



Metody hodnocení vodní eroze pomocí GIS

Ing. Jiří Brychta

UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM

Fakulta životního prostředí



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního
prostředí

www.gisservices.eu

Hlavní cíle



Analýza vstupních dat

dostupnost

způsob použití v GIS

Arc Toolbox Vodní eroze

modely jednotlivých metod a nástroje pro
usnadnění vyhodnocování erozních analýz

software Model Builder

**Model pro návrh organizačních
a agrotechnických PEO**

ekooptimalizaci území

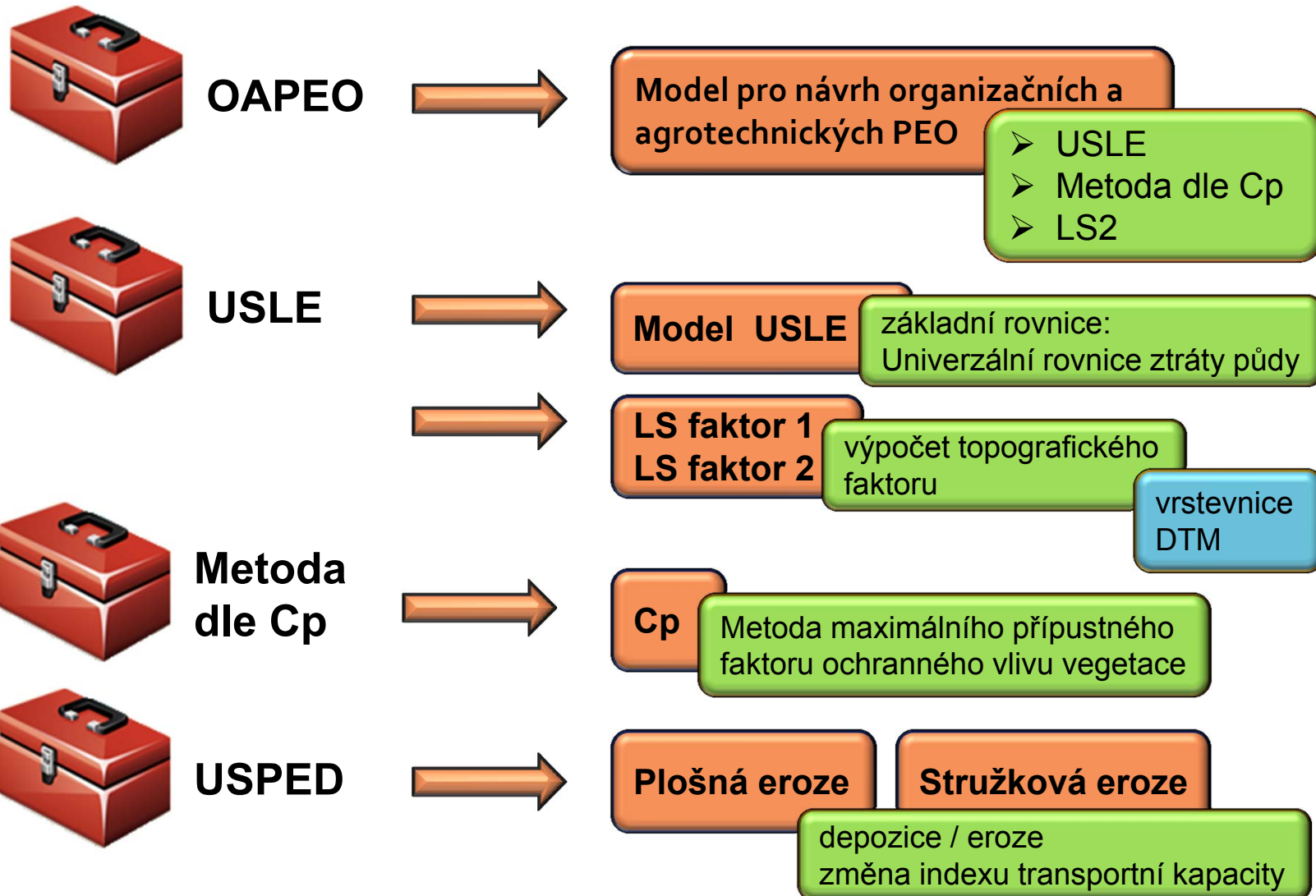
GIS katastrů, obcí a regionů v ČR a SR

Vodní eroze „v kostce“

- Destrukční činnost deště a povrchový odtok
 - transport půdních částic
 - následné usazování
- Intenzita vodní eroze závisí na:
 - Charakteru srážek
 - Charakteru povrchového odtoku
 - Půdních poměrech
 - Morfologii území
 - Vegetačních poměrech
 - Způsobu hospodaření
- Kvantifikace vodní eroze – dlouhodobý průměrný smyv půdy [$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]



Arc Toolbox Vodní eroze



Přehled použitých metod a rovnic pro aplikace

Metoda	Rovnice
USLE	$G = (R \times K \times L \times S \times C \times P) - G_p$
Metoda dle C_p	$C_p = G_p / (R \times K \times L \times S \times P)$
LS faktor	$LS = I_d^{0,5} / (0,00138 + 0,0097s + 0,00138s^2)$
USPED	$ED = d(TP \cdot \cos(a))/dx + d(TP \cdot \sin(a))/dy$
Index transportní kapacity	$TP = K_c A^m (\sin b)^n$
LS faktor	$LS = A(\sin b)$

Vysvětlivky:

G – průměrná dlouhodobá ztráta půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]

R – faktor erozní účinnosti přívalového deště

K – faktor erodovatelnosti půdy

LS – topografický faktor, neboli faktor délky (L) a sklonu svahu (S)

C – faktor ochranného vlivu vegetace

P – faktor účinnosti protierozních opatření

G_p – maximální přípustná ztráta půdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]

C_p – maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace

A – hustota povrchového odtoku

b – sklon svahu [$^\circ$]

TP – index transportní kapacity

K_c – kombinace faktoru K a C

b – sklon svahu [$^\circ$]

m, n – empirické koeficienty lišící se podle typu uvažované eroze

ED – poměr odnos/usazení (erosion/deposition)

a – orientace svahu [$^\circ$]

Přehled použitých nástrojů

Extension	Toolbox	Tool
Spatial Analyst	Extraction	Extract by Mask
		Extract by Attributes
	Interpolation	Topo to Raster
	Hydrology	Basin
		Flow Accumulation
		Flow Direction
	Map Algebra	Raster Calculator
	Reclass	Reclassify
		Reclassify by Table
	Surface	Slope
		Hillshade
3D Analyst	Raster Interpolation	Topo to Raster
	Raster Reclass	Reclassify
	Raster Surface	Slope
Analysis	Extract	Clip
	Overlay	Union
		Intersect
	Proximity	Buffer
Data Management	Generalization	Dissolve
Conversion	To Raster	Feature to Raster
	From Raster	Raster to Polygon

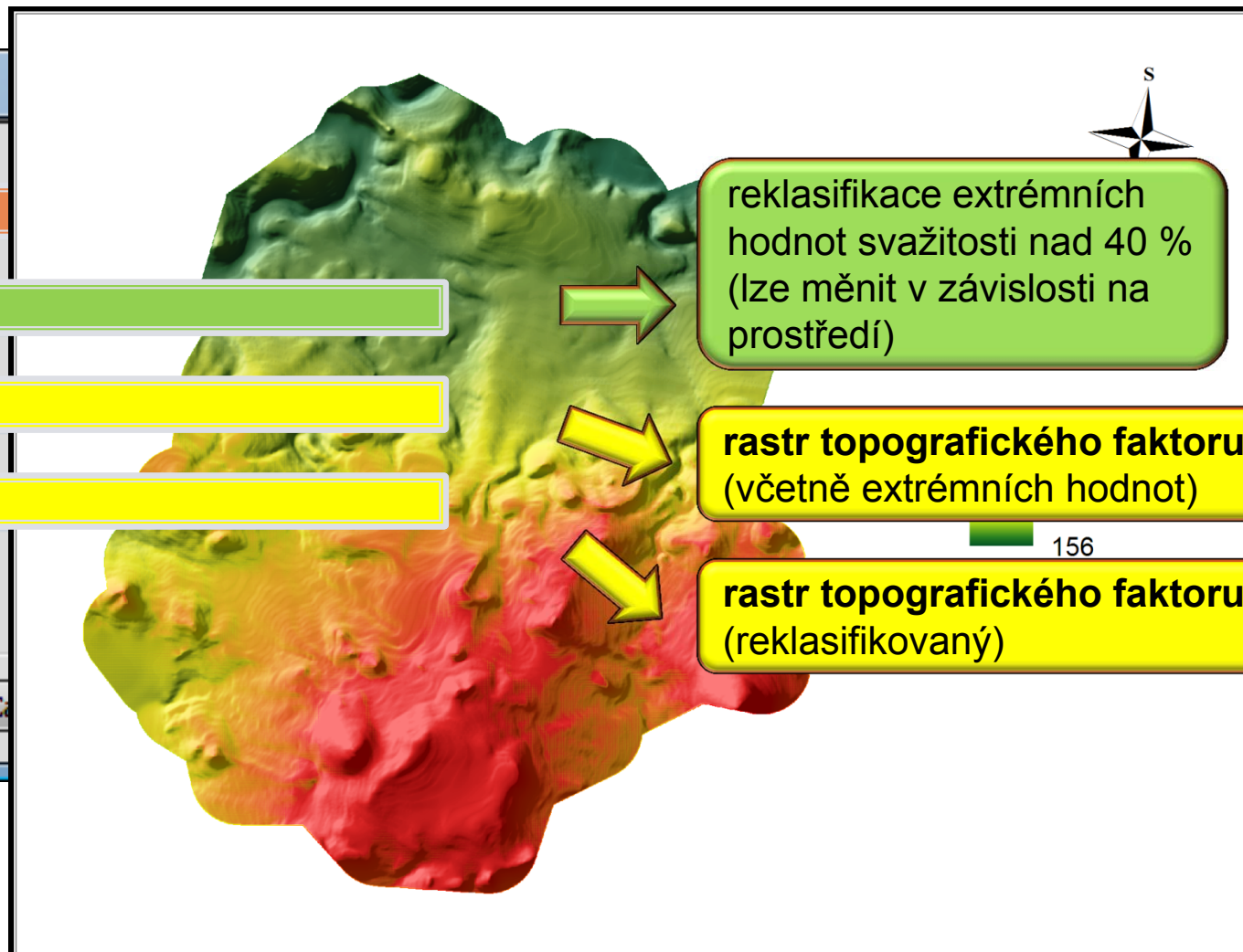
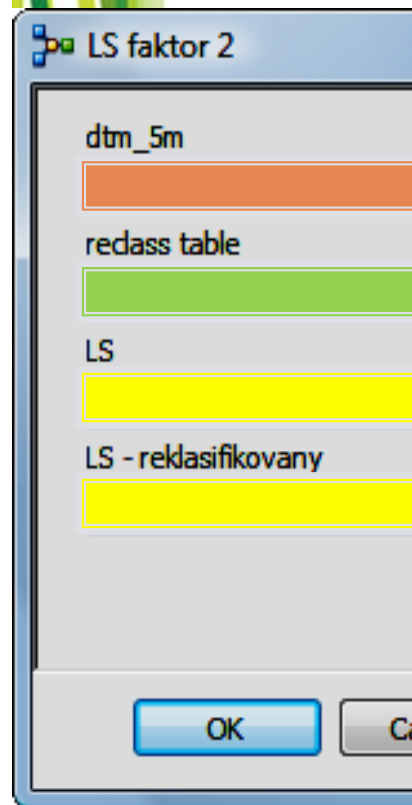
Zdrojová data

- vrstevnice (interval 5 m)
 - interpolace: Topo to Raster
 - velikost buňky výstupního rastru: 5 m
- mapa BPEJ (1:5 000)
 - 1. číslo – klimatické regiony (úhrny srážek)
 - 2. a 3. číslo – HPJ
 - 5. číslo – hloubka půdního profilu – G_p
- mapa CLC 2006 (1:100 000)
- aktuální ortofoto, půdní bloky LPIS

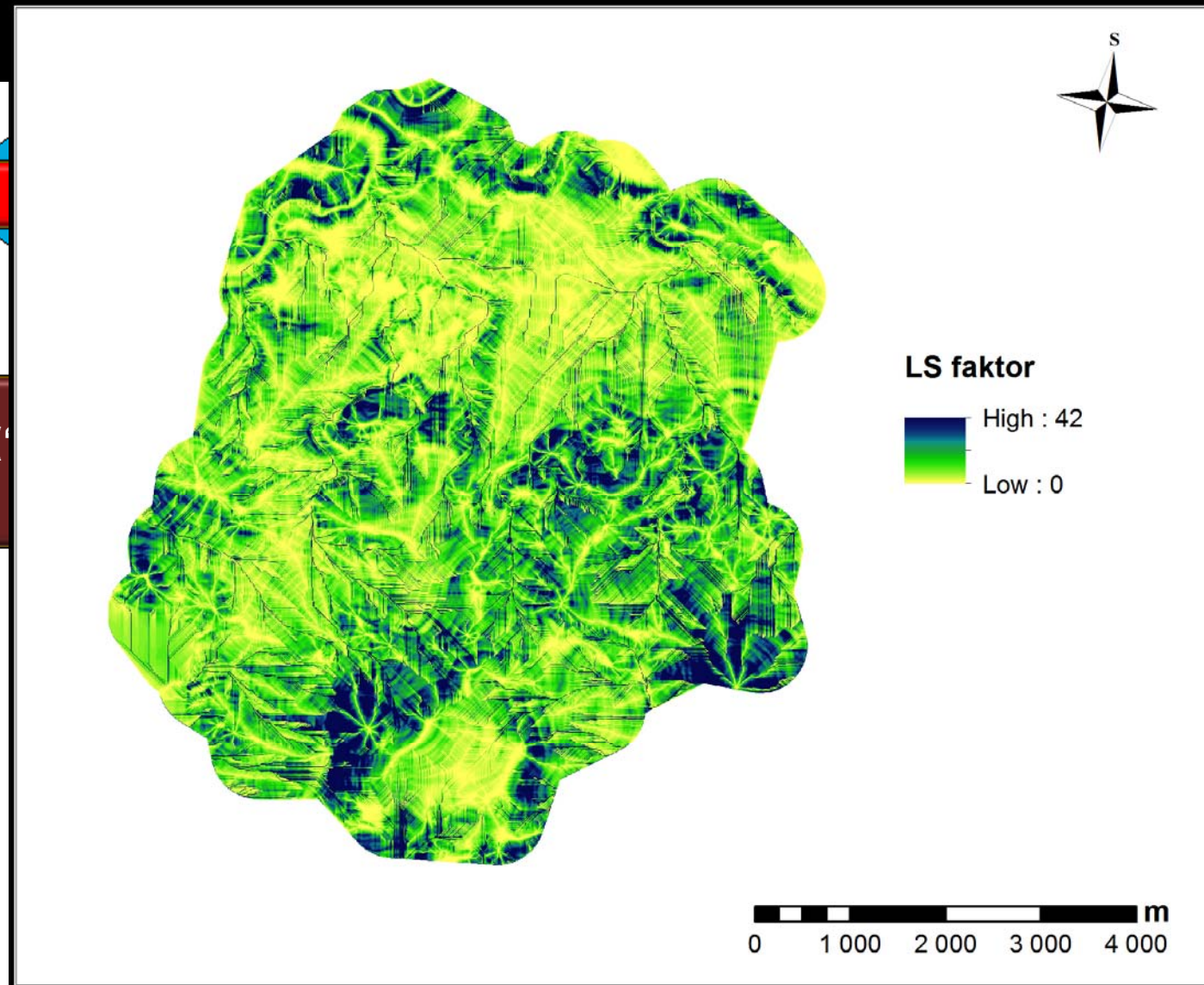
Zdrojová data

<i>Faktory pro výpočet</i>	<i>Popis zdroje dat</i>
<i>C – faktor ochranného vlivu vegetace</i>	<i>určeno dle tříd CLC (aktualizace dle ortofoto a půdních bloků LPIS) a klimatických regionů (1.číslo kódu BPEJ)</i>
<i>G_p – maximální přípustná ztráta půdy</i>	<i>určeno na základě hloubky půdy (5. číslo kódu BPEJ)</i>
<i>K - faktor erodovatelnosti půdy</i>	<i>určeno na základě hlavní půdní jednotky (HPJ – 2. a 3. číslo kódu BPEJ)</i>
<i>LS - faktor délky a sklonu svahu</i>	<i>vypočteno z DMT nebo vrstevnic dle modelu LS1 nebo LS2</i>
<i>R - faktor erozní účinnosti přívalového deště</i>	<i>pro výpočet byly použity průměrné úhrny srážek klimatických regionů (1.číslo kódu BPEJ) a přepočteno dle vzorce: $R = 0,068 HR + 4,28 \text{ (MJ/ha}\cdot\text{cm/h)}$ kde HR je roční úhrn srážek (mm)</i>
<i>P – faktor účinnosti protierozních opatření</i>	<i>při výpočtu nebyla uvažována žádná aplikovaná protierozní opatření, a tedy $P = 1$</i>

Modely LS1 a LS2



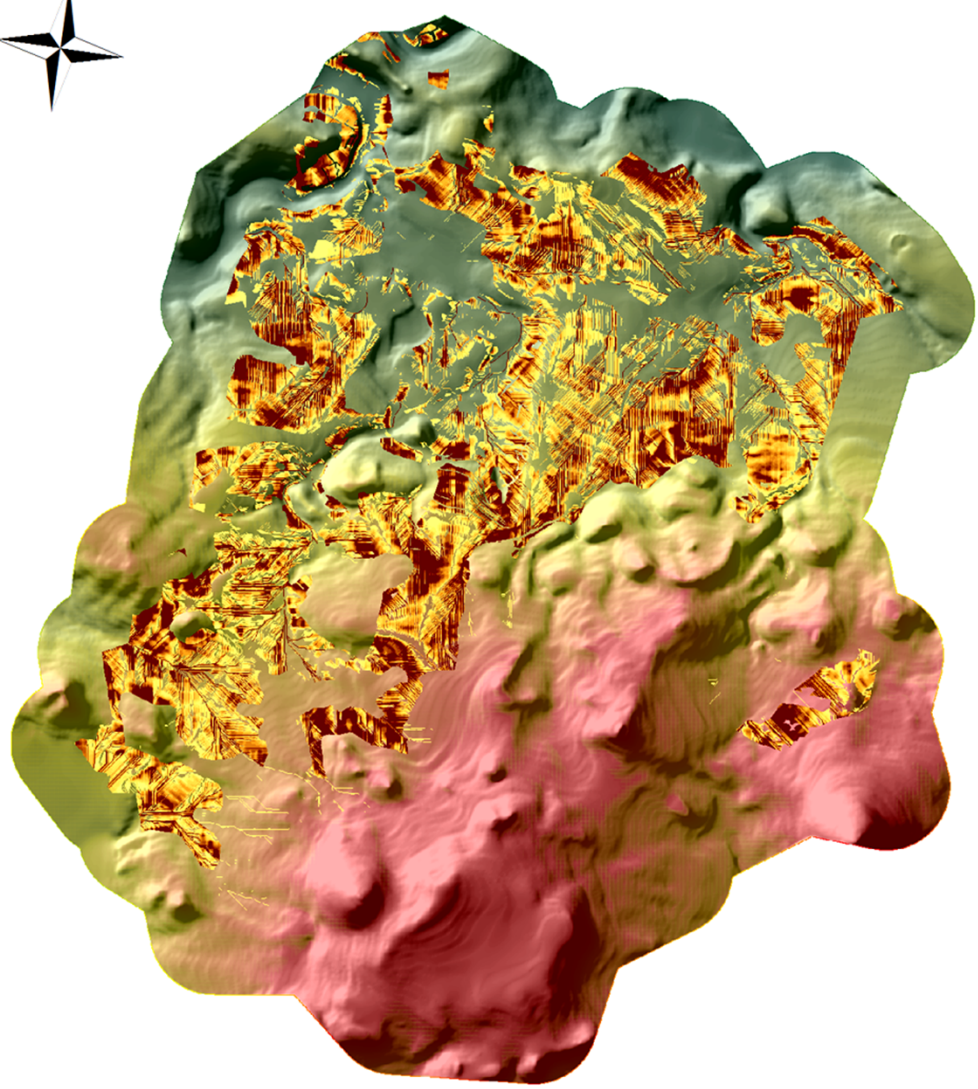
Modely LS 1 a LS 2



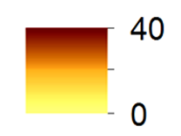
Power('

1.3)

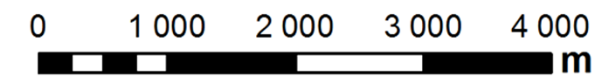
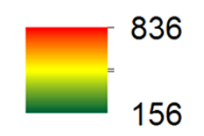
P

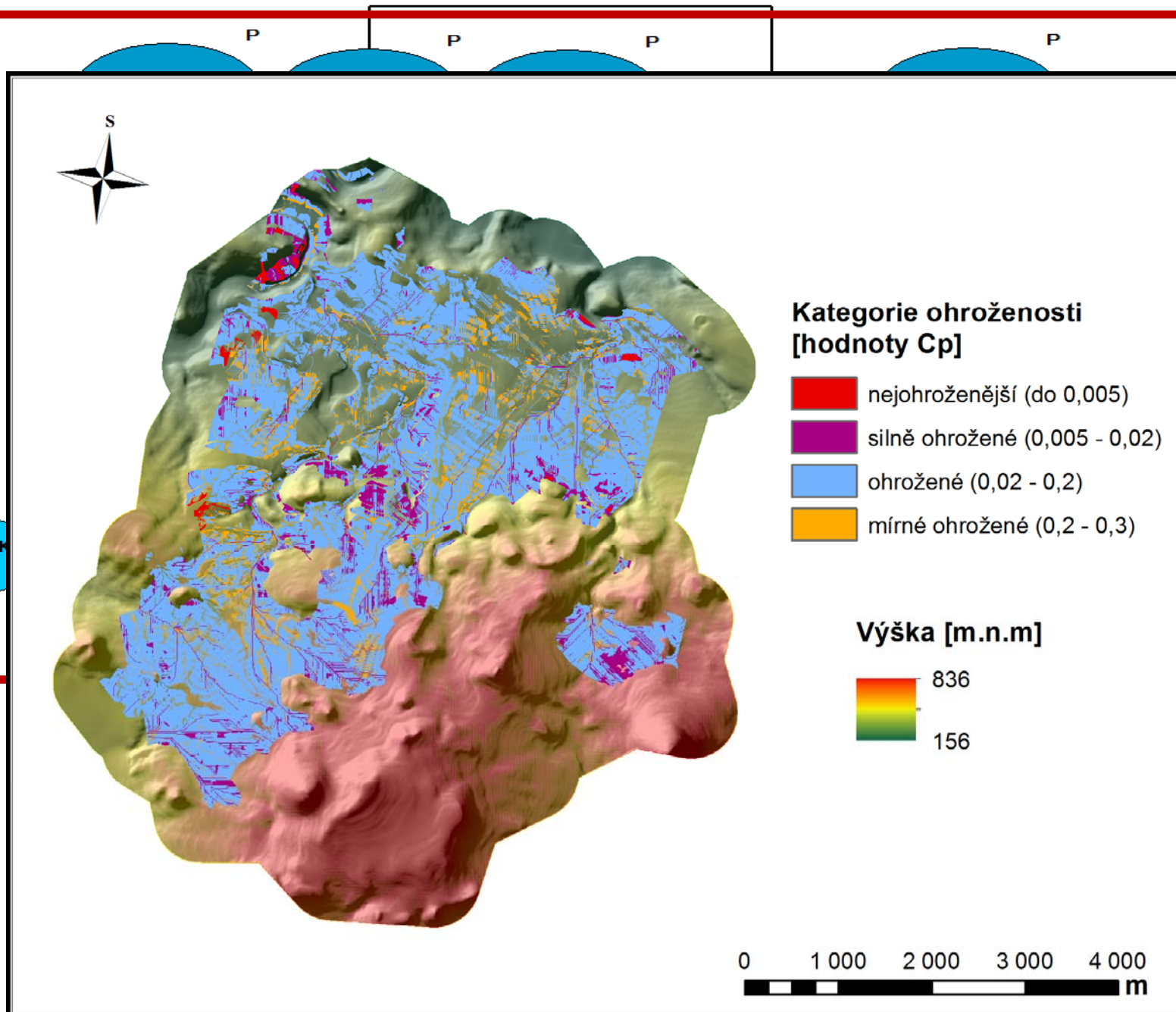


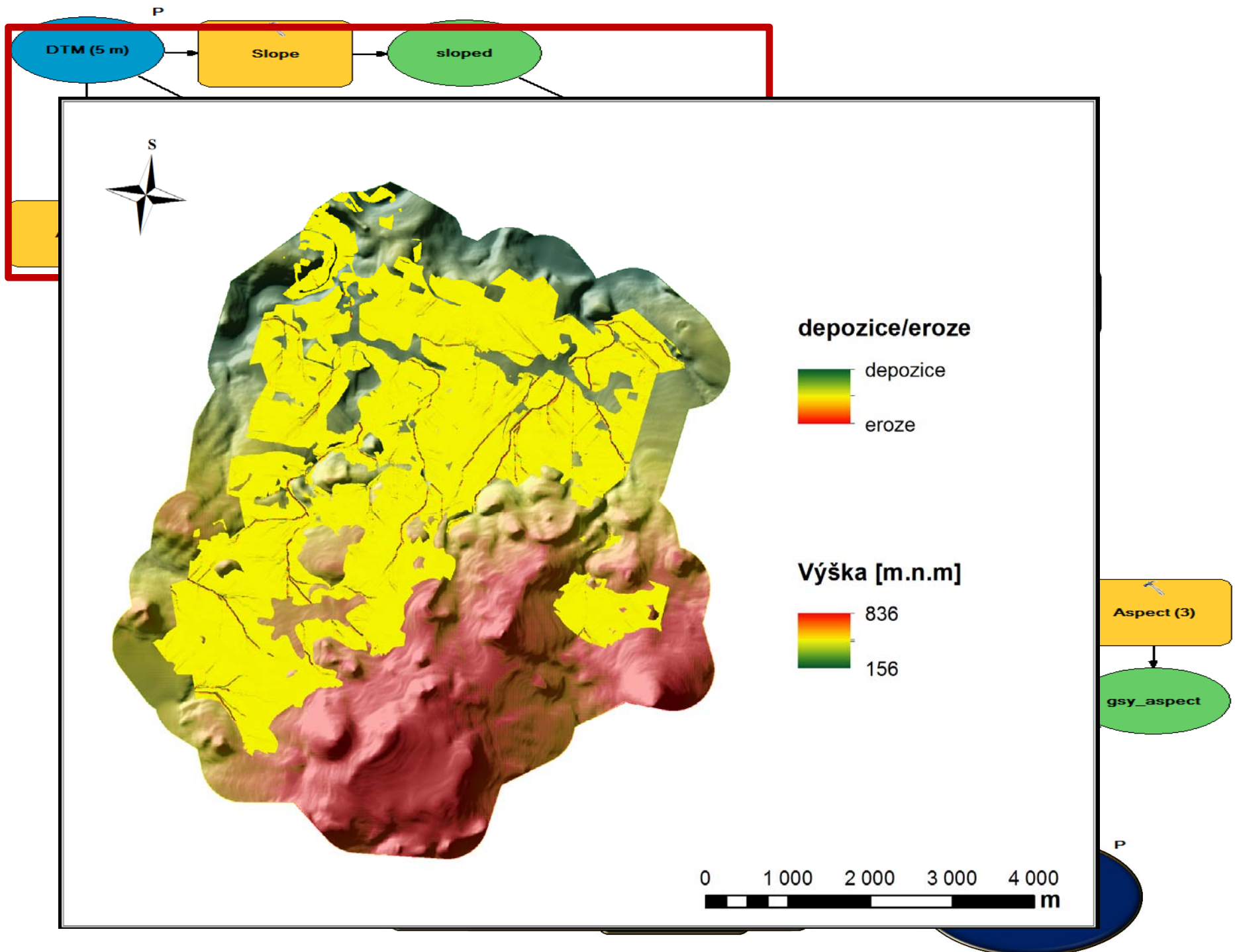
G nad Gp [t/ha.rok]



Výška [m.n.m]







OAPEO

R faktor (rastr)
E: \DIPLOMKA\modely\OAPEO\l

LS faktor (rastr)
E: \DIPLOMKA\modely\OAPEO\ls

K faktor (rastr)
E: \DIPLOMKA\modely\OAPEO\k

C faktor (rastr)
E: \DIPLOMKA\modely\OAPEO\c

připustné G (rastr)
E: \DIPLOMKA\modely\OAPEO\gp

DTM (5 m)
E: \DIPLOMKA\modely\OAPEO\dtm_5m

rekas. tab. pro G
E: \DIPLOMKA\modely\OAPEO\g_rclastab

rekas. tab. pro Gp
E: \DIPLOMKA\modely\OAPEO\gp_rclastab

rekas. tab. pro G nad Gp (%)
E: \DIPLOMKA\modely\OAPEO\g_cpl_rclastab

rekas. tab. pro Cp
E: \DIPLOMKA\modely\OAPEO\cp_rclastab

rekas. tab. pro OPEO
E: \DIPLOMKA\modely\OAPEO\opeo_rclastab

rekas. tab. pro APEO
E: \DIPLOMKA\modely\OAPEO\apeo_rclastab

prům. roční ztrata půdy G

G nad přípustné hodnoty Gp

smýv nad Gp (%)

maximální hodnoty Cp

opeo

apeo

podklad pro návrh PEO

OK Cancel Environments... Show Help >>

Model OAPEO

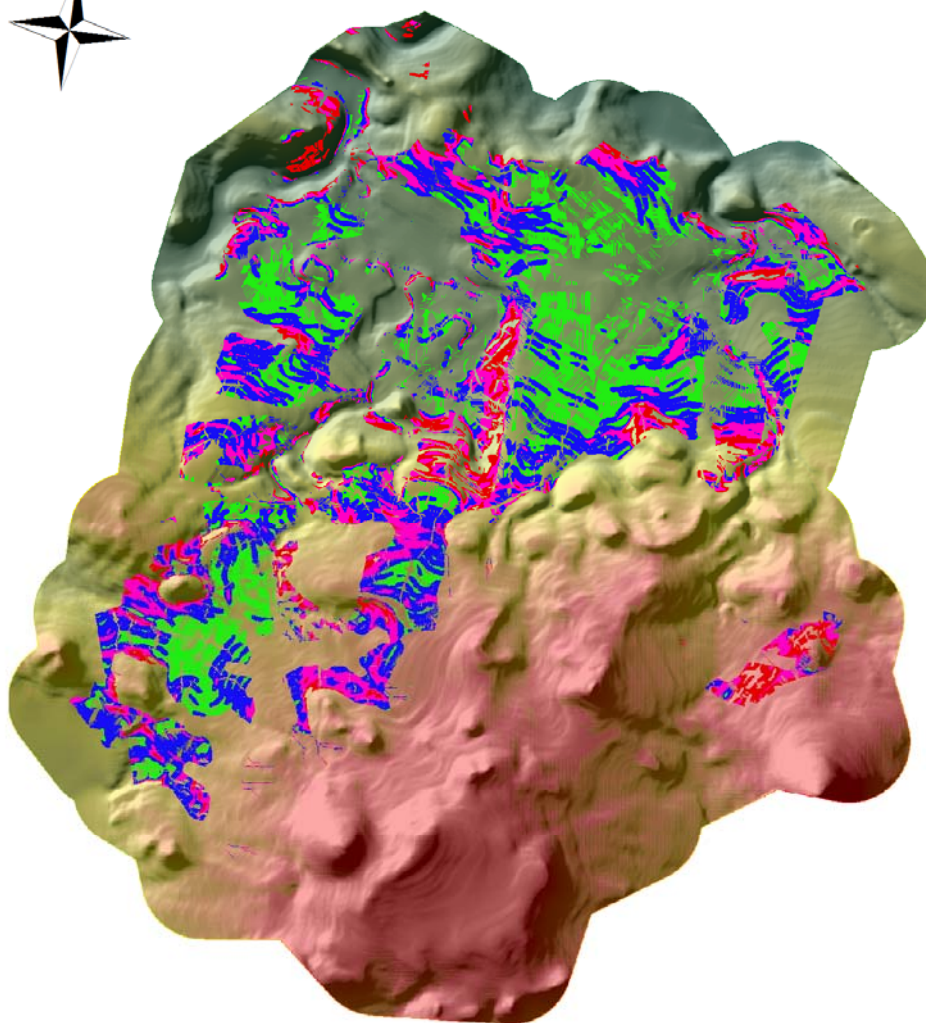
rastry faktorů K, C, R, LS
rastr Gp
DTM (5 m)

reklasifikační tabulky výsledných hodnot

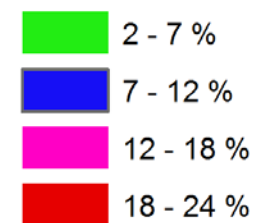
VÝSTUP: G
G nad Gp
G nad Gp (%)
Cp na ohrožené ploše
OPEO dle sklonitosti
APEO dle sklonitosti

rastry

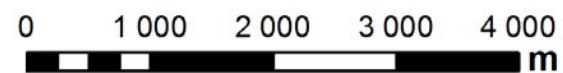
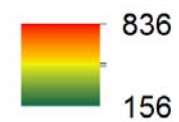
info vrstva s daty pro návrh OAPEO
vektorová polygonová vrstva



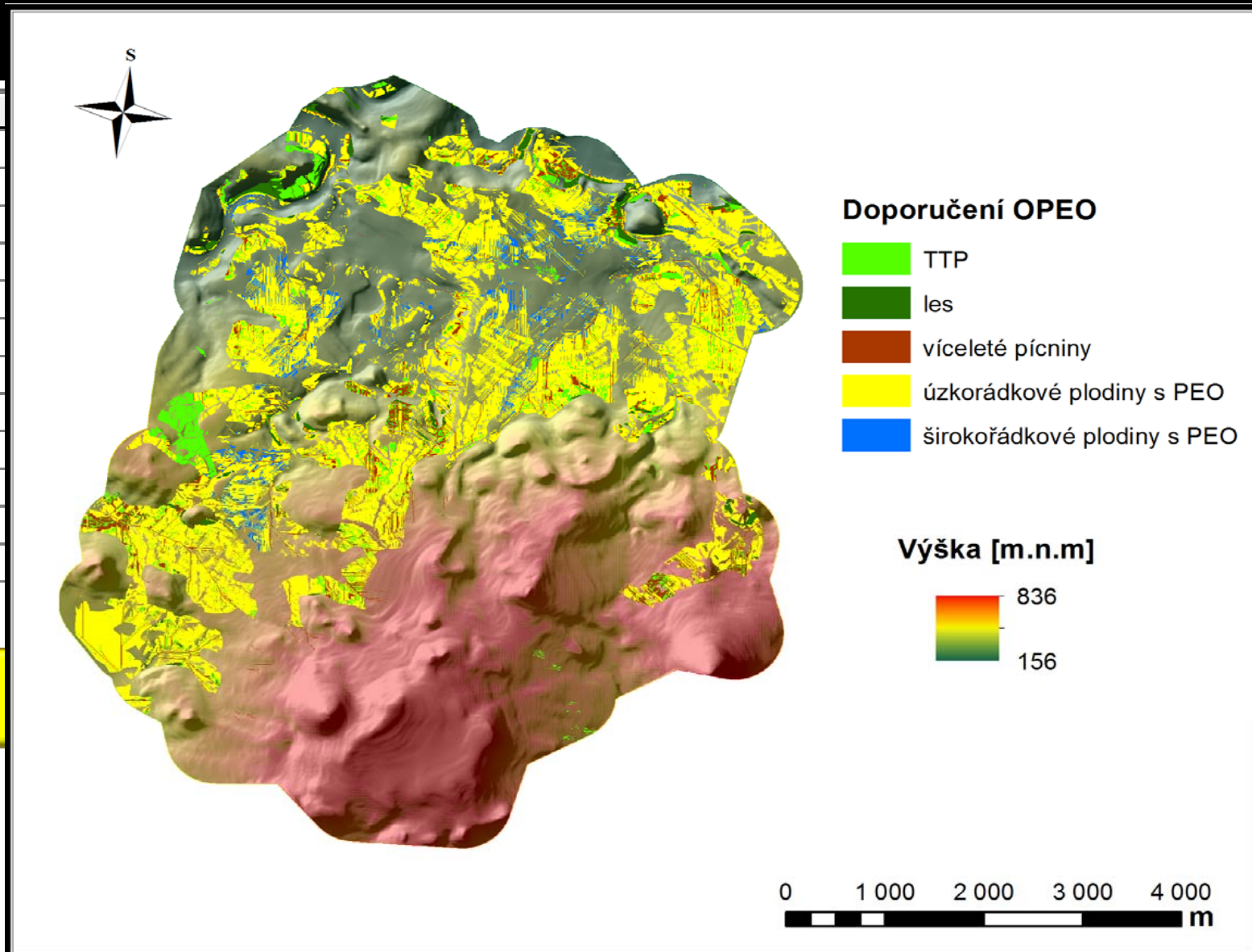
**Kategorie sklonitosti [%]
pro návrh APEO**



Výška [m.n.m]



Návrh OPEO



Závěr



Arc Toolbox Vodní eroze

modely jednotlivých metod a nástroje pro
usnadnění vyhodnocování erozních analýz

Model OAPEO

GIS katastrů, obcí a regionů v ČR a SR.

Cíle dalšího výzkumu



- pomocí programovacího jazyka Python upravit model a vytvořit webovou aplikaci např. prostřednictvím ArcGIS Online
- ❑ vytvoření rastru srážkového faktoru interpolací, za předpokladu dostupných meteorologických dat
- zpřesnění C faktoru použitím informací o konkrétních aktuálně pěstovaných plodinách na zemědělských pozemcích a získat mapu erozní ohroženosti území pro aktuální typ plodiny (takové databáze však nejsou prozatím k dispozici, možností je například veřejný registr zemědělské půdy LPIS nebo terénní průzkum)
- ❑ návrh databáze pro evidenci pěstovaných plodin a osevních postupů a určení C faktoru pro jednotlivá vegetační období plodiny a vynásobit příslušným faktorem erozní účinnosti deště pro dané období
- implementace modelu pro výpočet topografického faktoru
- ❑ zahrnutí výpočtu přípustné délky svahu a umístění technických PEO
- zahrnutí výpočtu objemu přímého odtoku pomocí Metody CN se zahrnutím indexu předchozích srážek a dimenze TPEO
- ❑ vytvoření metodiky pro tvorbu vrstev faktoru P, včetně návrhu databáze pro její evidenci
- verifikace modelů a analýza citlivosti jednotlivých faktorů a reklasifikačních tabulek
- ❑ Automatická vizualizace návrhu PEO ve 3D
- Aplikace modelu na oblast tropů a subtropů, Evropy (Německo)

GIS services

Reliably and quality



Děkuji za pozornost



Ing Jiří Brychta

www.gisservices.eu