



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Ing. Eva Pohanková**

# **„Růstové modely – nástroj posouzení dopadů změny klimatu na výnos polních plodin“**

**16. května 2013, od 9.00 hod, zasedací místnost děkanátu AF (budova C)**

Akce je realizována v rámci klíčové aktivity 02 Interdisciplinární vzdělávání pracovníků výzkumu a vývoje projektu

EXCELENCE DOKTORSKÉHO STUDIA NA AF MENDELU  
PRO NAVAZUJÍCÍ EVROPSKOU VĚDECKO - VÝZKUMNOU KARIÉRU  
*CZ.1.07/2.3.00/20.0005*

Tento projekt je spolufinancován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky

## Změna klimatu

### Fertilizační efekt CO<sub>2</sub>

- zvýšení koncentrace CO<sub>2</sub> v atmosféře působí na aktivitu stomat
  - díky snadnější dostupnosti jsou více uzavřena
  - tím se omezuje transpirace
  - dochází k poklesu vodivosti buněk průduchů
  - rostliny efektivněji využívají vodu (potřebují jí méně na jednotkovou produkci sušiny)

## Změna klimatu

### Meteorologické prvky ovlivňující růst a vývoj

zvýšení teploty



zkrácení fenologických fází a doby růstu



zrychlený vývoj



pokles výnosů

Posoudit, zda z pohledu výnosu polní plodiny převládne **pozitivní fertilizační efekt způsobený CO<sub>2</sub>** či **negativní dopad zvýšené teploty** a změny dalších meteorologických prvků je prakticky možné jen dvojím způsobem:

1. provedením experimentů v podmínkách řízené atmosféry odpovídající očekávaným klimatickým podmínkám
  - + vychází z polních pokusů
  - časová omezenost experimentů
  - nemožnost aplikace výsledků na větší územní celky
2. využitím růstových modelů
  - zjednodušení simulovaného systému

V této práci je využívána kombinace obou zmíněných postupů, kdy se na základě experimentálních dat z polních pokusů kalibrují vybrané růstové modely.



- v dnešní době je dostupná celá řada růstových modelů  
(*APES, CROPSYST, DAISY, DSSAT, FASSET, HERMES, STICS, WOFOST*)
- slouží jako nástroj pro plánování řízených ekosystémů
- snaží se přiblížit důsledky změny prostředí na výměnu látek mezi rostlinou a prostředím
- výsledky měřených biotických dějů s jejich provázaností na abiotické podmínky se zapracují do základních algoritmů
- jednotlivé modely se současně liší architekturou, komplexností, samotnými algoritmy a jejich parametrizací

## VSTUPNÍ DATA

## • meteorologická data

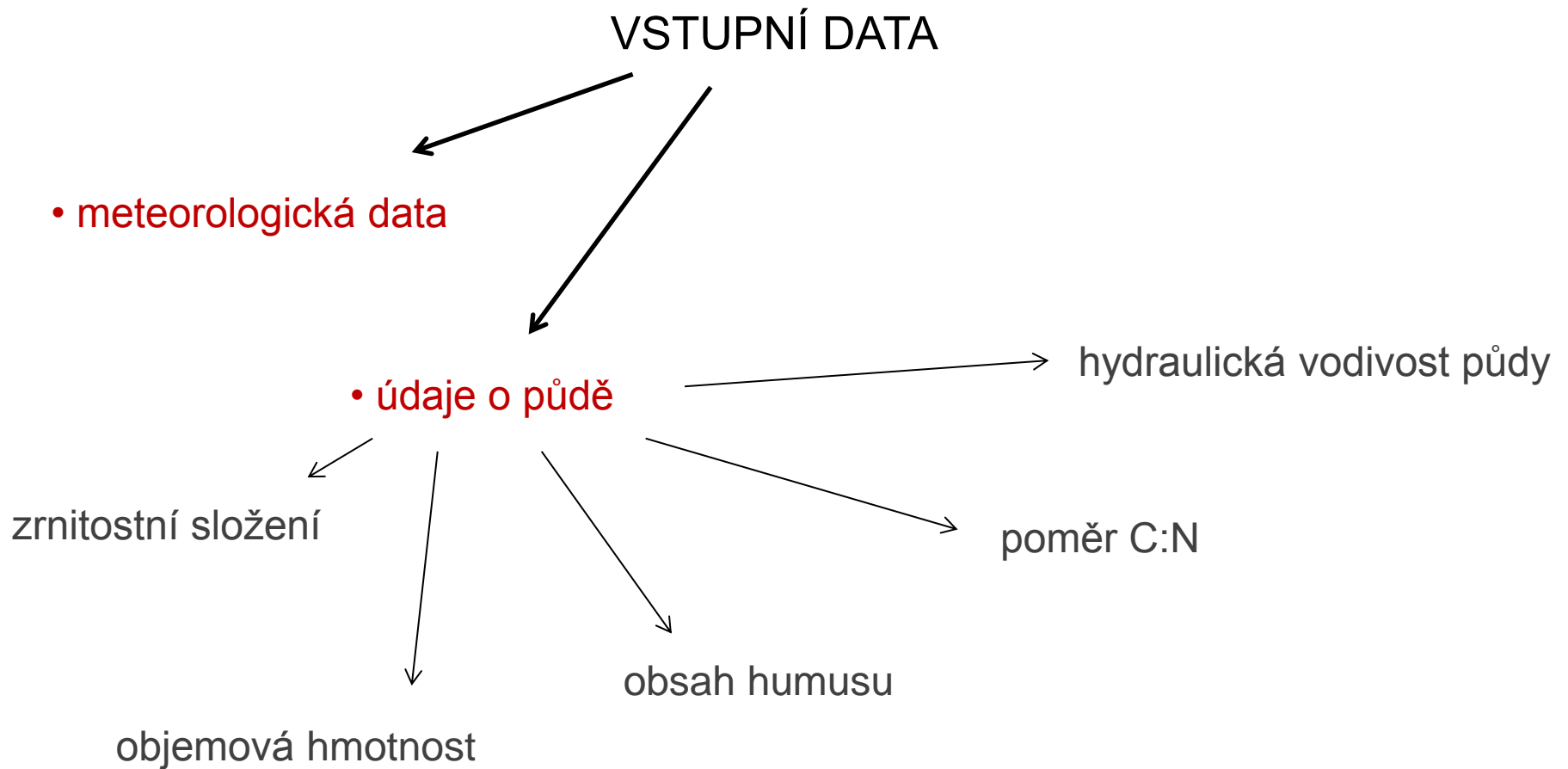
tlak par x relativní vlhkost vzduchu

rychlost větru

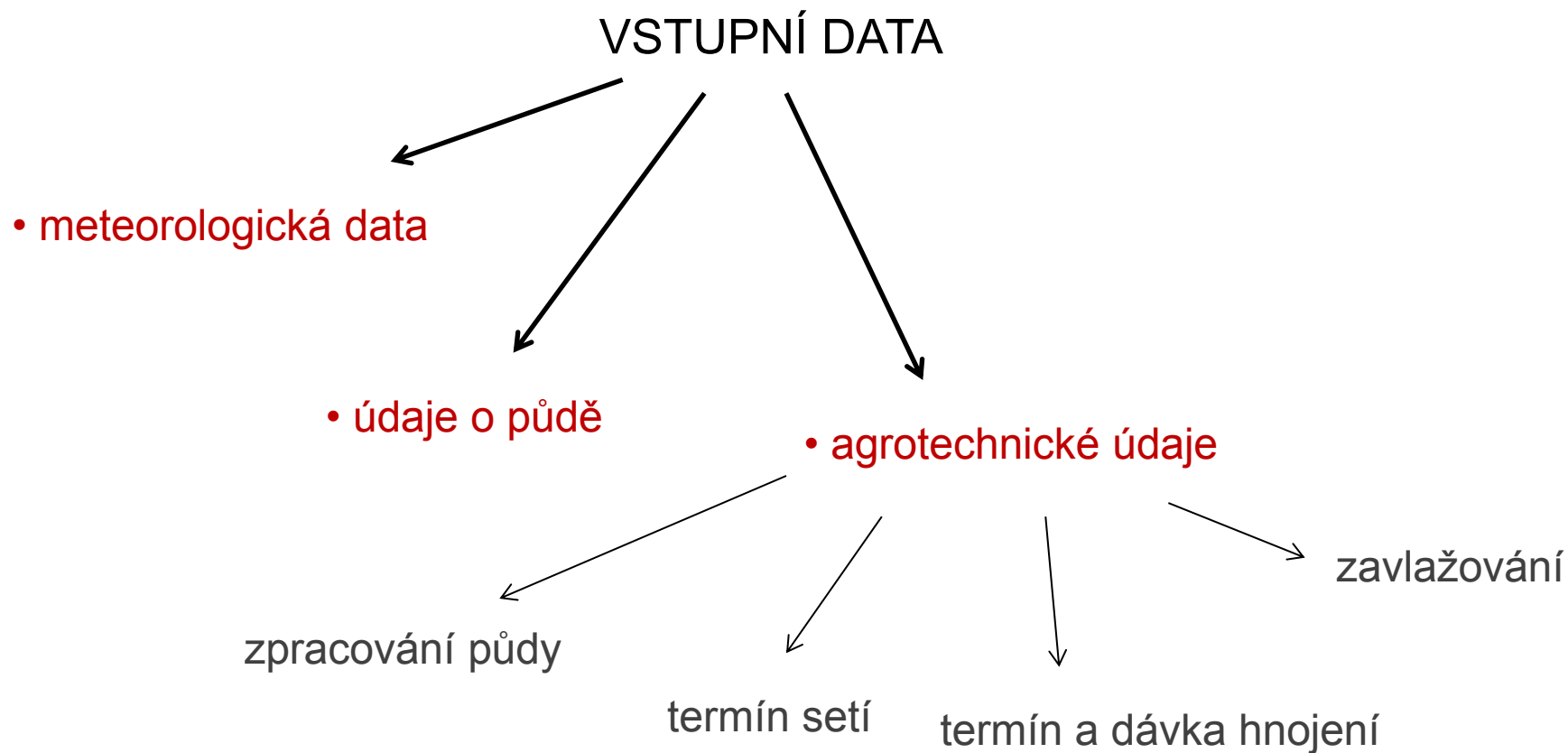
Ø denní teplota vzduchu

globální záření

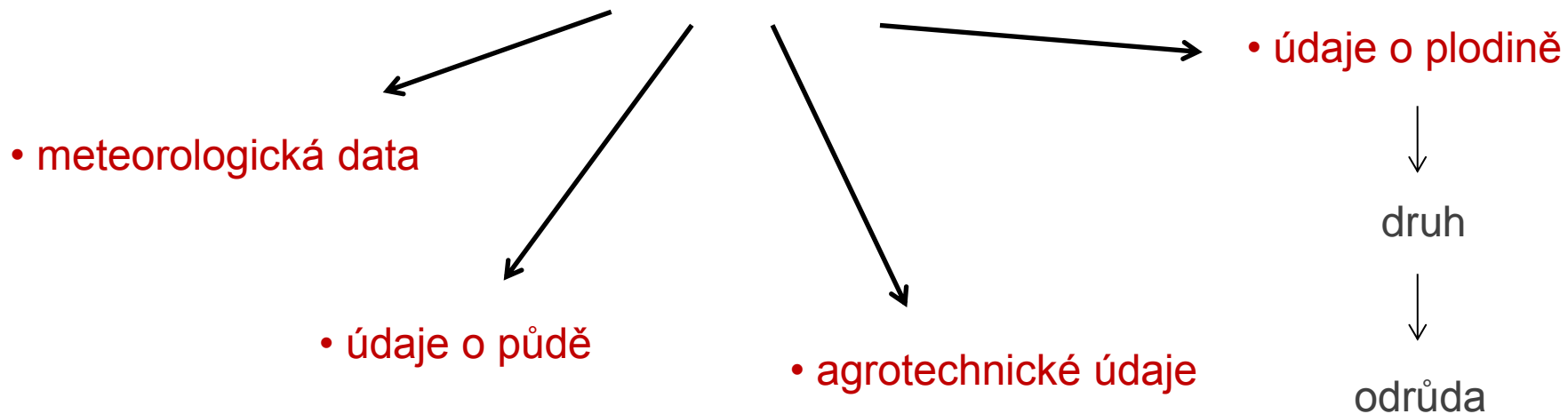
denní srážky





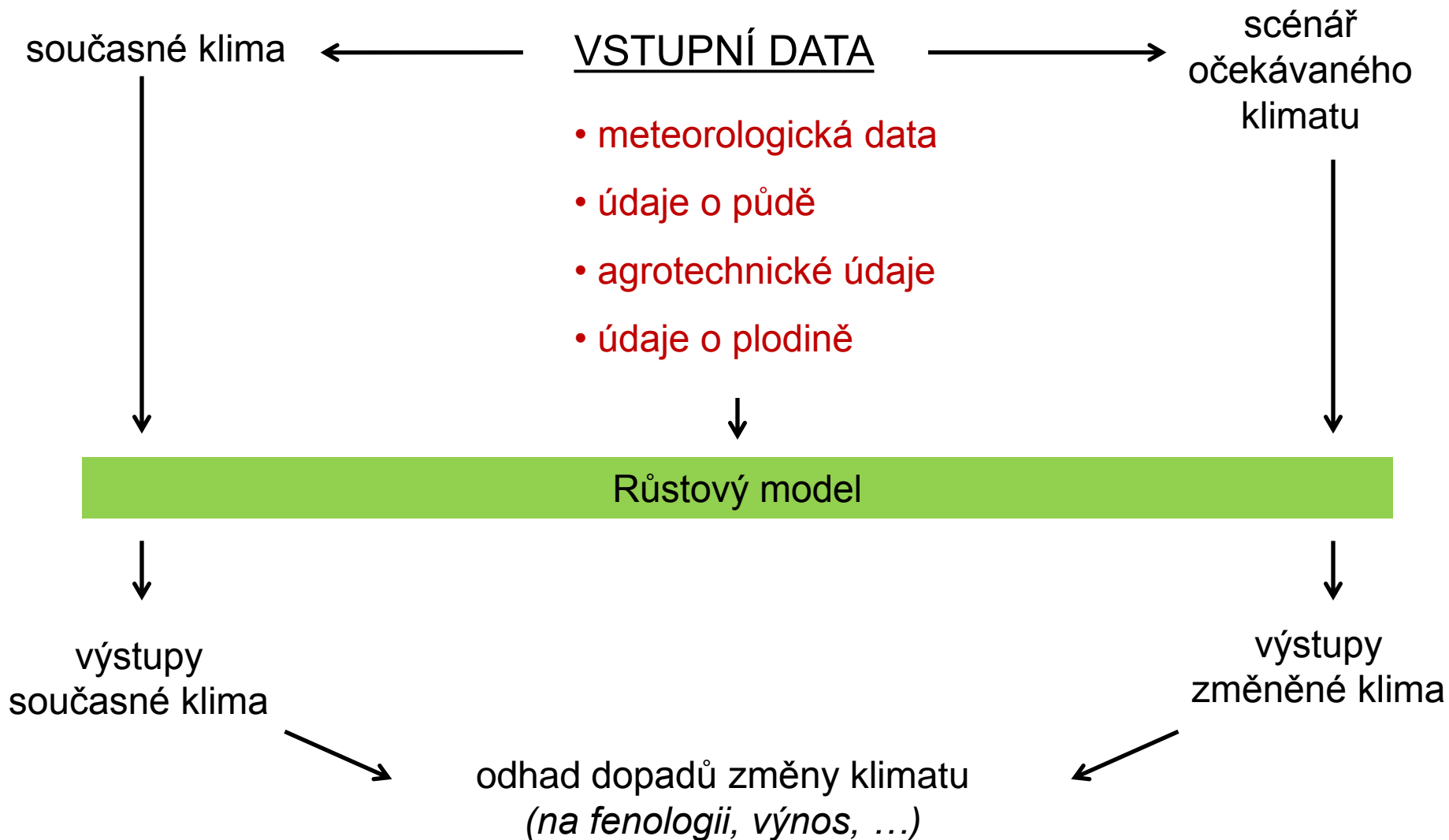


## VSTUPNÍ DATA



Růstový model

Data pro kalibraci



## Růstový model DAISY

## Data pro kalibraci HERMES

crop\_prod - Microsoft Excel

Domů Vložení Rozložení stránky Vzorce Data Revize Zobrazení

Calibri 11 Zamovat text Obecný

Vložit Písmo Zarovnáni Číslo Podmíněné formátování Formátovat jako tabulku buňky Styly Vložit Odstranit Formát Buňky Seřadit a Najít a filtrovat vybrat Úpravy

R211 0

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
7	SIM: Jecmen Blaník 2011 varianta 5																			
8																				
9																				
10	year	month	mday	hour	DS	day_lengt	Height	Crop AI	Leaf AI	Stem AI	SOrg AI	Depth	WLeaf	WDead	WStem	WSOrg	WRoot	AccFixate	NLeaf	NS
11					none	h	cm	none	none	none	none	cm	Mg DM/ha	Mg DM/ha	Mg DM/ha	Mg DM/ha	Mg DM/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg
243	2011	6	9	12	0.757779	16	55.6844	5.64485	5.64485	0	0	52.6098	1.7974	0.247651	2.26888	0	1.0157	0	51.6366	
244	2011	6	10	12	0.778943	16	57.0756	5.50223	5.50223	0	0	54.875	1.75529	0.268305	2.43553	0	1.03976	0	50.693	
245	2011	6	11	12	0.803114	16	58.6418	5.39674	5.39674	0	0	56.9233	1.72499	0.28422	2.65925	0	1.06843	0	49.4864	
246	2011	6	12	12	0.824708	16	60.4305	5.30728	5.30728	0	0	58.8417	1.69656	0.296528	2.91568	0	1.09646	0	48.1976	
247	2011	6	13	12	0.844592	14	62.0284	5.21173	5.21173	0	0	60.7219	1.66982	0.305512	3.11787	0	1.11343	0	47.3603	
248	2011	6	14	12	0.869408	16	63.4998	5.1426	5.1426	0	0	62.4638	1.65135	0.311636	3.35511	0	1.13114	0	46.2736	
249	2011	6	15	12	0.897232	16	65.3362	5.09612	5.09612	0	0	64.2235	1.63869	0.3158	3.56141	0	1.14212	0	45.2369	
250	2011	6	16	12	0.928707	16	67.3951	5.0643	5.0643	0	0	66.0349	1.62995	0.318656	3.79727	0	1.15167	0	43.9957	
251	2011	6	17	12	0.956101	16	69.7243	5.0416	5.0416	0	0	67.9087	1.62368	0.320611	4.03836	0.001241	1.15786	0	42.8287	
252	2011	6	18	12	0.980273	16	71.7515	5.02524	5.02524	0	0	69.87	1.6193	0.321926	4.26091	0.008172	1.16135	0	41.7622	
253	2011	6	19	12	0.993761	14	73.5402	5.01441	5.01441	0	0	69.87	1.61639	0.322798	4.40901	0.019144	1.16061	0	41.1399	
254	2011	6	20	12	1.01559	16	74.5398	5.00722	5.00722	0	0	71.8213	1.61446	0.323377	4.55316	0.042484	1.16307	0	40.5838	
255	2011	6	21	12	1.04208	16	75	5.00243	5.00243	0	0	73.6042	1.61317	0.323763	4.68797	0.086496	1.16862	0	40.0897	
256	2011	6	22	12	1.06908	16	75	4.99925	4.99925	0	0	75.3636	1.61232	0.32402	4.8045	0.14228	1.17244	0	39.6564	
257	2011	6	23	12	1.09608	16	75	4.99713	4.99713	0	0	77.1421	1.61175	0.324191	4.96624	0.227658	1.17848	0	38.9577	
258	2011	6	24	12	1.1192	16	75	4.99572	4.99572	0	0	78.9982	1.61137	0.324305	5.11916	0.328169	1.18351	0	38.2168	
259	2011	6	25	12	1.13827	16	75	4.99477	4.99477	0	0	80.9227	1.61112	0.324381	5.26413	0.440478	1.1876	0	37.4386	
260	2011	6	26	12	1.15953	16	75	4.99414	4.99414	0	0	82.7283	1.61095	0.324431	5.39124	0.557008	1.19011	0	36.705	
261	2011	6	27	12	1.18586	14	75	4.99373	4.99373	0	0	82.7283	1.61083	0.324465	5.46759	0.657272	1.18878	0	36.2022	
262	2011	6	28	12	1.21286	16	75	4.99345	4.99345	0	0	84.4239	1.61076	0.324488	5.57699	0.801569	1.18969	0	35.4177	
263	2011	6	29	12	1.23986	16	75	4.99326	4.99326	0	0	86.0939	1.61071	0.324503	5.70272	0.986994	1.19203	0	34.4389	
264	2011	6	30	12	1.26686	16	75	4.99314	4.99314	0	0	87.72	1.61068	0.324513	5.81896	1.19311	1.19403	0	33.4358	

crop\_prod Daily\_NB Daily\_WB List3 harvest soil\_water\_content Yearly\_CB

Připraven 100%

## Růstový model

## Data pro kalibraci

## DAISY

## HERMES

V00001 - Microsoft Excel

Domů Vložení Rozložení stránky Vzorce Data Revize Zobrazení

Calibri 11 Zamakovat text Obecný

Vložit Schránka Písmo Zarovnání Číslo Podmíněné formátování Formátovat jako tabulku Styly Vložit Odstranit Formát Buňky Seřadit a filtrovat Najít a vybrat Úpravy

F29 19.8

	A	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	W
1	Date	LAI	ghmin	ghmax	NAOS	rt	stg	leave	NFOS	MAOS	MFOS	ETP	ETA	TREL	REDU	K GPHOT	MAINT			
256	09.04.12	0	0	0	776	0	0	0	0	165.5	0	741	409	1	0	0	0	0	0	20120409
257	10.04.12	0	0	0	775	0	0	0	0	166	0	747	409	1	0	0	0	0	0	20120410
258	11.04.12	0	0	0	774	0	0	0	0	166.6	0	753	409	1	0	0	0	0	0	20120411
259	12.04.12	0	0	0	774	0	0	0	0	166.9	0	754	410	1	0	0	0	0	0	20120412
260	13.04.12	0	0	0	774	0	0	0	0	167.2	0	760	412	1	0	0	0	0	0	20120413
261	14.04.12	0	0	0	774	0	0	0	0	167.5	0	766	414	1	0	0	0	0	0	20120414
262	15.04.12	0	0	0	773	0	0	0	0	167.7	0	768	415	1	0	0	0	0	0	20120415
263	16.04.12	0	0	0	773	0	0	0	0	167.9	0	769	416	1	0	0	0	0	0	20120416
264	17.04.12	0	0	0	773	0	0	0	0	168.1	0	775	421	1	0	0	0	0	0	20120417
265	18.04.12	0.11	0	0	772	1	1	0	0	168.6	0	781	423	1	0	0	0	0	0	20120418
266	19.04.12	0.11	0	0	772	1	1	0	0	169.1	0	787	429	1	0	0	0	0	0	20120419
267	20.04.12	0.11	0	0	771	1	1	0	0	169.7	0	793	430	1	0	0	0	0	0	20120420
268	21.04.12	0.11	0	0	771	1	1	0	0	170.3	0	799	436	1	0	0	0	0	0	20120421
269	22.04.12	0.11	0	0	770	1	1	0	0	170.7	0	805	437	1	0	0	0	0	0	20120422
270	23.04.12	0.11	0	0	770	1	1	0	0	171.3	0	811	437	1	0	0	0	0	0	20120423
271	24.04.12	0.11	0	0	769	1	1	0	0	171.8	0	816	439	1	0	0	0	0	0	20120424
272	25.04.12	0.11	0	0	769	1	1	0	0	172.5	0	822	441	1	0	0	0	0	0	20120425
273	26.04.12	0.11	0	0	768	1	1	0	0	173.4	0	828	441	1	0	0	0	0	0	20120426
274	27.04.12	0.11	0	0	767	1	1	0	0	174.5	0	834	441	1	0	0	0	0	0	20120427
275	28.04.12	0.11	0	0	765	1	1	0	0	176	0	840	442	1	0	0	0	0	0	20120428
276	29.04.12	0.11	0	0	764	1	1	0	0	176.9	0	846	442	1	0	0	0	0	0	20120429
277	30.04.12	0.11	0	0	763	1	1	0	0	177.8	0	852	442	1	0	0	0	0	0	20120430
278	01.05.12	0.11	0	0	763	1	1	0	0	178.5	0	858	443	1	0	0	0	0	0	20120501
279	02.05.12	0.11	0	0	762	1	1	0	0	179	0	864	443	1	0	0	0	0	0	20120502
280	03.05.12	0.11	0	0	762	1	1	0	0	179.1	0	870	443	1	0	0	0	0	0	20120503
281	04.05.12	0.11	0	0	762	1	1	0	0	179.1	0	876	443	1	0	0	0	0	0	20120504

Připraven 100%



- experimentální stanoviště– Bystřice nad Pernštejnem
- Českomoravská vrchovina (530 m n. m.)
- bramborářská výrobní oblast



- řepka
- pšenice ozimá
- ječmen jarní
- kukuřice



*Růstový model**Data pro kalibraci**Experimentální plodiny**Design polního pokusu**Měření**Pozorování*





☐ meteorologická stanice

X čidla TDR na měření půdní vlhkosti

- měření indexu listové plochy LAI ( $\text{m}^2 \cdot \text{m}^2$ ) pomocí přístroje SunScan
- stanovení N v průběhu vegetační sezóny
- stanovení množství sušiny na  $\text{m}^2$  (%)
- stanovení obsahu dusíkatých látek v zrně

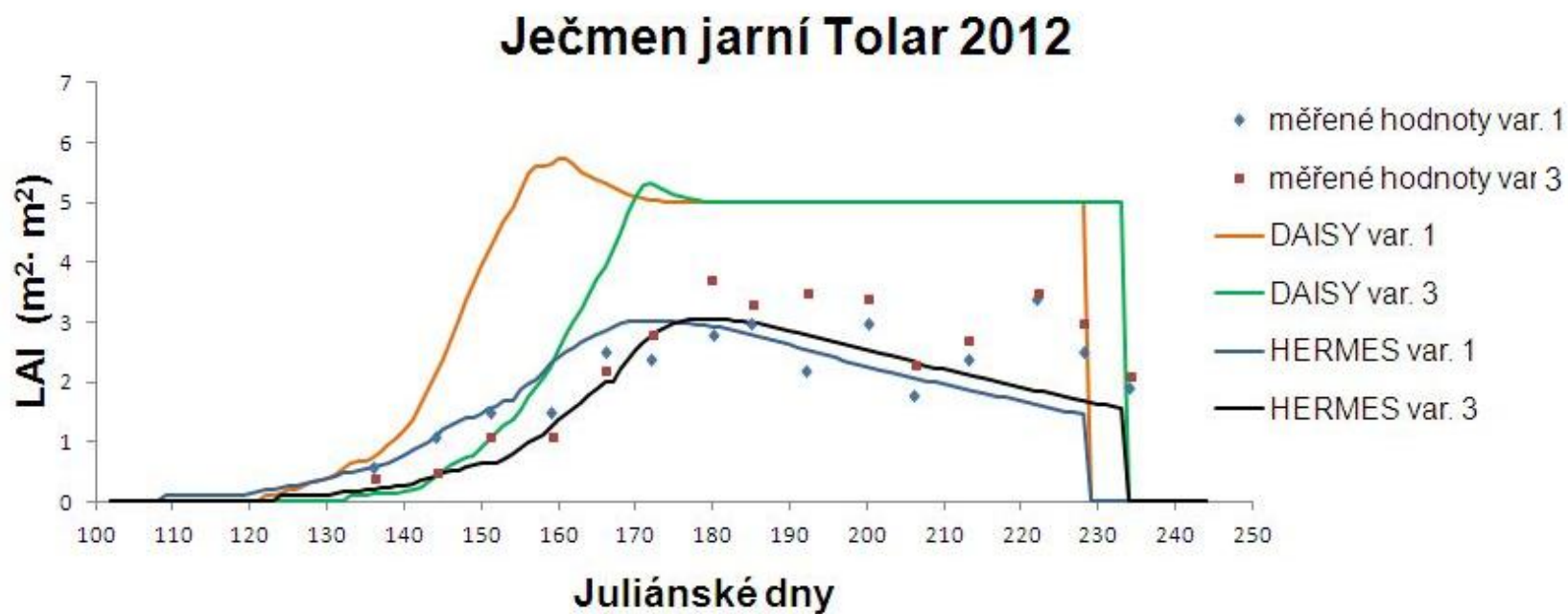
- půdní sondy do hloubky cca 90 cm
- odběry půdy pomocí Kopeckého válečků
- gravimetrické odběry půdy



- fenologické fáze – detailní pozorování nástupu  
(*vzcházení, odnožování, sloupkování, metání, kvetení, žlutá zralost, zralost*)
- zdravotní stav
- hlavní výnosotvorné prvky  
(*počet vzešlých rostlin na m<sup>2</sup>, počet produktivních odnoží, počet klasů na m<sup>2</sup>, HTZ, vlhkost, počet zrn v klase*)
- výnos







Ječmen jarní

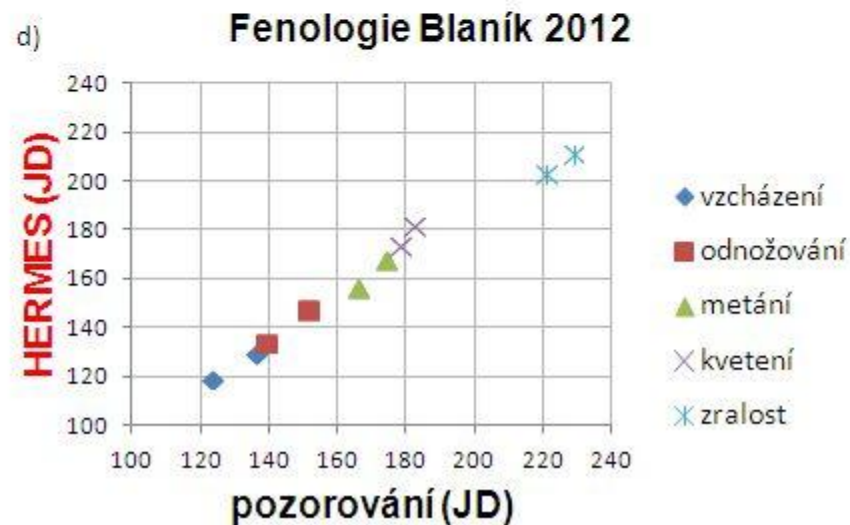
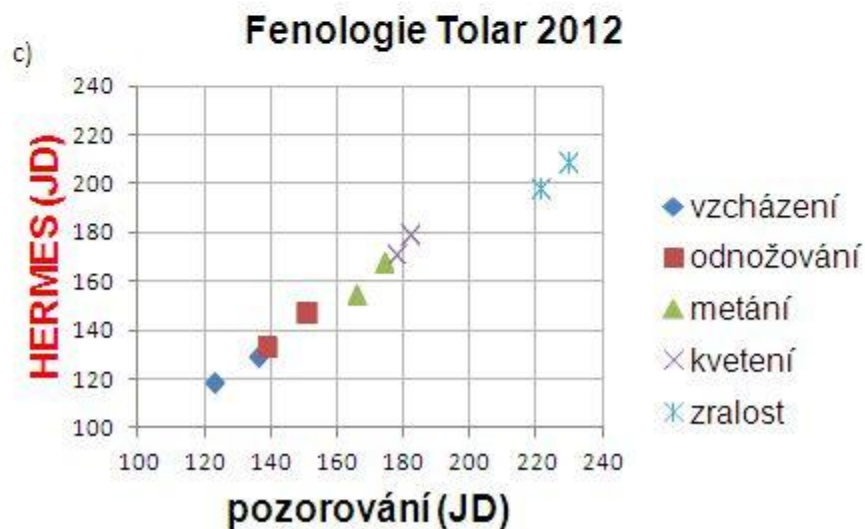
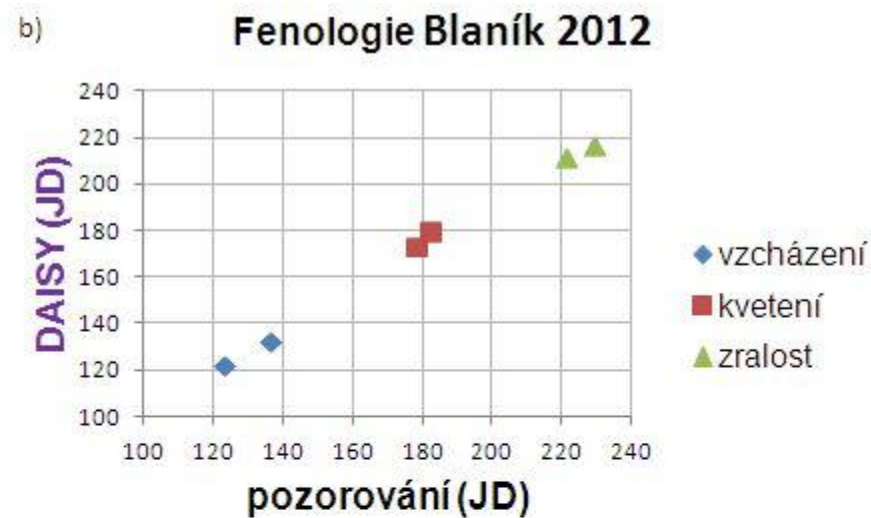
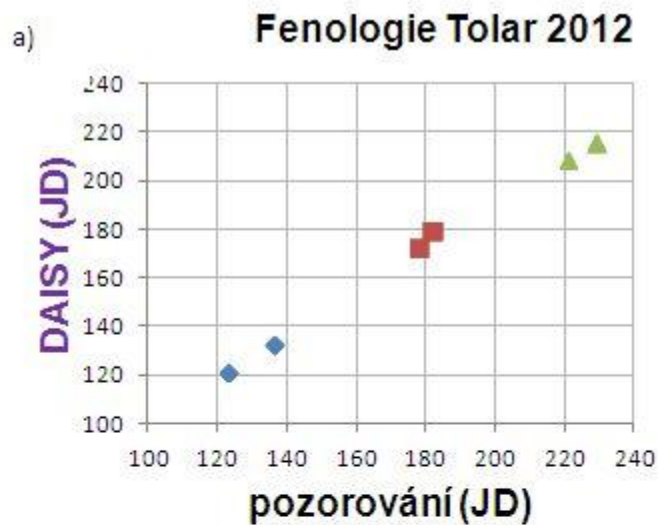
Pšenice ozimá

Statistické vyhodnocení

LAI ( $m^2 \cdot m^2$ )

Fenologie

Výnos



Ječmen jarní

Pšenice ozimá

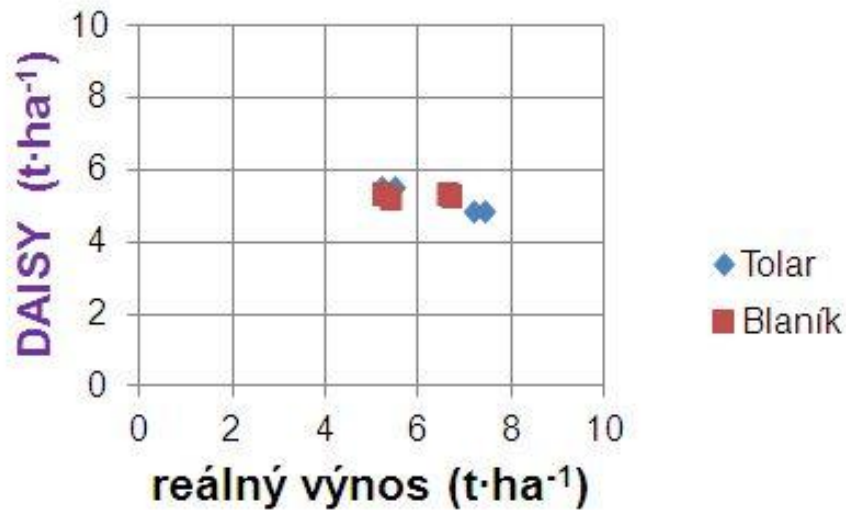
Statistické vyhodnocení

LAI ( $m^2 \cdot m^2$ )

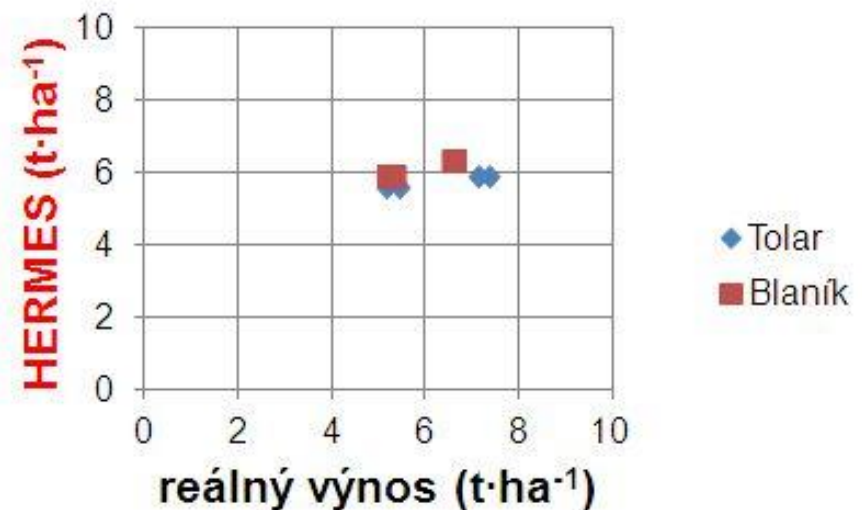
Fenologie

Výnos

## Ječmen jarní výnos 2012



## Ječmen jarní výnos 2012







**24.07.2012**

Ke statistickému vyhodnocení vztahu mezi naměřenými a modelovanými veličinami byly použity následující parametry:

MBE ... ukazatel průměrné systematické chyby

$$\text{MBE} = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - O_i)}{n}$$

RMSE ... střední kvadratická chyba, která popisuje průměrnou absolutní odchylku mezi pozorovanými a modelovanými hodnotami

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - S_i)^2}{n}}$$

$S_i$  ... odhadovaná hodnota dané veličiny

$O_i$  ... pozorovaná hodnota dané veličiny

$n$  ... počet dvojic pozorovaných a odhadovaných veličiny

## Ječmen jarní

## Pšenice ozimá

## Statistické vyhodnocení

## MBE

## RMSE

Plodina	Daisy MBE			Hermes MBE		
<b>Pšenice ozimá</b>	Kvetení	Zralost	Výnos	Kvetení	Zralost	Výnos
<b>2012</b>	(dny)	(dny)	(t·ha <sup>-1</sup> )	(dny)	(dny)	(t·ha <sup>-1</sup> )
Etela var. 1-4	0	0,5	0,42	-1,0	-1,0	0,81
Bohemia var. 5-8	0	0,5	0,60	-0,5	-1,5	1,11
<b>2012 Ø MBE</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,51</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,3</b>	<b>0,96</b>
<b>Ječmen jarní</b>	Kvetení	Zralost	Výnos	Kvetení	Zralost	Výnos
<b>2011</b>	(dny)	(dny)	(t·ha <sup>-1</sup> )	(dny)	(dny)	(t·ha <sup>-1</sup> )
Tolar var. 1-4	1,5	-1,0	0,66	2,5	3,5	2,63
Blaník var. 5-8	0,5	1,5	0,45	2,0	6,0	2,66
<b>2011 Ø MBE</b>	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,56</b>	<b>2,3</b>	<b>4,8</b>	<b>2,66</b>
<b>Ječmen jarní</b>	Kvetení	Zralost	Výnos	Kvetení	Zralost	Výnos
<b>2012</b>	(dny)	(dny)	(t·ha <sup>-1</sup> )	(dny)	(dny)	(t·ha <sup>-1</sup> )
Tolar var. 1-4	-3,5	-12,5	-1,11	-6,5	-23,5	-0,37
Blaník var. 5-8	-2,5	-10,0	-0,64	-4,5	-22,0	0,01
<b>2012 Ø MBE</b>	<b>-3,0</b>	<b>-11,3</b>	<b>-0,88</b>	<b>-5,5</b>	<b>-22,8</b>	<b>-0,18</b>
<b>Ječmen jarní</b>						
<b>2011 and 2012</b>						
<b>Ø MBE</b>	<b>-1,0</b>	<b>-5,5</b>	<b>-0,16</b>	<b>-1,6</b>	<b>-9,0</b>	<b>1,24</b>

## Ječmen jarní

## Pšenice ozimá

## Statistické vyhodnocení

## MBE

## RMSE

Plodina	Daisy RMSE			Hermes RMSE		
<b>Pšenice ozimá</b>	Kvetení	Zralost	Výnos	Kvetení	Zralost	Výnos
<b>2012</b>	(dny)	(dny)	(t·ha <sup>-1</sup> )	(dny)	(dny)	(t·ha <sup>-1</sup> )
Etela var. 1-4	26,0	17,0	0,91	26,0	17	0,75
Bohemia var. 5-8	20,5	14,5	1,67	20,5	14,5	1,50
<b>2012 Ø RMSE</b>	<b>4,5</b>	<b>3,5</b>	<b>1,14</b>	<b>4,8</b>	<b>3,9</b>	<b>1,06</b>
<b>Ječmen jarní</b>	Kvetení	Zralost	Výnos	Kvetení	Zralost	Výnos
<b>2011</b>	(dny)	(dny)	(t·ha <sup>-1</sup> )	(dny)	(dny)	(t·ha <sup>-1</sup> )
Tolar var. 1-4	14,5	10,0	1,76	26,5	32,5	7,62
Blaník var. 5-8	6,5	14,5	0,86	20,0	61,0	7,62
<b>2011 Ø RMSE</b>	<b>3,2</b>	<b>3,5</b>	<b>1,14</b>	<b>4,8</b>	<b>6,8</b>	<b>2,76</b>
<b>Ječmen jarní</b>	Kvetení	Zralost	Výnos	Kvetení	Zralost	Výnos
<b>2012</b>	(dny)	(dny)	(t·ha <sup>-1</sup> )	(dny)	(dny)	(t·ha <sup>-1</sup> )
Tolar var. 1-4	14,5	156,5	2,95	44,5	552,5	0,84
Blaník var. 5-8	8,5	101,0	0,84	22,5	485,0	0,45
<b>2012 Ø RMSE</b>	<b>3,4</b>	<b>-11,3</b>	<b>1,37</b>	<b>5,3</b>	<b>22,8</b>	<b>3,03</b>
<b>Ječmen jarní</b>						
<b>2011 and 2012</b>						
<b>Ø RMSE</b>	<b>3,3</b>	<b>7,4</b>	<b>1,26</b>	<b>5,3</b>	<b>14,8</b>	<b>2,39</b>

- kalibrace z let 2011 a 2012
- růstové modely - DAISY a HERMES
- plodiny – ječmen jarní a pšenice ozimá
  - *fenologie – uspokojivé výsledky*
  - *výnosy – oba modely nedokážou uspokojivě vysvětlit variabilitu pozorovaných výnosů*

*Vyhlídky pro rok 2013*

- pokračování polních experimentů + nová plodina kukuřice
- data z růstových komor s řízenou koncentrací CO<sub>2</sub>
- dlouhodobé datové řady z maloparcelních odrůdových polních pokusů z ÚKZUZu
- kalibrace dalších růstových modelů
- finalní rekalibrace růstových modelů

**Děkuji  
za pozornost**

