

Analýza subpovodí Želivky s využitím modelu SWAT.

Jan Gregar
FŽP, Land and water management
24.9.2012

Software

- SWAT (Soil and Water Assessment Tool)
- ArcSWAT 2009 (plug-in pro ArcMap)
- SWAT_Check (Interpretace výstupů)
- SWAT-CUP (Nástroj na kalibraci modelu)
- ArcMap

Potřebná data

- DEM (Digital Elevation Model)
- Landuse
- Půdní mapa
- Weather stations (data ideálně ze tří meteorologických stanic)

HRU

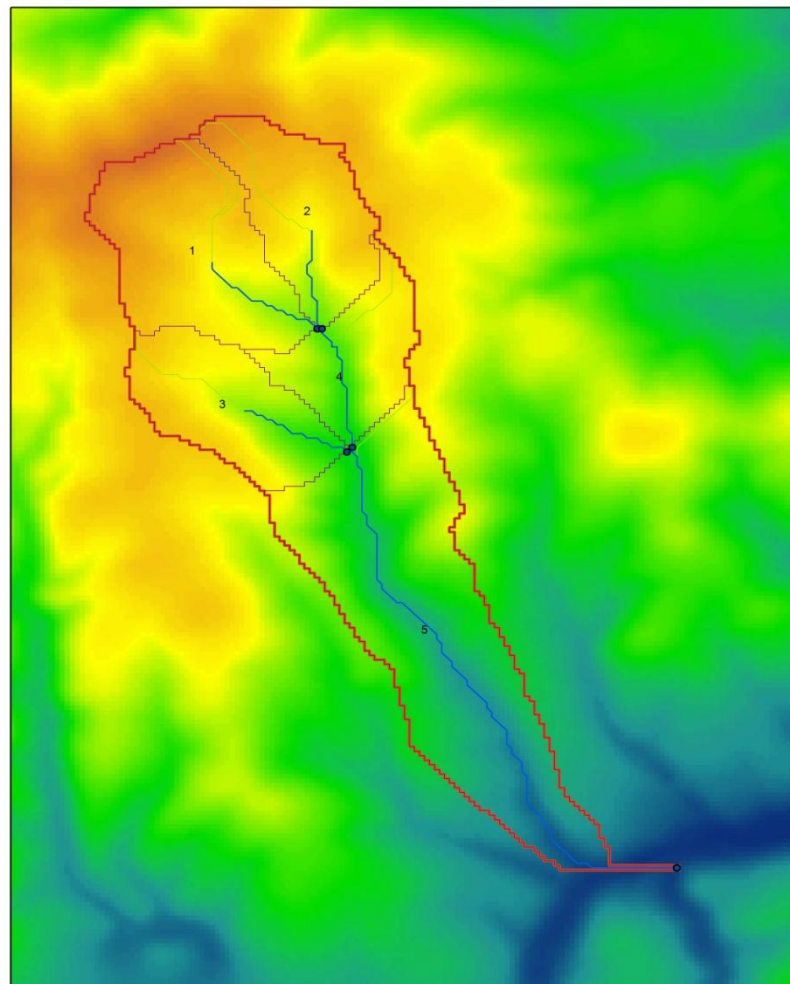
- Pomocí těchto dat vytvoříme **HRU** - Hydrologic response units
- HRU - unikátní kombinace land use, půdní mapy a sklonu svahu v povodí.
- Základní jednotka se kterou model pracuje
- Program vytvoří odtokové linie a na jejich základě manuálně určíme místo odtoku z povodí

Postup při vytvoření HRU

- Vymezení subpovodí: vložením DEM model rozdělí oblast povodí na jednotlivá subpovodí a vytvoří odtokové linie
- Definování přítoků povodí, bodových zdrojů a odtoku.
- Vložení dat o využití území
- Vložení půdní mapy
- Zadání tříd sklonitosti
- HRU jsou vytvořena automaticky modelem

Rozdělení povodí na HRU

- Program pomocí DEM najde rozvodnici a rozdělí je na jednotlivá subpovodí.



Vložení hydrometeorologických dat

- Evaporation, transpiration
- Precipitation
- Surface runoff, Lateral flow, return flow
- Revaporation from shallow aquifer,
Percolation to s. a. , recharge to deep aquifer

Příprava spuštění modelu

- Vytvoření datových tabulek podmiňujících spuštění modelu:

Write Configuration File (.fig)

Write Soil Data (.sol)

Write Weather Generator Data (.wgn)

Write Subbasin General Data (.sub)

Write HRU General Data (.hru)

Write Main Channel Data (.rte)

Write Groundwater Data (.gw)

Write Water Use Data (.wus)

Write Management Data (.mgt)

Write Soil Chemical Data (.chm)

Write Pond Data (.pnd)

Write Stream Water Quality Data (.swq)

Write Septic Data (.sep)

Write Operations Data (.ops)

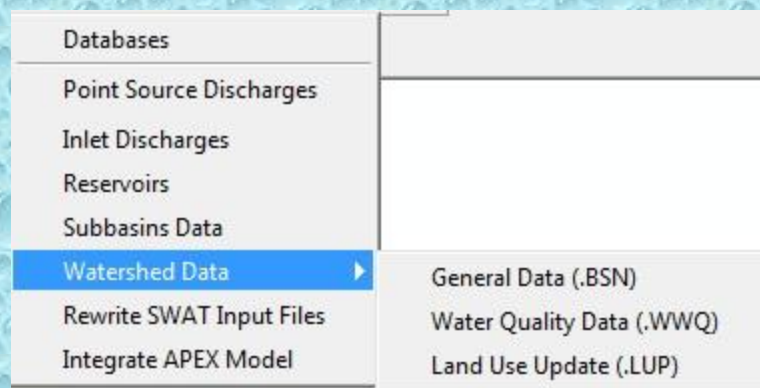
Write Watershed General Data (.bsn)

Write Watershed Water Quality Data (.wwq)

Write Master Watershed File (.cio)

Editace vstupních dat

- Před spuštěním modelu je možné editovat vstupní data:



Spuštění modelu

- Před spuštěním se zadává časový interval a další požadované charakteristiky:

Setup and Run SWAT Model Simulation

Period of Simulation

Starting Date : 1/1/1977 Ending Date : 12/31/1978 Simulate Forecast Period

Rainfall Sub-Daily Timestep

Timestep: [] Minutes

Forecast Period

Starting Date : [] Number of Simulations: []

Rainfall Distribution

Skewed normal

Mixed exponential 1.3

SWAT.exe Version

32-bit, debug 32-bit, release

64-bit, debug 64-bit, release

Custom (swat2009User.exe)

Printout Settings

Daily Yearly Print Vel./Depth Output Print Hourly Output

Monthly NYSKIP : 0 Print Pesticide Output Print Soil Storage

Print Water Quality Output Print Log Flow Route Headwaters

Print Binary Output Print Soil Nutrient Limit HRU Output

Print MGT Output Print Snow Output

Deposition File: ATMO.ATM

Setup SWAT Run Run SWAT Cancel

- Vlastní spuštění modelu pomocí funkce RunSWAT

Výstupy modelu SWAT

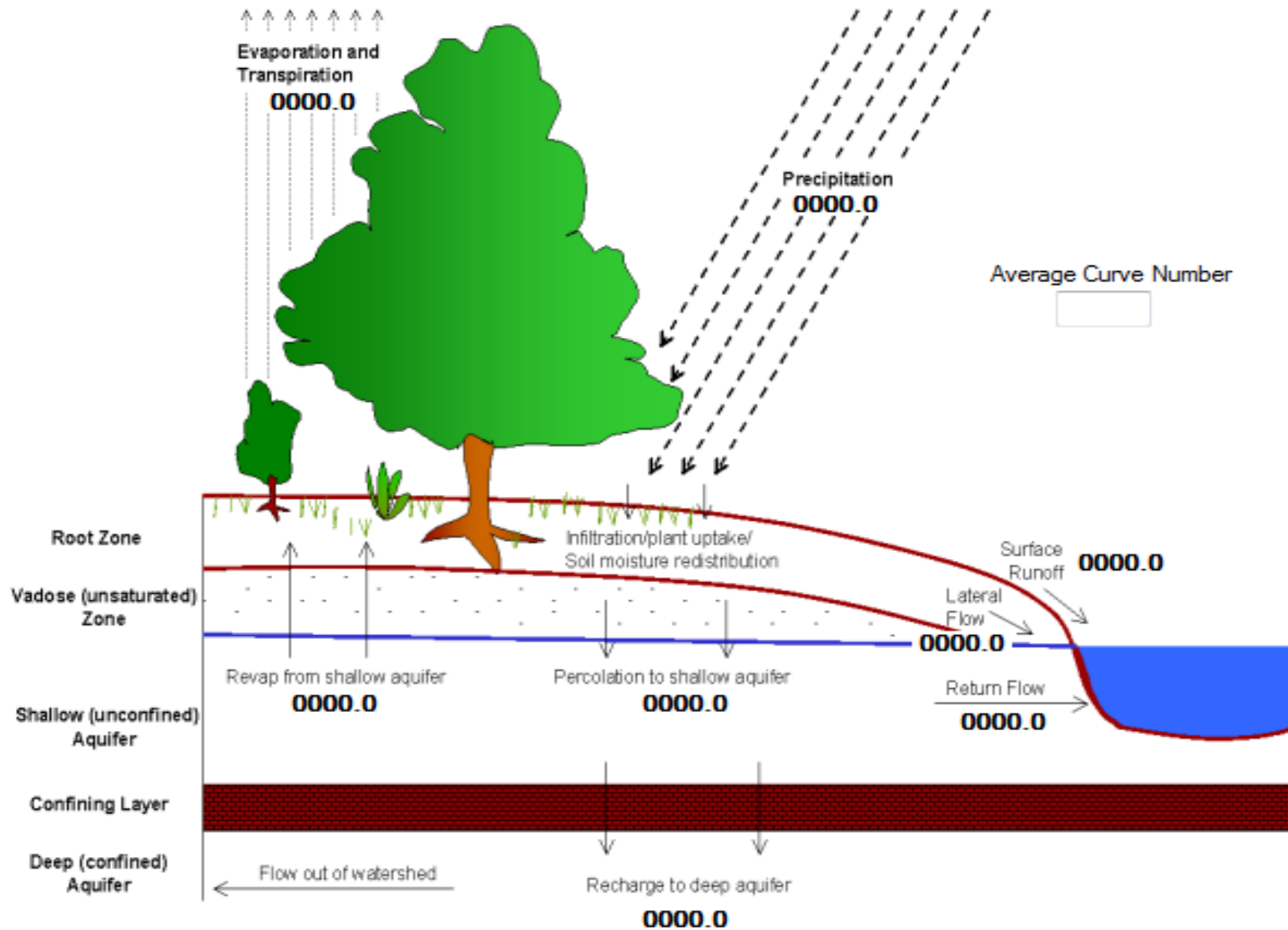
- Soubory tabulek pro jednotlivé modelované veličiny.

LongestPath	Basin
LongestPath_Shape_Index	Basin_Shape_Index
LuExempt	bsn
lup	chm
lupedit	cio
luso	GageDates
MasterProgress	GDB_AnnoSymbols
mgt1	GDB_AttrRules
mgt2	GDB_CodedDomains
MonitoringPoint	GDB_DatabaseLocks
MonitoringPoint_Shape_I...	GDB_DefaultValues
ops	GDB_Domains
Outlet	GDB_EdgeConnRules
Outlet_Shape_Index	GDB_ExtensionDatasets
pnd	GDB_Extensions
pp	GDB_FeatureClasses
ppi	GDB_FeatureDataset
Reach	GDB_FieldInfo
Reach_Shape_Index	GDB_GeomColumns
res	GDB_JnConnRules
rte	GDB_ObjectClasses
SelectedObjects	GDB_RangeDomains
Selections	GDB_RasterCatalogs
sep	GDB_RelClasses
SlopeRemap	GDB_ReleaseInfo
sno	GDB_RelRules
sol	GDB_ReplicaDatasets
SplitHrus	GDB_ReplicaLog
sub	GDB_Replicas
SubPcp	GDB_ReplicasEx
SubTmp	GDB_SpatialRefs
SubWgn	GDB_Subtypes
swq	GDB_Toolboxes
Time Series	GDB_TopoClasses
TSType	GDB_Topologies
uncomb	GDB_TopoRules
Watershed	GDB_UserMetadata
Watershed_Shape_Index	GDB_ValidRules
wgn	gw
wus	hru
wwq	hrus
crop	LongestPath

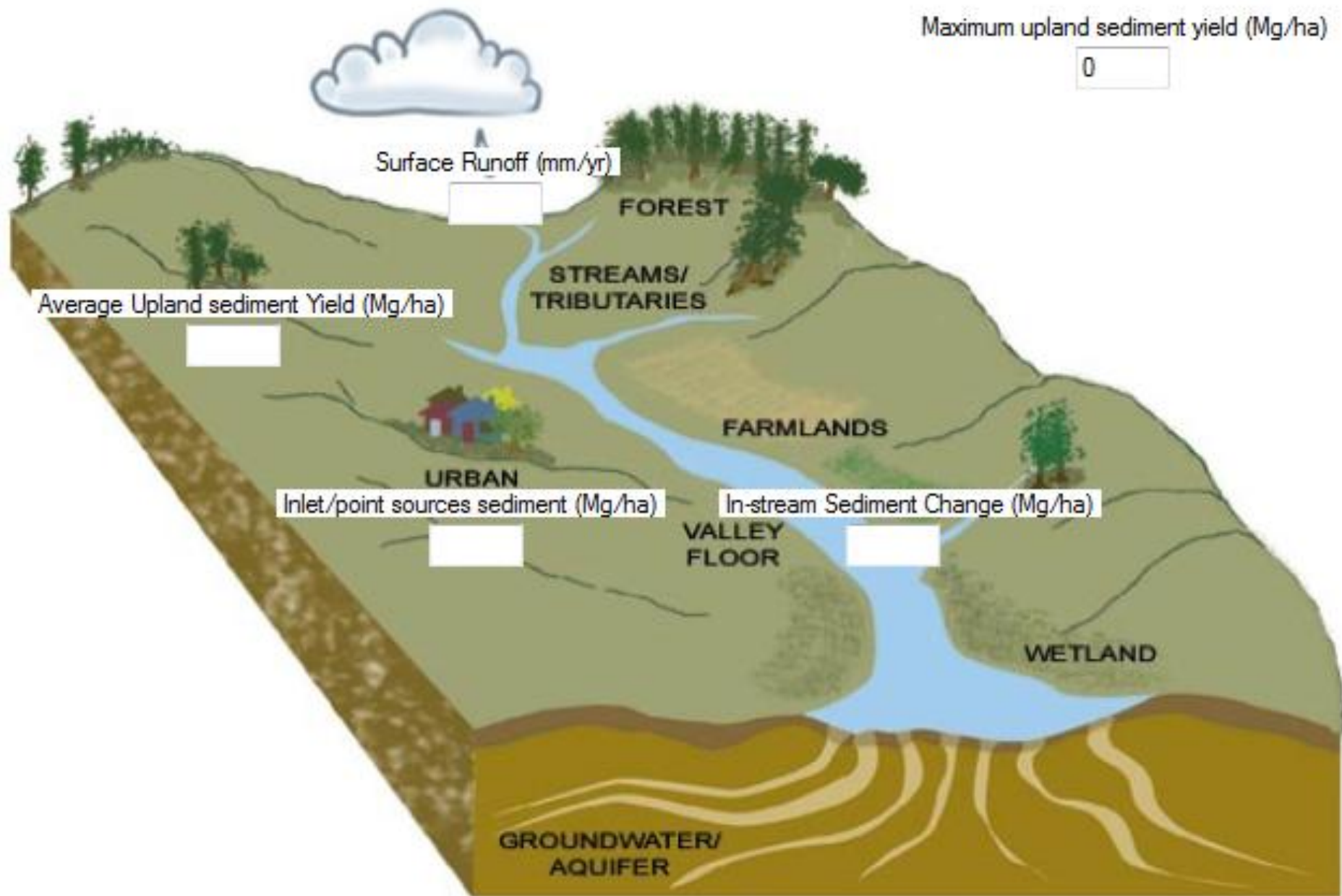
Výstup SWAT - Check

- Software SWAT – Check interpretuje a vizualizuje výsledky modelu
- Přehlednou formou prezentuje procesy v povodí

Hydrology



Sediment

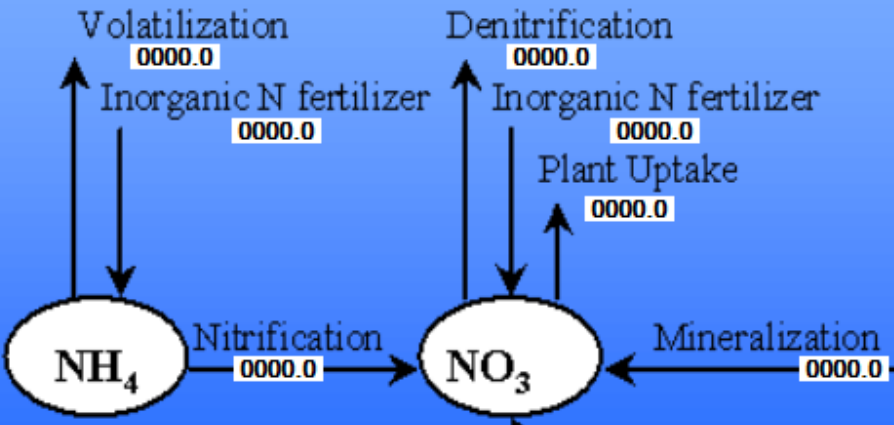


Nitrogen cycle

INITIAL NO3 IN SOIL

FINAL NO3 IN SOIL

Mineral N

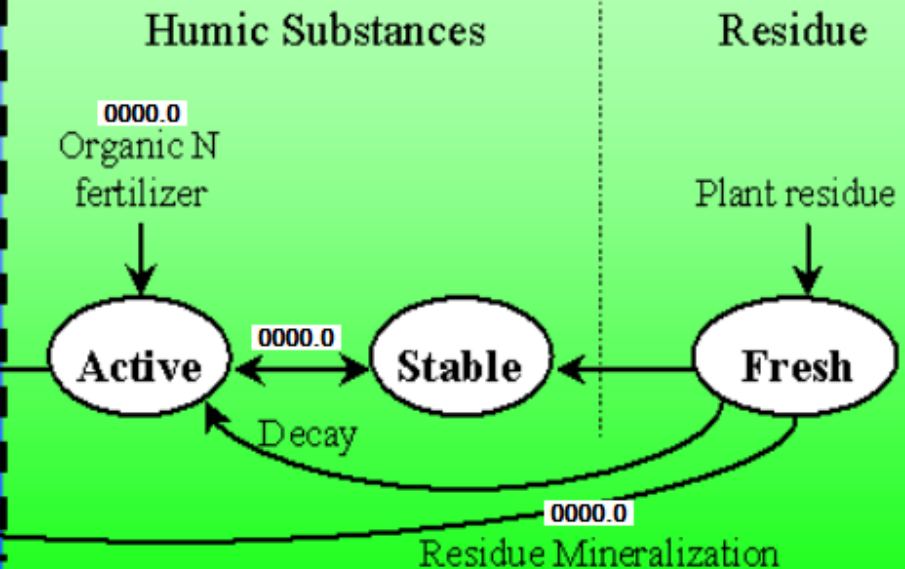


Total Fertilizer N

INITIAL ORG N IN SOIL

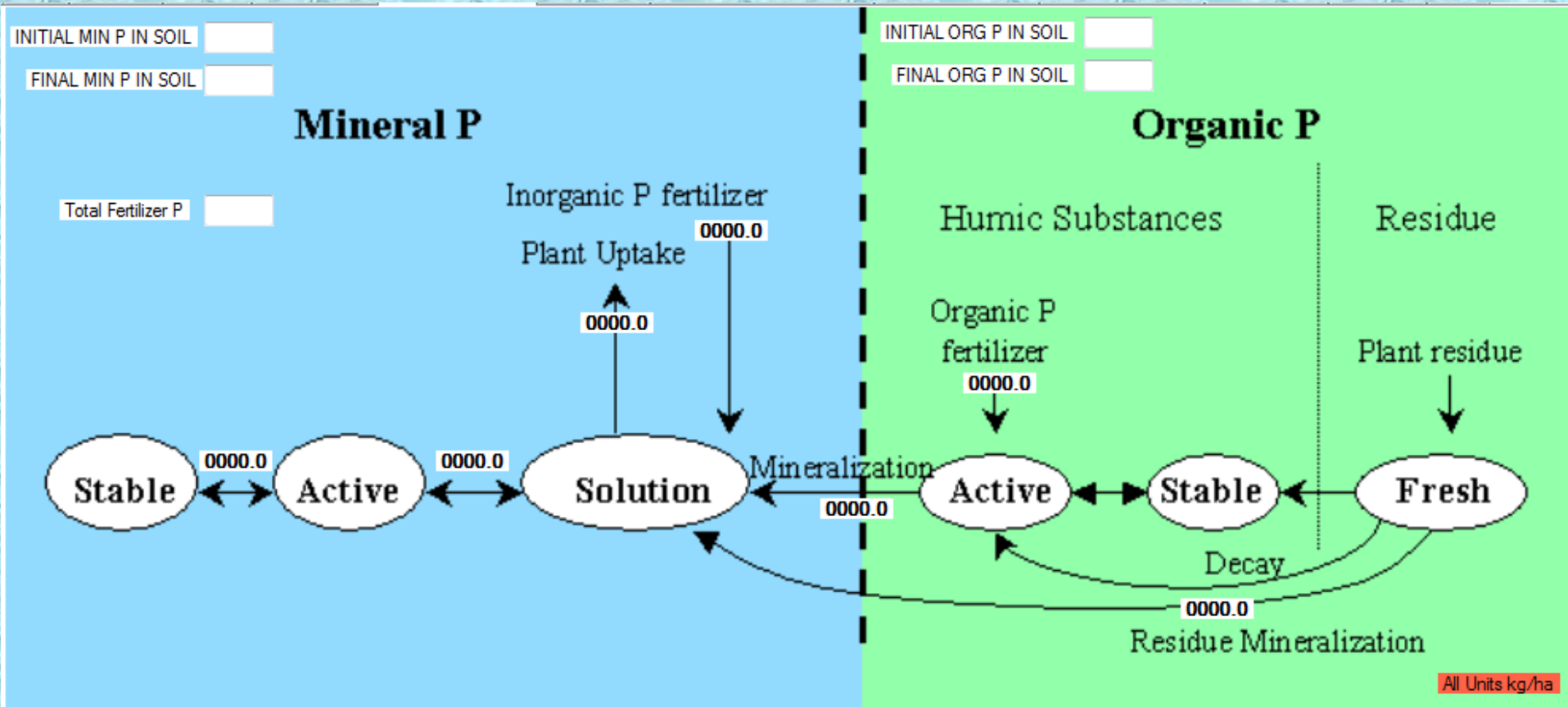
FINAL ORG N IN SOIL

Organic N



All Units kg/ha

Phosphorus cycle



Ztráta živin /Landscape nutrient losses



TABLE 5. Median Annual Total N and P Load Values (kg/ha) for Land Use (crop type) Treatments.

Treatment*	Total N (kg/ha)	Dissolved N (kg/ha)	Particulate N (kg/ha)	Total P (kg/ha)	Dissolved P (kg/ha)	Particulate P (kg/ha)
Land Use						
Corn	18.70	3.02	7.27	1.29	0.22	0.85
Cotton	7.88	2.47	9.13	5.01	0.68	5.60
Sorghum	3.02	0.30	-	1.18	-	-
Peanuts	-	-	-	-	0.05	-
Soybeans	-	2.70	21.9	0.45	0.60	9.60
Oats/Wheat	6.61	1.31	5.90	2.20	0.30	3.45
Fallow Cultivated	3.00	0.90	2.70	1.08	0.48	0.45
Pasture/Range	0.97	0.32	0.62	0.24	0.15	0.00
Various Rotations	3.68	3.12	1.36	0.59	0.80	0.60

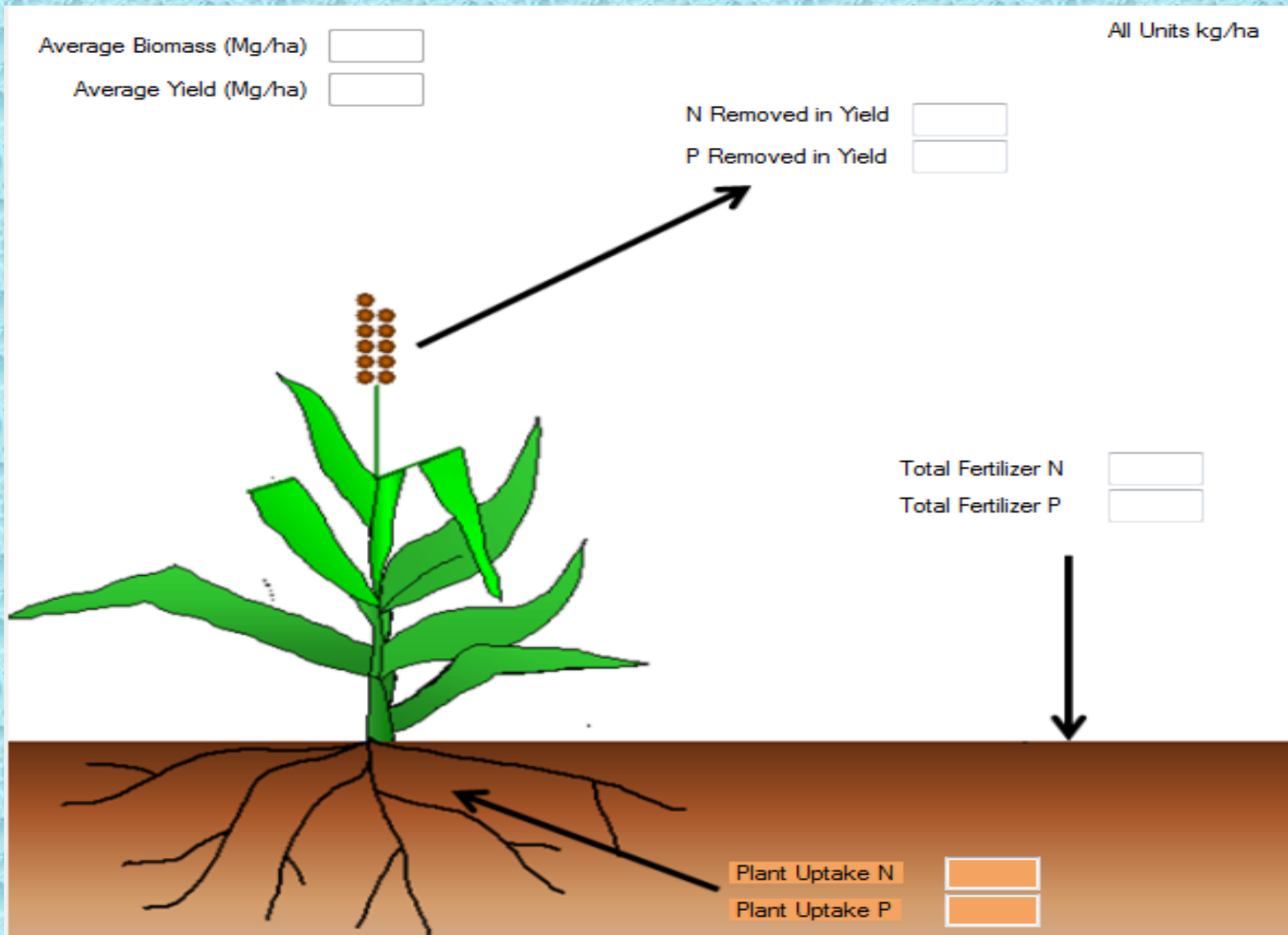
TABLE 4. Median Annual Dissolved, Particulate, and Total N and P Load Values (kg/ha) for Selected Treatments.

Treatment*	Total N (kg/ha)	Dissolved N (kg/ha)	Particulate N (kg/ha)	Total P (kg/ha)	Dissolved P (kg/ha)	Particulate P (kg/ha)
Tillage						
Conventional	7.88a	2.41a	7.04a	1.05a	0.19b	0.64a
Conservation	7.70a	2.30ac	3.40c	1.18ac	0.65ac	1.00a
No-Till	1.32b	4.20c	1.80bc	0.63c	1.00c	0.80a
Pasture/Range	0.97b	0.32b	0.62b	0.22b	0.15b	0.00b
Conservation Practice						
None	2.19a	1.60a	1.70a	0.41a	0.26ab	0.64ab
One Practice	6.73b	1.33a	14.80a	0.61ab	0.14a	0.37a
2+ Practices	8.72b	2.61b	3.30a	1.22b	0.50b	0.75b
Soil Texture						
Clay	4.93a	4.47a	2.00a	0.92a	0.50a	0.55a
Loam	4.05a	1.64b	5.78b	0.41b	0.18b	0.93a
Sand	2.74a	1.70ab	-**	1.50ab	0.07ab	-**

*For each nutrient form within a treatment, medians followed by a different letter are significantly different ($\alpha = 0.05$).

**No particulate N or P data were available for sandy soils.

Růst rostlin / Plant growth



Výstupy SWAT - CUP

- Poskytuje detailní analýzu výstupu modelu
- Nástroj pro editaci a kalibraci
- Verifikace modelových dat s terénními
- Postupná aproximace dat opětovným spouštěním modelu s cílem přiblížit model realitě

Kalibrace

- Velké množství druhů plodin + možnost přidat si vlastní
- Vlastní druhy půd
- Hospodářská zvířata
- Zdroje znečištění
- Hnojiva
- Pesticidy
- Orba
- Atd...

Příklad editace

Land Cover/Plant Growth Database Edit

Crop types

- Agricultural Land-Close-grown
- Agricultural Land-Generic
- Agricultural Land-Row Crops
- Alamo Switchgrass
- Alfalfa
- Almonds
- Alsike Clover
- Altai Wildrye
- Apple
- Asparagus
- Bananas
- Bell Pepper
- Bermudagrass
- Big Bluestem
- Broccoli
- Cabbage
- Cantaloupe
- Carrot
- Cauliflower
- Celery
- Coffee
- Com
- Com Silage
- Cowpeas
- Crested Wheatgrass
- Cucumber
- Durum Wheat
- Eastern Gamagrass
- Eggplant
- Eragrostis Teff
- Field Peas
- Flax
- Forest-Deciduous
- Forest-Evergreen
- Forest-Mixed
- Garden or Canning Peas
- Grain Sorghum
- Grarigue
- Green Beans
- Hay
- Head Lettuce
- Honey Mesquite
- Honeydew Melon
- Indiangrass
- Italian (Annual) Ryegrass
- Johnsongrass
- Kentucky Bluegrass

Crop type Parameters

Crop Name CPNM (4 character)

IDC Crop is fertilized

BIO_E [(kg/ha)/(MJ/m2)] <input type="text"/>	HVSTI [(kg/ha)/(kg/ha)] <input type="text"/>	BLAI (m2/m2) <input type="text"/>	
FRGRW1 (fraction) <input type="text"/>	LAIMX1 (fraction) <input type="text"/>	CHTMX (m) <input type="text"/>	RDMX (m) <input type="text"/>
FRGRW2 (fraction) <input type="text"/>	LAIMX2 (fraction) <input type="text"/>	DLAI (heat units/heat units) <input type="text"/>	
T_OPT (C) <input type="text"/>	T_BASE (C) <input type="text"/>	CNYLD(kg N/kg seed) <input type="text"/>	CPYLD(kg P/kg) <input type="text"/>
BN1 (kg N/kg biomass) <input type="text"/>	BN2 (kg N/kg biomass) <input type="text"/>	BN3 (kg N/kg biomass) <input type="text"/>	
BP1 (kg P/kg biomass) <input type="text"/>	BP2 (kg P/kg biomass) <input type="text"/>	BP3 (kg P/kg biomass) <input type="text"/>	
WSYF [(kg/ha)/(kg/ha)] <input type="text"/>	USLE_C <input type="text"/>	GSI (m/s) <input type="text"/>	VPDFR (kPa) <input type="text"/>
FRGMAX (fraction) <input type="text"/>	WAVP (rate) <input type="text"/>	CO2HI (uL/L) <input type="text"/>	BIOEHI (ratio) <input type="text"/>
RSDCO_PL (fraction) <input type="text"/>	ALAI_MIN (m2/m2) <input type="text"/>	BIO_LEAF (fraction) <input type="text"/>	
MAT_YRS (years) <input type="text"/>	BMX_TREES (tons/ha) <input type="text"/>	EXT_COEF <input type="text"/>	BM_DIEOFF <input type="text"/>

Hydrological Parameters

OV_N LU

SCS Runoff Curve Numbers

A B C D LU

Add New

Save Edits

Cancel Edits

Delete

Default

Exit

Závěr

- Největším problémem je získání správných dat
- Kalibrace modelu vyžaduje množství reálných dat a expertních odhadů
- Fungující modely ve světě slouží jako efektivní nástroje pro integrovaný management v povodí (
- Model SWAT je celosvětově rozšířený a využívaný nástroj pro sledování změn v povodích

Děkuji za pozornost