



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Růstové modely a agrometeorologický monitoring


9. 12. 2013

**Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU
směřující k vytvoření mezioborové integrace
CZ.1.07/2.2.00/28.0302**

Tato prezentace je spolufinancovaná z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky



Růstové MODELY



Základní pojmy

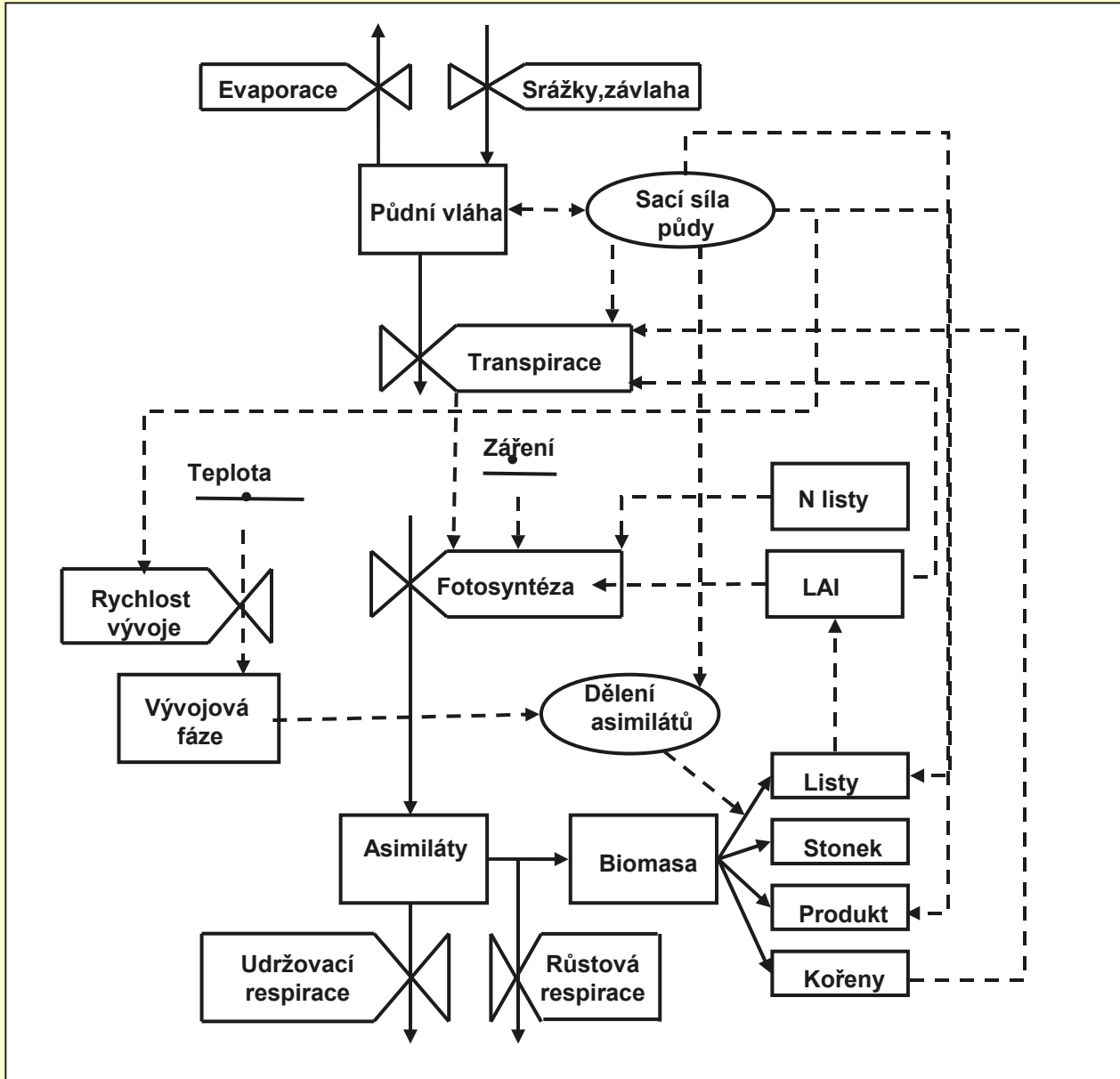
- **SYSTEM** - část reality, složená z propojených částí
- **MODEL** - zjednodušený pohled na systém
- **SIMULACE** - výpočet výstupních parametrů na základě definovaných vstupů



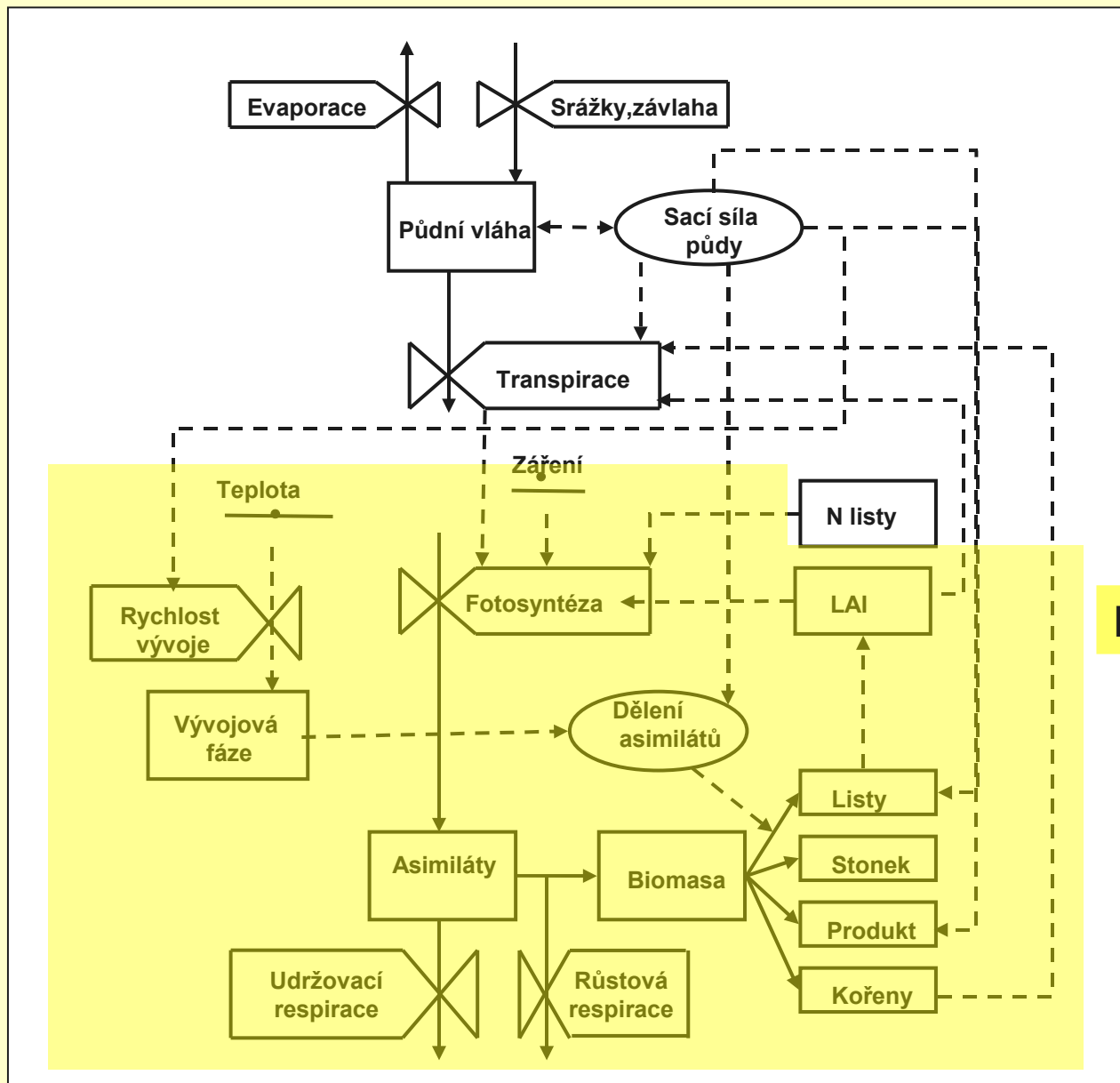
Růstové (simulační) modely

- Software
- Integrují dílčí modely simulující fyziologické pochody (fotosyntéza, průběh fenologických fází, translokace asimilátů)
- Schopné do jisté míry předpovídat (např. výnos, množství biomasy)

Příklad systému

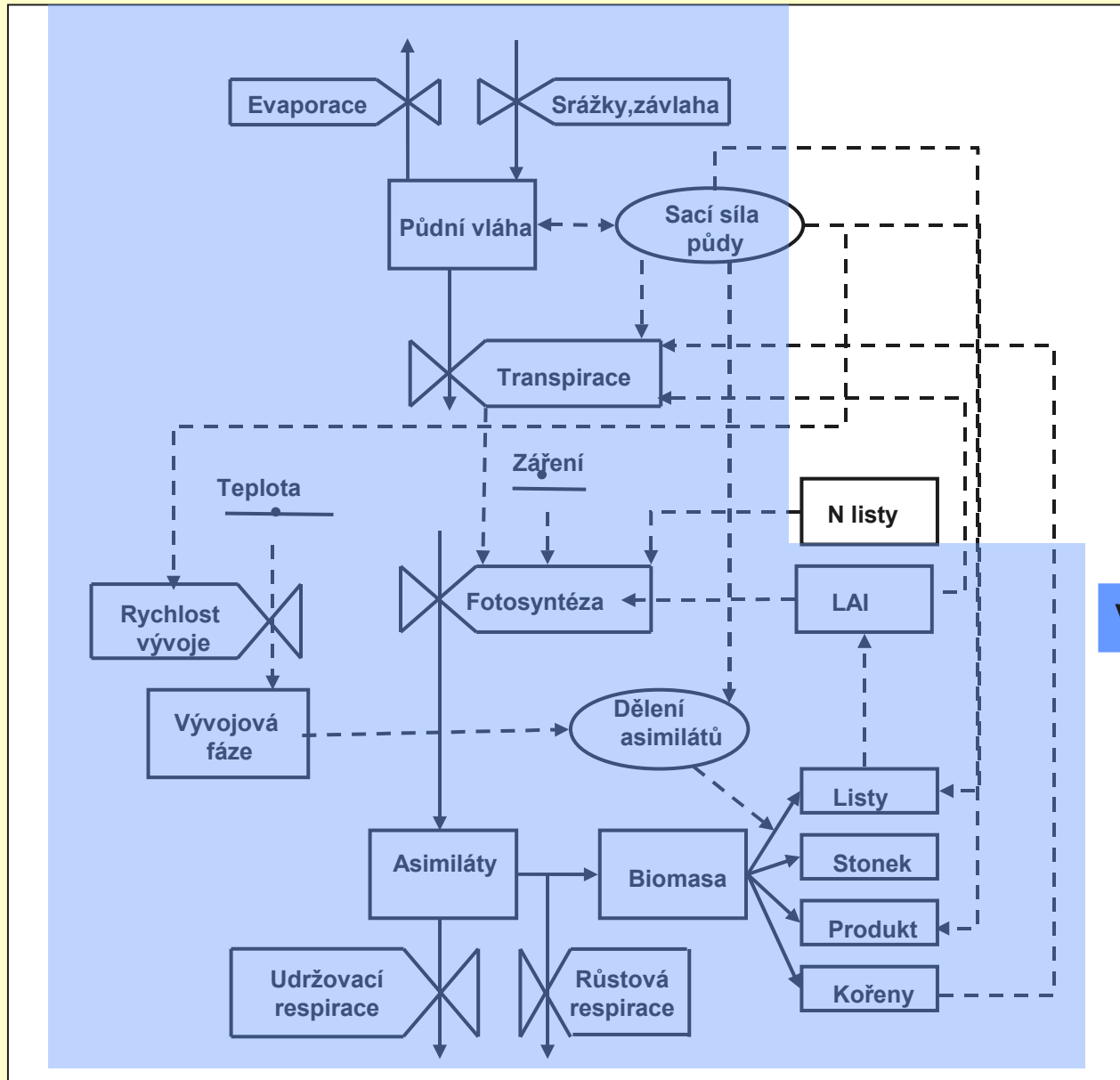


Produkční úrovně

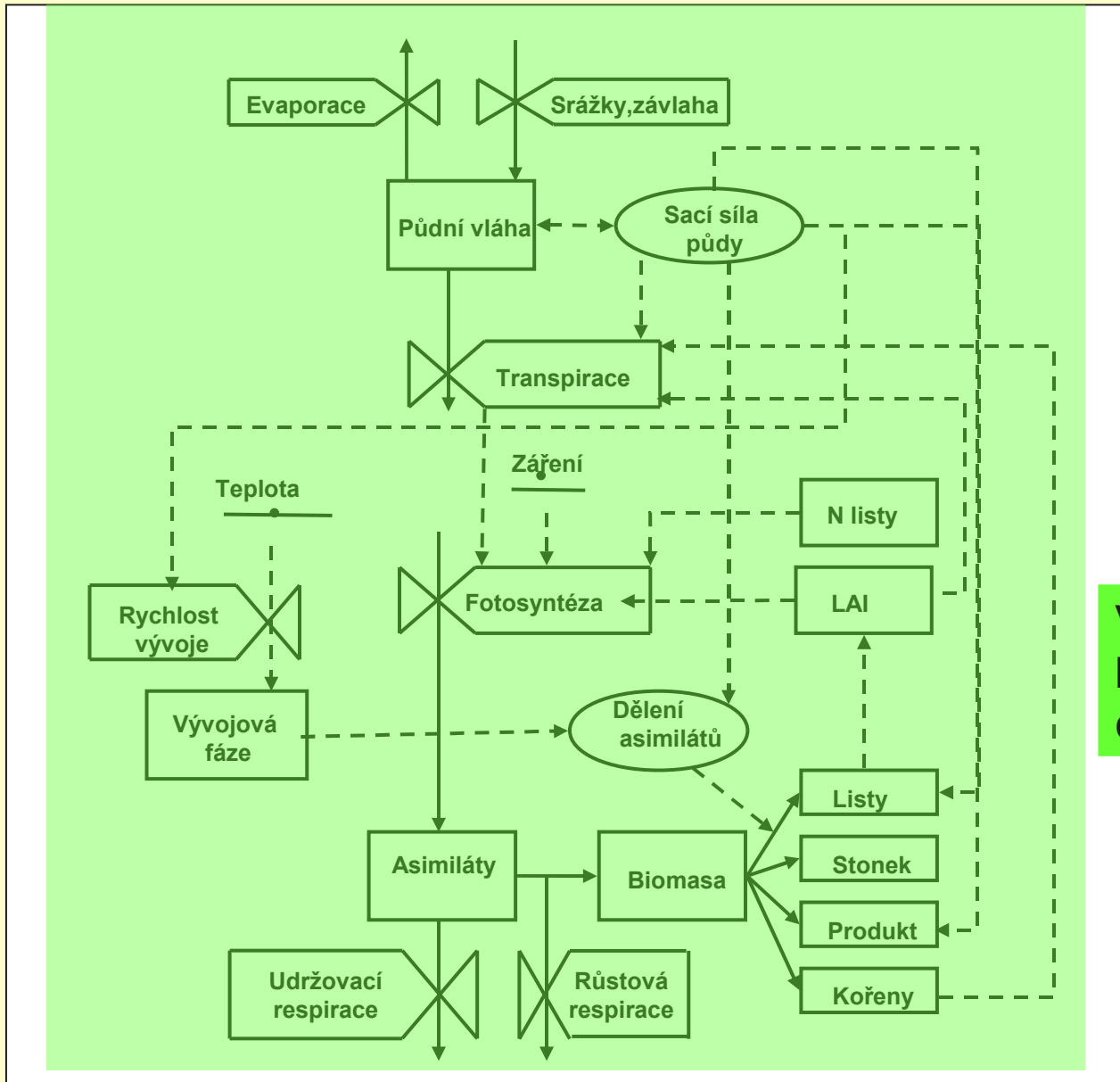


Potenciální výnos!

Produkční úrovně

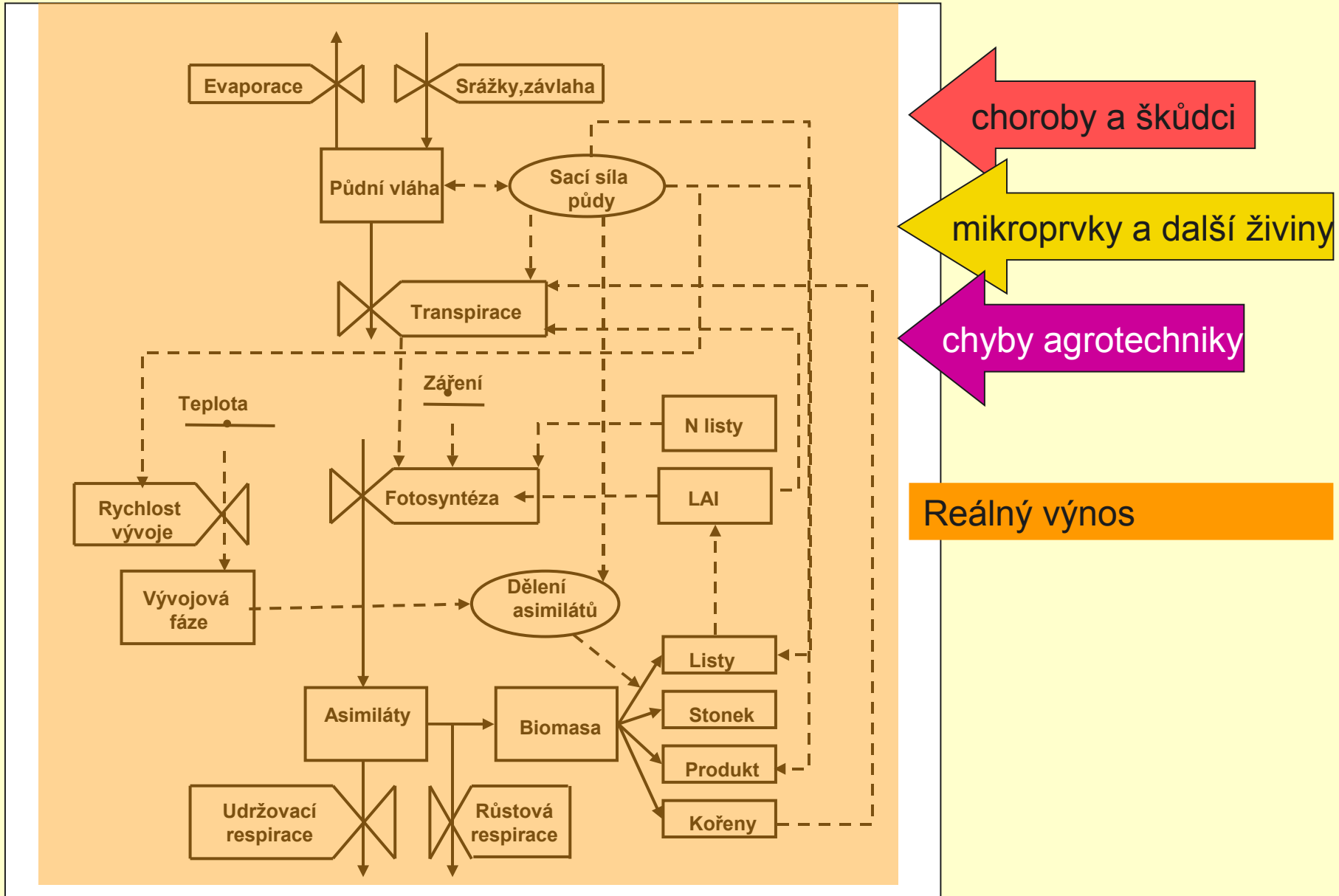


Produkční úrovně



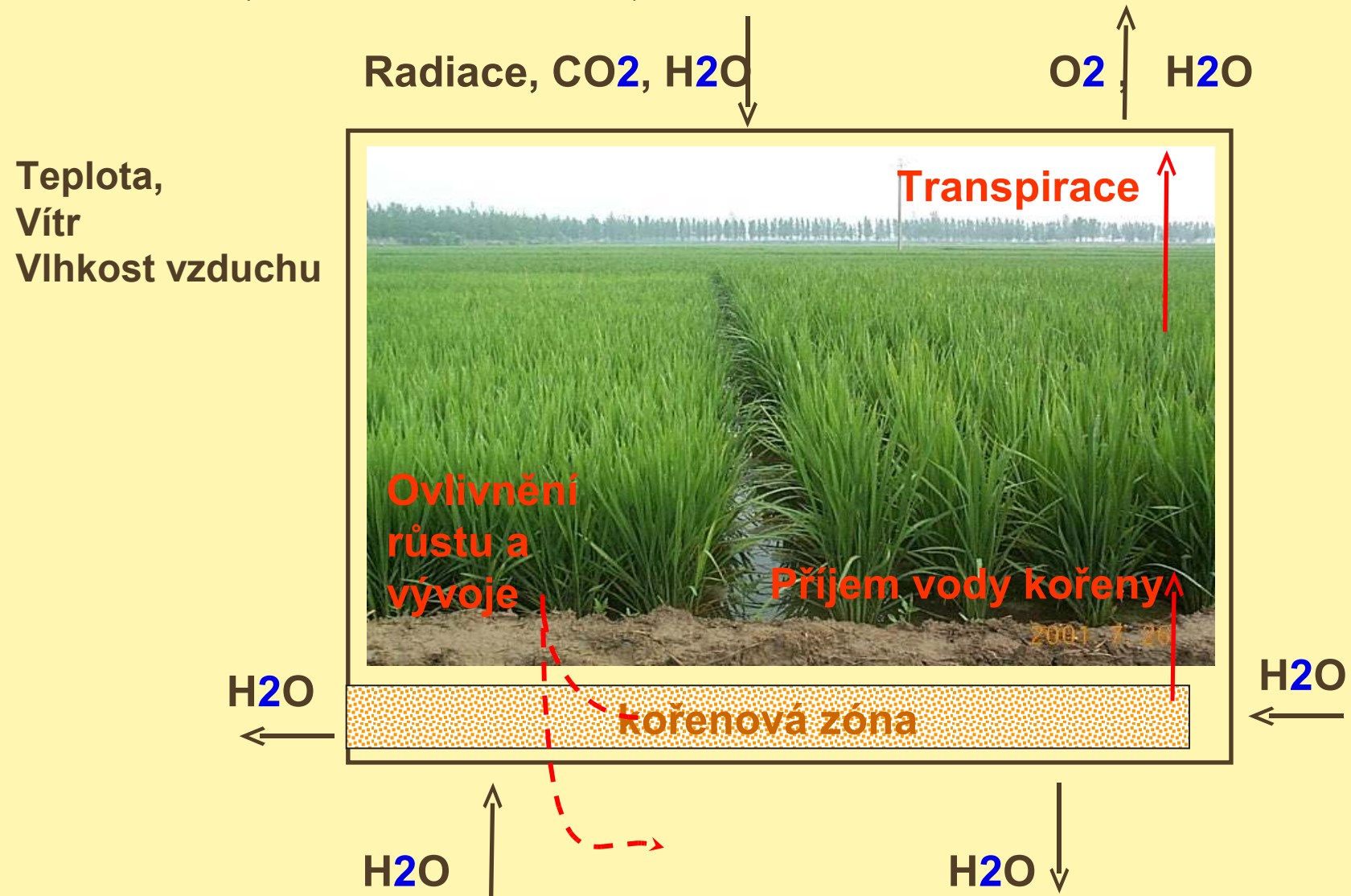
Vodou a živinami limitovaný výnos = **dosažitelný výnos**

Produkční úrovně



Systemový přístup

- Zemědělská krajina i jednotlivý pozemek - je příkladem komplexního řízeného systému ...





Vývoj růstových modelů

- První vize v 60. letech
- Dnes stovky modelů
 - Např. CERES, WOFOST, STICs, CROPSYST, SWAP, DAISY, APSIM, GRAM



Růstové (simulační) modely

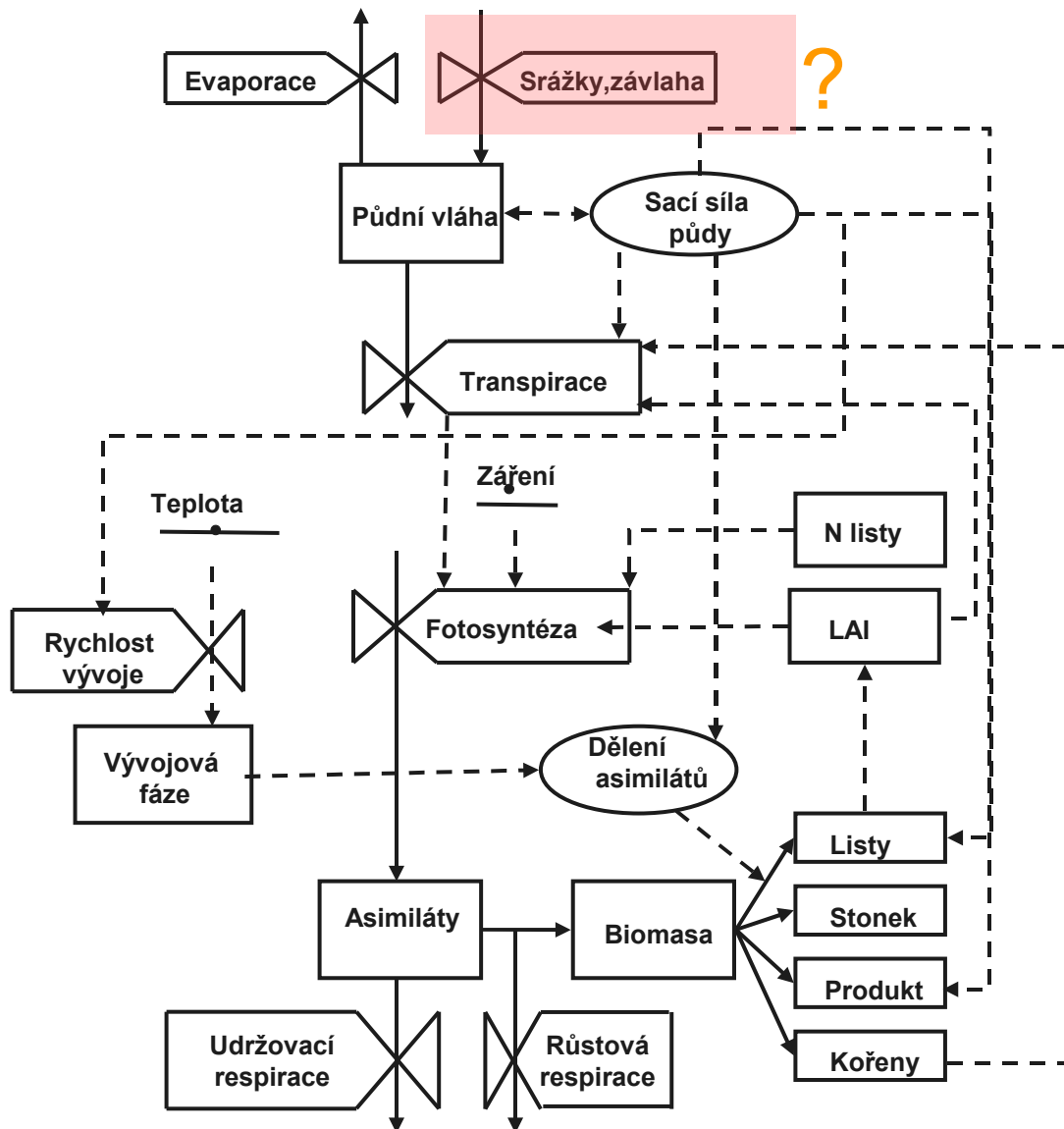
- Prosté regresní modely
- Minimalistické modely
- Dynamické růstové modely



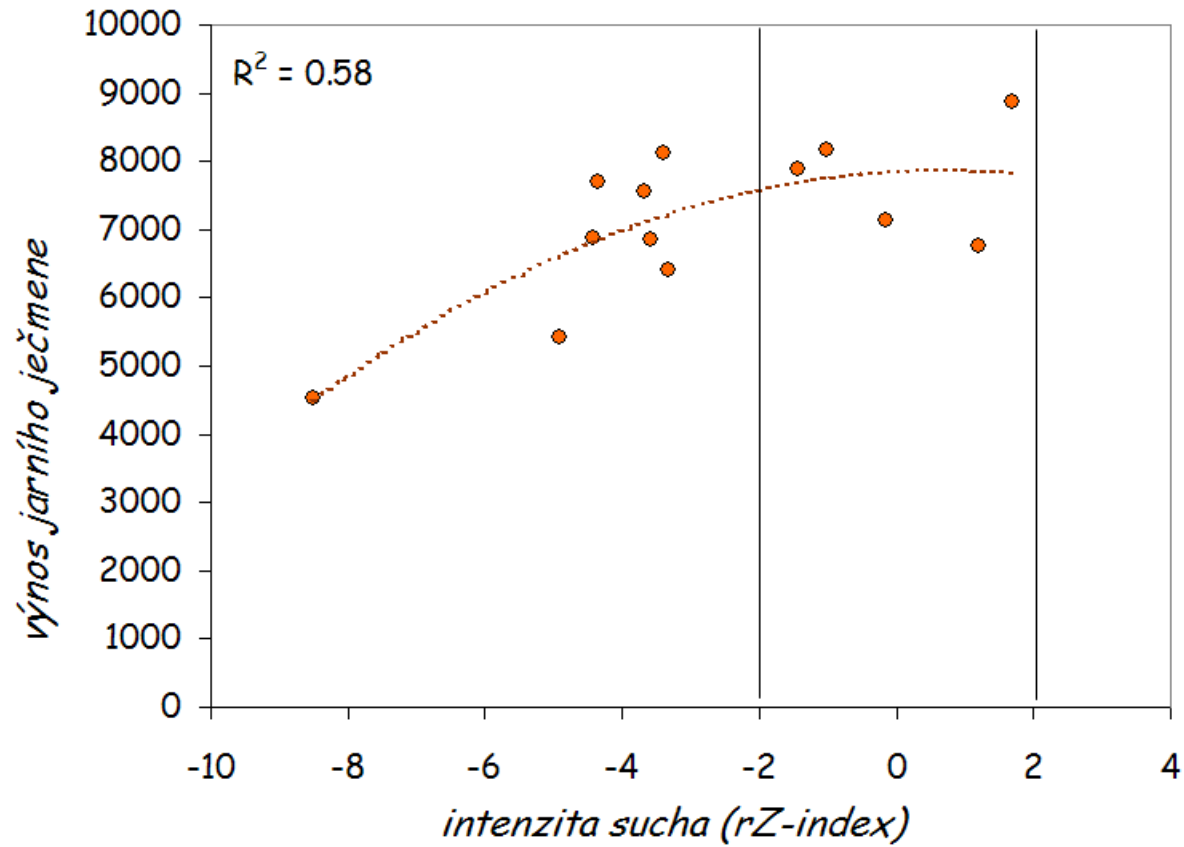
Prosté regresní modely

- První krok při zkoumání systému
- Hledání nejvýznamnějších proměnných (např. srážky, globální radiace, dusík...)
- Umožňují identifikovat nejvíce limitující faktory a odhadnout jejich optimální hladinu
- Nenáročné na vstupní data a výpočetní techniku
- Nezohledňují vazby mezi jednotlivými parametry
- Obtížně zobecnitelné nad úroveň lokality
- NEJSOU skutečným modelem systému!

Hledání dominantní veličiny

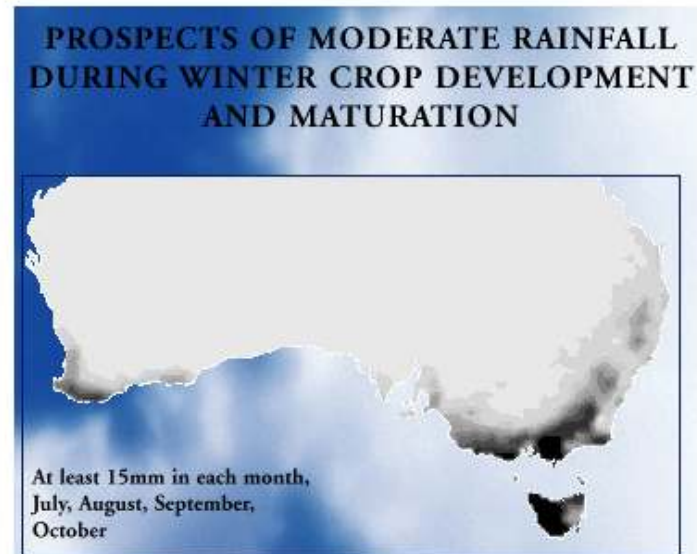
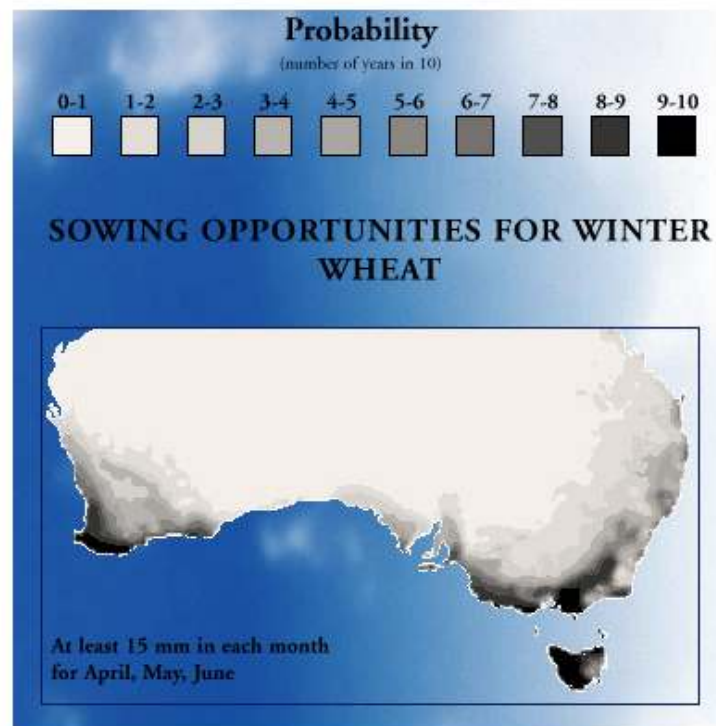


Modely sdružující více proměnných

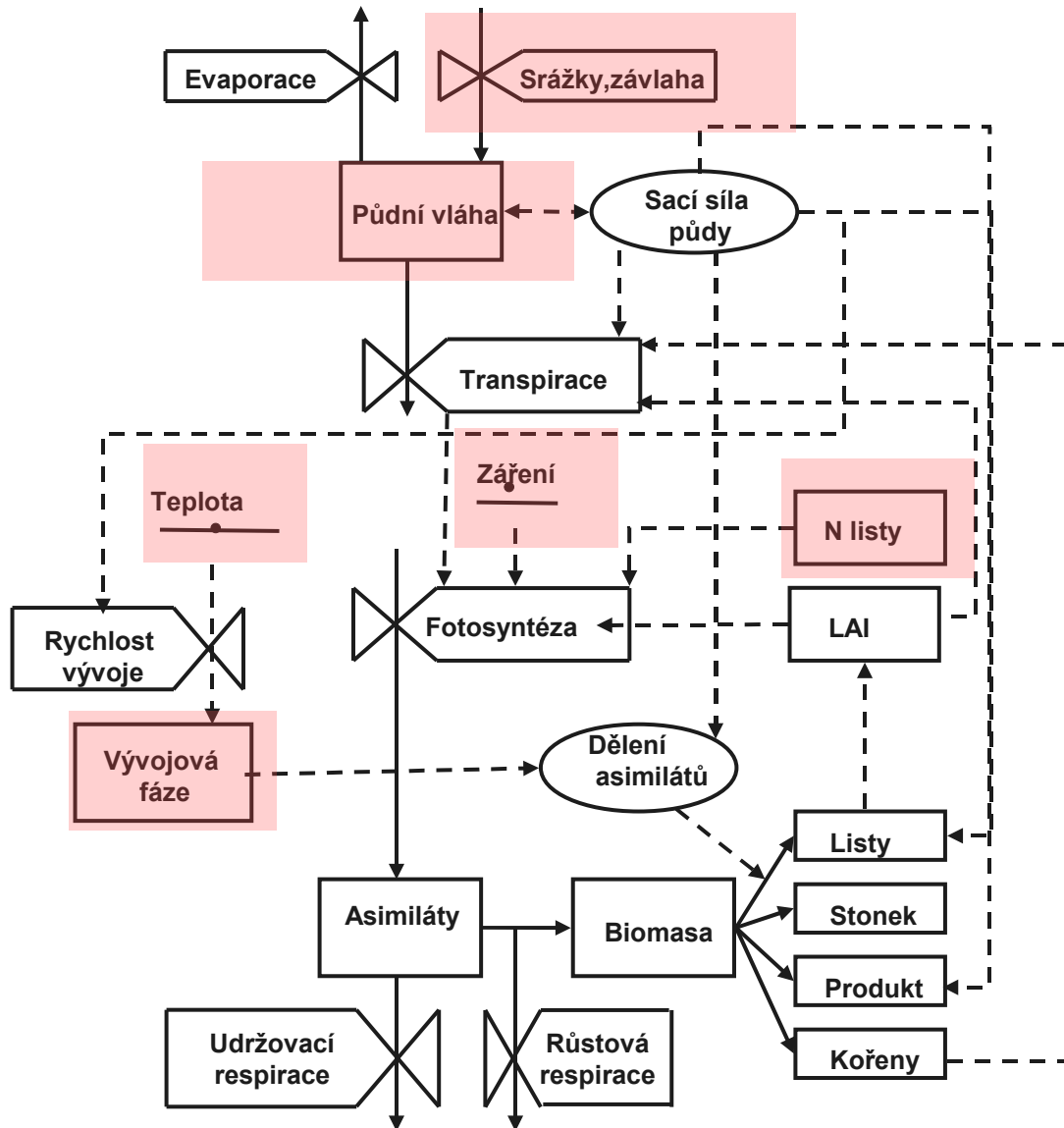


Zákon minima v praxi

- např. „Rainfall Reliability Wizard“ - CSIRO - Austrálie
- Omezeno na stanovení pravděpodobnosti výskytu základních klimatických podmínek



Hledání klíčových vazeb - minimalistické modely





Minimalistické modely

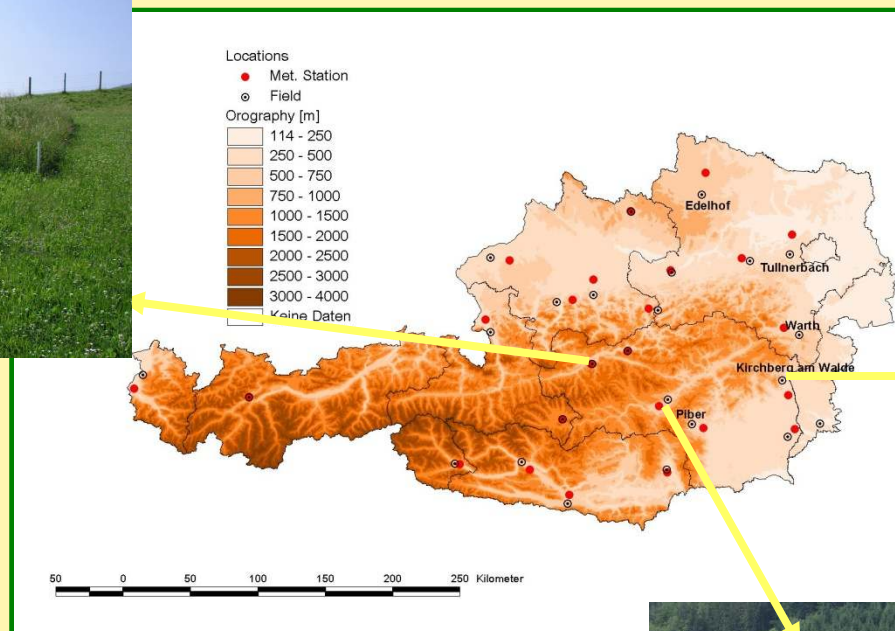
- Umožňují sestavit empirický model věrně popisující chování systému v určitém rozsahu vnějších podmínek.
- Kombinují nejvýznamnější proměnné (např. srážky, globální radiace, dusík...)
- Umožňují identifikovat a integrovat všechny významné limitující faktory a odhadnout jejich optimální hladinu
- Náročnější na vstupní data a statistický software
- Pouze částečně zobecnitelné nad úroveň lokality kde byly kalibrovány.
- Jsou spíše popisem systému než skutečným modelem!

- Případová studie - Rakousko





Minimalistické modely

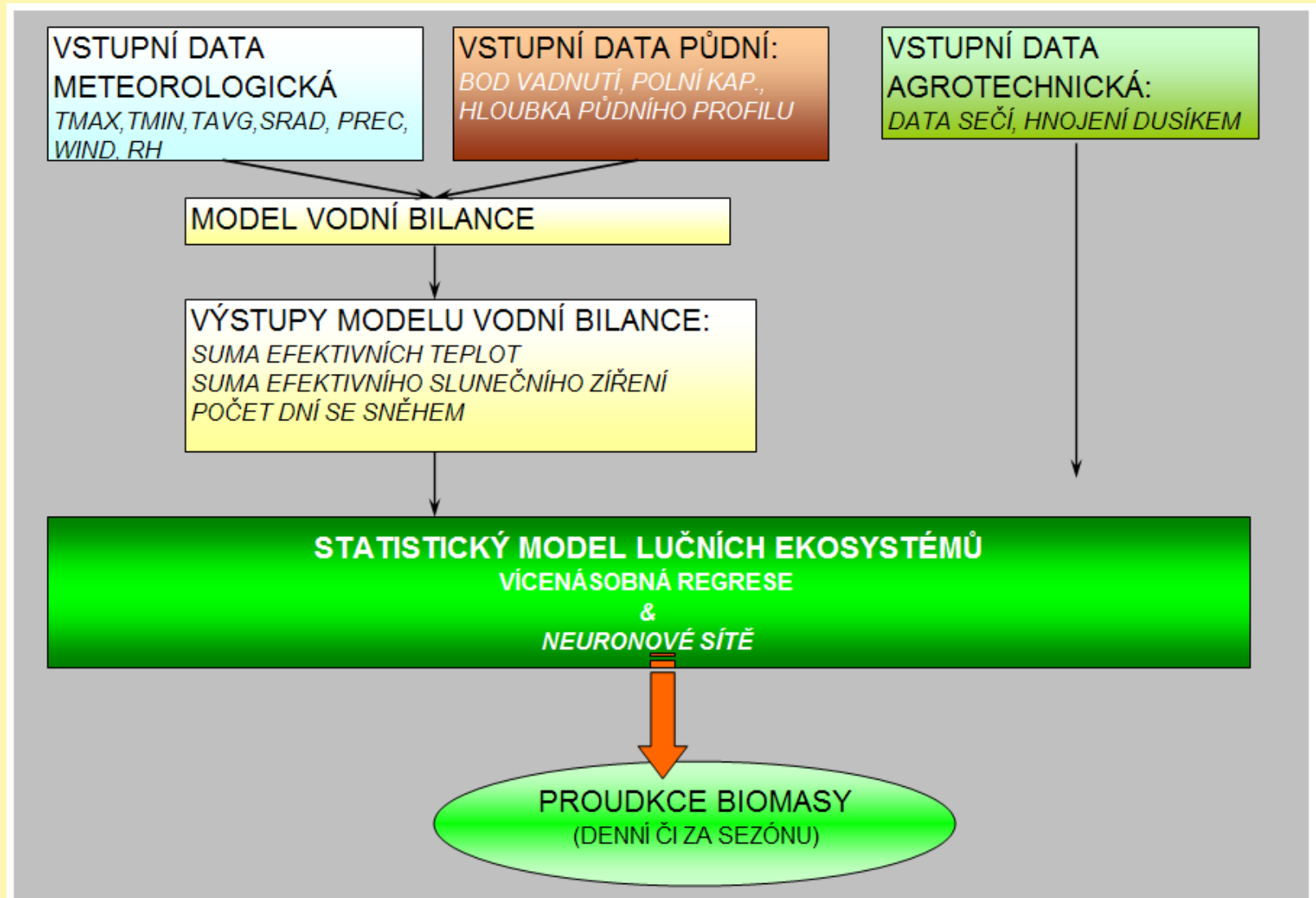


Zadání:

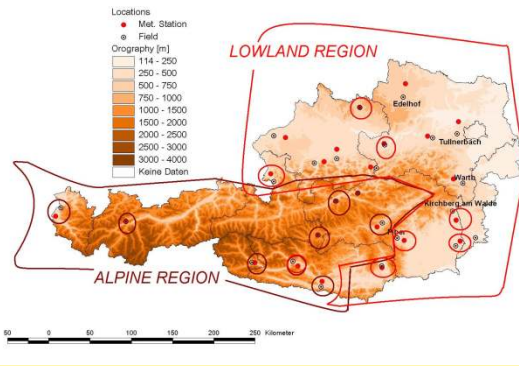
- Sestavit model pro monitoring výnosu luk a pastvin pro území Rakouska
- Aplikovatelný v GIS
- Během 24 měsíců



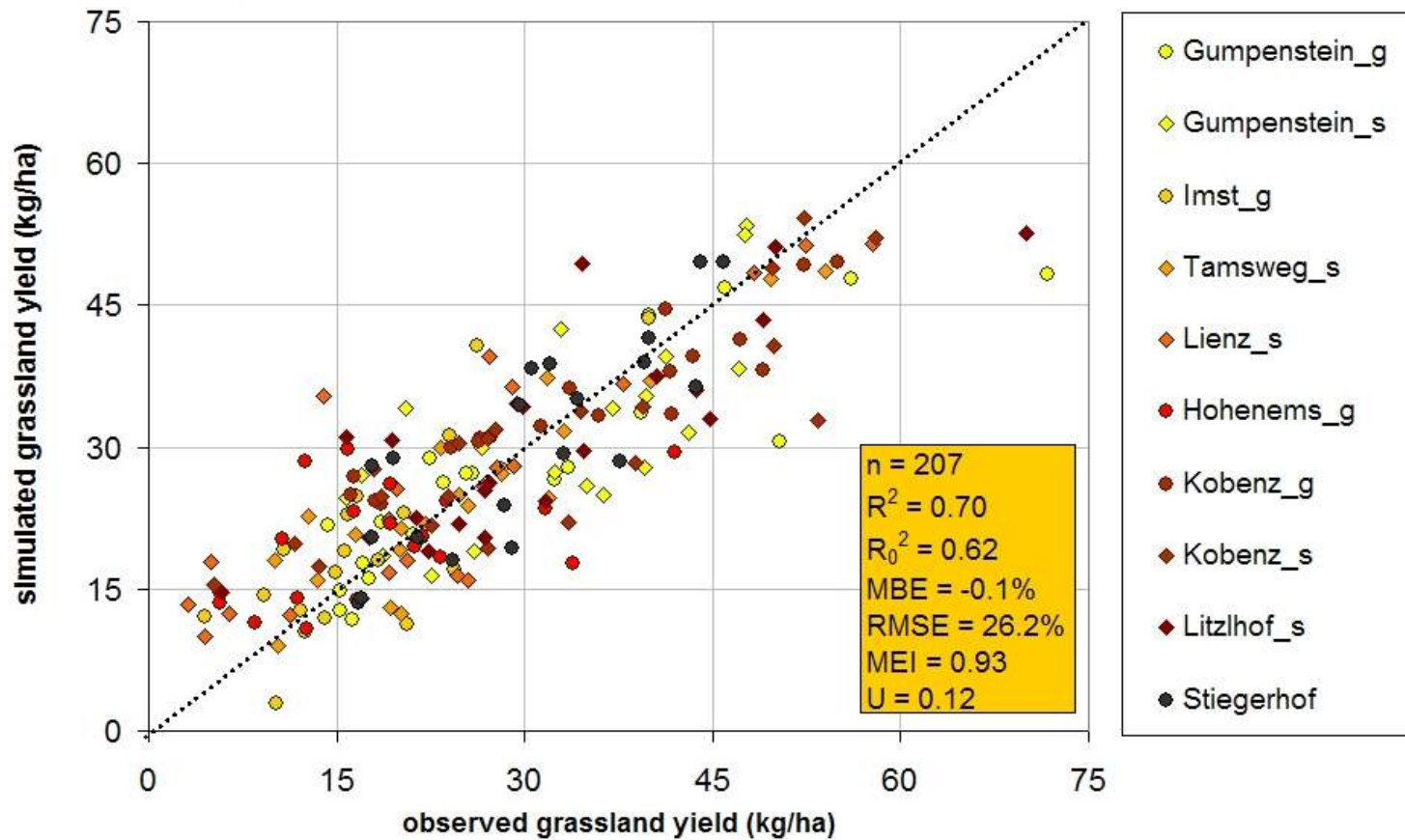
Minimalistické modely



Minimalistické modely- kalibrace - na 15 lokalitách



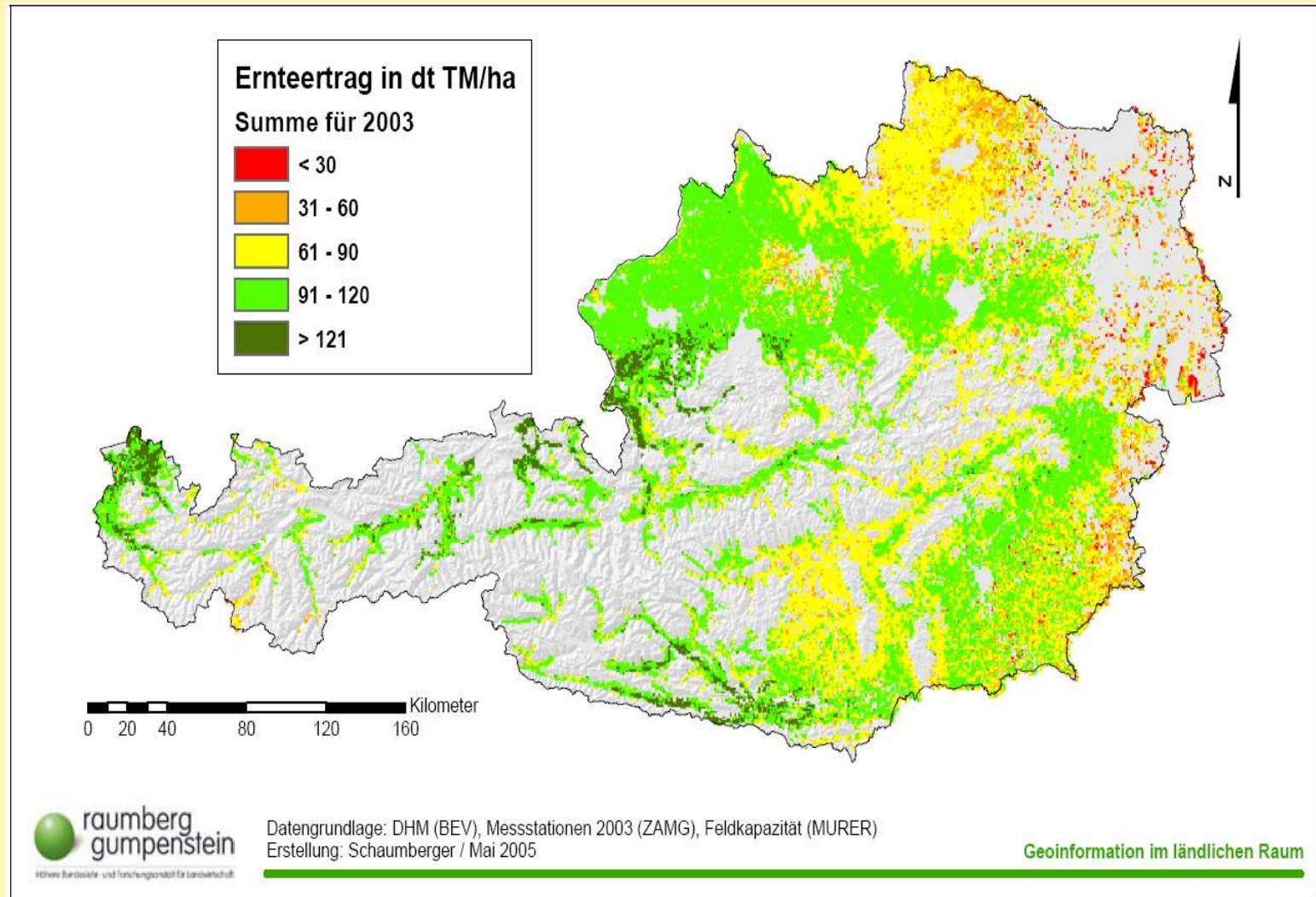
Alpine Region CALIBRATION (*minimum inputs*)





Prostorová analýza

- Odhad výnosů pro území Rakouska v extrémně suchém roce 2003





Minimalistické modely

- Dobře popisují systém ALE pouze v případě že se pohybuje v rozmezí podmínek pro něž byl kalibrován.
- Omezená „vysvětlující“ schopnost
- Přes všechna omezení a necnosti se často jedná o jedinou schůdnou variantu z důvodu:
 - času
 - dostupnosti dat
 - finančním prostředkům
 - přáním zadavatele....



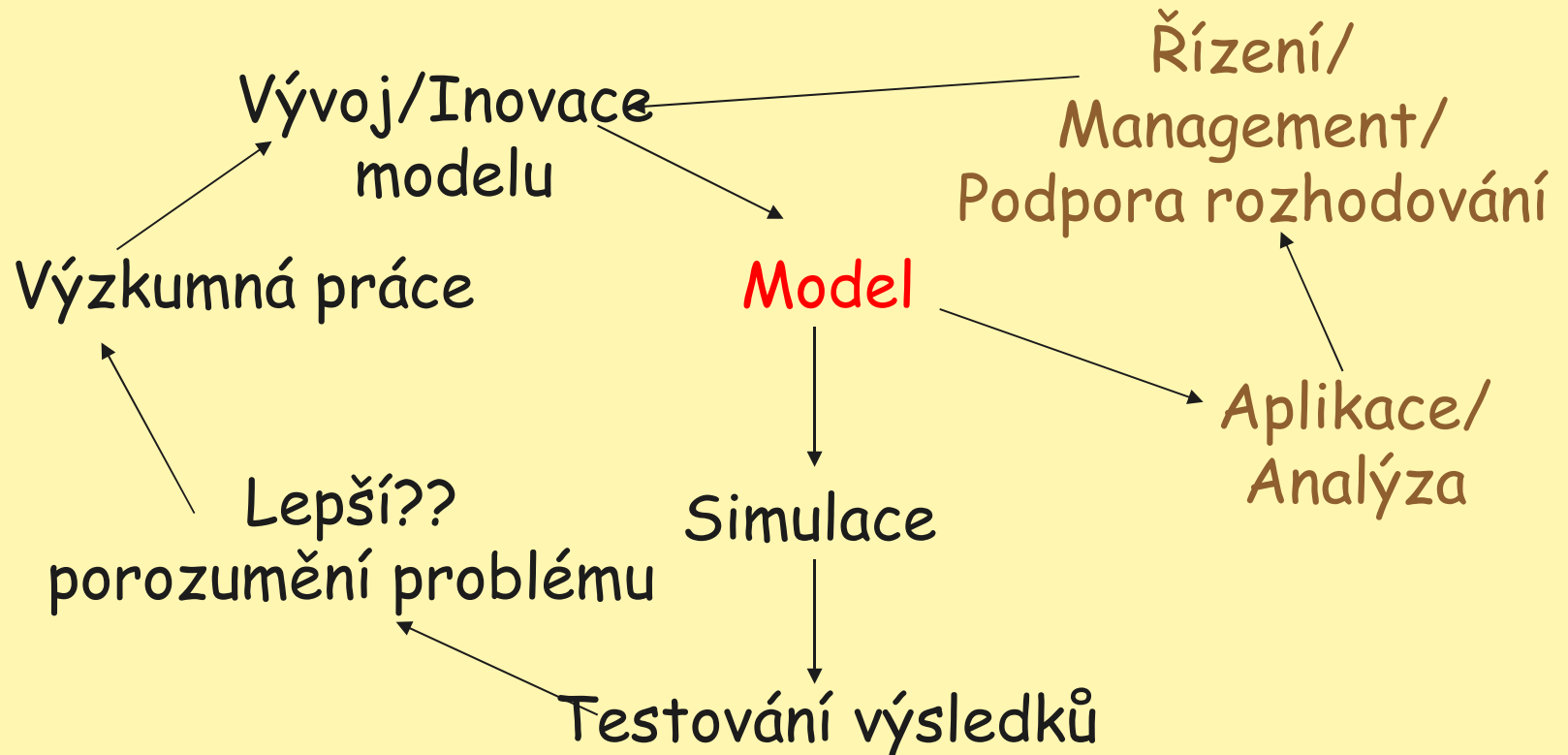
Dynamické růstové modely

- Snaží se postihnout klíčové složky systému Rostlina-Půda-Atmosféra
- Popis vazeb mezi jednotlivými součástmi systému koresponduje s realitou - jde o funkční nikoliv empirické propojení.
- Simulují procesy odehrávající se v modelovaném systému v časové posloupnosti tak jak se odehrávají v realitě.
- Umožňují správně odpovědět na otázky typu CO se stane KDYŽ....?
- V zásadě přenositelné mezi lokalitami bez nutnosti zdlouhavé kalibrace a evaluace...
- Mimořádně náročné na vstupní data - často problematická kalibrace a evaluace.
- Komplexnost systému vede k „nepohodlné“ obsluze...často pouze autor modelu ví jak s ním pracovat.....

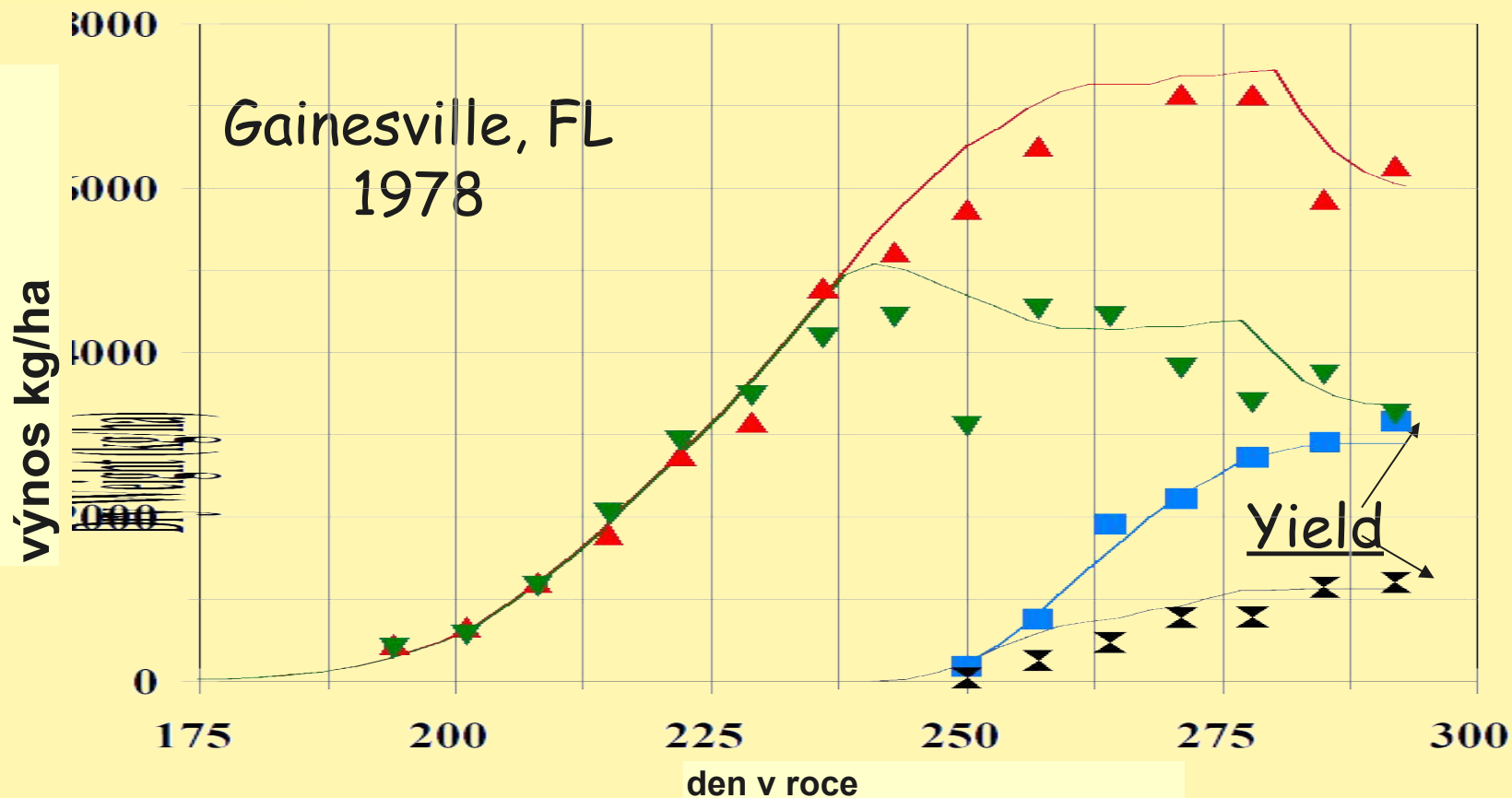
Systemový přístup

Výzkum

Řešení praktických problémů

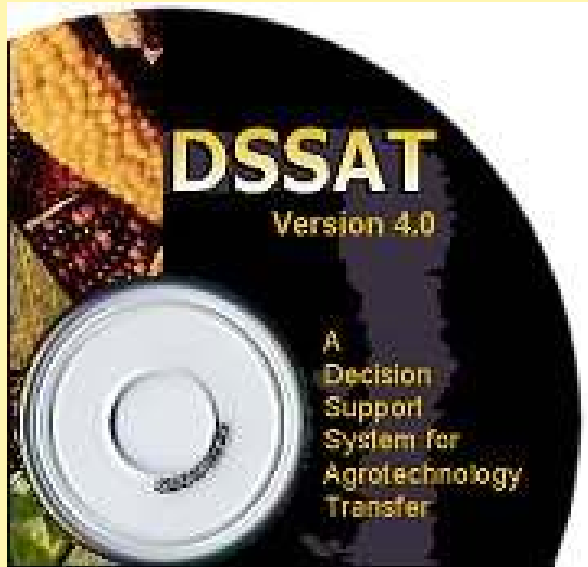


Modelová vs. experimentální produkce sójy - USA - Florida



- výnos - závlaha
- ▲ Biomasa-závlaha
- ▼ Biomasa-bez závlahy
- ✕ výnos - bez závlahy

Modely řady CERES



= prostředí sdružující

DATABÁZE, MODEL Y a ANALÝZY

DATABÁZE:


- Počasí
- Půda
- Plodina
- Agrotechnika

Modely řady CERES

XBuild

File Environment Management Treatments Simulation Options Help

Planting-C:\DSSAT4\SOYBEAN\UFGA7801.SBX(Experimental)

 **Planting**

Level	Description
1	

Add Delete

Sowing Transplant

Level 1

Year

- 1958
- 1959
- 1960
- 1961
- 1962
- 1964
- 1965
- 1966
- 1967
- 1968
- 1969
- 1970
- 1971
- 1976
- 1978
- 1979

Planting Date (mm/dd/year) 06/15/1978

Emergence Date (mm/dd/year)

Planting Method Dry seed

Planting Distribution Rows

Row Spacing, cm 91

Plant Population at Seeding, plants m-2 29.9

Row Direction, degrees from North 0

Plant Population at emergence, plants m-2 29.9

Planting Depth, cm 4

Cancel OK

Modely řady CERES

Ukázka formátu vstupních dat

UHOS8100.WTH - Poznámkový blok

Soubor Úpravy Formát Z

```
*WEATHER DATA : Uh
@ INSI      LAT
UHOS      49.790
@DATE      SRAD      TMAX
81001
81002
81003
81004      85 9 0
81005      95 10 0
81006      105 11 0
81007
81008 *ZAB0000003 S
81009 @SITE C
81010 zabc
81011 @ SCOM      SALB
      BN      0.13
81012 @ SLB      SLMH
81013      5 1 0
81014      15 2 0
81015      25 3 0
81016      35 4 0
81017      45 5 0
81018      55 6 0
81019      65 7 0
81020      75 8 0
81021      85 9 0
81022      95 10 0
81023      105 11 0
81024      0.1 -1.2
81025      2.0 -0.8
81026      2.1 -2.2
81027      5.4 0.7
81028      6.8 -1.8
81029      3.8 -2.0
81030      5.8 -2.2
81031      4.5 -1.4
81032      2.5 1.0
81033      7.1 3.5
81034      7.0 4.4
```

ZATE9611.BAX - Poznámkový blok

Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápověda

```
*PLANTING DETAILS
@P PDATE EDATE PPOP PPOE PLME PLDS PLRS PLRD PLDP PLWT PAGE PENV PLPH SPRL
1 96101 96113 350 267 S R 12 0 3 -99 -99 -99 -99 -99

*FERTILIZERS (INORGANIC)
@F FDATE FMCD FACD FDEP FAMN FAMP FAMK FAMC FAMO FOCD FERNAME
1 96101 FE011 AP002 4 50 0 0 0 0 -99 -99

*RESIDUES AND ORGANIC FERTILIZER
@R RDATE RCOD RAMT RESN RESP RESK RINP RDEP RMET RENAME
1 95229 -99 -99 -99 -99 -99 -99 -99 -99 -99

*TILLAGE AND ROTATIONS
@T TDATE TIMPL TDEP TNAME
1 95228 TI006 28 -99

*ENVIRONMENT MODIFICATIONS
@E ODATE EDAY ERAD EMAX EMIN ERAIN ECO2 EDEW EWIND ENVNAME
1 95229 A 0 A 0 A 0 A 0 A 0,0 R 350 A 0 A 0

*HARVEST DETAILS
@H HDATE HSTG HCOM HSIZE HPC HBPC HNAME
1 96220 G5000 -99 -99 100 -99 BARLEY

*SIMULATION CONTROLS
@N GENERAL NYERS NREPS START SDATE RSEED SNAME.....
1 GE 1 1 S 95228 2150 ZATEC
@N OPTIONS WATER NITRO SYMBI PHOSP POTAS DISES CHEM TILL
1 OP Y Y Y Y N N N
@N METHODS WTHR INCON LIGHT EVAPO INFIL PHOTO HYDRO NSWIT MESOM
1 ME M M E R S C R 1 G
@N MANAGEMENT PLANT IRRIG FERTI RESID HARVS
1 MA R N R N M
@N OUTPUTS FNAME OVVEW SUMRY FROPT GROUT CAOUT WAOUT NIOUT MIOUT DIOUT LONG CHOUT OPOUT
1 OU Y N Y 1 Y Y Y Y N N Y N N
```


Modely řady CERES

Ukázka formátu výstupních dat

SoilWat.OUT - Poznámkový blok

Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápověda

*SOIL WATER DAILY OUTPUT FILE

*DSSAT Cropping system Model ver. 4.0.1.000

Aug 25, 2006; 15:21:25

*RUN 1 : NO 60 90 120
 MODEL : WHCER040 - Barley
 EXPERIMENT : LEDN8415 BA CZECH MODEL EVALUATION
 TREATMENT 1 : NO 60 90 120

@YEAR	DOY	DAS	SWXD	ROFC	DRNC	PREC	IR#C	IRRC	DTWT	Sw1D	Sw2D	Sw3D	Sw4D	Sw5D	Sw6D	SW
1983	327	0	208	0	0	0	0	0	200	0.256	0.260	0.260	0.270	0.270	0.262	0.2
1983	328	1	207	0	0	0	0	0	200	0.245	0.260	0.260	0.270	0.270	0.262	0.2
1983	329	2	207	0	0	3	0	0	200	0.245	0.259	0.260	0.270	0.270	0.262	0.2
1983	330	3	214	0	0	7	0	0	200	0.360	0.265	0.260	0.270	0.270	0.262	0.2
1983	331	4	218	0	0	11	0	0	200	0.386	0.268	0.260	0.270	0.270	0.262	0.2

Summary.OUT - Poznámkový blok

Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápověda

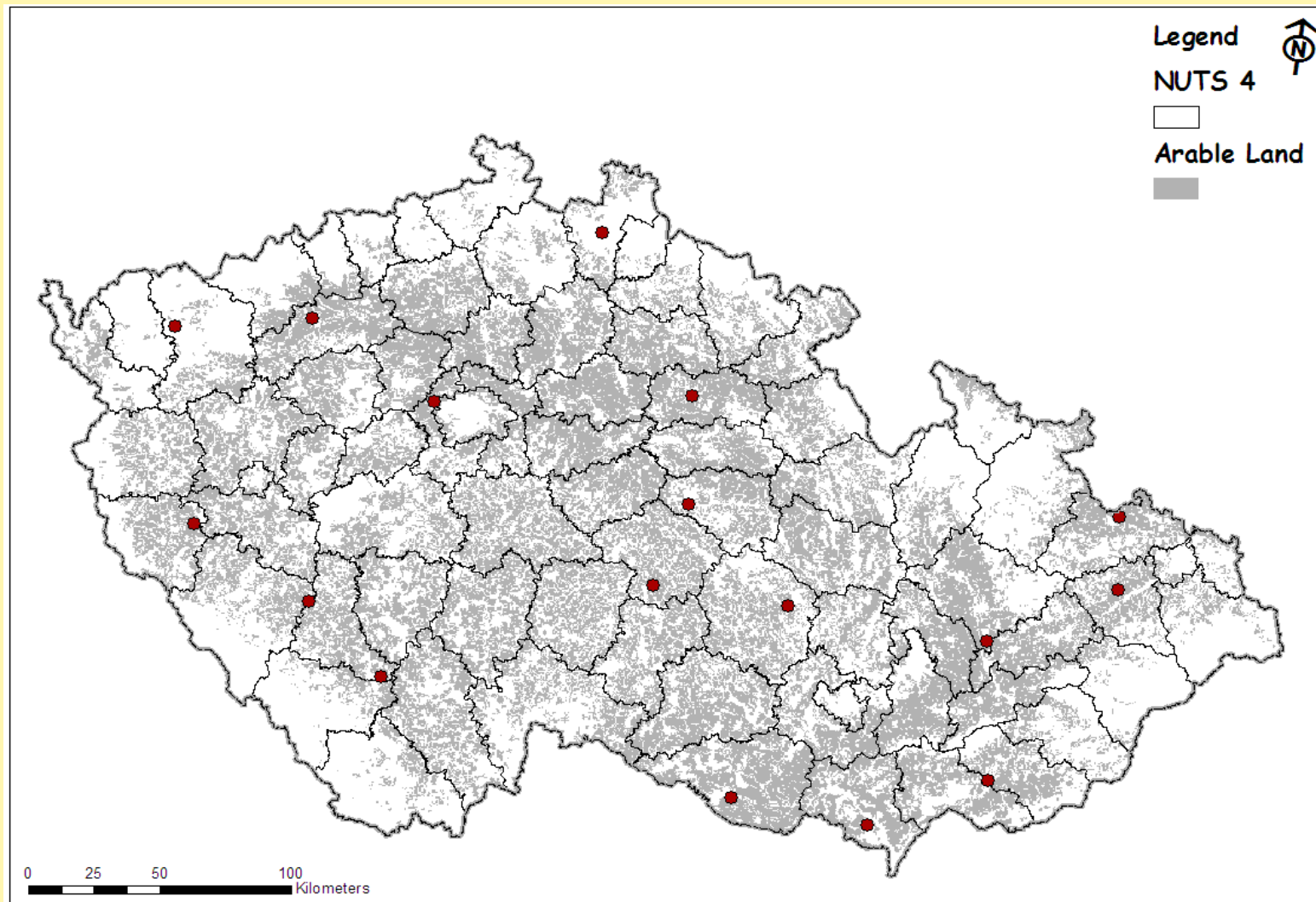
*SUMMARY : LEDN8415BA CZECH MODEL EVALUATION

DSSAT Cropping system Model ver. 4.0.1.000

!IDENTIFIERS.....										DATES.....					DRY WEIGHTS.....				
@	RUNNO	TRNO	R#	O#	C#	CR	TNAM	FNAM	SDAT	PDAT	ADAT	MDAT	HDAT	DWAP	CWAM	HWAM	HWAH	BWAH	
1	1	0	0	0	0	BA	NO 60 90 120	LEDN0001	1983327	1984081	1984163	1984207	1984207	114	12572	7435	7435	51376	
2	1	0	0	0	0	BA	NO 60 90 120	LEDN0001	1984320	1985093	1985163	1985206	1985206	114	14651	7048	7048	76029	
3	1	0	0	0	0	BA	NO 60 90 120	LEDN0001	1985320	1986093	1986160	1986199	1986199	114	13203	7426	7426	57763	
4	1	0	0	0	0	BA	NO 60 90 120	LEDN0001	1986313	1987100	1987172	1987209	1987209	114	13969	6853	6853	71160	
5	1	0	0	0	0	BA	NO 60 90 120	LEDN0001	1987313	1988091	1988162	1988203	1988203	128	11460	6938	6938	45223	
6	1	0	0	0	0	BA	NO 60 90 120	LEDN0001	1989313	1990067	1990150	1990192	1990192	114	9112	6157	6157	29543	
7	1	0	0	0	0	BA	NO 60 90 120	LEDN0001	1990313	1991087	1991169	1991206	1991206	114	9822	6730	6730	30920	
8	1	0	0	0	0	BA	NO 60 90 120	LEDN0001	1992313	1993095	1993158	1993199	1993199	114	8159	3790	3790	43698	
9	1	0	0	0	0	BA	NO 60 90 120	LEDN0001	1993313	1994096	1994165	1994200	1994200	114	11235	7677	7677	35588	
10	1	0	0	0	0	BA	NO 60 90 120	LEDN0001	1994313	1995072	1995158	1995196	1995196	114	13238	7324	7324	59141	
11	1	0	0	0	0	BA	NO 60 90 120	LEDN0001	1995285	1996101	1996163	1996206	1996206	114	12450	7088	7088	53616	
12	1	0	0	0	0	BA	NO 60 90 120	LEDN0001	1997313	1998070	1998154	1998193	1998193	114	11179	5644	5644	55352	



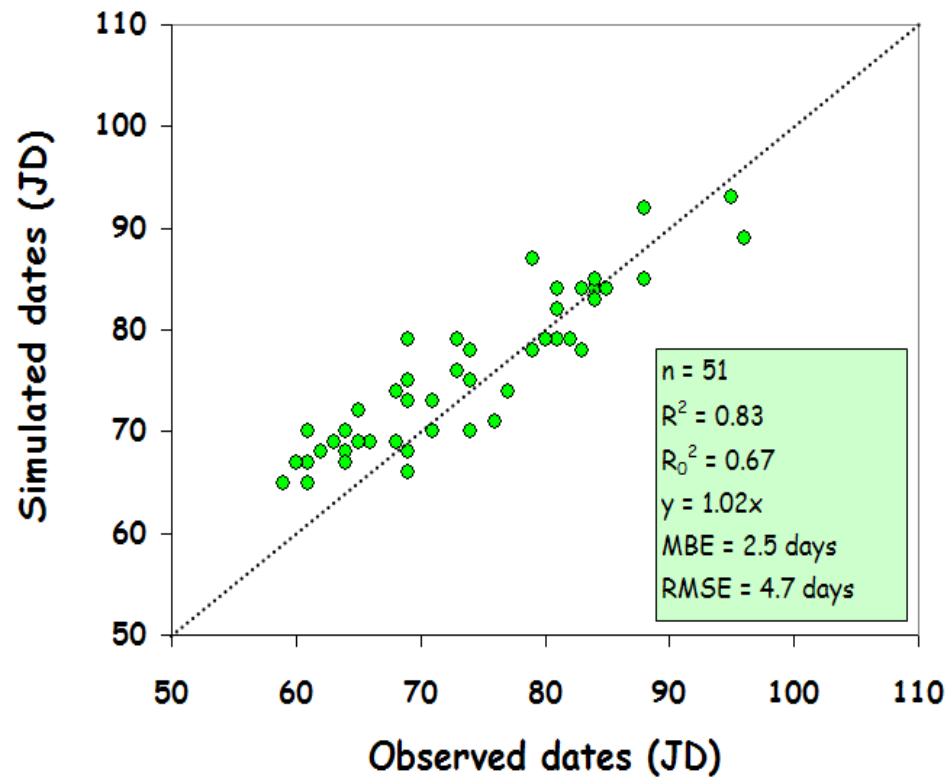
Validace růstových modelů v ČR - jarní ječmen



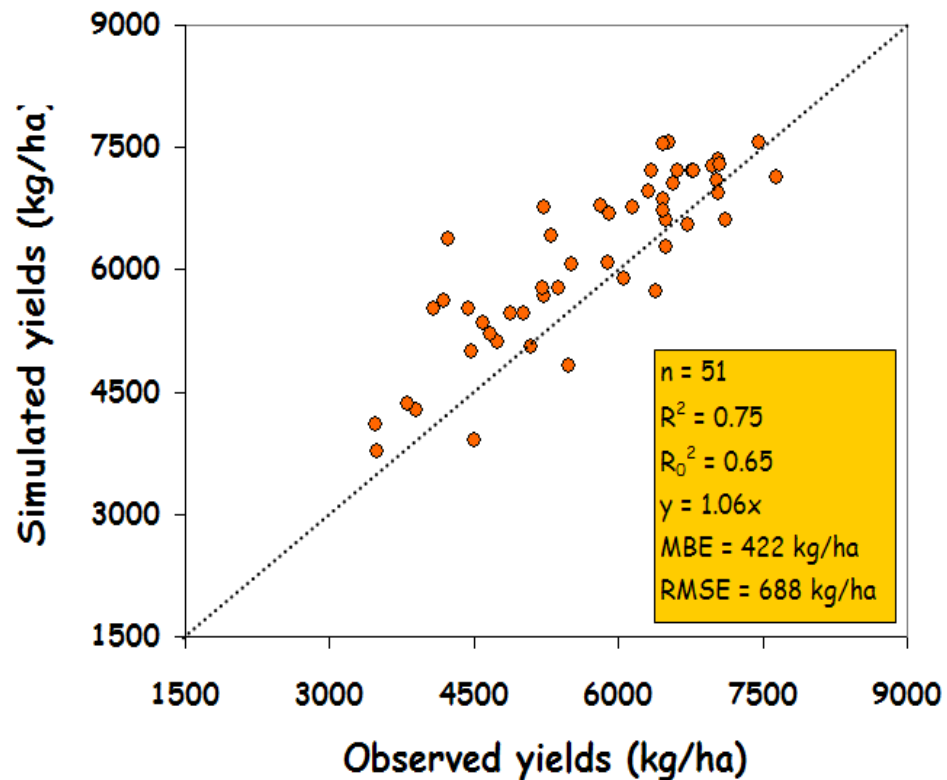


Validace růstových modelů v ČR - jarní ječmen

Calibration - ANTHESIS DATE

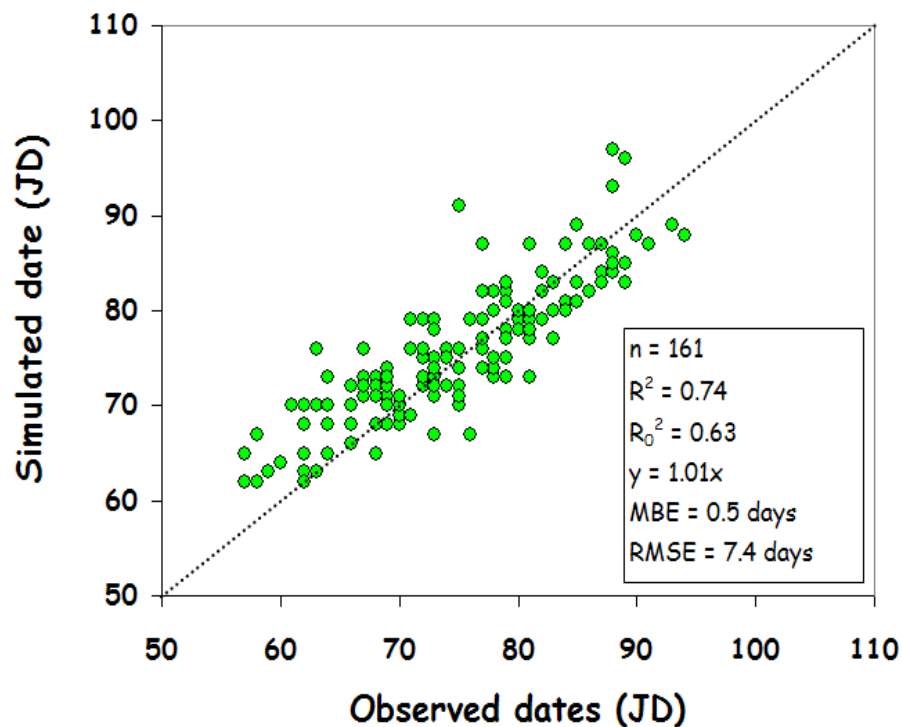


Calibration - GRAIN YIELD

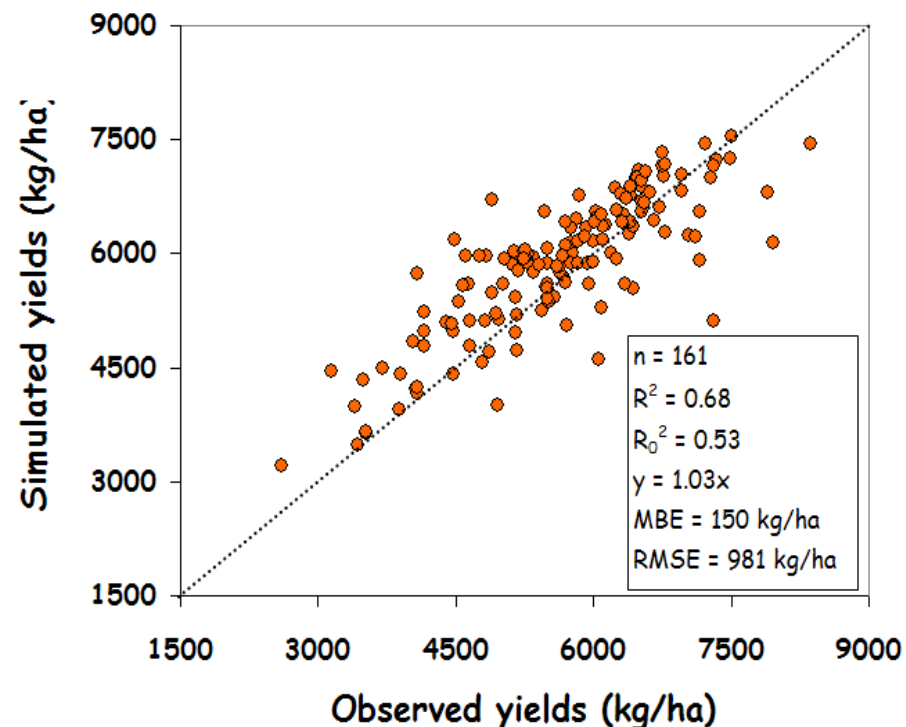


Validace růstových modelů v ČR - jarní ječmen

Verification - ANTHESIS DATE

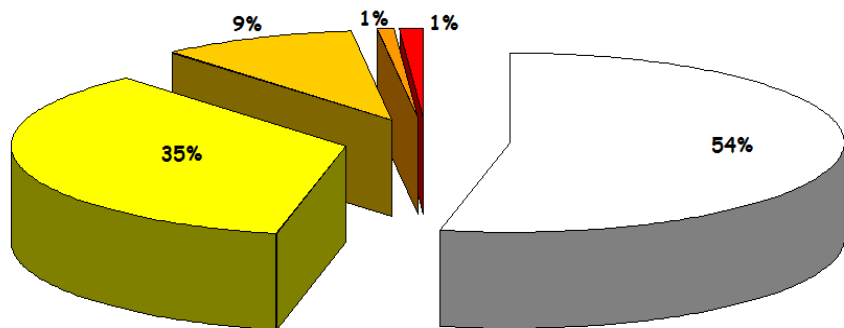


Verification - GRAIN YIELD

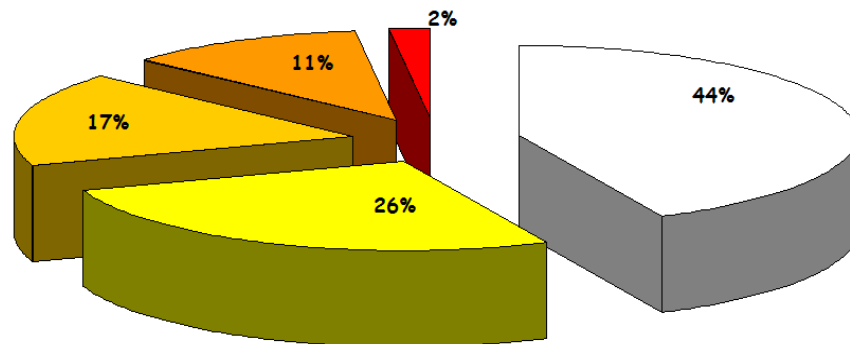


Validace růstových modelů v ČR - jarní ječmen

Deviation in the date of ANTHESIS

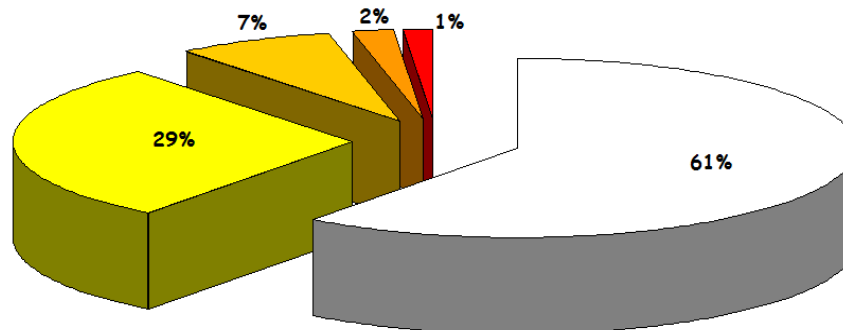


Deviation in the date of MATURITY



□ 0-3 days ■ 4-6 days ■ 7-9 days

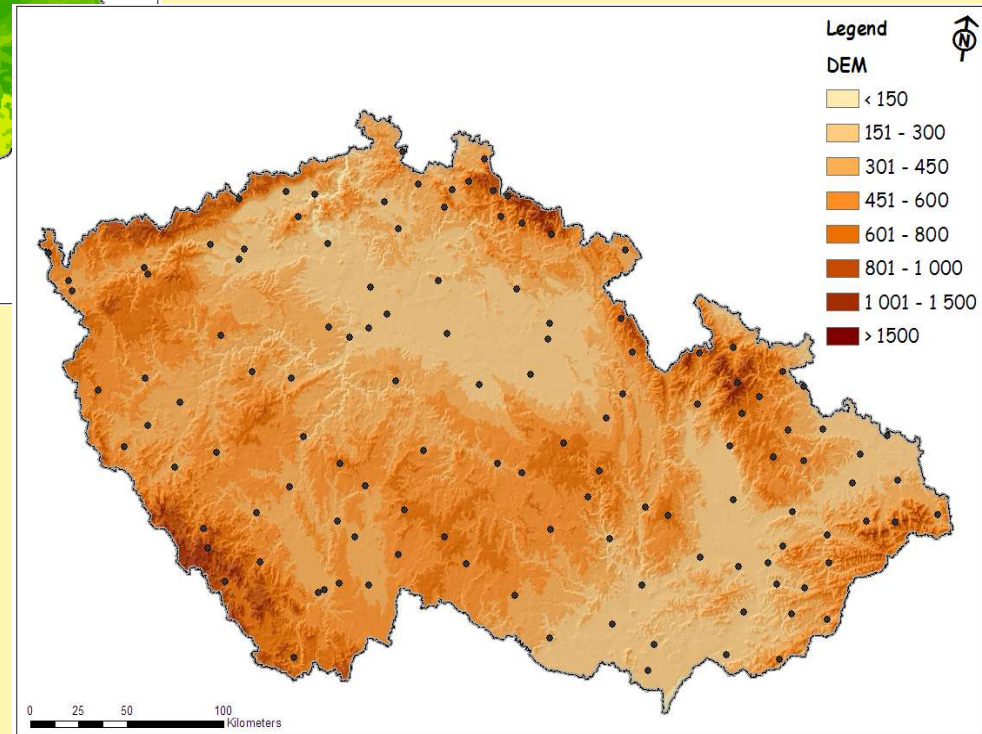
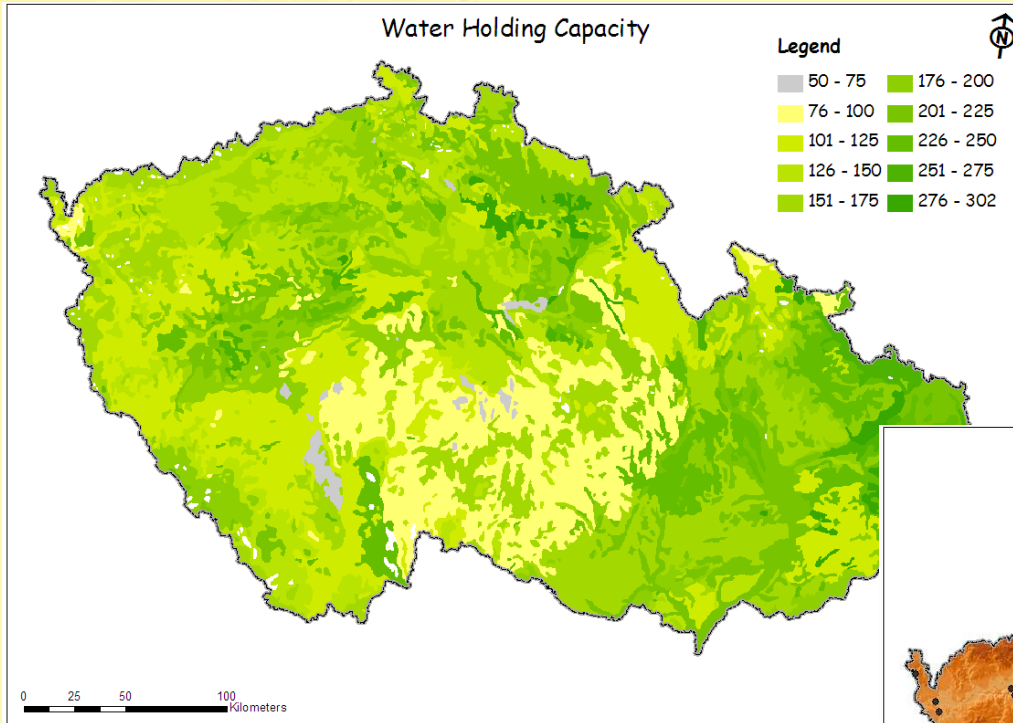
Deviation of the GRAIN YIELD



■ 10-12 days ■ > 13 days

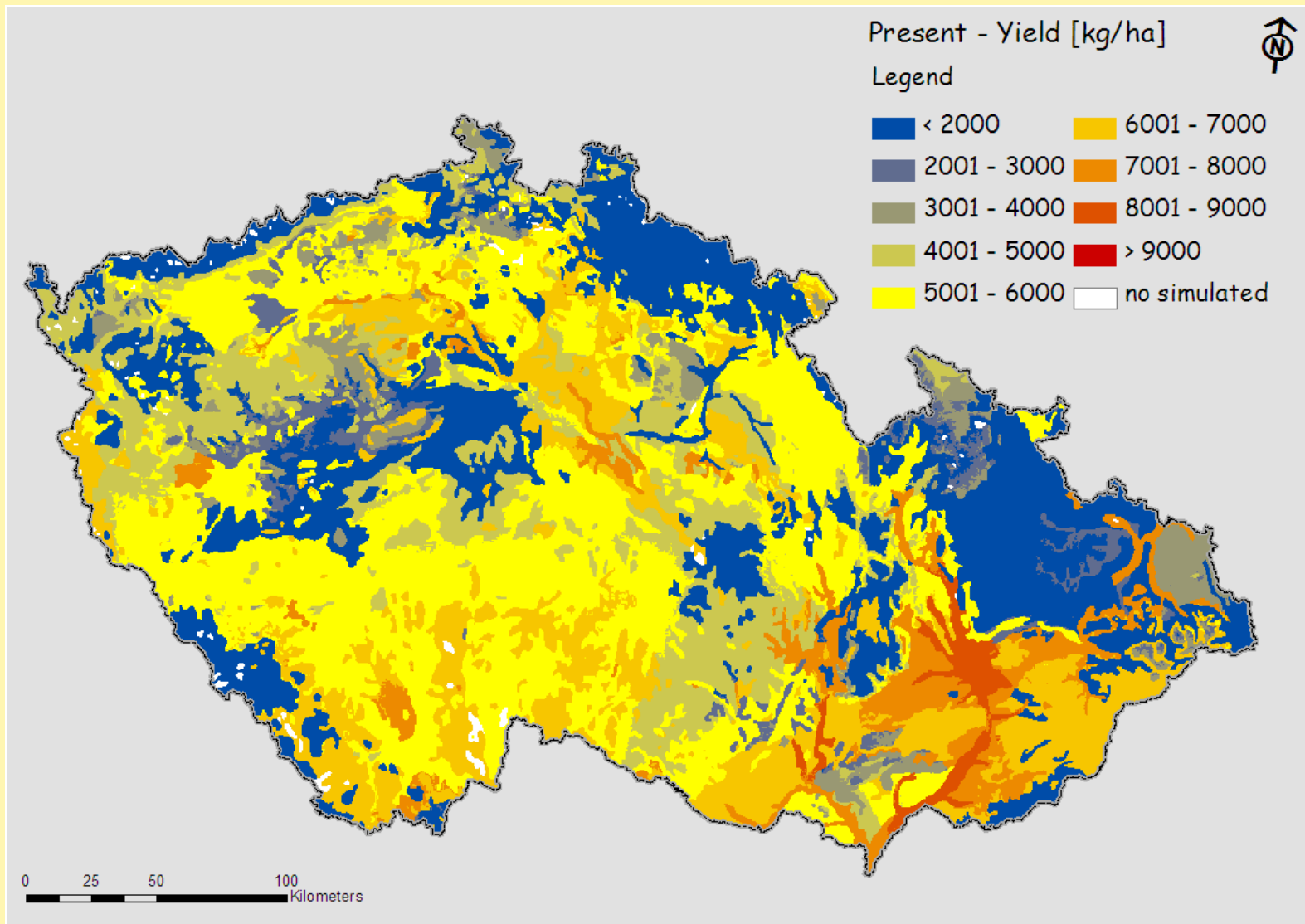
□ 0-10% ■ 10-20% ■ 20-30% ■ 30-40% ■ > 40%

Validace růstových modelů v ČR - jarní ječmen



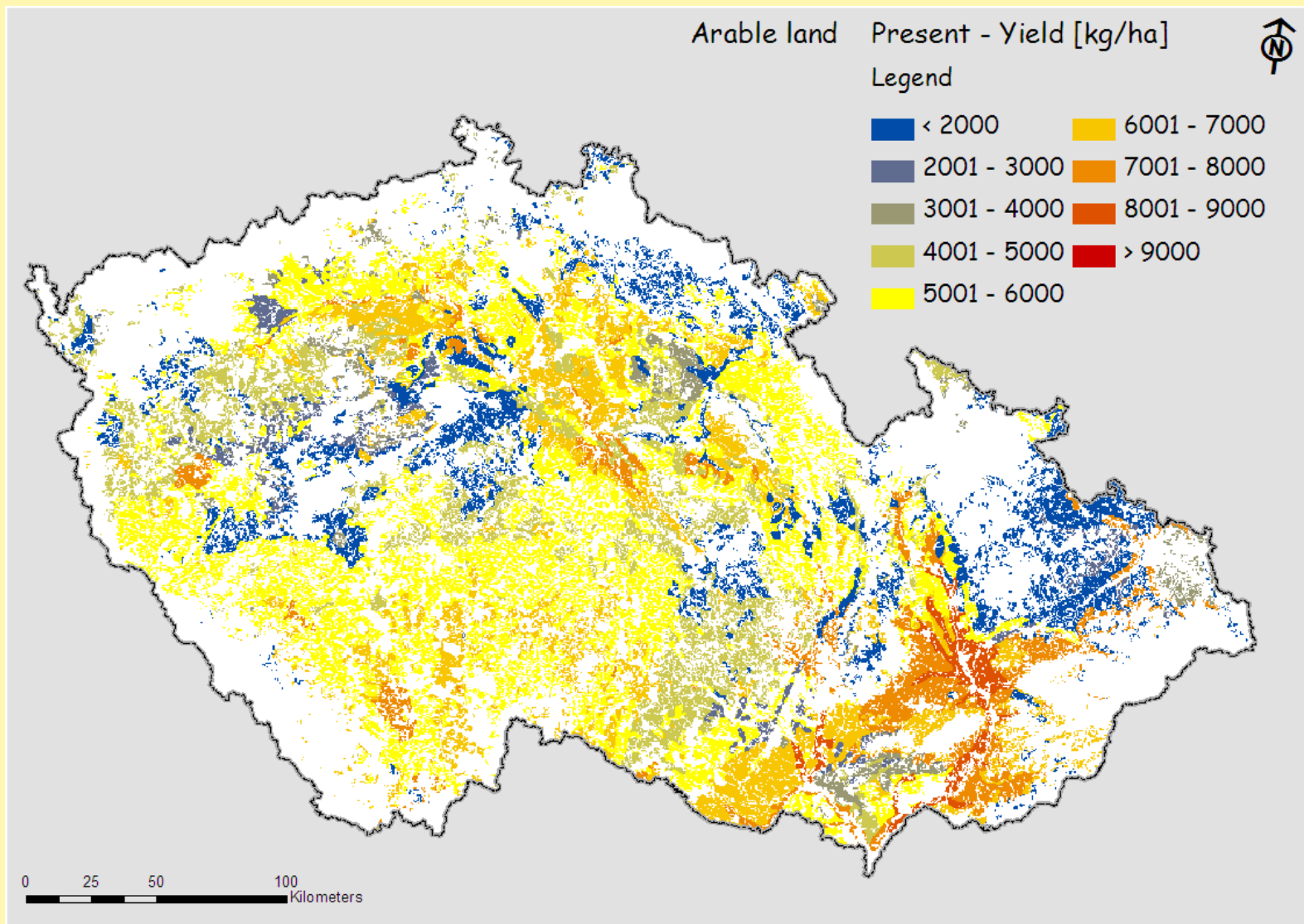


Validace růstových modelů v ČR - jarní ječmen





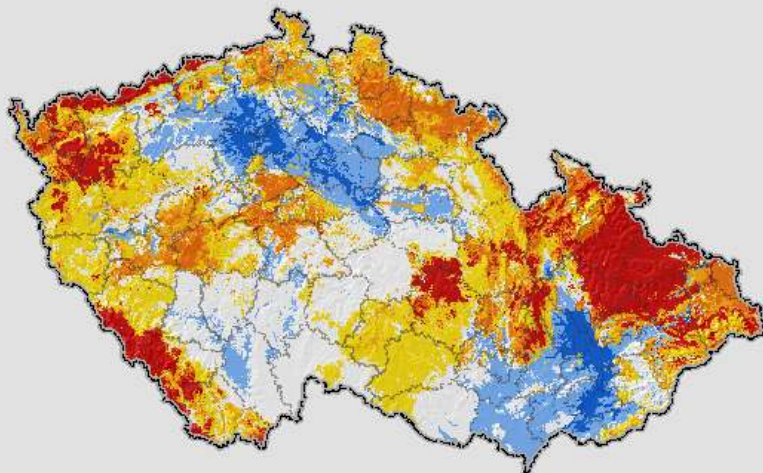
Validace růstových modelů v ČR - jarní ječmen



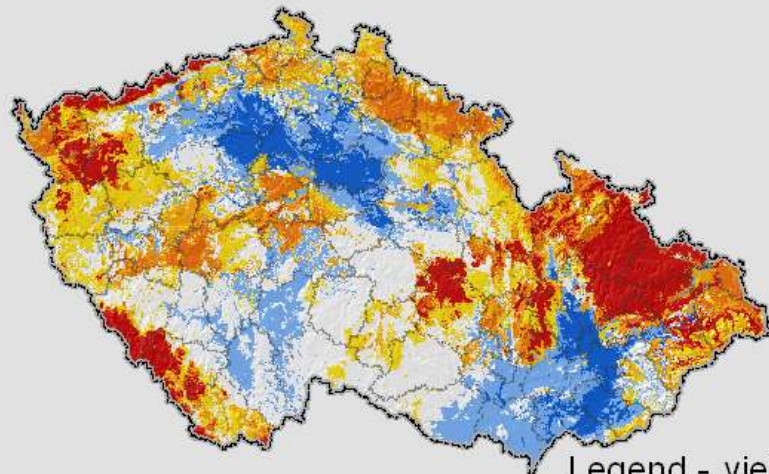


Dopady změny klimatu (např. pšenice ozimá)

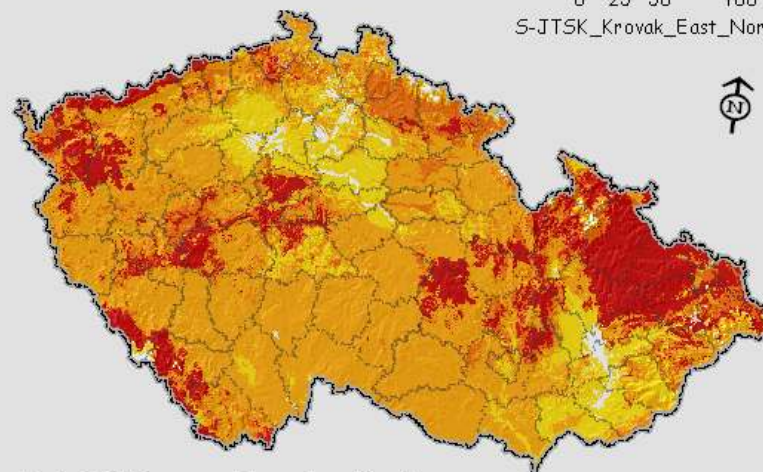
A2 2020 combined effect



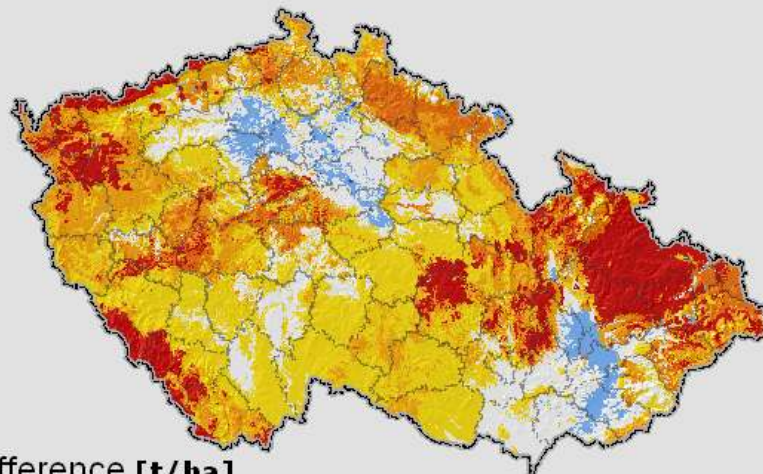
B1 2020 combined effect



A2 2050 combined effect



B1 2050 combined effect

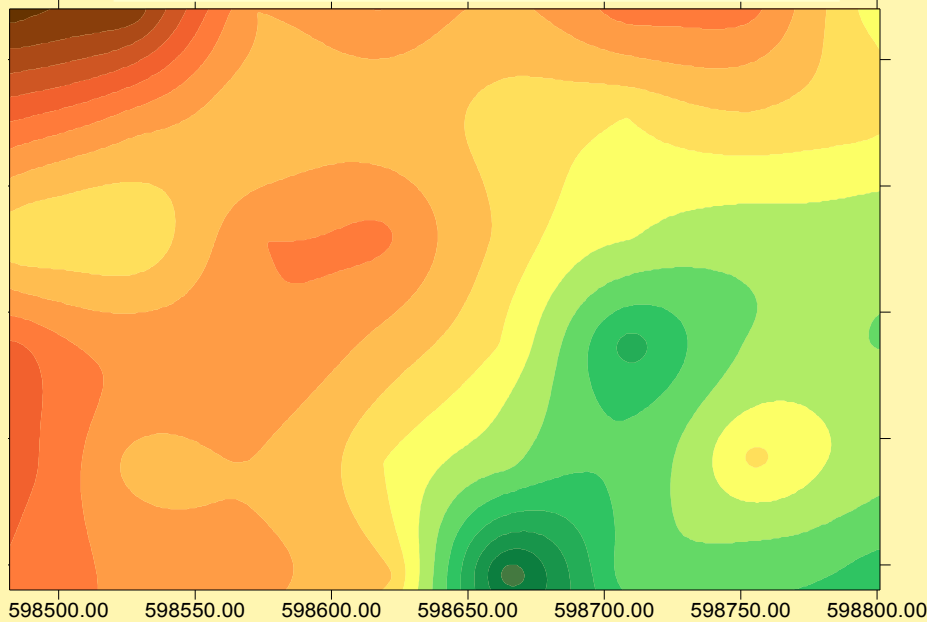


Legend - yield difference [t/ha]

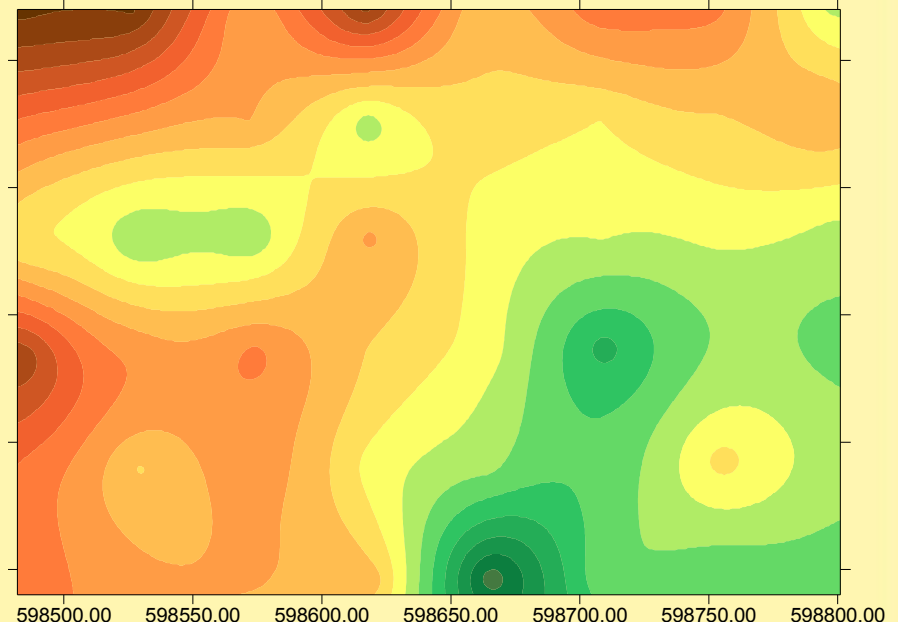


Aplikace růstových modelů - precizní zemědělství

skutečný výnos 1996 – kg/ha

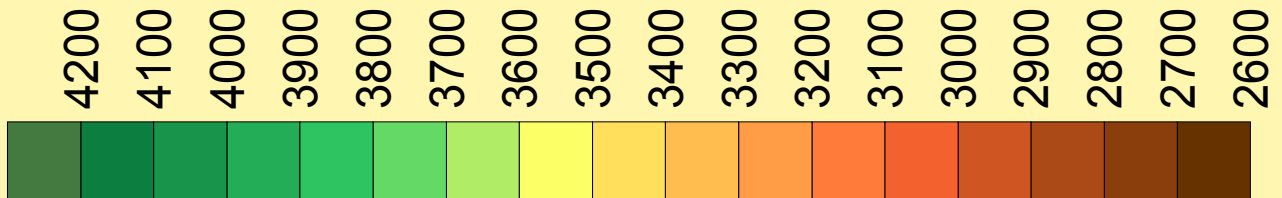


simulovaný výnos 1996 – kg/ha



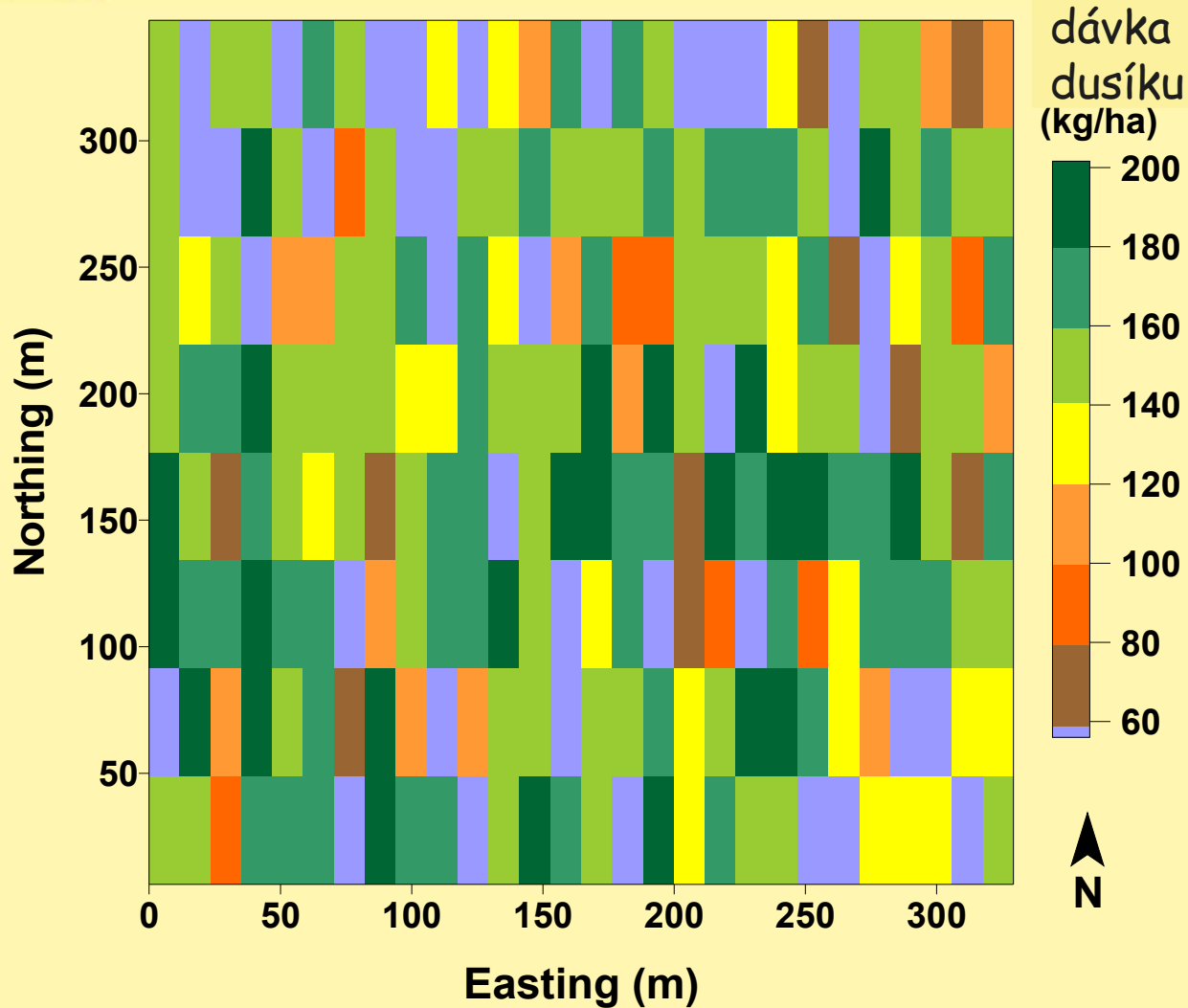
E →

E →



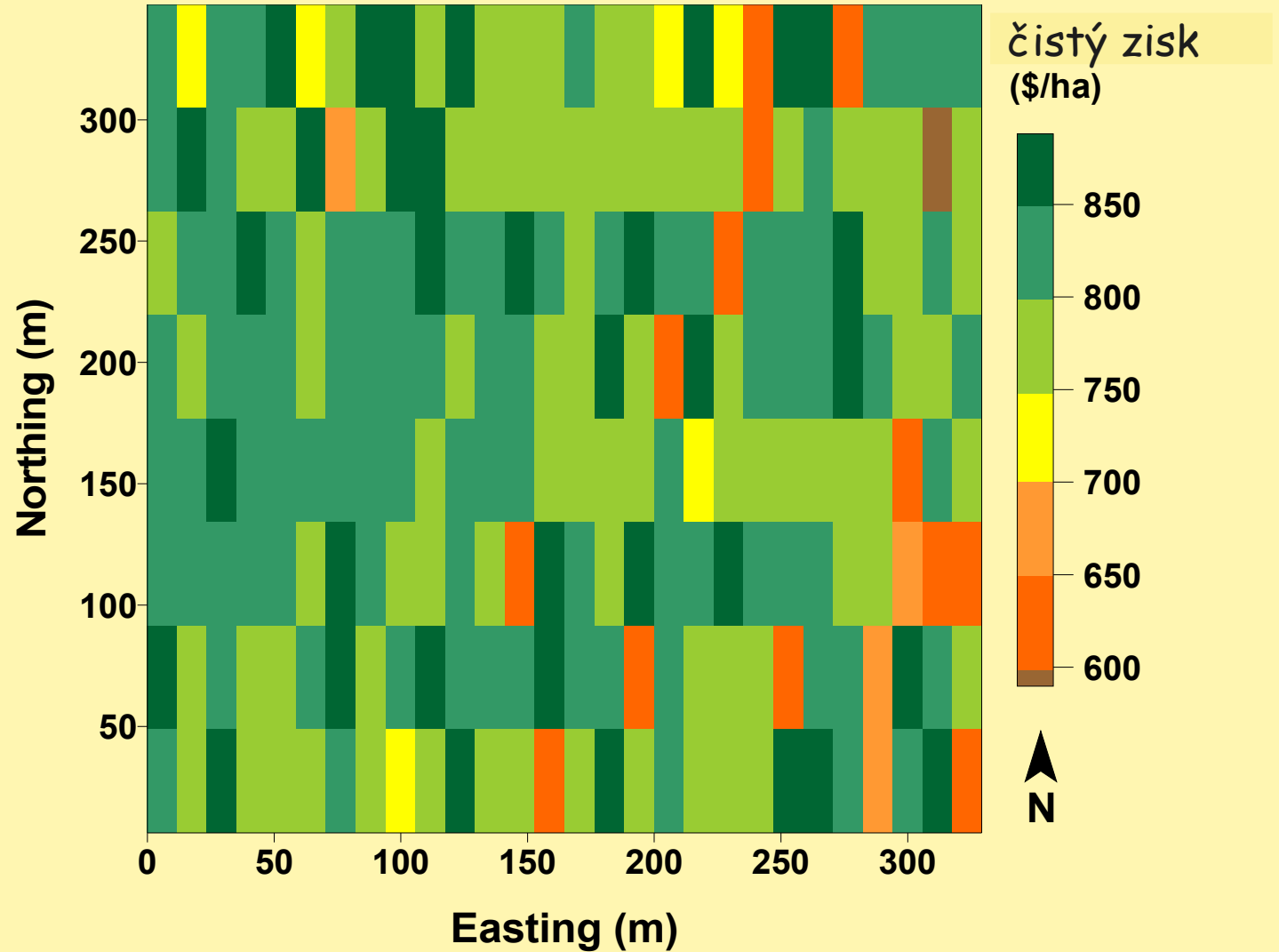
Aplikace růstových modelů

- optimalizace hnojení

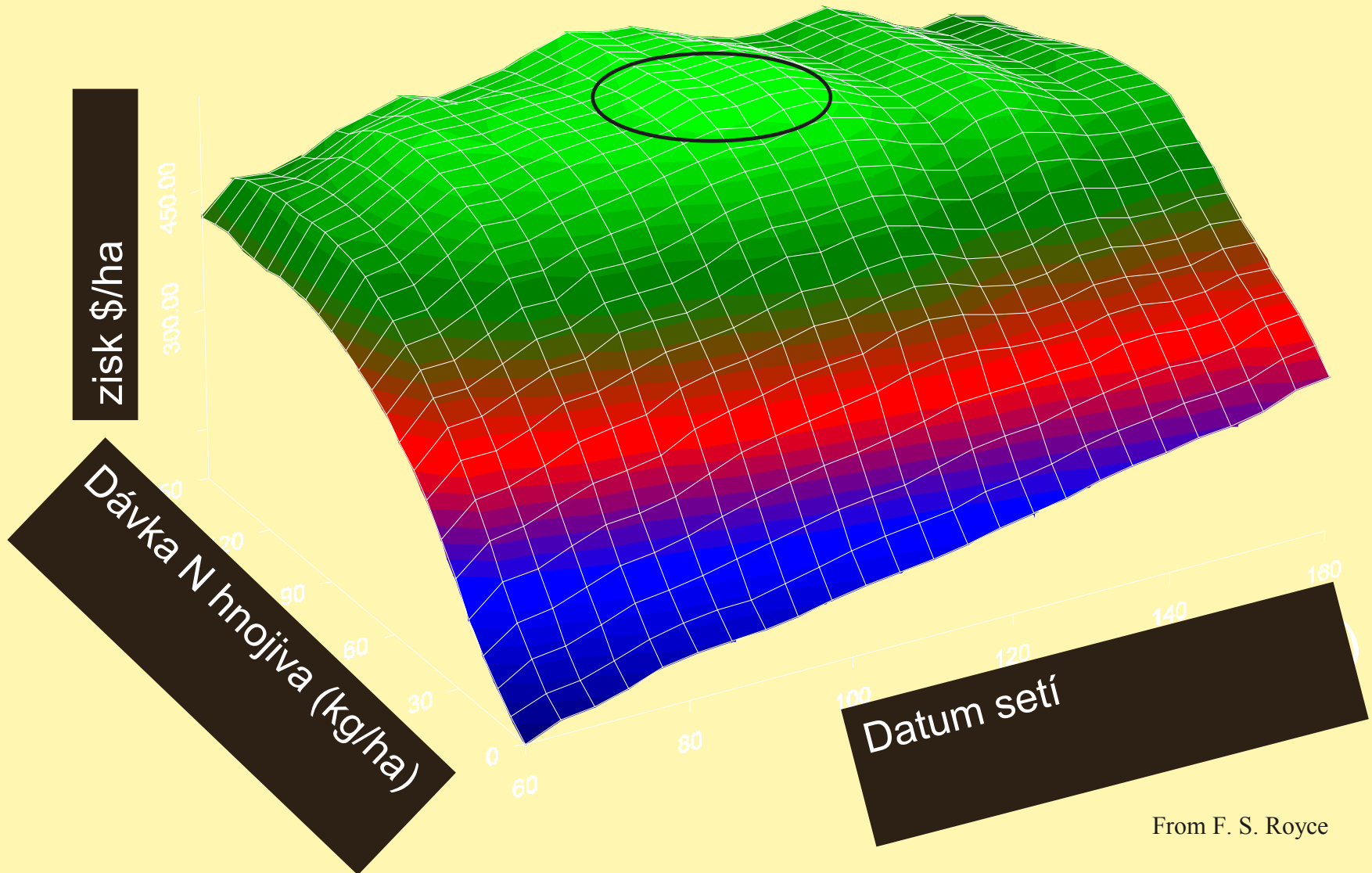


Aplikace růstových modelů

- optimalizace hnojení



Aplikace růstových modelů - optimalizace zisku



From F. S. Royce



Aplikace růstových modelů

- Využití ve výzkumu
 - Popis fyziologických procesů, šlechtění, simulace polních pokusů
- Využití v praxi (pomoc při rozhodování)
 - Zavlažování, hnojení, ochrana, optimalizace osevního postupu, apod.
- Při hodnocení ekonomické efektivity
- Při výuce
- Při dlouhodobém plánování
- V lesnictví, hydrologii apod.



Nedostatky růstových modelů

- Model je zjednodušením reality
- Časový krok (např. 1 den vs. Průběh fotosyntézy)
- Nedokonalá parametrizace (nedostatek přesných informací o některých procesech)
- Nedostatek dat (něco se jen odhaduje)
- Neznáme některé procesy (např. regenerace)

Děkuji za pozornost a přeji
pěkný den 😊