

# PEDOMETRIC METHODS IN PRECISION AGRICULTURE

## Pedometrické metody v precizním zemědělství

Luboš BORŮVKA  
KPG AF ČZU

### Souhrn, klíčová slova

*Pedometrika jako soubor metod po analýzu a hodnocení variability půdních vlastností představuje důležitý nástroj pro precizní zemědělství založené na místně specifickém hospodaření. Příspěvek přibližuje na příkladu zemědělského pozemku v Klučově některé použitelné metody, mimo jiné analýzu prostorových závislostí, vícerozměrné statistické a geostatistické metody, kriging a spojitou prostorovou klasifikaci s využitím tzv. fuzzy metod.*

*Pedometrika, precizní zemědělství, variogram, kriging, fuzzy metody.*

### Summary, keywords

*Pedometrics as a set of methods for analysis and evaluation of soil variability represents an important tool in precision agriculture based on site-specific management. This contribution shows some methods applied on an agricultural field in Klučov. Analysis of spatial dependence, multivariate statistical and geostatistical methods, kriging, and numerical classification using fuzzy methods are presented.*

*Pedometrics, precision agriculture, variogram, kriging, fuzzy methods.*

### Úvod

Pedometrika představuje soubor kvantitativních matematických a statistických metod aplikovaných na pedologické údaje (McBratney et al., 2000). Zabývá se nejistotou v půdních modelech, která je způsobena deterministickou či stochastickou proměnlivostí, neurčitostí a našim nedostatkem znalostí půdních vlastností a procesů (Webster, 1994). Dle používaných metod lze pedometriku charakterizovat jako velice otevřenou, její metody jsou neustále rozvíjeny, doplňovány a kombinovány. Pro precizní zemědělství, jehož podstatou je místně specifické hospodaření na základě analýzy prostorového rozložení půdních charakteristik, výnosů a dalších faktorů, je pedometrika nepostradatelným nástrojem. Cílem tohoto příspěvku je přiblížit použití některých pedometrických metod na příkladu zemědělského pozemku v Klučově.

### Metody

Na 54 ha zemědělském pozemku v Klučově bylo odebráno 94 půdních vzorků v pravidelné síti 80 x 80 m. Půda byla klasifikována jako hnědozem modální. Ve vzorcích byly stanoveny mj. tyto charakteristiky (Borůvka et al., 2002a,b): zrnitost, pH, obsah organického uhlíku ( $C_{org}$ ), vlhkost ( $\theta$ ), celková (P) a kapilární pórovitost ( $P_k$ ). Výsledky byly zpracovány metodami klasické statistiky a geostatistiky pomocí programů Statgraphics Plus for Windows v. 4.1 a GS<sup>+</sup>. Pro spojitou prostorovou klasifikaci byl použit program FuzMe.

### Výsledky - diskuse

Prvním krokem zpracování souboru dat musí být stanovení základních statistických parametrů a posouzení normality statistického rozdělení, následované v případě potřeby příslušnou transformací hodnot. Na sledovaném pozemku byly soubory půdních charakteristik poměrně homogenní (Tab. 1).

Dalším krokem je zhodnocení vztahů a závislostí mezi půdními charakteristikami. V případě sledovaného pozemku byly vztahy mezi půdními vlastnostmi poměrně slabé. Náznornější posouzení vzájemných vztahů uvnitř většího souboru charakteristik umožňuje faktorová analýza.

Základní popis prostorového rozložení poskytuje variogram a jeho parametry: tvar, zbytkový rozptyl (nugget), práh a zvláště rozsah, tedy vzdálenost, po kterou existuje prostorová závislost (Tab. 1). Prostorové rozložení může být znázorněno

krigingovými mapami jednotlivých charakteristik. Geostatistika umožňuje hodnotit prostorovou závislost mezi charakteristikami. V našem případě se ukázalo, že mezi půdními vlastnostmi existují prostorové vztahy, které nebyly zjištěny klasickou korelační analýzou.

Významnou součástí pedometrie jsou metody spojitě prostorové klasifikaci, tzv. fuzzy metody (McBratney et al., 2000). Ty umožňují na základě různých vstupních údajů (jednotlivých půdních charakteristik, faktorových skóre, různých semikvantitativních ukazatelů aj.) rozdělit zkoumané území do předem zvoleného počtu tříd. V precizním zemědělství tak mohou být vyčleněny dílčí plochy s odlišnými vlastnostmi, které vyžadují různé hospodaření. V případě zkoumaného pozemku byly vytvořeny čtyři třídy. Byly vykresleny mapy příslušnosti jednotlivých částí pozemku k těmto třídám. Z podobných map mohou být odvozovány aplikační mapy.

Předvedené pedometrické metody představují pouze malou část nabízených možností. Přesto naznačují použitelnost těchto metod pro racionální a setrvalé hospodaření se zohledněním přirozené variability půdních vlastností i dalších charakteristik.

Tab. 1. Průměr a rozptyl vybraných půdních vlastností pozemku Klučov a parametry variogramu (sférický model s nuggetem)

Charakteristika	Průměr	Rozptyl	Nugget	Práh	Rozsah (m)
Jíl (%)	26,30	3,380	1,680	3,361	206
pH	7,13	0,193	0,103	0,206	349
$C_{org}$ (%)	1,16	0,015	0,010	0,015	300
P (%)	46,51	11,623	4,770	11,03	464
$P_k$ (%)	21,47	20,80	1,820	23,49	461
$\theta$ (%)	20,41	28,579	4,520	32,29	458

### Použitá literatura

- Borůvka, L., Valla, M., Donátová, H., Němeček, K.: Rostl. Výr. 48 (8): 329-334, 2002a .  
Borůvka, L., Donátová, H., Němeček, K., 2001: Rostl. Výr. 48 (10): (in press) 2002b.  
McBratney, A.B., Odeh, I.O.A., Bishop, T.F.A., Dunbar, M.S., Shatar, T.M.: Geoderma 97: 293-327, 2000.  
Webster, R.: Geoderma 62: 1-15, 1994.

*Řešeno v rámci výzkumného záměru MŠMT 412100005 a grantu GA ČR č. 526/02/1516.*