

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# *Klimatická změna, sucho a adaptační potenciál rostlín*

**Bernard Šiška**

*Katedra ekologie FEŠRR SPU – Nitra*

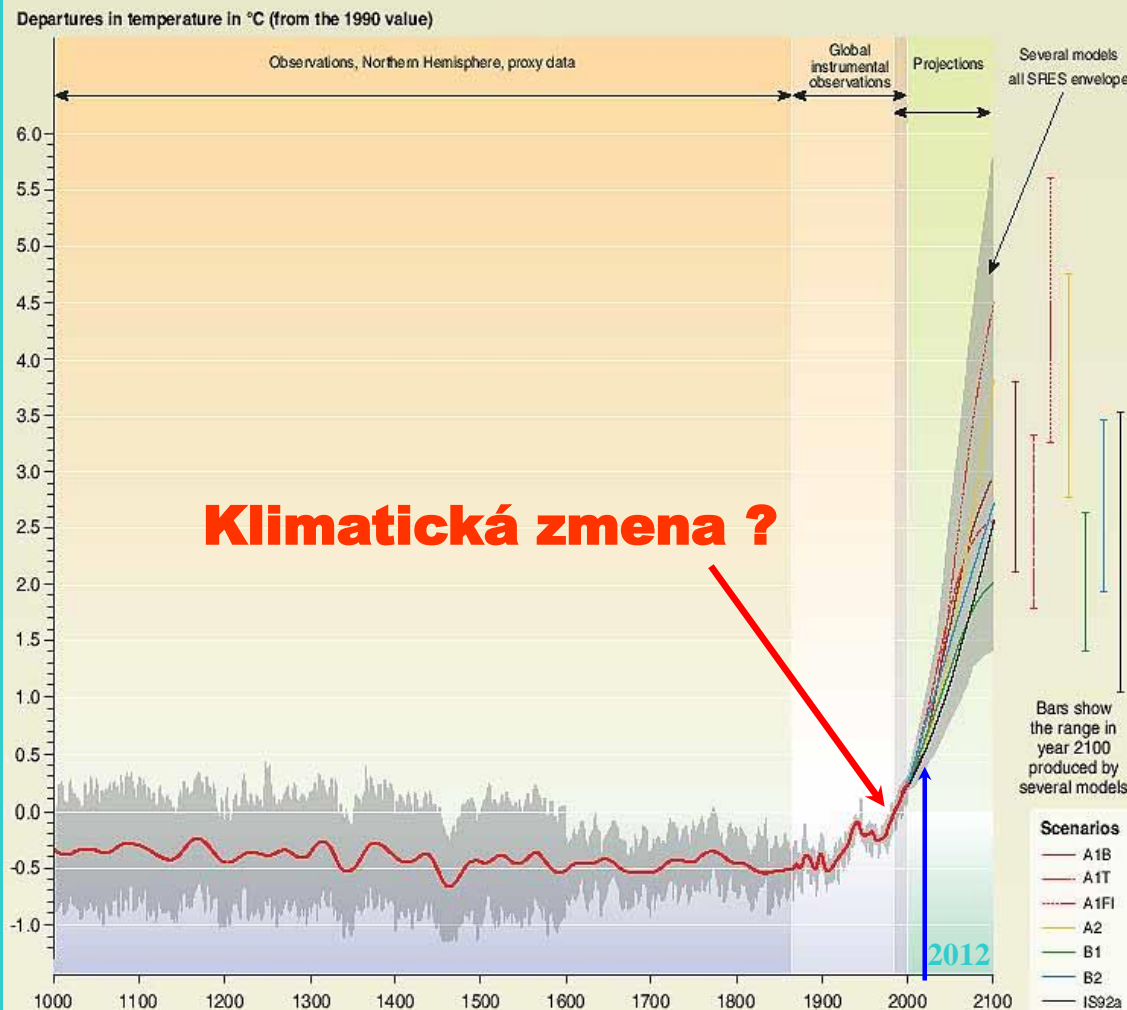
*Brno 12.11.2014*

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

*Merané teploty  
vzduchu v rokoch  
1861-2000, scenáre  
pre roky 2001-2100*

*Od roku 1000 do  
1860 priemerná  
teplota na severnej  
pologule (údaje z  
južnej pologule nie  
sú dostupné)  
rekonštruované  
podľa proxy dát  
(prírastky  
letokruhov, koralý,  
vrty v ľadovcoch,  
historické  
záznamy). Trendová  
čiara reprezentuje  
50-ročný priemer,  
šedá plocha je 95%  
hranica  
spôľahlivosti  
(confidence limit)  
stanovenia ročných  
dát.*

Variations of the Earth's surface temperature: years 1000 to 2100



**Klimatická zmena ?**

By IPCC AR4, 2007

***Stanovenie a modelovanie adaptačného potenciálu kultúrnych rastlín v podmienkach klimatickej zmeny***

- I. Klimatická zmena – príčiny a dôsledky**
- II. Agroklimatický potenciál krajiny**
- III. Dôsledky zmien atmosférického prostredia na produkčný potenciál kultúrnych rastlín**
- IV. Adaptačné opatrenia**
- V. Modelovanie a jeho využitie na stanovenie adaptačného potenciálu**

# Čo je to klimatická zmena?

**Je to zmena atmosférických vlastností nastávajúca v dôsledku antropogénnej činnosti.**

## Príčiny:

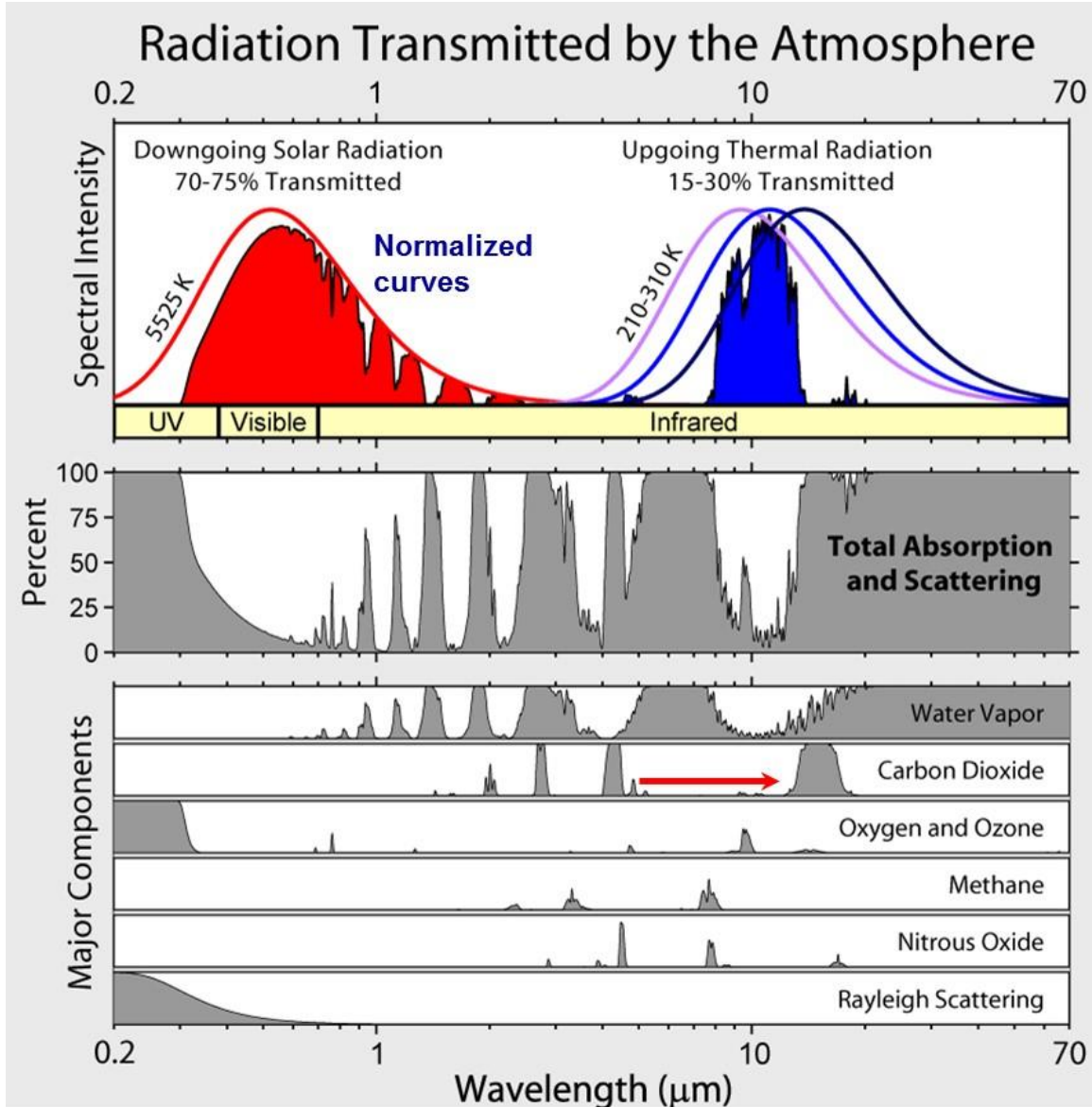
- zvýšená emisia skleníkovu aktívnych plynov ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_x$ ), a ich prekurzorov do atmosféry – zmena bilancie dlhovlnného žiarenia
- zmeny využívania krajiny – zmena albeda – zmena bilancie krátkovlnného žiarenia

# Skleníkové plyny v atmosféře

**Skleníkové plyny v atmosféře mají schopnost absorpcie  
dlhovlnného žiarenia - radiačne aktívne plyny**

Plyn	Značka	Koncentr. 1750	Koncentr. 2002	Stred. doba zotrvania	GWP 100
Oxid uhličitý	CO <sub>2</sub>	278 ppmv	371 ppmv	50-200 r.	1
Metán	CH <sub>4</sub>	700 ppbv	1810 ppbv	Asi 12 r.	21
Oxid dusný	N <sub>2</sub> O	270 ppbv	319 ppbv	120 r.	310
Fluorid uhličitý	CF <sub>4</sub>	40 pptv	84 pptv	5000 r.	6500
Hexafluorid síry	SF <sub>6</sub>	0	5,2 pptv	3200 r.	23900
HFC-23	CHF <sub>3</sub>	0	16 pptv	264 r.	11700

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

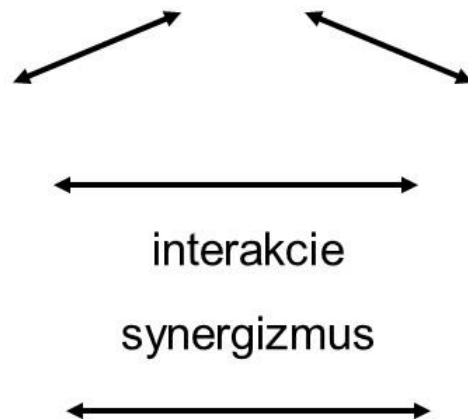
# Klíma

## FYZIKÁLNA KLÍMA

- žiarenie
- teplota
- tlak
- obsah vodnej pary
- úhrn zrážok
- prúdenie vzduchu a i.

## CHEMICKÁ KLÍMA

- plyny (druh, koncentrácia)
- aerosólové častice (zloženie, počet)
- chemické zloženie zrážok a i.



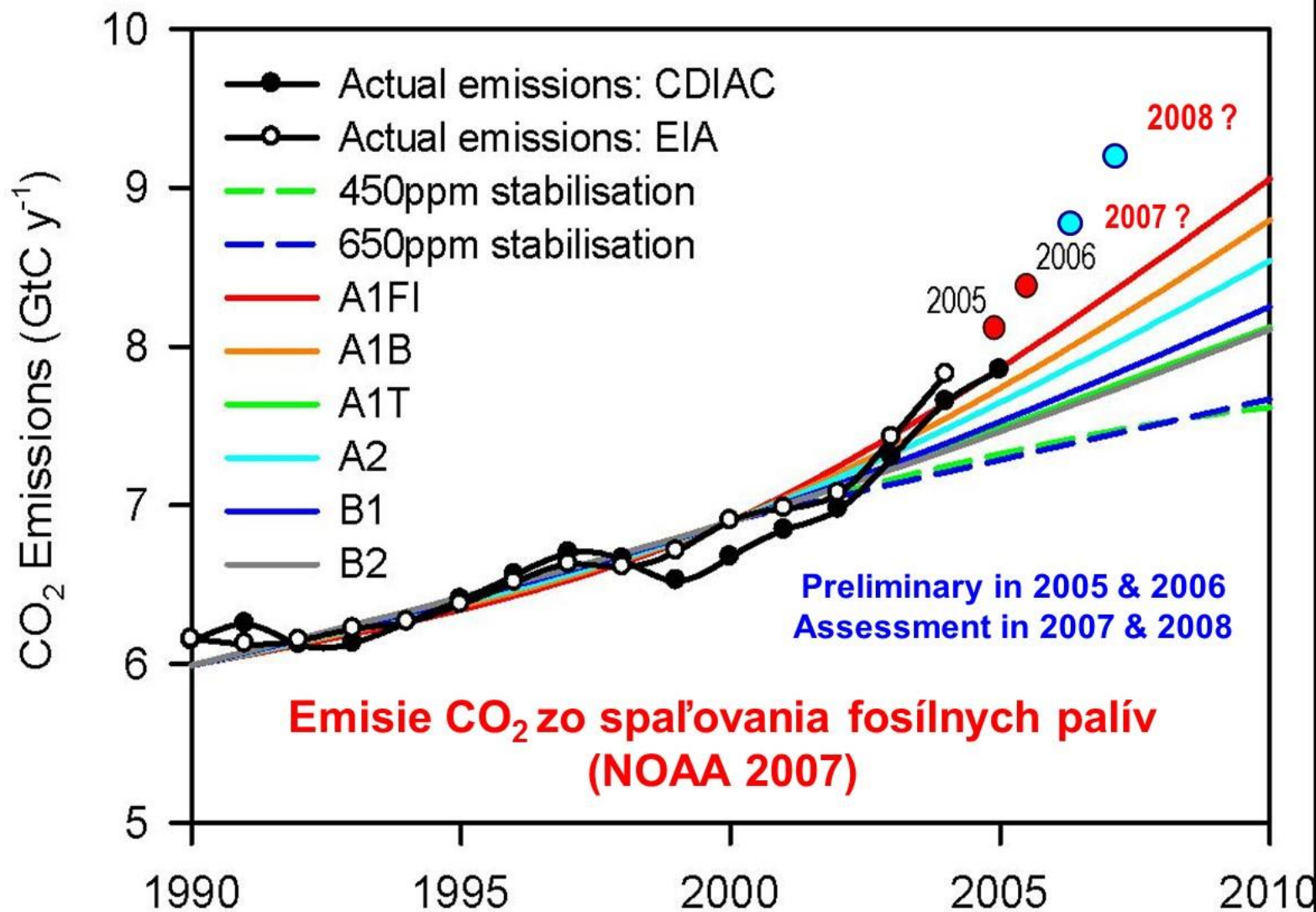
## Ekosystémy

kategórie fyzikálnej a chemickej klímy

makro - mezo - mikro

klíma

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

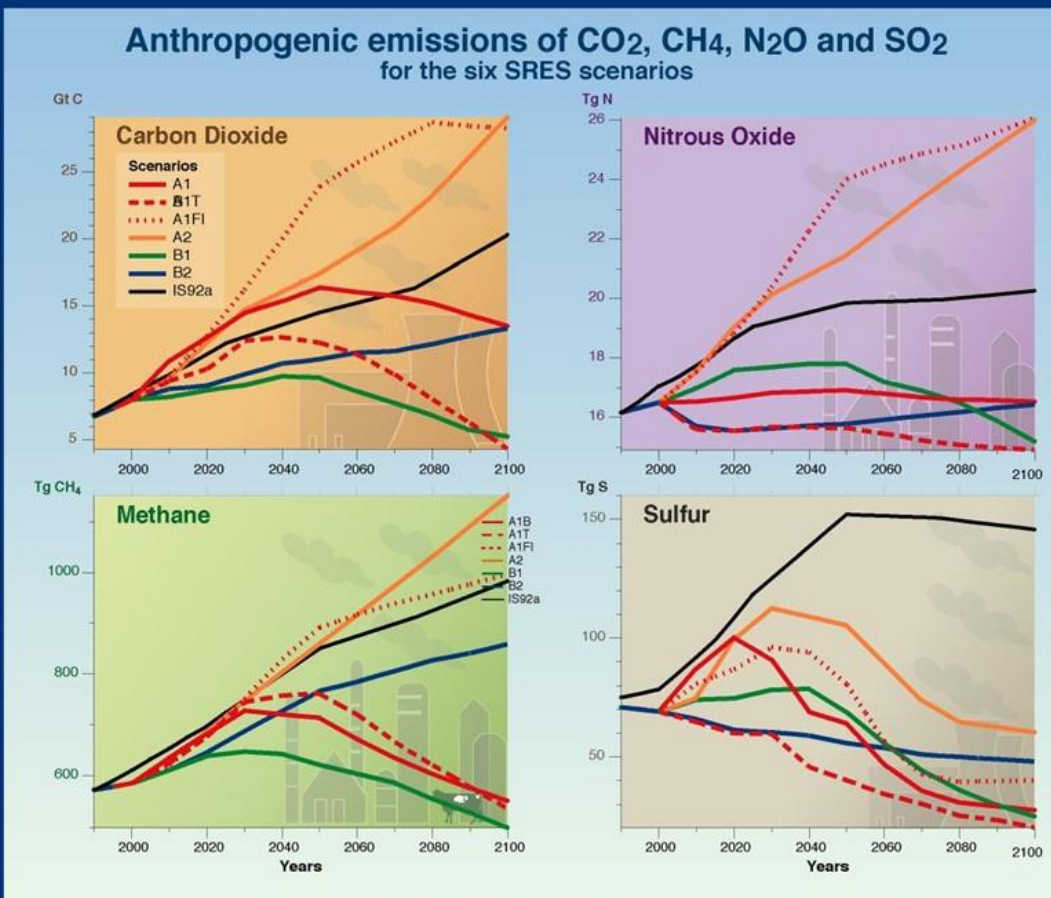




INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

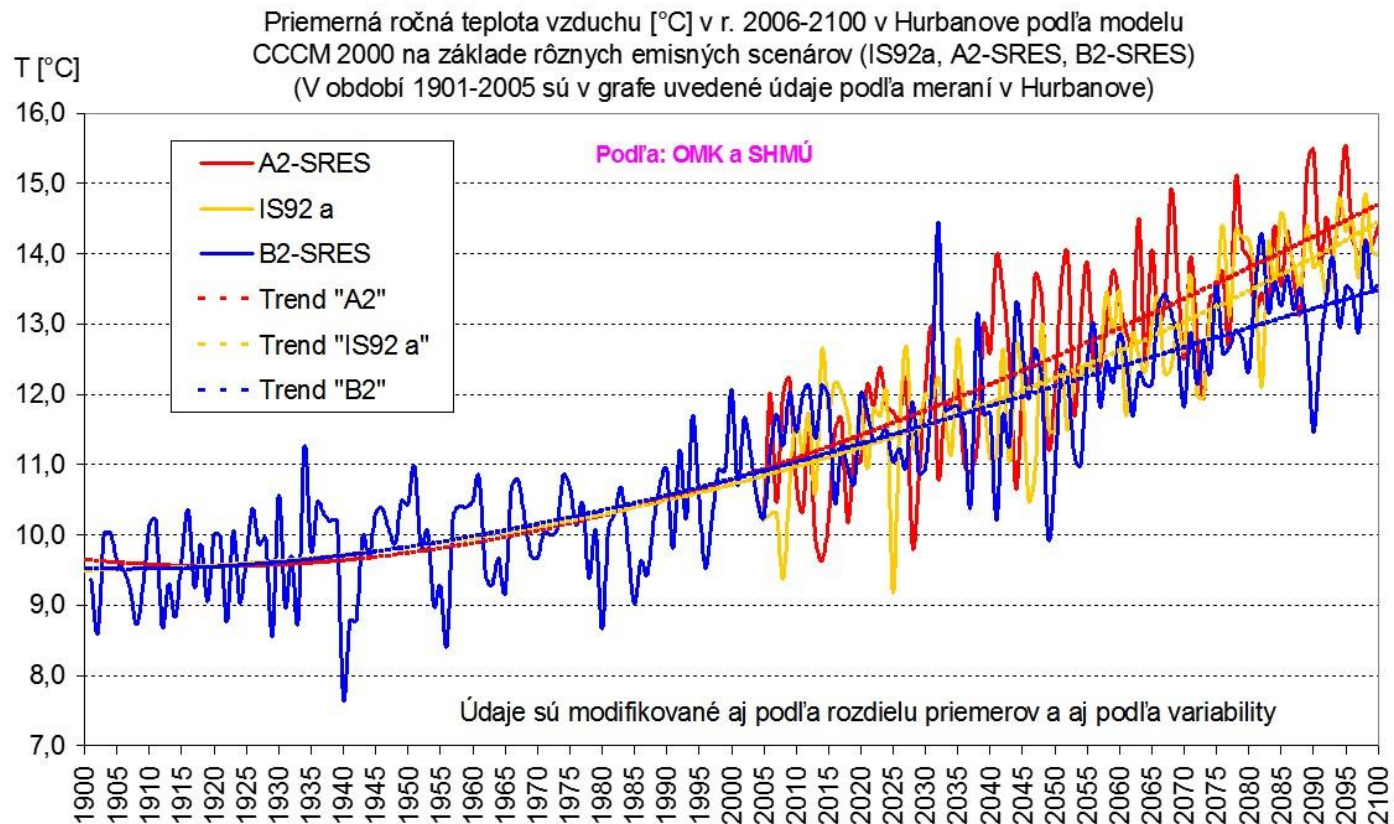
Emisné scenáře A1, B1T, A1F1, A2, B1, B2 a IS92a sú spracované podľa možných alternatív vývoja populácie ľudstva, industriálneho rastu a uplatnení zmierňovacích opatrení redukujúcich emisie skleníkového aktívneho plynu

Alternatívne scenáře emisií skleníkového aktívneho plynu do atmosféry



WG1 TS FIGURE 17

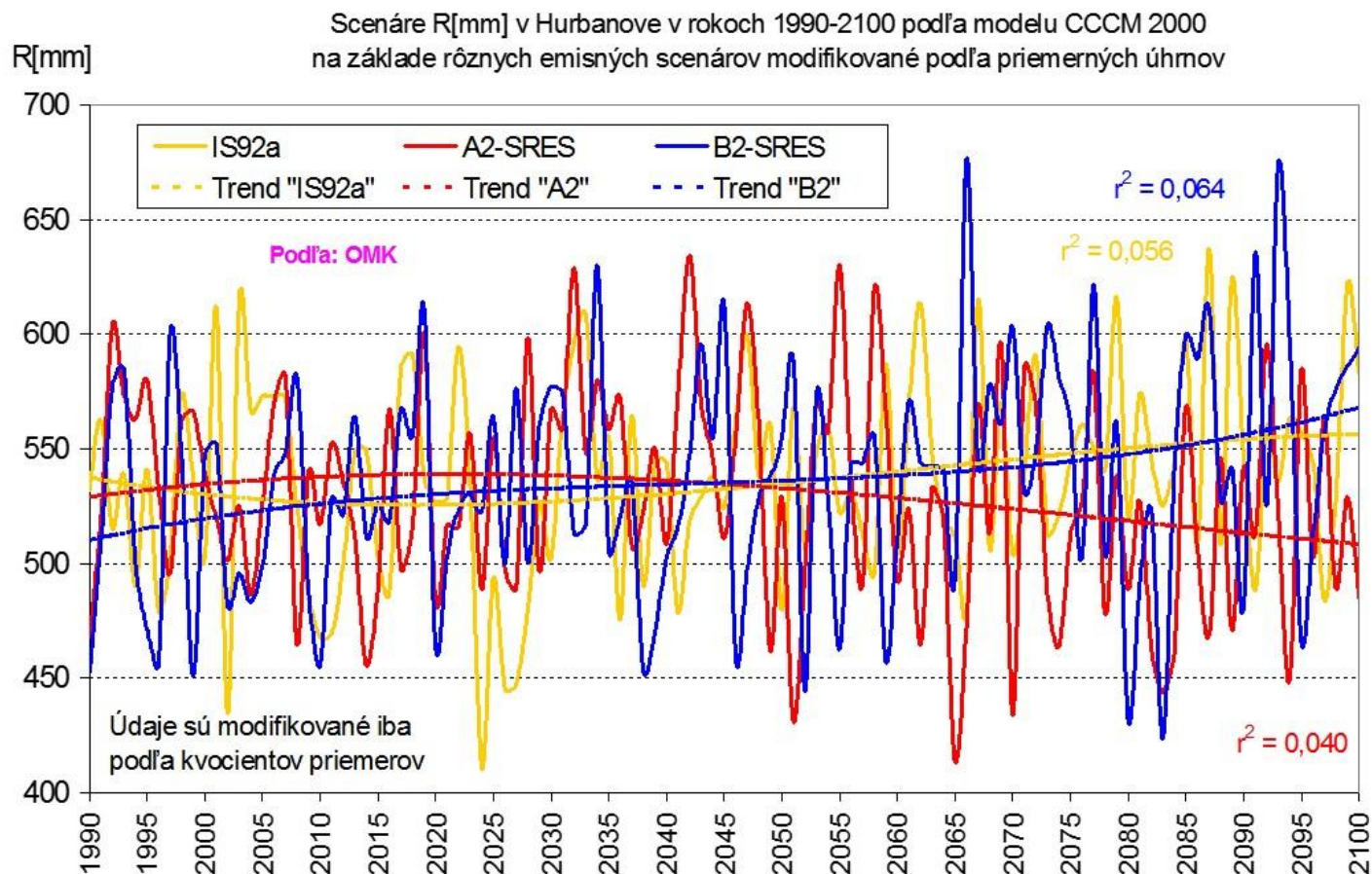
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



**Scenáre ročných priemerov teploty vzduchu [°C] v Hurbanove v r. 2006-2100 podľa modelu CCCM 2000 (údaje modifikované aj na priemer a aj na variabilitu po jednotlivých mesiacoch) na základe rôznych emisných scenárov (v období 1901-2005 sú uvedené merané údaje) (Lapin, 2005).**

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Scenáře ročního úhrnu zrážek [mm] v Hurbanove v r. 1990-2100 podľa modelu CCCM 2000 (údaje modifikované iba podľa priemerov) na základe rôznych emisných scenárov (Lapin, 2005).**



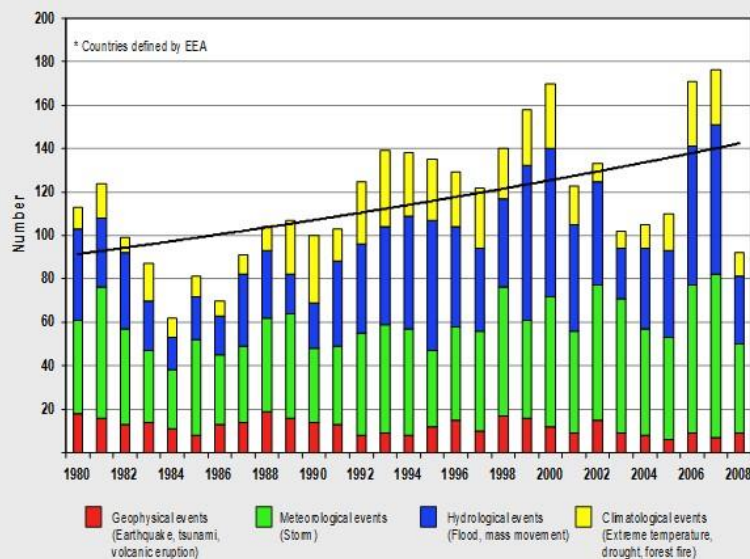
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Škody způsobené přírodními katastrofami v Evropě

- Straty způsobené přírodními katastrofami sa zvyšujú
- V dlhodobejšom horizonte bude ako príčina prevažovať vplyv zmeny klímy

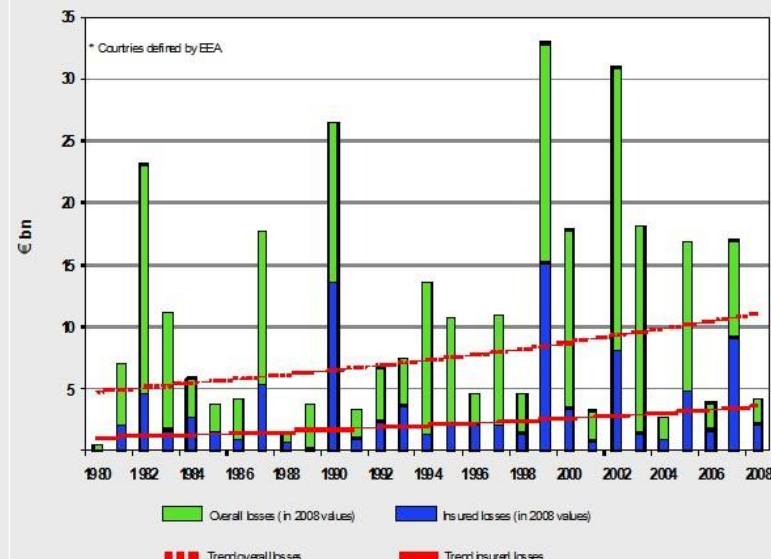
Natural catastrophes in Europe\* 1980 – 2008

Number of events with trend

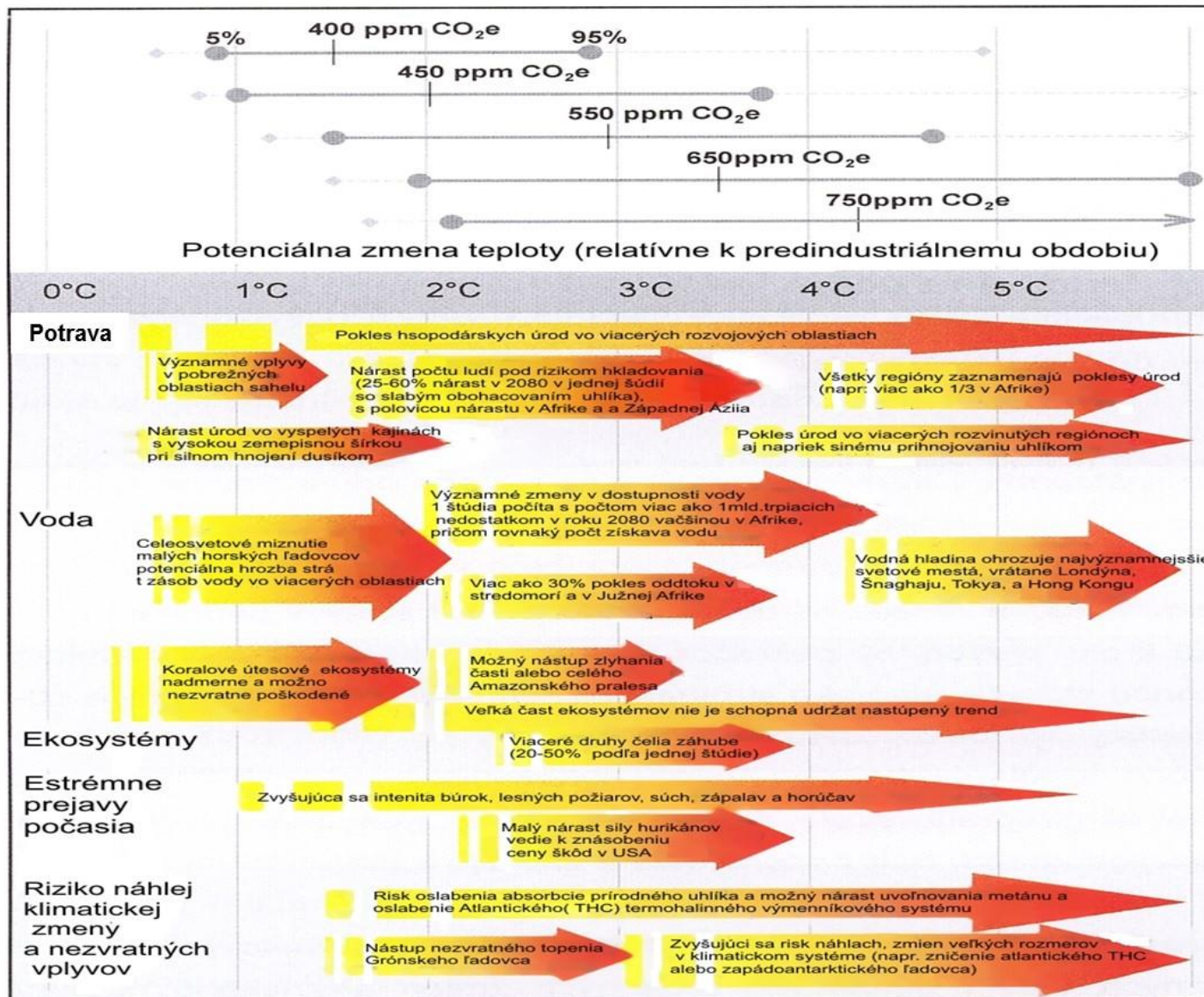


Weather catastrophes in Europe\* 1980 – 2008

Overall and insured losses with trend

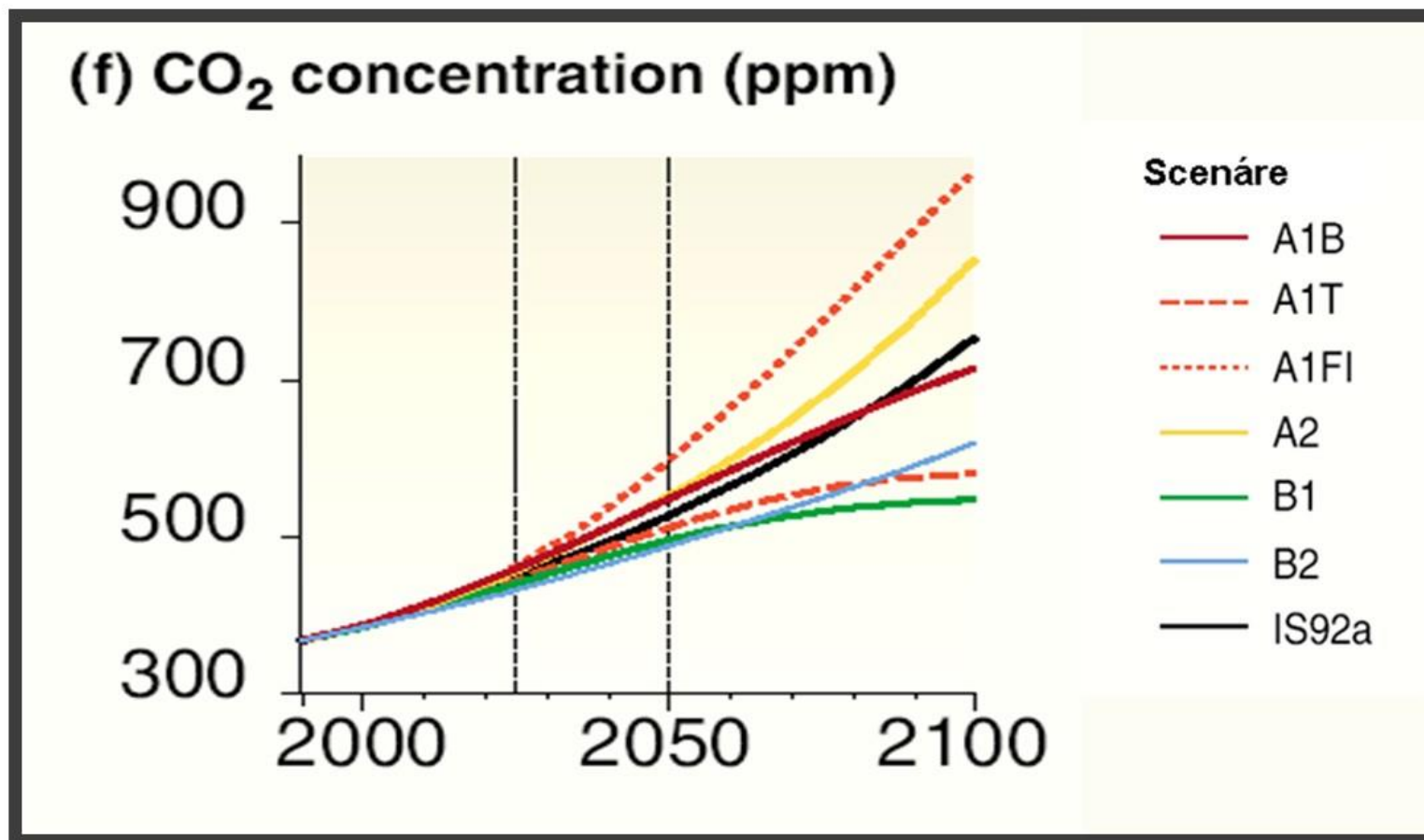


## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Možné scenáře vývoje koncentrací CO<sub>2</sub> (IPCC, 2007)



# Agroklimatický potenciál krajiny

## *Klimatický potenciál krajiny:*

- „**Stupeň vhodnosti podnebia oblasti pre rôzne druhy hospodárskej činnosti človeka**“

*(Meteorologický slovník výkladový terminologický str. 236)*

## *Agroklimatický potenciál :*

- „**Potenciál vhodnosti podnebia pre poľnohospodársku potenciálnu produkciu v oblasti rastlinnej výroby pri prirodzenom zavlažení a uplatnení vyspelej agrotechniky**“

*(Kurpelová, 1981)*

# Agroklimatické parametre TS10

Vegetačné obdobie je ohraničené nástupom a ukončením priemernej dennej teploty  $T \geq 10,0$  °C. Je obdobím podmieňujúcim formovanie generatívnych orgánov druhov mierneho zemepisného pásma, tvorby úrody teplomilných rastlinných druhov ako napr. kukurica siata (*Zea mays* L.) cukrová repa (*Beta vulgaris* L.)





## Návrh agroklimatických ukazovateľov pre regionalizáciu rastlinnej výroby

<i>Makrooblasť</i>	<i>Oblasť</i>	<i>TS10</i>	<i>E<sub>o</sub>-R</i>	<i>Výrobná oblasť</i>
Chladná	-	< 2000	< 0	Horská
Mierne teplá	-	2000 – 2400	0 – 50	Zemiakarská
Teplá	Pomerne teplá	2400 -2600	50 – 100	Repná
	Mierne teplá	2600 – 2800	100 – 150	
	Prevažne teplá	2800 – 3000	150 – 200	Kukuričná
	Veľmi teplá	> 3000	> 200	

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

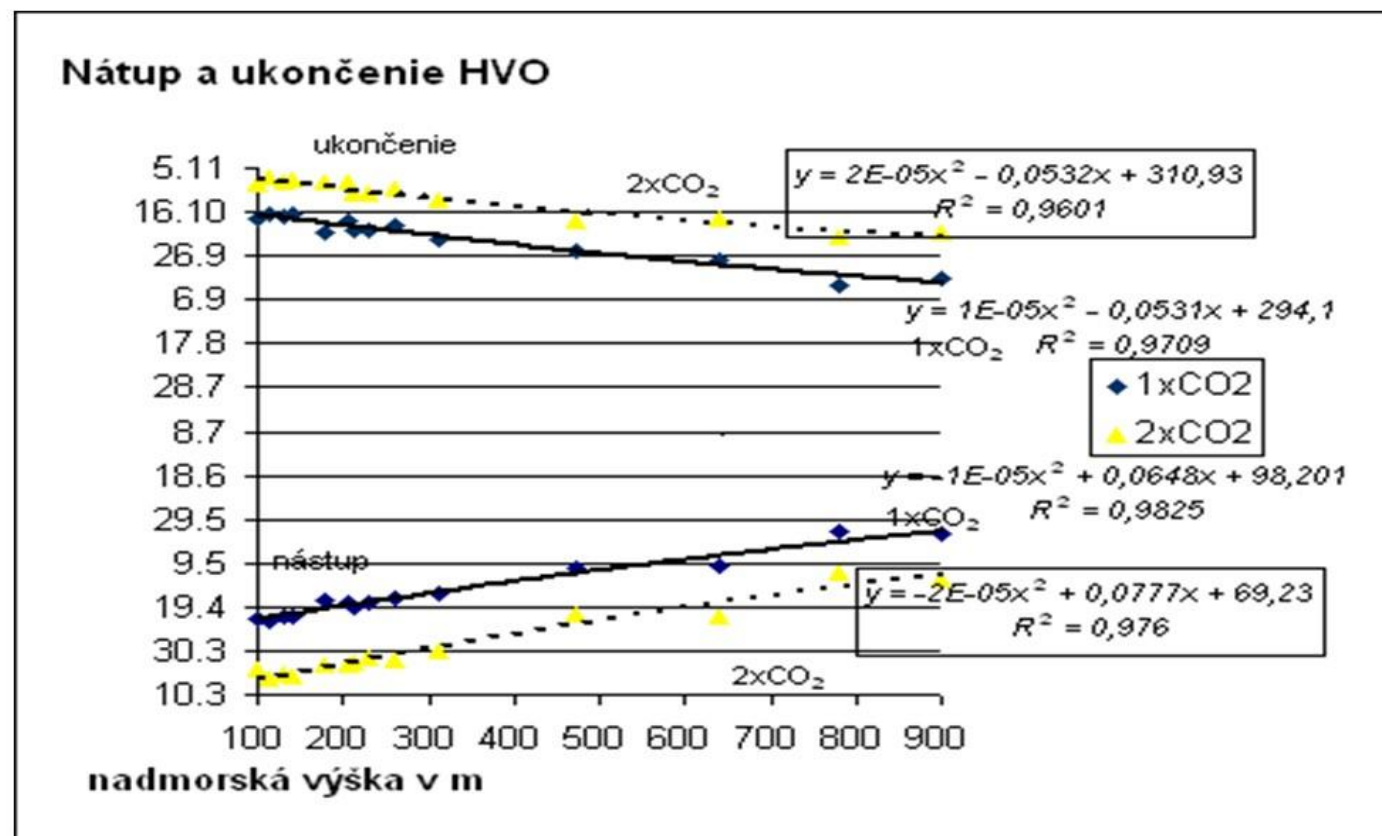
## Trvanie vegetačného obdobia

- **Nástup VO postupne urýchľuje, ukončenie oneskoruje a trvanie výrazne mení.**
- **trvanie HVO typického pre kukuričnú výrobnú oblasť v referenčnom období bolo 175 dní a v podmienkach klímy presiahne 200 dní.**



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Nástup a ukončení vegetačního období



## Príkon fotosynteticky aktívneho žiarenia (PAR)

- **PAR** v podmienkach zmeny klímy  $2xCO_2$  narastajú. od 10 % na nížinách po 15 % v najvyšších poľnohospodársky využívaných polohách (o  $60 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ )
- V podmienkach klímy  $2xCO_2$  mali byť zabezpečené počas HVO príkonom  $PAR > 350 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$
- spôsobené trvaním vegetačného obdobia a nie zvýšeným výkonom slnka

## Zmeny teplotných pomerov vo VO

- Na kukuričnej výrobnjej oblasti sa TS10 zvýši v podmienkach klímy 2xCO<sub>2</sub> o 23 %, smerom k horskej výrobnjej oblasti však relatívne zabezpečenie HVO teplotnými sumami rastie až o 45 %.
- To umožní posun pestovania teplotne náročnejších plodín z polôh nížin až do polôh 500 m n. v.



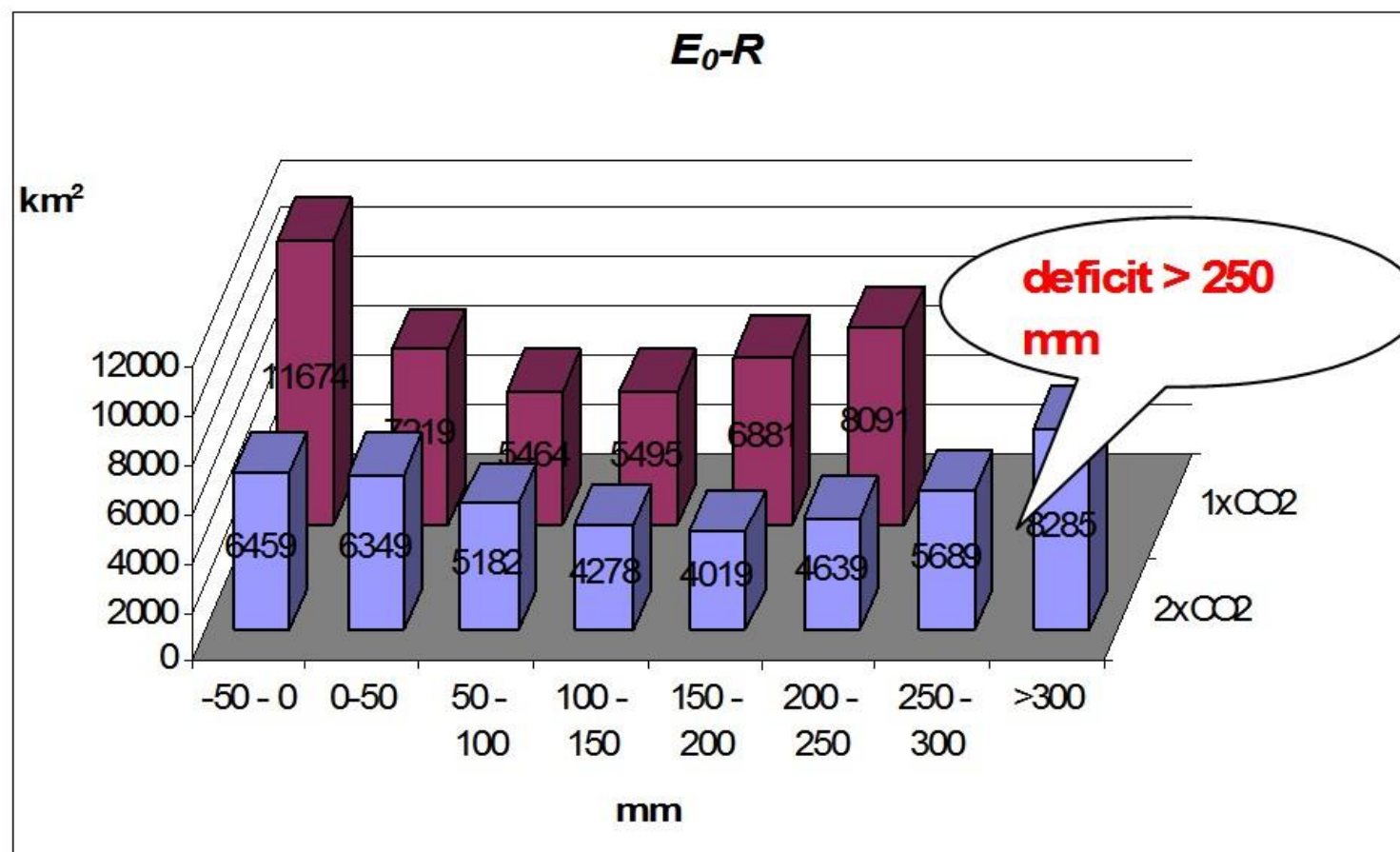
## Zmena zabezpečnosti rastlinnej výroby atmosférickými zrážkami (R)

- vzrast zrážkových úhrnov pre podmienky klímy  $2xCO_2$ ,
- na nížinách južného a východného Slovenska je to o 60 mm, t.j. o 20 %
- v podhorí o 79 - 134 mm, t.j. o 23 -38 %. Spôsobené je to nárastom trvania VO
- Táto skutočnosť môže najmä v podhorských oblastiach priaznivo ovplyvniť produkčný potenciál plodín (napr. kukurica siata a repa cukrová), aj keď atmosférické zrážky je potrebné posudzovať v kontexte rastúcej energetickej bilancie prostredia, ktorej výsledkom je i rastúci potenciálny výpar.

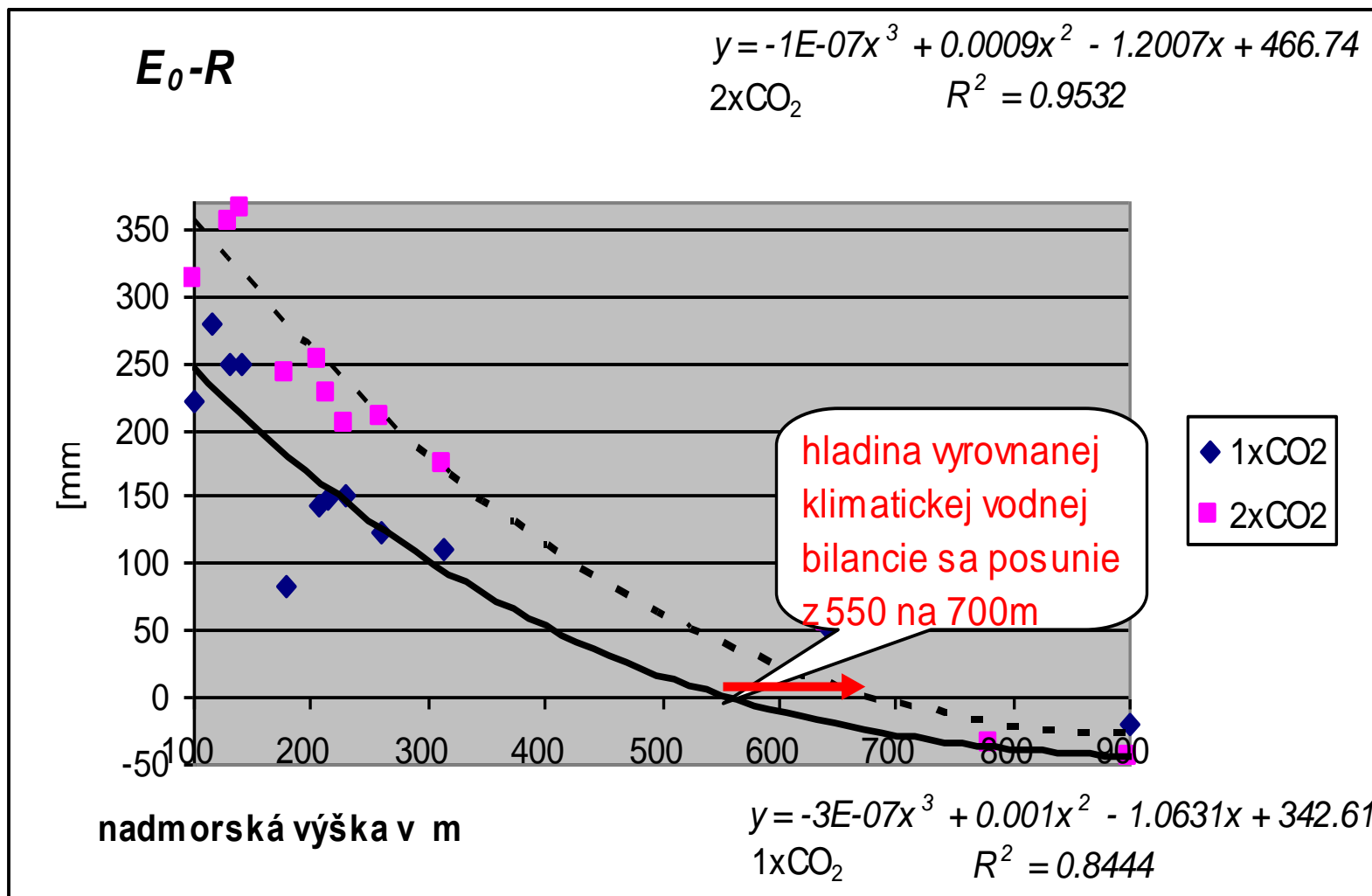


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Klimatická vodná bilancia

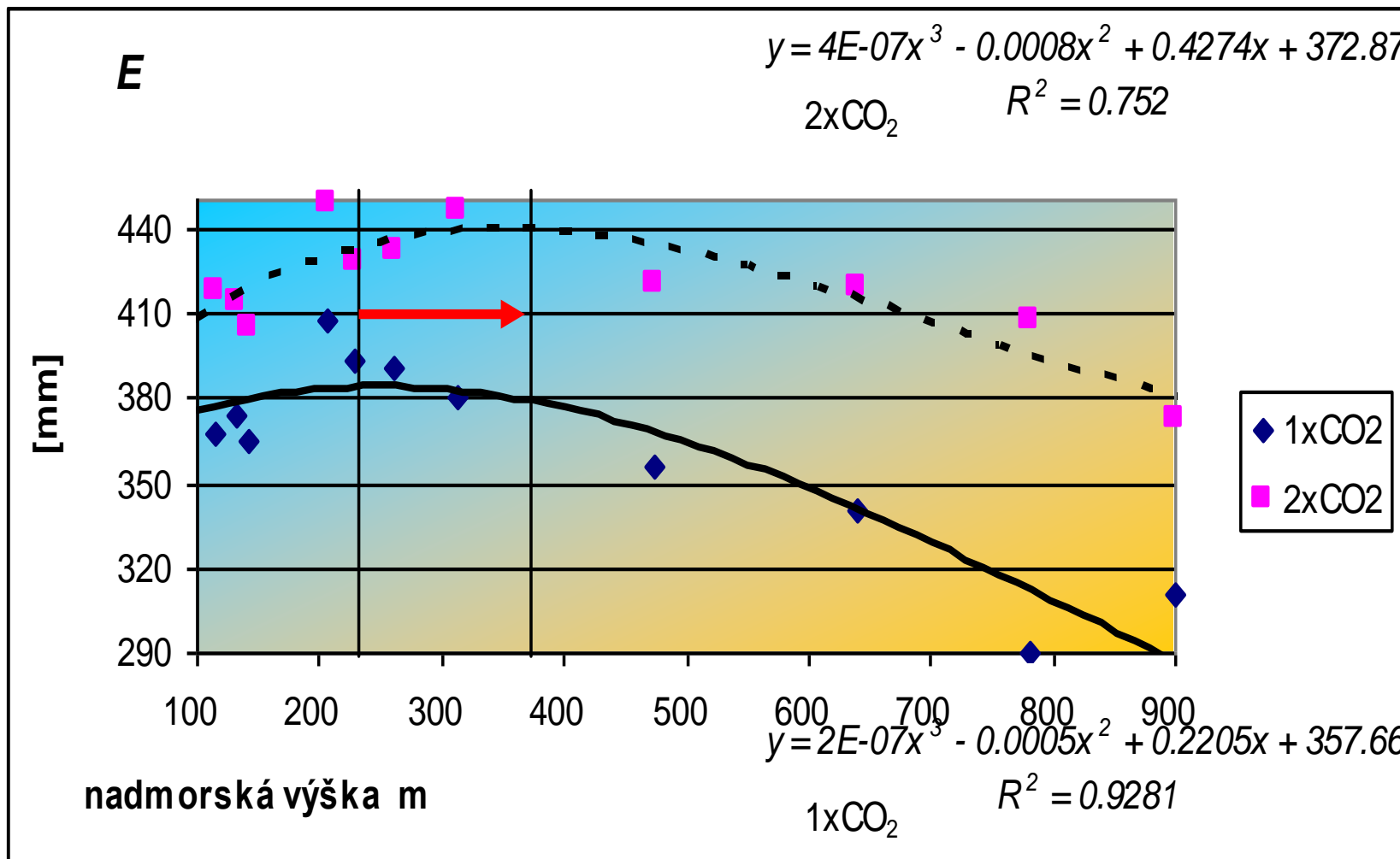


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Priemerný dátum nástupu, ukončenia a trvania HVO pre jednotlivé poľnohospodárske výrobné oblasti a podmienky klímy 1xCO<sub>2</sub> a 2xCO<sub>2</sub>**

Výrobná oblasť	Nástup		Ukončenie		Trvanie	
	1xCO <sub>2</sub>	2xCO <sub>2</sub>	1xCO <sub>2</sub>	2xCO <sub>2</sub>	1xCO <sub>2</sub>	2xCO <sub>2</sub>
kukuričná	<19.4	<24.3 -26 dní	>6.10	>26.10 +20 dní	>175	>220 +46 dní
repárska	19.4 - 27.4	25.3 - 4.4 -23 dní	3.10- 5.10	21.10 - 25.10 +19 dní	160 – 175	200 – 220 +42 dní
zemiakarská	28.4- 13.5	5.4 - 21.4 -23 dní	21.9 - 2.10	11.10 - 20.10 +19 dní	135 - 160	175 – 200 +40 dní
horská	>14.5	>22.4 -22 dní	<20.9	<10.10 +19 dní	<135	<175 +41 dní

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Zabezpečenie HVO fotosynteticky aktívnym žiarením (PAR) a teplotnou sumou (TS10) pre jednotlivé poľnohospodárske výrobné oblasti a podmienky klímy 1xCO<sub>2</sub> a 2xCO<sub>2</sub>**

Výrobná oblasť	PAR [kWh.m <sup>-2</sup> ]		TS10 [°C]	
	1xCO <sub>2</sub>	2xCO <sub>2</sub>	1xCO <sub>2</sub>	2xCO <sub>2</sub>
kukuričná	390 – 430	460 – 510 <b>+18%</b>	2750 – 3000	3450 – 3950 <b>+30%</b>
repárska	350 – 390	425 – 460 <b>+19 %</b>	2400- 2750	3000 – 3450 <b>+30%</b>
zemiakarská	290 – 350	375 – 425 <b>+25 %</b>	1800 – 2400	2600 – 3000 <b>+33%</b>
horská	<290	<375 <b>+29%</b>	<1800	<2600 <b>+44%</b>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Úhrny atmosférických zrážok (  $R$  ), potenciálnej evapotranspirácie (  $E_0$  ) a ukazovateľa zavlaženia (  $E_0 - R$  ) vo HVO pre jednotlivé poľnohospodárske výrobné oblasti a podmienky klímy  $1xCO_2$  a  $2xCO_2$**

Výrobná oblasť	$R$ [mm]		$E_0$ [mm]		$E_0 - R$ [mm]	
	$1xCO_2$	$2xCO_2$	$1xCO_2$	$2xCO_2$	$1xCO_2$	$2xCO_2$
kukuričná	320–370	390–430 <b>+20%</b>	530–600	670–770 <b>+25%</b>	150–250	250–360 <b>+52%</b>
repárska	370–400	430–460 <b>+15%</b>	460–530	580–670 <b>+26%</b>	75–150	150–250 <b>+60%</b>
zemiakarská	400–420	460–500 <b>+17%</b>	360–460	480–580 <b>+29%</b>	0–75	20–150 <b>+130%</b>
horská	>400	>500 <b>+25%</b>	< 360	< 480 <b>+33%</b>	< 0	< 20

## Rozdiely medzi rastlinami $C_3$ a $C_4$

Typ fotosyntézy	$C_3$	$C_4$
Primárny produkt fot.	Kys.3- fosfoglycerová	Kys. oxáloctová
Intenzita fot. sa s rastom teploty	Znižuje až zastavuje	Prebieha aj pri vyšších teplotách
Schopnosť prijímania $CO_2$ zo vzduchu	Pri vyššej koncentrácii	Už pri nízkej koncentrácii
Vyhovujúca intezita osvetlenia pre fotos.	Nízka aj vyššia	vyššia
Hospodárenie s vodou	Slabšie	Dobré aj pri vyšších teplotách

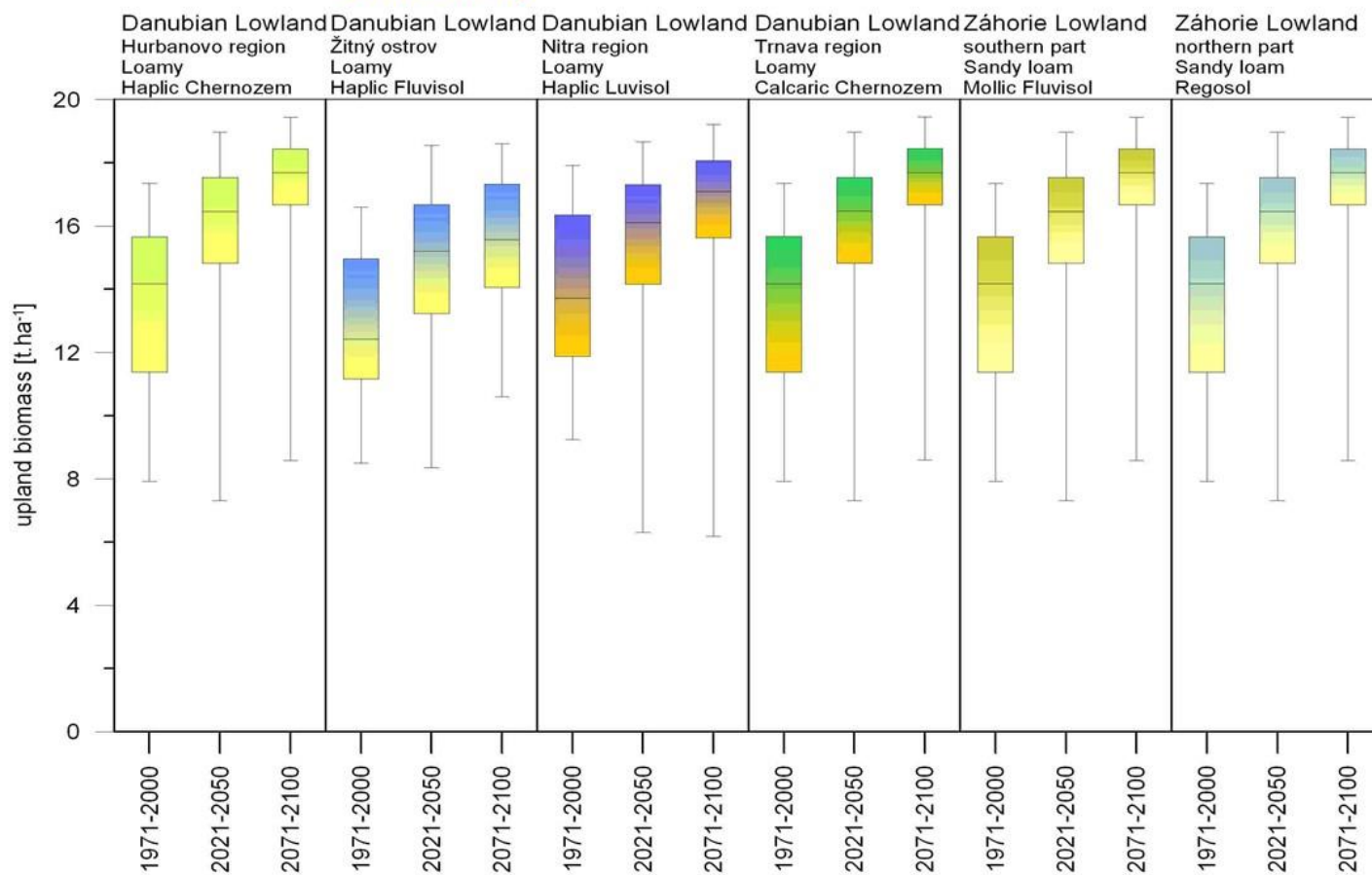
## Vplyv CO<sub>2</sub> na výt'ážnosť fotosyntézy

(Yelle et. al. 1989, Cure and Cock 1986)

Fixácia CO <sub>2</sub>	Porast	Percentuálna zmena vo výt'ážnosti fotosyntézy pri koncentrácii 2x CO <sub>2</sub>	
		Krátkodobý efekt	Dlhodobý efekt
C3	Jačmeň	+50%	<b>+14%</b>
	Pšenica	+41%	<b>+27%</b>
	Sója	+78%	<b>+42%</b>
C4	Zemiaky	+30%	<b>+9%</b>
	Kukurica	+26%	<b>+4%</b>

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

*Fytomasa ozimnej pšenice na rôznych pôdach  
Podunajskej a Záhorskej nížiny v časových horizontoch  
rokov 1971-2000, 2021-2050, 2071-2100 (statistical  
distribution)*

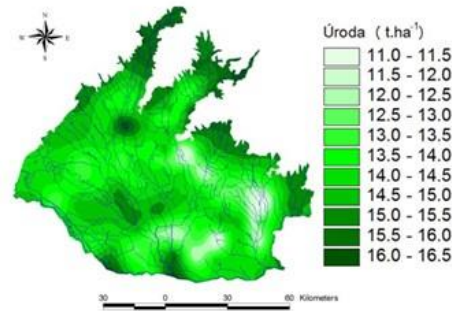


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

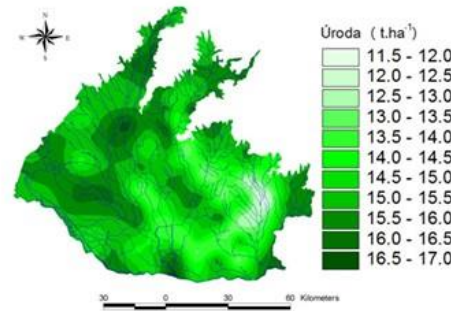


# Pšenica letná f. ozimná

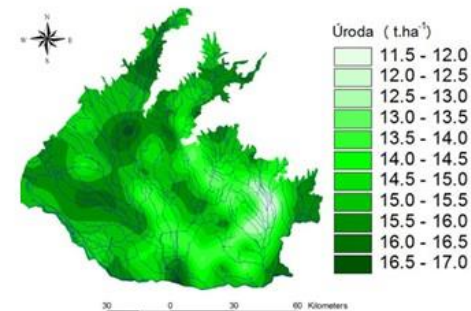
## Úroda nadzemnej fytohmoty - priemer



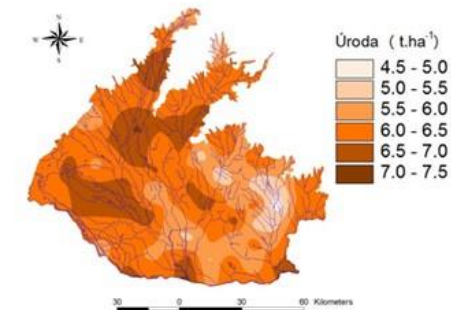
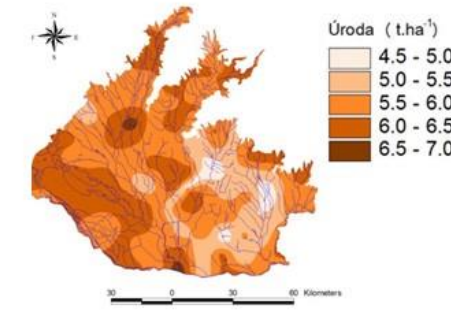
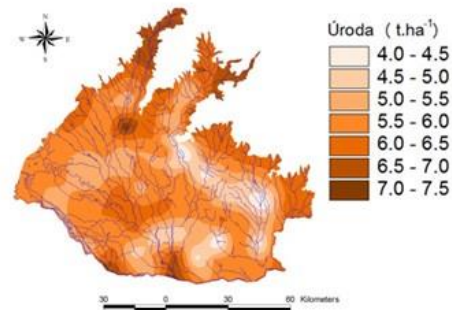
1971 - 2000



2021 - 2050



2071 - 2100



## Úroda zrna - priemer



## Najčastejšie testované adaptačné opatrenia

**zmena pestovanej plodiny,  
zmena odrody,  
posun termínu sejby,  
využitie závlahových systémov.**



## Najčastejšie testované adaptačné opatrenia

### Zmena odrody

- odrody kukurice siatej s vyšším FAO číslom – lepšie využitie energetického potenciálu prostredia
- Súčasné pšenice letnej formy, ozimnej by dozrievali o 4 týždne skôr. Tento posun sa premieta aj do zníženej príkonu radiácie počas vegetačného obdobia a tým aj potenciálu tvorby úrody.
- Riziko - obdobie prezimovania, Poklesy teplôt počas vegetačného obdobia pod bod mrazu budú veľmi pravdepodobne častejšie (posun začiatku vegetačného obdobia k začiatku kalendárneho roka na jar pri nezmenených predpokladoch výskytu mrazov v dôsledku trvania dňa a noci)
- Vysoké teploty môžu zabrániť presunu látok z rastliny do hospodárskej úrody. Výsledkom tak môže byť tvorba vysokých úrod biomasy s malým podielom hospodárskej úrody. V

### Zmena pestovanej plodiny

- nový teplotný komfort umožní pestovanie plodín, ktoré sú dnes typické pre najteplejšie regióny Slovenska až do n.v. 550m.  
Výrazné zastúpenie kukurice siatej v oševných postupoch
- široké možnosti jej zaradenie do oševných postupov je predpokladom pre rastúci význam v rastlinnej výrobe v podmienkach klimatickej zmeny na Slovensku.
- potenciál kukurice prekonávať obdobia s nedostatkom vlahy počas vegetačného obdobia
- bioenergetický potenciál – C4 rastlina
- sója?, proso? olejniny?

### Posun termínu sejby

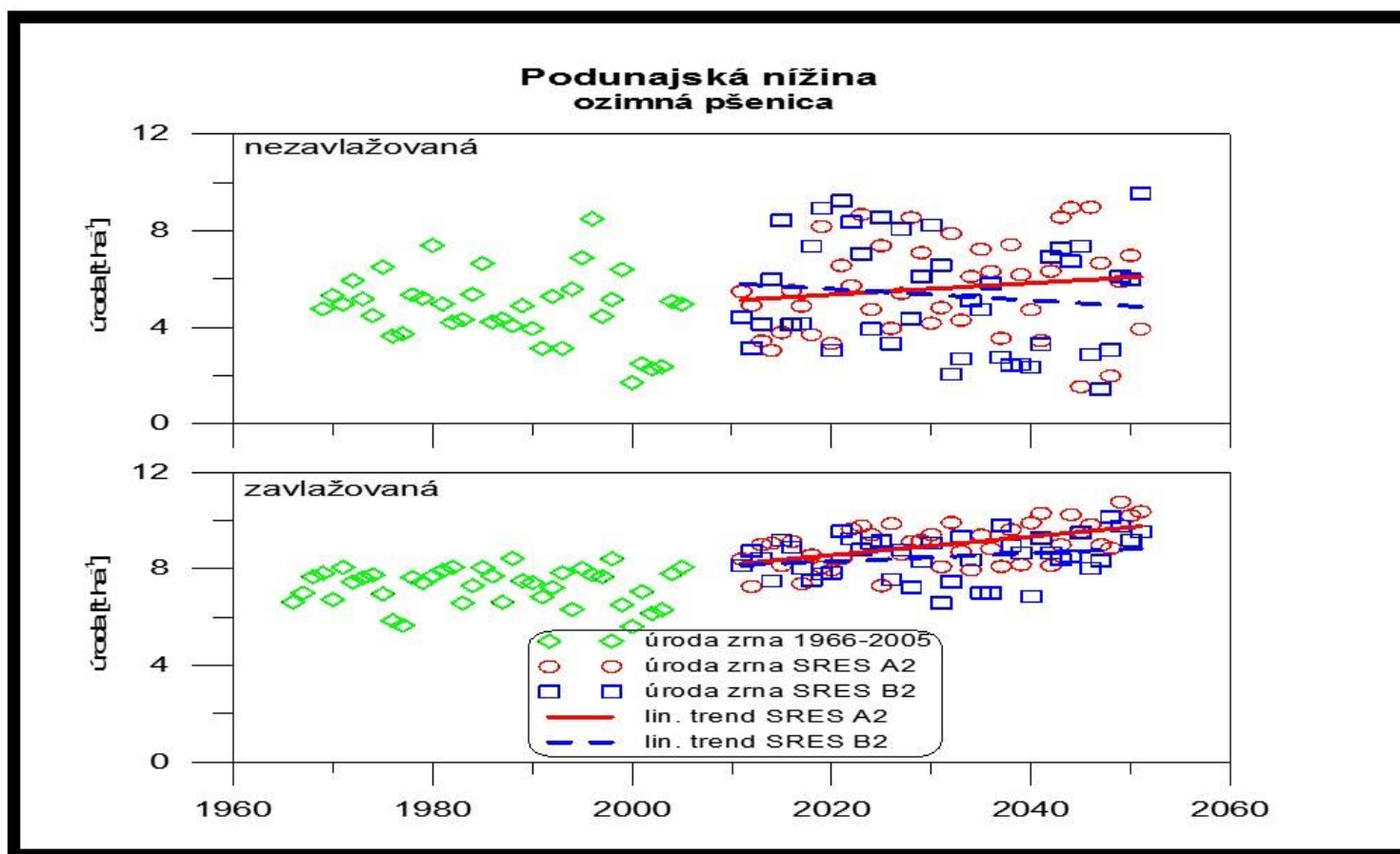
- súčasné termíny sejby jarín prinášajú riziko výskytu vysokej teploty najmä počas citlivých fenofáz plodín,
- Málo efektívne využitie zásob pôdnej vody
- vysušený povrch pôdneho profilu v oblasti osivového lôžka – zlé vzhádzanie, počet prijatých rastlín....

### Využitie závlahových systémov

- v súčasnosti jedným z najčastejšie uvažovaných adaptačných opatrení
- je pravdepodobné, že potreby poľných plodín budú uspokojené len čiastočne.

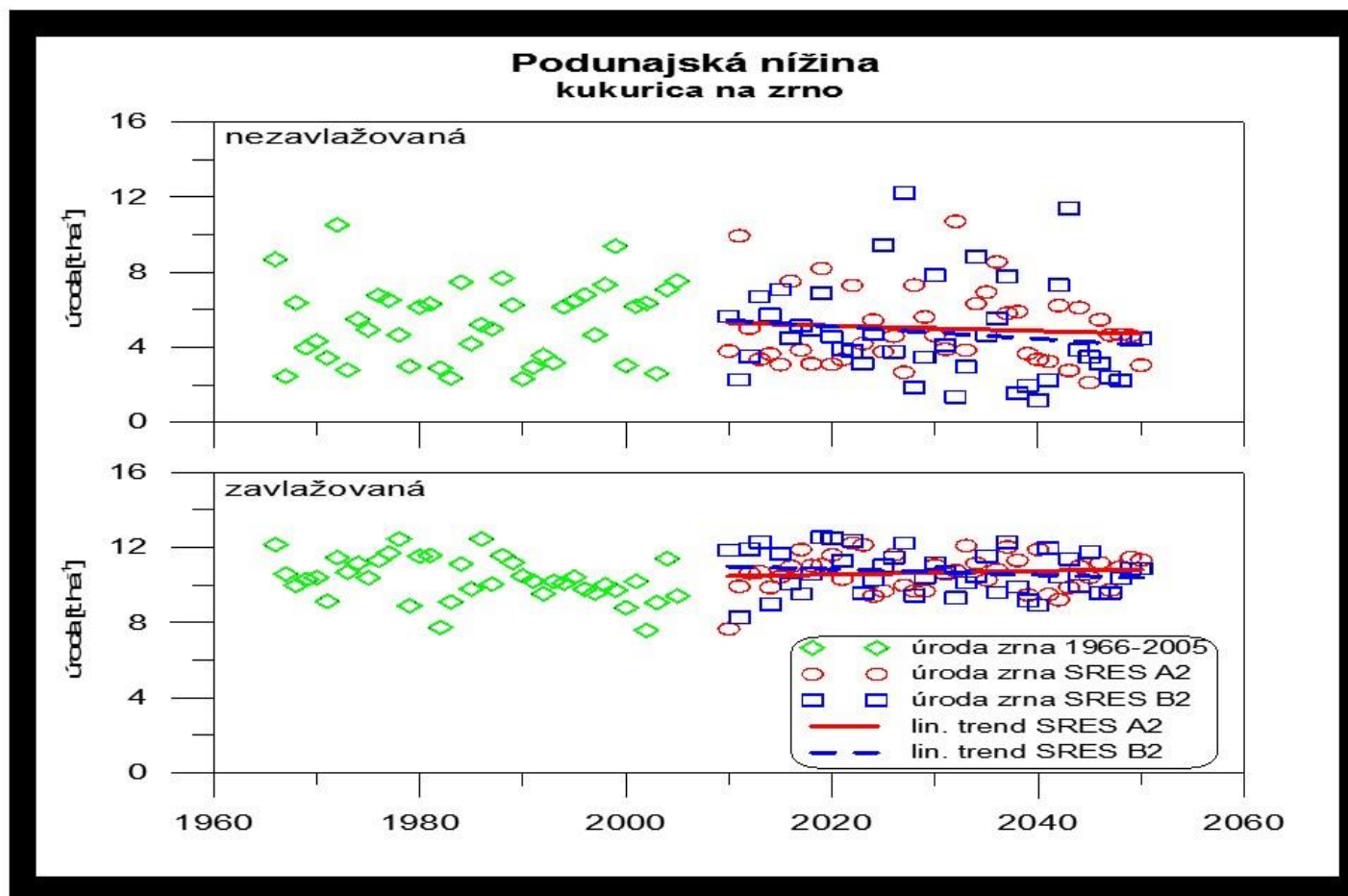
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Simulované hospodárske úrody ozimnej pšenice [t.ha<sup>-1</sup>]  
v Podunajskej nížine v období 1966 – 2005 a podľa scenárov  
zmeny klímy SRES A2 a SRES B2**



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Simulované hospodářské úrody kukurice [t.ha<sup>-1</sup>]  
v Podunajské nížině v období 1966 – 2005 a podlé scénářov  
zmeny klímy SRES A2 a SRES B2**



# Adaptačná stratégia v Európe

EÚ plne začlenila proces adaptácií do svojej politickej agendy /politika 20-20-20/

**Celkový cieľ: zvýšiť odolnosť prostredia na výkyvy/zmeny klímy**

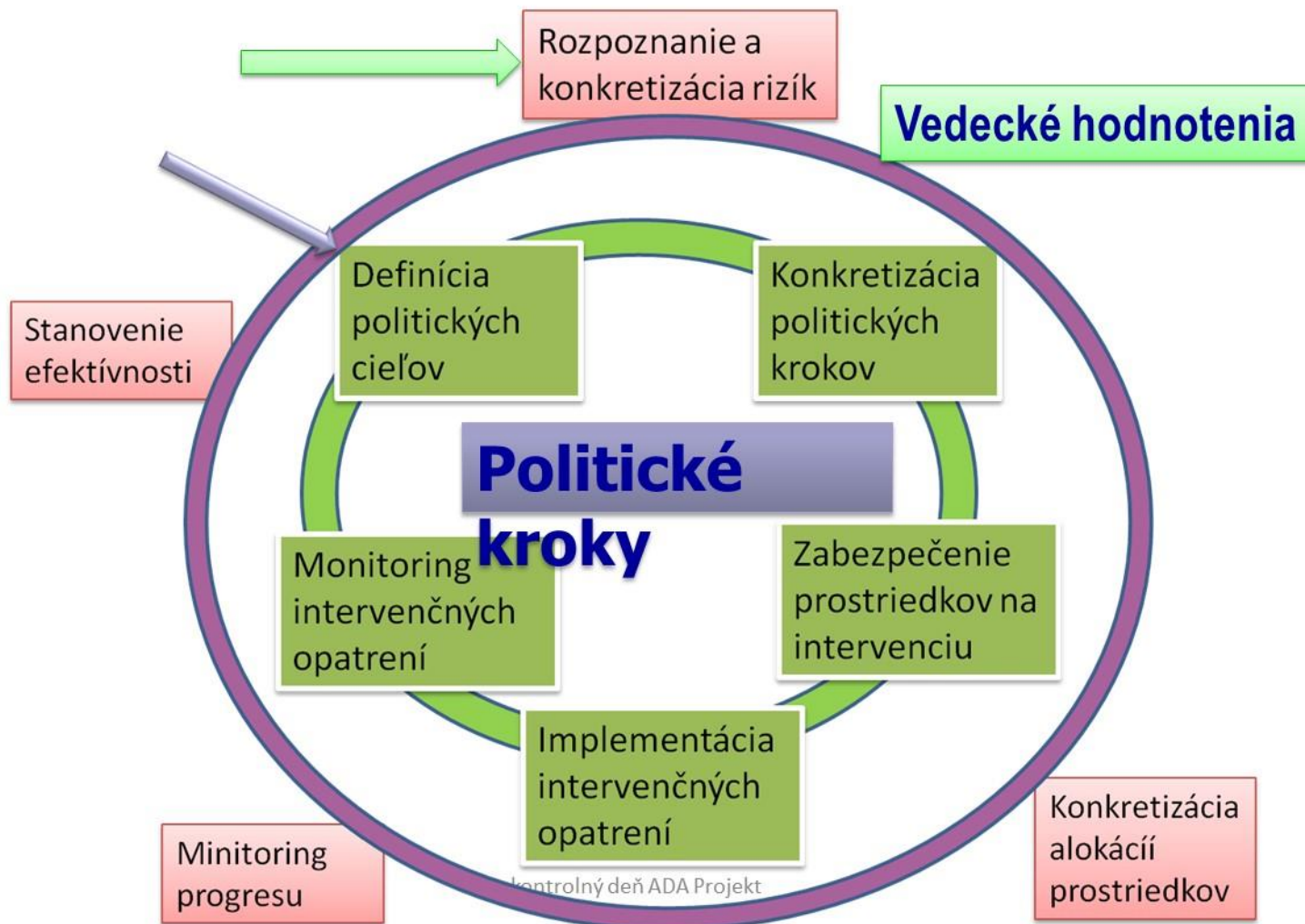
## **Biela kniha EÚ**

- **Do konca 2011:**
- **-zaviest' „Clearing house“ mechanizmus**
- **-podstatne zlepšiť metódy detekcie a predpovede vývoja klímy**
- **-stanoviť dostatočné indikátory pre lepši monitoring dopadov zmien klímy a adaptačných opatrení**
- **-urobiť odhad finančných potrieb a efektívnosti možných adaptačných opatrení**

**Budovanie národných adaptačných stratégií**

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Potrebné zabezpečenie adaptačného cyklu



## Závěry

- Příčinou zmeny klímy je antropogénny nárast obsahu skleníkových plynov v ovzduší a následná zmena radiačnej bilancie zemského povrchu
- Súčasné modely GCM pre oblasť strednej Európy udávajú rast teploty vzduchu, zmeny v distribúcii zrážok a zmeny vo vodnej bilancii (zhoršovanie)
- Komplexná zmena podmienok spôsobí významné zmeny v zastúpení pestovaných plodín a osevných postupoch, v distribúcii a intenzite pôsobenia abiotických faktorov a v areáloch, invázii a gradácii hmyzích škodcov
- Hrozba zmeny klímy je reálna a pri zabezpečení trvalo udržateľného hospodárenia ju musíme brať do úvahy
- Predpokladané zvyšovanie teploty vzduchu v nadväznosti na predlžovanie vegetačného obdobia spôsobujú jednoznačné zvyšovanie  $E_0$  k uvedeným časovým horizontom, čo súvisí nielen so zvyšujúcimi sa hodnotami energetickej bilancie aktívneho povrchu, ale aj predlžovaním vegetačného obdobia.
- Úhrny  $R$  sa však budú meniť len málo a dá sa očakávať výskyt klimatického sucha v oveľa vyšších polohách ako tomu bolo doteraz. Posun vyrovnanej klimatickej bilancie sa posunie v podmienkach SR z 550 m na 700m
- Táto skutočnosť spolu z rastom teploty vzduchu veľmi pravdepodobne ovplyvní nielen zonalitu vhodnosti pre pestovanie poľných plodín (najmä kukurice), ale vyvolá aj zmeny v osevných postupoch. Dôraz bude kladený na udržanie vody v krajine
- Adaptačné stratégie – zatiaľ v začiatkoch, chýba komplexná NAS

## Použité materiály

- Na přípravu prednášky som použil materiály publikované v rámci Národného klimatického programu SR a vlastných publikovaných prác
- Webovské stránky IPCC ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)) a sekretariátu UN FCCC ([www.unfccc.de](http://www.unfccc.de))





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

*Nehovorte ľuďom pravdu do očí. Nebudú Vás počúvať,  
pretože oko nie je sluchový orgán!*

P. Knap

**ĎAKUJEM ZA  
POZORNOSŤ**

