Lesnická a dřevařská fakulta

22. 10. 2015, ČVUT v Praze
Připravil: Ing. Zdeněk Patočka

Letecké laserové skenování a jeho využití v inventarizaci lesa

Mendelova univerzita v Brně

Ing. Zdeněk Patočka

Ústav hospodářské úpravy lesů a aplikované geoinformatiky, LDF Mendelu v Brně

Metody inventarizace lesa z dat LLS

ITD – Individual tree detection method

- Základním principem této metody je detekce jednotlivých stromů a zjišťování stromových charakteristik jako je výška, výčetní tloušťka a objem kmene na základě regresních vztahů.
- Nutná vyšší hustota bodů LLS – minimálně 5 bodů na m2, což zvyšuje nároky na zpracování dat.
- Ze současných poznatků je využitelná pouze pro mýtní porosty s homogenní strukturou a spíše pro jehličnaté dřeviny s jednoznačně identifikovatelnými vrcholky stromů.

ABA – Area Based Approach

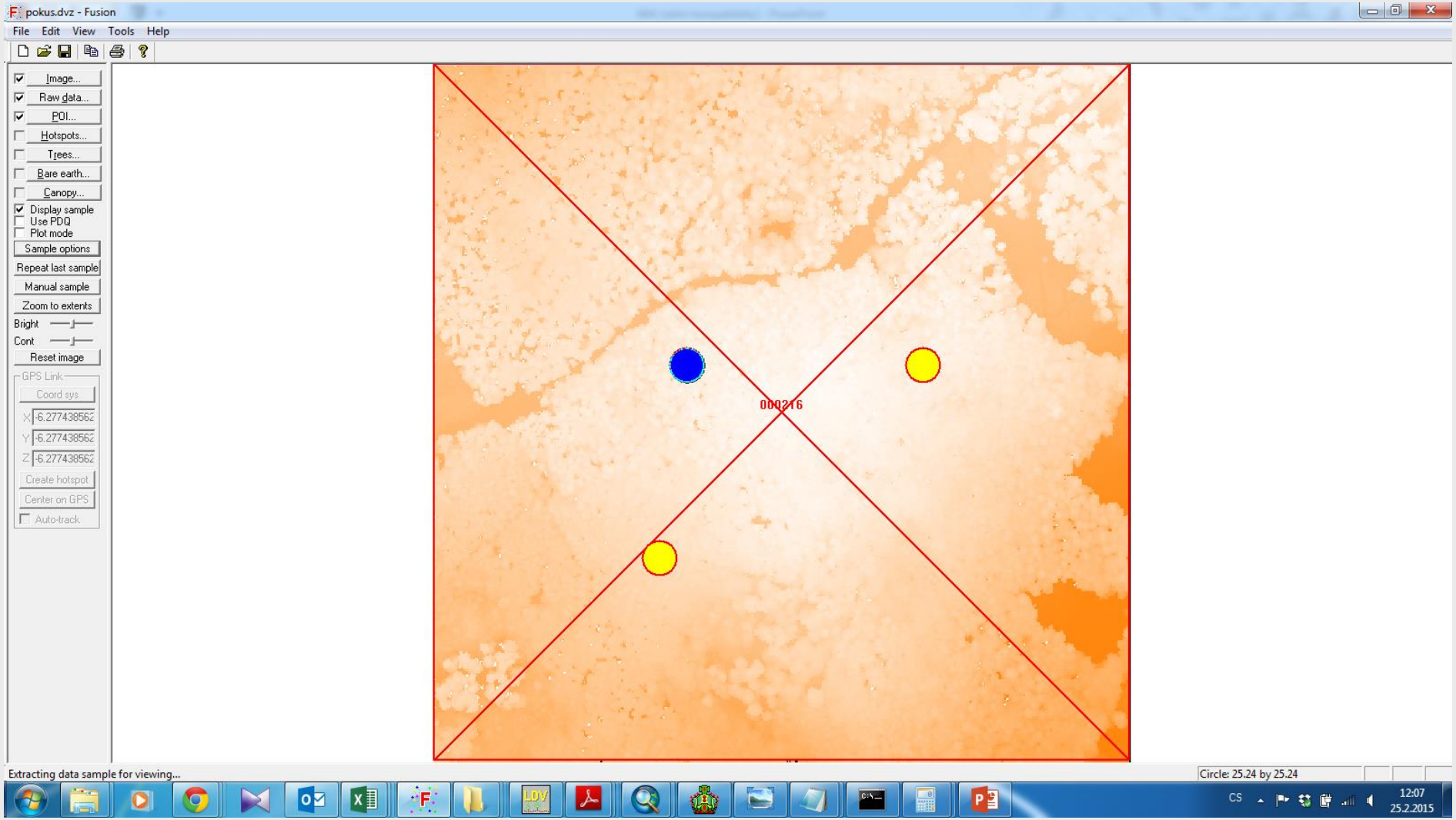
- Založena na analýze distribuce bodů LLS v různých výškách v rámci celého lesního porostu a intenzitě odrazu, provádí se statistické zpracování dat. Výhodou je nižší požadovaná hustota bodů LLS (i kolem 1 bodu na m2), nižší nároky na zpracovatelský hardware a software a možnost plošného zpracování pro velké lesní celky (využívána právě v severských zemích).

Kombinace obou metod

Terénní měření

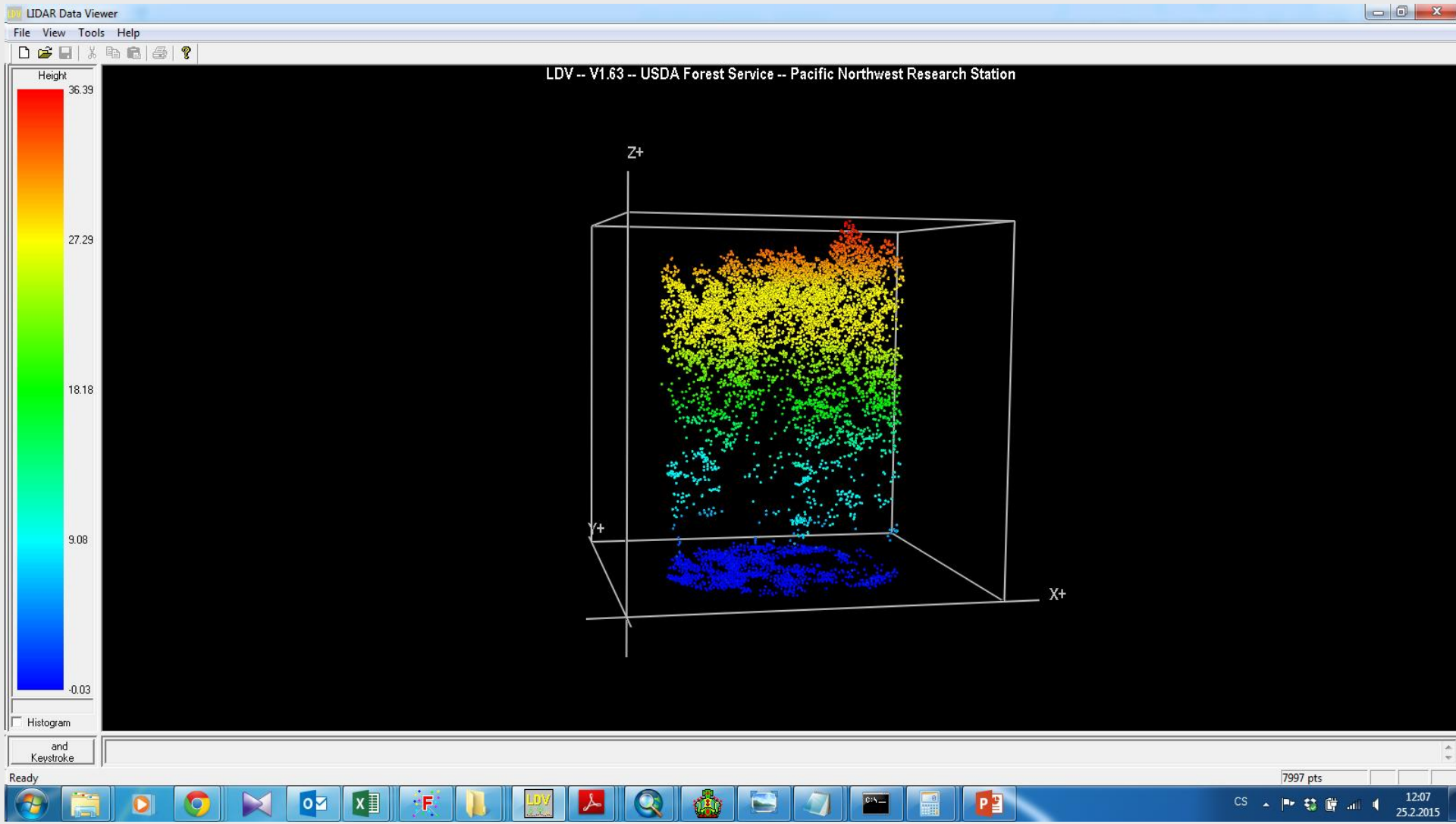
- ŠLP Křtiny, polesí Habrůvka
- 43 zkusných ploch o poloměru 12,62 m
- Střed plochy zaměřen GNSS aparaturou Topcon Hiper Pro, RTK korekce, 20 minut
- Měřeny všechny výčetní tloušťky a výšky
- Výčetní kruhová základna
- Zásoba dřevní hmoty spočítána podle objemových rovnic

Fusion



- USDA Forest Service, University of Washington

LIDAR Data Viewer



Zpracování dat

- Vyříznutí zkusných ploch z normalizovaného mračna
  - Příkaz clipdata
- Vypočítání charakteristik mračna bodů na jednotlivých zkusných plochách
  - Příkaz cloudmetrics

```
C:\Users\Zdenek>Fusion\cloudmetrics /id /new /above:2 /minht:2 G:\ABA_LAS_DZ\plo
tmetrics.txt G:\ABA_LAS_DZ\outmetrics.csv
```

- 87 charakteristik bodového mračna založených na atributech výška bodu a intenzita odrazu

Zpracování dat

- Total number of returns
- Count of returns by return number
- Minimum
- Maximum
- Mean
- Median (output as 50th percentile)
- Mode
- Standard deviation
- Variance
- Coefficient of variation
- Interquartile distance
- Skewness
- Kurtosis
- AAD (Average Absolute Deviation)
- MADMedian (Median of the absolute deviations from the overall median)
- MADMode (Median of the absolute deviations from the overall mode)
- L-moments (L1, L2, L3, L4)
- L-moment skewness
- L-moment kurtosis
- Percentile values (1st, 5th, 10th , 20th, 25th, 30th, 40th, 50th, 60th, 70th, 75th, 80th, 90th, 95th, 99th percentiles)
- Canopy relief ratio ((mean - min) / (max – min))
- Generalized means for the 2nd and 3rd power (Elev quadratic mean and Elev cubic mean)
- Percentage of first returns above a specified height (canopy cover estimate)
- Percentage of first returns above the mean height/elevation
- Percentage of first returns above the mode height/elevation
- Percentage of all returns above a specified height
- Percentage of all returns above the mean height/elevation
- Percentage of all returns above the mode height/elevation
- Number of returns above a specified height / total first returns * 100
- Number of returns above the mean height / total first returns * 100
- Number of returns above the mode height / total first returns * 100

- Výpočet korelací mezi taxační veličinou (zásoba, výčetní kruhová základna) a jednotlivými charakteristikami mračna bodů
- Tvorba lineárního regresního modelu
  - QC Expert
  - testování regresního tripletu

- Zásoba porostu

$$y = -45{,}13317342 + 1{,}841567494x + 0{,}419936447z$$

x…Elev P30

z…All returns above mean/Total first returns*100

z…First returns above mean

Koeficient determinace $R^2 = 0{,}82$

Regresní triplet – model je korektní

- Výčetní kruhová základna

$$y = -1{,}60071 + 0{,}036195x + 0{,}067997z$$

x…Percentage first returns above mean

z…Elev P20

Koeficient determinace R^2= 0,72

Regresní triplet – model je korektní

- Vypočítání charakteristik bodového mračna pro celá území
  - Příkaz gridmetrics

```
C:\Users\Zdenek>Fusion\gridmetrics /minht:2 /noground 2 25 G:\ABA_LAS_DZ\basal25
\v\metrics.csv G:\ABA_LAS_DZ\66_67_90_91.las
```

  - Velikost pixelu – 22,36 m
  - Př. Finsko – poloměr zkusné plochy 9 m, pixel – 16 m, Ontario – poloměr zkusné plochy 11,28 m, pixel 20 m, Britská Kolumbie – poloměr zkusné plochy 11,28 m, pixel 20 m

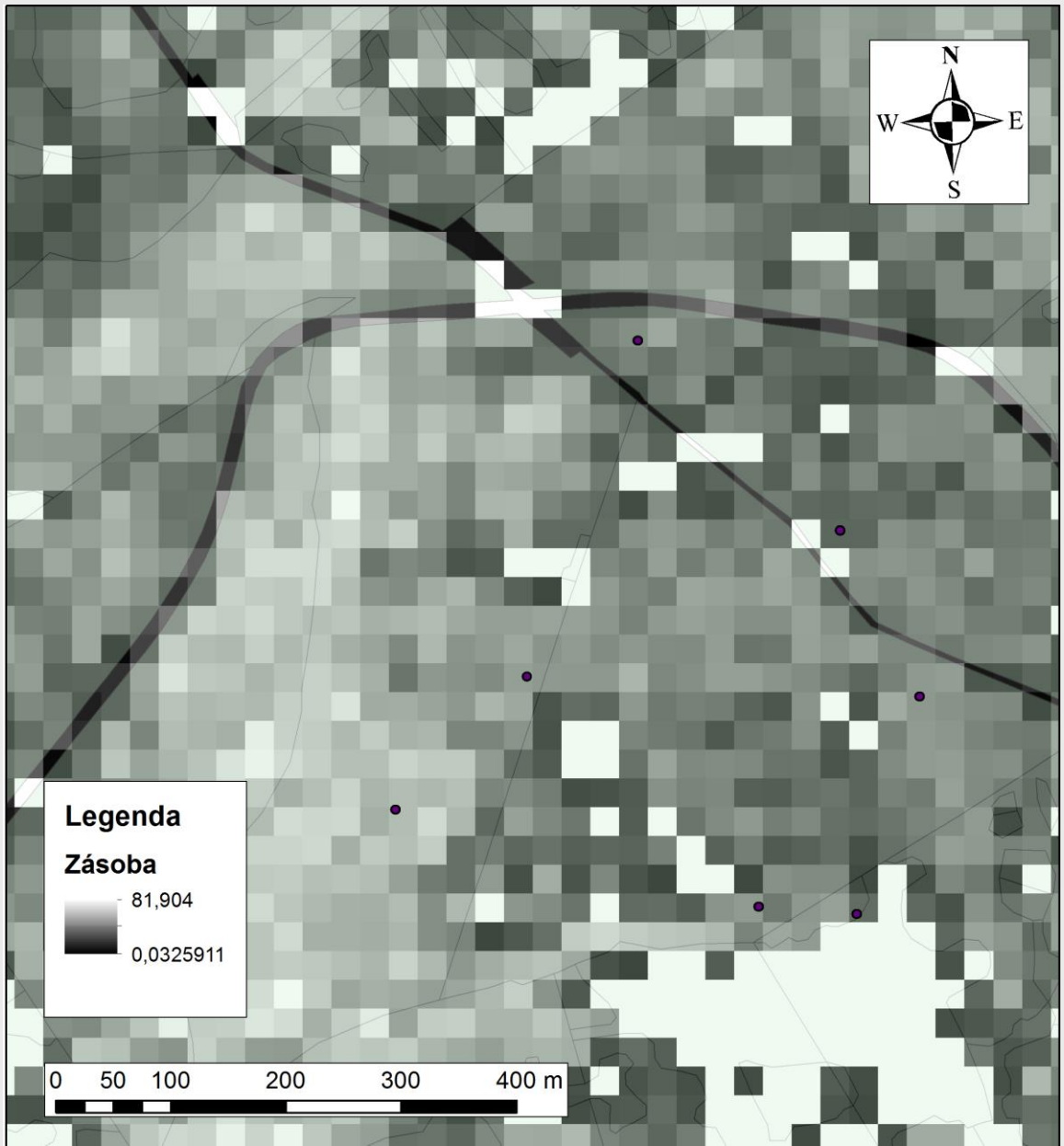
Tvorba map taxačních charakteristik

- Převedení požadovaných charakteristik mračna do rastru ve formátu ASCII
  - Příkaz csv2grid

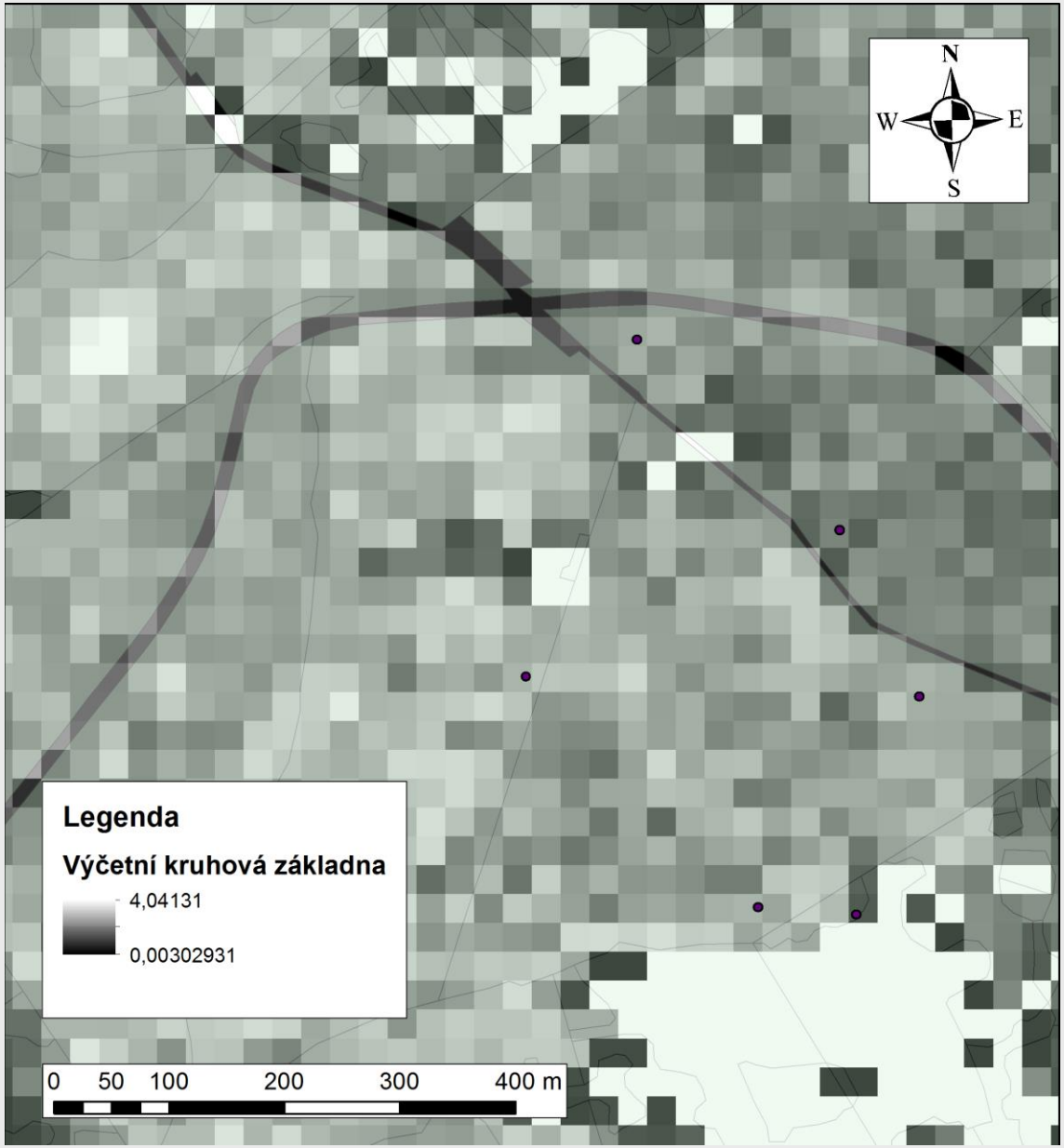
```
\Fusion\csv2grid G:\ABA_LAS_DZ\pocet_stromu23\v\metrics_all_returns_elevation_stats.csv 20 G:\ABA_LAS_DZ\pocet_stromu23\v\cover_grid20.asc
\Fusion\csv2grid G:\ABA_LAS_DZ\pocet_stromu23\v\metrics_all_returns_elevation_stats.csv 27 G:\ABA_LAS_DZ\pocet_stromu23\v\cover_grid27.asc
\Fusion\csv2grid G:\ABA_LAS_DZ\pocet_stromu23\v\metrics_all_returns_intensity_stats.csv 16 G:\ABA_LAS_DZ\pocet_stromu23\v\cover_grid16.asc
```

- Výpočet map taxačních veličin zadáním regresních rovnic do Raster Calculatoru v ArcGIS

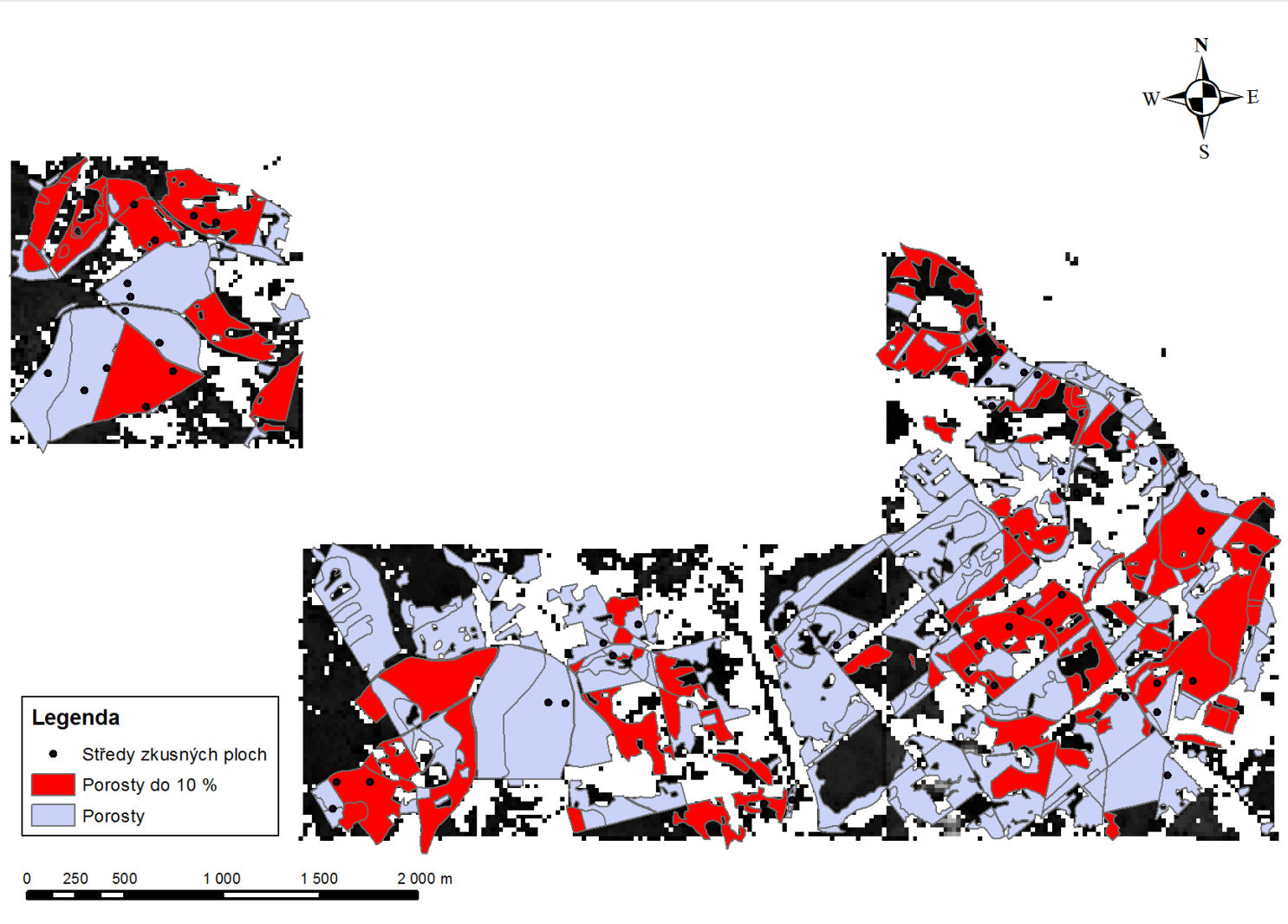
Mapa zásob



Mapa výčetních kruhových základen



Porovnání s LHP



- Zonální statistika – součet všech pixelů v porostu
- Přesnost LHP?

Budoucnost

- Využít neparametrické a jiné pokročilé statistiky pro výpočet taxačních veličin – k-NN, k-MSN, Bayesovská statistika, data-mining Random Forests, neuronové vícevrstvé perceptronové sítě
- Skript v jazyce Python – automatizace zpracování, GUI

Děkuji za pozornost

Zdeněk Patočka
Ústav hospodářské úpravy lesa a aplikované geoinformatiky
Lesnická a dřevařská fakulta
Mendelova univerzita v Brně
xpatock2@mendelu.cz