
1,21	51,31
3,79	51,46
0,49	50,66
4,65	50,58
9,54	49,30
10,67	49,28

# Závěr

- ▶ lze použít všechny typy výškových dat
  - ▶ úprava dat před interpolacemi
  - ▶ počet a rovnoměrnost vstupních bodů
  - ▶ ověření kvality DEMs
- 
- ▶ vliv meteorologických a půdních poměrů na výnos
  - ▶ vyšší výnos v nižších výškách v sušších letech (voda)
  - ▶ vyšší korelace v sušších a teplejších letech
  - ▶ vyrovnanější korelace v sušších a teplejších letech



# DĚKUJI ZA POZORNOST

GISÁČEK 2014 – VŠB TUO

JAN KOMÁREK, KAGÚP, FŽP, ČZU