

Agrometeorologie

prof. Ing. Zdeněk Žalud, Ph.D.
AF Ústav agrosystémů a bioklimatologie

Kdy	Od	Do	Kde	Počet hodin
01.11.2025	13.00	16.50	A31	4
14.11.2025	8.00	11.50	A31	4
14.11.2025	13.00	16.50	A31	4
29.11.2025	8.00	11.50	A31	4

Organizace předmětu

- Docházka
- Průběh přednášek = 1 pauza v bloku
- Absolvoval?
- ???
- Literatura



Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav agrosystémů a bioklimatologie

BIOKLIMATOLOGIE



prof. Ing. Zdeněk Žalud, Ph.D.

2015

af.mendelu.cz

2022



Zdeněk Žalud a kol.

Aplikovaná agrometeorologie



ke stažení

www.mendelu.cz

kliknout na:

- **Naše fakulty**
- **Agronomická fakulta**
- **O fakultě**
- **Organizační struktura fakulty**
- **Ústav agrosystémů a bioklimatologie**
- **Výuka**
- **Materiály ke stažení**
 - **Agrometeorologie AF – kombinované studium**

2025



<https://www.intersucho.cz/cs/kniha-podnebi-pocasi-a-zemedelstvi/>

Cíl a obsah předmětu

➤ Proč????

- ⇒ Počasí a podnebí jako faktor zemědělství
- ⇒ Počasí a podnebí jako faktor krajiny a jejich funkcí
- ⇒ Mění se klima
- ⇒ Vliv na růst, vývoj a výnos
- ⇒ Abiotická rizika – teploty, sucho, mokro
- ⇒ Biotická rizika – choroby a škůdci
- ⇒ Zvířata a ŽV – welfare a mikroklima
- ⇒ Adaptace na měnící se klima v zemědělství a krajině

Agrometeorologie:

➤ Fyto

➤ Zoo

⇒ Humánní bioklimatologie

Počasí a podnebí

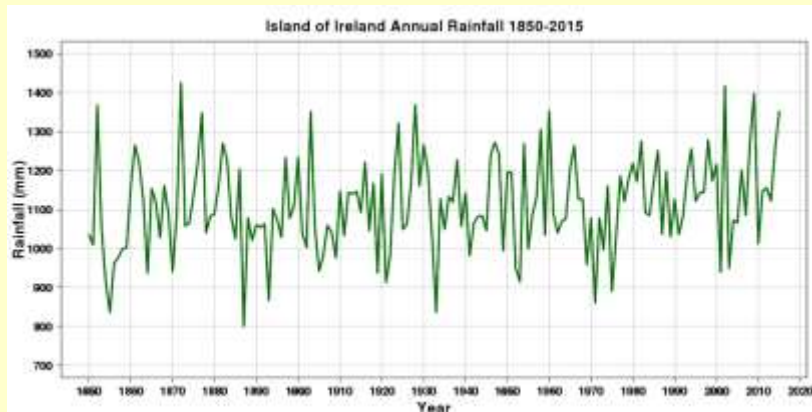


**Slunečné, dešťové,
větrné....**

**Určuje jak je právě
teď na daném místě**



Počasí a podnebí

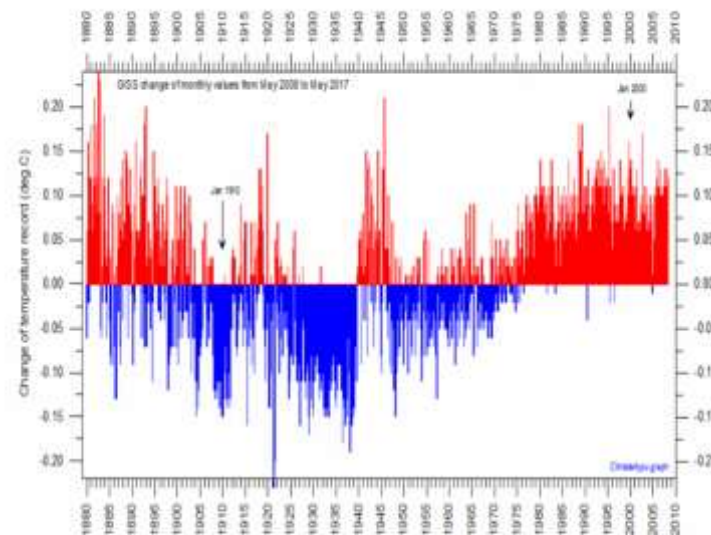


Tropické, mírné SE,
arktické, saharské,
kontinentální, oceánické

.....

U podnebí určujeme trendy
a variabilitu (proměnlivost)

Figure IV-2



Maturity diagram showing net change since 17 May 2008 in the global monthly surface air temperature record prepared by the [Goddard Institute for Space Studies \(GISS\)](#), at Columbia University, New York City, USA. This temperature estimate extends back to January 1880. Last diagram update 15 May 2017.

meteofaktory x zemědělství (krajina)

produkce

- sluneční záření
- CO₂ koncentrace
- teplota vzduchu
- vodní bilance
- sníh

.....

stres

(destrukce)

- UV radiace
- sucho
- povodně
- teplota
- vítr

.....

meteofaktory x zemědělství (krajina)

Klimatická změna



Zemědělství (...a krajina) – aktuální stav a její vývoj

(pohledem agrometeorologie a bioklimatologie)

Jaké jsou „motory“ zemědělství do roku 2050?

➤ **Tlak veřejnosti na udržitelné hospodaření**

- Stále častěji debaty o pozici zemědělství – zemědělec škůdce krajiny (G+S)
- Sílí tlak na MP služby
- Útoky na dotace v zemědělství

➤ **Klimatický tlak na změnu hospodaření**

- Adaptace na ZK a sucho
- Klimatická frustrace (v zimě vymrzne, na jaře uschne)
- Nevyrovnané roky

➤ **Technologický pokrok**

- 4.0 zemědělství – robotizace, automatizace
- Někde podstatný nedostatek pracovníků
- Mozky se těžko automatizací nahradí



**LEGISLATIVNÍ
RÁMEC**

Zemědělci jsou v digitalizaci dále než průmysl

Zemědělství čeká nástup robotů.

Ovoce budou sbírat létající drony



Cíl pro zemědělství 2050:

**Najít a aplikovat vyváženost
produkčních a mimoprodukčních
funkcí**

v nových klimatických podmínkách

Produkční = prioritní!! PROČ???

Produkční versus **Mimoprodukční** funkce

Potraviny

Dřevo

Energie

Voda

.....

Rekreační

Biodiverzita (ochrana GZ)

Vzdělávací

Půdo/vodoochranná

.....

PROČ PRODUKČNÍ TOP?

Lidé: potraviny = nákupní košík 16 %

Sektor: konkurenceschopnost

a navíc.....(další slide)

Současnost: 821 mil. podvyživených

(a 30 % se vyhodí ??)

Nedostatek potravin hrozí už v roce 2027. Chybět budou biliony kalorií

🕒 31. srpna 2017 20:47



Planeta Země možná už v roce 2027 nedokáže nasytit svou prudce rostoucí populaci. Za deset let bude chybět jídlo o celkové energetické hodnotě 214 bilionů kalorií. S novými odhady přišla organizace Gro Intelligence. Předpovědi OSN jako zlomový uvádějí rok 2050.

Lidé z brněnských sídlišť plýtvají nejvíce, vyhodí 33 kg potravin ročně

31. 10. 2019 -

Obyvatelé brněnských sídlišť vyhodí do popelnic ročně průměrně 33 kilogramů potravinového odpadu. U vilové zástavby je to asi 20 kilogramů a venkovské zhruba 21 kilogramů ročně. Takové jsou první odhady výzkumníků Provozní ekonomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně, kteří již několik let zkoumají, zda je možné ovlivnit spotřebitele, aby množství vyplývaných potravin snížili. Vědci budou v unikátním projektu, který nemá ve světě obdoby, pokračovat. Cílem je mj. změnit myšlení lidí, kteří sami přiznávají, že vyplýtvají kolem čtyř kilogramů potravin ročně. Realita je ale výrazně jiná. První odhady reálného počtu vyhozených kilogramů budou vědci dále zpřesňovat dalším šetřením, které odstraní i možný vliv sezónnosti.



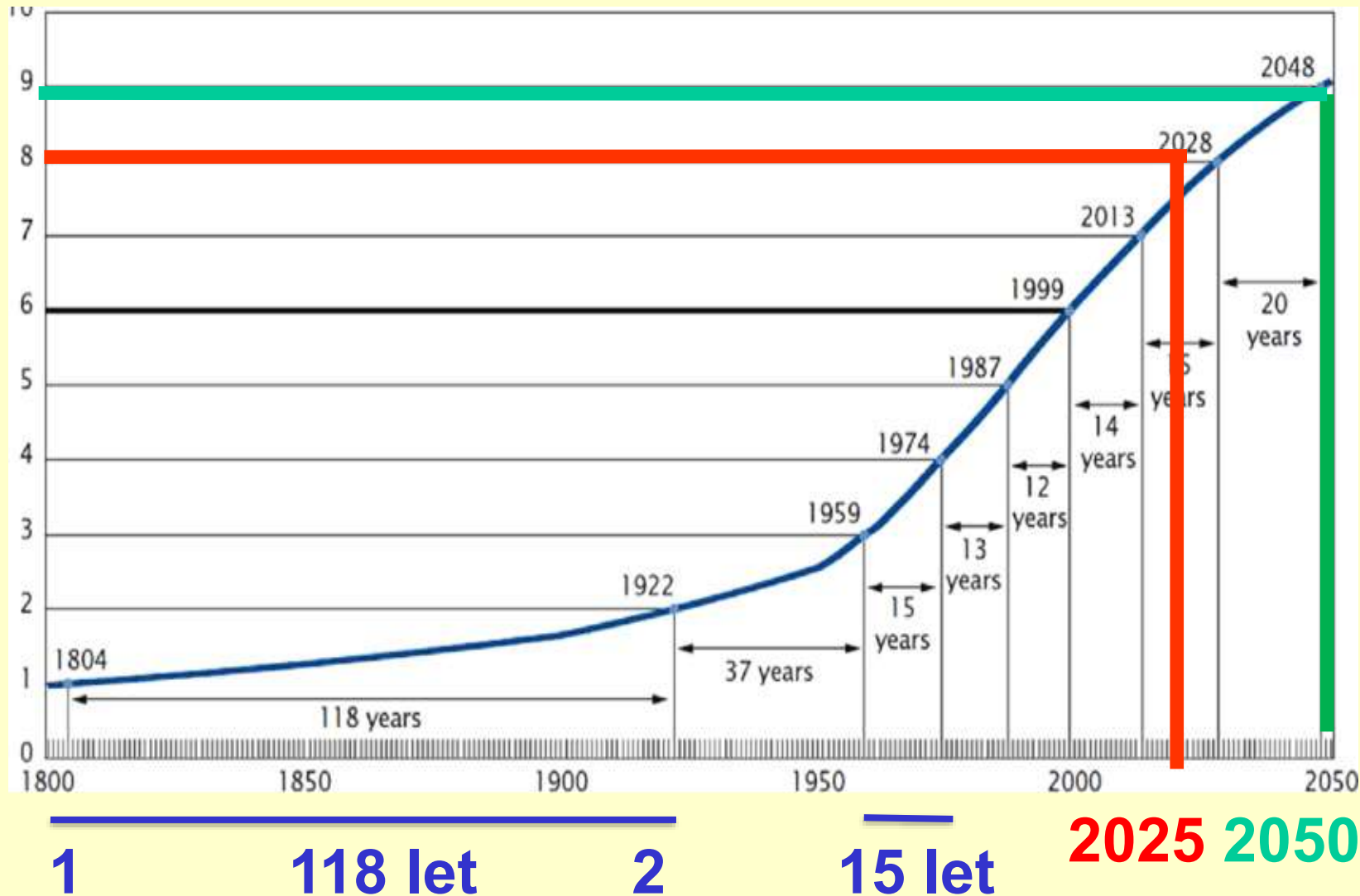
Dva úkoly zemědělské budoucnosti

1. Do roku 2050 zdvojnásobit produkci potravin

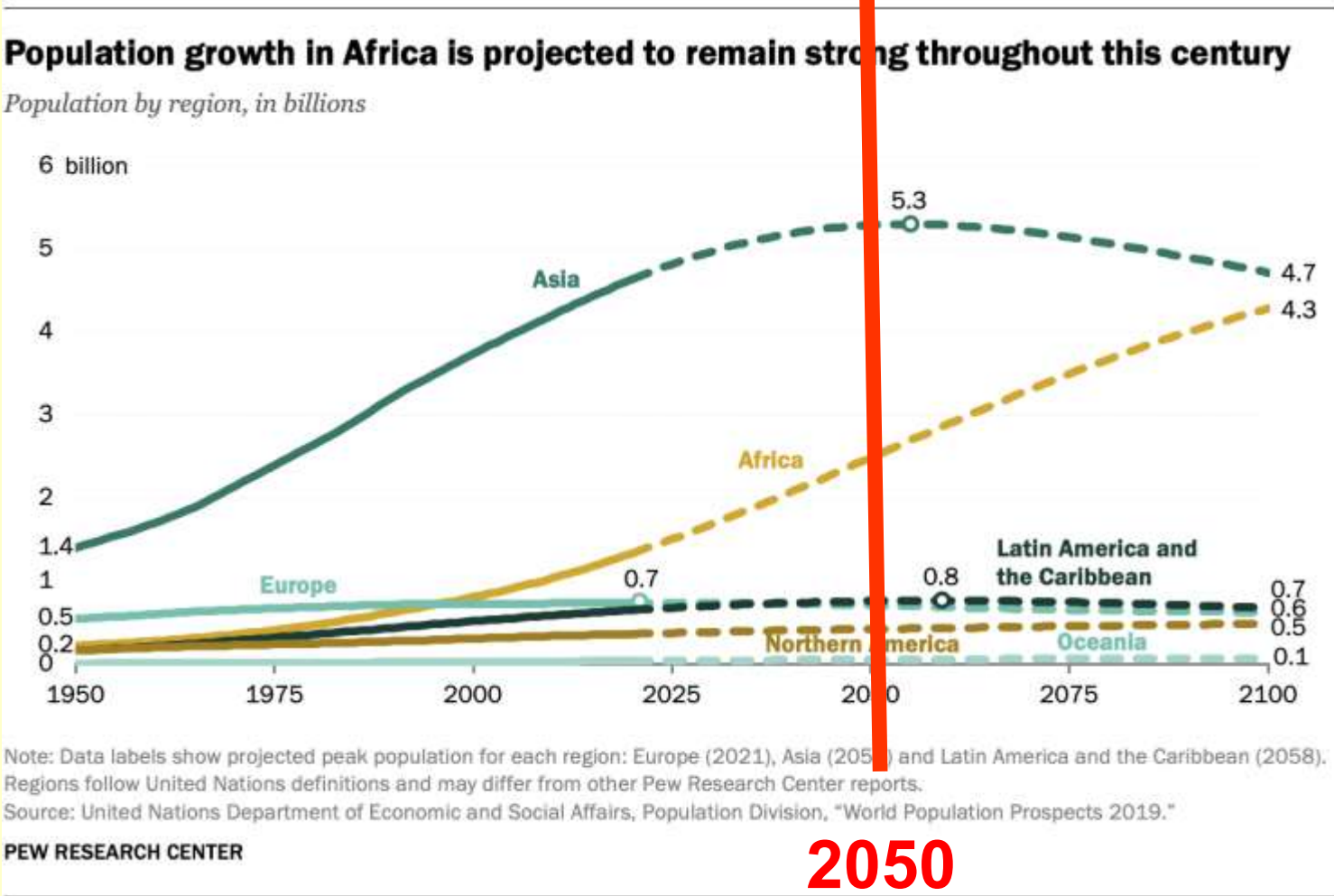
- Zvyšující se populace

Populační křivka (mld.) – 8,2 mld. v 2025

9,0
8,2
mld.
obyvatel



2100 – s ekonomickým bohatstvím se nárůst zastaví na 11 mld.



- délka života
- vzdělání
- zdravotní péče (včetně ANTK)

Dva úkoly zemědělské budoucnosti

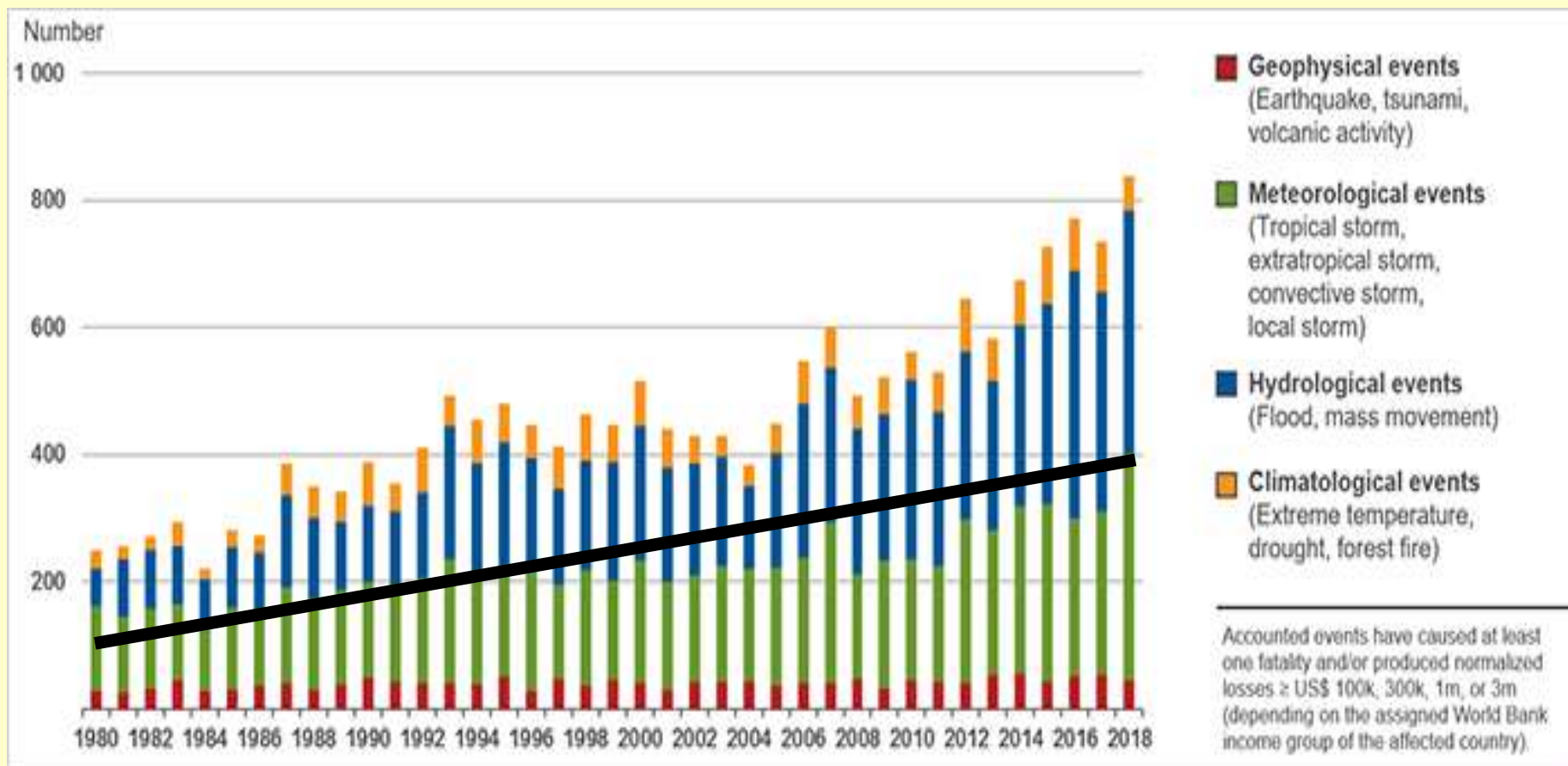
1. Do roku 2050 zdvojnásobit produkci

- Rostoucí populace
- Změna nároků na potraviny

2. Vyrovnat se s dopady změny klimatu

- Extrémy počasí
- Sucho

Škody extrémny = SVĚT (1980–2018)



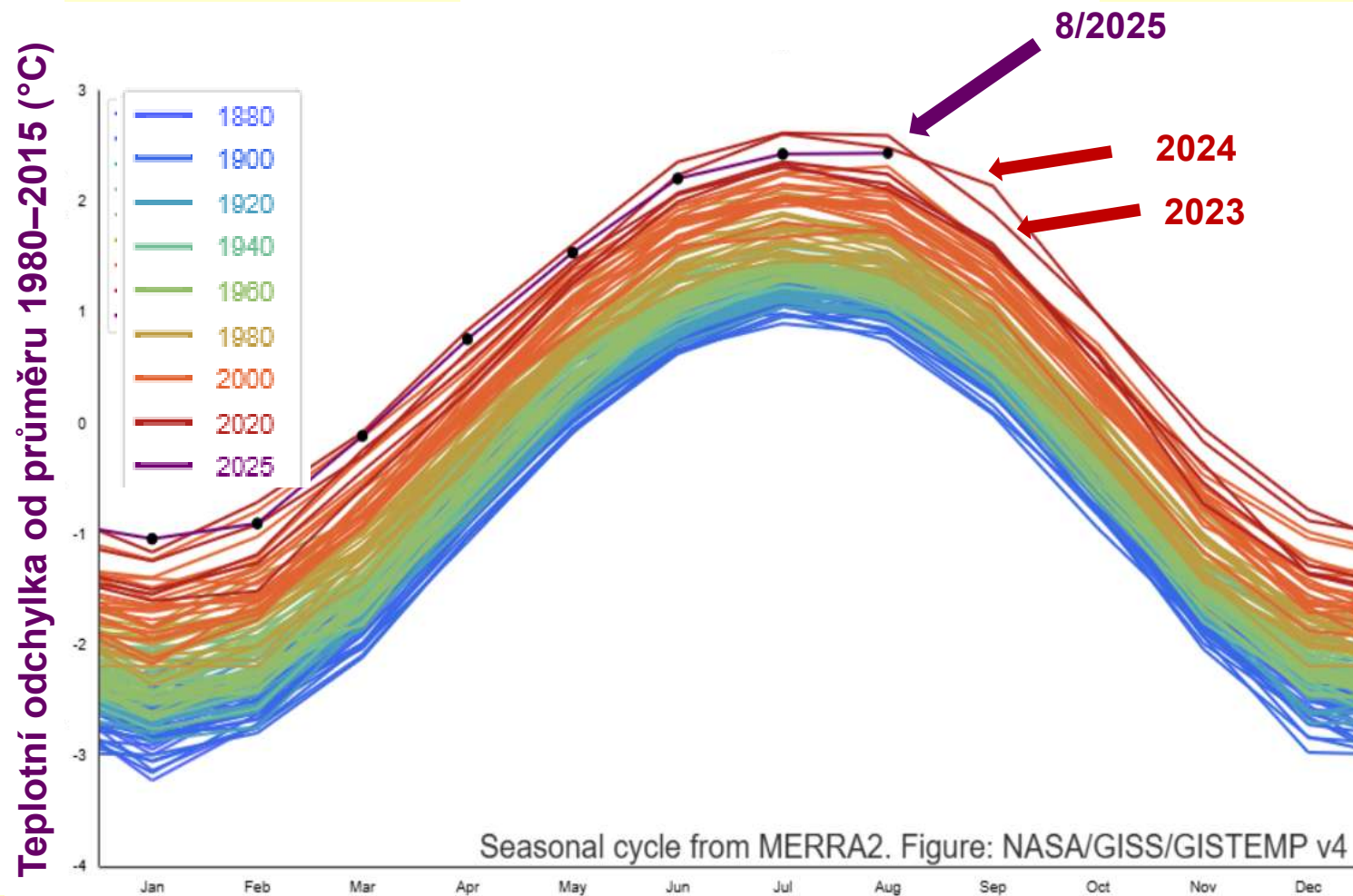
1980

2018



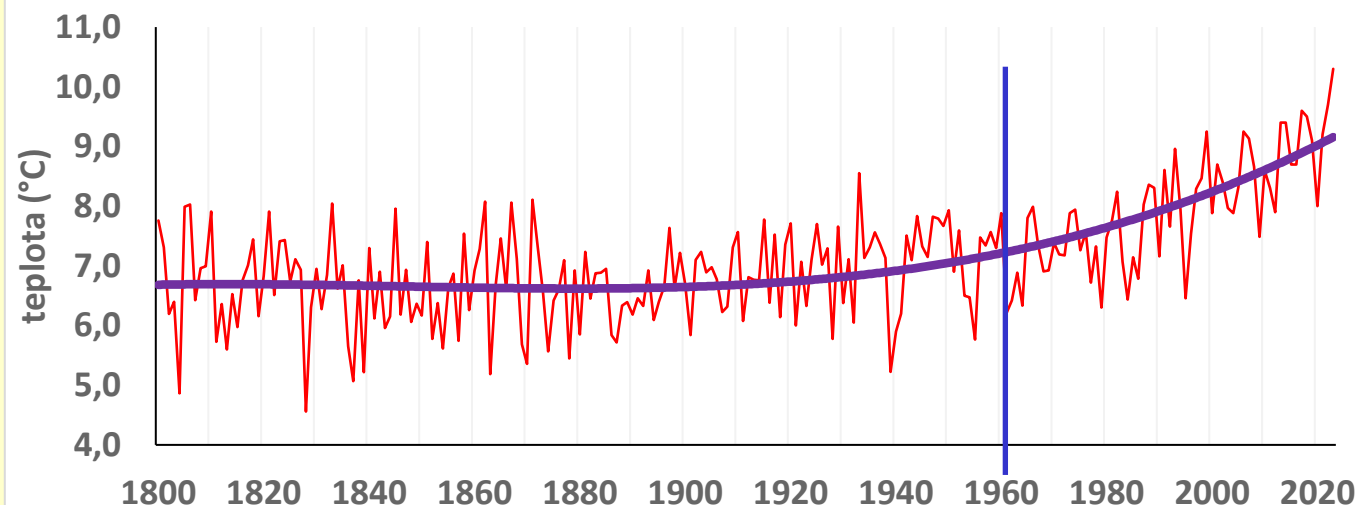
Otázka: Proč tolik extrémů?
Odpověď: Protože se otepluje
a v atmosféře je více energie!

Globální teplota Země od 1880



Klimatická realita v ČR

Průměrná roční teplota v ČR (1800–2024)



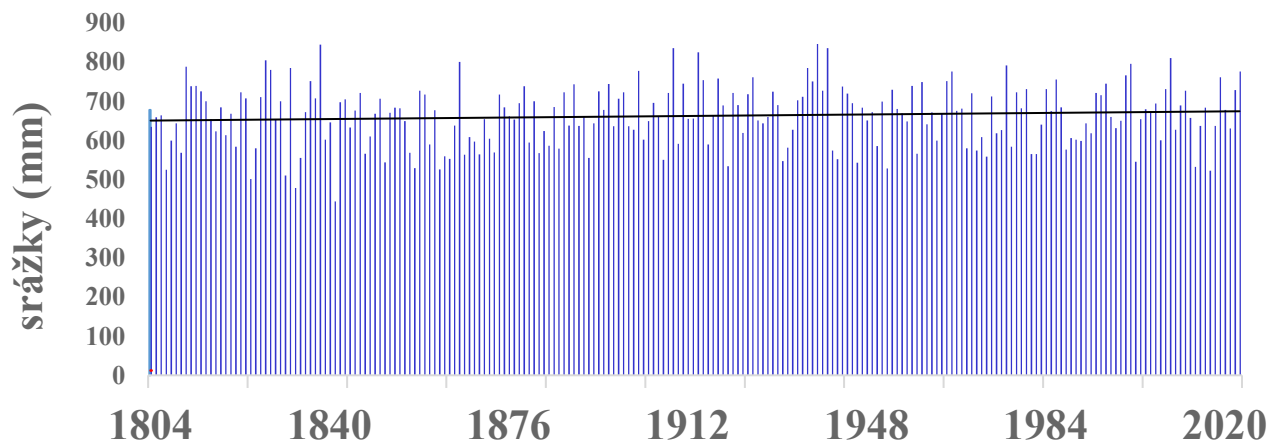
1800–1960 = 6,6 °C

2000–2024 = 9,0 °C

2023 = 9,7 °C

2024 = 10,3 °C

Průměrné roční srážky v ČR (1804–2024)



**+2 °C =
úbytek cca 100 mm !!
srážek za rok
kvůli výparu**



**Proč se otepluje a mění klima?
Je to epizoda, výkyv...?**

Jak to vlastně je?

Vždyť klima se přeci měnilo vždy!

uhlí (= subtropická vegetace)



ledovcové kary Krkonoše



Příčiny změn klimatu

Evolve – Revolve

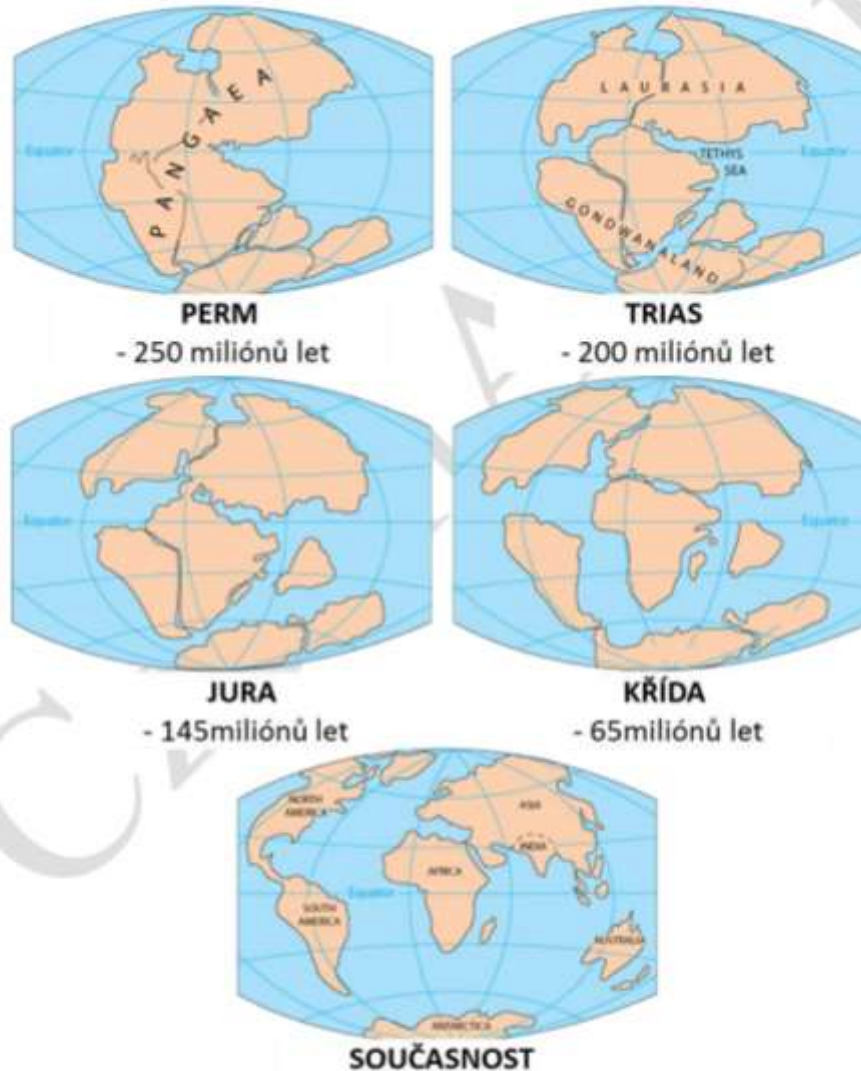
Evolve (desetitisíce až miliony let)

- **tektonika** (pohyb, deformace) **zemských desek**

Tektonické desky

Perm
končí prvohory

Trias, Jura, Křída
druhohory



dnes
čtvrtohory
Holocén
-12 000 let

Obr. 3.1: Přibližná poloha kontinentů od mladších prvohor do současnosti (zdroj: <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/historical.html>)

Příčiny změn klimatu

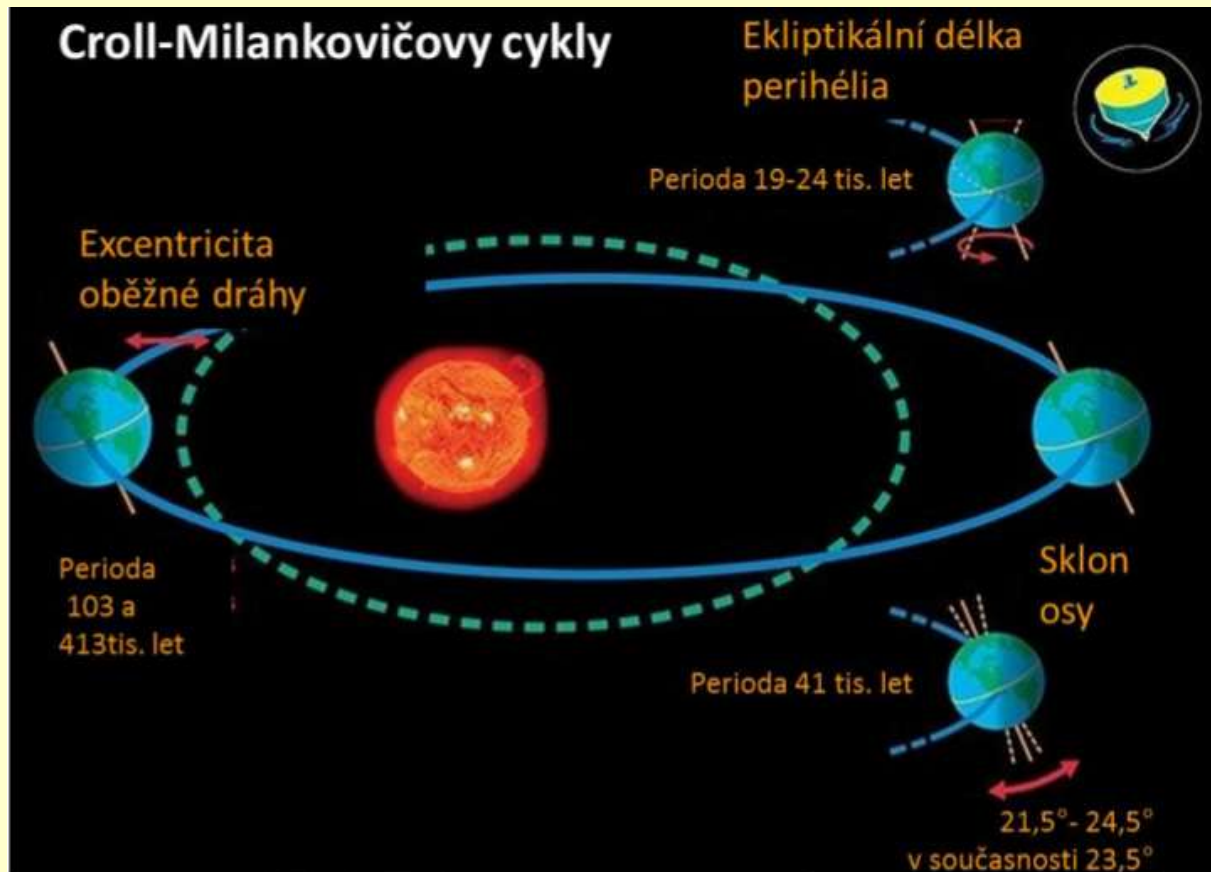
Evolve – Revolve

Evolve (desetitisíce až miliony let)

- **tektonika** (pohyb, deformace) **zemských desek**
- **orbita** (oběžná dráha) **Země kolem Slunce**
- **osa Země**

Oběžná dráha – zemská osa

Croll – Milankovičovy cykly



Obr. 3.5: Základní komponenty Croll-Milankovičových cyklů a jejich perioda. Tj. změna ekliptikální délky perihélia (tzv. *precese*), excentricity oběžné dráhy (z prakticky kruhové na mírně eliptickou) a změna náklonu zemské osy. Zdroj: Lee, J. (2012). Milankovitch cycles. <http://www.eoearth.org/view/article/154612>

Příčiny změn klimatu

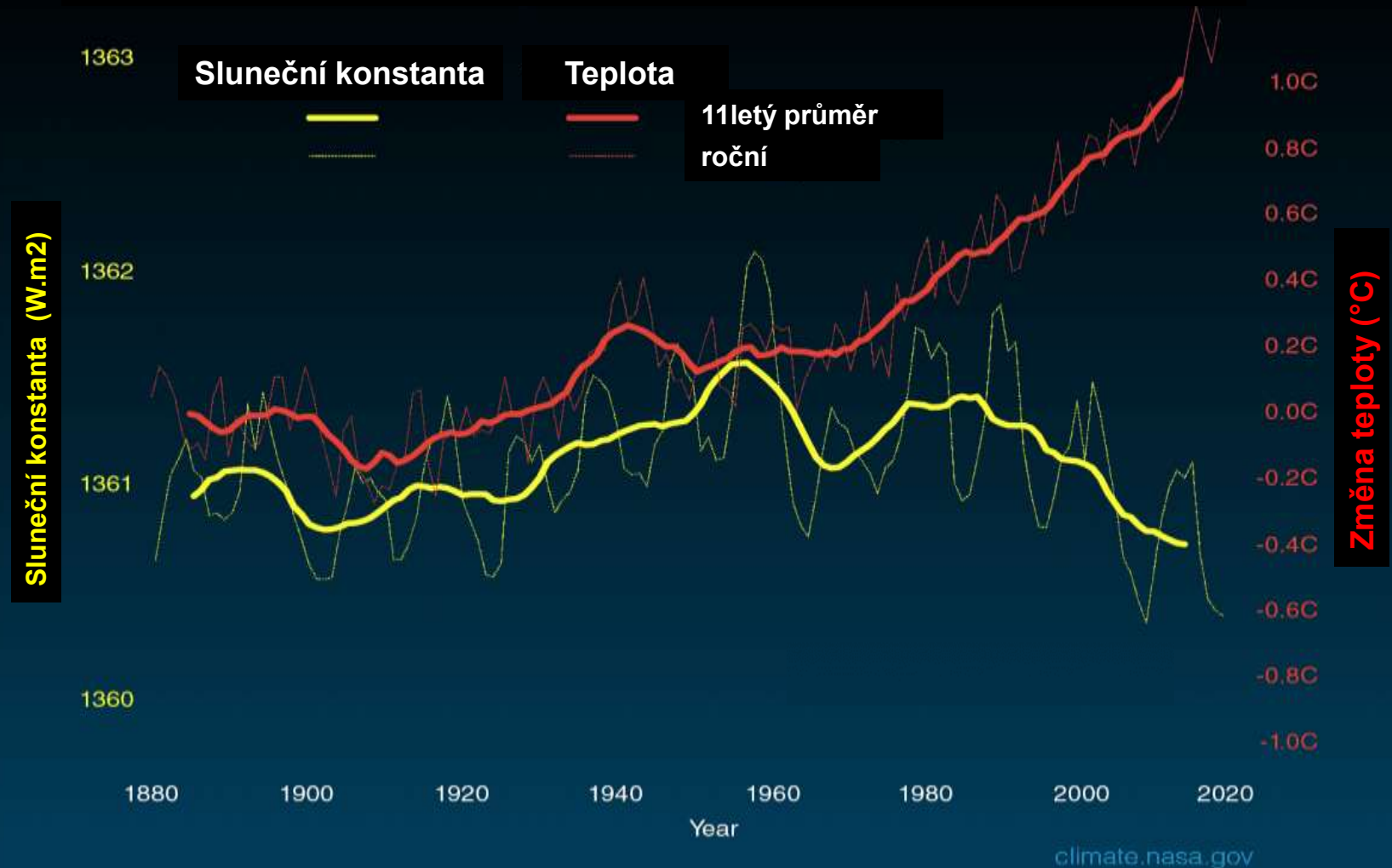
Evolve – Revoluce

Evolve (desetitisíce až miliony let)

- tektonika (pohyb, deformace) zemských desek
- orbita (oběžná dráha) Země kolem Slunce
- osa Země
- sluneční aktivita

Teplota a sluneční aktivita od 1880

Teplota vs. Sluneční aktivita (konstanta)



Příčiny změn klimatu

Evolve – Revoluce

Evolve (desetitisíce až miliony let)

- **tektonika** (pohyb, deformace) **zemských desek**
- **orbita** (oběžná dráha) **Země kolem Slunce**
- **osa Země**
- **sluneční aktivita**

Revoluce (roky až desítky let)

- **asteroid** (65 mil. let)
- **sopka** (1883 – Krakatoa)

Příčiny změn klimatu

**Současná změna klimatu se blíží
revoluci**



Jak je to tedy nyní?

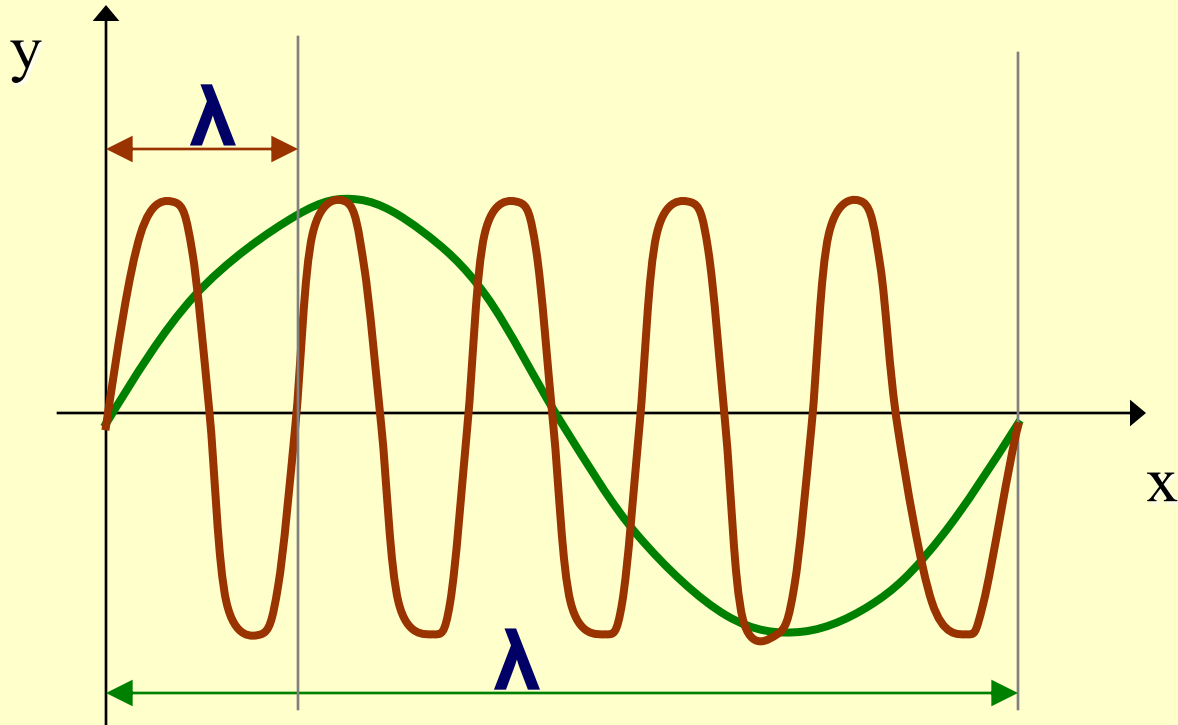
HYPOTÉZA:

*Porušení
radiační bilance
Země způsobené zesílením
skleníkového jevu
vede ke
změně klimatu.*

Radiace a radiační bilance

- Co je to radiace?
- Co je zdrojem radiace?
- Jakou vlnovou délku má radiace?

Vlnová představa



$$\lambda \uparrow * \nu \downarrow = c$$

vlnová délka * frekvence = konstanta

Zdroje záření

- Obecně - každé těleso
- STEFAN - BOLTZMANNův zákon
jaké množství energie nám daná hmota
všesměrově vyzáří:

$$E = \varepsilon * \delta * T^4 \quad (\text{W.m}^{-2})$$

$$\delta = 5,67.10^{-8} \quad \text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$$

$$\varepsilon = (0,1)$$

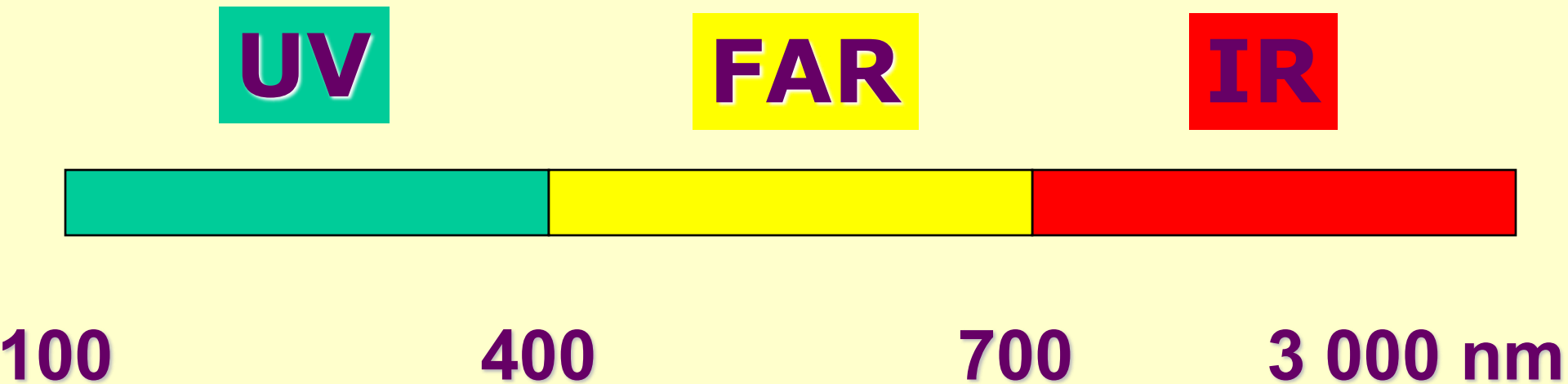
Koeficient ε pro různé přírodní povrchy

➤ tmavá půda	0,87
➤ písek	0,90
➤ voda	0,95
➤ trávník	0,98
➤ čerstvě napadlý sníh	0,99

Rozdělení radiace

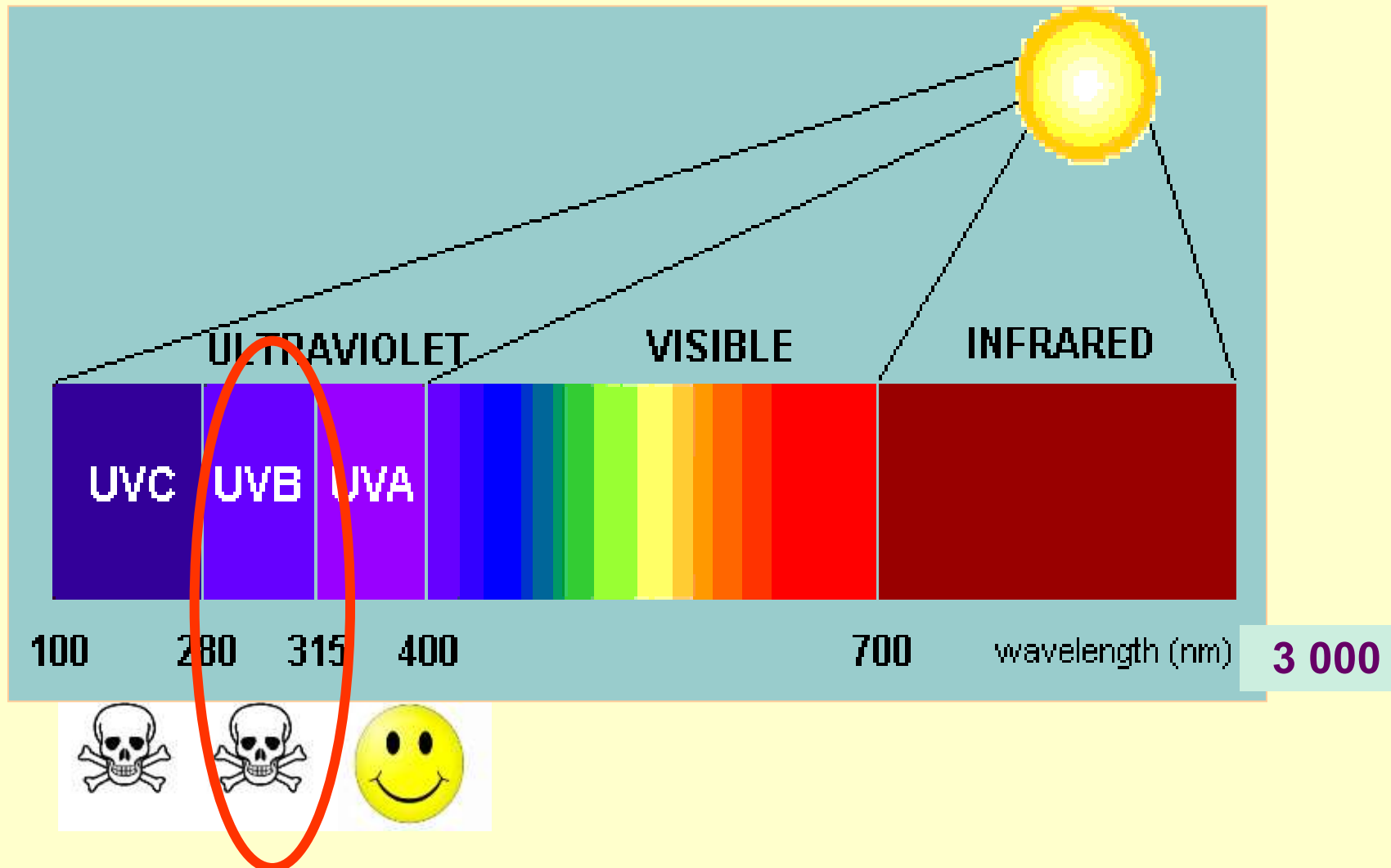
- podle fyziologických účinků
- podle vlnové délky

Podle fyziologických účinků

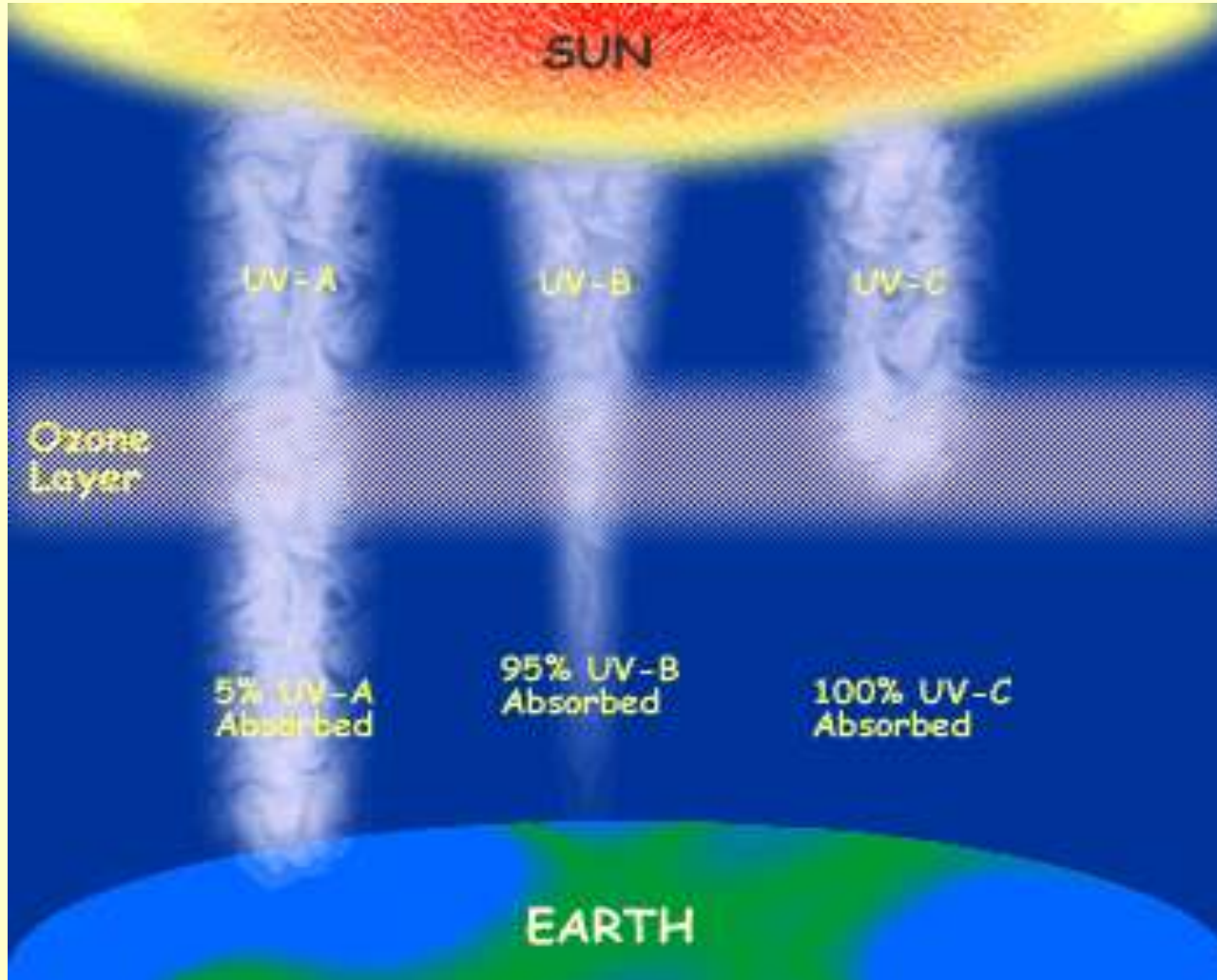


Slunce vyzařuje 100 – 3 000 nm

UV – záření

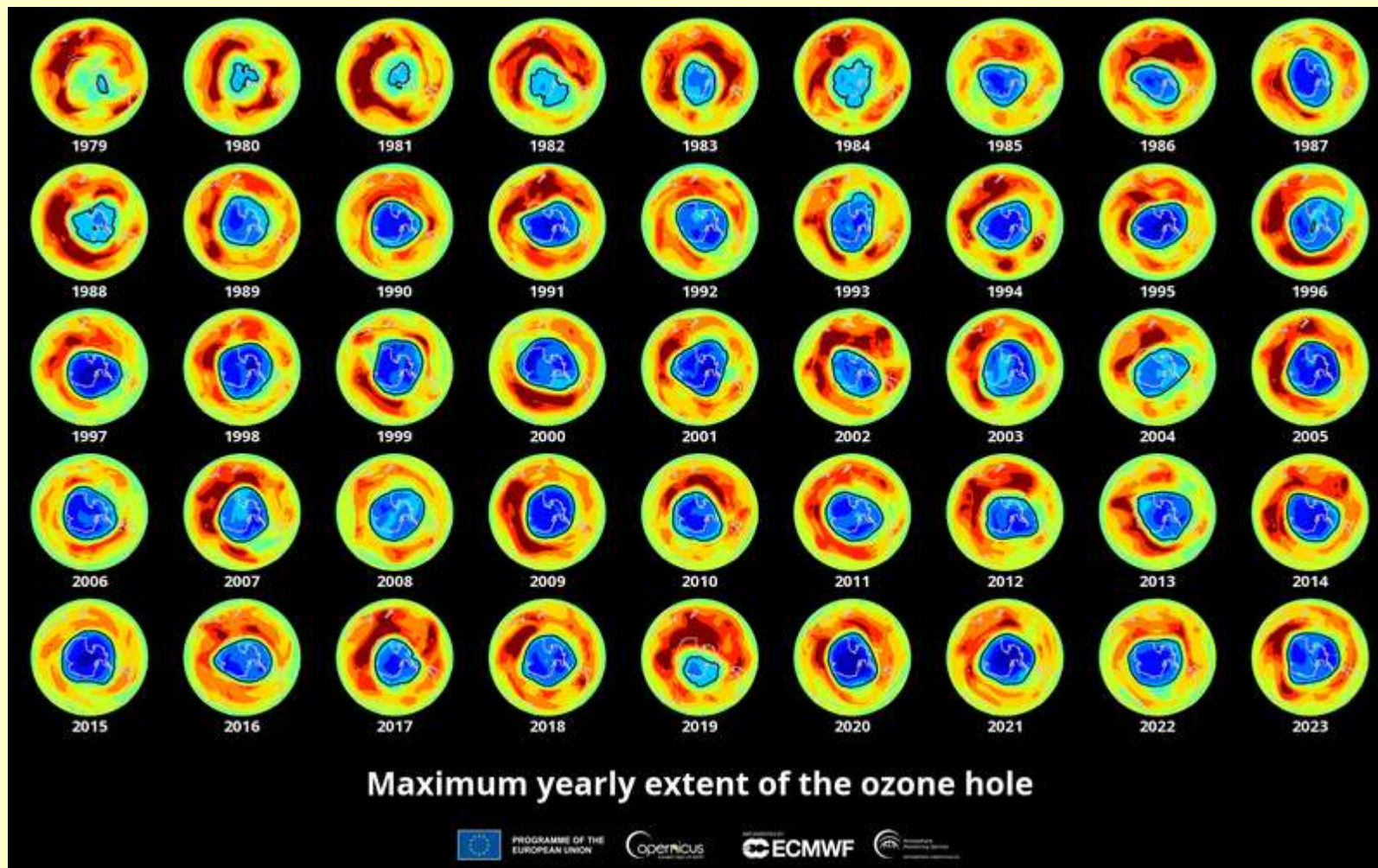


Atmosféra a UV záření

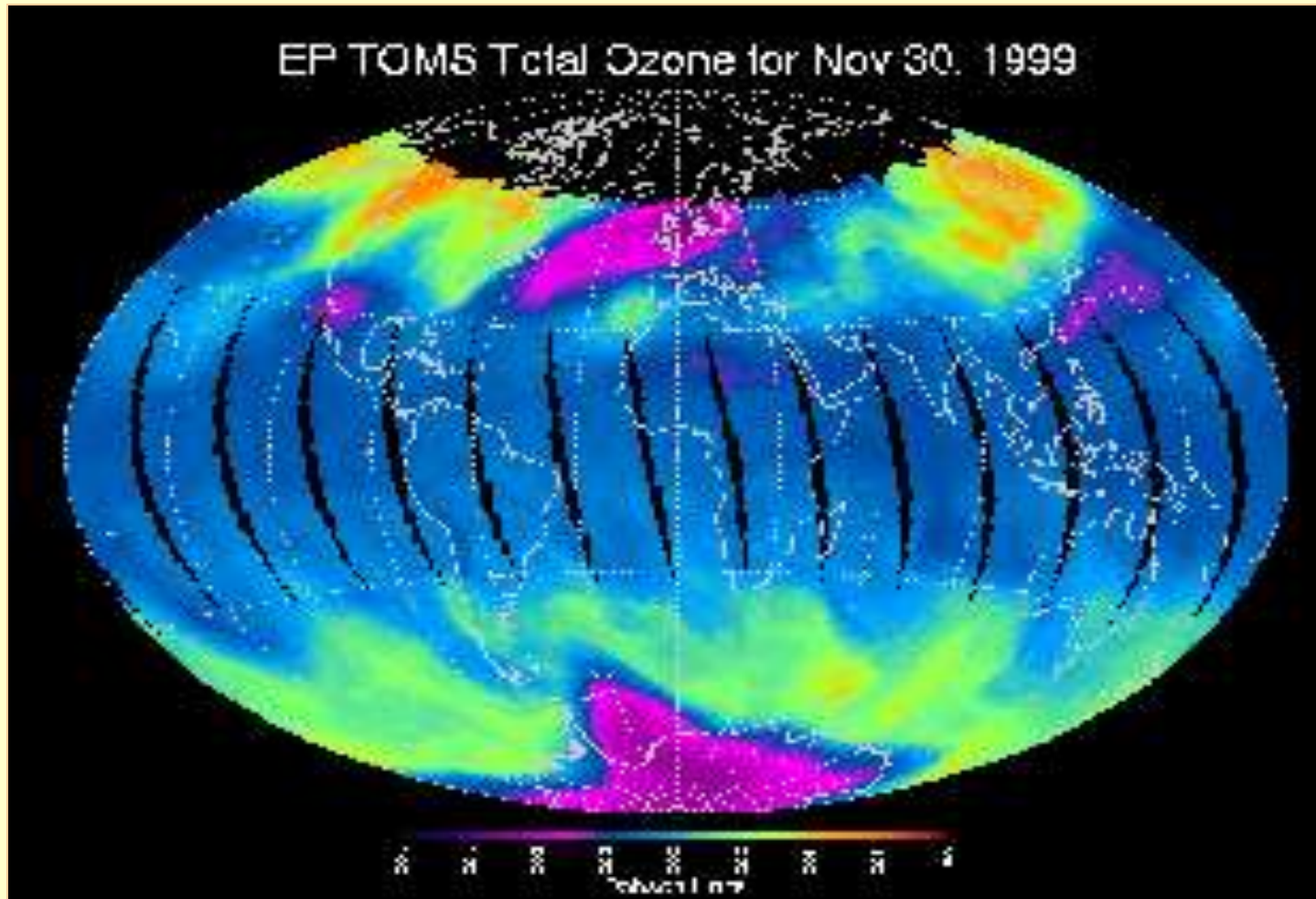


**UV-B x
ozonová
vrstva
15-30 km**

Časová řada (1979-2023) vývoje ozónové díry nad Antarktidou



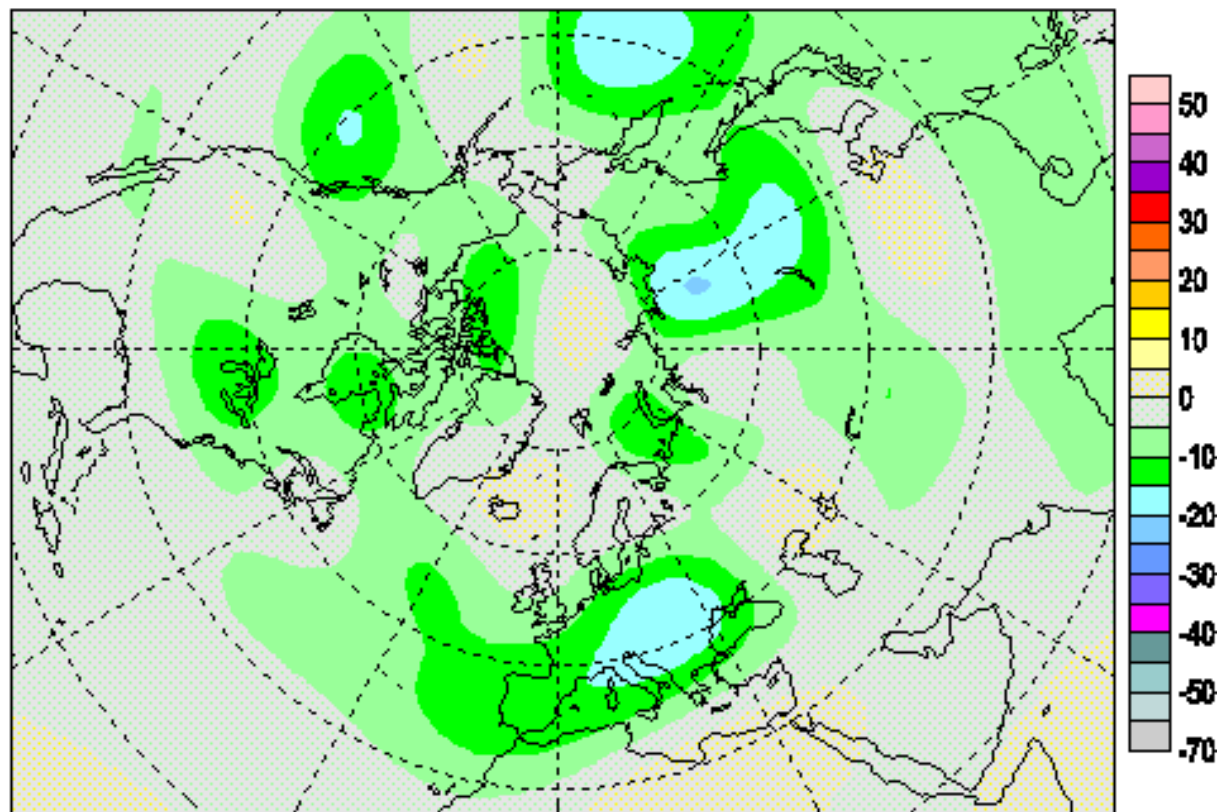
Ozónová díra nad Antarktidou a severní polokoulí (30.11.1999)



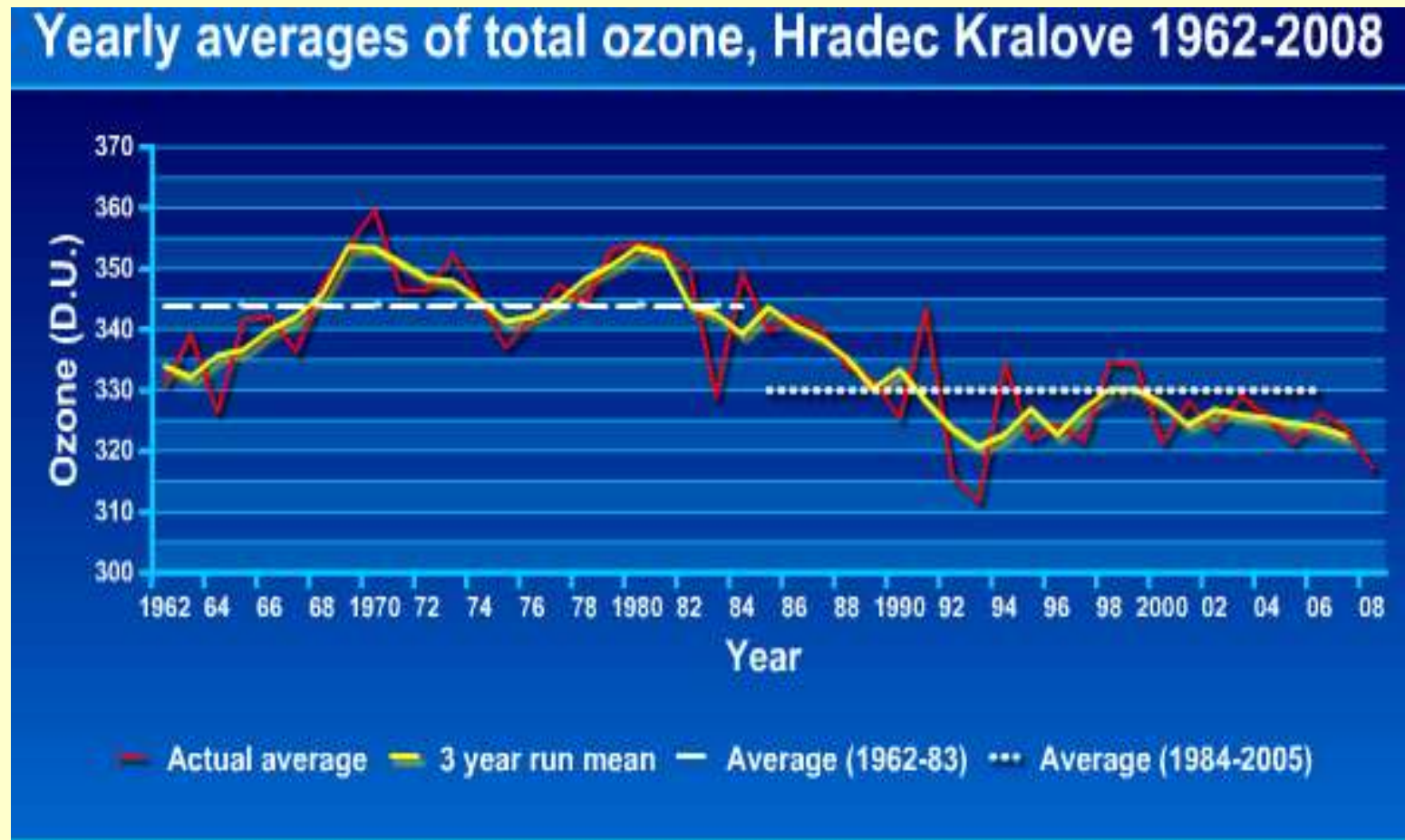
Zeslabení ozónové vrstvy nad ČR

26.6.2008

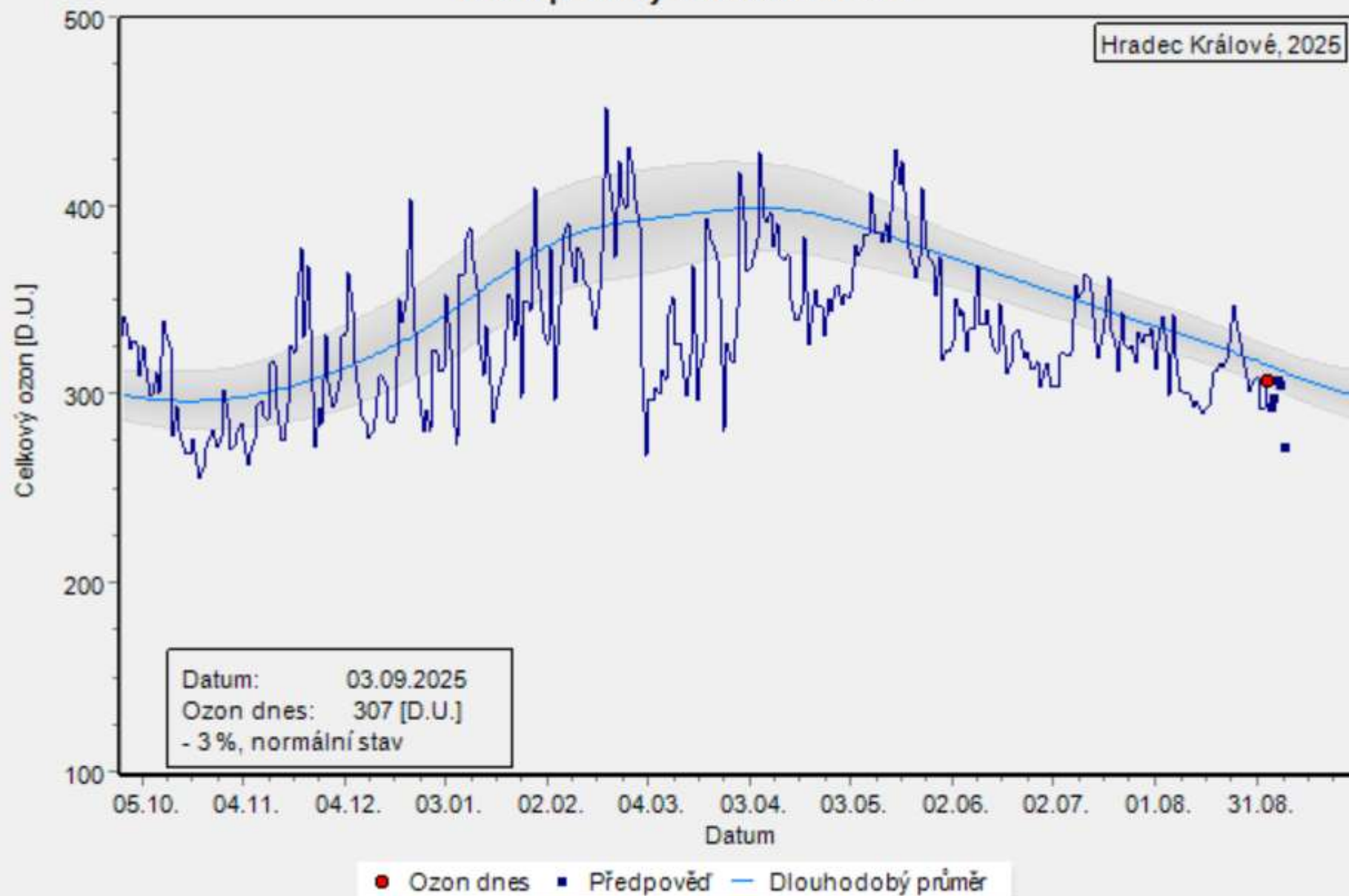
KNMI Forecast dev. / Ecart prévu (%), 2008/06/26



Hradec Králové 1962 – 2008 (roční průměry)

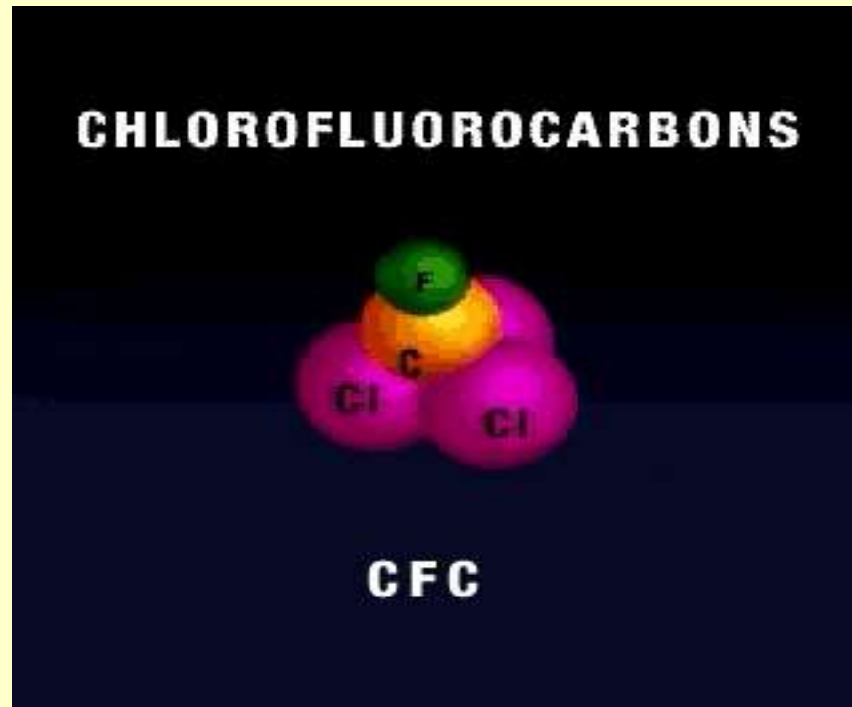


Denní průměry celkového ozonu



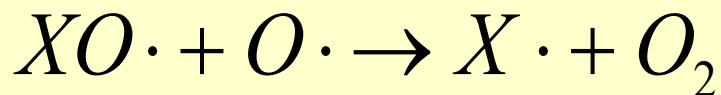
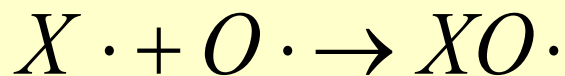
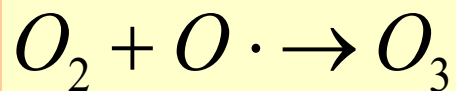
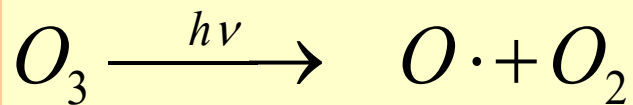
zdroj dat: ČHMÚ, Solární a ozonová observatoř, Hradec Králové; temis.nl

Problém = CFC?



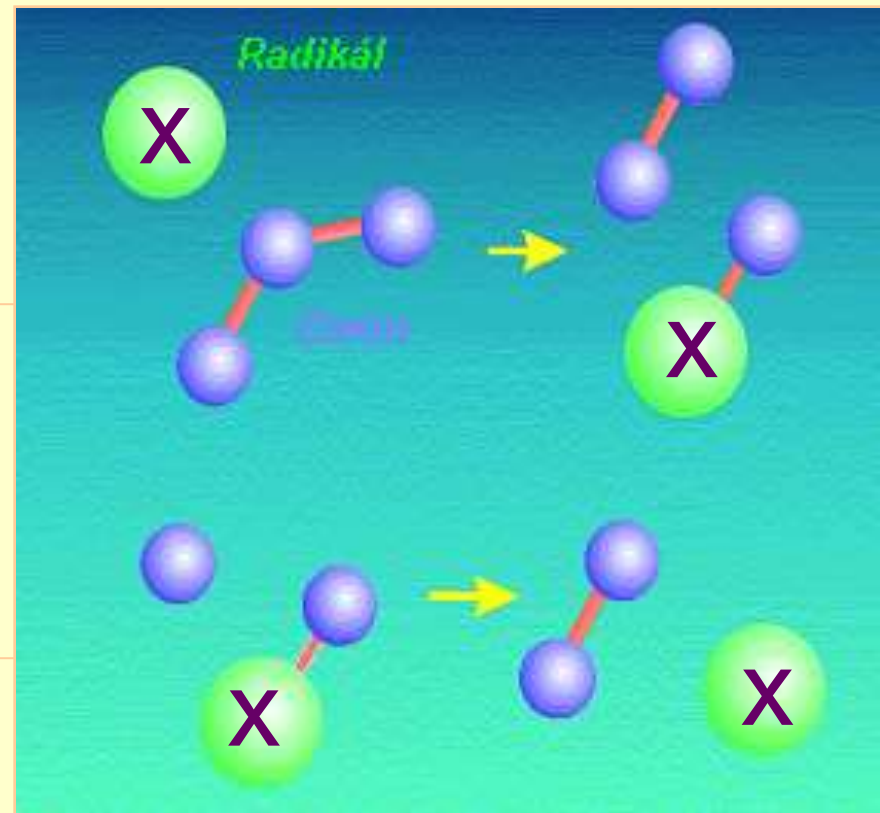
Thomas Midgley, Jr. 1930

Mechanismus působení a poškození ozónové vrstvy (Mario Molina-1973, 1995)



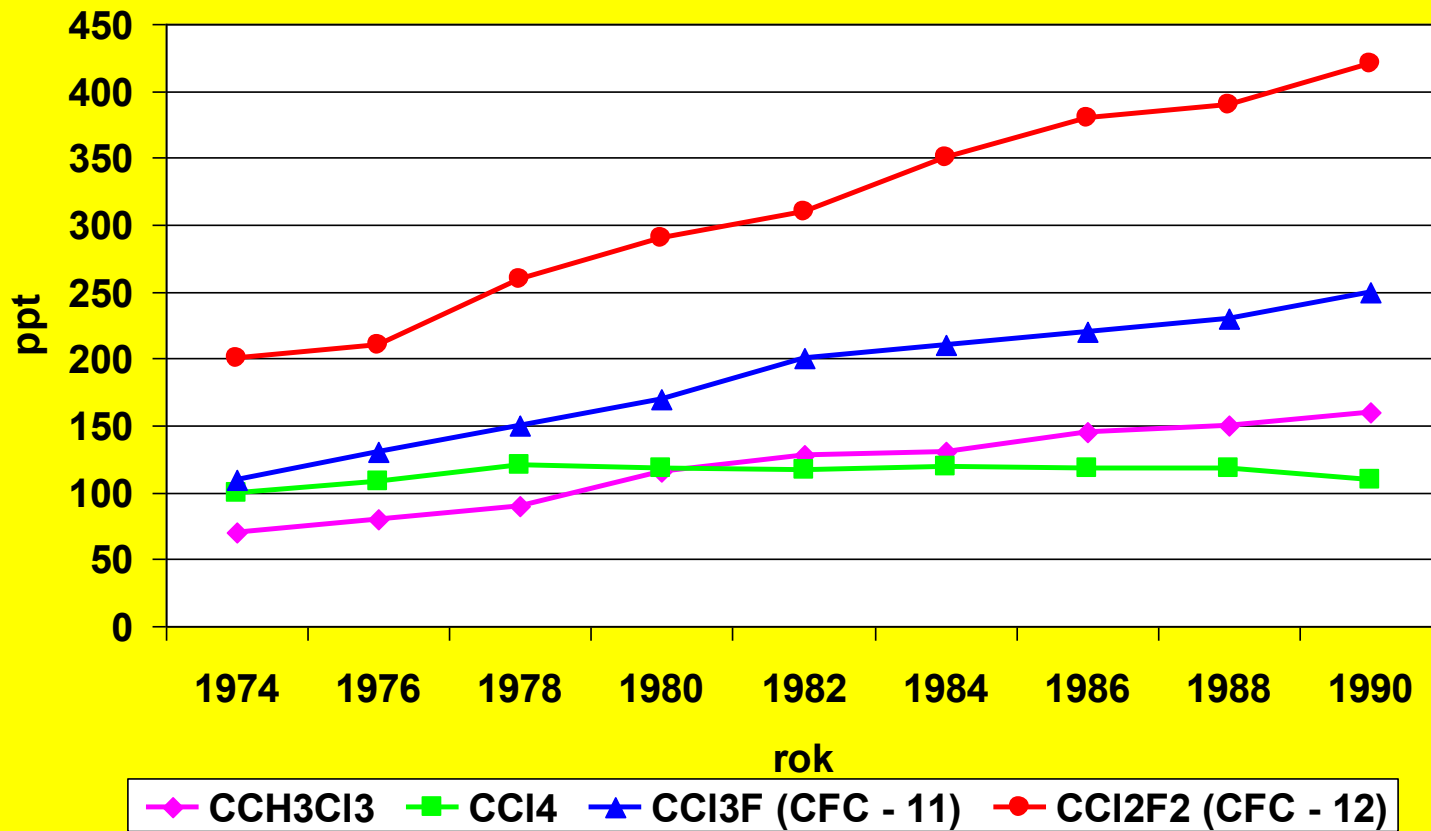
Freónový radikál X má charakter **katalyzátoru** a je tvořen zejména

Cl, Br, H, OH, NO



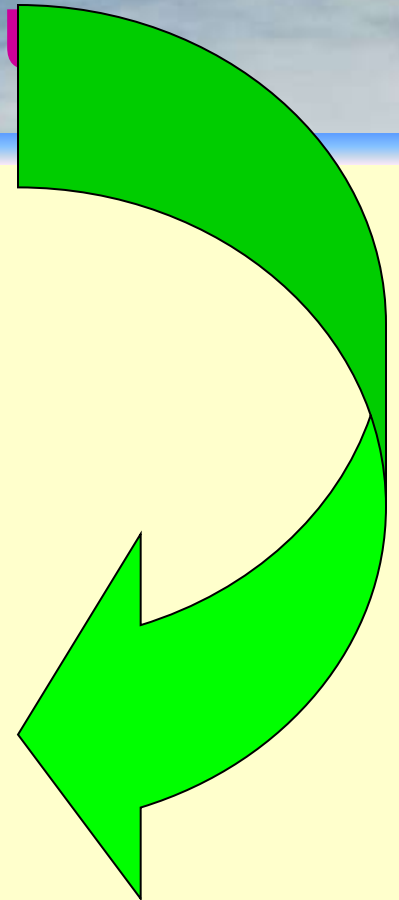
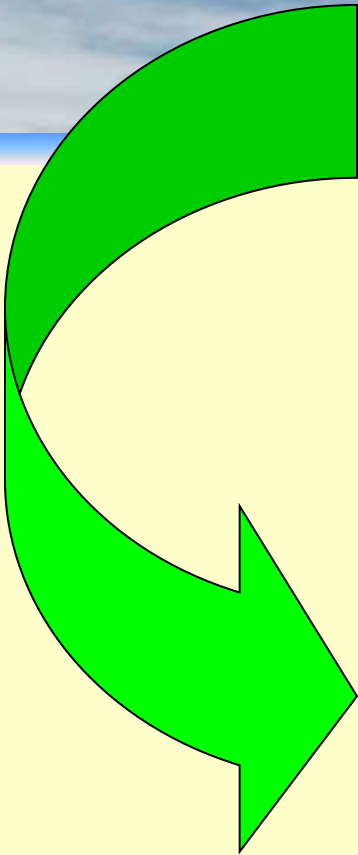
Koncentrace vybraných FREÓNŮ v atmosféře do 1992

(PPT parts per trilion)



Ubývání ozónu

**Zvyšování
intenzity
UV-B záření**



Dopady zvýšené intenzity UV-B

➤ **Na rostliny**

➤ **Na zvířata a člověka**

Dopady na rostliny

- Pigmentace
- Fotosyntéza
- Růst
- Fertilita
- Konkurenční tlak

Dopady na rostliny



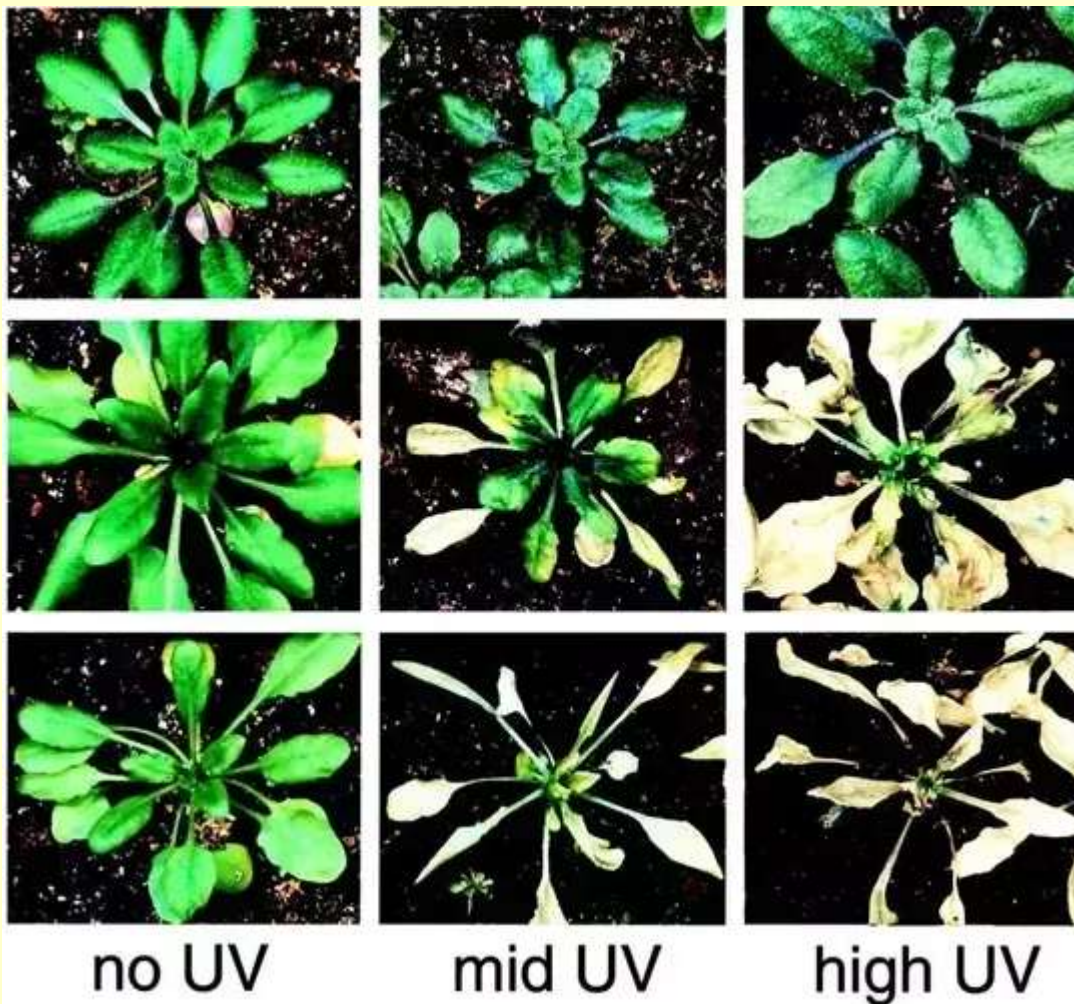
Příklady adaptace rostlin



Příklady poškození rostlin/plodů



Dopady na rostliny



Ne každá chloróza je UV-B

UNDERSTAND THE LANGUAGE OF PLANTS X @cooltechtips (Learn Something)



Need more
water



Need more
shade



Need more
sunlight



Getting too
much water

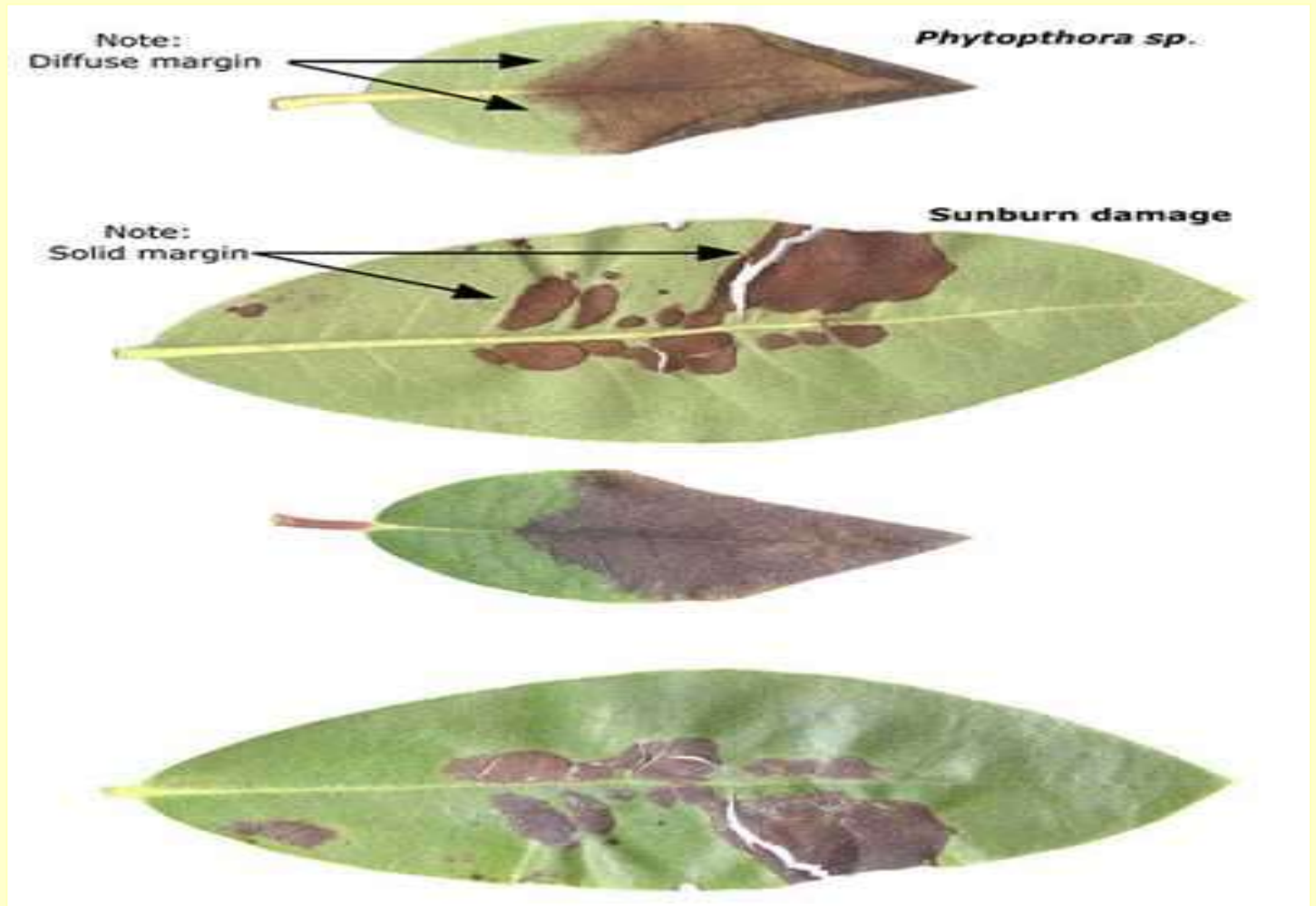


Fungal
infection



Leaf damage
by insects

Nejčastěji....



Rozdělení rostlin podle citlivosti k UV-B záření (Krupa and Kickert, 1998)

Tolerantní	Střední	Citlivé
Pšenice	Ječmen	
Kukuřice	Žito	Paprika
Tabák	Hrách	Okurky
Jetel	Sója	Hořčice
Vojtěška	Rajčata	Řepka
Slunečnice	Rýže	Oves
TTP	Brambory	

Dopady UV-B na živočichy / člověka

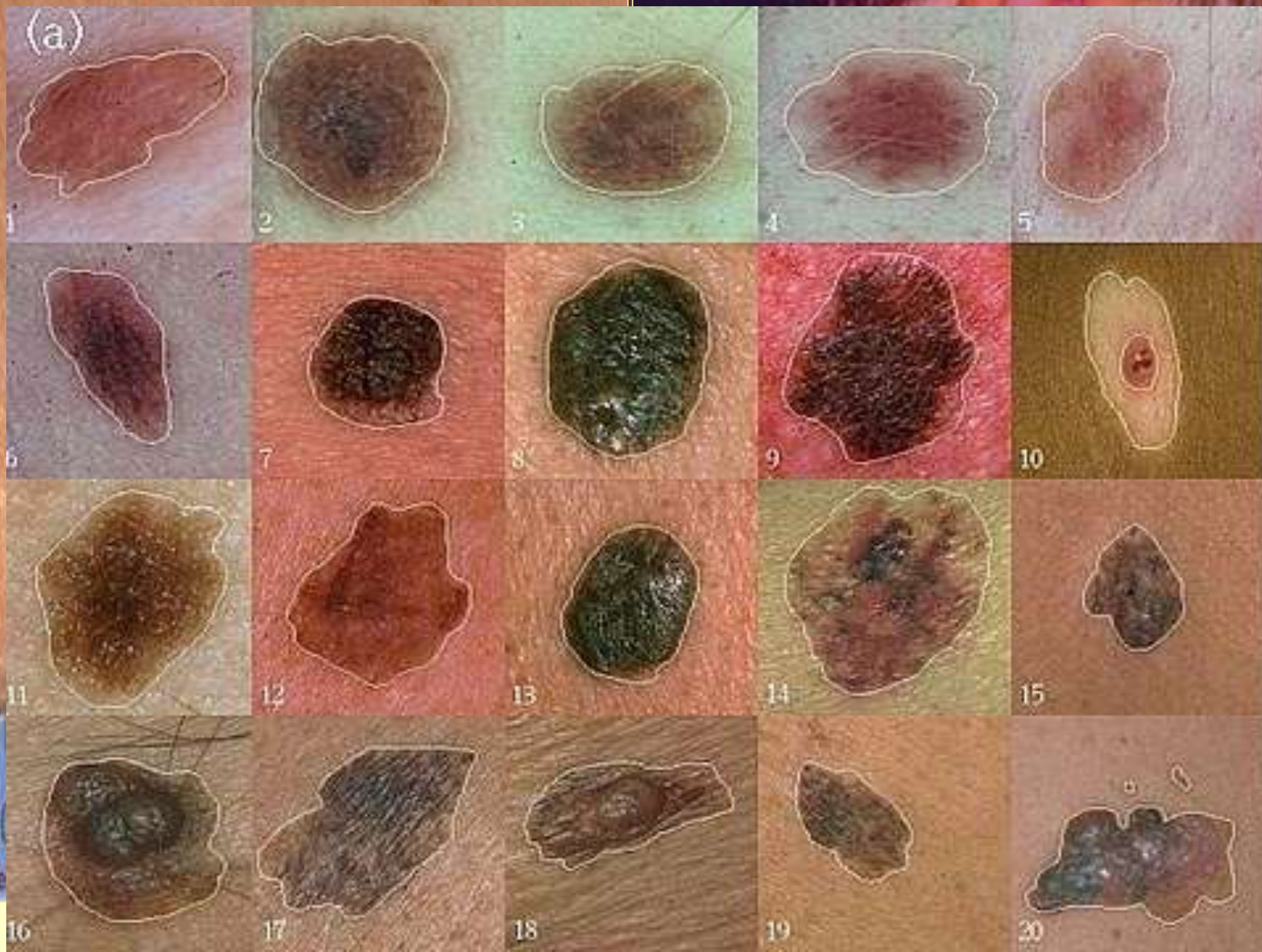
1. Škodlivé účinky pro kůži:

a) akutní: zánět a pigmentace – melanin !!

b) chronické: degenerativní změny a karcinogeneze

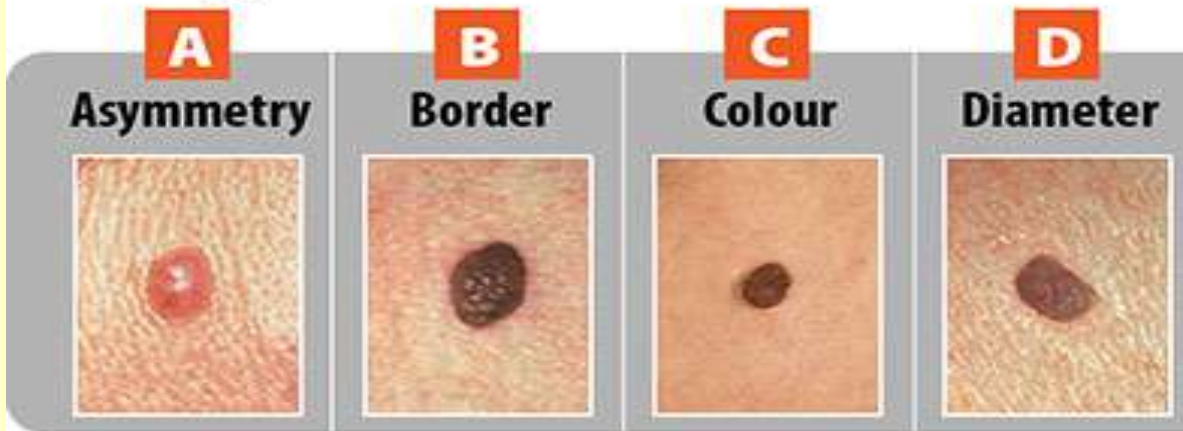
- stárnutí (photoaging) kůže**
- fototoxické a fotoalergické reakce**
- imunosuprese**
- karcinogenní účinky (nádory)**

Kožní nádory / Nádory



Kožní nádory – benigní/maligní = melanomy

Benign



A – poloviny nejsou stejné (kruh/elipsa)

B – okraje jsou/nejsou ohraňované, pravidelné

Malignant



C – jedno/vícebarevné

D – průměr menší nebo větší 0,5 cm

Fototypické skupiny

Foto -typ	Pokožka hnědne	Pokožka rudne	Oči	Vlasy	Čas (MINUT Y)
1	nikdy	vždy	modré	zrzavé	5
2	mírně občas	většinou	tmavě modré zelené	blond	10
3	vždy	nikdy	šedé hnědé	hnědé	15
4	vždy	nikdy	tmavé	černé	20

Dopady UV-B na živočichy / člověka

2. Škodlivé účinky pro zrak:

- **zánětlivé onemocnění rohovky**
- **zánětlivé onemocnění spojivky**
- **poškození sítnice**
- **katarakta - šedý zákal**

Brýle!!!!

Šedý zákal (katarakta)



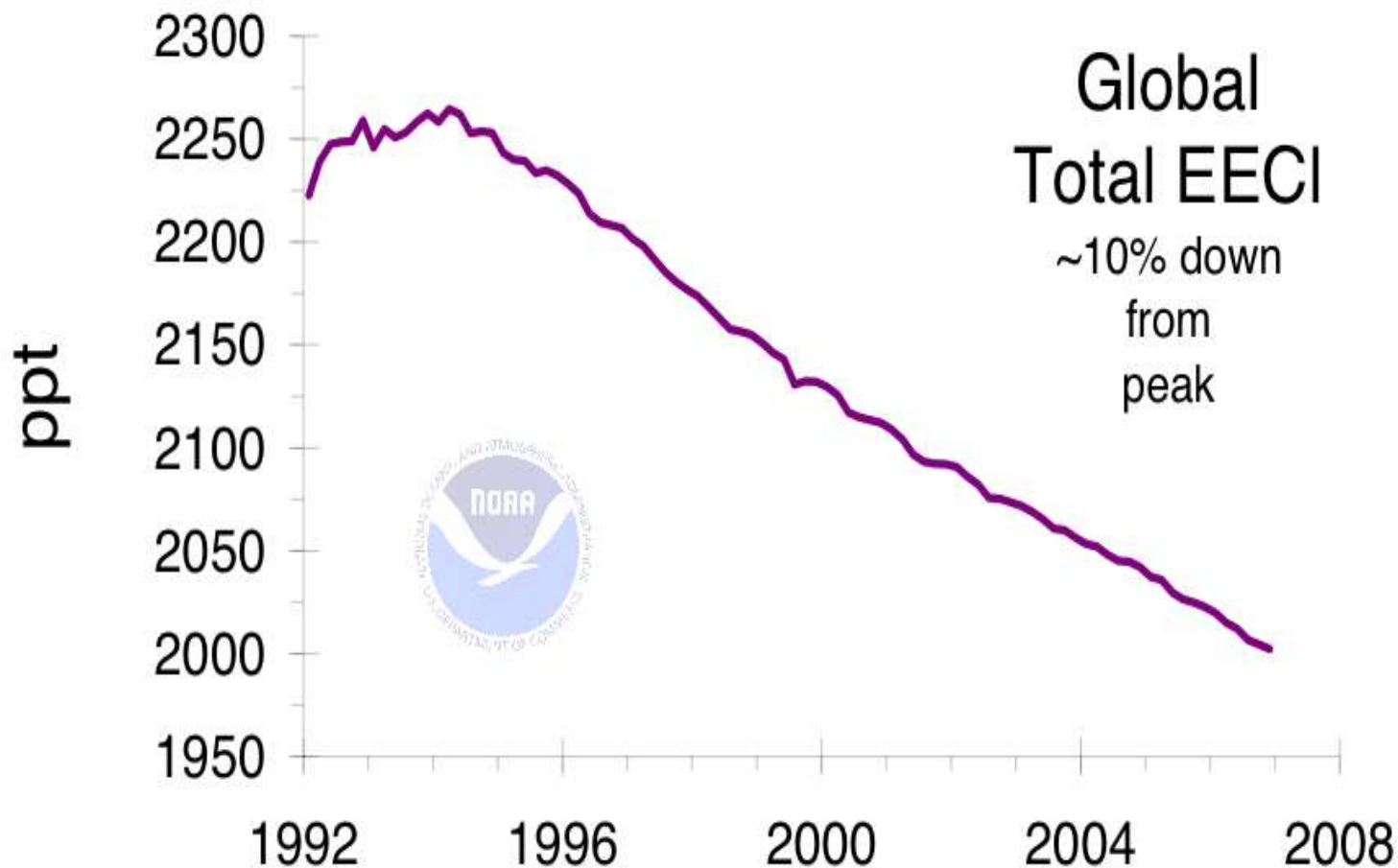


Dobré zprávy o UV záření

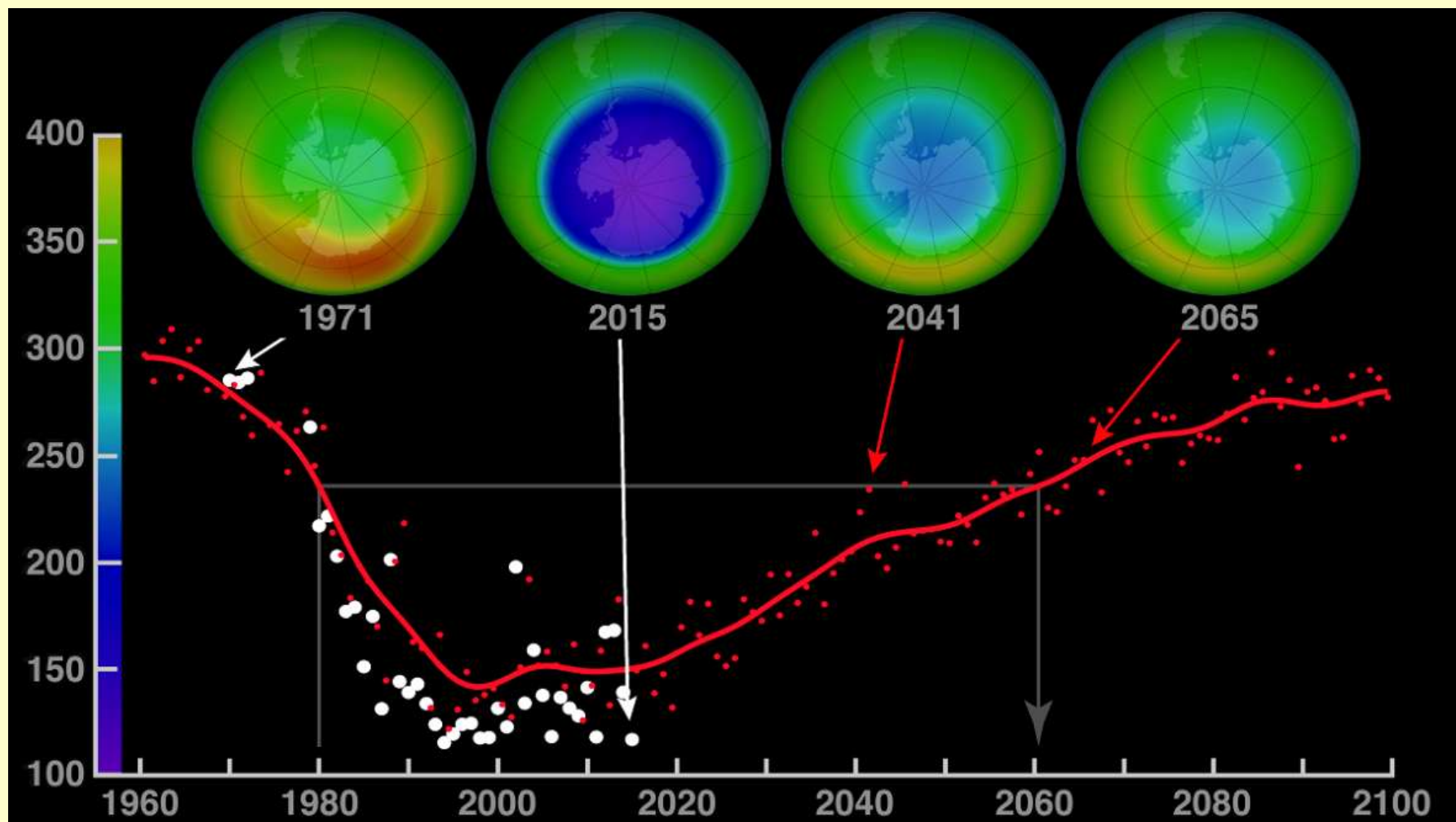
UV – (B) záření

- + **vitamín D3** - antirachytický účinek
- + **červených krvinek** a hemoglobinu, aktivizuje žlázy s vnitřní sekrecí, činnost některých enzymů a pod.
- + **germucidní účinky** (poměr A:B:C 1:1:1).

Koncentrace FREÓNŮ v atmosféře po 1995 klesá



Predikce vývoje



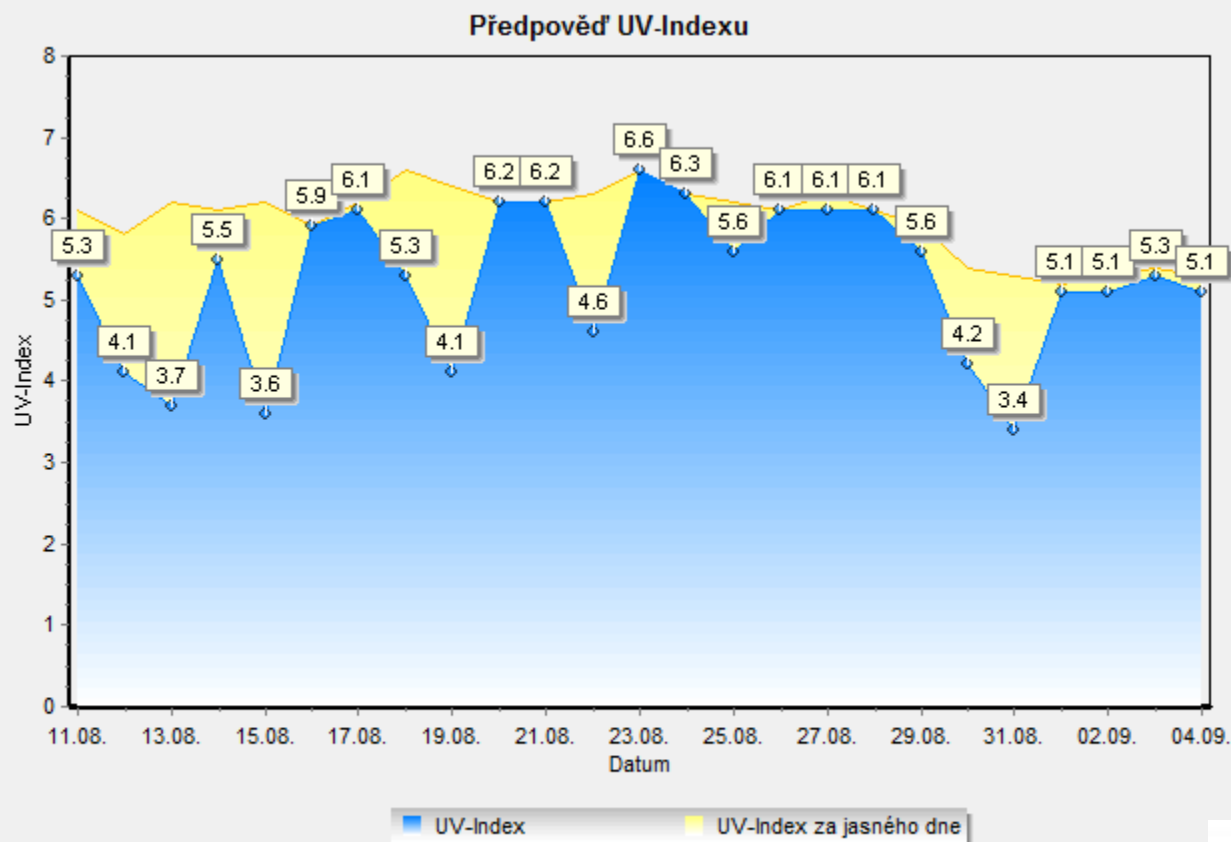
Mezinárodní dohody o ochraně ozónové vrstvy

- 1985 Vídeň – Úmluva o ochraně ozonové vrstvy
- **1987 Montreal – Montrealský protokol**
- 1990 Londýn v roce 2024 měl 196 zemí
- 1992 Kodaň
- 1995 Vídeň
- 1997 Montreal
- 1999 Peking
- 2002 Paříž
- 2004 Praha
- 2006 Nové Dillí
- 2008 Londýn
- 2010 Ženeva
- 2012 San Antgoio
- 2013 Las Vegas
- 2015 Barcelona
- 2016 Rwanda
- 2019 Bangkok
- 2024 Montreal

Národní aktivity

- **zákon č. 73/2012 Sb., o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu a o fluorovaných skleníkových plynech**
- **Solární a ozónové oddělení ČHMÚ Hradec Králové**

Předpověď UV-indexu pro ČR



zdroj dat: DWD

UV INDEX	ROZSAH
Nízký	< 2
Střední	3 - 5
Vysoký	6 - 7
Velmi vysoký	8 - 10
Extremní	11 +

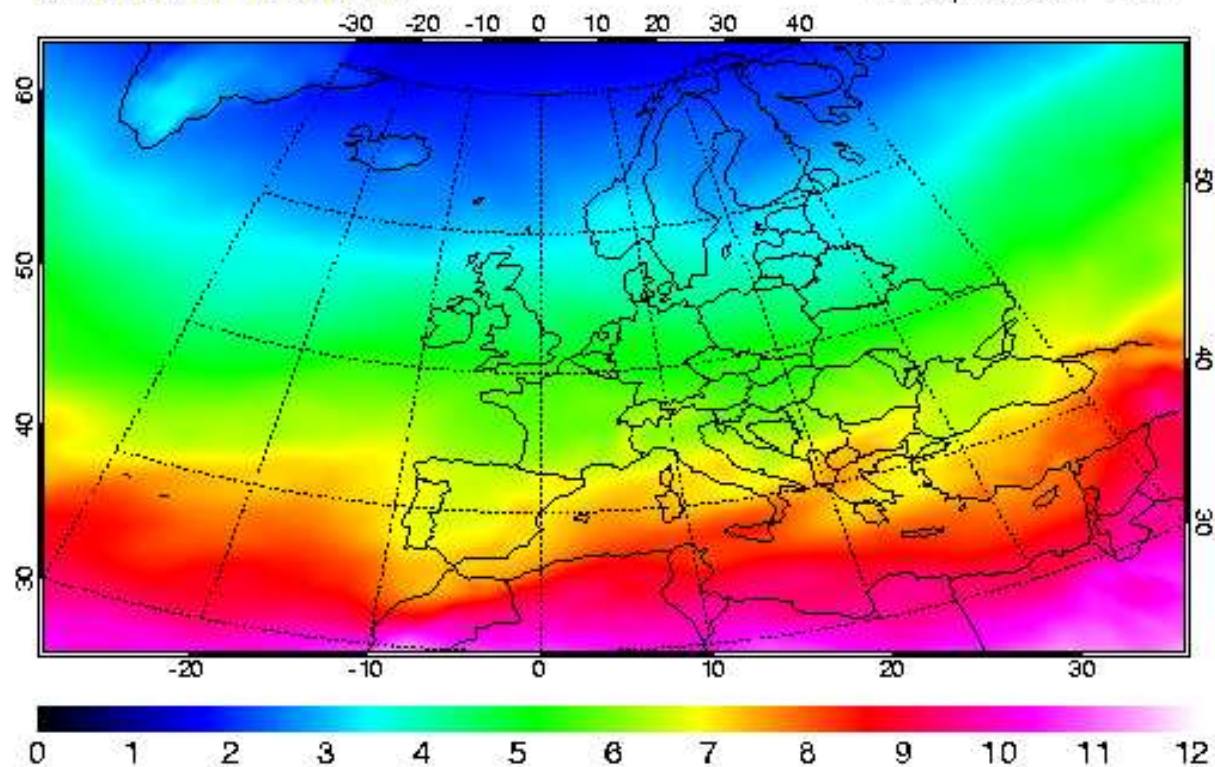
UV-index Evropa

Erythral UV index

SCIAMACHY - KNMI/ESA

Clear-sky

2 September 2011

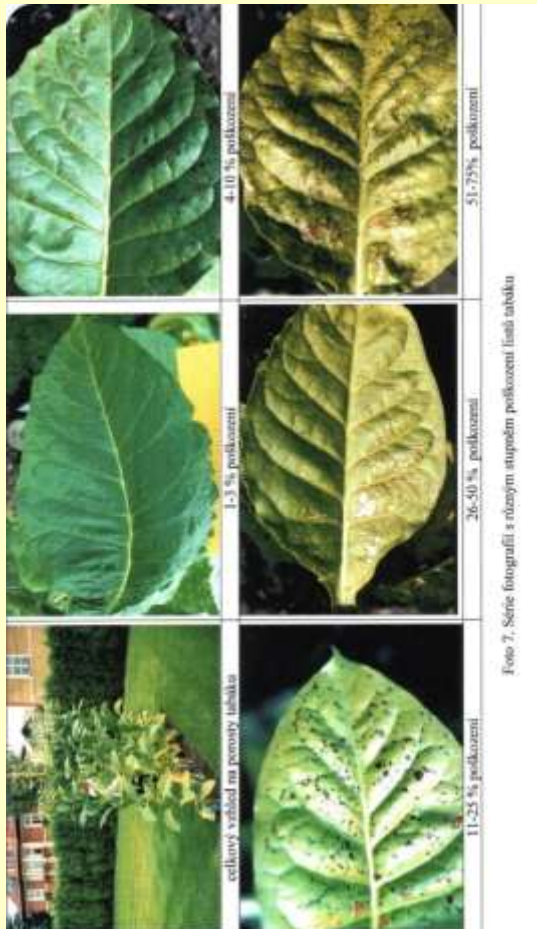


Geografické rozložení UV-Indexu nad Evropou

(Copyright © KNMI/ESA)

Přízemní ozón

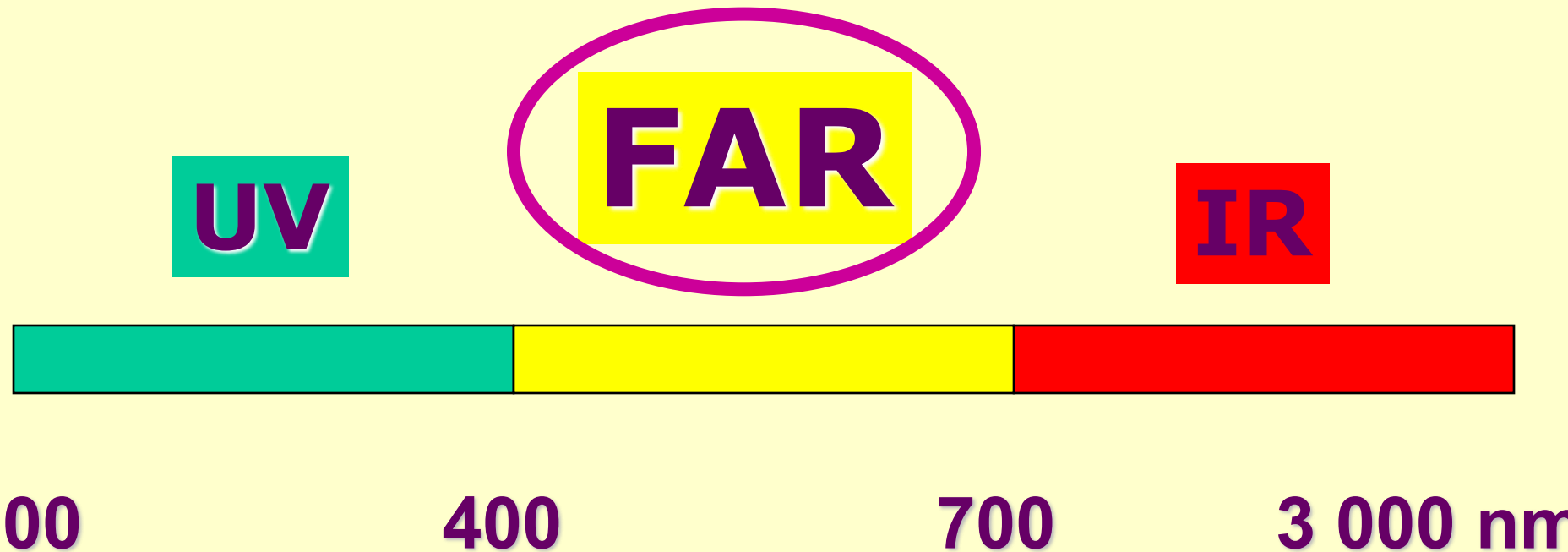
jasný teplý den, výfukové plyny, oxidy dusíku





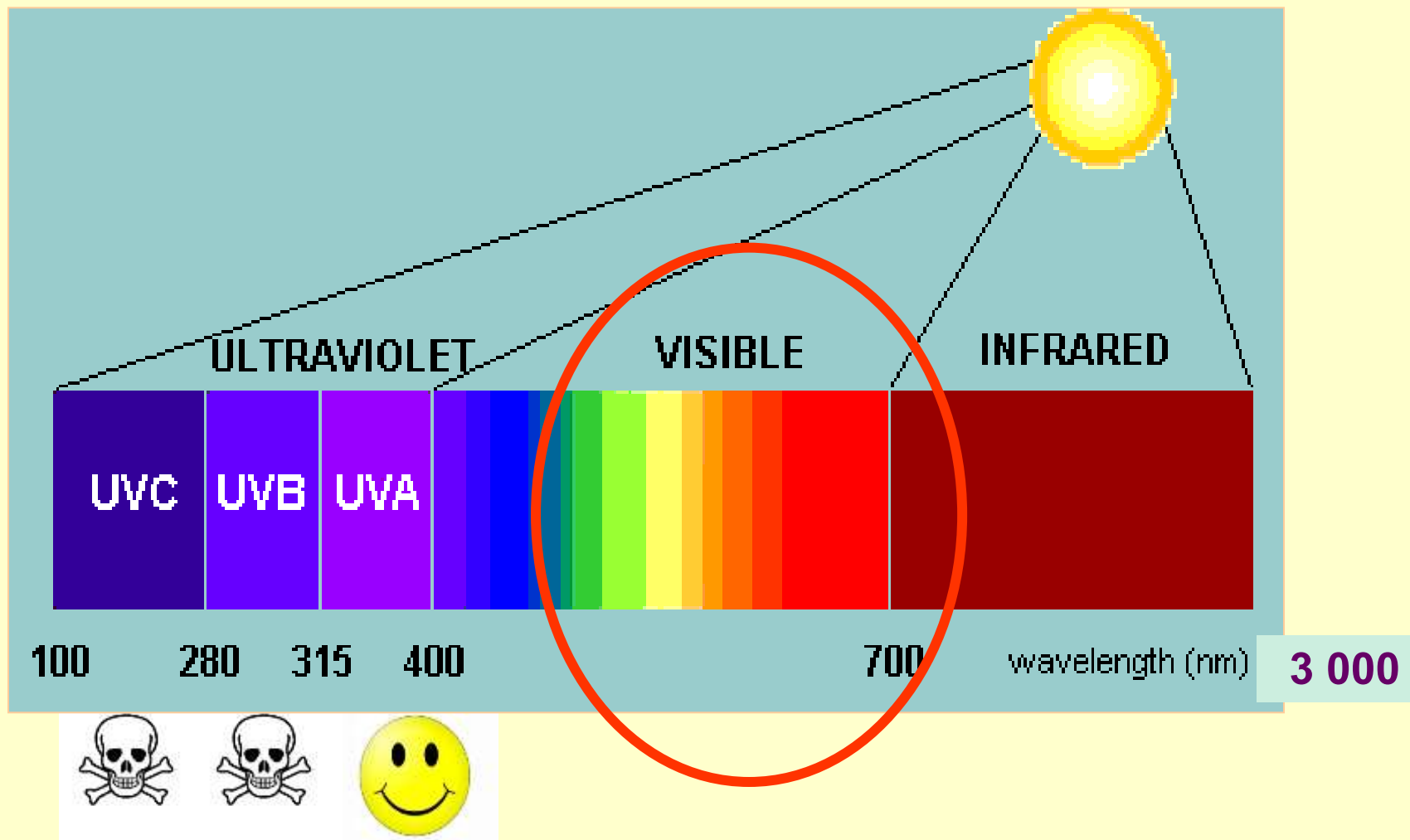
To bylo UV (B)

Podle fyziologických účinků



Slunce vyzařuje 100 – 3 000 nm

Viditelné – FAR – záření



FAR



- **fotosyntetické (1-3% sluneční energie)**
- **fotomorfogenetické (regulátor v procesech růstu)**
- **tepelné (většina - transpirace a výměna energie s okolím)**

Podle fyziologických účinků

UV

FAR

IR



100

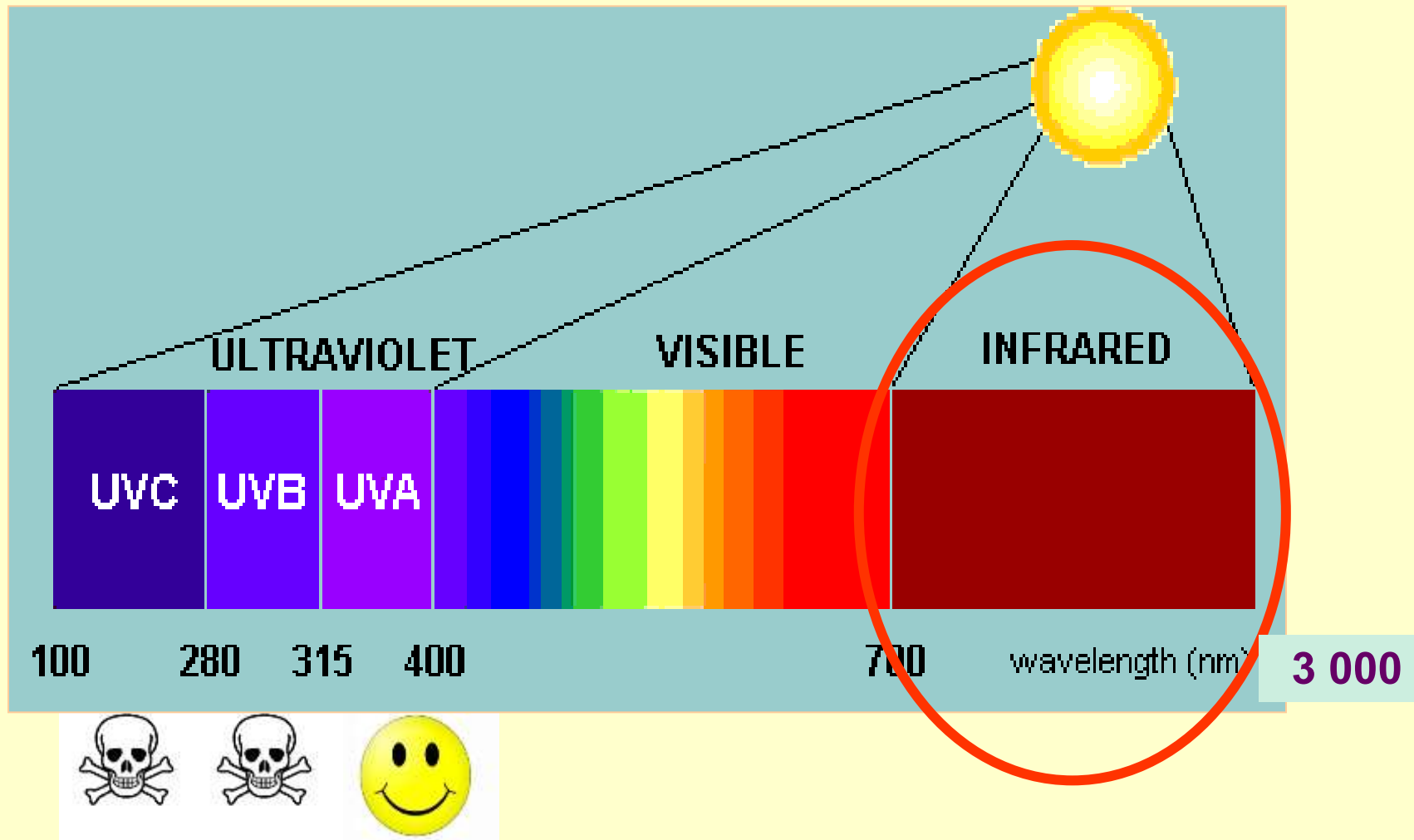
400

700

3 000 nm

Slunce vyzařuje 100 – 3 000 nm

IR – záření



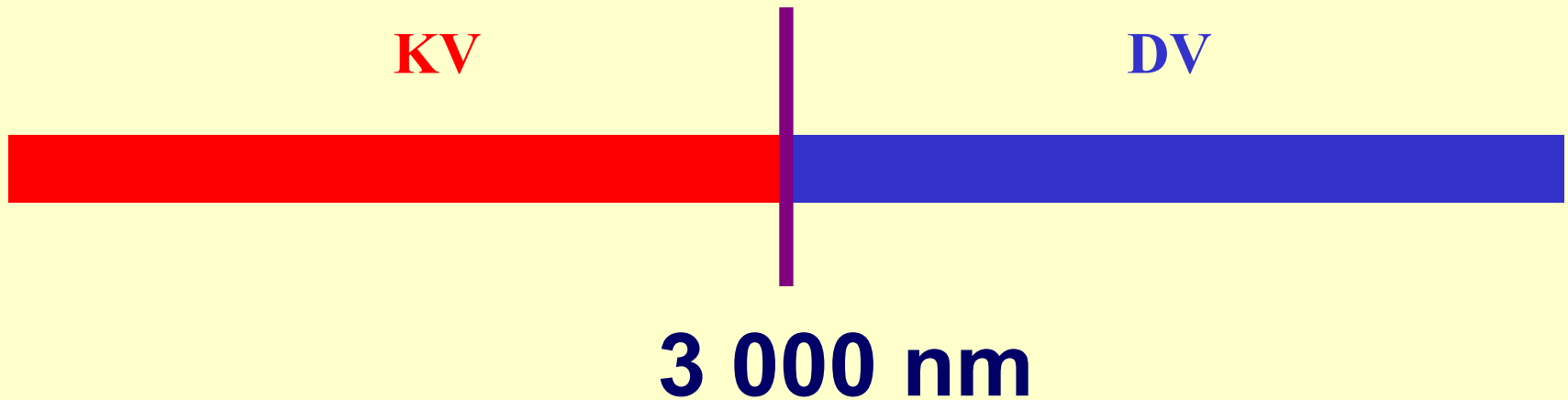
IR (tepelné)

- Zvířata: předávkování IR může dojít k **přehřátí** organismu a to zvláště u neosrstěných zvířat
- Rostliny: při přehřátí dochází k **otevření** průduchů a ke zvýšení transpirace - výparu z rostlin

Rozdělení radiace

- podle fyziologických účinků
- **podle vlnové délky**

Rozdělení záření podle vlnové délky



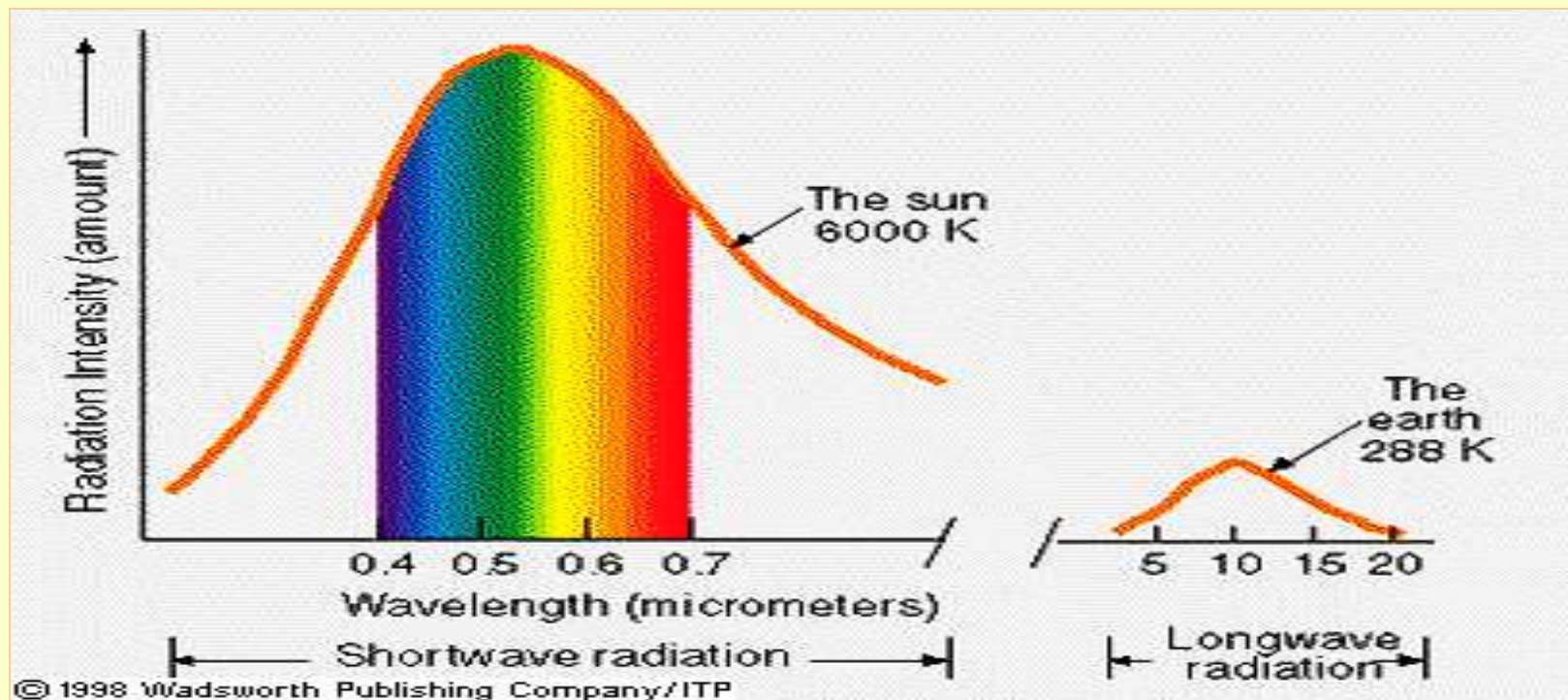
$$\lambda_{\max} = \frac{0,002897}{T} \quad (\text{m})$$

Wienův zákon

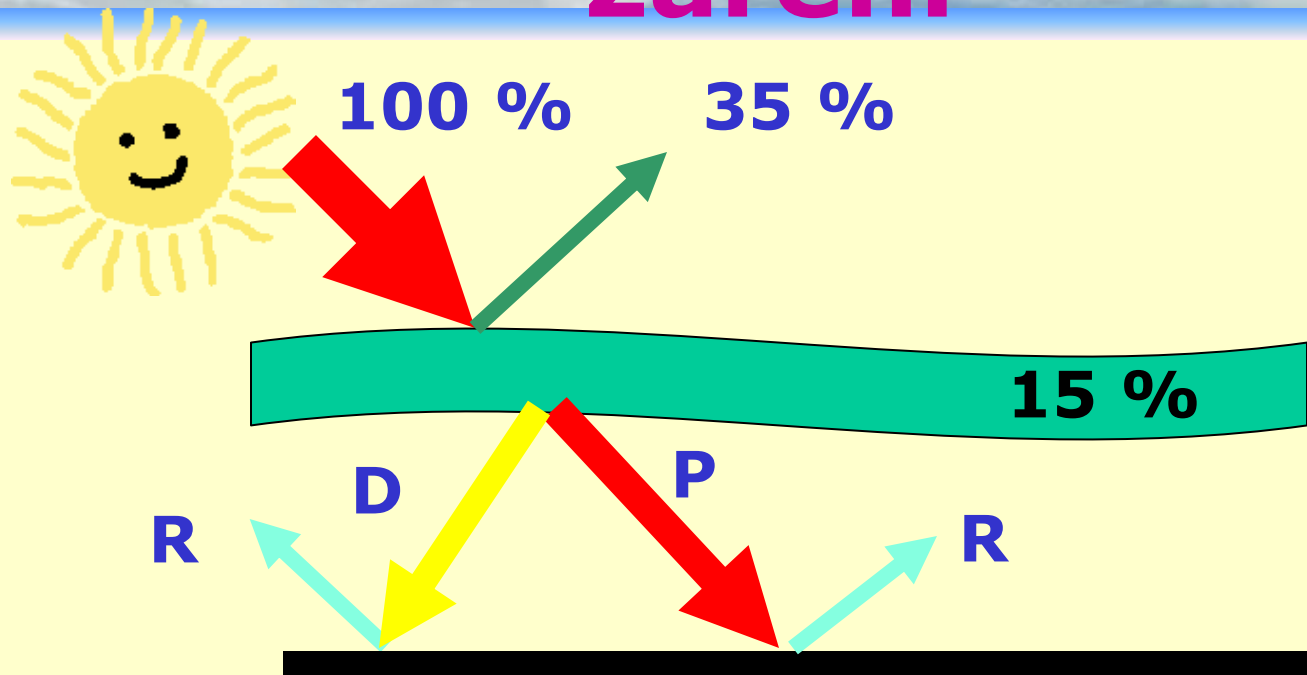
$$\lambda_{\max} = \frac{\text{constant}}{T}$$

Slunce = 6000 K

Země = 15°C = 288K



Bilance krátkovlnného záření



$$B_k = P + D - R$$

$Q = \text{globální záření}$

50% absorbed, reflected and
scattered by the atmosphere

50% reaches ground

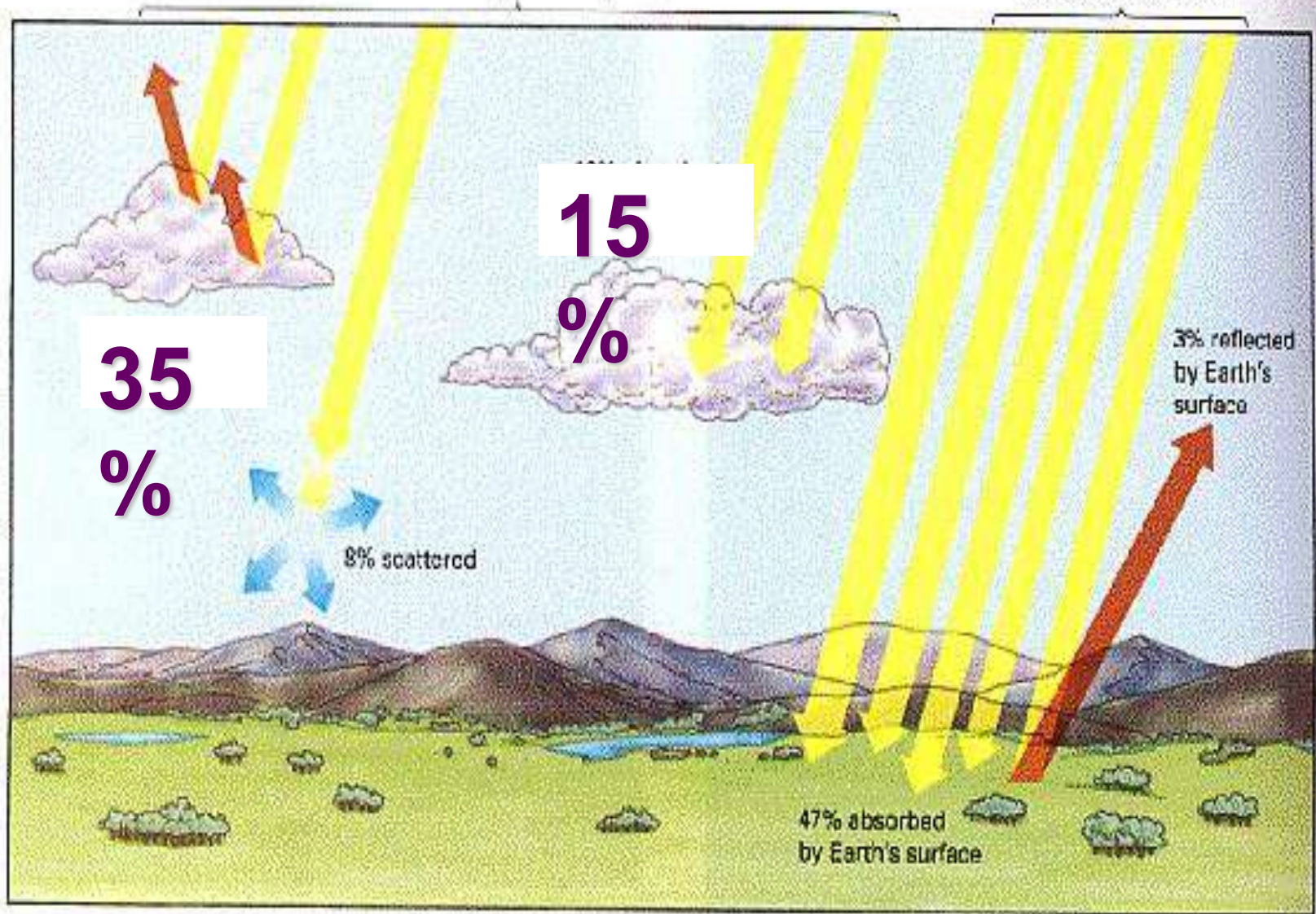
35
%

15
%

8% scattered

3% reflected
by Earth's
surface

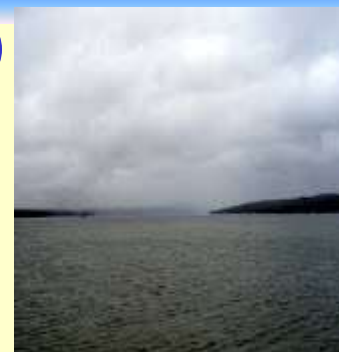
47% absorbed
by Earth's surface



Rozptyl záření

1. Aerosolový – rozptyl na molekulách vody (ledu)

⇒ všechny vlnové délky se rozptylují stejně =
bílošedá obloha



2. Molekulární (Rayleigh) – rozptyl na molekulách vzduchu

⇒ čím kratší záření tím lépe se rozptyluje
= modrá obloha



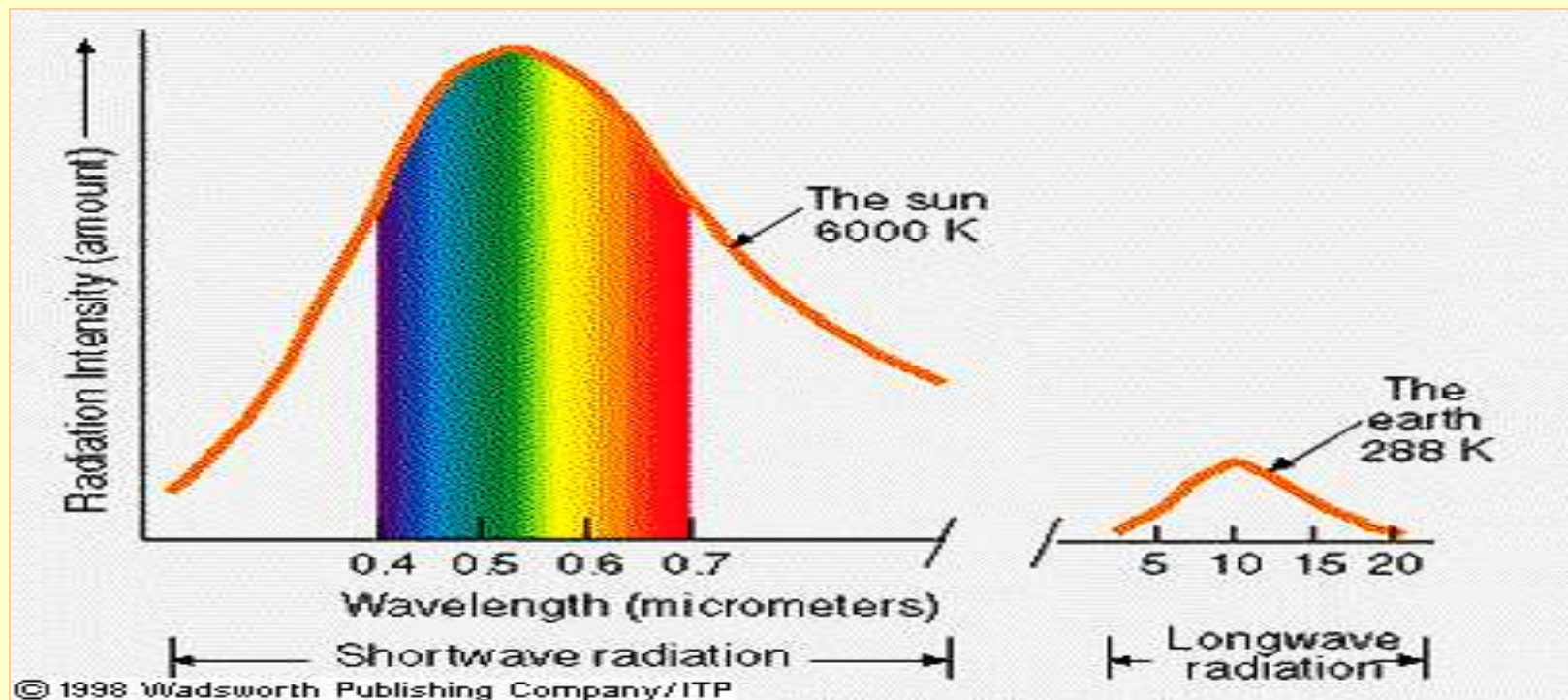
⇒ čím více částic je záření v cestě resp. čím je delší dráha
záření v atmosféře tím lépe se rozptyluje

Wienův zákon

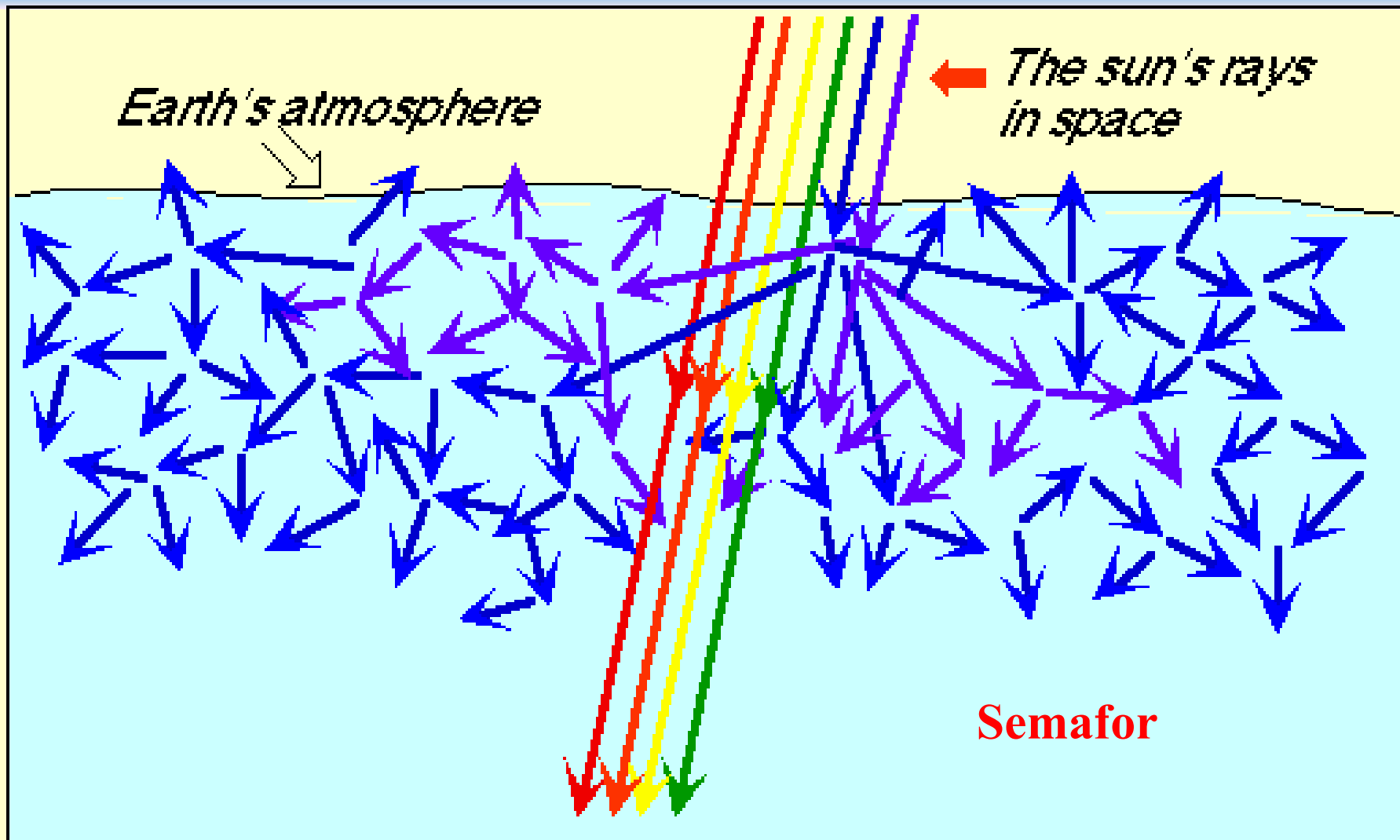
$$\lambda_{\max} = \frac{\text{constant}}{T}$$

Slunce = 6000 K

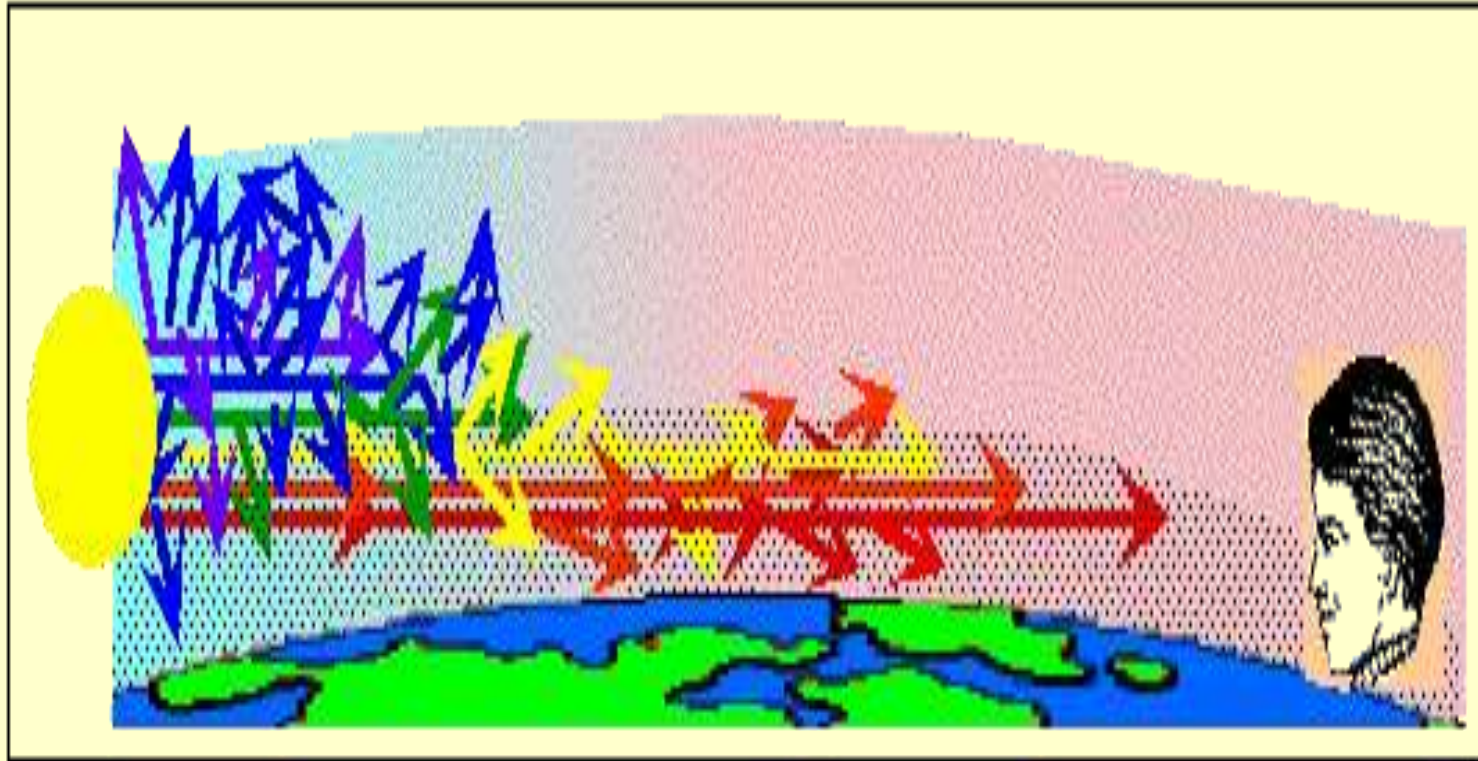
Země = 15°C = 288K



Proč je obloha modrá?



A slunce večer oranžovo- červené



Dráha paprsku 12x delší než v poledne

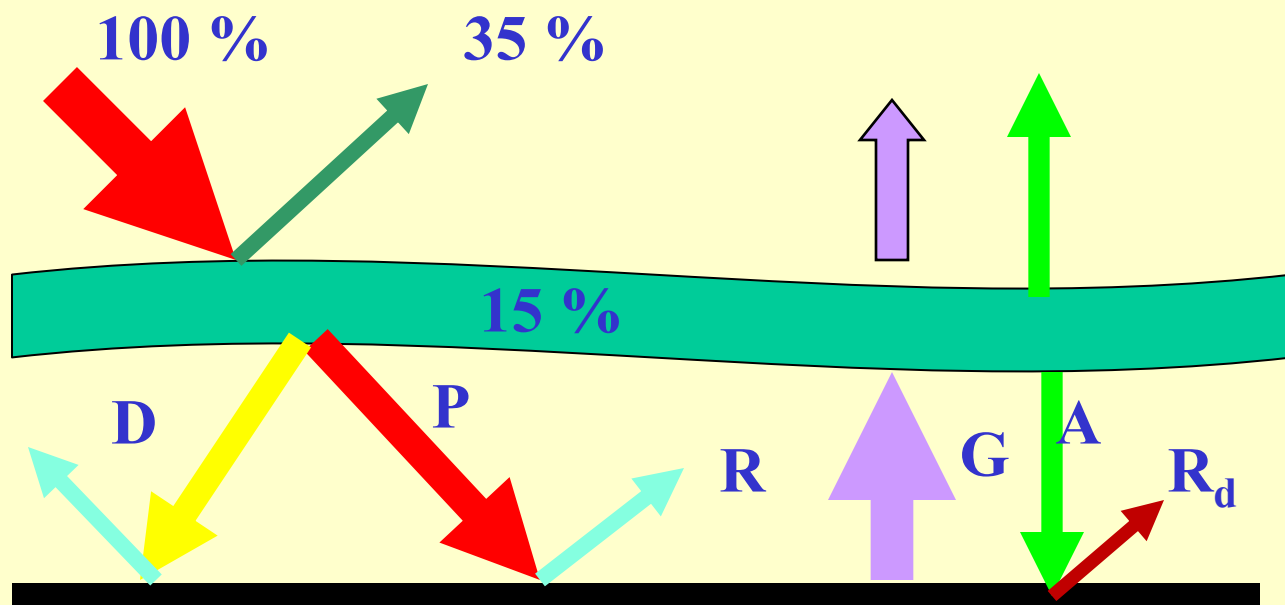
Odraz záření - ALBEDO

$$\text{ALBEDO} = R / Q * 100 \quad (\%)$$

voda	5 – 90
sníh	75 – 95
sníh starší	40 – 70
půda tmavá	5 – 15
půda světlá	25 – 45
poušť	25 – 30
rostliny	5 – 25
oblaka	40 – 90
pokožka bílá	43 – 45
pokožka tmavá	16 – 22
Země	34 – 42



Bilance krátkovlnného s dlouhovlnného záření



$$B_k = P + D - R$$

$$B_d = -G + A - R_d$$

$$B = B_k + B_d$$

připomeňme HYPOTÉZU
(radiační bilance je vysvětlena):

***Porušení
radiační bilance
Země způsobené zesílením
skleníkového jevu
vede ke
změně klimatu.***



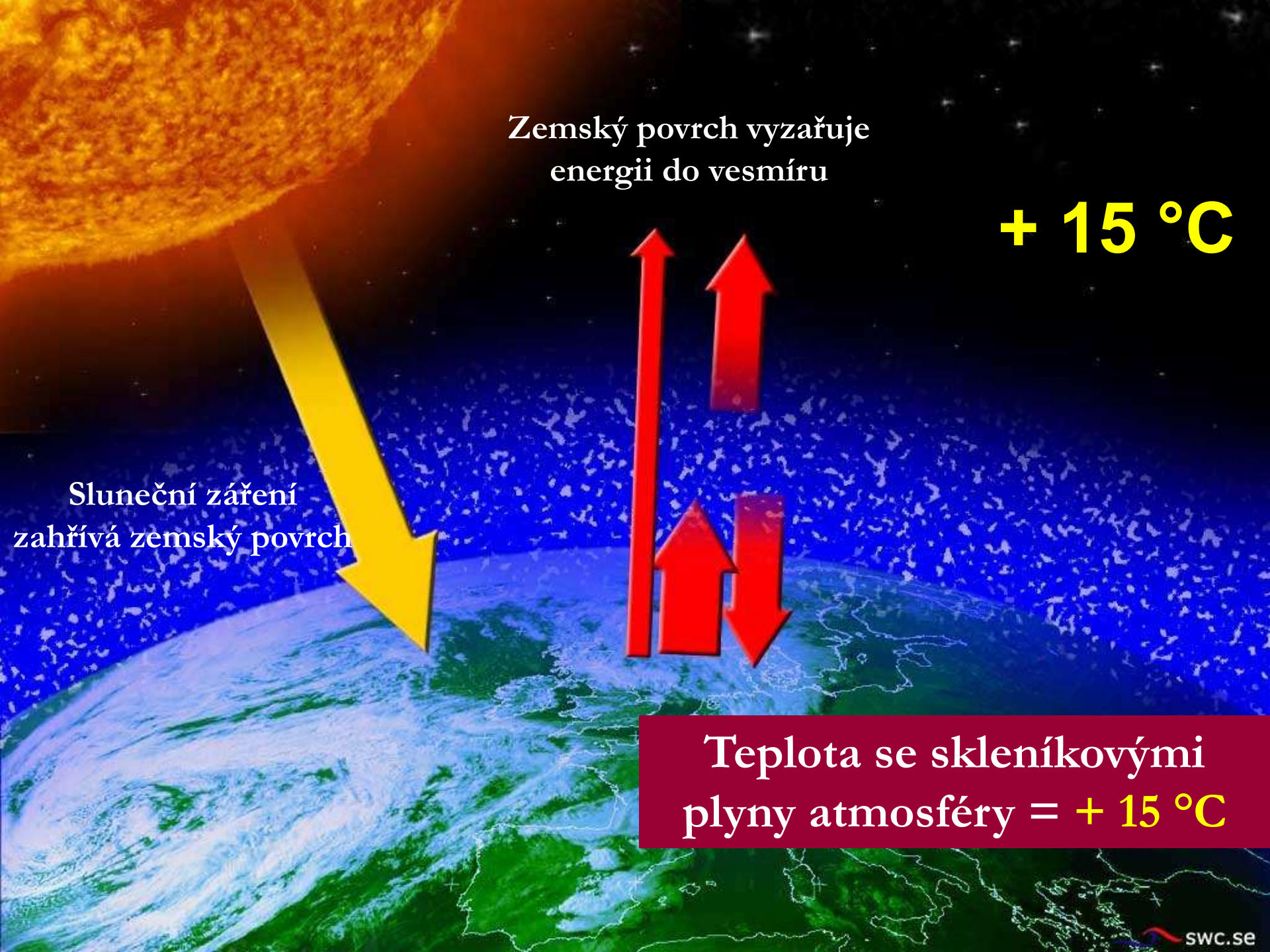
The diagram illustrates the energy balance of Earth. A large, glowing orange and yellow sun is in the upper left corner. A thick yellow arrow points from the sun towards the Earth, representing incoming solar radiation. The Earth is shown as a blue and green sphere with white clouds. A thick red arrow points from the Earth's surface towards the black space of the universe, representing outgoing thermal radiation. The background is a dark blue/black space filled with small white stars.

Zemský povrch vyzařuje
energii do vesmíru

- 18 °C

Sluneční záření
zahřívá zemský povrch

Teplota bez skleníkových
plynů -18°C !!!



Zemský povrch vyzařuje
energii do vesmíru

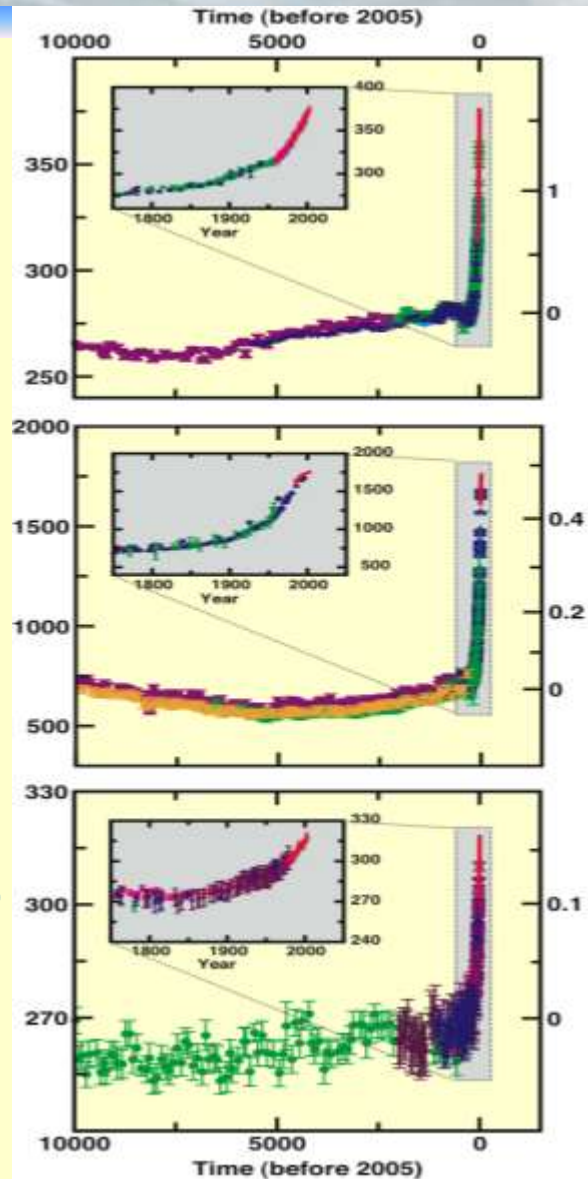
+ 15 °C

Sluneční záření
zahřívá zemský povrch

Teplota se skleníkovými
plyny atmosféry = **+ 15 °C**

Skleníkové plyny a jejich koncentrace

CO₂



CH₄

N₂O

Nárůst
koncentrace
(od cca 1750)

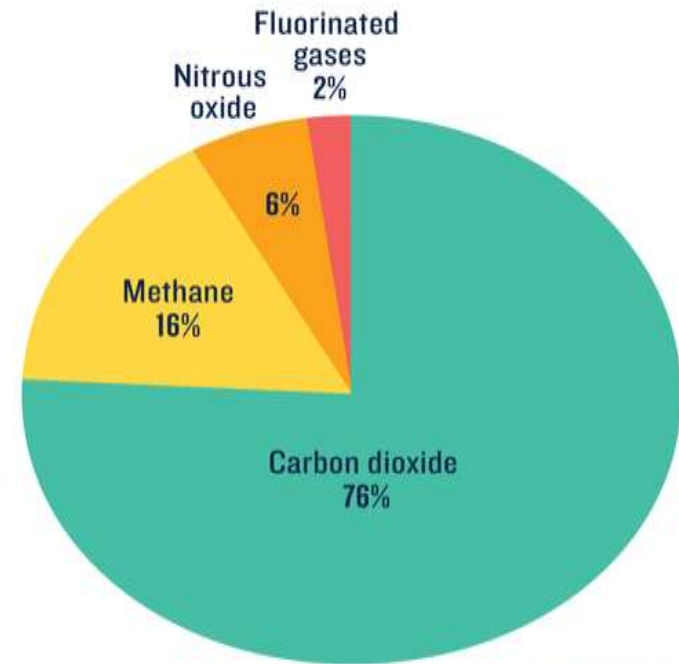
CO₂
CH₄
N₂O

50 %
140 %
18 %

plyn	Antropogenní zdroj	Koncentrace v atmosféře		nárůst za rok	relativní účinnost	doba působení v letech
		rok 1780	současnost			
CO ₂	spalování fosilních paliv, odlesňování, doprava	280 ppm	425 ppm	0,5%	1	50-200
CH ₄	rýžová pole, trávící pochody, úniky zemn. plynu	0,70 ppm	1,8 ppm	0,9%	25	12
N ₂ O	hnojení, denitrifikace, spal. biomasy	0,220 ppm	0, 339 ppm	0,8%	300	120
CFC (freony)	průmysl	0	0, 0007 ppm	4 %	7500	12-100

Podíl a účinnost radiačně aktivních plynů na zesílení skleníkového efektu

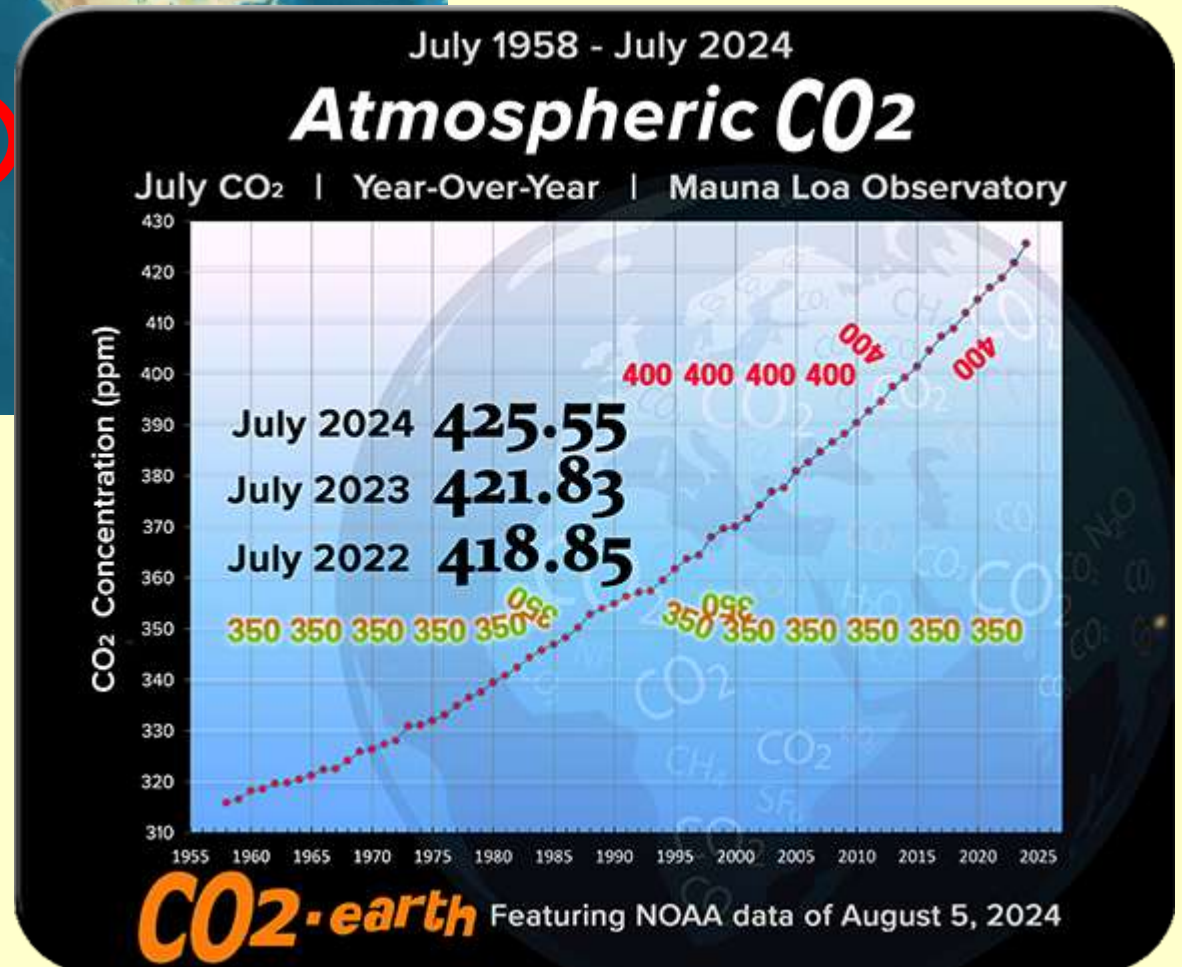
1. CO_2 – oxid uhličitý
2. CH_4 – metan
3. N_2O – oxid dusný



Source: IPCC (2014)

How much each human-caused greenhouse gas contributes to total emissions around the globe.

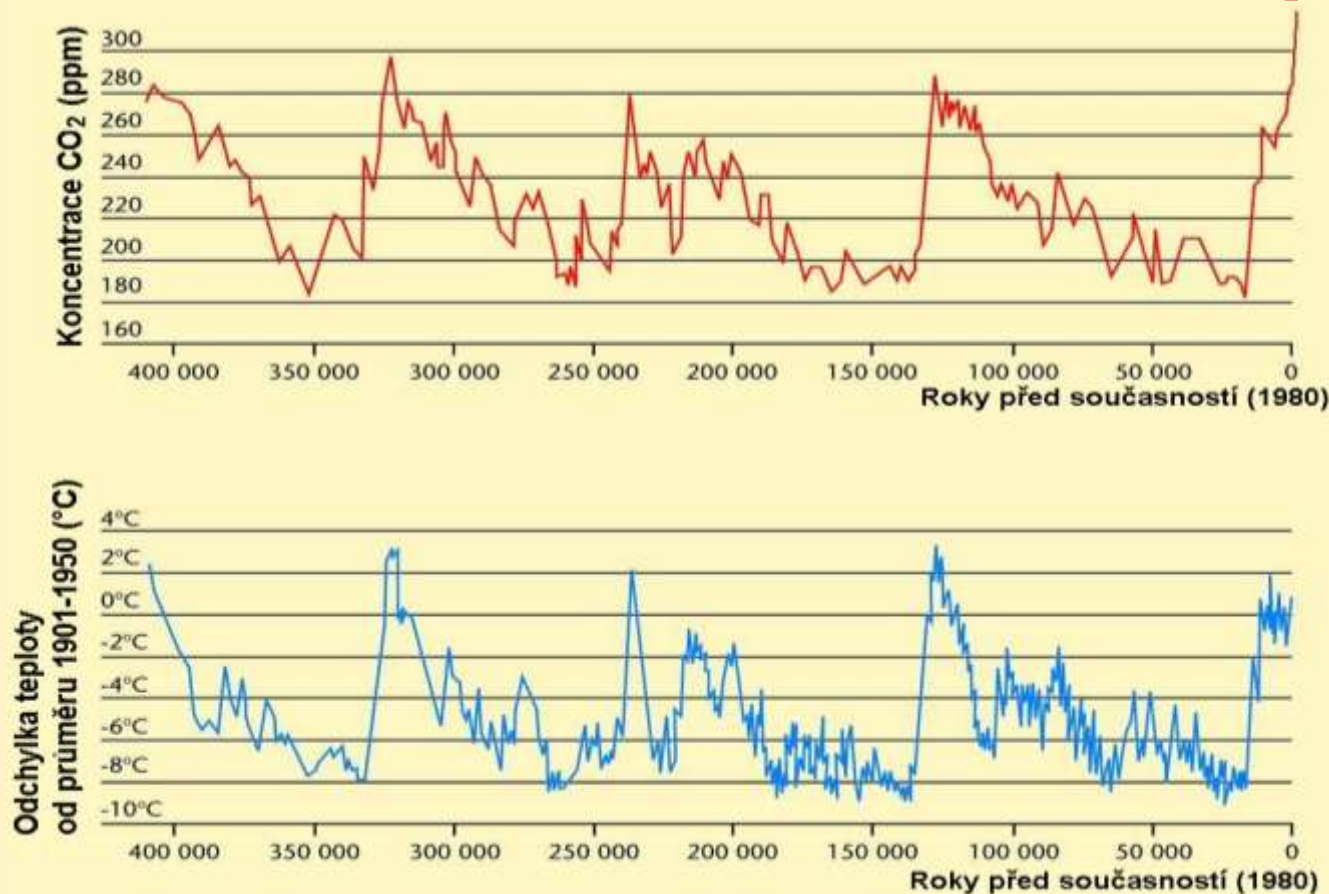
CO₂



Vztah koncentrace CO_2 a teploty

(analýza ledovcových tyčí stanice VOSTOK)

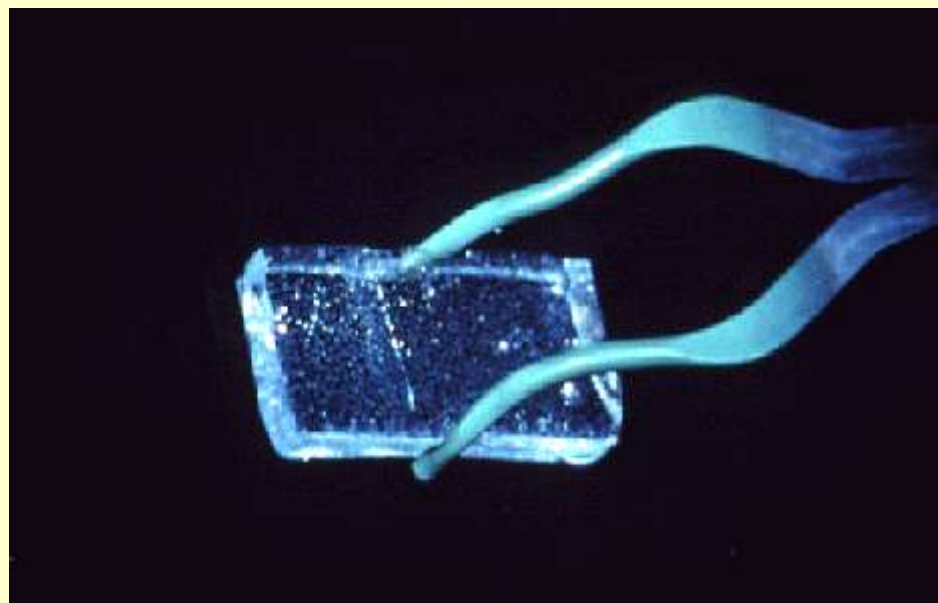
425
ppm



„Ledová jádra = klimaarchív naší atmosféry“

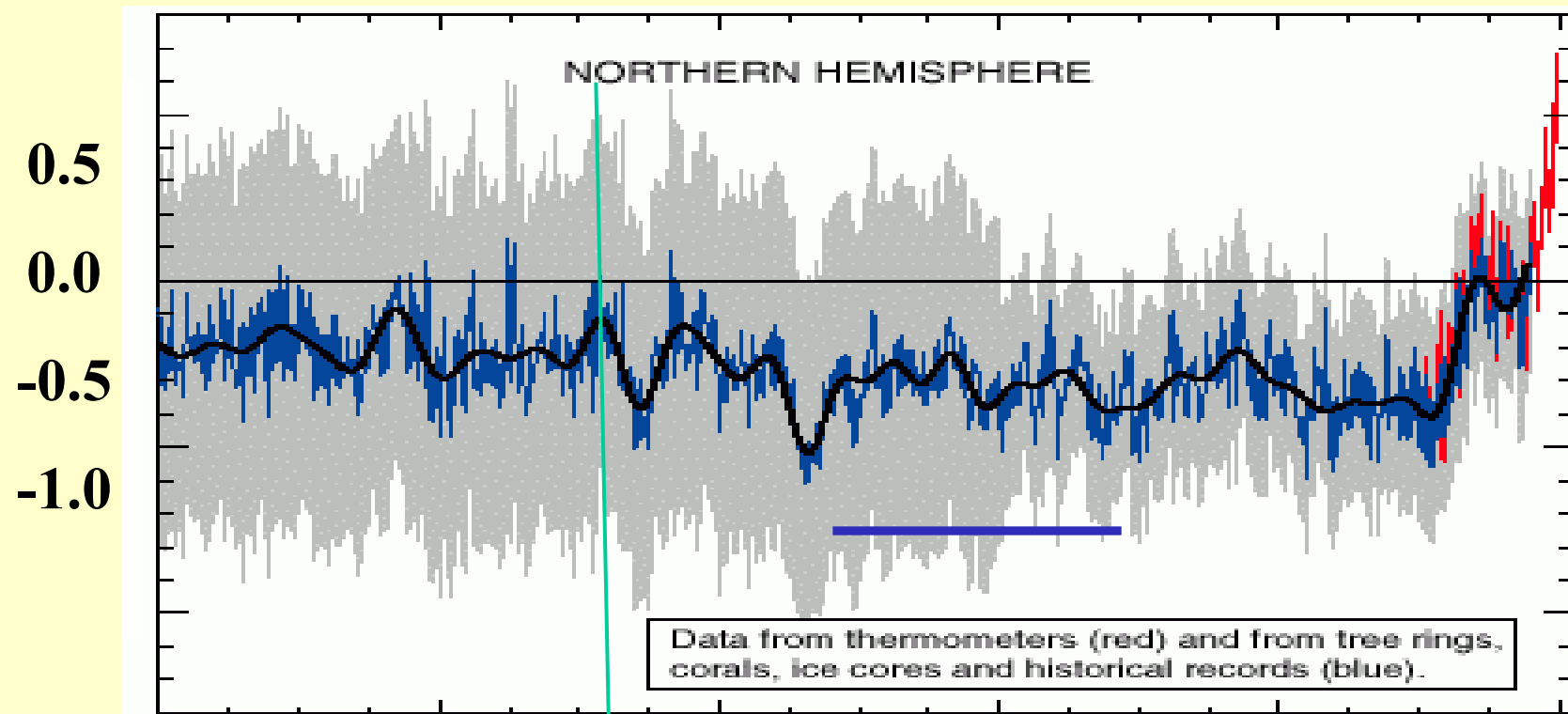


Obsah CO_2 – získaný z uzavřených
bublin v ledovci
Teplota - získaná izotopovou analýzu
kyslíku $\text{O}18$



Teplota severní polokoule za posledních 1000 let (IPCC, 2014)

Odchylka od 1961-90



1000

1200



1400

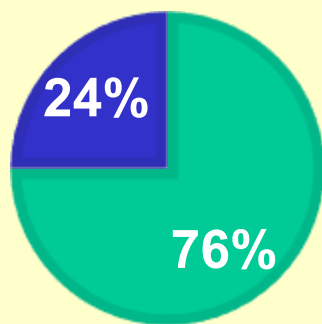
1600

1800

2000

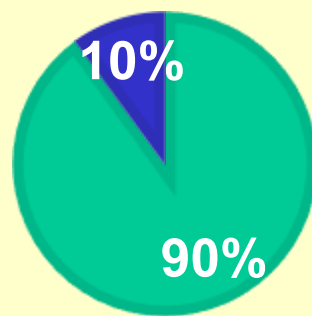
Skleníkové plyny a zemědělství

SVĚTOVÉ EMISE



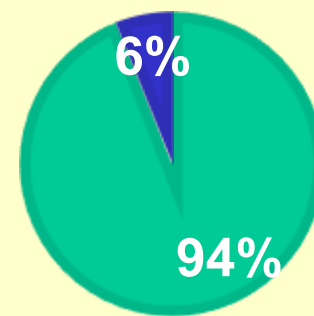
■ ostatní sektory ■ zemědělství

EVROPSKÉ EMISE



■ ostatní sektory ■ zemědělství

ČESKÉ EMISE



■ ostatní sektory ■ zemědělství

Zdroj: Eurostat, EEA, 2019

Skleníkové plyny a zemědělství

➤ N_2O (48 %)

- 44 % - aplikace minerálních hnojiv a procesy **nitrifikace** ($\text{NH}_4\text{-NO}_3$) a **denitrifikace** ($\text{NO}_3\text{-N}_2$)
- 4 % - organická hnojiva (hnůj)

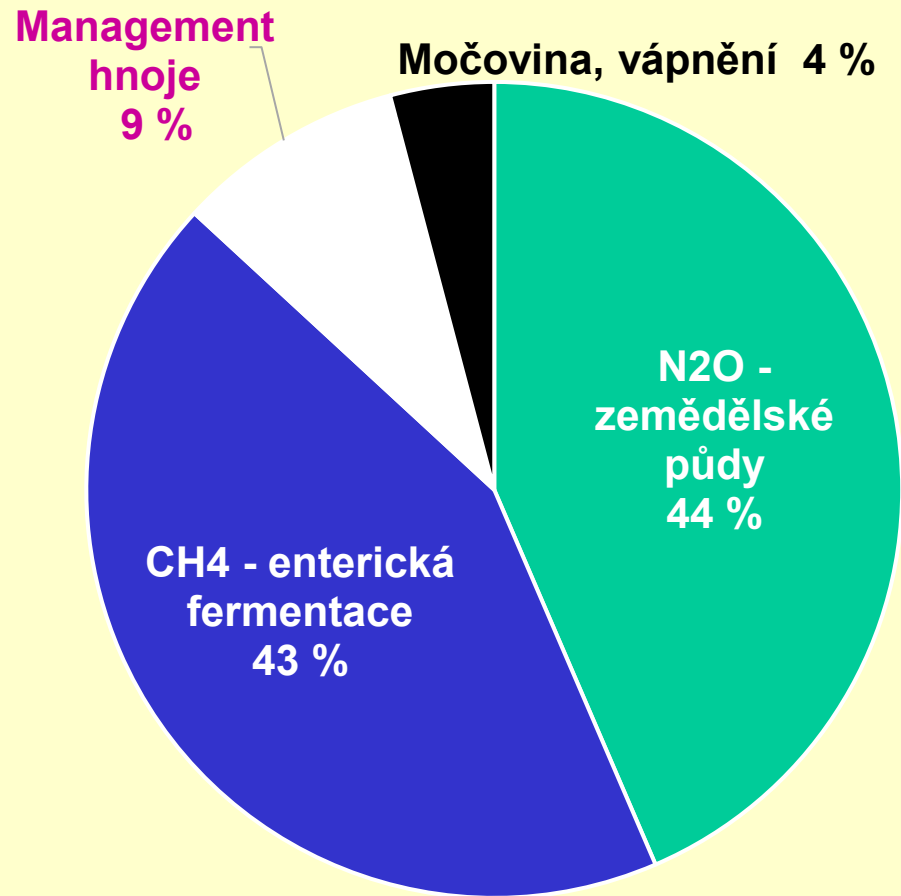
➤ CH_4 (48 %)

- 43 % - enterická (střevní) fermentace hlavně skotu, 96 % skot + 4 % ostatní zvířata
- 5 % - organická hnojiva (hnůj)

➤ CO_2 (4 %)

- vápnění,
- minerální i organická hnojiva,
- intenzivní agrotechnika

Ještě jednou a graficky



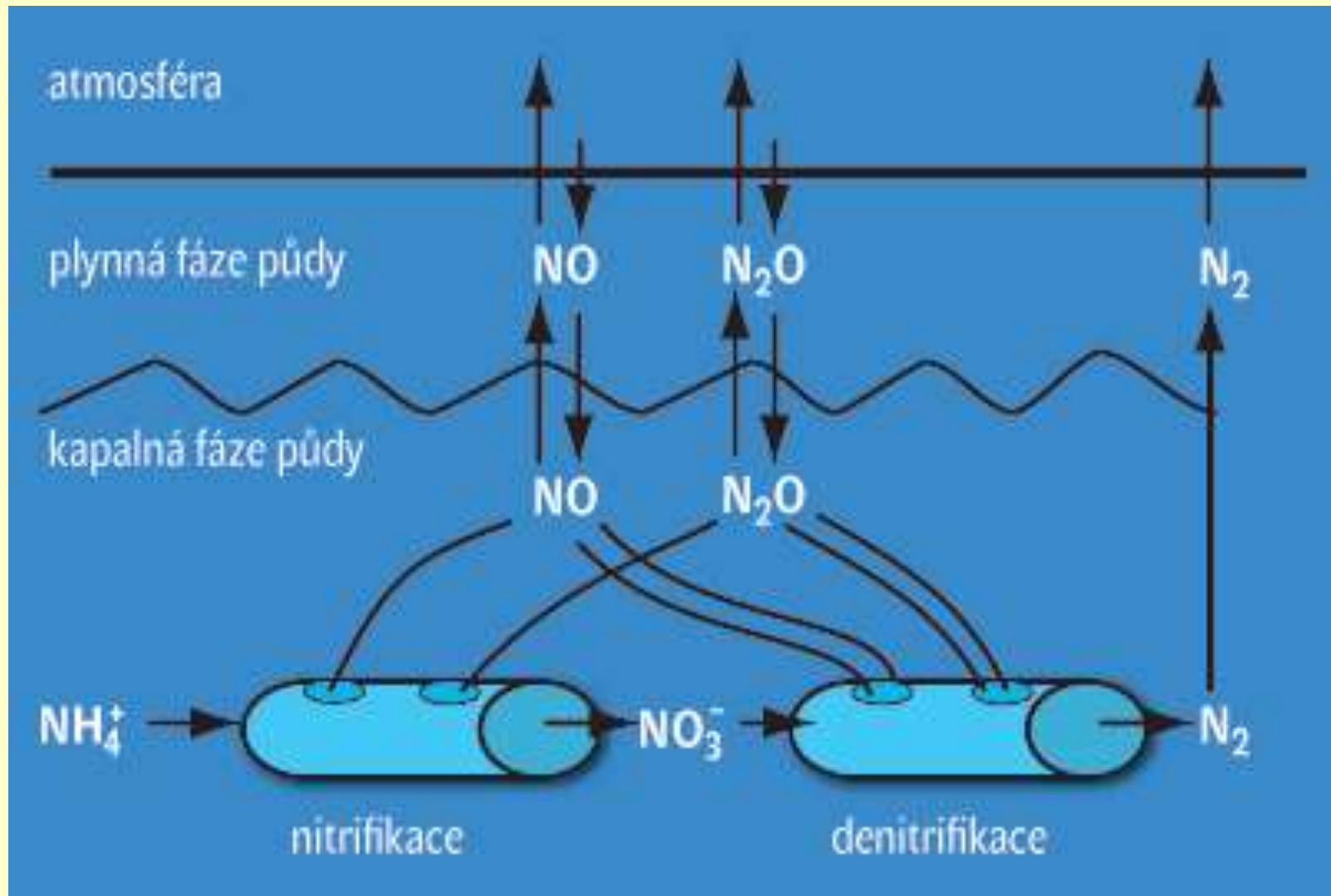
Lze snížit emise N_2O ze zemědělství?

Uvolnění oxidu dusného, který vzniká procesy nitrifikace ($\text{NH}_4\text{-NO}_3$) a denitrifikace ($\text{NO}_3\text{-N}_2\text{O}$) nelze zcela eliminovat. Je ale rozdíl, a ovlivnit lze, zda se z aplikované dávky uvolní 1 % ve formě N_2O nebo procent více.

Jak snížit emise N_2O ?

- **efektivita využití dusíkatých hnojiv** - precizní zemědělství, správně načasovaná aplikace (agrorisk.cz), inhibitory ureázy (zpomalí přeměnu močoviny na amoniak o jeden až dva týdny) a nitrifikace (zpomaluje přeměnu dusíku amonné formy na mobilní nitrát o šest až deset týdnů) pro postupné uvolňování dusíku
- **skladování dusíkatých hnojiv** v optimálním suchém prostředí

Nitrifikace ($\text{NH}_4\text{-NO}_3$) a denitrifikace ($\text{NO}_3\text{-N}_2\text{O}$)



Metan (celosvětové podíly)

- **pěstování rýže** (170 mil. tun/rok) – **45 % (klesá)**
- **chov hospodářských zvířat** (80 mil. tun /rok) – **22 % (roste!)**
- **únik zemního plynu, fosilní zdroje** (80 mil. tun/rok) – **22 %**
- **skládky odpadů** (40 mil. tun/rok) – **11 %**



**1 kráva až 0,3 kg CH₄
denně**



Aktuálně v zemědělství je „pod palbou“ maso: **Přežvýkavci (skot, ovce, kozy)**

Nejez maso zachrániš planetu...

Vegetariánství – vejce, med ano

Veganství – ani oblečení ze zvířat

Mitigace CH₄

Snižte stavy přežvýkavců (skot, ovce, kozy)

CESTA K ZÁCHRANĚ – VEGANSTVÍ

CESTA PRO ZÁCHRANU ŽIVOTA NA ZEMI: ukončení konzumace masa, živočišných potravin a přechod k veganství.

Až 2/3 zemědělské půdy je využito, celosvětově, pro chovy se zvířaty (kterých je kolem 70 miliard zvířat) včetně pěstování krmiv a pastvin;

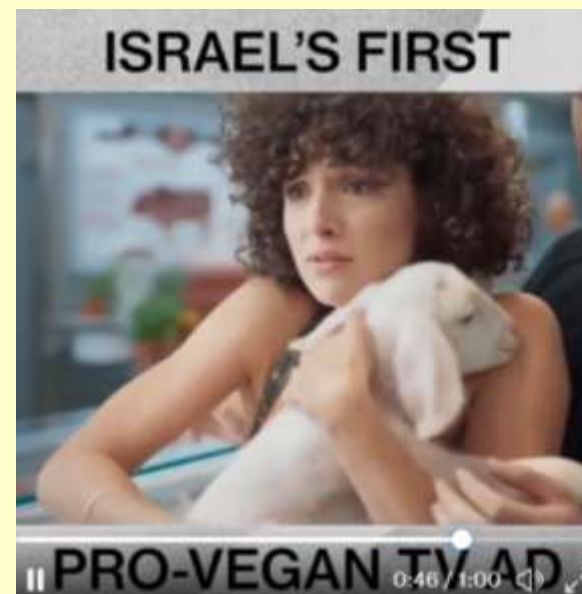
1/3 celosvětové produkce obilovin je určena jako krmení zvířatům. Dokument COWSPIRACY –

The Sustainability Secret (2014) uvádí: pro nasycení jednoho vegana za rok je třeba 675 m²,

pro vegetariána 3x více, pro pojídače masa 18x více. Porovnání je uvedeno také v



Do roku 2050 – xy %?



Příběh jehněčího

Mitigace - CH₄

Skot = organická hmota (VDJ = 0,3)

Skot = skladba plodin

Uhlíková stopa z dovozu ?

21. aminokyselina: Selenocystein

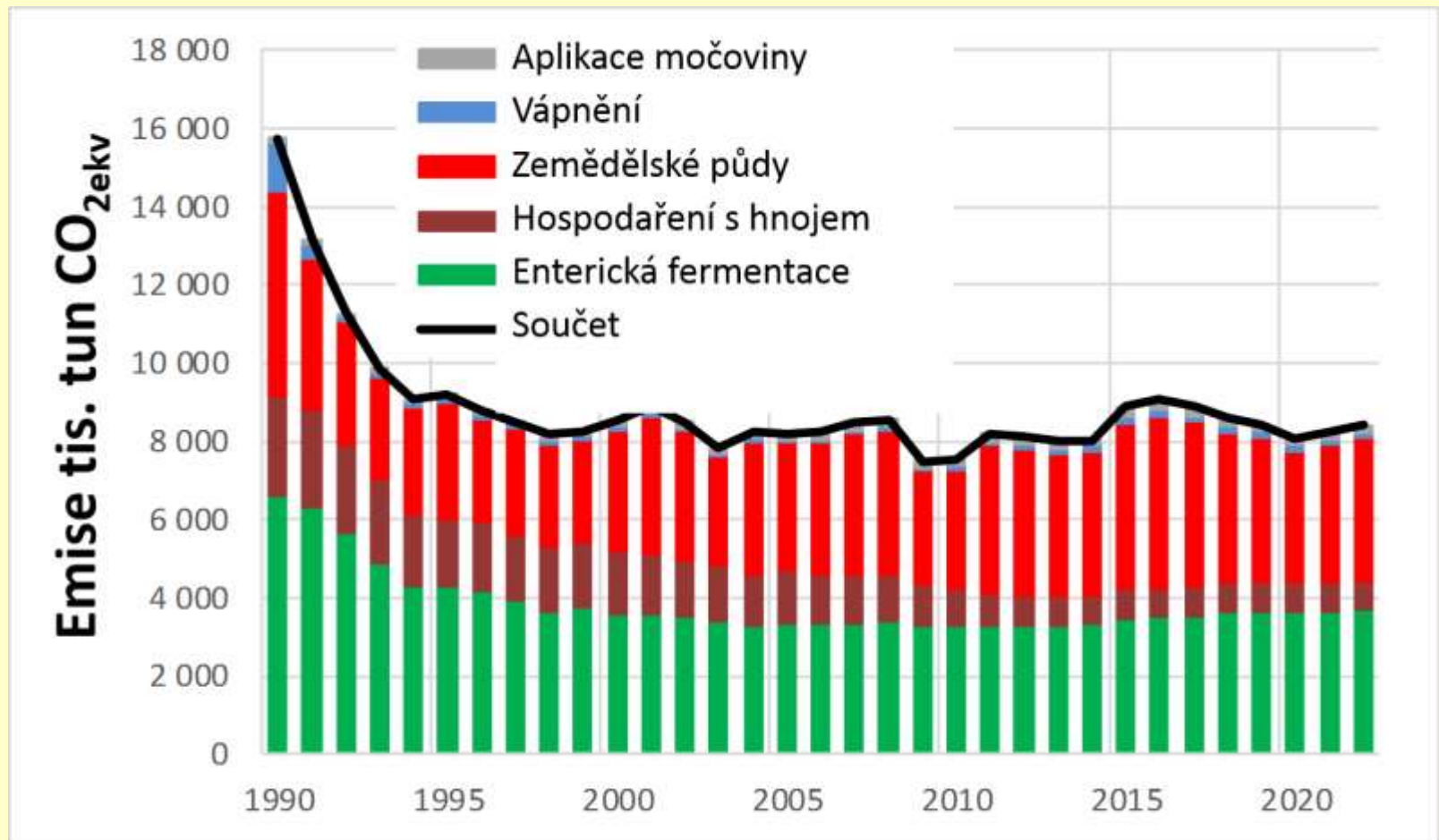
**Mitigace CH₄ v ŽV: změna (konverze)
krmných dávek, látky na potlačení tvorby
metanu, změna mikroklimatu, biofiltry ve
stájích, ošetření skládek hnoje a kejdy**

Lze snížit emise metanu ze zemědělství?

- **Vývoj krmných aditiv** (doplňkové látky), které neškodně potlačují mikroorganismy v bachoru resp. metanogenezi např. I na našem trhu jsou v současnosti dostupná aditiva omezující enterickou fermentaci a produkci metanu.
- **Úprava krmných dávek a zvýšení efektivity konverze (účinnosti) krmiva** – efektivnější konverze vede nejen k menší produkci metanu, ale i hnoje, ze kterého se rovněž metan uvolňuje
- **Šlechtění** – snížení produkce metanu na genetické úrovni, méně žrát a produkovat více mléka s upravenými bakteriemi v bachoru co snižují produkci metanu
- Další opatření směrem k snižování metanu jsou spojená s **hospodařením s hnojem a kejdou** (anaerobní fermentory, kryté skladování, ošetření enzymatickými látkami), další technická opatření jako je využití biofiltrů a omezení emise metanu u větraných stájí (prasata, drůbež), ale i udržování dobrého zdravotního stavu u zvířat. (omezení mastitid), Nezapomeňme, že zásadní opatření je i změna chování člověka k potravinám ve směru omezení jejich plýtvání!

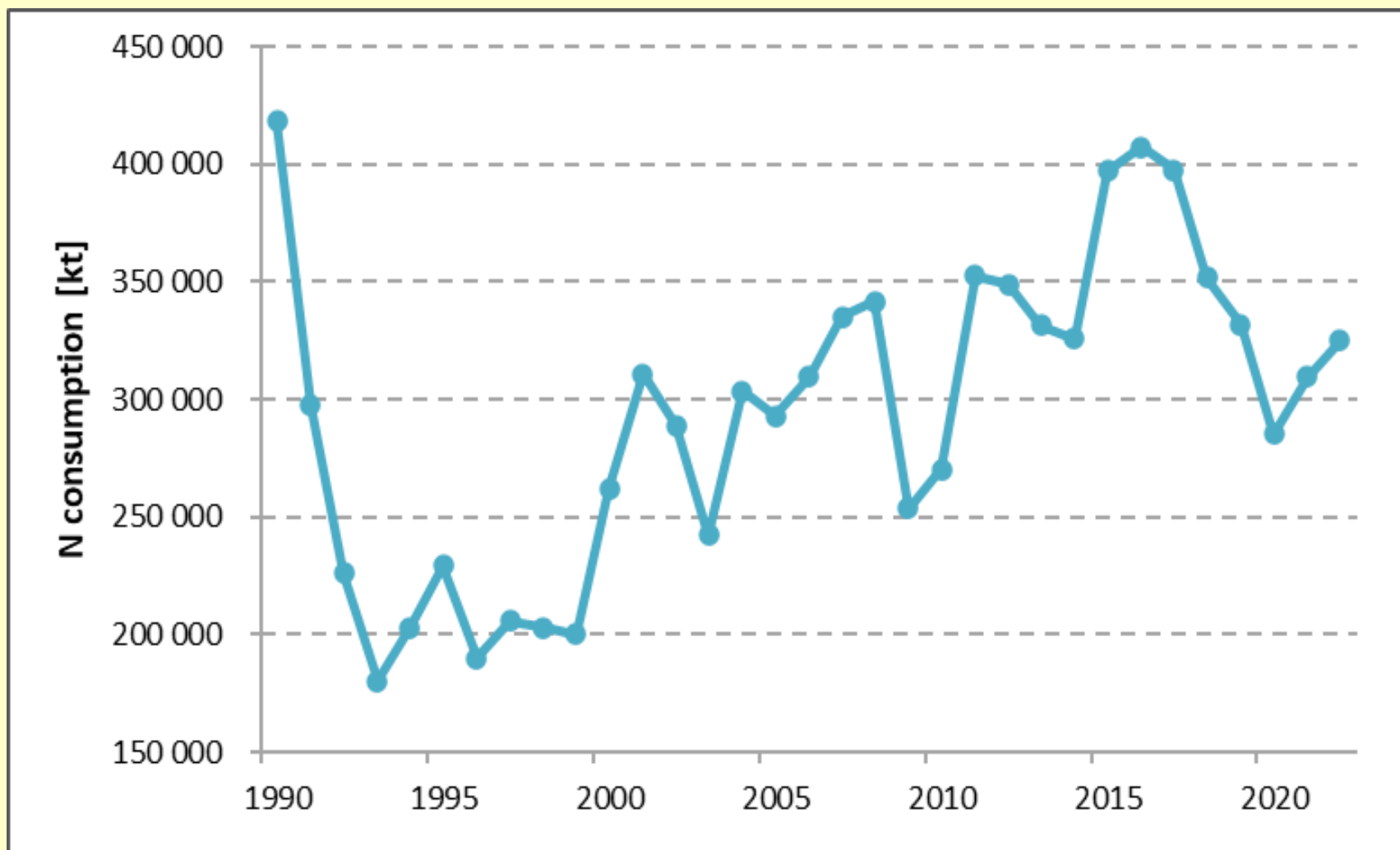
Daří se snižovat? České zemědělství a emise

(úkol: co je z čeho😊)



Vysvětlení trendu zemědělské půdy (N_2O)

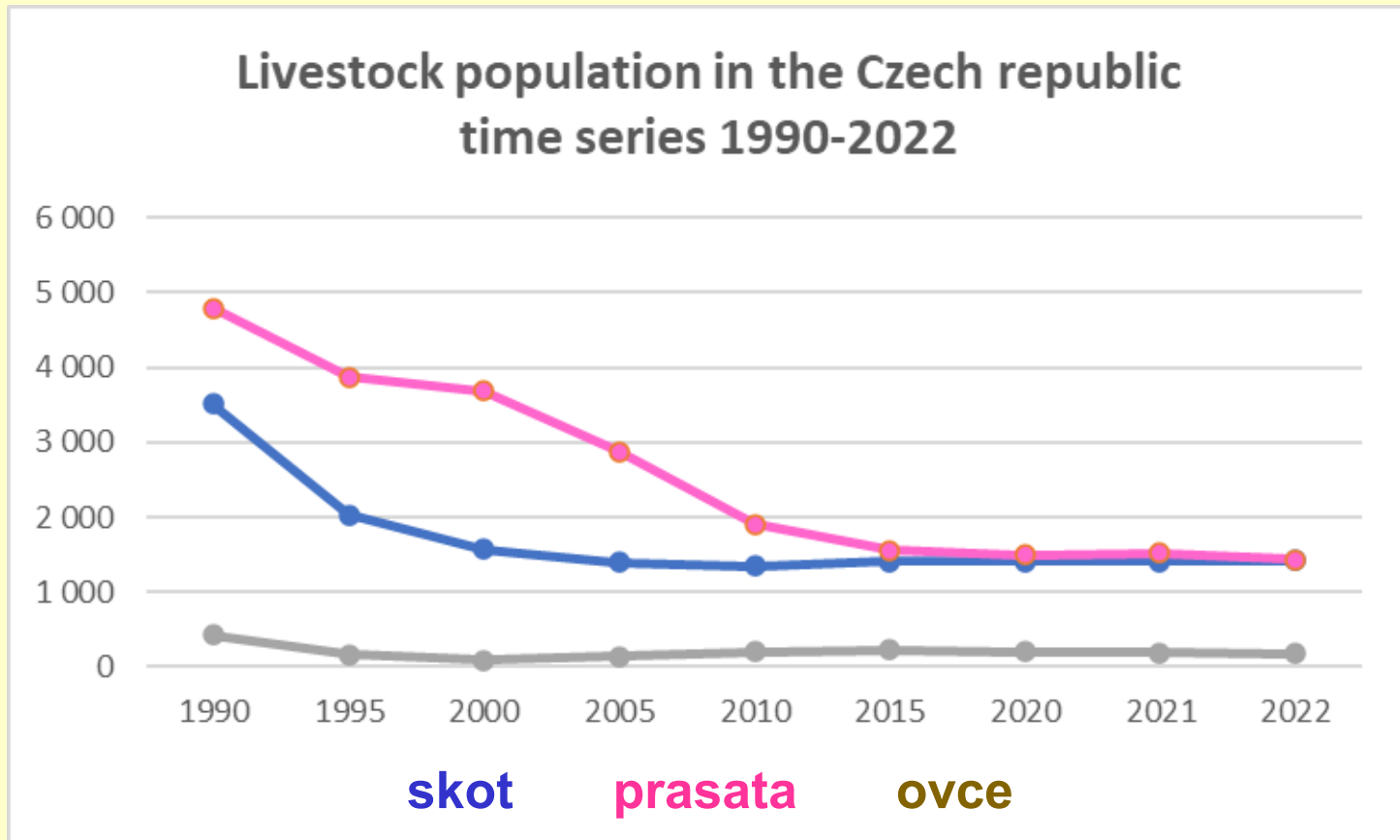
Spotřeba N hnojiv



Vysvětlení trendu CH₄

Pokles na 1/3 od 1990

tis. kusů



1990

v ČR aktuálně 1,4 mil ks skotu

2022

Možnosti mitigace CO₂

**CO₂ v atmosféře přebývá v
půdě chybí!**

- Realizace technologií uložení uhlíku
 - do půdy (agro sekvestrace)
 - do lesa (silvo sekvestrace)

Zemědělství – sektor co může pomoci = carbon farming, RZ

Firma nabízí zemědělcům 250 Kč za uloženou tunu uhlíku. Chce je přimět k šetrnému hospodaření

Hospodaření na polích a živočišná produkce tvoří dohromady zhruba desetinu roční globální produkce emisí skleníkových plynů. Započítáme-li lesnictví, pálení plodin nebo odlesňování, celý zemědělský a lesnický sektor se pak na světových emisích podílí skoro z pětiny. Odklon od takzvaného tradičního hospodaření by přitom tento trend mohl obrátit a z farmářů udělat naopak významné pomocníky v boji s klimatickou změnou.

Startup Carboneg hlásí první výsledky. Do půdy pomohl uložit téměř 50 tisíc tun oxidu uhličitého

Český projekt motivuje zemědělce k přechodu na regenerativní zemědělství. Nabízí uhlíkové kredity, které si nakoupily O2 a Deloitte.



Tady začít 14.11.

**cíle zemědělství
jeden z problémů KZ
co to je
skleníkové plyny a zemědělství
mitigace - RZ**

Jak to bude dál?

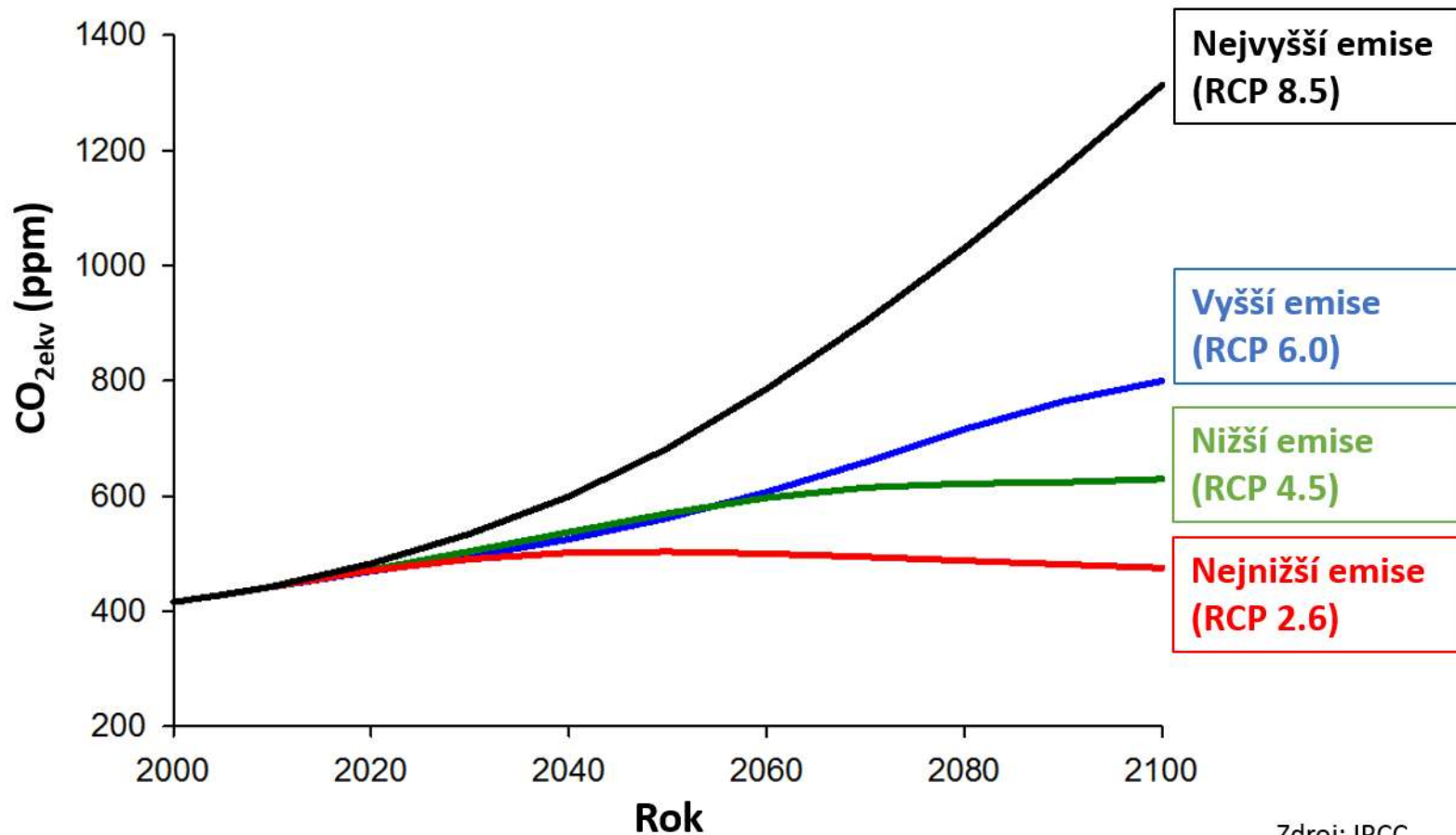
**Chceme-li pohled na vývoj
zemědělství musíme mít vývoj
klimatu**

www.klimatickazmena.cz

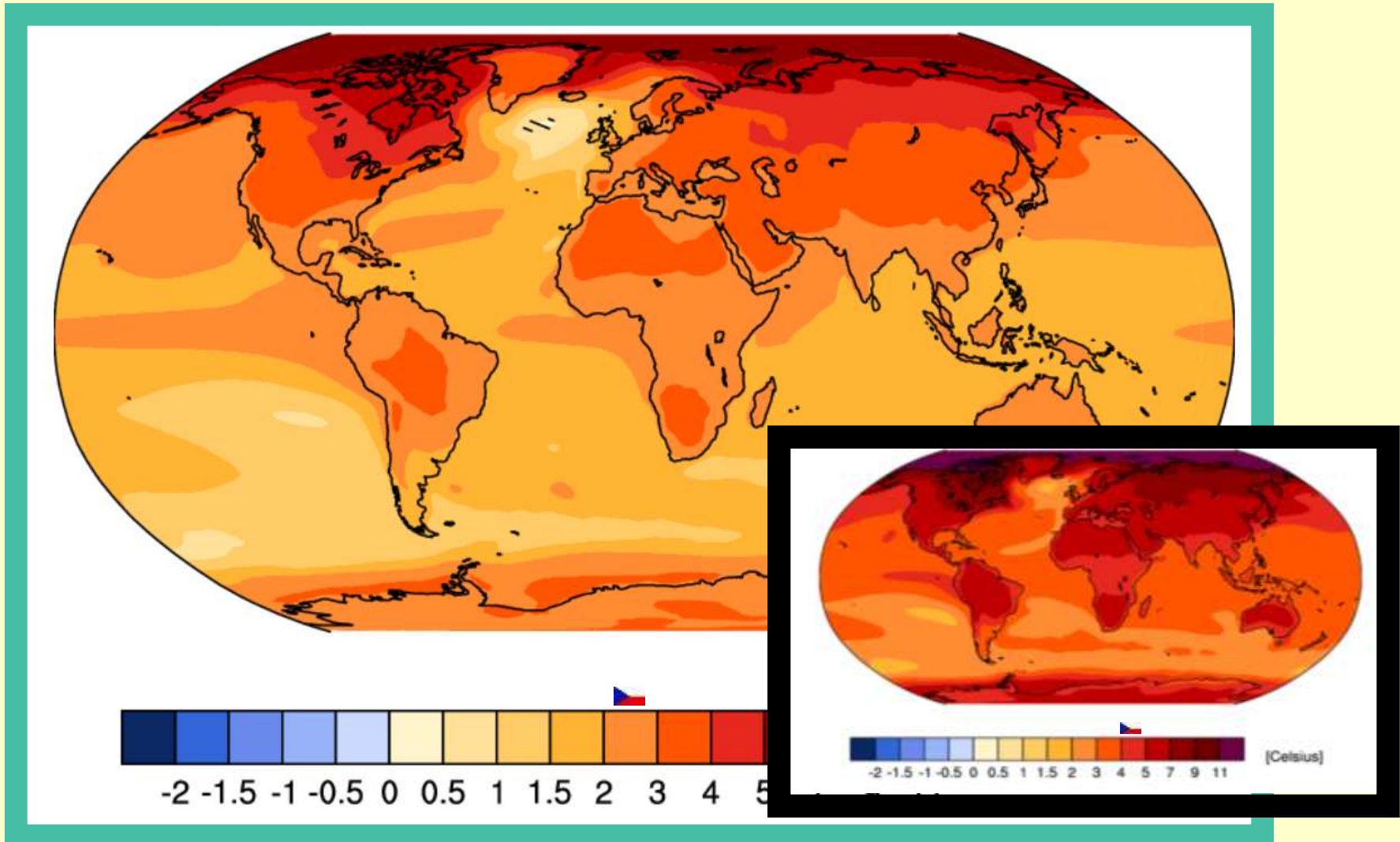
www.climrisk.cz



Emisní scénáře



Multimodelová projekce pro 2090 (2081–2100) (zelený scénář) srovnání s 1995 (1981–2010)

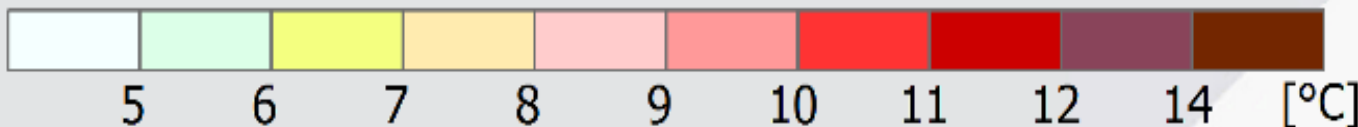
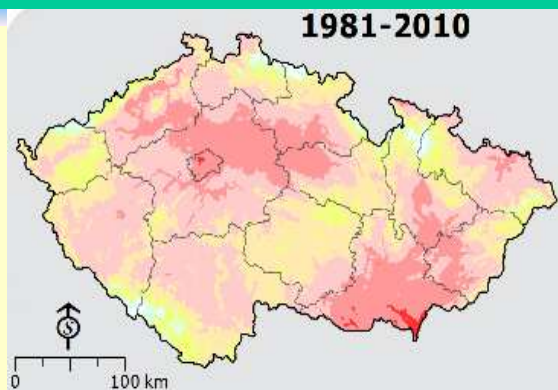


Zdroj: WMO 2024

European Climate Assessment & Dataset

Průměrná roční teplota vzduchu (°C) **zelený scénář**

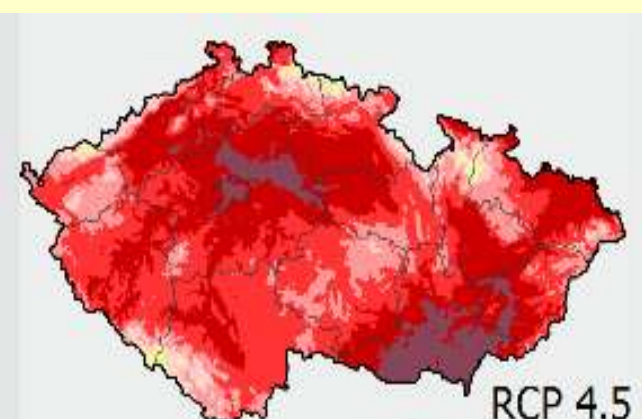
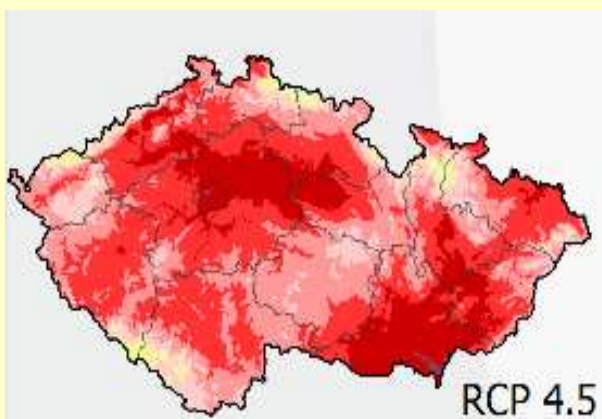
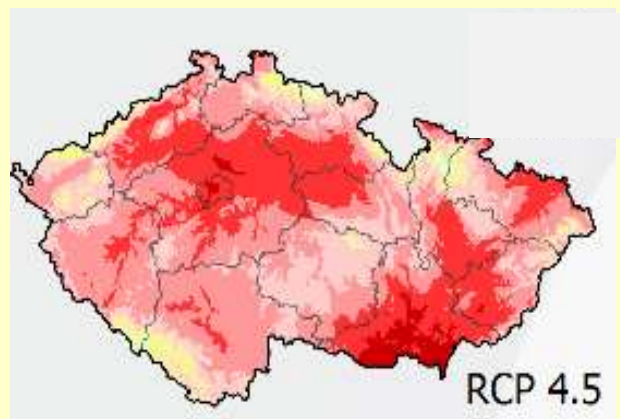
výskyt sucha



2030
+1,2 °C

2050
+ 2,3 °C

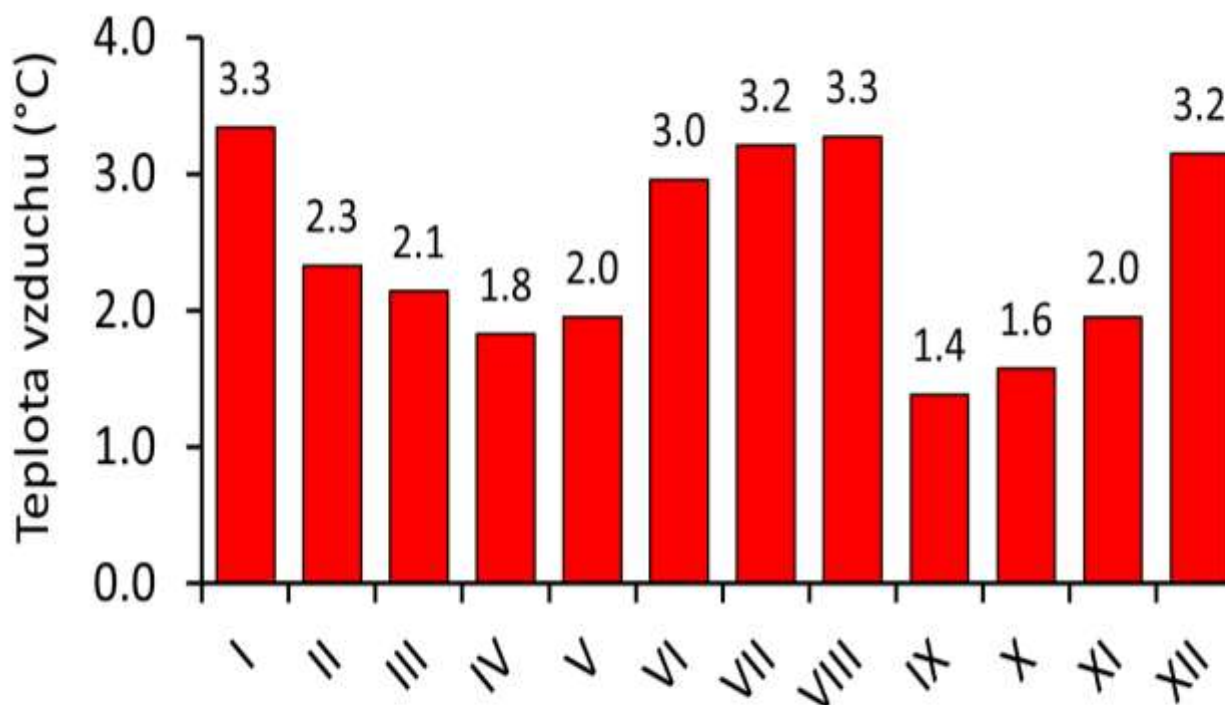
2090
+ 3,1 °C



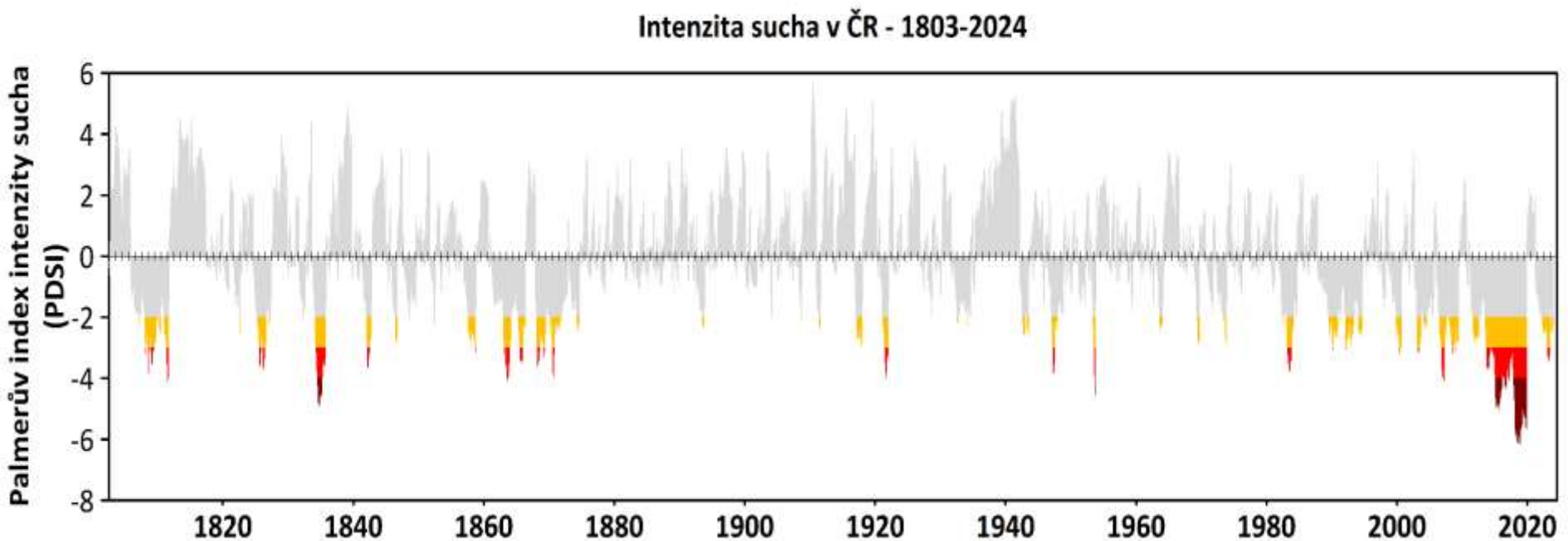
Změna teploty vzduchu (°C) 1961–2023

(průměr ČR)

měsíce **roční období** **celý rok**



Suché epizody v ČR 1803-2024 měsíční PDSI



■ extrémní sucho ■ silné sucho ■ slabé sucho

Vodní bilance (mm): srážky - výpar

a) 1961–1990

b) 1991–2020

c) Rozdíl mezi obdobími

a, b) Vodní bilance za rok [mm]

Průměrný rozdíl mezi úhnm srážek a potenciální evapotranspirací za rok

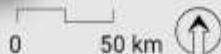


c) Odchylka vodní bilance

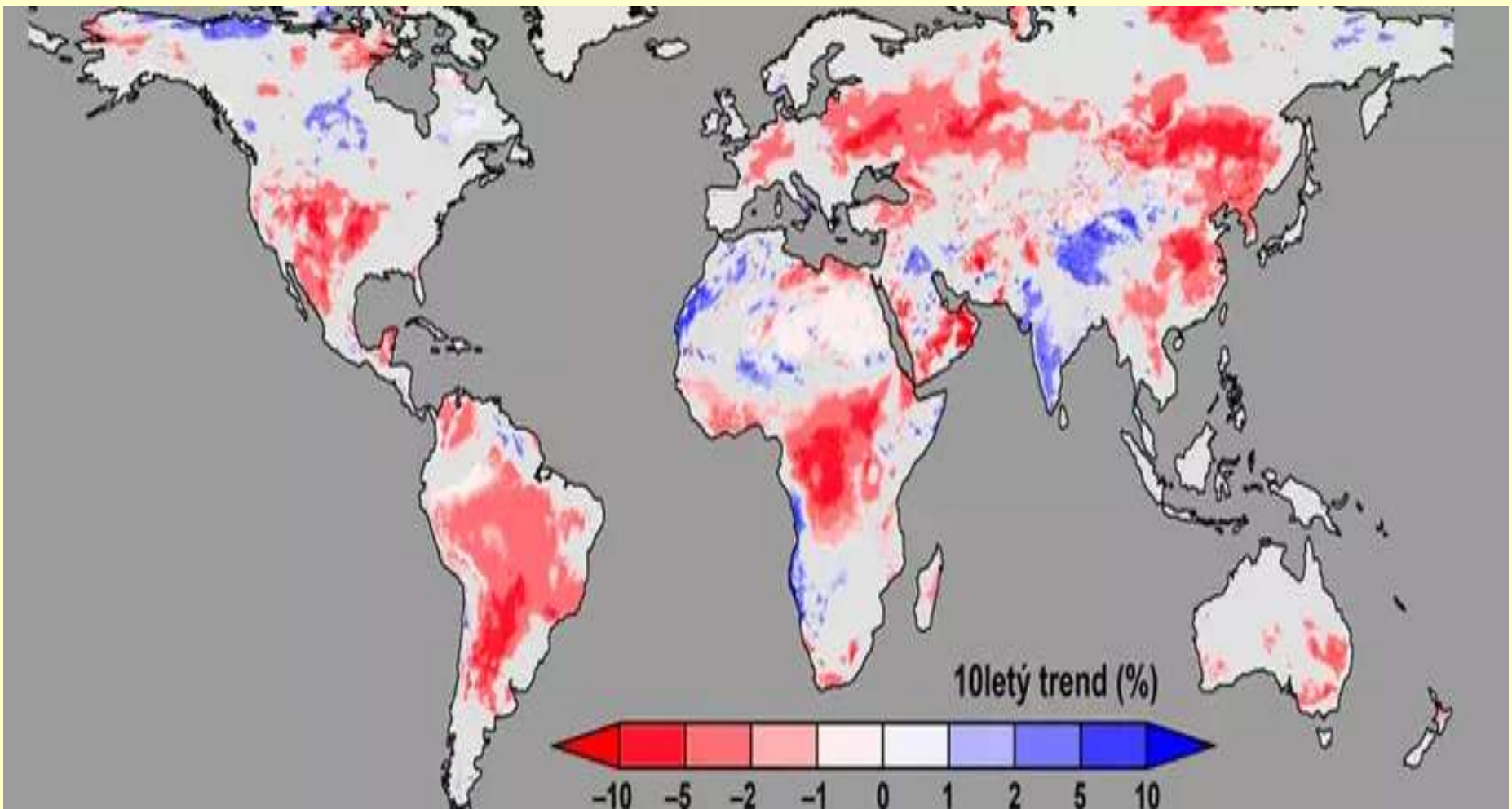
v porovnání s obdobím 1961–1990 [mm]



Zdroj dat: ČHMÚ

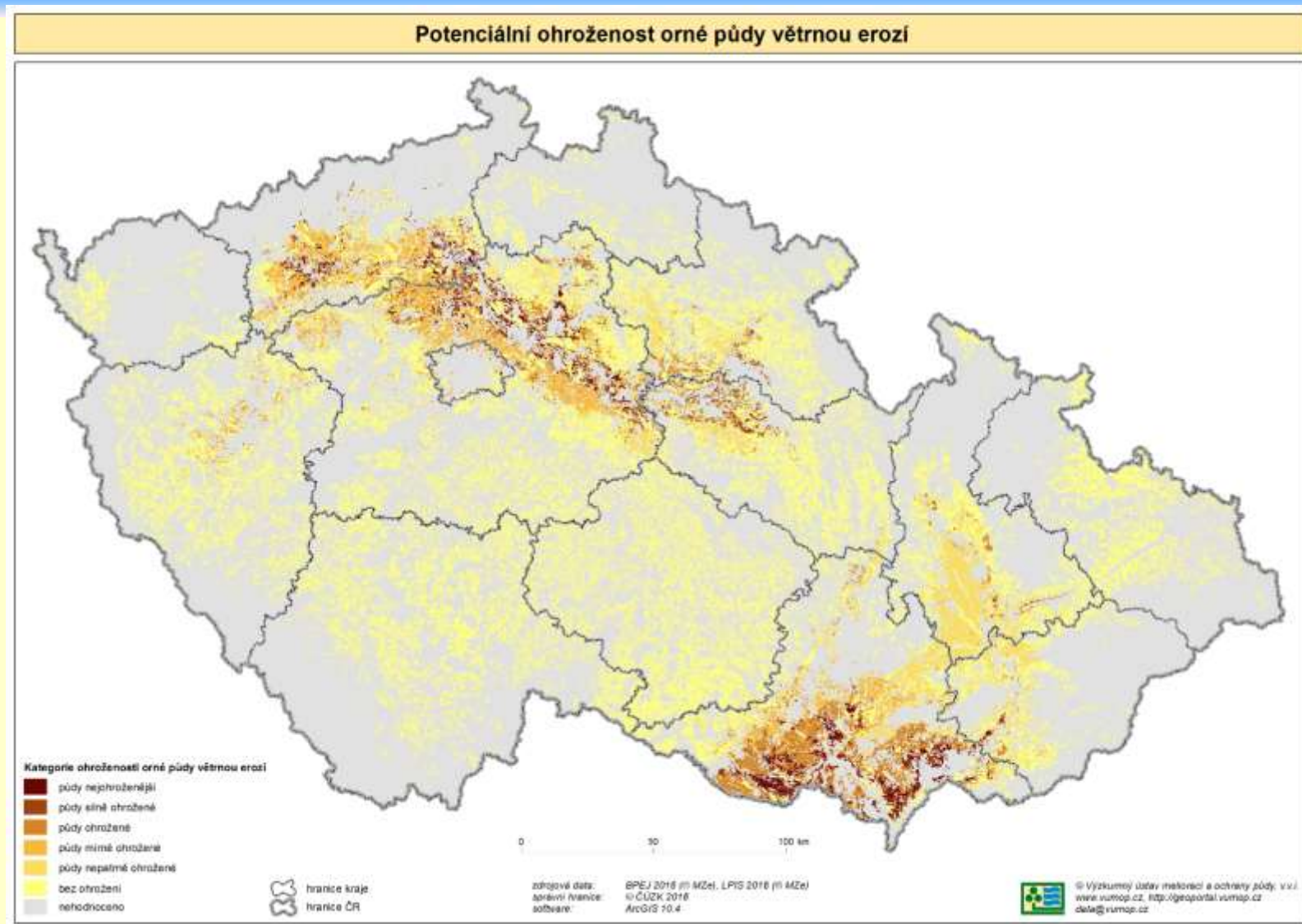


Změna vodní bilance 1981-2021



Nárůst sucha = nárůst větrné eroze

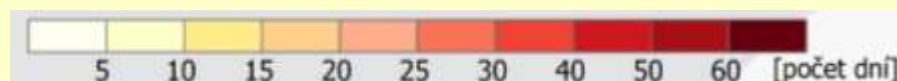
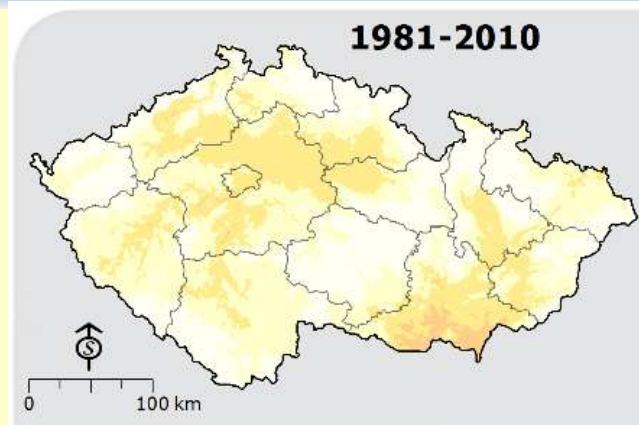
2000 – 10 % půd x 2020 – 20 % půd



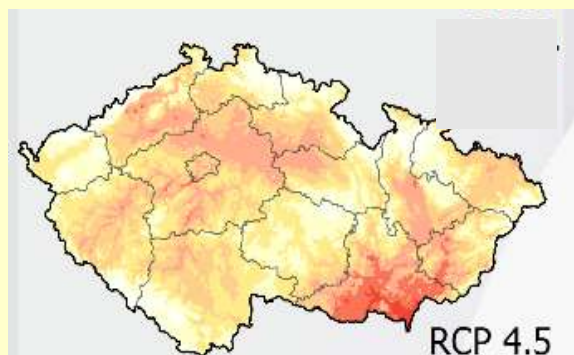


**Kromě průměrných teplot se zvyšují teploty
extrémní**

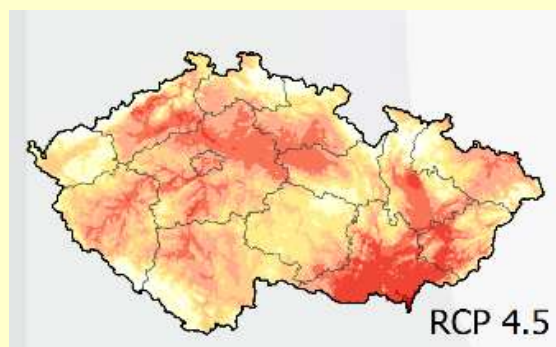
Počet tropických dnů **zelený scénář** teplotní stres



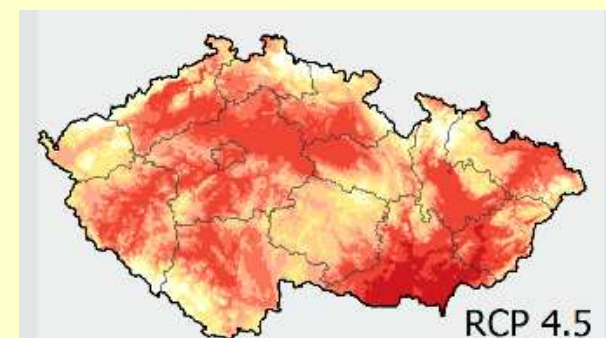
2030
+10 dnů



2050
+20 dnů



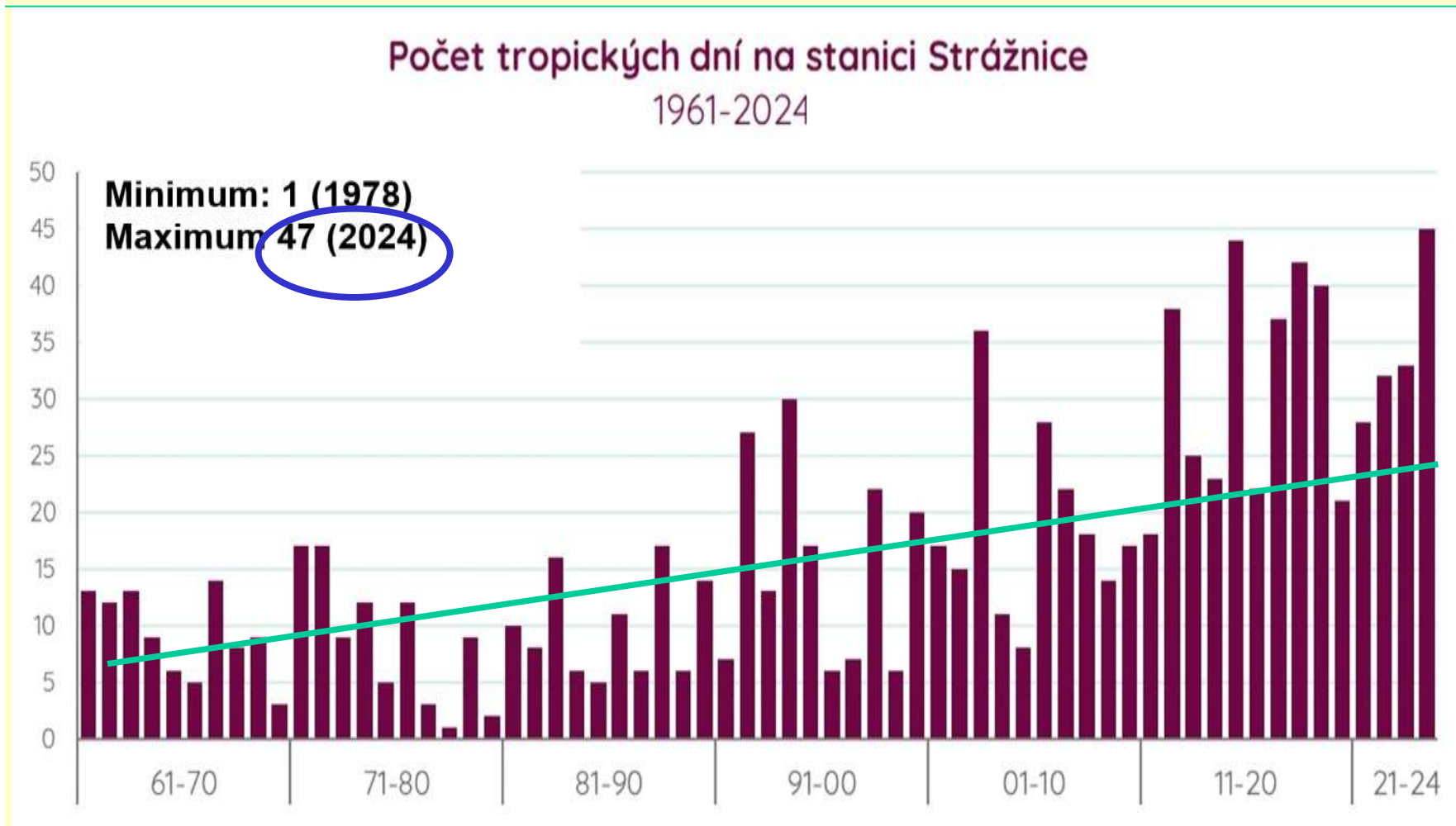
2090
+35 dnů



Nárůst tropických dní (1961–2024)

3krát více

Počet tropických dní



Rok 2025 – Evropa 180 tisíc lidí

Vedro v Česku zabíjí ročně po stovkách. A rok od roku je to mnohem horší

Autor: rat

23. září 2025 17:57

Léto 2024 bylo v Evropě nejteplejší v historii měření. Za poslední tři léta kvůli vlnám veder zemřelo 180 tisíc lidí. Vyplývá to z nové studie vědců z výzkumného centra ISGlobal a centra RECETOX Masarykovy univerzity. V České republice byl právě rok 2024 z hlediska počtu úmrtí souvisejících s horkem daleko nejhorší za poslední tři roky, zemřelo 544 lidí.

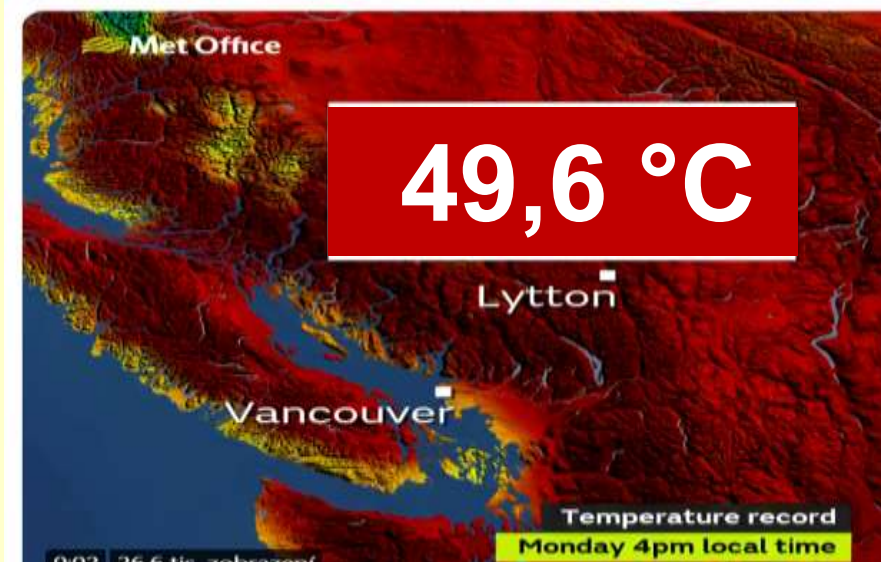


Příští vlny veder mohou zabít miliony lidí

47 | Příroda | Ladislav Loukota | Diskuze:  4/4 nových

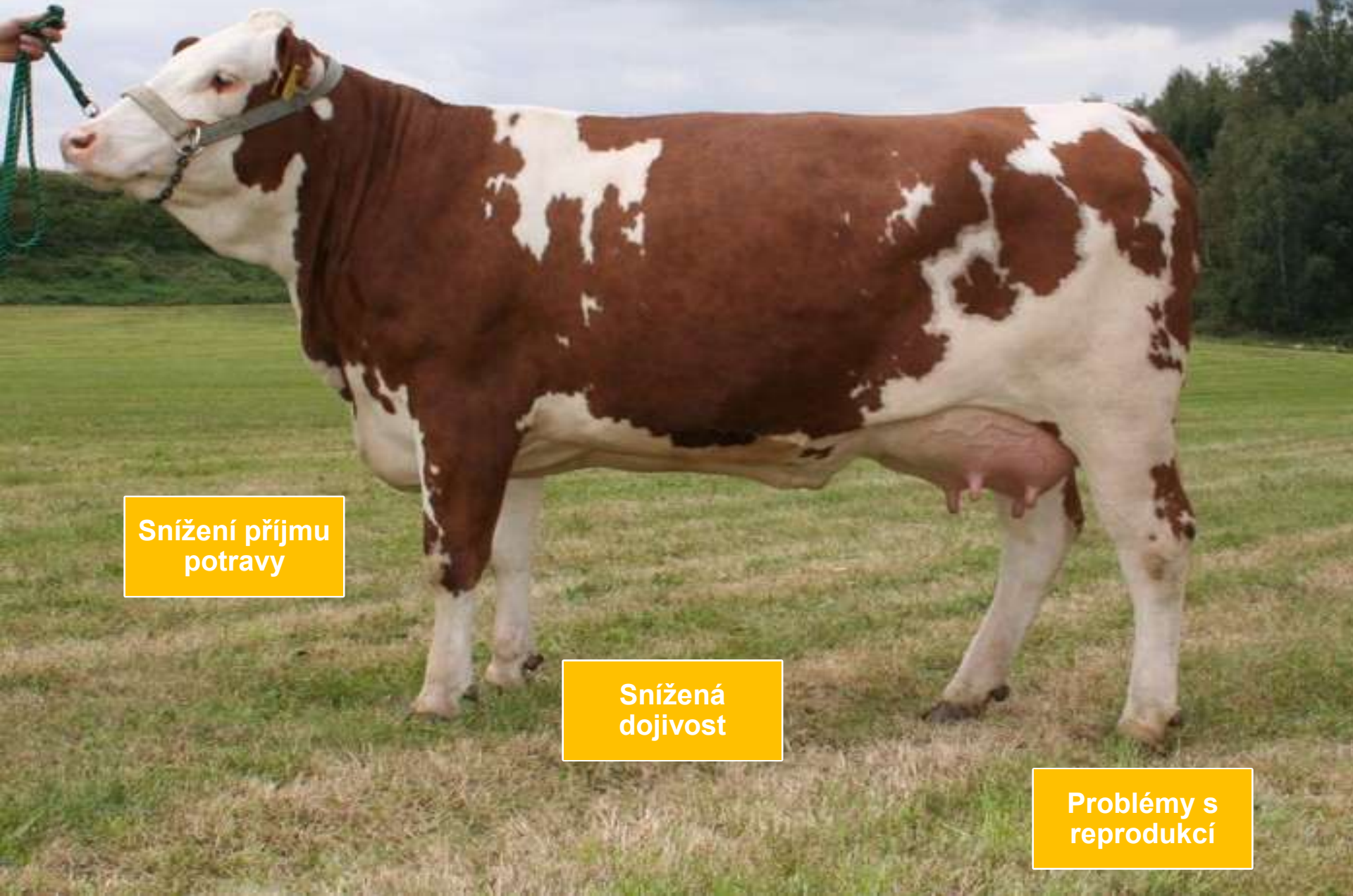


29.6.2021



Často čekáme na katastrofu,
než ...

Skot již při 22 °C /vyšší vlhkost



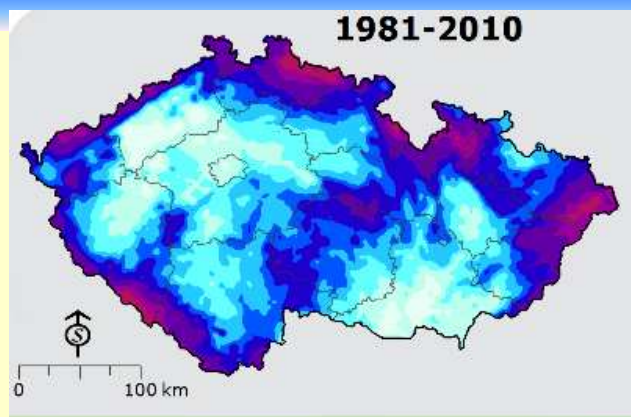
Snížení příjmu
potravy

Snížená
dojivost

Problémy s
reprodukcí

Roční úhrn srážek (mm) **zelený scénář**

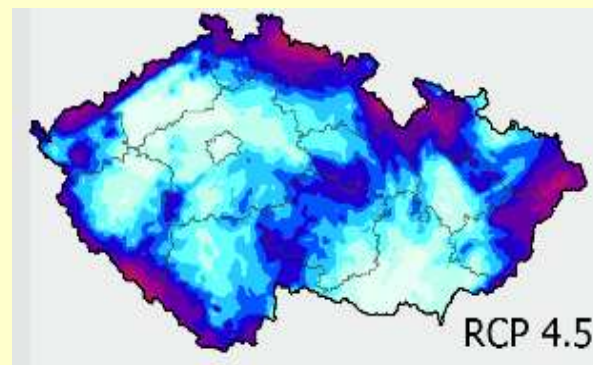
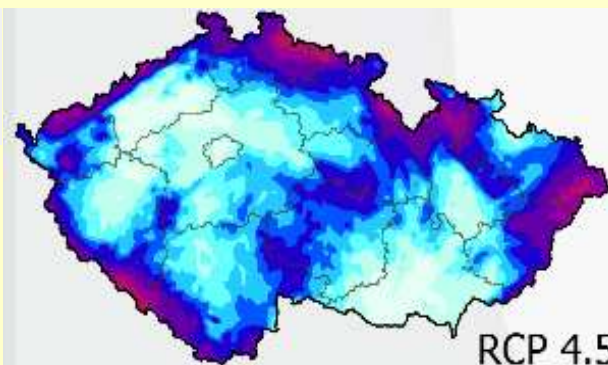
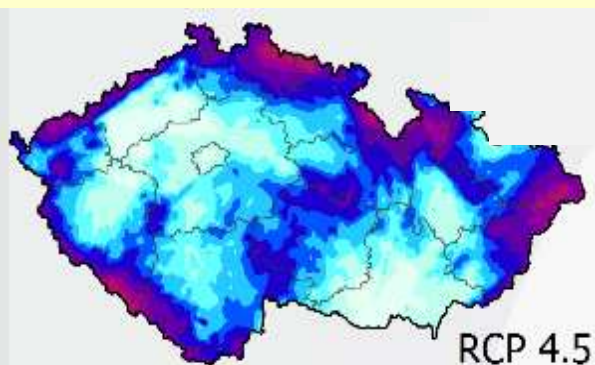
rozložení srážek, extrémní srážky s erozním efektem



2030

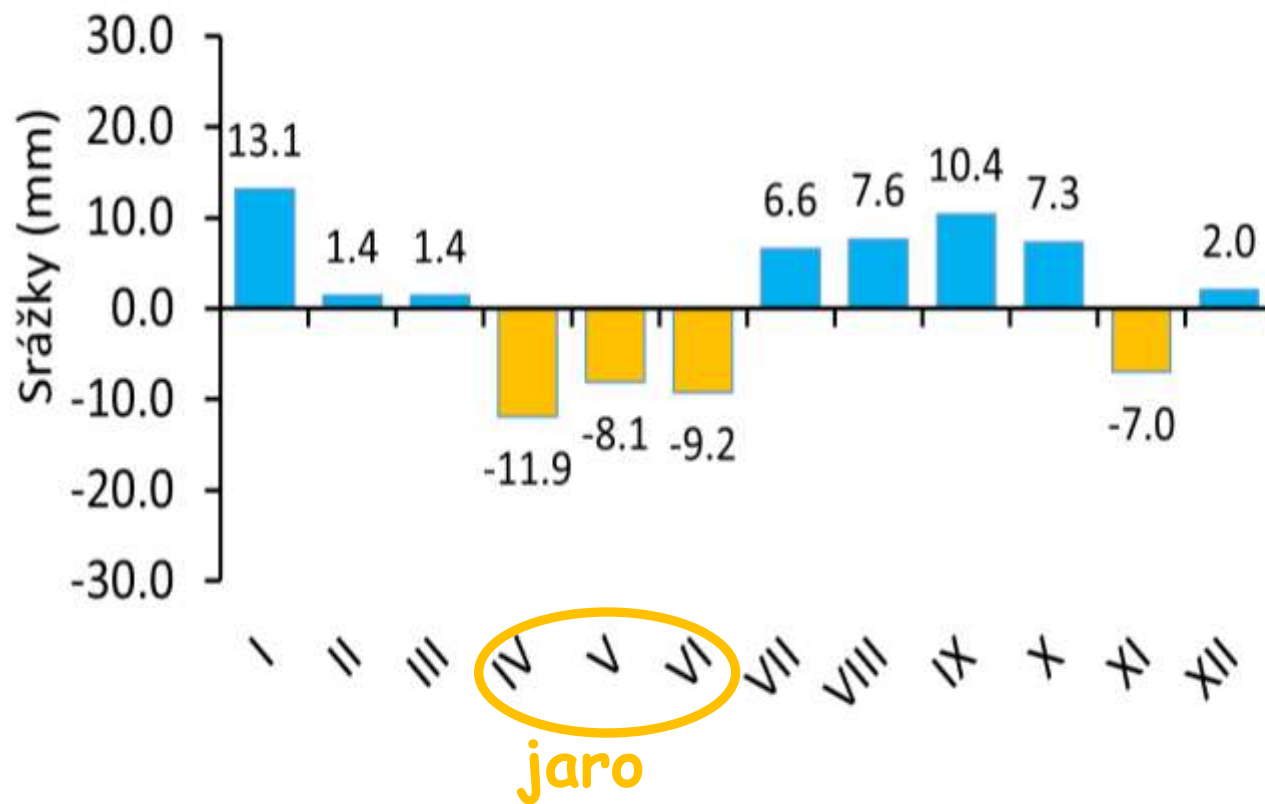
2050

2090



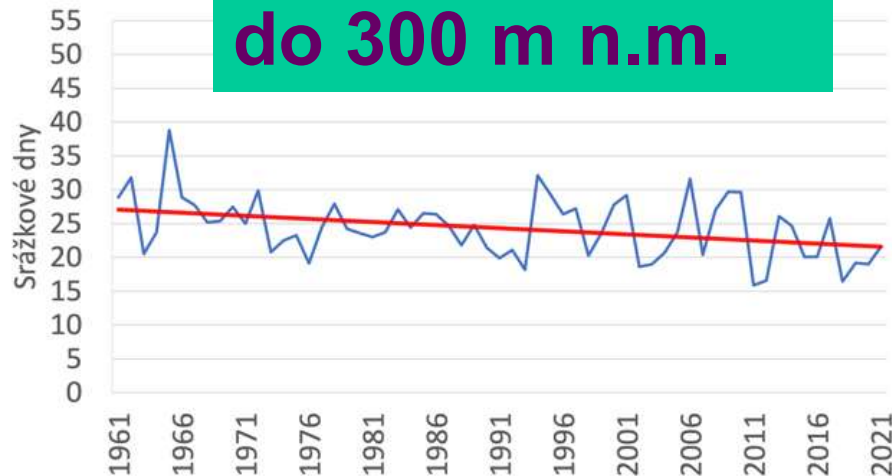
Změna rozložení srážek 1961–2023

(průměr ČR)

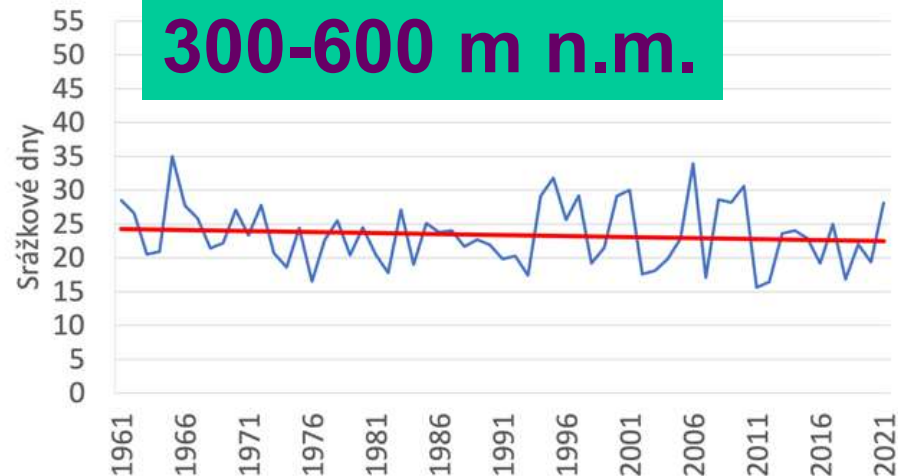


Jaro (BDK) - pokles počtu dní se srážkami (1961-2021)

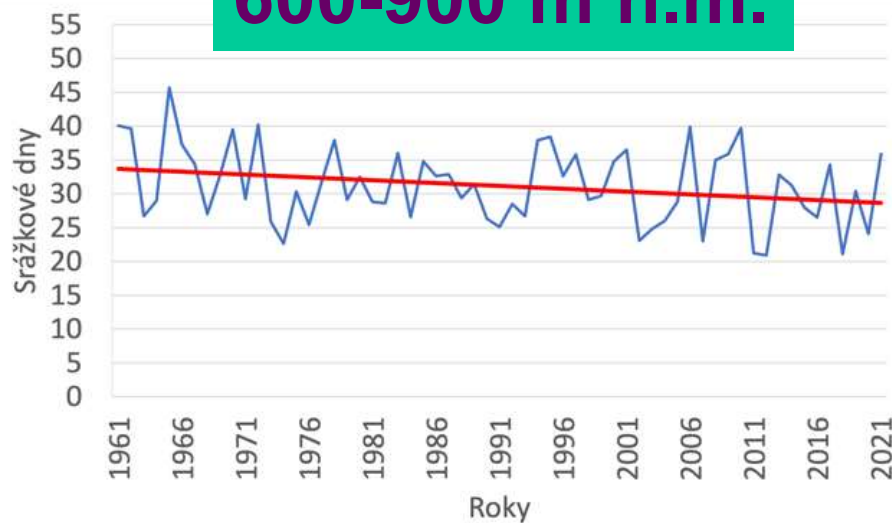
do 300 m n.m.



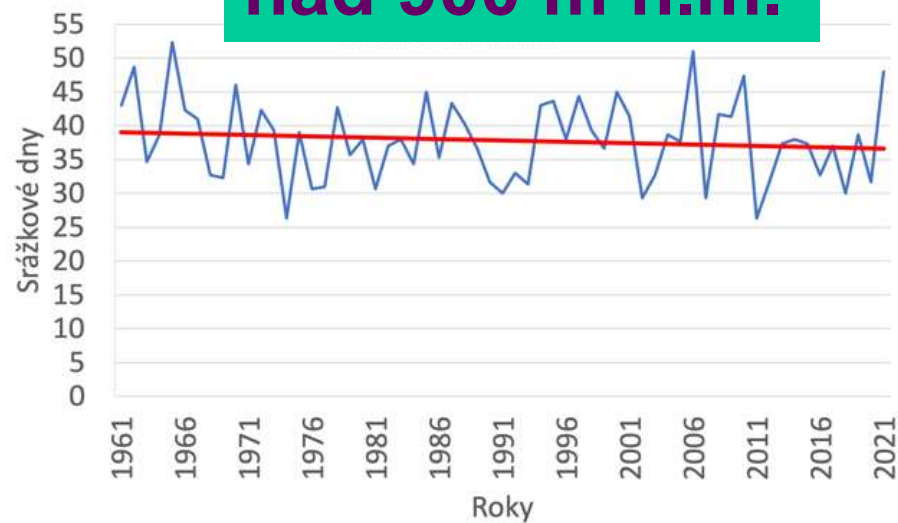
300-600 m n.m.



600-900 m n.m.

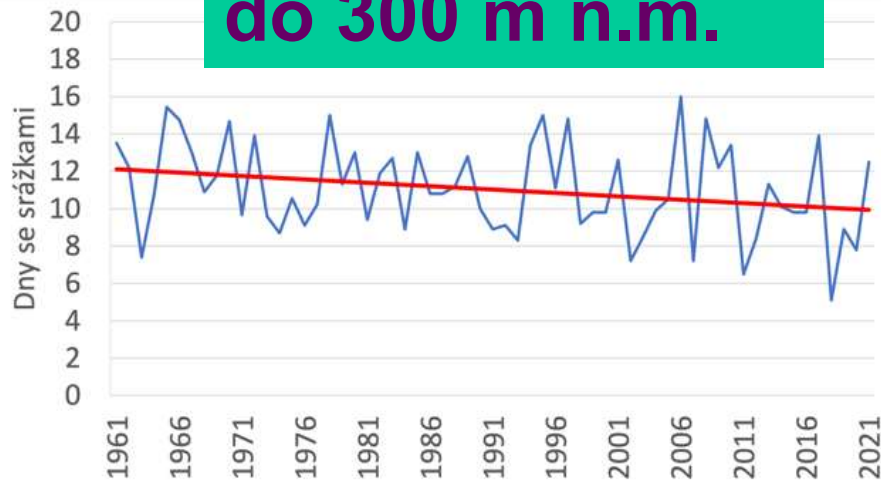


nad 900 m n.m.

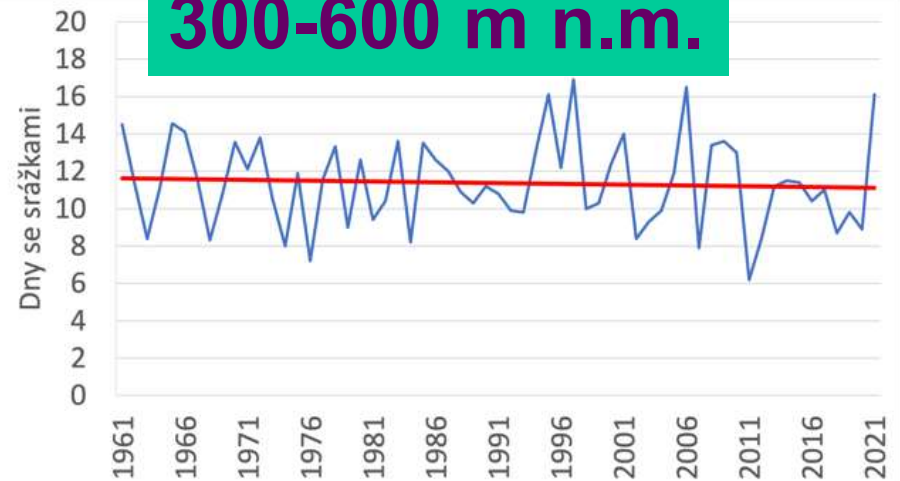


Jaro (BDK) - Počet dnů se srážkami do 3 mm (1961-2021)

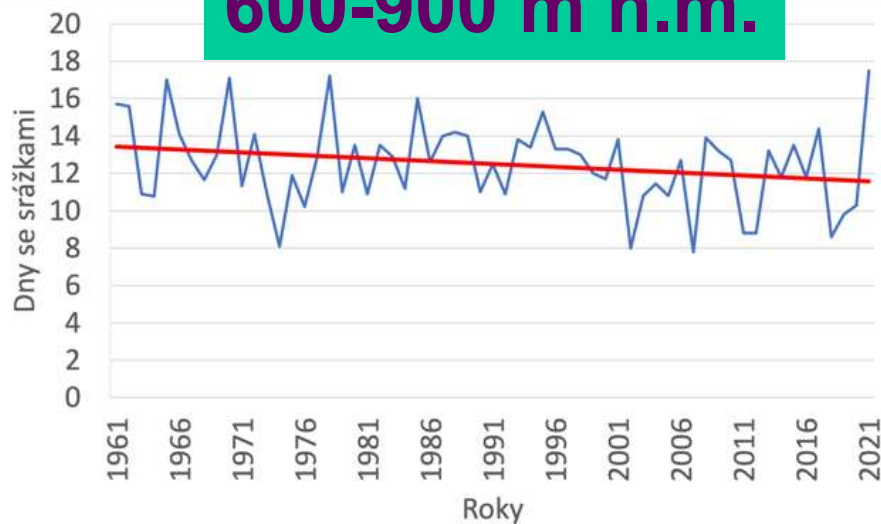
do 300 m n.m.



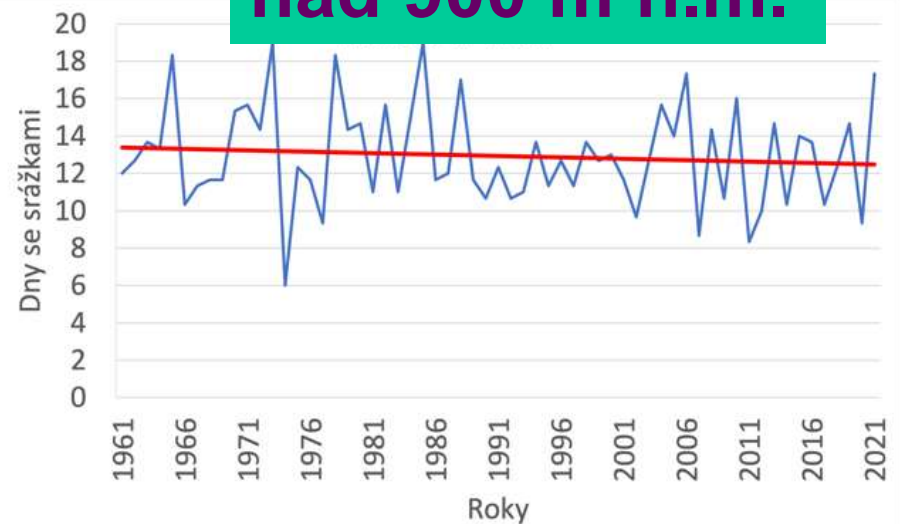
300-600 m n.m.



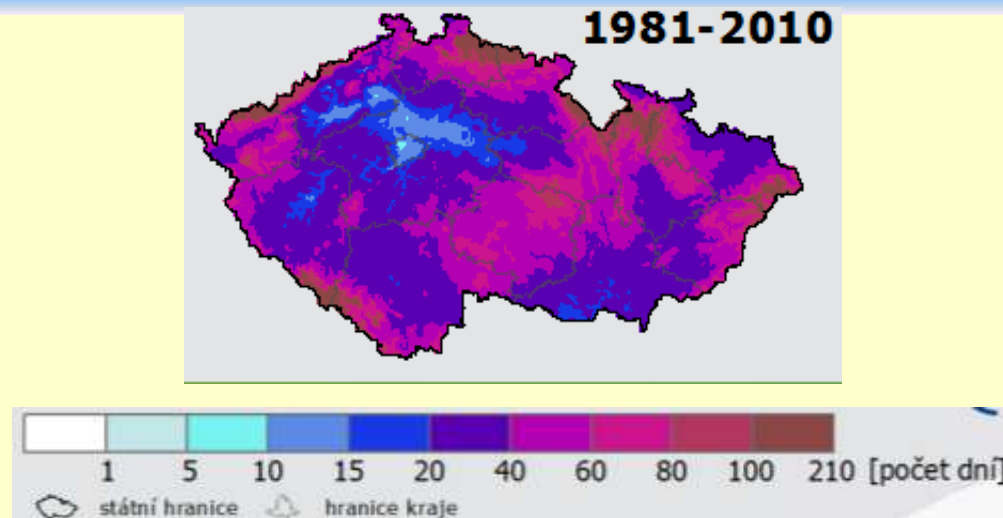
600-900 m n.m.



nad 900 m n.m.



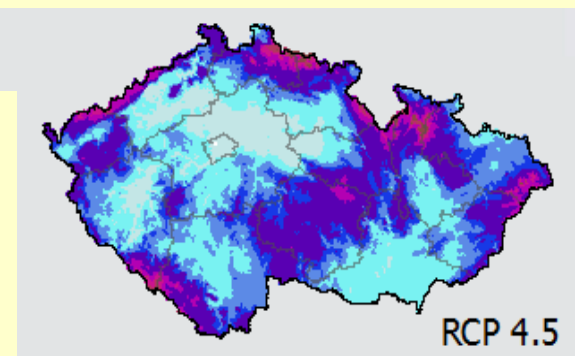
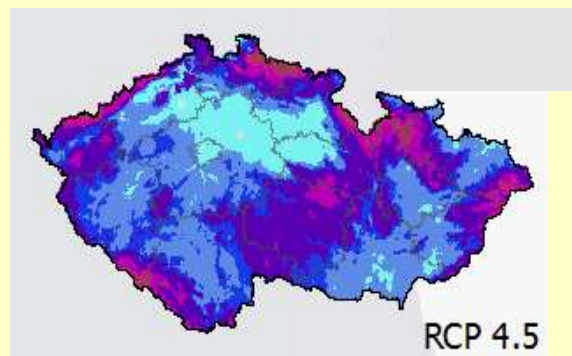
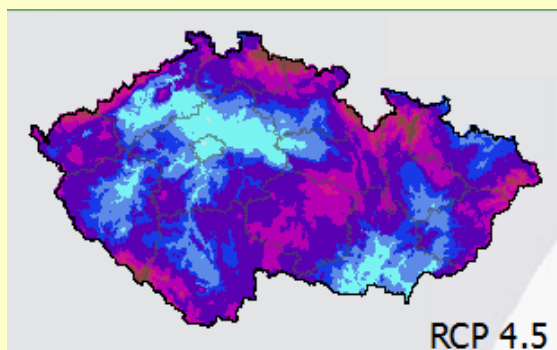
dopad na vymrzání, jarní růst, podzemní vody



2030
-8 dní

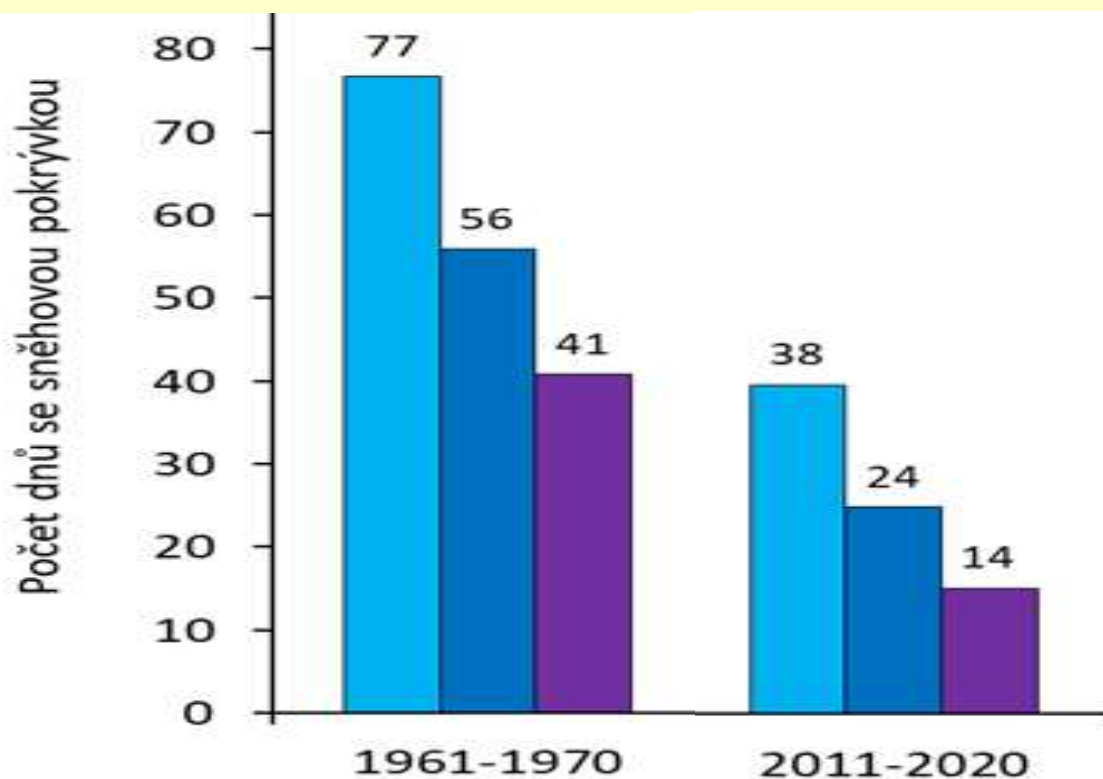
2050
-13 dní

2090
-25 dní



Vyšší teplota v zimě = méně dnů se sněhovou pokrývkou

■ 1cm a více ■ 5 cm a více ■ 10 cm a více



z (Zdroj dat: ČHMÚ)



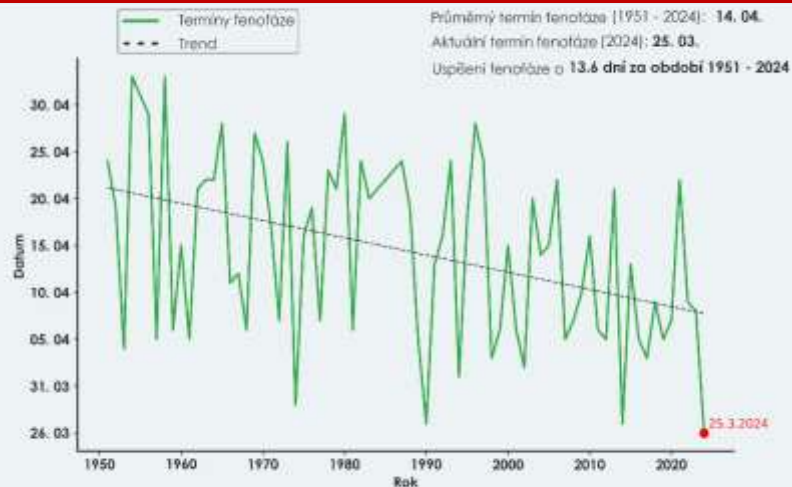
Další dopady na zemědělství

1. **Vegetační období**
2. **Na podmínky hospodaření**
3. **Výnosy**

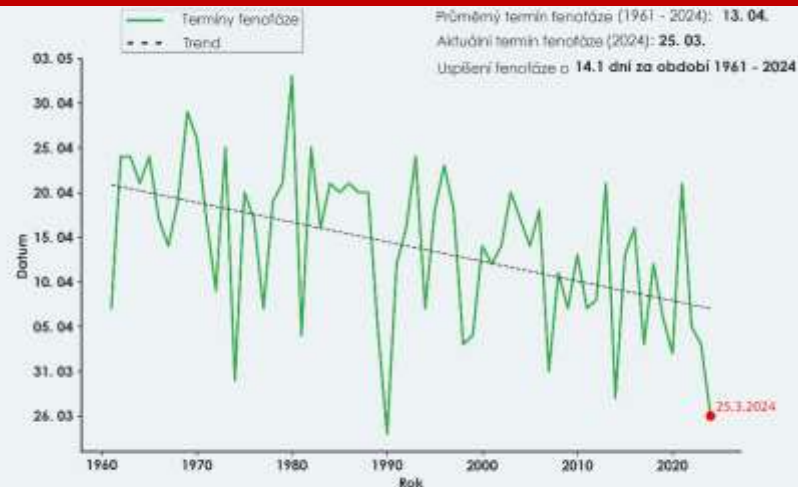
Dřívější start fenofází 1951–2024

Vranovice 20 km jižně od Brna

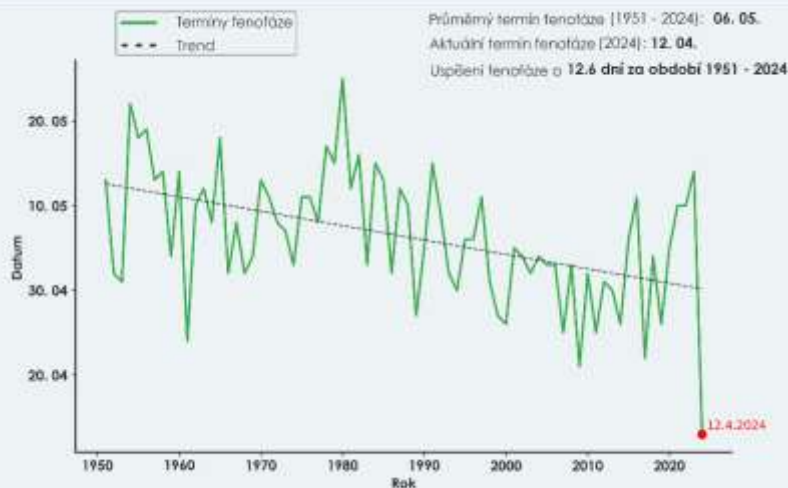
KEŘ – TRNKA OB., První květ



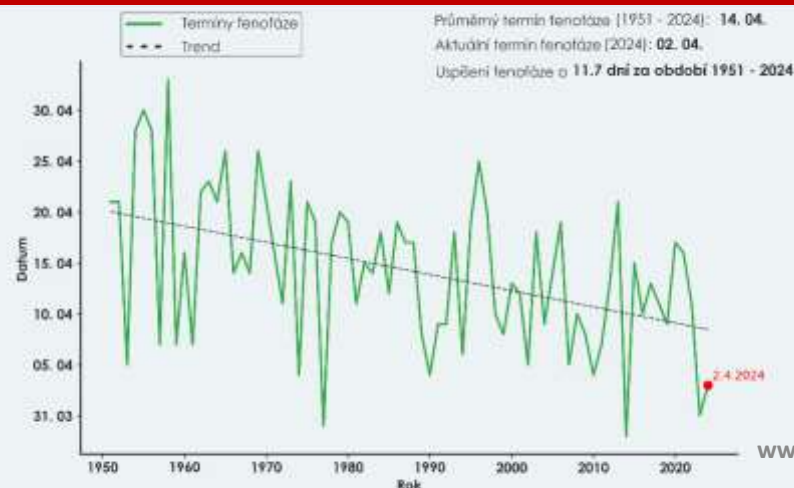
BYLINA – SASANKA PR., Plné kvetení



STROM – DUB LETNÍ., Plné olistění



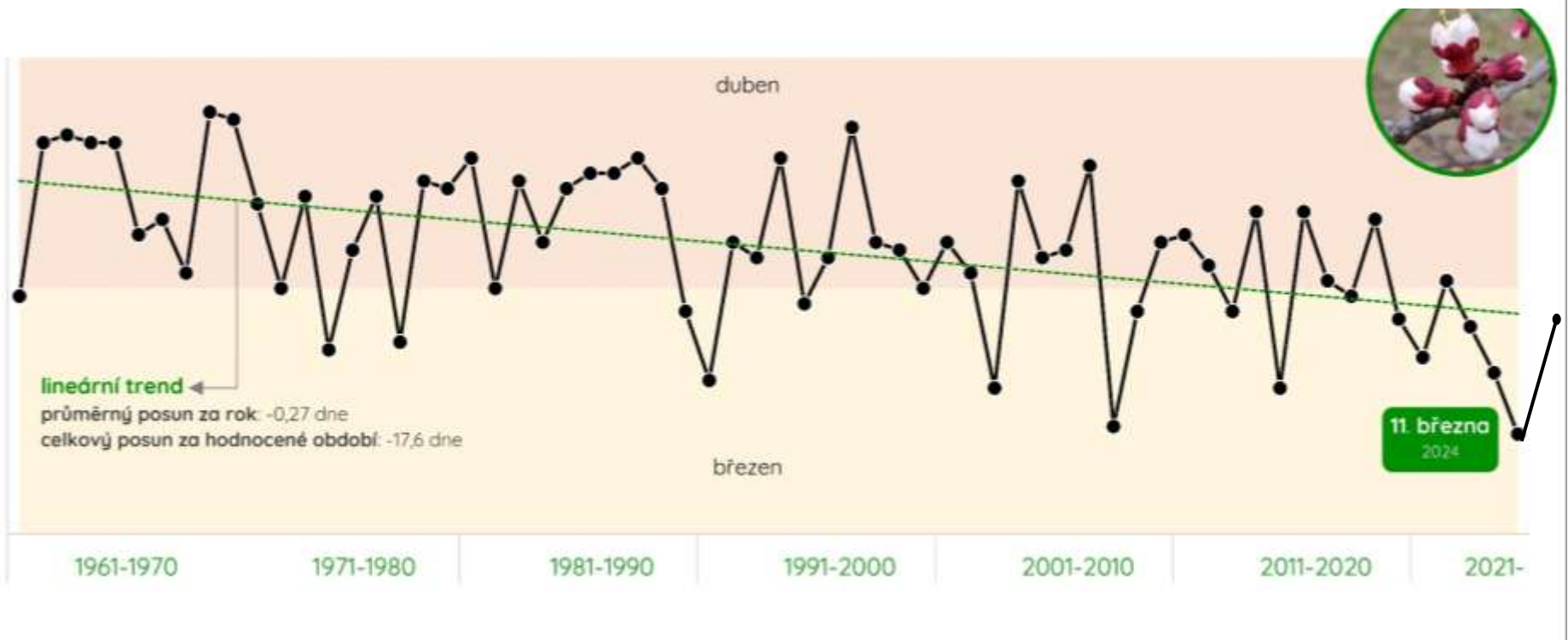
PTÁCI – SÝKORA KOŇADRA., První vejce



Dřívější start vegetace!

Meruňka (1961–2025)

Meruňka: výskyt prvních květů



Od 60.let 20 st. posun o 18



A pak přijdou jarní mrazíky

Dopady na ovocnářství

Rok 2019

Mrazy poškodily ovoce víc, než se čekalo. Odnosou to jablka, hrušky a třešně

8. června 2019 13:27



Rok 2020

Mráz zničil úrodu ovoce! Nebudou meruňky, jablka ani třešně

Rok 2021

Mrazy zatím postihly především meruňky. Sadaři počítají milionové škody

20. května 2021 13:49



Rok 2022

Mrazivý úder pro meruňkové sady. Situace je ještě horší než loni, zoufají sadaři

Rok 2023

Sadaři v Česku přišli o úrodu. Mráz zničil meruňky, pomrzly i broskve a třešně

Rok 2023

28.3.



30.3.



1.4.



4.4.



Rok 2024

Fotky zkázy, kterou nikdo
nepamatuje. Mráz zničí ovocnářůn
úrodu

Škody po mrazech jsou
2.1 miliardy, spočítali
vinaři



Adam Kozák, ČTK

[vybrat autora ke sledování](#)

40

**Mrazy napáchaly škody na jabloních i
řepce, většina úrody ovocnářů je pryč**

🕒 15. března 2024 9:22



Mráz schytaly i lesy.
Buky, duby i jedle
částečně pomrzly

ČTK

[+ sledovat](#) 62

3

Vegetační mrazy BV - 25.3.2025



Rok 2025 (25.3.)

Už ty meruňky vzdejte,
stejně vám každý rok
zmrznou, říkají
odborníci



Miroslav Hakl

+ sledovat 26



629



5:21



Poslechněte si tento článek

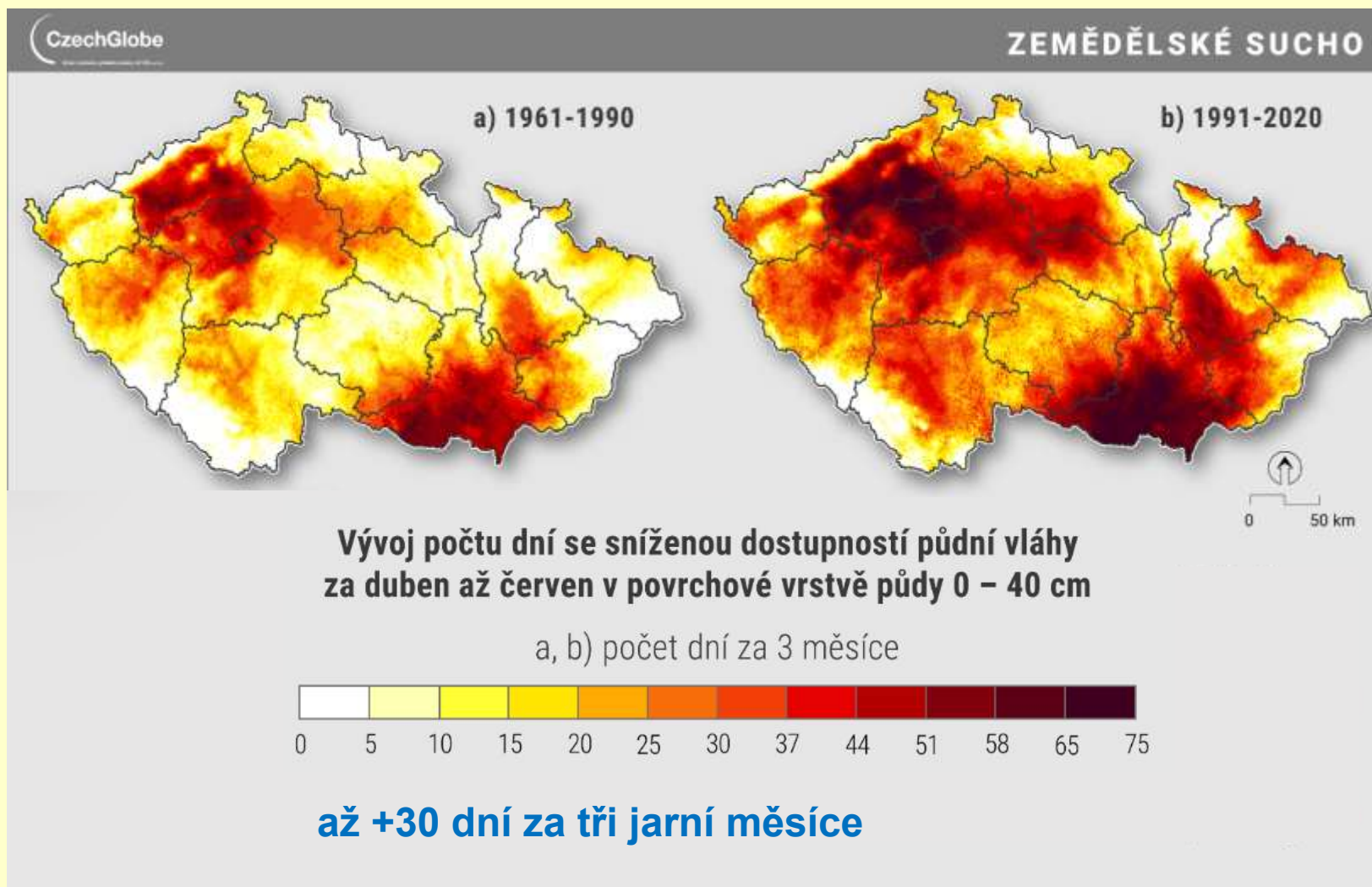
9. 4. 2025, 12:45



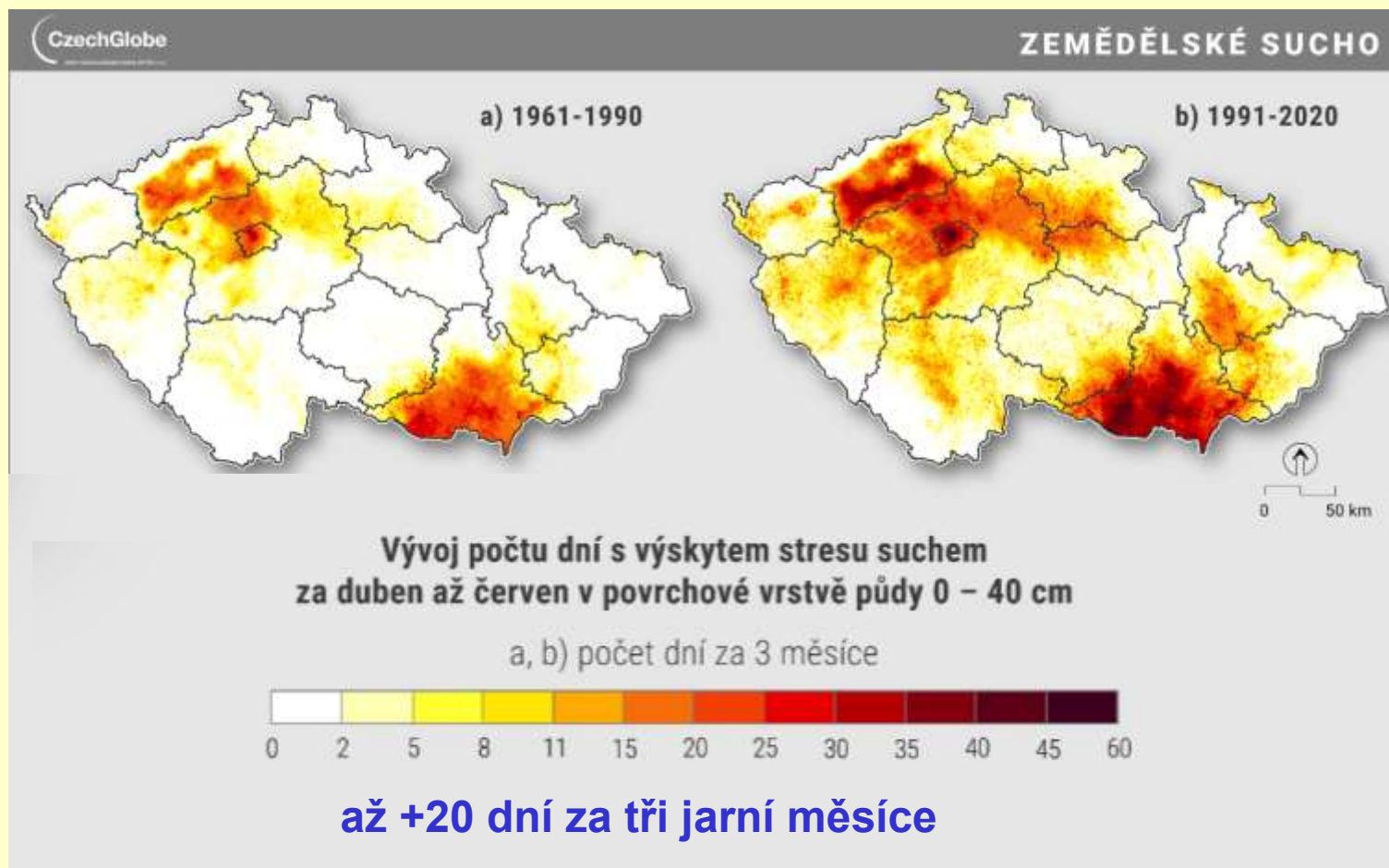
**Druhý důvod proč není dobře, že
jaro je dříve?**

- 
- Jarní mrazíky
 - **Předčasné vyčerpání vody**

Počet dní s **mírným** stresem sucha (pod 50% maximální retenční kapacity)
vrstvy půdního profilu (0–40 cm) v období **duben–červen**



Počet dní se **silným** stresem sucha pod 30 (% maximální retenční kapacity) vrstvy půdního profilu (0–40 cm) v období **duben–červen**

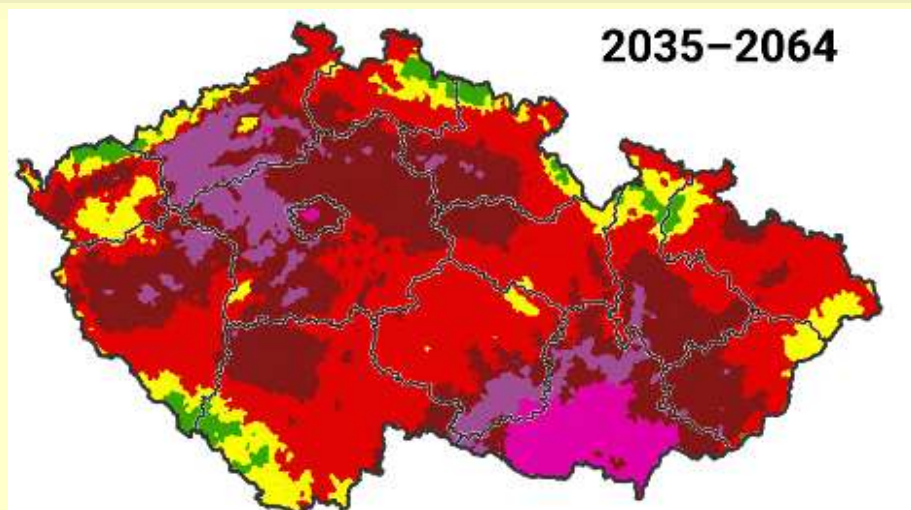
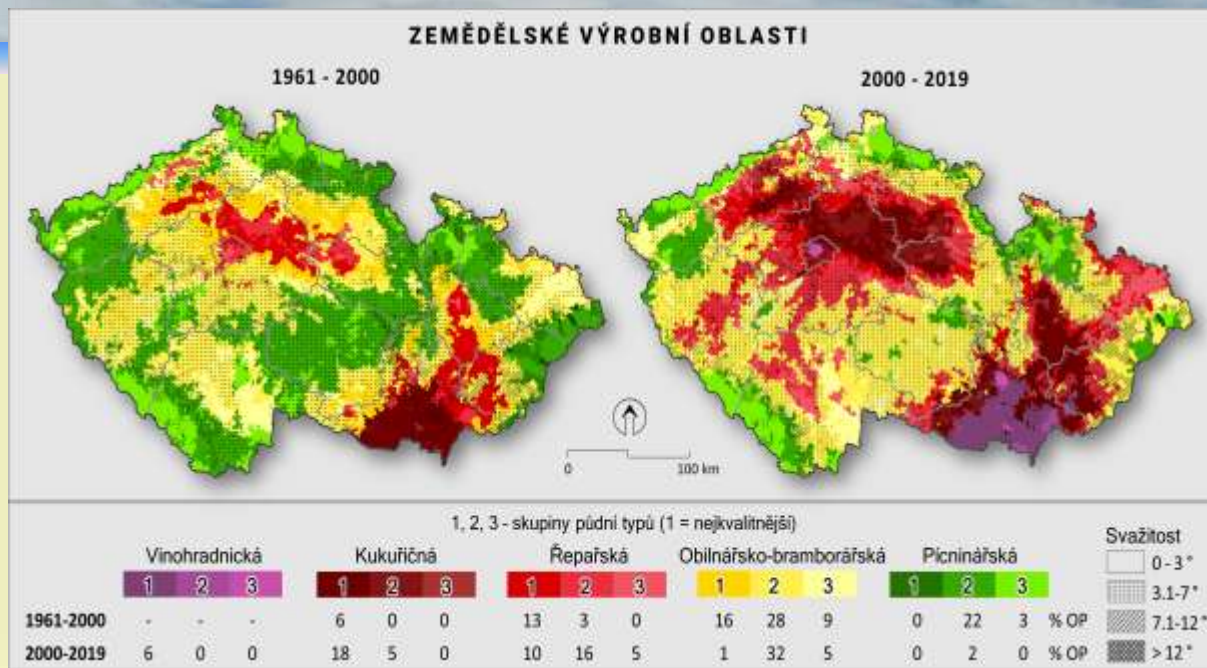




Dopady na zemědělství

- 1. Vegetační období**
- 2. Na podmínky hospodaření**
- 3. Výnosy**

Klimatický posun





Dopady na zemědělství

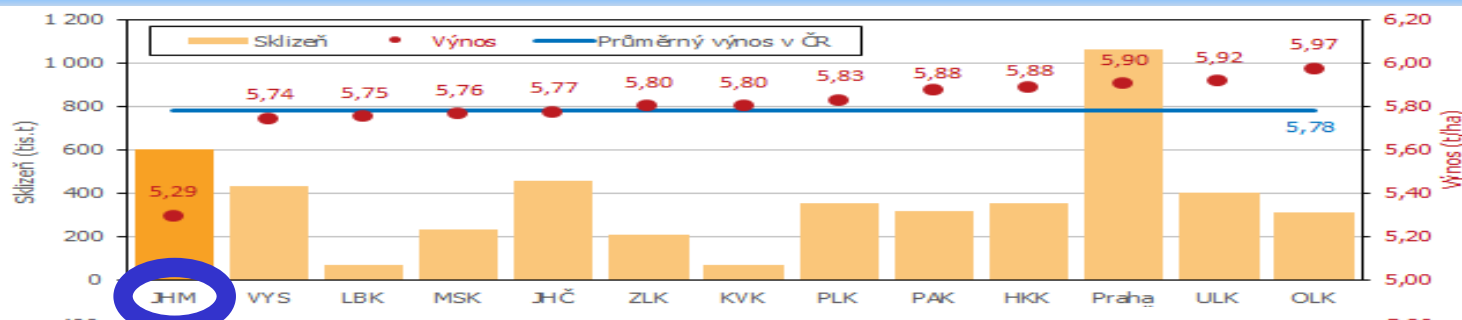
1. Vegetační období
2. Na podmínky hospodaření
3. Výnosy

Výnosy ČR x Jihomoravský kraj 2011-2021

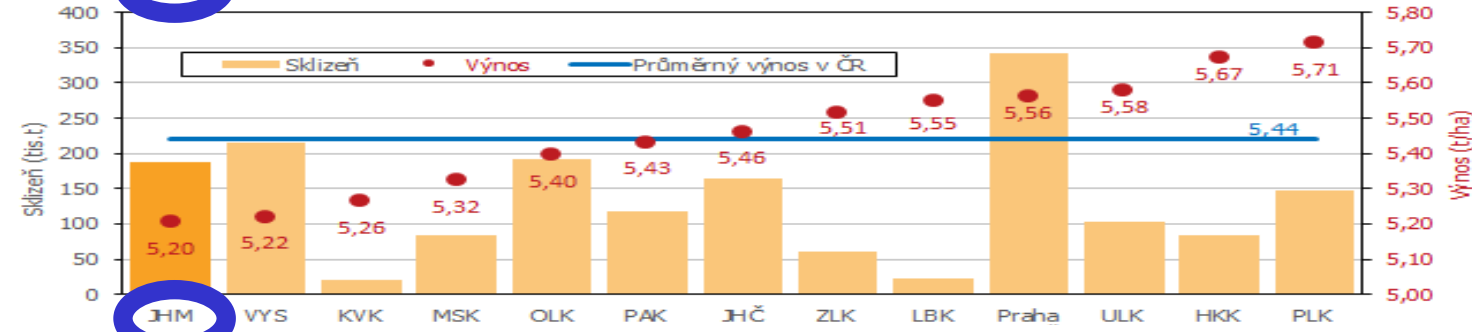


Dokonce ani v NEsuchých letech (2019)

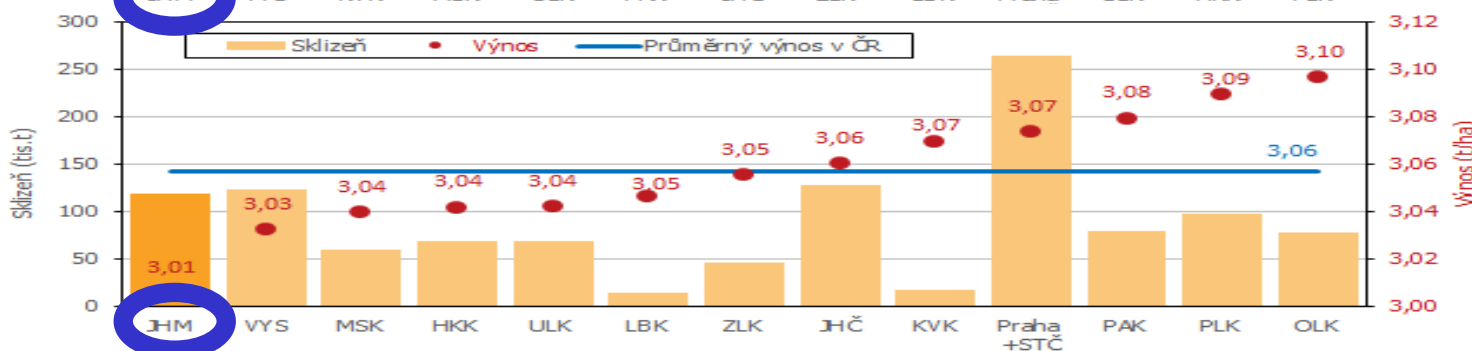
Pšenice o.



Ječmen j.



Řepka o.

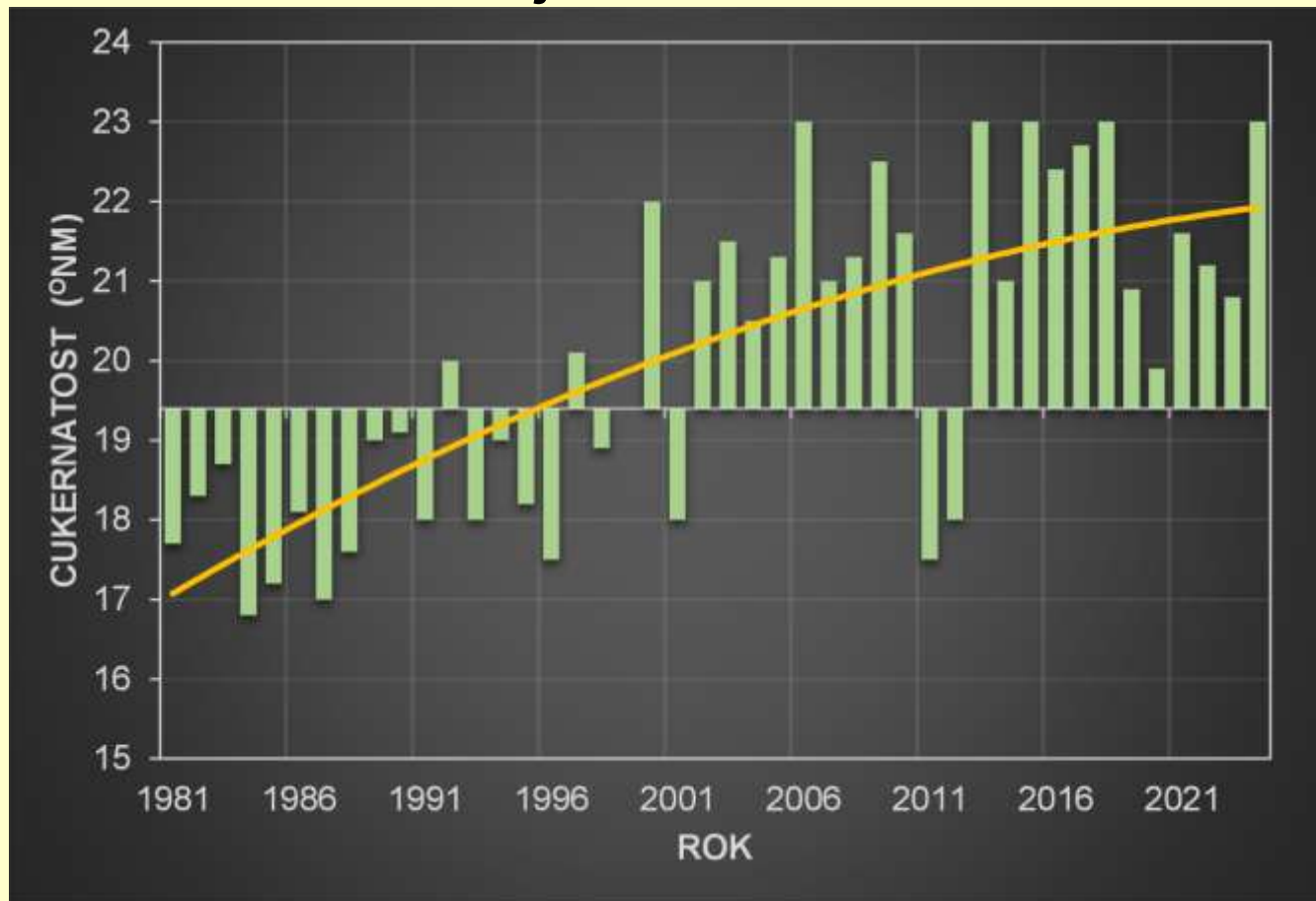




Ne vše je špatně....

Vinná réva – cukernatost (1981–2024)

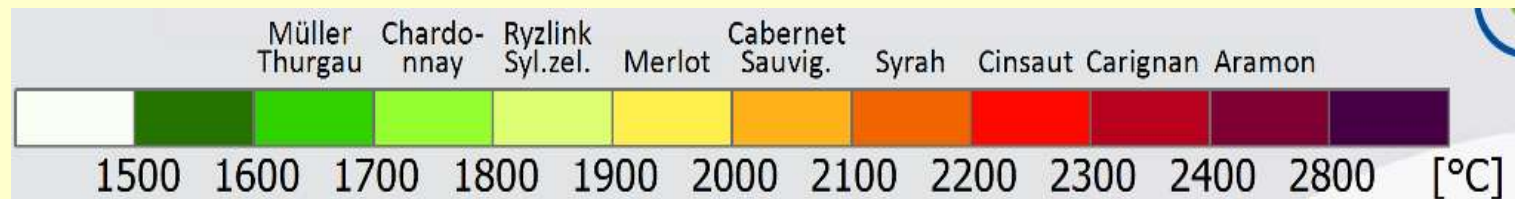
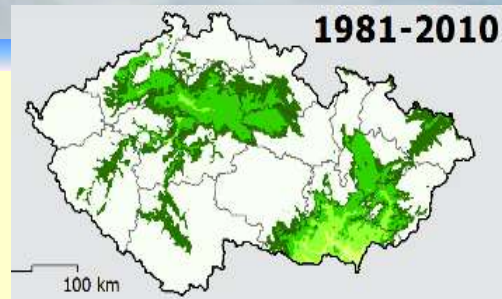
Trend růstu jakosti vína



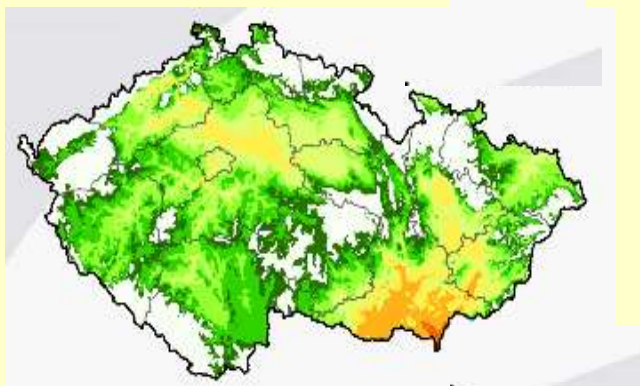
19,4 °NM

teploty, sucho, rozložení srážek – pozitivní vliv na cukernatost

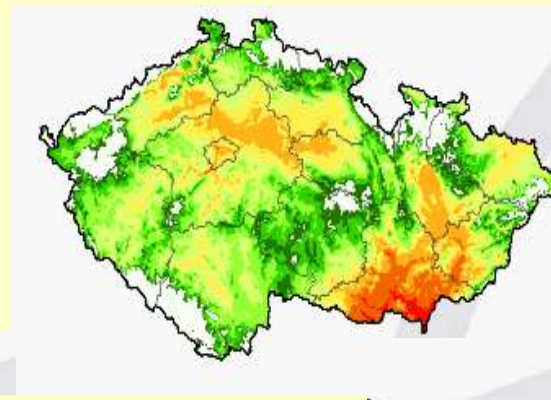
Pěstování odrůd vinné révy



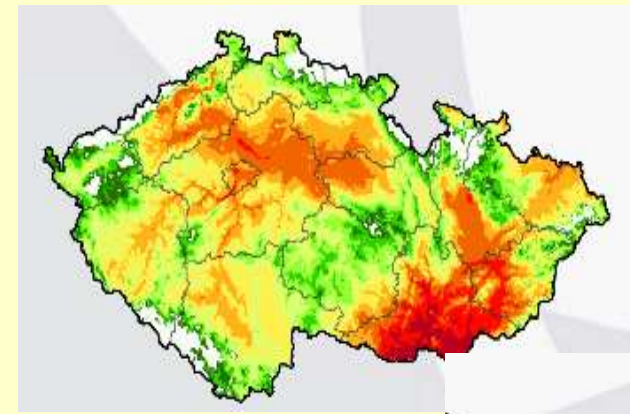
2030



2050



2090



Pěstování odrůd vinné révy



1981-2010

Vinohrady ohrožují nové choroby révy, škody překročí ročně 100 milionů korun

100 km



Cabernet
sauvig.





Změna klimatu jako příležitost Vysočina 2050

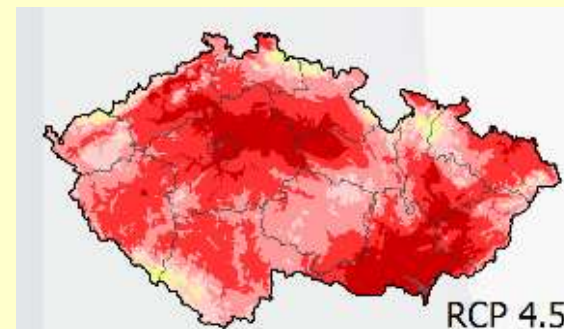
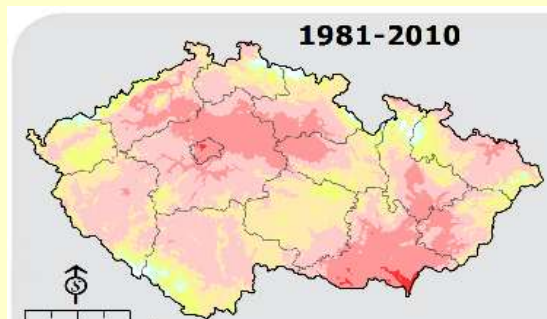
Vysočina 2050



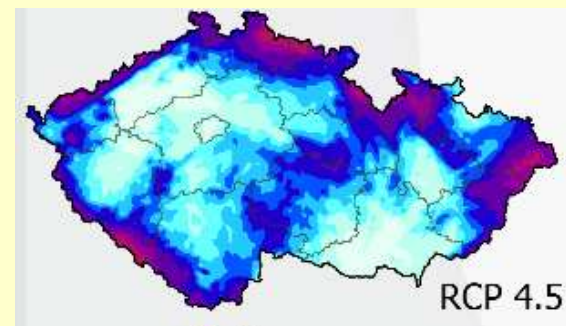
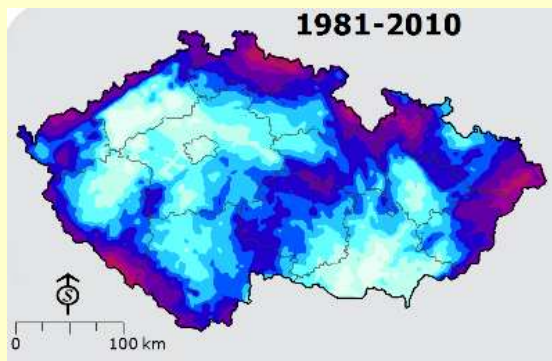
1981-2010

2040-2060

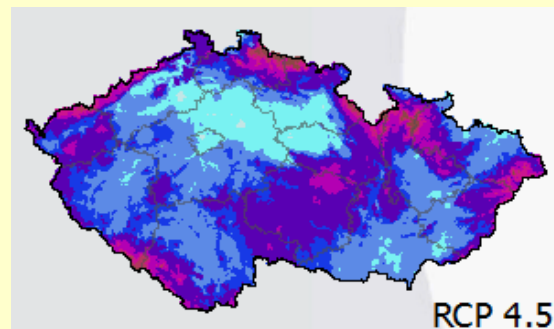
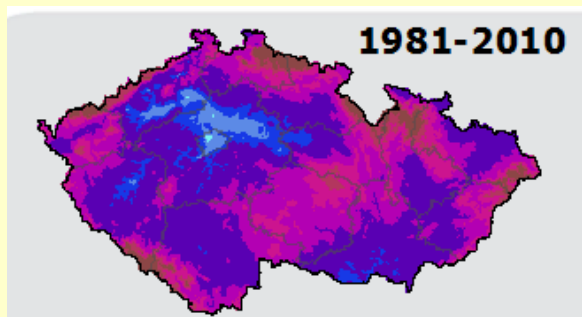
Teplota



Srážky



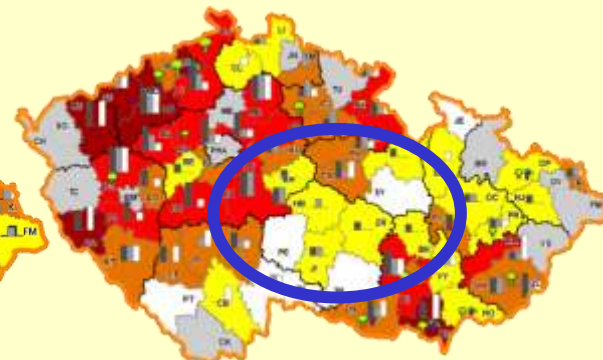
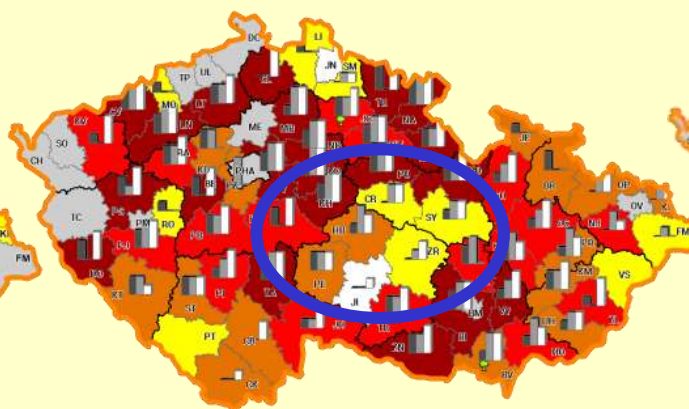
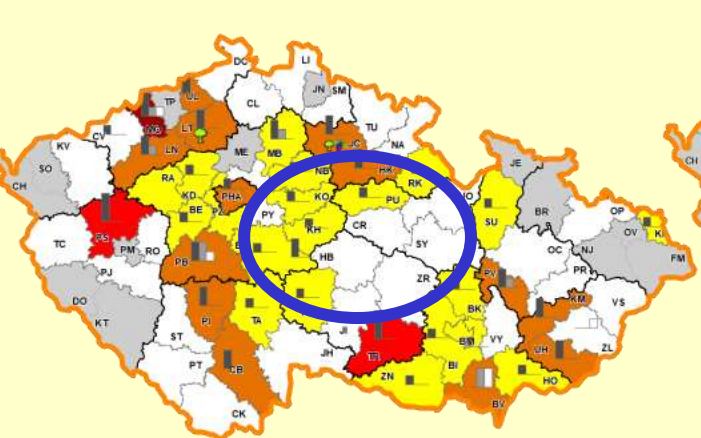
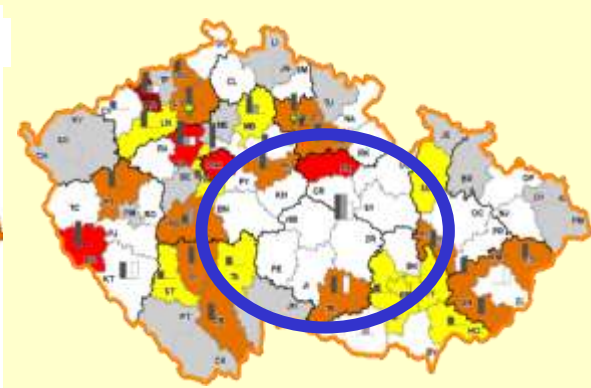
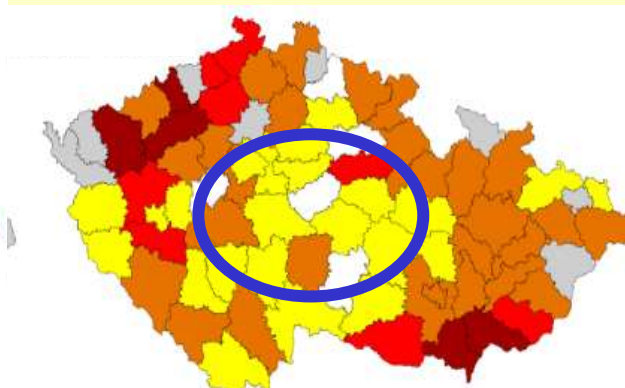
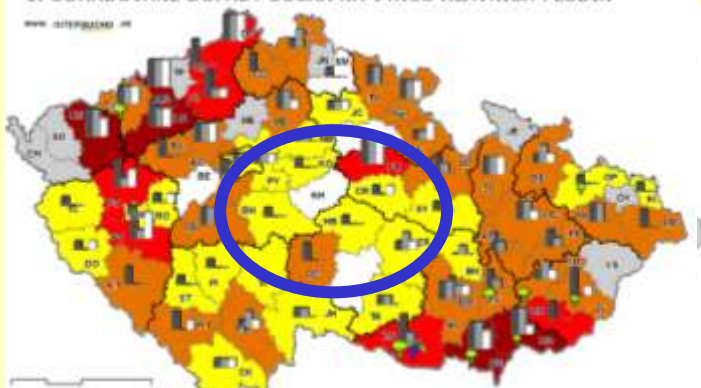
Sníh



Výnosy PP - vyšší nadmořské výšky intersucho.cz = 2015-2020

1. ODHADOVANÉ DOPADY SUCHA NA VÝNOS HLAVNÍCH PLODIN

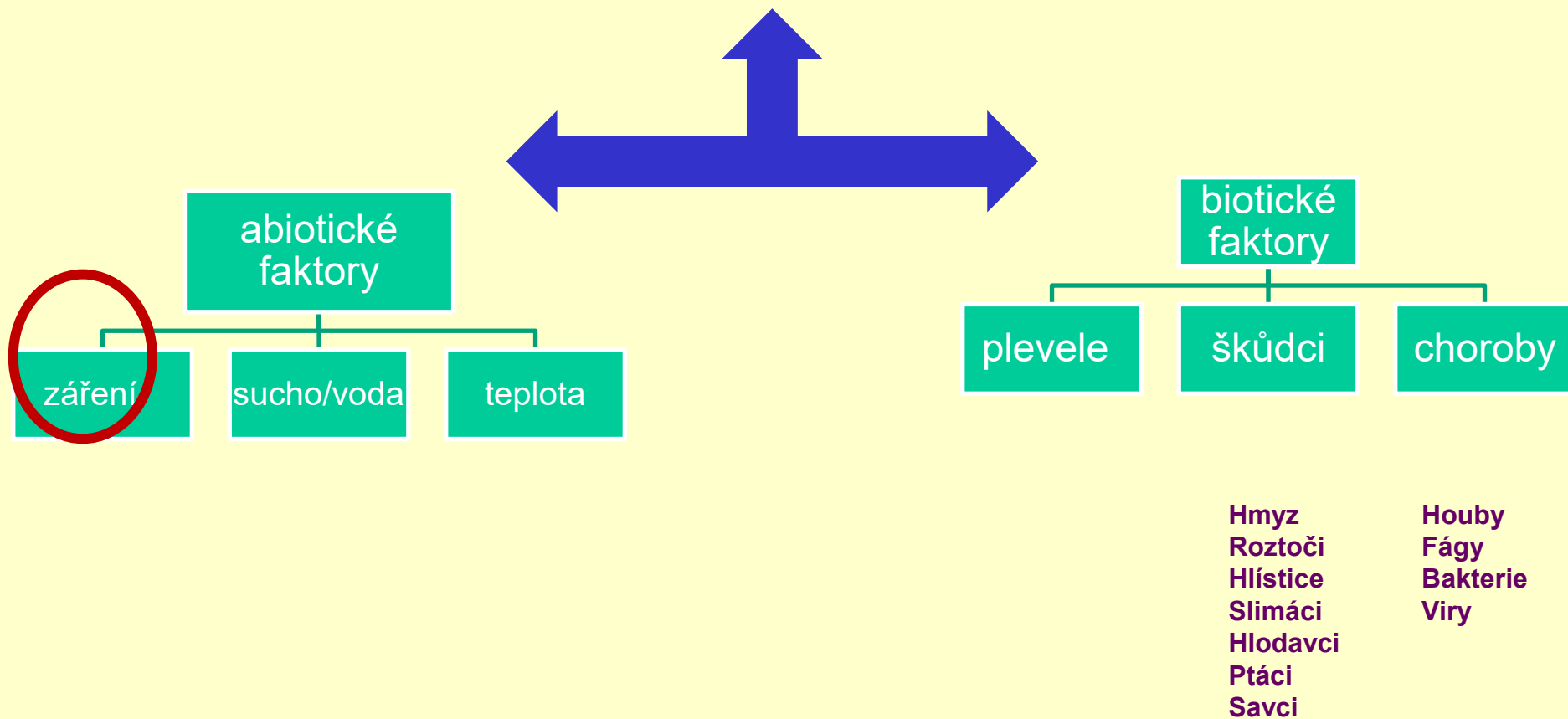
www.intersucho.cz



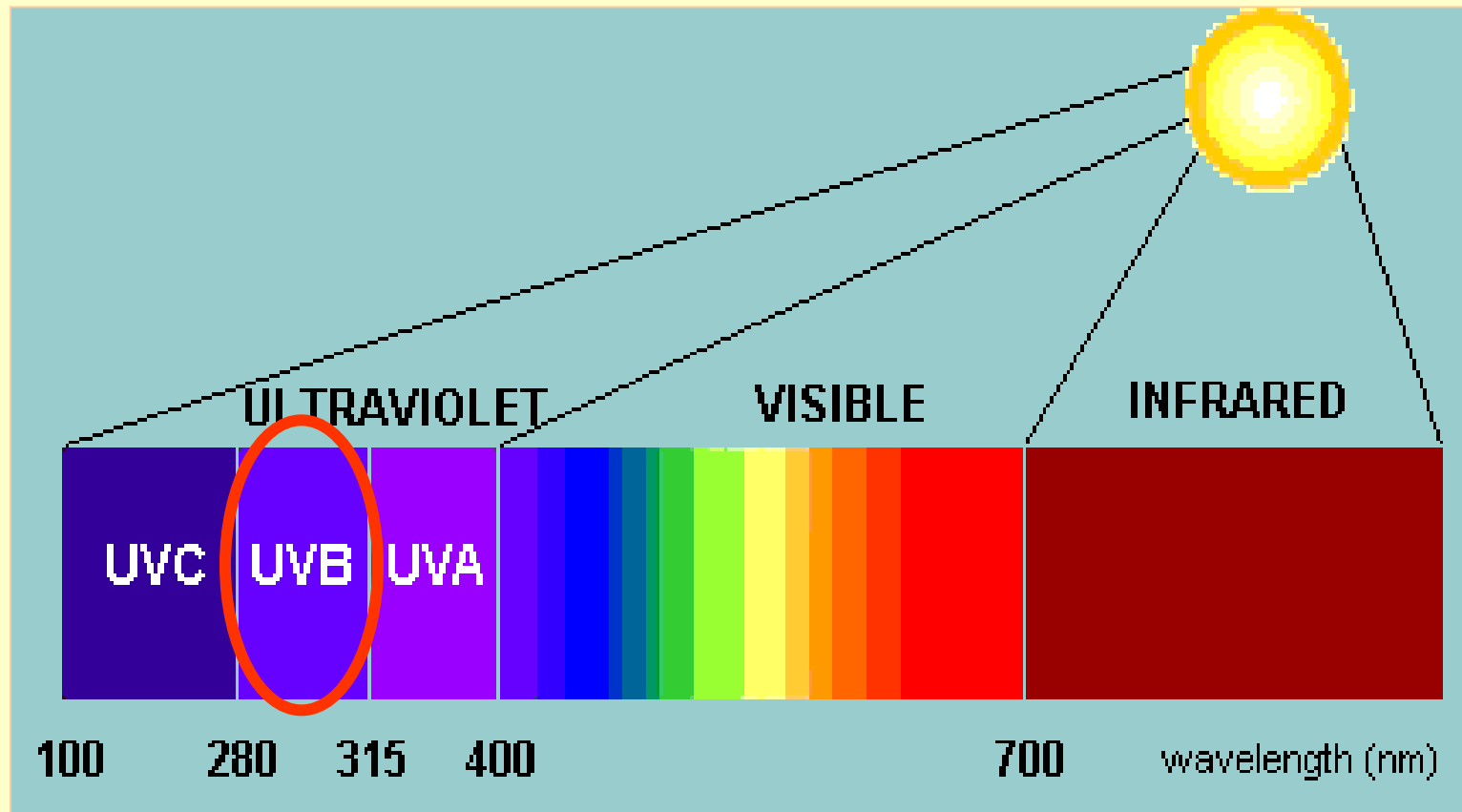


Agrometeorologie a problémy s výnosy....

Ztráty výnosu - zjednodušeně

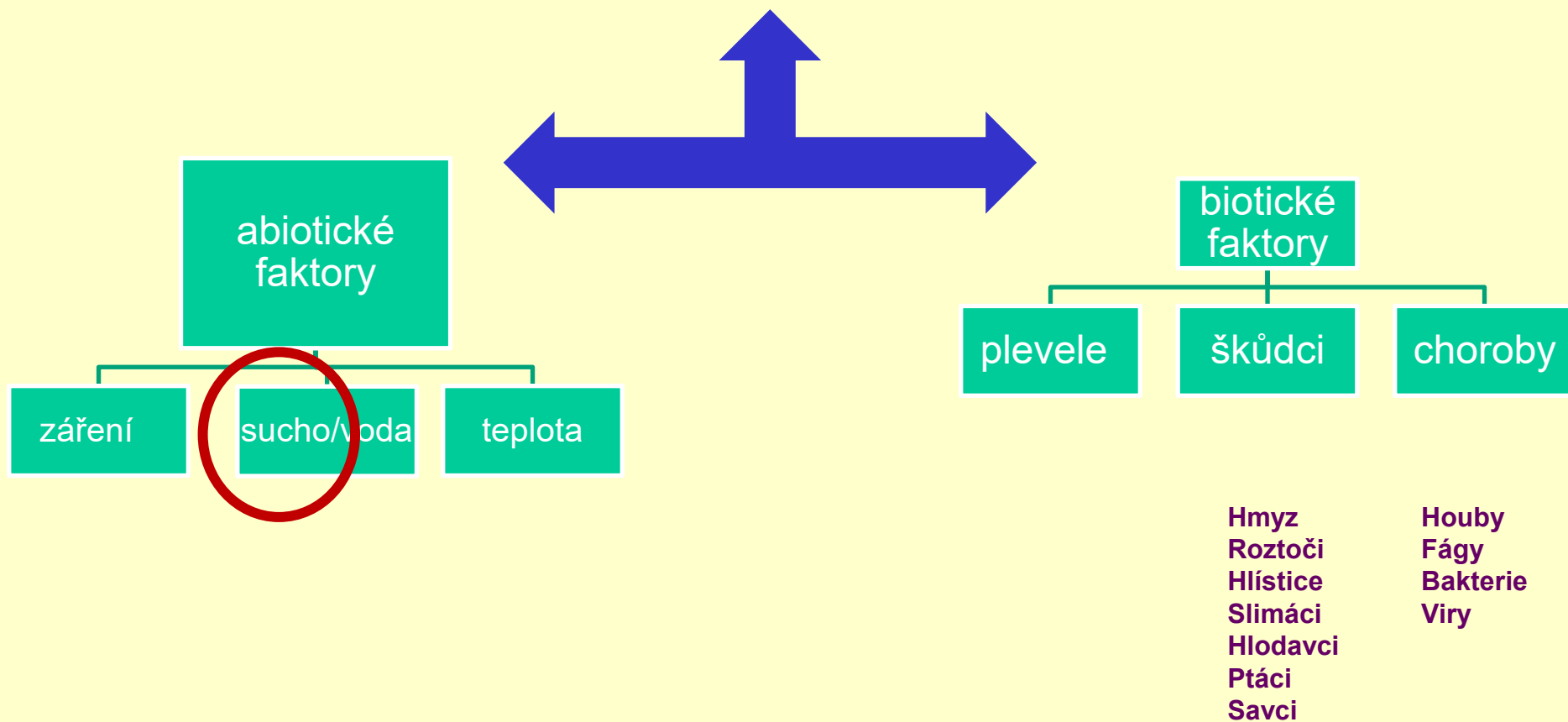


Máme záření za sebou



nebezpečí světlo teplo

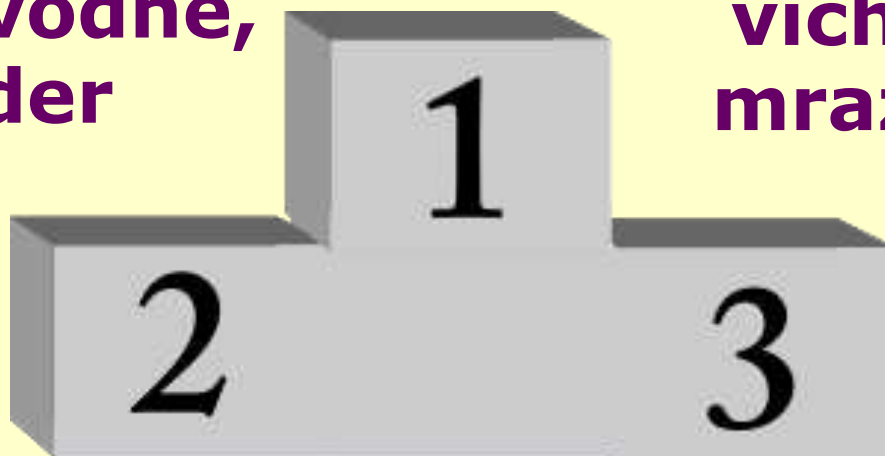
Ztráty výnosu



Hydrometeorologické extrémy

SUCHO

**kroupy, povodně,
vlny veder**



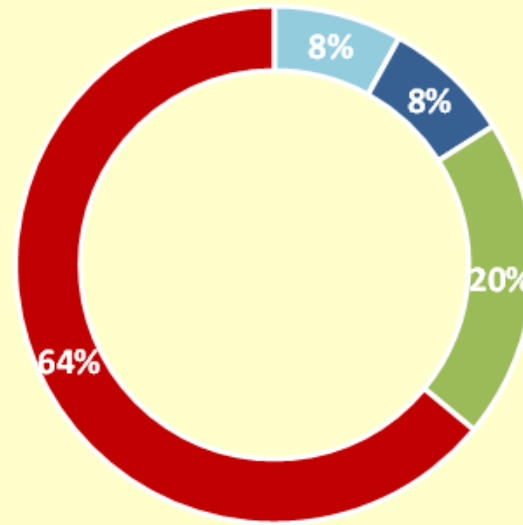
**vichřice, jarní
mrazíky, zimní
mrazy**

Sucho – nejvýznamnější meteoextrém i v českém zemědělství

➤ důkaz???

➤ Pojištění

- ⇒ Generali česká pojišťovna
- ⇒ Agra pojišťovna
- ⇒ ČSOB Pojišťovna
- ⇒ Allianz



- ČSOB Pojišťovna, a.s.
- Allianz pojišťovna, a. s.
- Agra pojišťovna
- Generali Česká pojišťovna a.s.

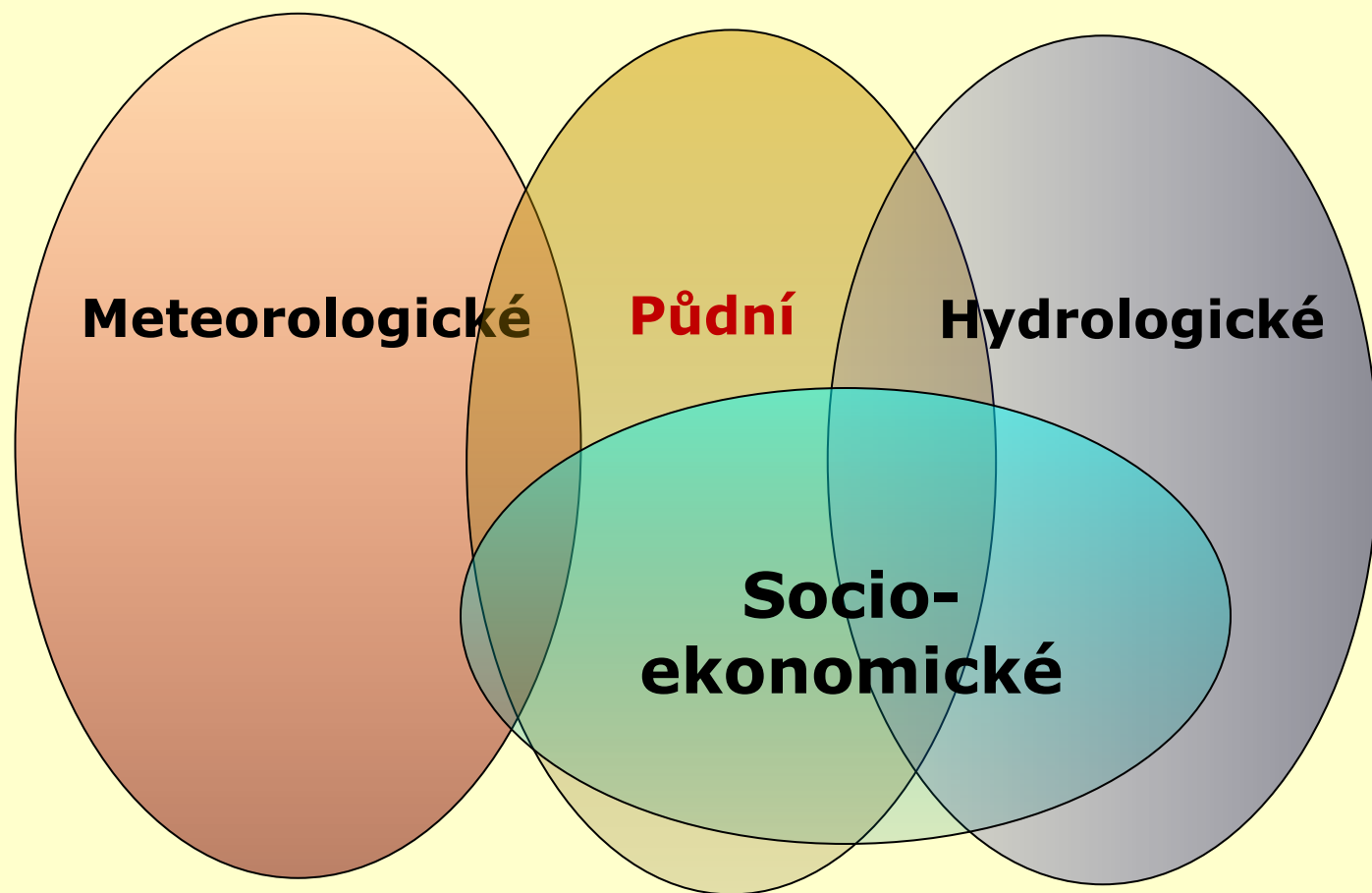
➤ krupobití, J + Z mráz, vichřice, povodeň a záplava

Sucho

1. **Co je to sucho?**
2. **Máme sucho a proč?**
3. **Budeme-mít sucho?**
4. **Monitoring a předpověď sucha**
5. **Dopady sucha**

Sucho a jeho dělení

Trvání epizody sucha



Stoupá neklid ve společnosti



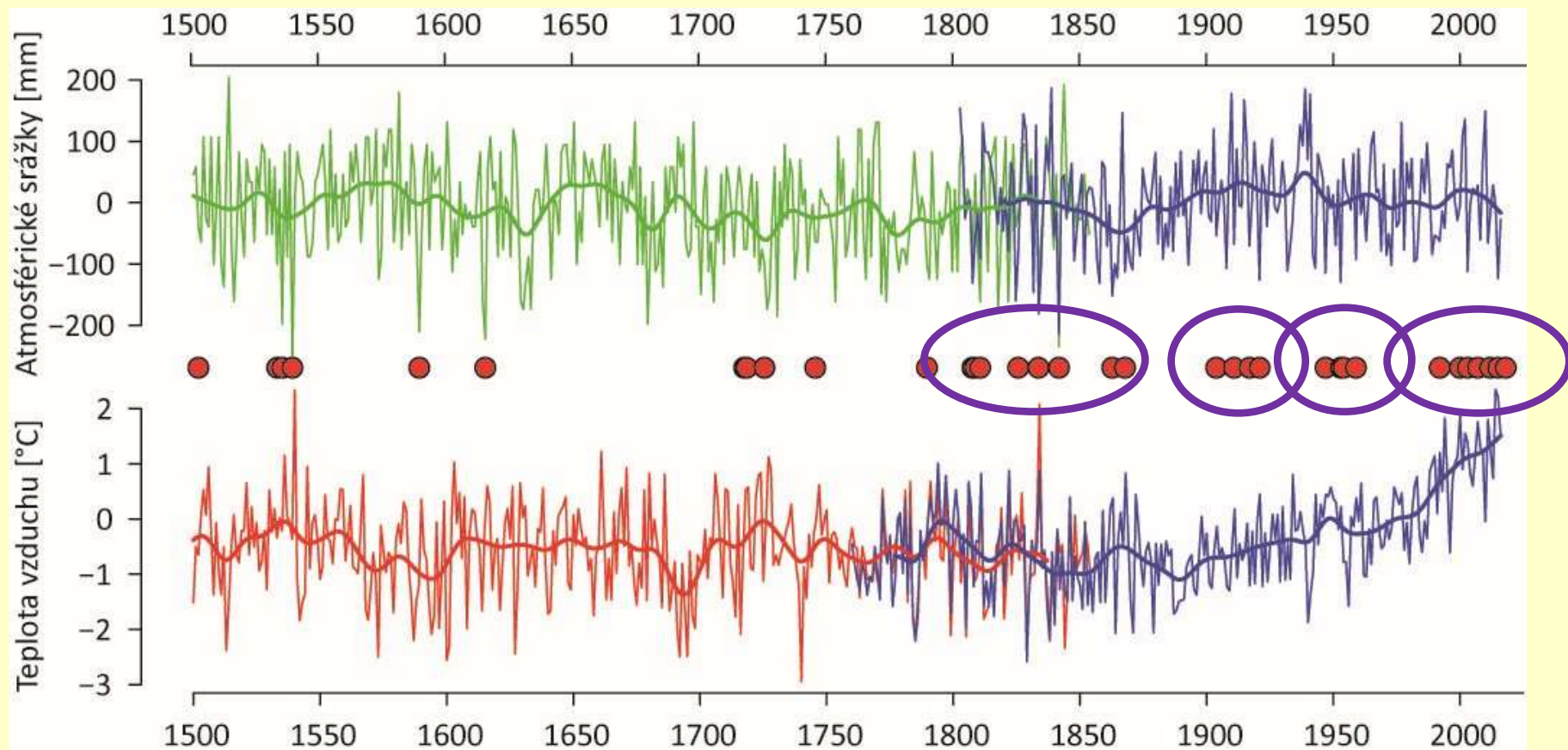
Sucho

1. Co je to sucho?
2. Máme sucho a proč?
3. Budeme-mít sucho?
4. Monitoring a předpověď sucha
5. Dopady sucha



Slyšeli jste o 500letém suchu?

500leté sucho data dokumentární a měřená





A nakonec.....

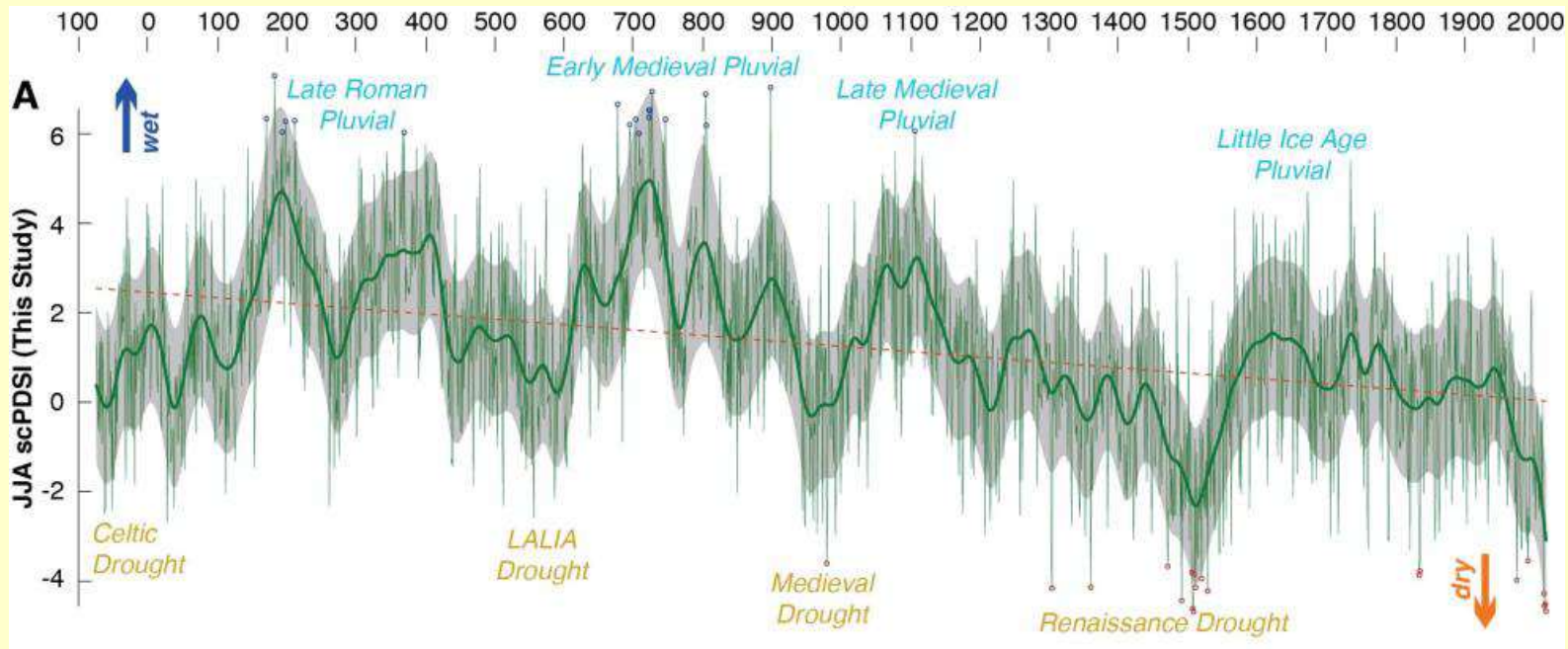


Izotopový hmotnostní radiometr
27 000 vzorků stromů alfa celulóza
O16 O18
Sucho = těžší izotopy

Laboratoř: CG

Laboratoř metabolomiky a izotopových analýz

CzechGlobe



JC



Atilla



Sv. Václav

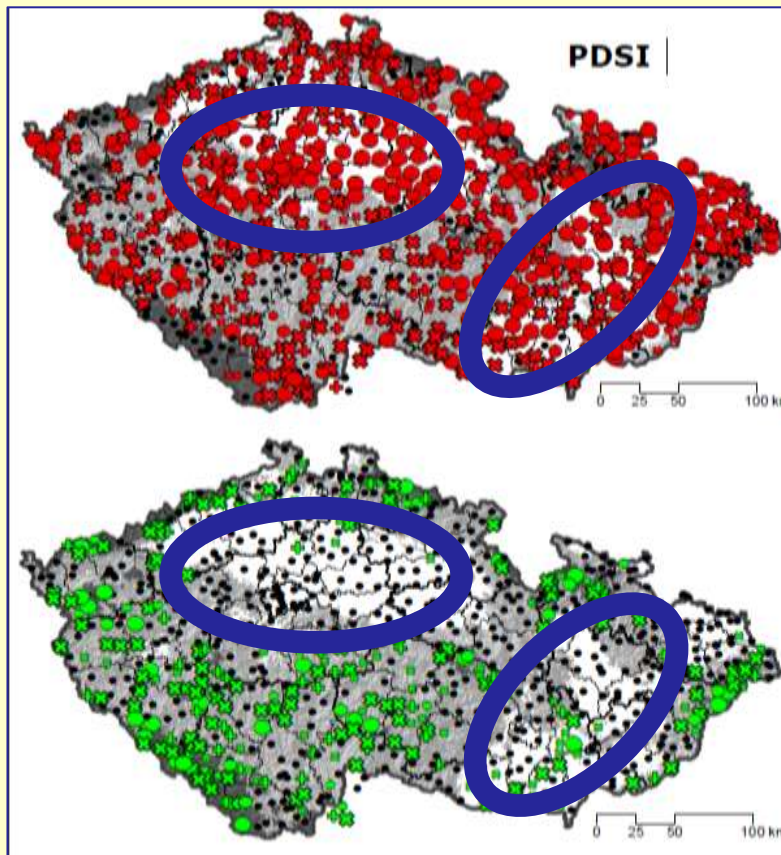


J.Žižka



Vývoj v poslední době prostorově....

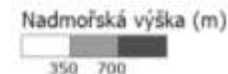
Trend vývoje sucha pro ČR (1961-2012)



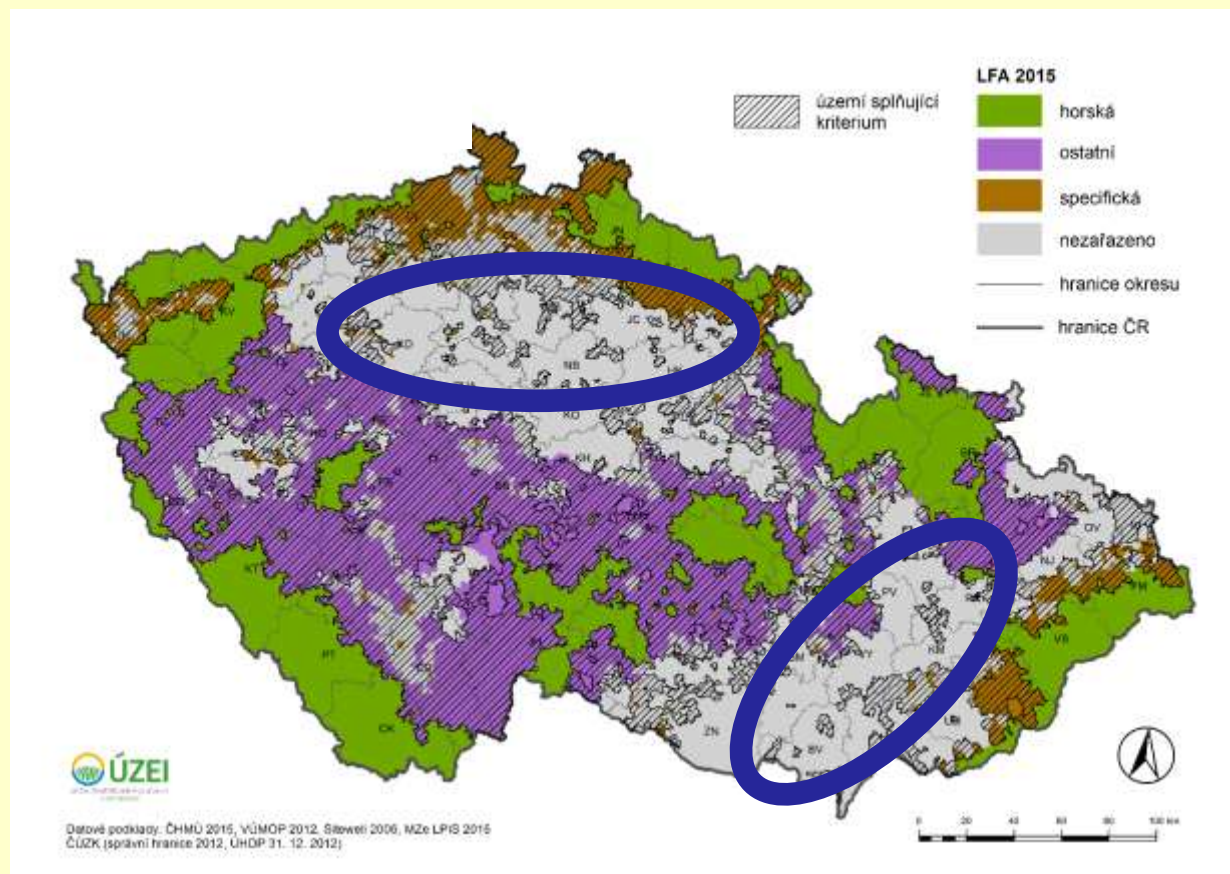
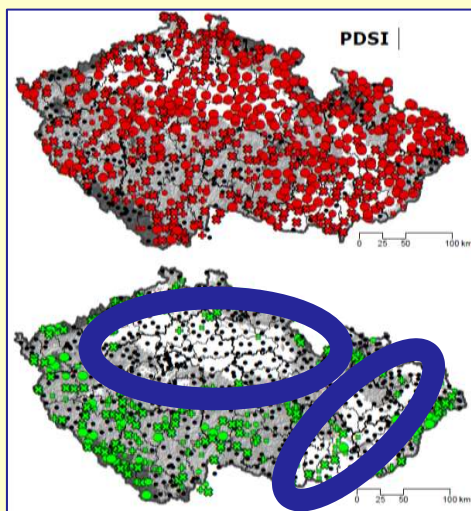
Negativní trend k suchu

Pozitivní trend k vlhku

Trend indexů sucha za duben-září 1961-2012 (počet měsíců)



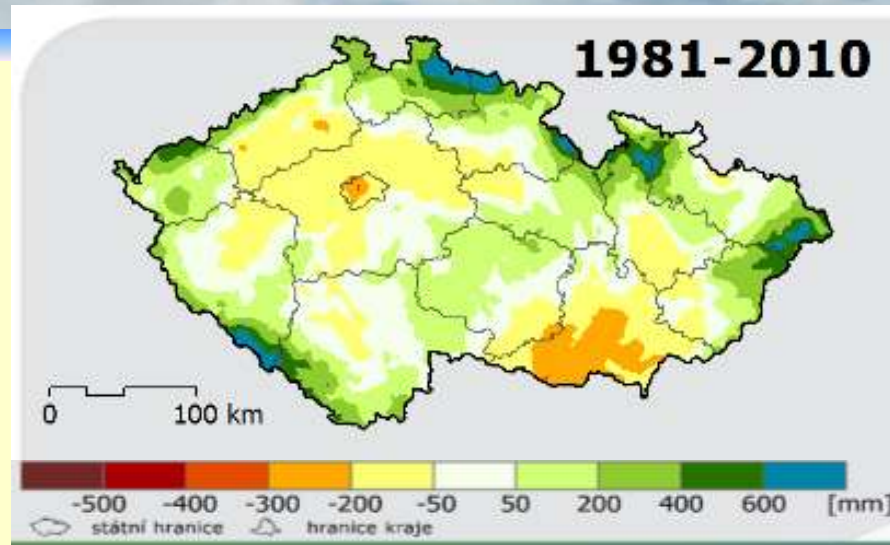
Sucho x LFA (ANC - Areas with Natural Constraints- oblasti s přírodním omezením)



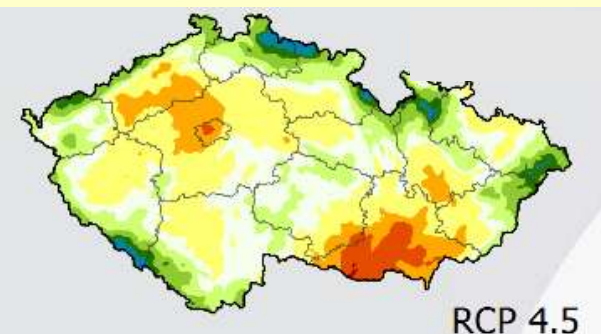
Sucho

1. Co je to sucho?
2. Máme sucho?
3. **Budeme-mít sucho?**
4. Monitoring a předpověď sucha
5. Dopady sucha

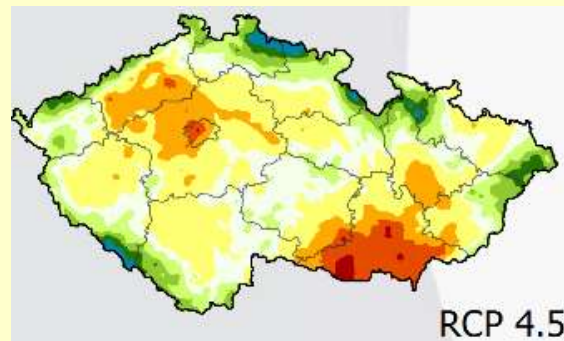
Sucho - budoucnost



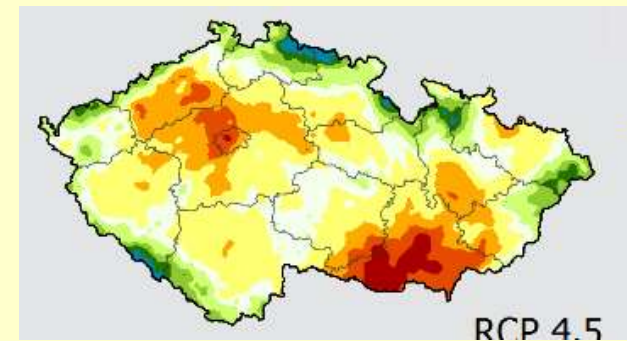
2030



2050



2090



Sucho

1. Co je to sucho?
2. Máme sucho?
3. Budeme-mít sucho?
4. **Monitoring a předpověď sucha**
5. Dopady sucha



Od 2012 intersucho.cz

První krok k Adaptacím = Diagnóza

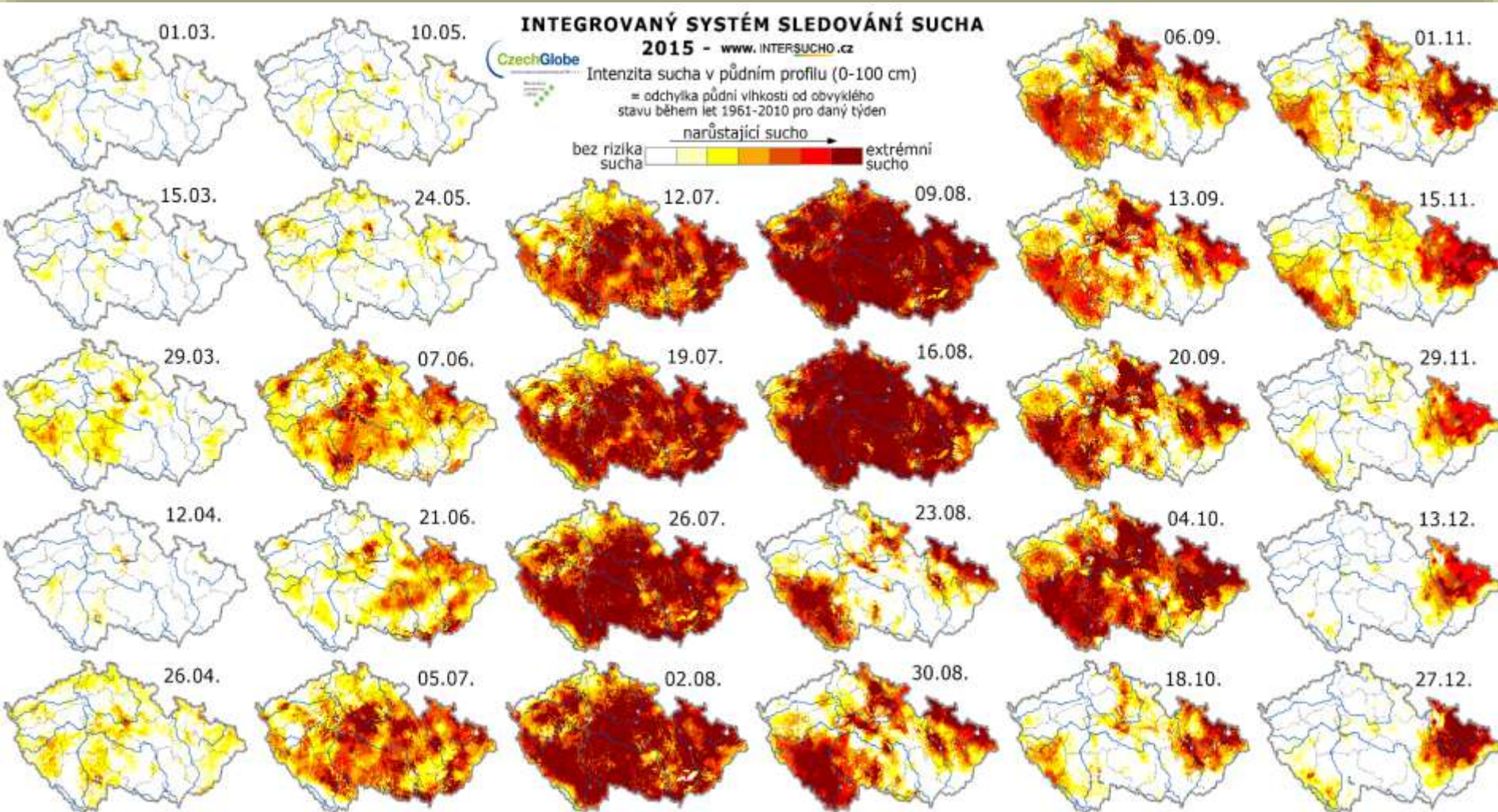
www.intersucho.cz



www.intersucho.cz

2015 – ztráty v agrosektoru 11 mld. Kč

1.3.



27.12.

2018 – ztráty v agrosektoru 12 mld. Kč

11.3.



INTEGROVANÝ SYSTÉM SLEDOVÁNÍ SUCHA

2018 - www.INTERNUSUCHO.cz

Intenzita sucha v půdním profilu (0-100 cm)

= odchylka půdní vlhkosti od obvyklého stavu během let 1961 - 2010 pro daný týden

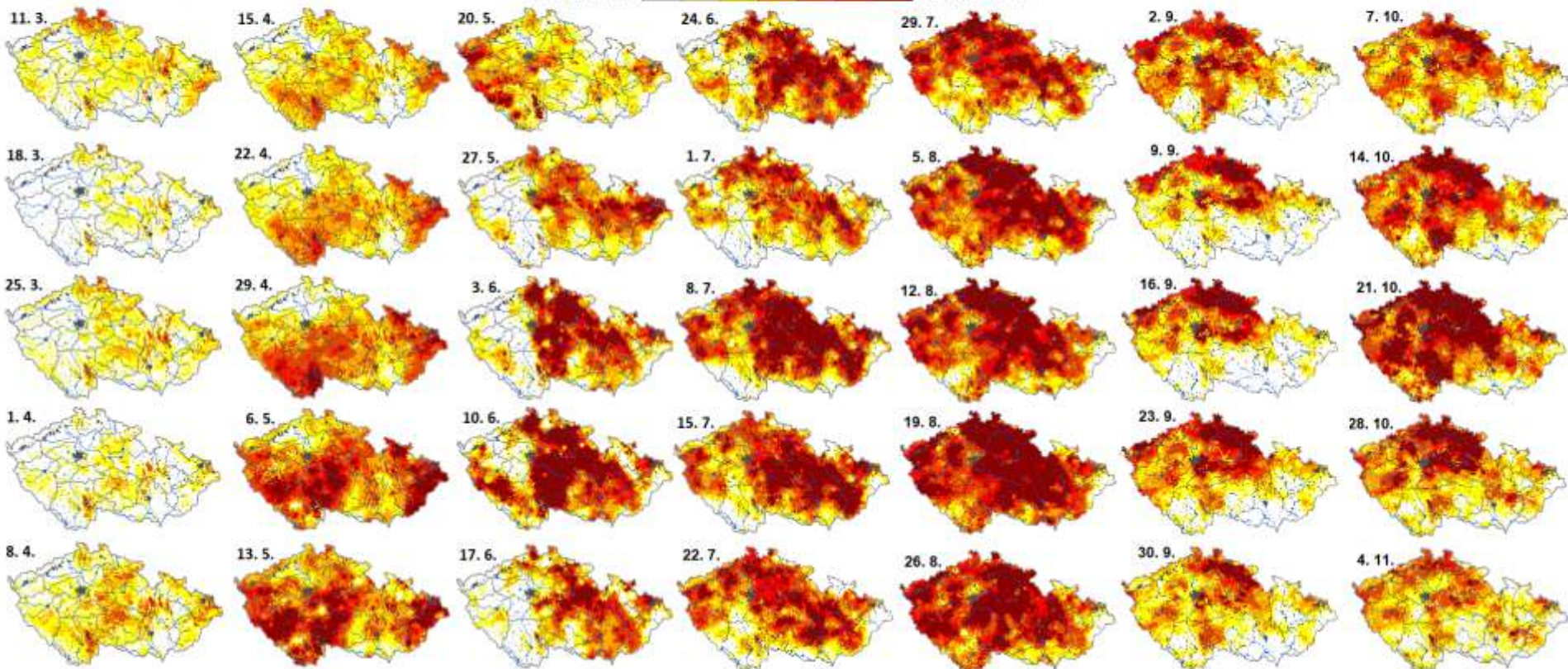


CzechGlobe



bez rizika sucha → extrémní sucha

narůstající sucha



4.11.

2021

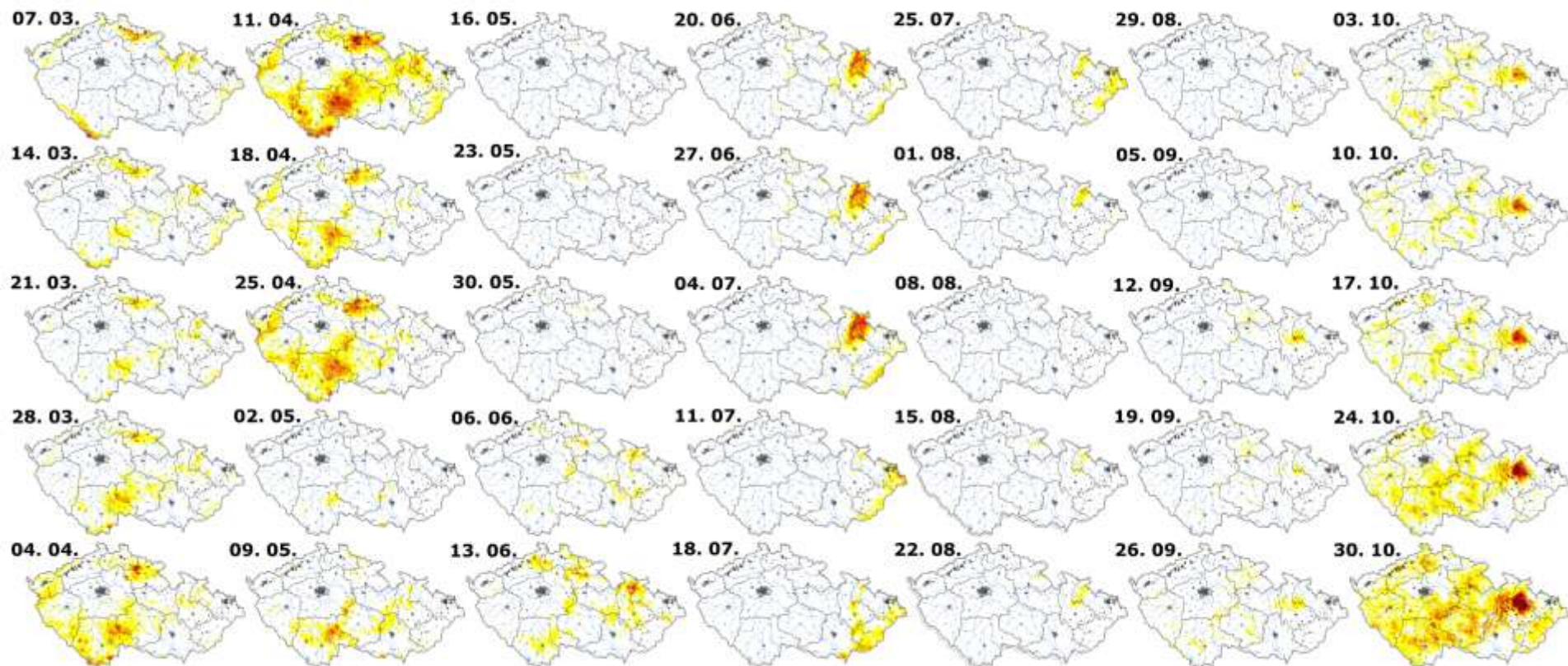
INTENZITA SUCHA V PŮDNÍM PROFILU 0–100 CM 2021

INTERSUCHO



bez rizika sucha  extrémní sucho
narůstající sucho
odchylka půdní vlhkosti od průměru 1961–2010 pro daný den v roce 2021

Mendelova
univerzita
v Brně



2023

INTENZITA SUCHA V PŮDNÍM PROFILU 0–100 CM 2023

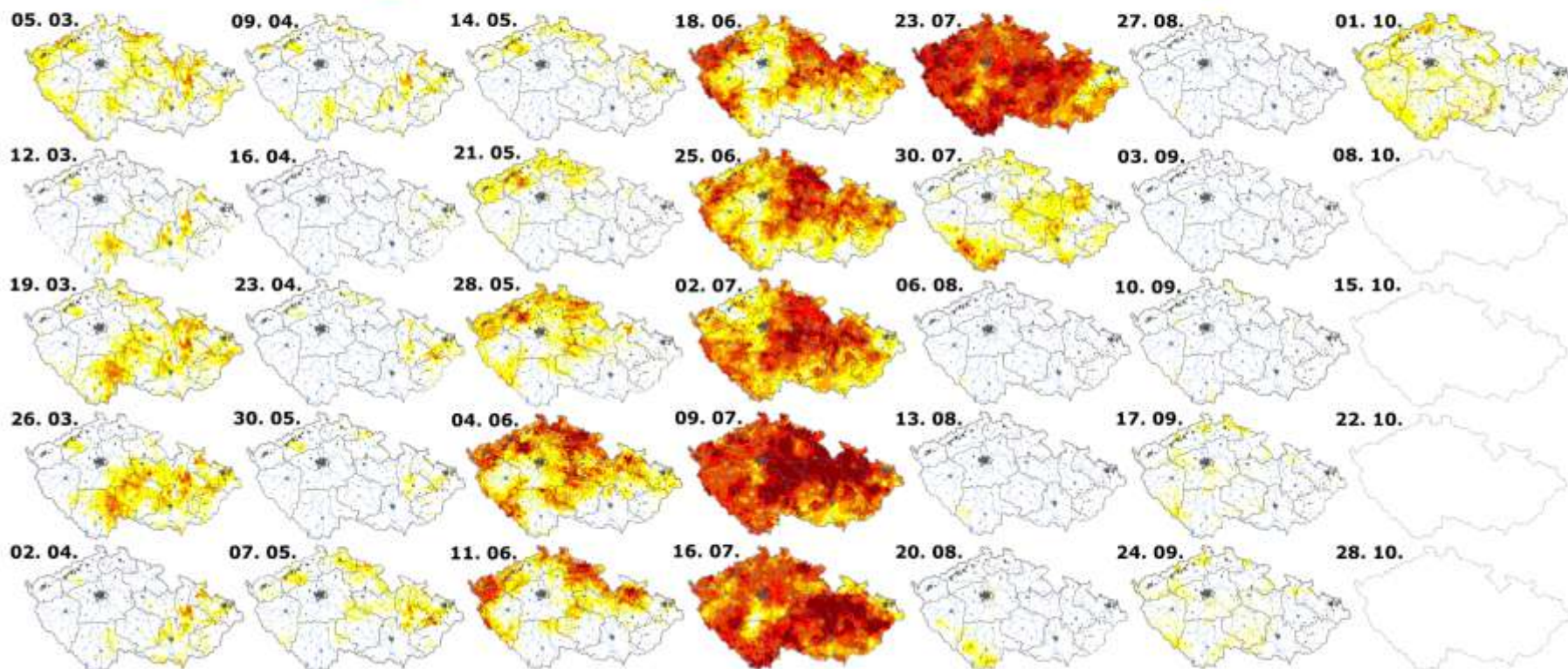
INTERSUCHO

STATNÍ
POZEMKOVÝ
ÚŘAD

bez rizika sucha  extrémní sucho
narůstající sucho
odchytka půdní vlhkosti od průměru 1961–2010 pro daný den v roce 2023

Mendelova
univerzita
v Brně

CzechGlobe
Hlavní výzkumný ústav zemědělského průmyslu ČR, s.r.o.



Rok 2024

INTENZITA SUCHA - 2024

V povrchové
vrstvě půdy
0-40 cm

Narůstající sucho →

<S0

Bez rizika
sucha

S0

Snížená úroveň
půdní vláhy

S1

Počínající
sucho

S2

Mírné
sucho

S3

Výrazné
sucho

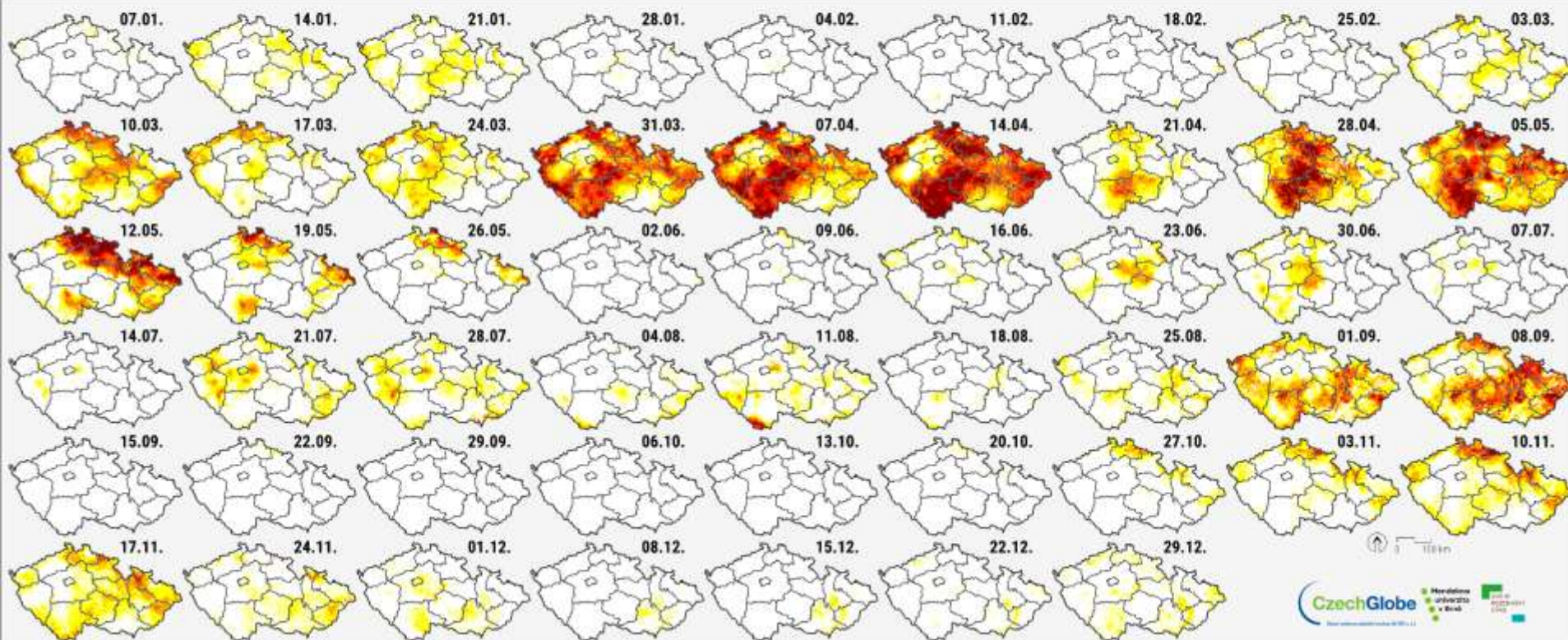
S4

Výjimečné
sucho

S5

Extremní
sucho

Procento území

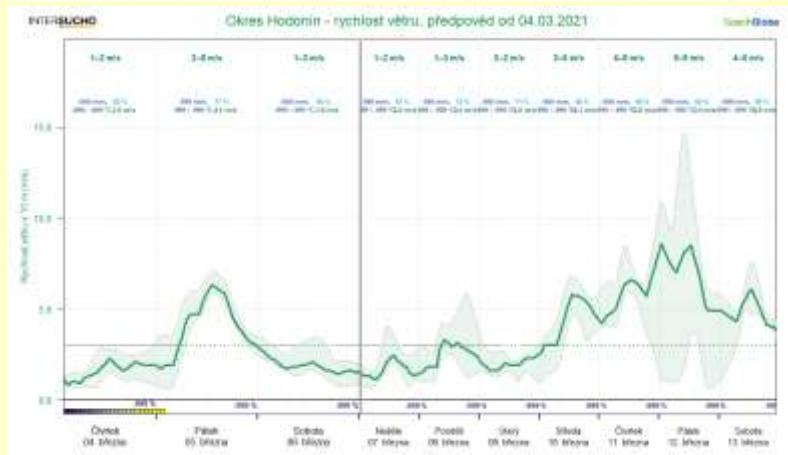
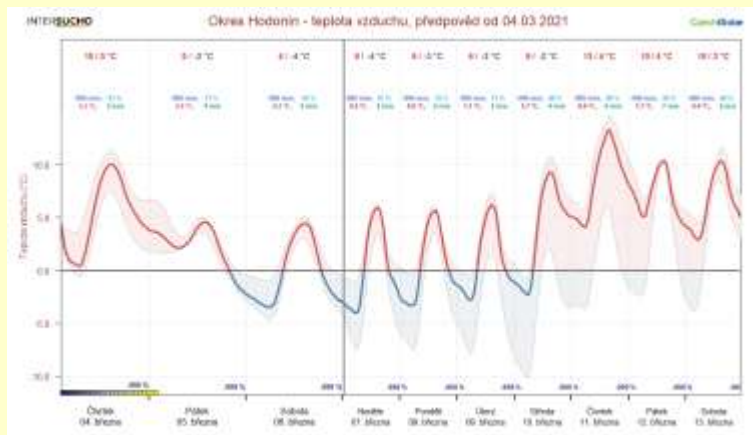




**Nejvyšší bonus
pouze pro registrované
experty**

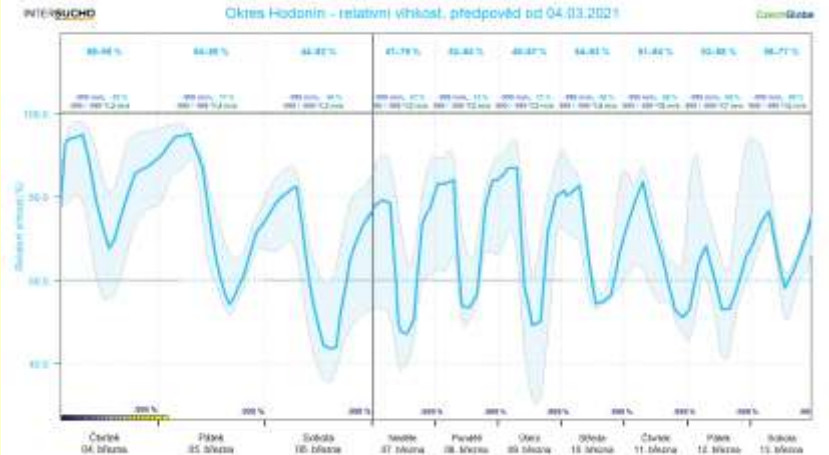
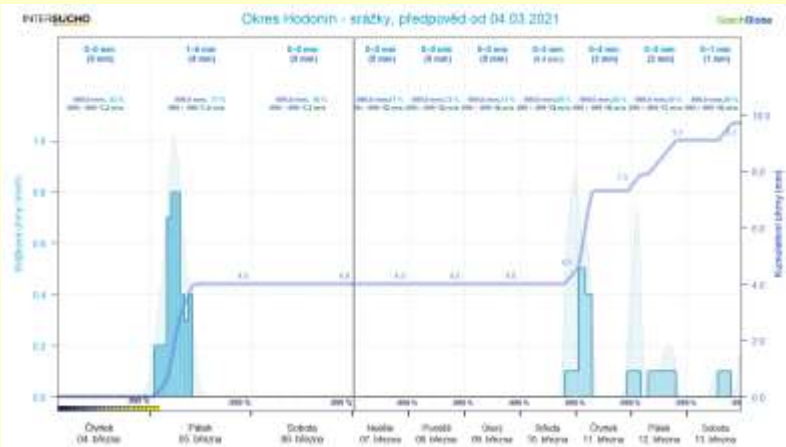
Čtyři meteorologické prvky – 10denní předpověď

teplota vzduchu



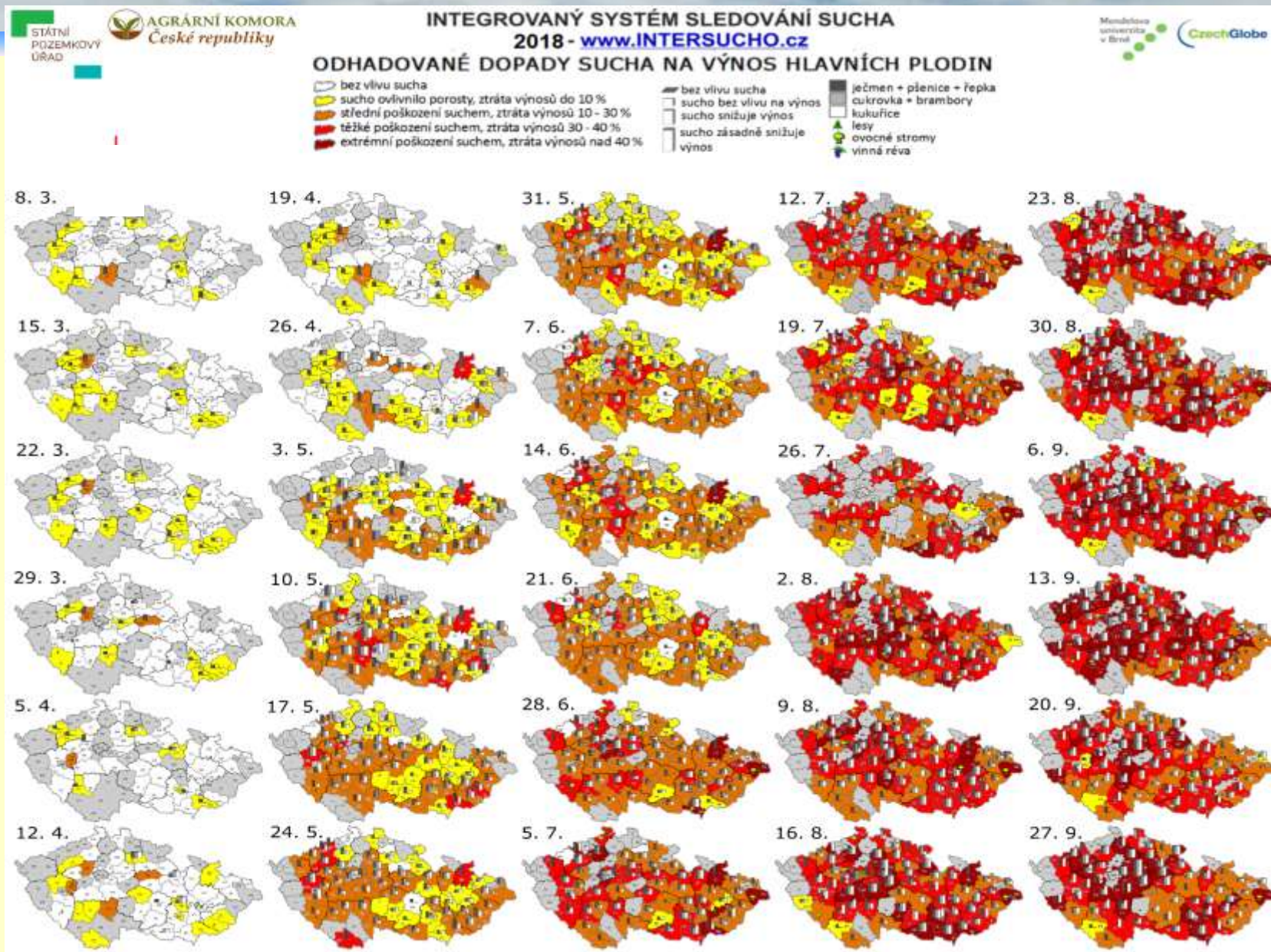
vítr

srážky



vlhkost vzduchu

Děkujeme naším zpravodajům - 2018



Workshop 25.2. 2025 – cca 250 zemědělců



Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i. & Mendelova univerzita v Brně
a Vše spojí s

Agrární komora České republiky & státním pozemkovým úřadem
dovoluji pozvat na prezentační komaný workshop s názvem

Agrometeorologické výzvy současnosti a budoucnosti

setkání spolupracovníků portálů INTERSUCHO a AGRORISK

se uskuteční v úterý 25. února 2025, 8:30–14:00
KD Větrný Jeníkov (Větrný Jeníkov č. p. 198)

Plánovaný program

- 08:30–09:30 Registrace + občerstvení a diskuse
- 09:30–10:00 Zahájení – úvodní slovo organizátorů a čestných hostů
- 10:00–10:20 Nová podoba portálu Intersucho - tipy a triky pro pravidelné uživatele (Miroslav Trnka)
- 10:20–10:45 Meteorologické extrémy roku 2024 v kontextu změny klimatu (Štěpán Žalud)
- 10:45–11:00 Předpokládaný vývoj agroklimatických parametrů - www.klimatickazmena.cz (Lenka Bartoňová)
- 11:00–11:20 Počasí je alchymie (Feroš Zahradníček)
- Přestávka na kávu*
- 11:40–12:00 Modelování současných a budoucích hrozeb pro kvalitu vody v nádrži Švihov (Erika Zemánková)
- 12:00–12:20 Dopady změny klimatu na výskyt plevní a možnosti jejich regulace (Vladimír Štěrba)
- 12:20–12:40 Přibývá nových škůdců a jak se na tom podílí klimatická změna? (Zdeněk Látivělý)
- 12:40–13:00 Diskuze

13:00 Pokračování přátelské diskuse během společného oběda

Zádáme Vás o laskavé potvrzení Vaší účasti na emailu: bedna@inter.sucho.cz
do 19. 02. 2025



Intersucho + Windy.com

Češi začali předpovídat sucho pro celý svět na Windy.com

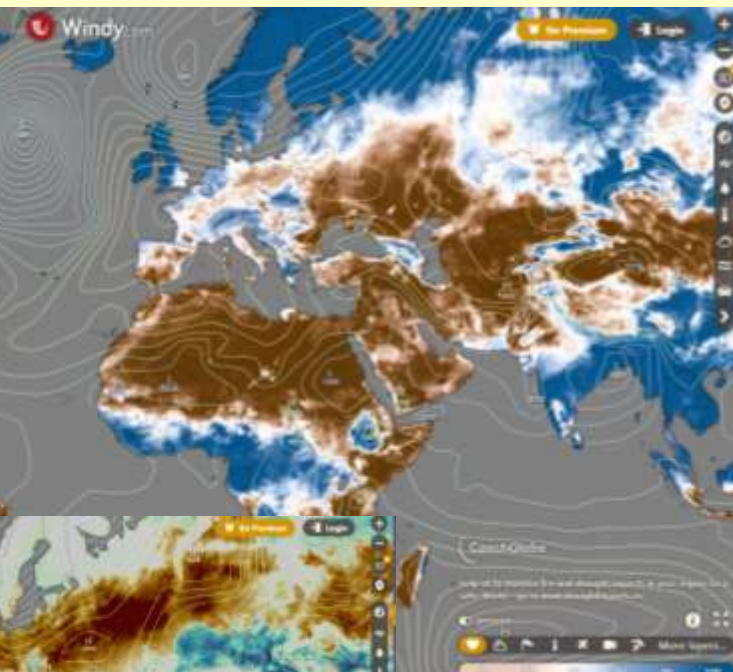
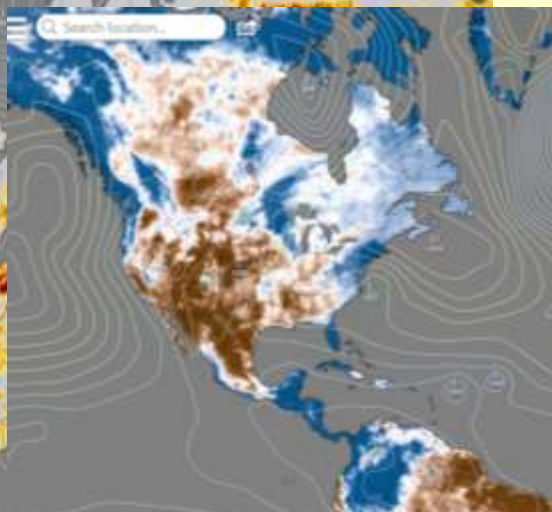
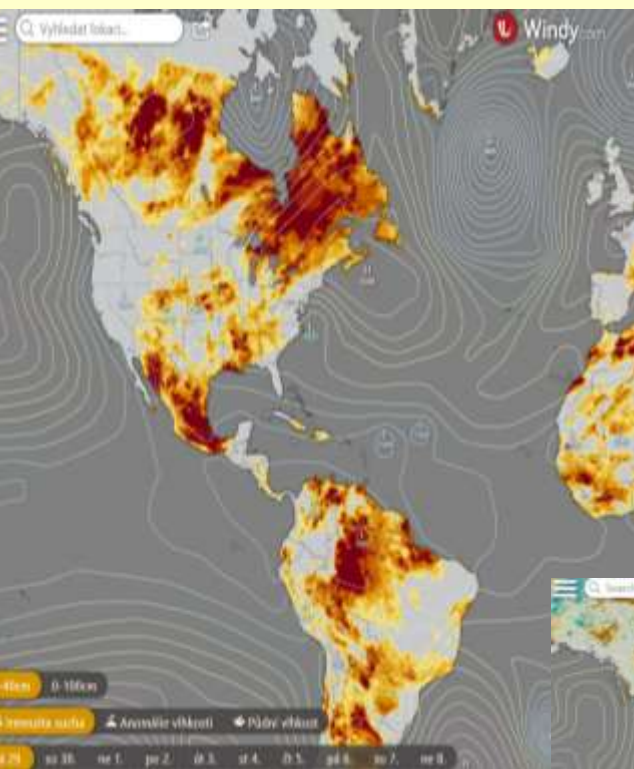
Aktualizace: 16.12.2021 16:20 Vydáno: 16.12.2021, 16:20



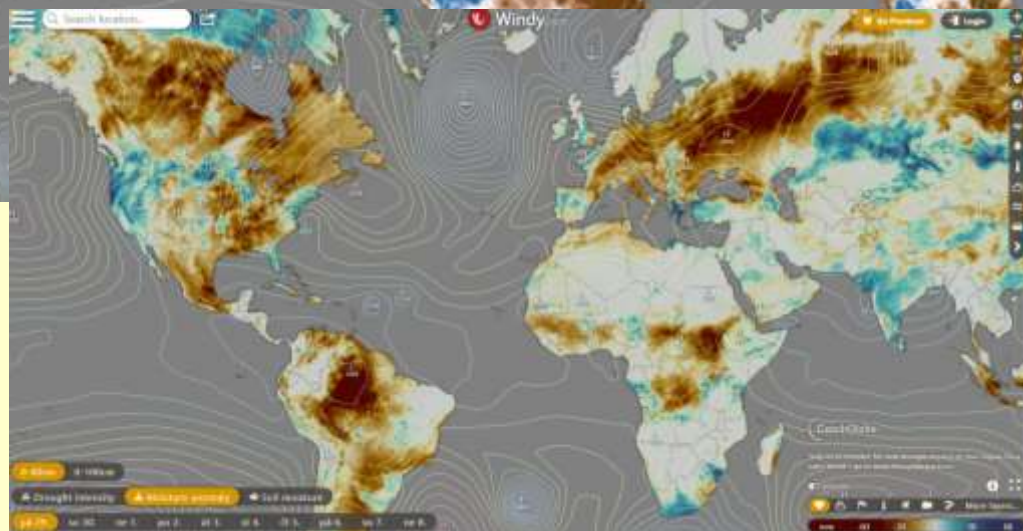
Od 2023 - Windy.com

Intenzita sucha

Půdní vlhkost



Odchylka od
průměru půdní
vlhkosti



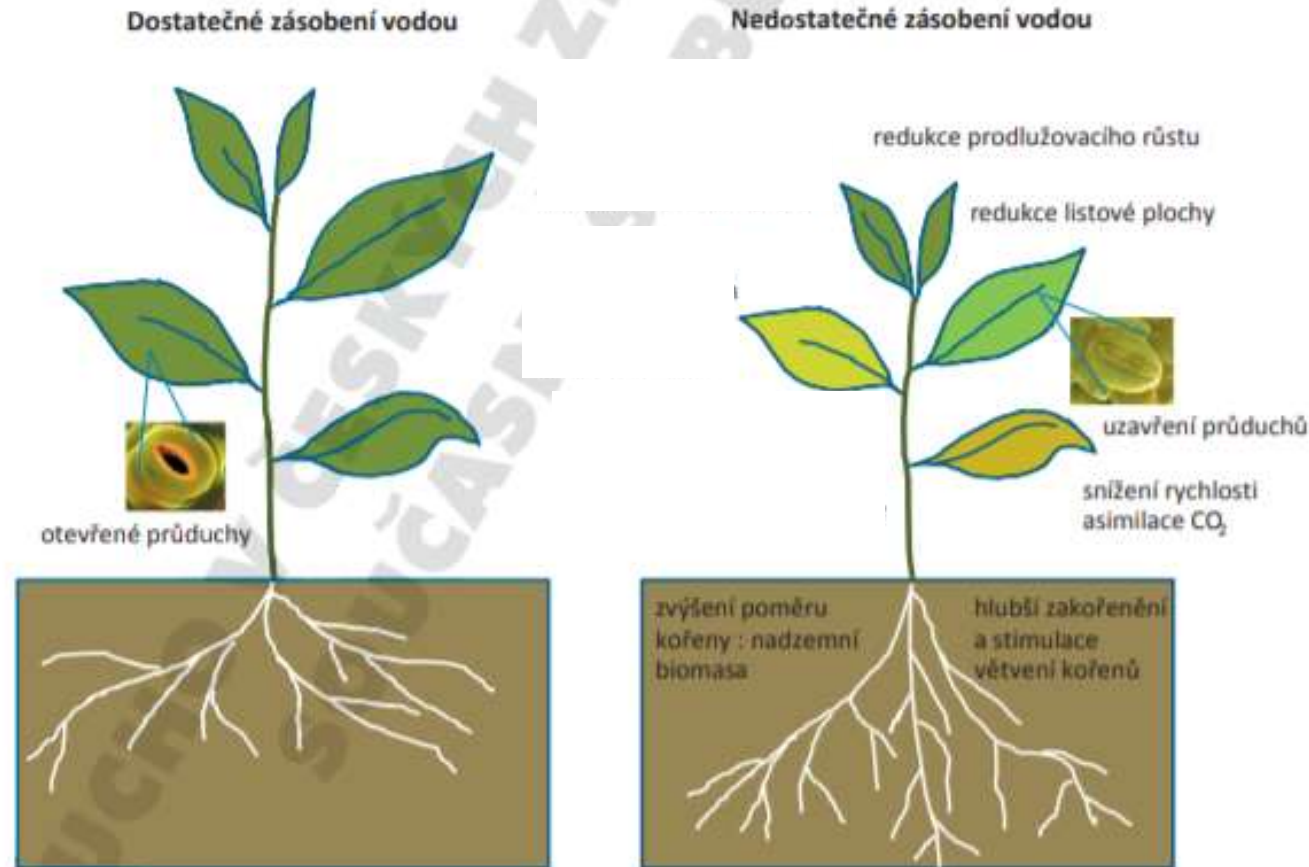
Sucho

1. Co je to sucho?
2. Máme sucho?
3. Budeme-mít sucho?
4. Monitoring a předpověď sucha
5. Dopady sucha



Kořeny x nadzemní a podzemní biomasa

Dost vody x málo vody



Obr. 184. Schéma mechanismů, kterými sucho působí na rostlinu

Produkce toxických látek při stresu
Reaktivní formy kyslíku (superoxidový radikál, hydroxylový radikál, peroxid vodíku, apod.)

Produkce: Kyseliny abscisové
ABA = fytohormon = reguluje vodní režim, uzavírání průduchů

Dostatek vláhy x sucho



**Ozimé plodiny – mírné podzimní sucho
může být plus**

Rostlina: pšenice ozimá

(Triticum aestivum)

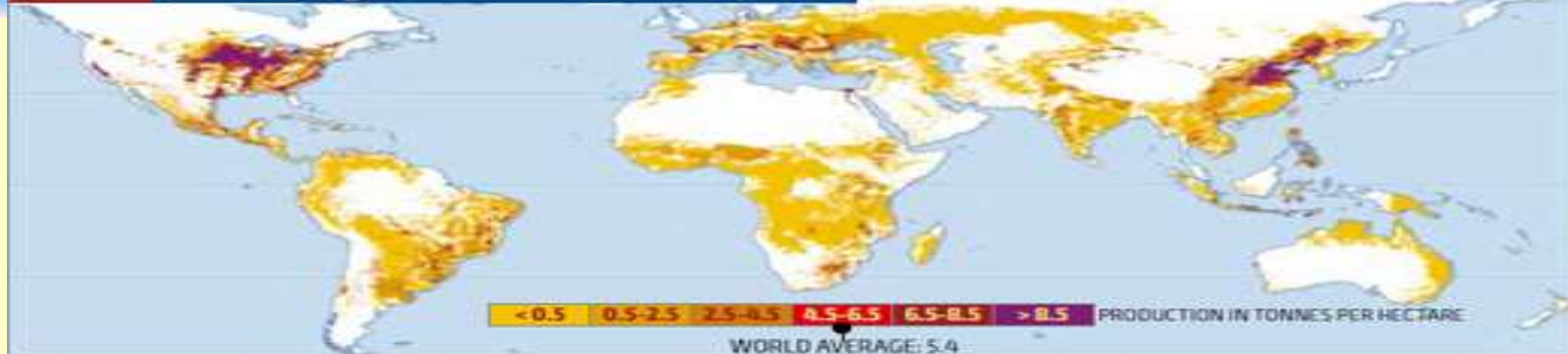
- **Lipnicovitá tráva**
- **Původem z Blízkého východu**
(Sýrie, Turecko, SAE)
- **Nesnáší přemokření**
- **Poměrně suchovzdorná**



**Pojďme napřed do světa – globální
trh**

Klíčové plodiny

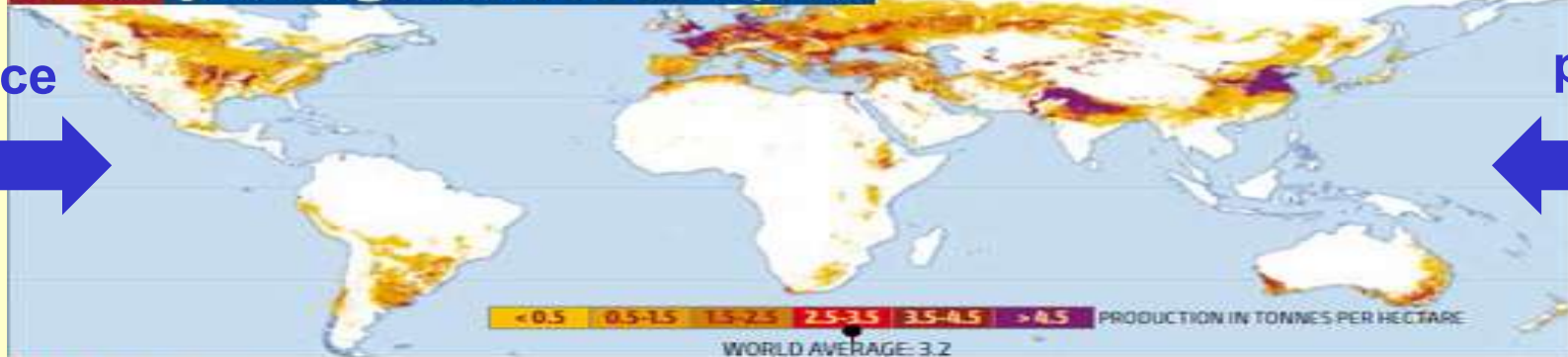
Maize producing areas of the world, 2010



Rice producing areas of the world, 2010



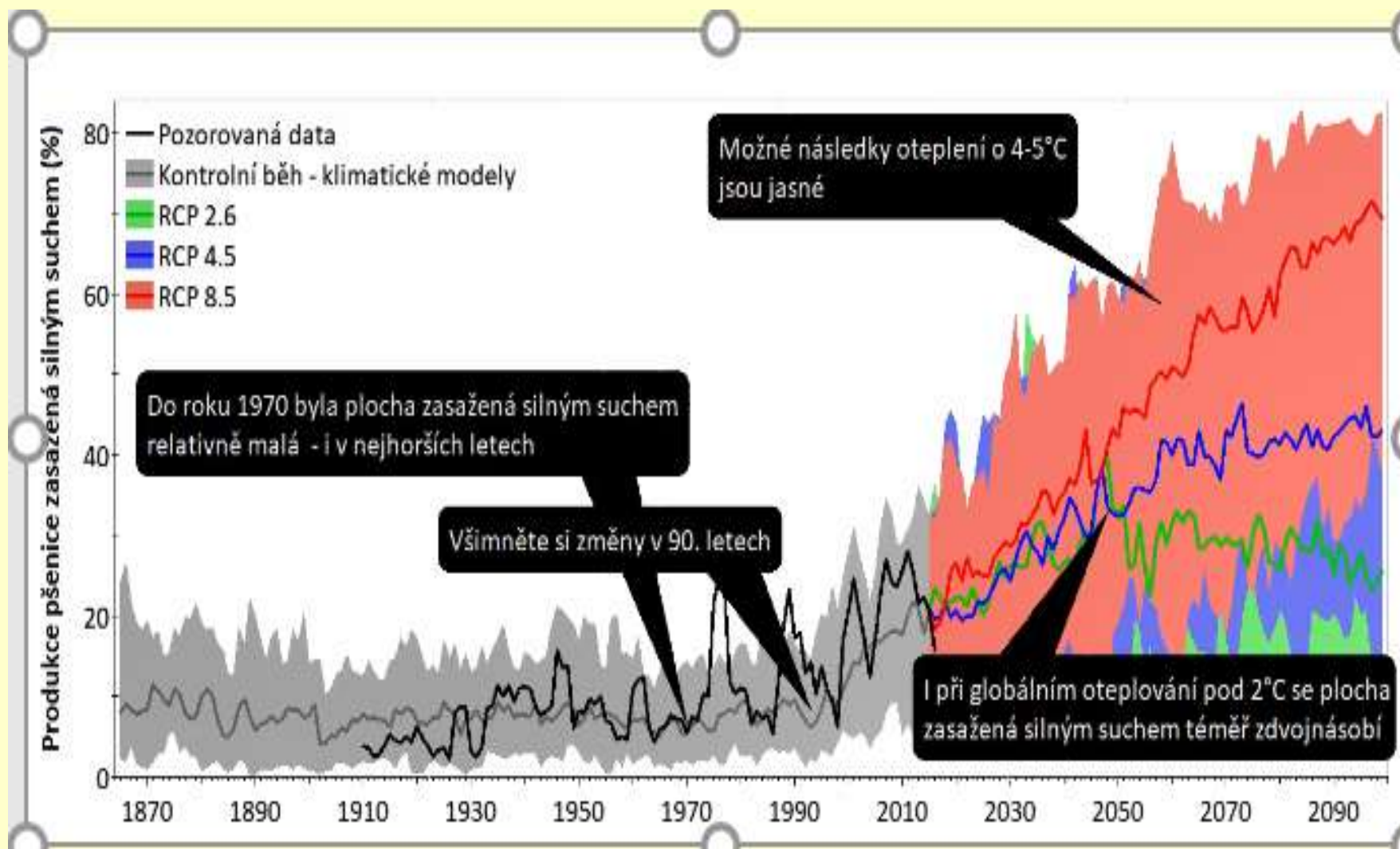
Wheat producing areas of the world, 2010



ošenice

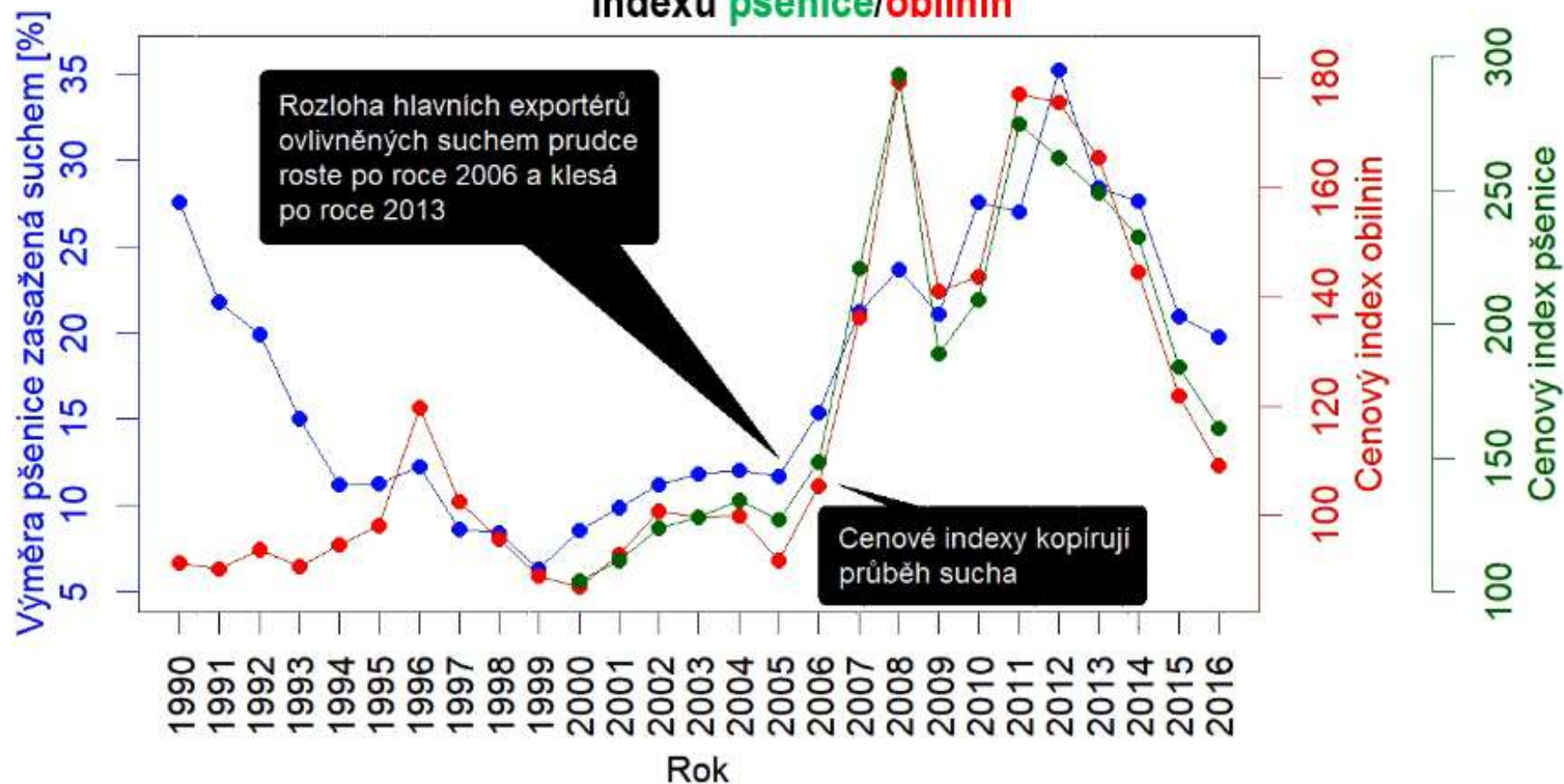
pšenice

Silná sucha ovlivňující pšenici – minulost a budoucnost



Korelace mezi suchem a cenou

Pěstební plocha pšenice hlavních 10 exportérů zasažená silným **suchem** ku cenovému indexu **pšenice/obilnin**



Sucho (nejen) u pšenice

- ovlivňuje růst a vývoj porostů, celkovou biomasu, kvalitu a výnos zrna
- projevuje se zkrácením stébel, vadnutím a stáčením listů, jejich postupným odumíráním a žloutnutím, nejprve od spodu, od nejstarších, směrem k nejmladším listům
- Konkrétně jde o redukci výnosotvorných prvků

Výnos zrna pšenice = násobek jednotlivých složek výnosu

1

2

3

počet klasů na jednotku plochy (cílová 600-700/m²) × počet zrn v klasu (40-50) × hmotnost tisíce zrn (vysoká je nad 50 g, jinak obilniny 30-50 g)

Ale mohou se kompenzovat!

Složky výnosu se vytvářejí v průběhu růstu a vývinu rostlin pšenice, které lze rozložit do následujících fází:

- fáze **vzcházení** (doba mezi setím a vzejitím) - klíčení rostlin;
- fáze **vegetativní** (doba mezi vzejitím a sloupkováním) - tvorba listů a odnoží;
- fáze **rané reprodukce** (doba mezi sloupkováním a metáním) - zakládání klásků a kvítků; - citlivé na sucho
- fáze **pozdní reprodukce** (doba mezi metáním a koncem kvetení) - kvetení a opylení; - citlivé na sucho
- fáze **tvorby zrna** (kvetení až plná zralost) - zrání zrn.

Podsychání porostů pšenice a nevyrovnanost při dozrávání (znovu „obrazí“) odnoží během sucha



Usychají odnože, dochází k redukci kvítků a zrn,
která jsou nedostatečně vyživována



Časové vymezení sucha pro plodiny

Plodina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ječmen jarní				●	→							
Pšenice ozimá	→			→	→	→	→		●	→		
Kukuřice na zrno					●	→	→	→	→	→		
Řepka ozimá	→			→	→	→	→	●	→	→		
Žito ozimé	→			→	→	→	→	→	●	→		
Oves				●	→	→	→	→				
Brambory				●	→	→	→	→				
Seno	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

Obr. 187. Přehled období (šedé buňky), jejichž vodní bilance vyjádřená relativním Z-indexem nejvíce korelovala s dosaženými výnosy ječmene jarního, pšenice ozimé, kukuřice na zrno, řepky ozimé, žita ozimého, ovesa, brambor a sena ve vybraných okresech České republiky v období 1961–2000. Tečkovaně je znázorněna typická délka trvání vegetace jednotlivých plodin od setí (kroužek) po sklizeň (šipka).

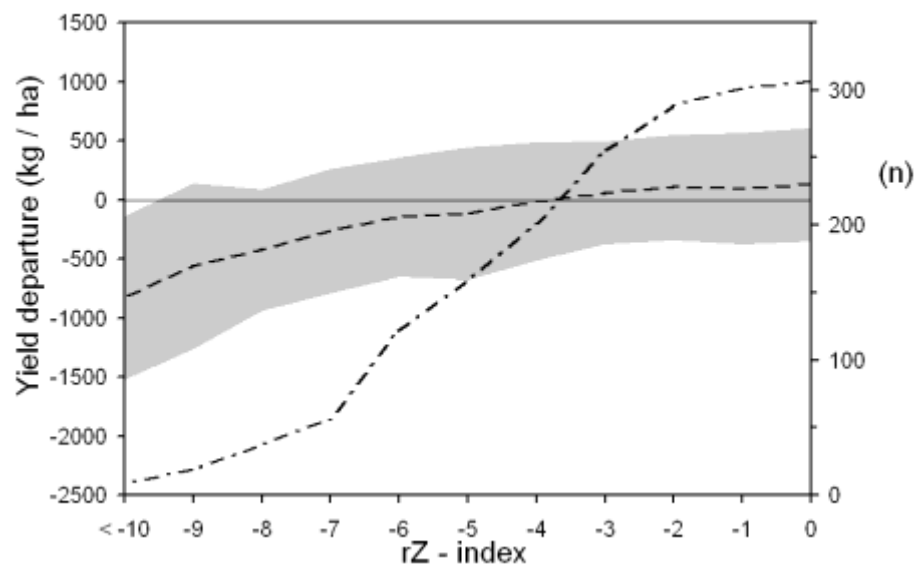


Ozim? Jařina?

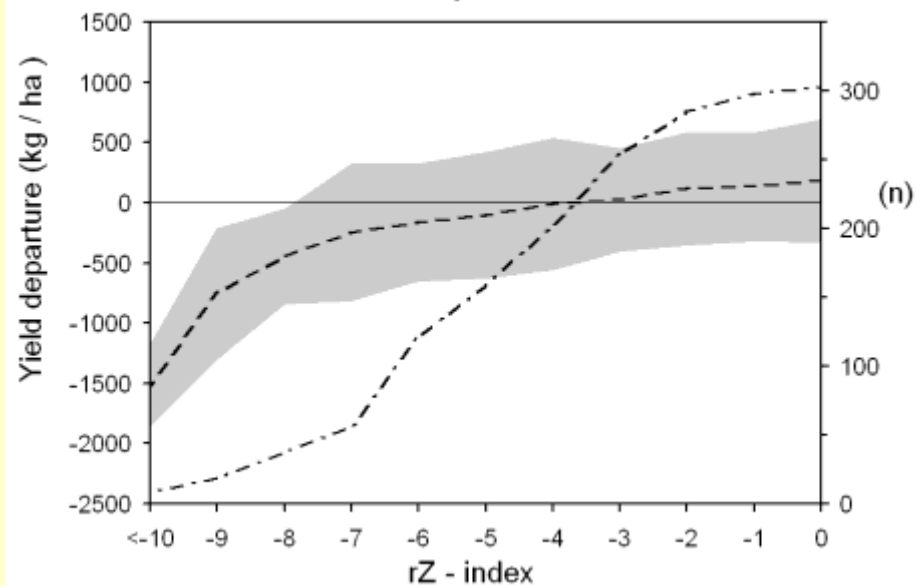
Dopady sucha na výnosy (1961-2000)

čerchovaná = počet případů sucha dané intenzity

Pšenice ozimá



Ječmen jarní





**kromě obilnin ještě
Kukuřice (C4) = je
suchovzdorná??**

Vysoké teploty a sucho ? C3 a C4

C3 – (mírný klimatický pás) karboxylačním enzymem je **rubisco** (karboxyluje RuP2) a prvním produktem fixace uhlíku **je tříuhlíkatá kyselina 3-fosfoglycerová** (PGA). Do této skupiny patří většina rostlinných druhů.

- Energeticky méně náročný typ fotosyntézy
- Více náchylná na vysoké teploty a sucho

C4 – (tropy, subtropy) karboxylační enzym je **PEP karboxyláza** (karboxyluje fosfoenolpyruvát – PEP) a prvním produktem fixace **uhlíku je čtyřuhlíkatá kyselina oxaloctová** (OAA).

- Energeticky více náročný typ fotosyntézy
- Méně náchylná na vysoké teploty a sucho

Kukuřice (C4) = je suchovzdorná??

Nepotřebuje moc vody na jednotku biomasy

Ale biomasy tvoří hodně!

I kořenů – vodní kořeny až 2 m

Závěr: je velmi citlivá na sucho

Sucho 2017 - dopady



Sucho 2017 - dopady



Sucho 2017 - dopady



Sucho 2017 – kukuřice - slunečnice



Kukuřice - Znojensko

20. června 2017



Cukrová řepa – Znojensko 20. června 2017



Vojtěška – Znojemsko 20. června 2017

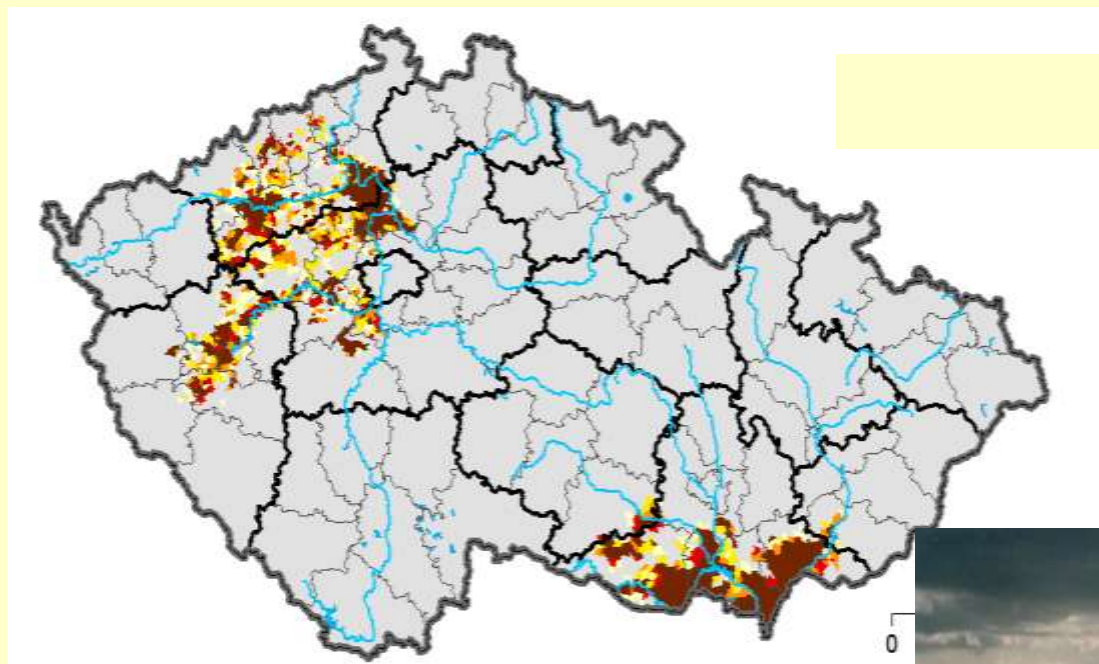


Dilema sucho: těžká x lehká půda

Sucho – těžší půdy – fluvizem



Katastry s vysýchavými pôdami (125 tis. ha)



Příklad agronomické prevence sucha

Do sušších oblastí ČR jsou u OZIMÉ PŠENICE doporučovány:

- **rané a středně rané odrůdy kompenzačního typu**
 - rychlejším jarním nástupem vegetace
 - umí „nahradit“ výnosotvorné prvky
 - Využít zimní vláhu!
- Opravdu to byla v roce 2020 dobrá volba, kdy srážky přišly později???

2019 – rané odrůdy prohrály

INTENZITA SUCHA V PŮDNÍM PROFILU 0–100 CM 2019

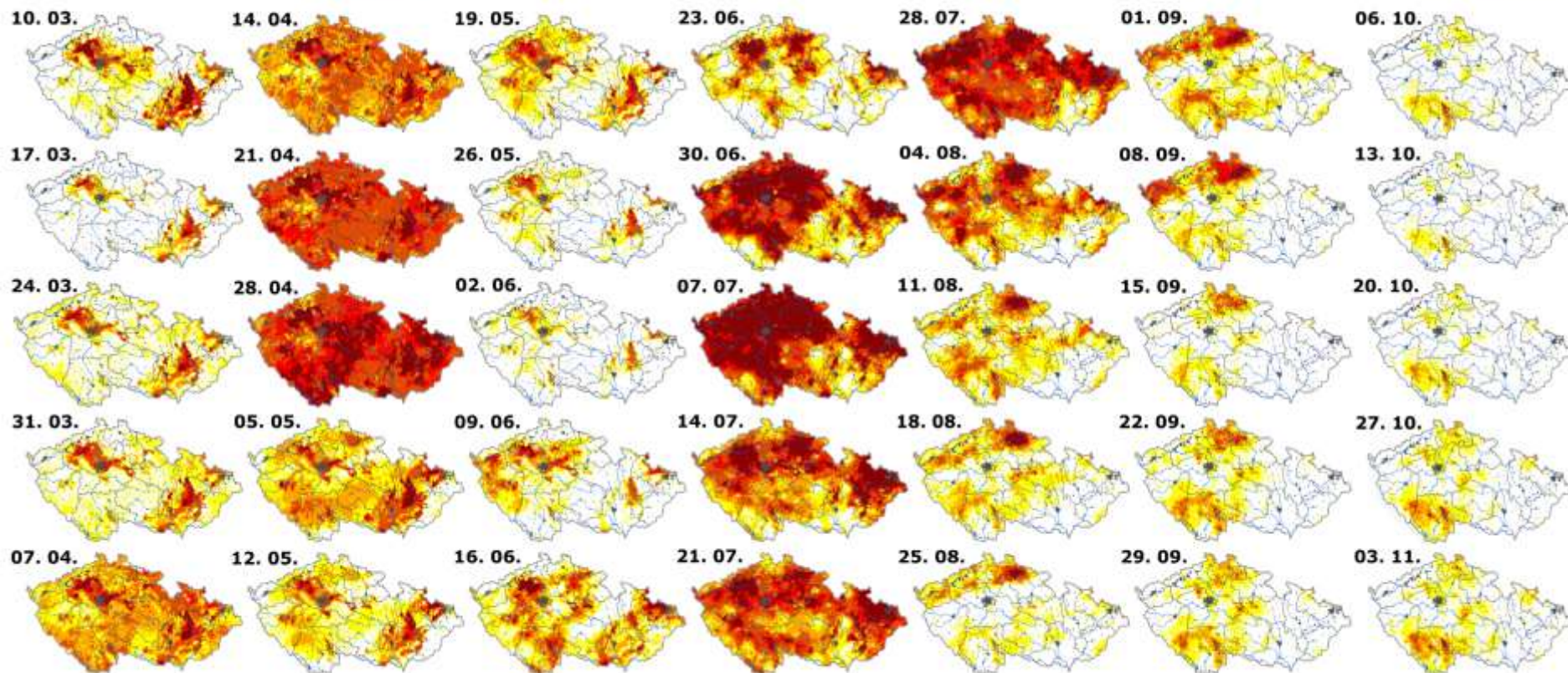
INTERSUCHO

STÁTNÍ
POZEMKOVÝ
ÚŘAD

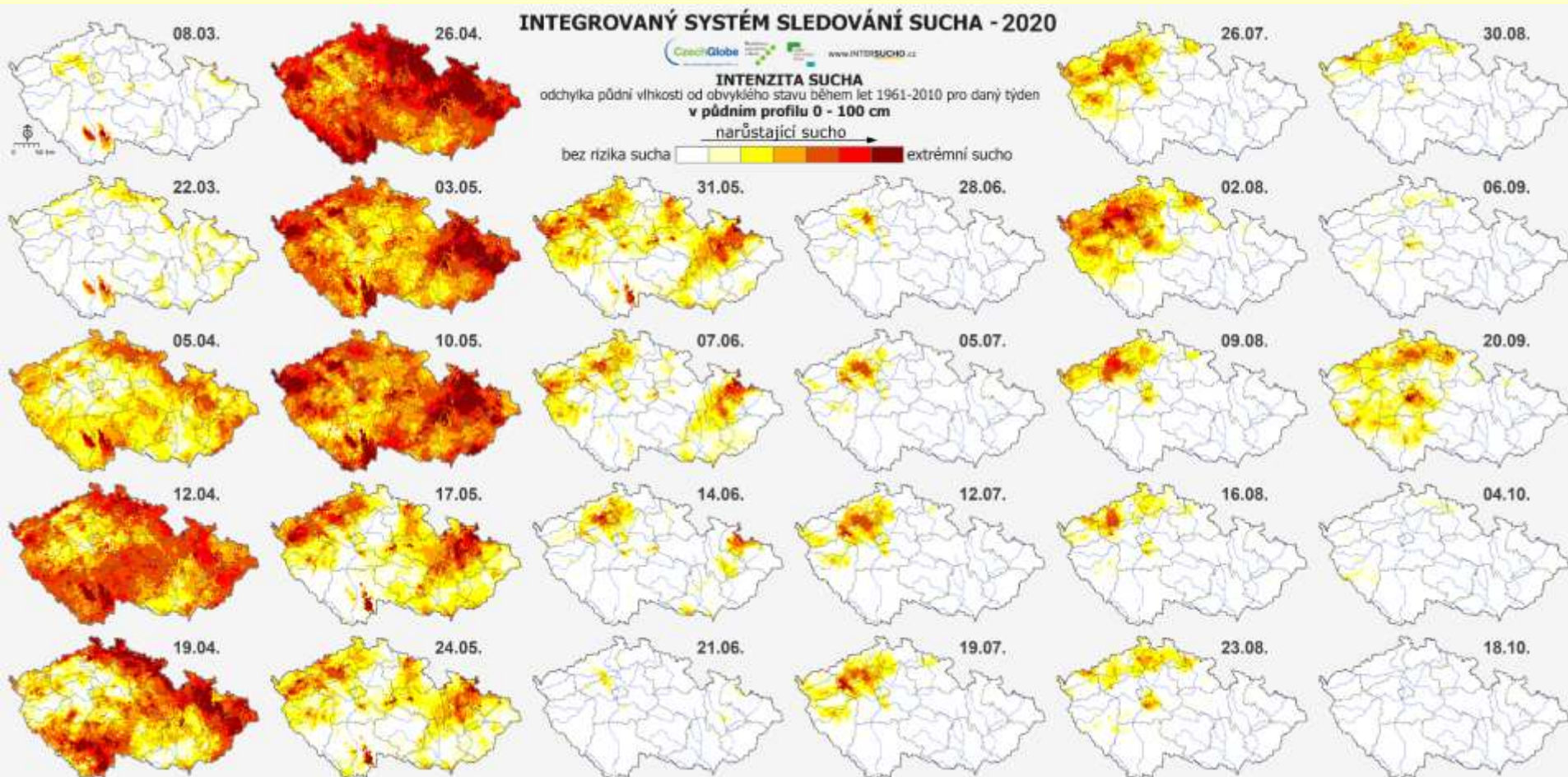
bez rizika sucha → narůstající sucho → extrémní sucho
odchylka půdní vlhkosti od průměru 1961–2010 pro daný den v roce 2019

Mendelova
univerzita
v Brně

CzechGlobe
Ústřední ústav zemědělské výroby ČR (ÚZV)



Stejně tak 2020



Reakce pšenice

Rané odrůdy pšenice

Především na lehkých půdách bývají stále častěji poškozeny suchem (není sníh)

- redukce odnoží
- mezerovitost
- zasychání špiček klasů
- nevyrovnanost dozrávání (nové odnože)





Co s tím?

Nejvážnější extrém (2020)



<https://www.intersucho.cz/userfiles/file/ZemedelskeSucho.pdf>



**Vše se v knize točí kolem
klíčového bodu a to je.....**

Půda - Zadržet vodu v půdě?

Kvalitní zdravá půda (černozem)
zadrží až **300 mm** vody

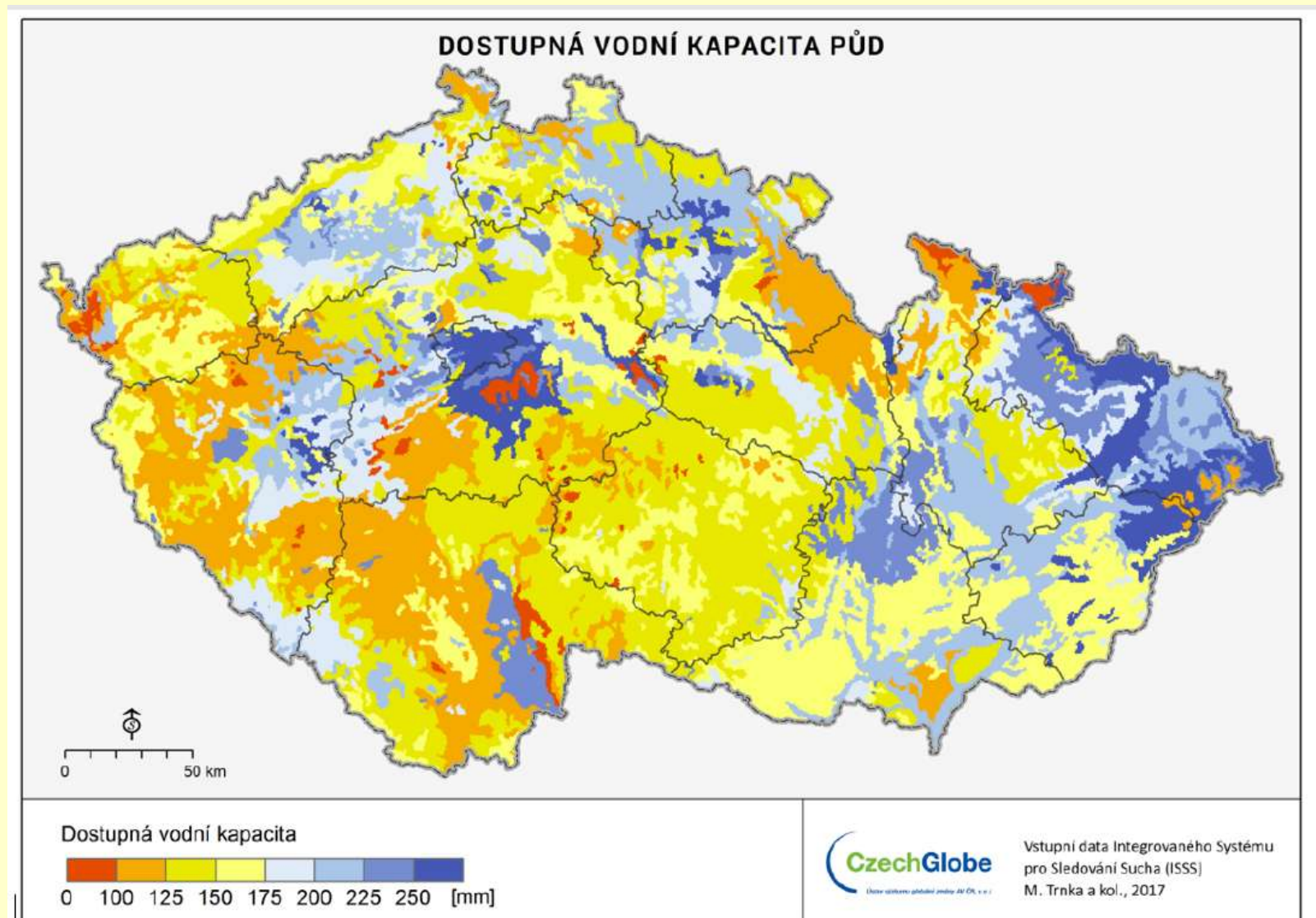
Degradovaná, utužená černozem (písky)
50 mm vody

Denní výpar na jaře **3 mm**:

$300 / 3 = 100$ dní = tři měsíce!!

$50 / 3 = 17$ dní = dva týdny !!

ČR





Věnujeme se v knize i šlechtění

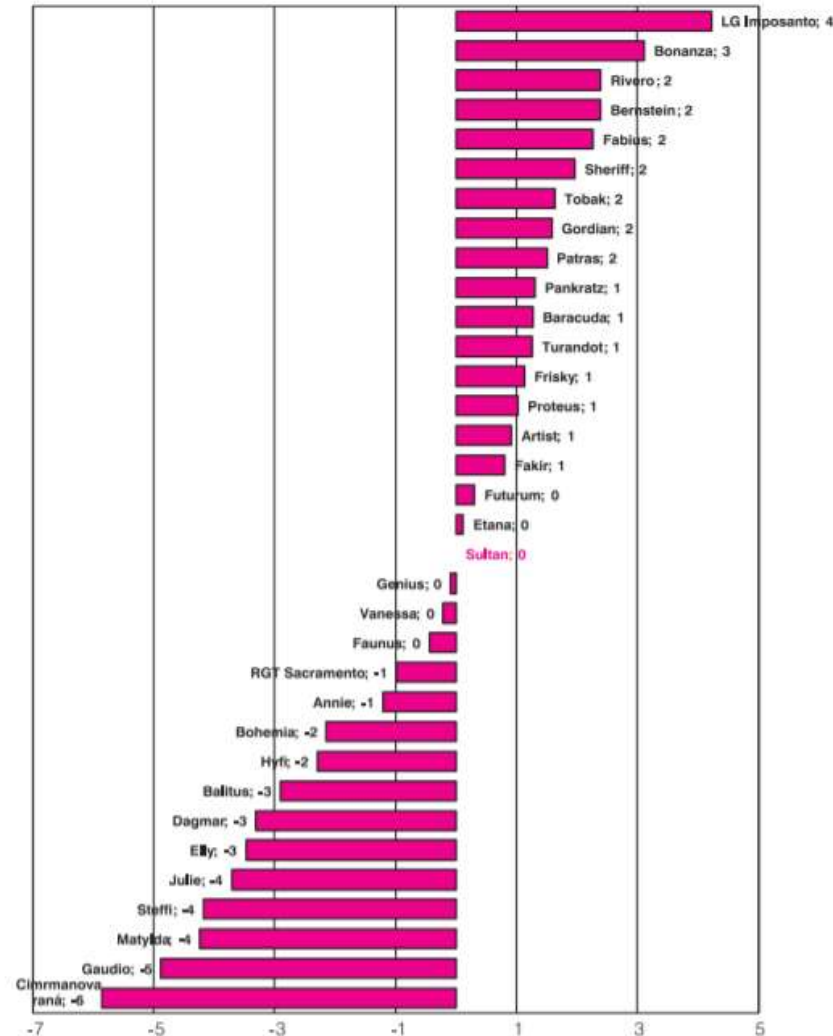
Vyšší využití vody

Kořenový systém

Ranost

Ranost – odrůd – řádově dny příklad ozimá pšenice

Ranost – průměrné rozdíly v době začátku metání v letech 2014–2017 od odrůdy Sultan (dny)



Raná
Poloraná
Polopozdní
Pozdní

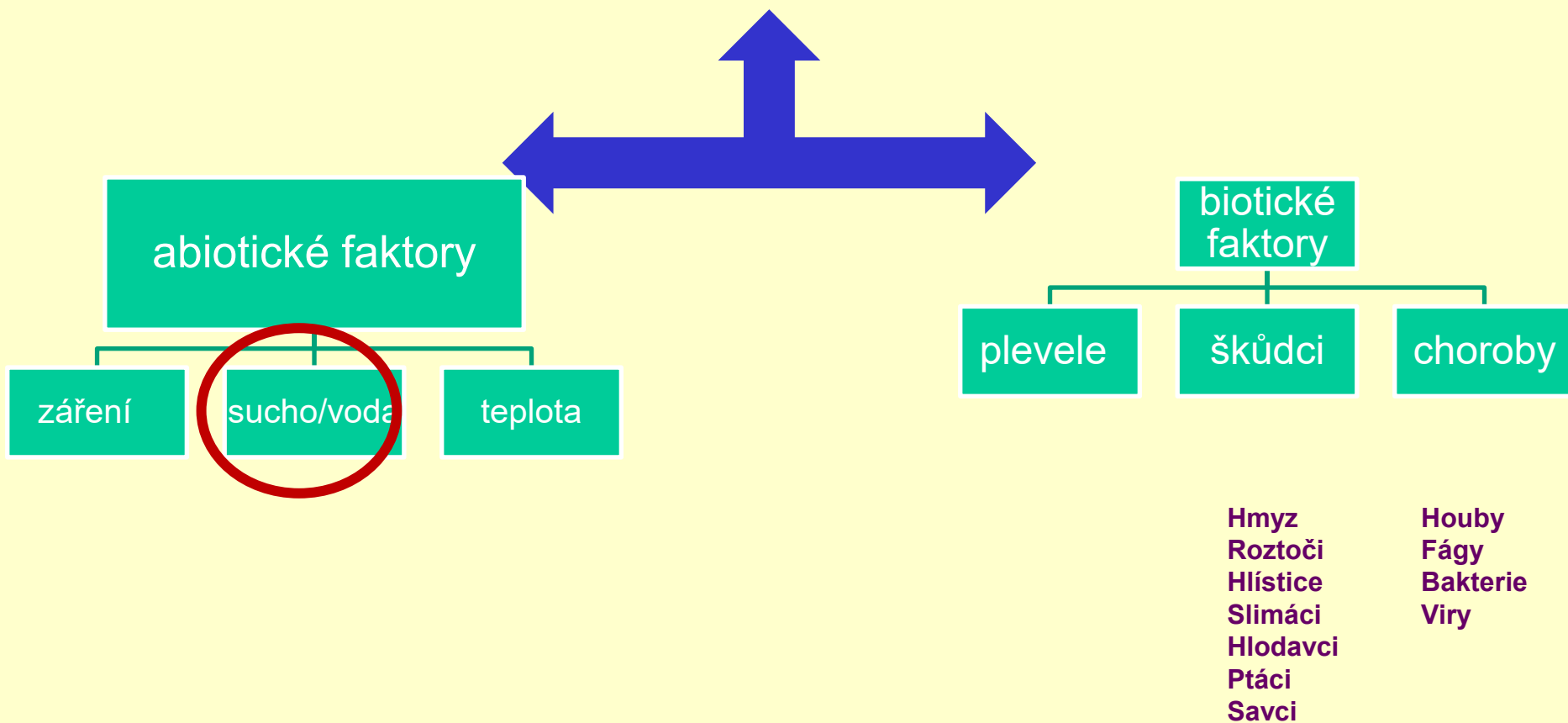
Rozdíl: dny!

Šlechtění na ranost



Raná
Poloraná
Polopozdní
Pozdní

Ztráty výnosu - mokro





Mokro



Není voda jako voda

aneb příběh kapalného a pevného skupenství

Častá otázka:

sníh (pevné) x srážky (kapalné)
aneb 7 důvodů proč je **sníh** lepší

Na sublimaci více energie (2 835 J/g) než na výpar (2 500 J/g) – sníh odolá více výparu

Teplé zimy beze sněhu = vyšší výpar (evaporace)

Sníh = bílá barva – radiační bilance albedo

Sníh neodteče na svazích, voda ano

Sníh = izolace proti vymrzání (Ř+P)

Voda v půdě zmrzne (holomrazy), sníh to nedovolí

Sníh lépe doplňuje podzemní vodu

Jarní tání pro půdu požehnání !!

Negativní vlivy – spojené se sněhem

(Pojišťovna to nazývá vyzimováním + choroby a škůci)

- Vyležení
- Vymáčení (vymokání)

Plíseň sněžná – nemoc

Rážovka sněžná – houba



Vyležení - Vyležení porostu triticales, Domanínek (foto V. Heger, 07.03.2019)



Vyležení pšenice



Vyležení obilnin a trav

- Sníh napadl na vegetaci co není v dormanci
- omezená fotosyntéza, ale běží respirace
- odumření rostlin následkem jejich vyčerpání pod dlouhodobým působením silné vrstvy sněhu za spoluúčasti fytopatogenních hub, zejména rážovkou sněžnou (způsobená houbou *Monographella nivalis* var. *Nivalis*, *Microdochium nivale* – rážovka sněžná).

nivalis = latinsky sněžný, sněhový



- bezprostředně po roztání sněhu se objevují na porostu bělavé až růžově zabarvené skvrny nemoci plísně sněžné a jejich konidií
- výsledkem jsou mezerovité nebo zcela uhynulé plochy porostů
- více citlivé na vyležení jsou žita a triticales než pšenice a ječmeny, z trav jílky a psinečky pak i další trávy

Vymáčení



- 1 nasycená půda
- 2 podzemní voda
- 3 utužená půda

Vymáčení (vymokání)

kdy mohou být rostliny zaplaveny
vodou z tajícího sněhu i ledu po
oblevě a jarním zaplavení

Vymáčení



...a pak se vrátí mráz a je konec





Další dva typy abiotických rizik

- déšť (voda v půdě) v době sklizně**
- poléhání**

Dopady mokra v době sklizně

Zpoždění žňových prací

Rostou náklady na dosušení

Na místo potravinářské kvality je krmná

Nejde sklídit cukrovku, kukuřici

Nejde včas zasít ozimy (řepka)

Je to druhý nepojistitelný jev

**Srážky v době sklizně!
např. 2020, 2023, 2024**

Dopady mokra - sklizeň



Co když nepřijde - vhodné počasí



Co když nepřijde - vhodné počasí



Cukrovar nepočká
Nezastaví se
Připlatí za dovoz

Poléhání (kroupy a vítr)

- postihuje především obilniny, je vyvoláno silným větrem či intenzivními srážkami (často spojenými s oblakem typu cumulonimbus, tedy bouřkou a kroupami), které nasycují až přemokřují půdu.





Meteorologické okénko - oblaka

Kondenzáty ve vyšších vrstvách atmosféry

➤ Důsledkem jsou **Oblaka**

dvě podmínky vzniku oblaků:

1. vzduch musí být nasycen vodní parou
(= ochlazení vzduchu)
2. přítomnost tzv. kondenzačních jader –
mikroskopické částice co nejsou hydrofóbní

TŘÍDĚNÍ OBLAKŮ

1. Podle složení

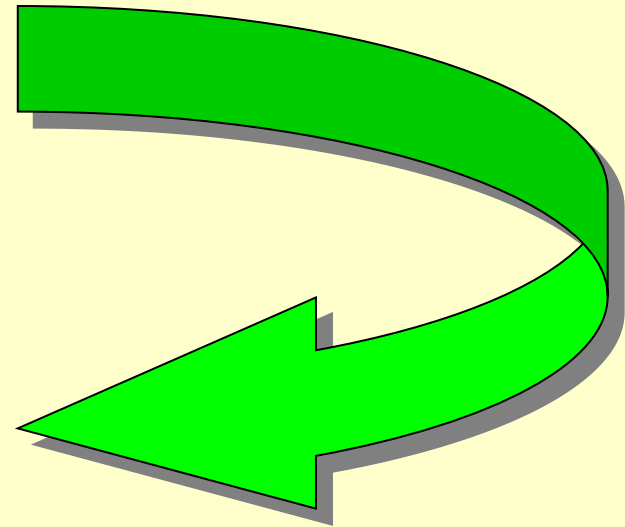
2. Podle výšky

3. Podle tvaru

Podle složení

- vodní (do $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ výjimečně $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- smíšená
- ledová (teplota pod -30°C)

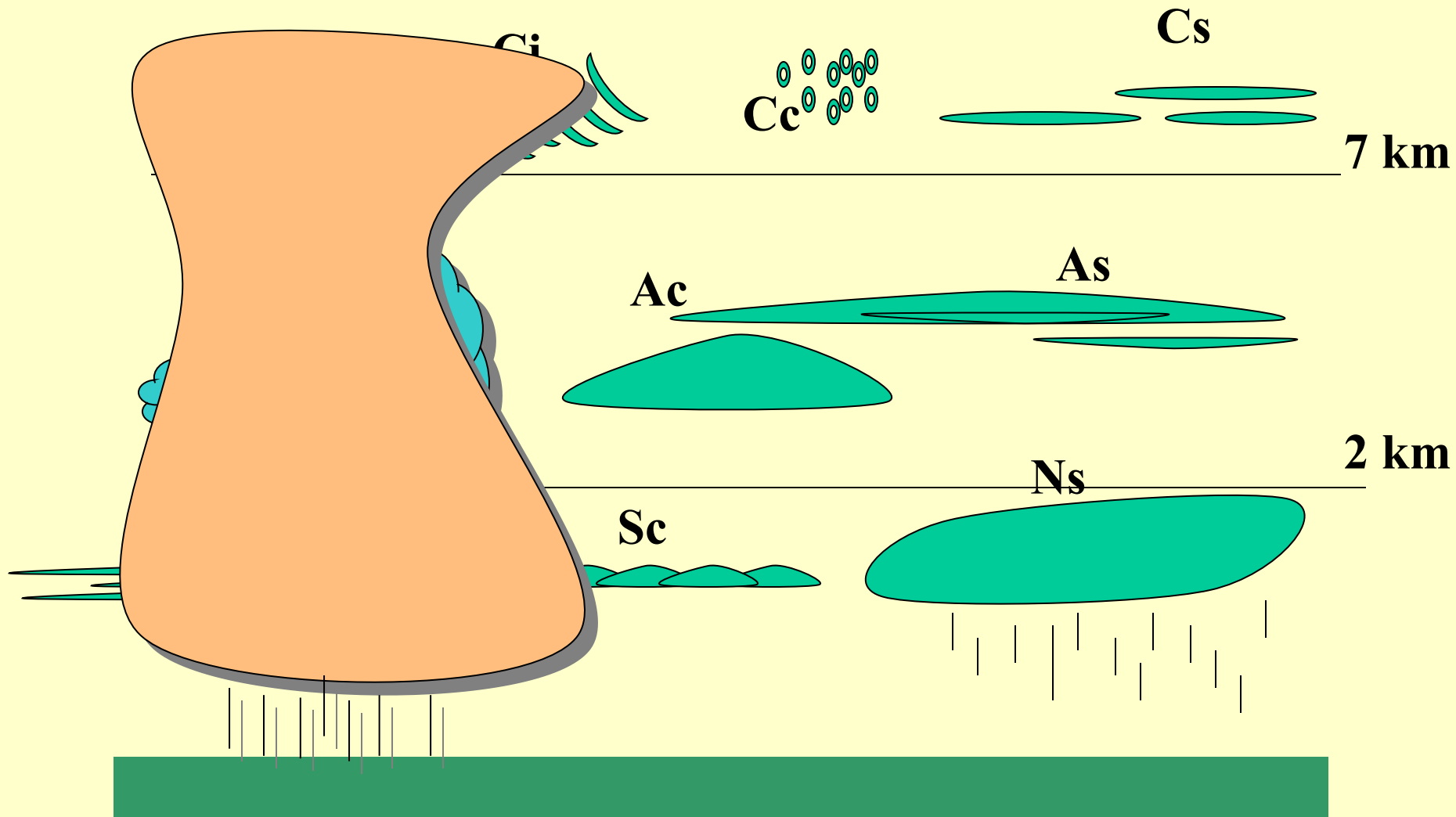
**Významné
srážky!!**

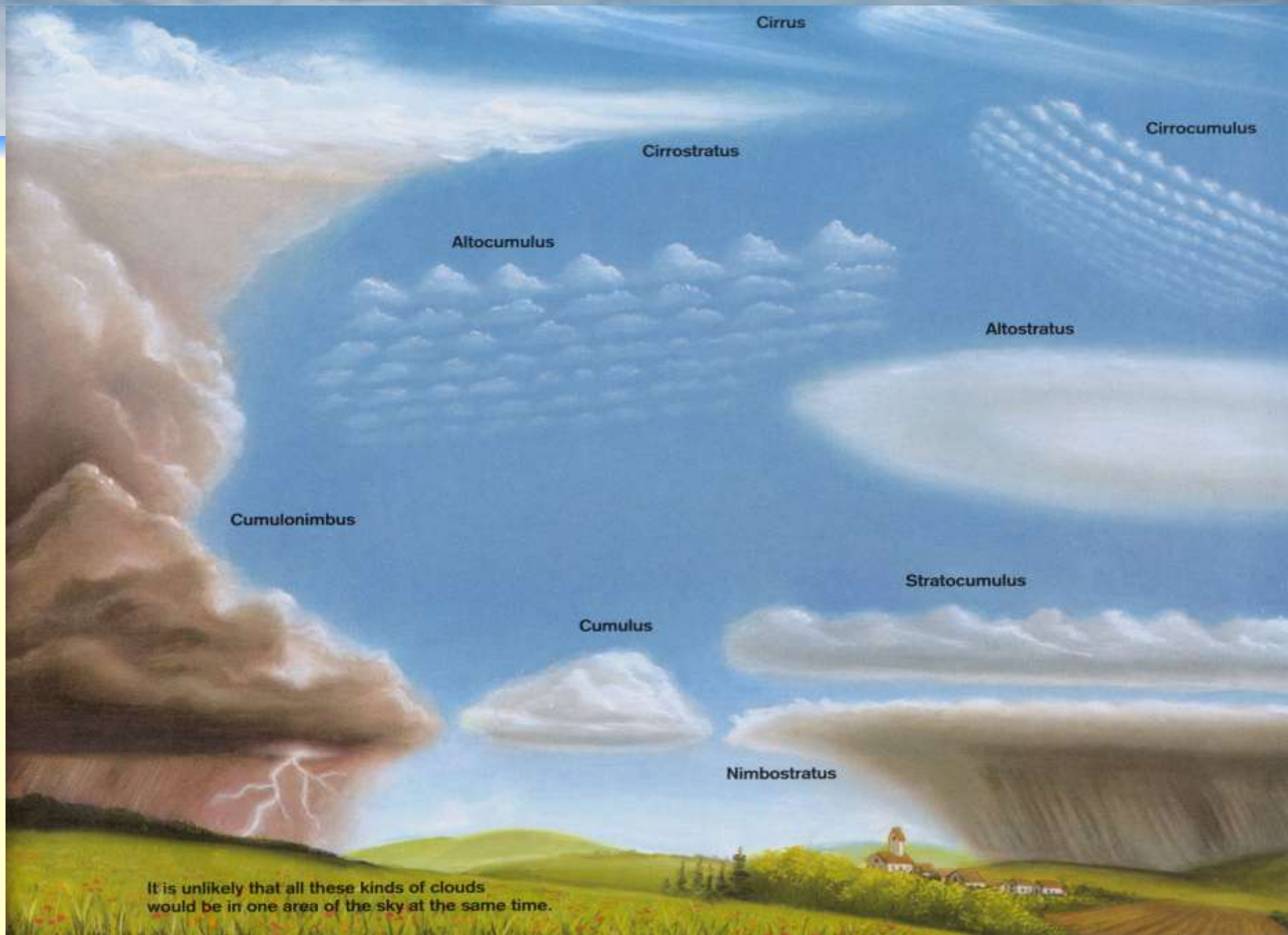


Třídění podle výšky a tvaru (druhy 10)

- **Nízká:** typickými druhy jsou
 - 1. **STRATUS** St pod 2 000 m
 - 2. **STRATOCUMULUS** Sc
 - 3. **NIMBOSTRATUS** Ns
- **Střední:**
 - 4. **ALTOSTRATUS** As 2 000 – 7 000 m
 - 5. **ALTOCUMULUS** Ac
- **Vysoká:**
 - 6. **CIRRUS** Ci nad 7 000 m
 - 7. **CIRROSTRATUS** Cs
 - 8. **CIRROCUMULUS** Cc
- **S vertikálním vývojem:**
 - 9. **CUMULUS** Cu
 - 10. **CUMULONIMBUS** Cb

Oblaka – výškový profil





It is unlikely that all these kinds of clouds would be in one area of the sky at the same time.

Popis oblaku:

➤ druh (10)

- ⇒ tvar (floccus, congestus, fractus, uncinus...)
- ⇒ odrůda - průsvitnost (translucidus, perlucidus, vertebratus..)
- ⇒ doplňkové tvary (zvláštnosti) - incus, mamma, virga

např: Stratocumulus stratiformis translucidus virga



Stratus – sloha

- šedá vrstva
- jednotvárná základna
- mrholení



Nimbostratus – dešťová sloha



Stratocumulus



Altostratus – vyvýšená sloha

Alto cumulus

PSC Cloud Photo



Alto cumulus

PSC Cloud Photo
Courtesy of Jay Shafer



Alto cumulus

PSC Cloud Photo
Courtesy of Jay Shafer



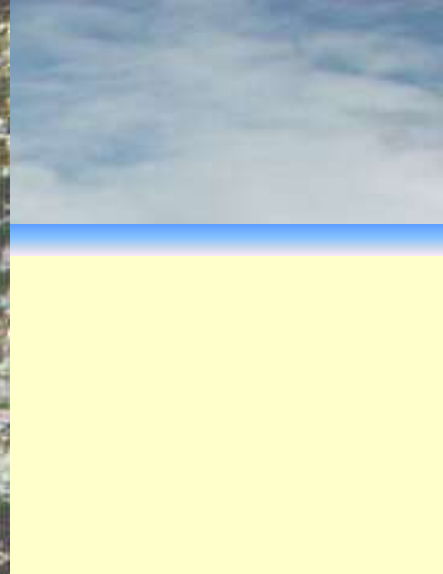
Alto cumulus
– vyvýšená kupa



Cirrus – řasa
- bílá vlákna
- úzké pruhy

Cirrostratus

PSC Cloud Photo



Cirrostratus
- řasosloha



**Cirrocumulus -
řasokupa**



Cumulus humilis (1)



**Cumulus
congestus (3)**



Cumulus mediocris (2)

Cumulonimbus – bouřkový oblak

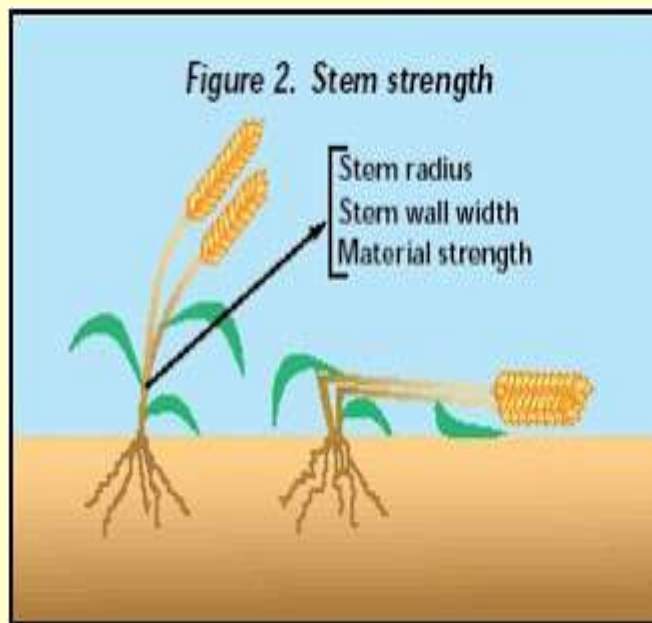




**Konec meteookénka – oblaka
a zpět k poléhání**

Poléhání (kroupy a vítr)

- Pro intenzitu poléhání je však potřeba zhodnotit i náchylnost porostu k tomuto jevu, která je daná řadou faktorů a to především nadstandardní úrovní dusíkaté výživy včetně uvolňování dusíku při mineralizaci, velmi silně i mechanickou náchylností odrůdy danou např. průměrem stébla, velikostí klasu a rostlin, dále nerovnoměrnou hloubkou setí, hustotou porostu, kdy hustý porost je stejně náchylný jako řídký.



Průměr stébla
Šířka stěny stébla
Pevnost stébla

Poléhání - kroupy

- postihuje především obilniny - **intenzivní srážky** (často spojenými s oblakem typu cumulonimbus, tedy bouřkou a kroupami), které nasycují až přemokřují půdu.
- Intenzivní srážky nemají rovnoběžné položení klasů



Poléhání (vítr)

- postihuje především obilniny, je vyvoláno silným větrem či intenzivními srážkami (často spojenými s oblakem typu cumulonimbus, tedy bouřkou a kroupami), které nasycují až přemokřují půdu.
- Větrem způsobené plošné položení stébel je často rovnoběžné s jeho směrem.



Poléhání (kroupy a vítr)

- Ekonomické ztráty jsou tím vyšší, čím je polehnutí v ranější fenologické fázi. Dřívější polehnutí snižuje nejen výnos zrna, ale zhoršuje i jakost zrna a způsobuje problémy s průběhem sklizně.



Poléhání (kroupy a vítr)

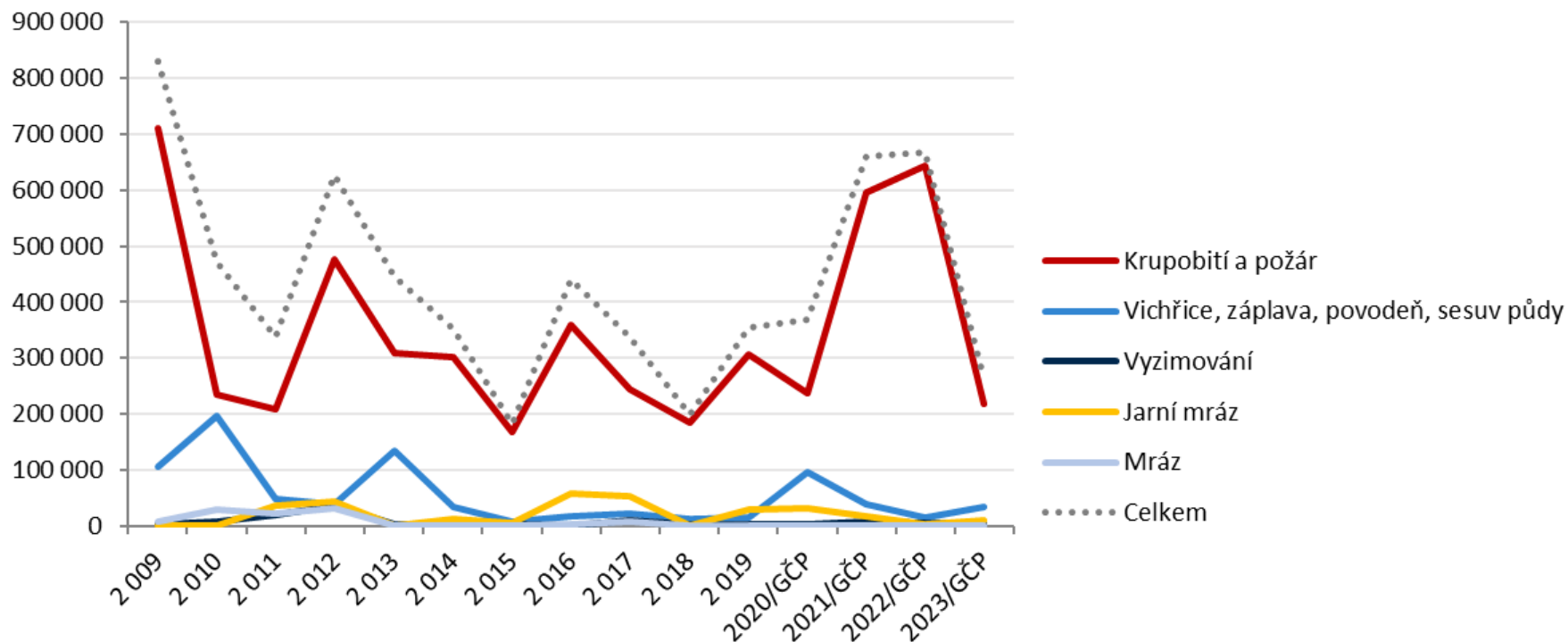
- Poléhání je umocněno zdravotním stavem (choroby pat stébel či poškození kořenového systému škůdci např. bázlivec kukuřičný) porostu.



(stéblolam, černání kořenů a báze stébel obilnin, lemovaná stébelná skvrnitost a obecná krčková a kořenová hniloba..)

Krupobití = škoda č. 1 pro pojišťovny

Vyplacené škody v Kč



Mák + vichřice + kroupy





Chmelnice + krupobití



To byla cibule....



Kroupy a řepka



**Kroupy a řepka (semena ze šešulí
jsou vysypaná)**



Brambory



Kroupy



Chmelnice + vichřice



Polehlá vinice





Meteookénko - vítr

Charakteristiky větru

- směr
- rychlost
- nárazovitost

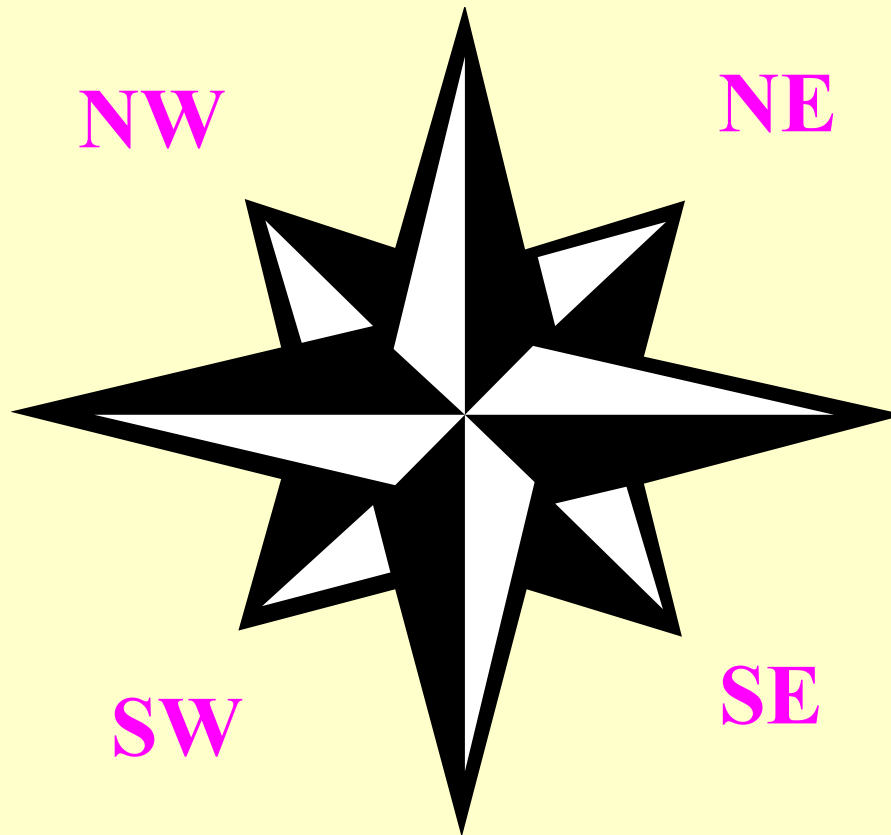
Směr větru – odkud!!

N ~~00~~ nebo 36

00 = calm

27 W

E 09



SW

SE

S 18

Rychlost větru

➤ m.s^{-1}

➤ km.h^{-1}

➤ knots

⇒ ($1 \text{ kn} = 0,51 \text{ m.s}^{-1} = 1852 \text{ m} / 3\,600 \text{ s} =$
námořní míle/hod)

➤ $^{\circ}\text{B}$

Beaufortova stupnice

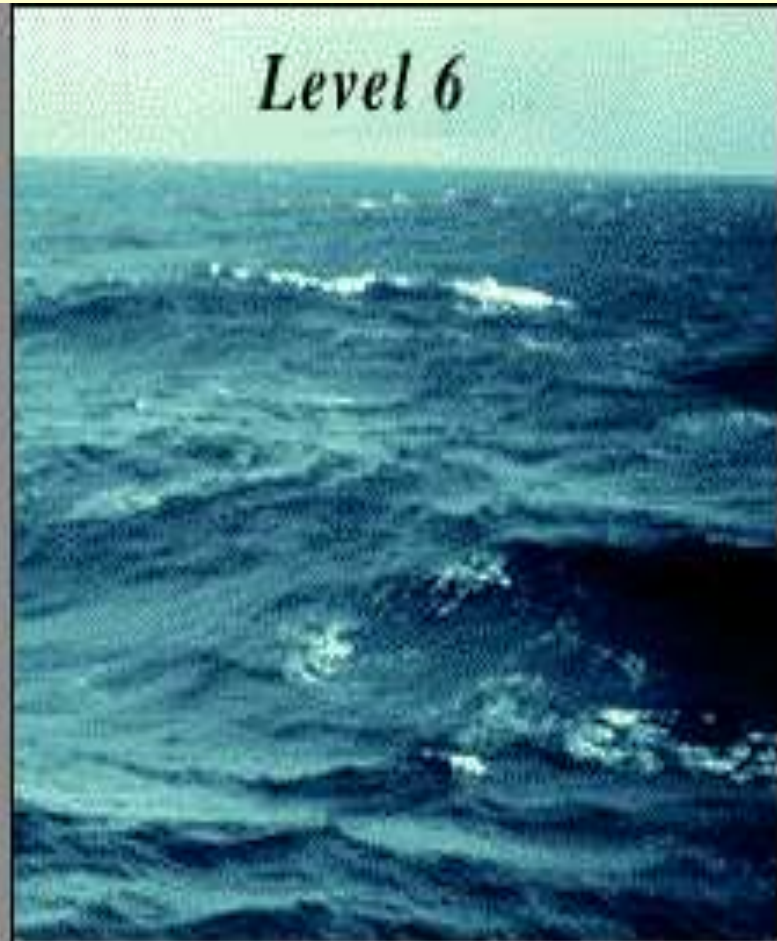
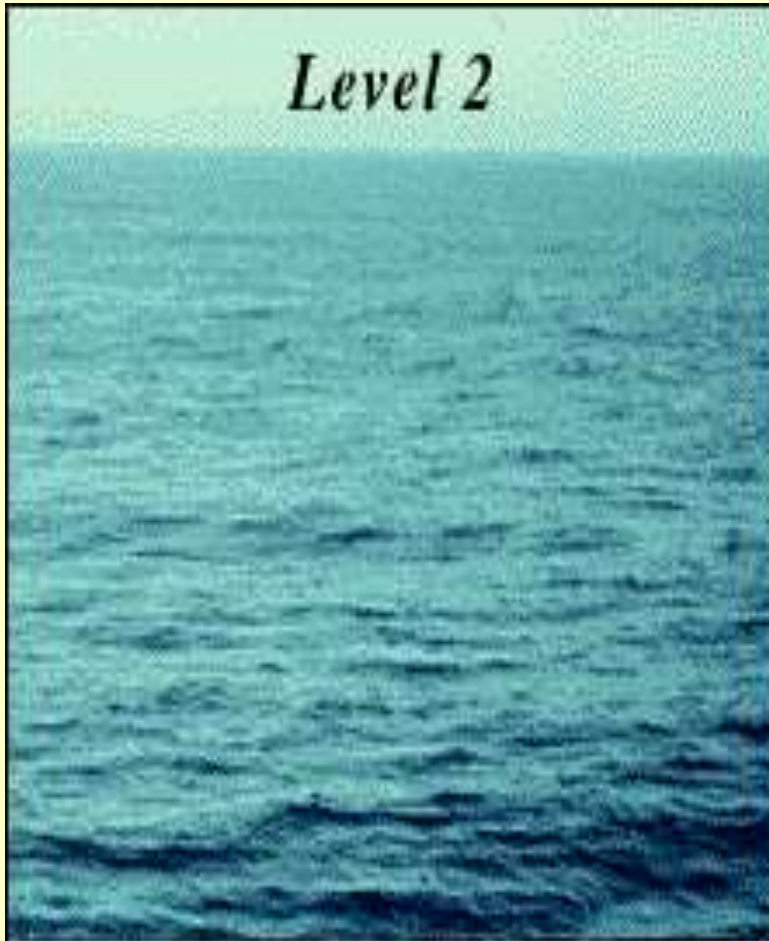
BEAUFORTOVA STUPNICE

STUPEŇ	RYCHLOST (m·s ⁻¹)	OZNAČENÍ
0	0,0 - 0,2	BEZVĚTRÍ
1	0,3 - 1,5	VÁNEK
2	1,6 - 3,3	SLABÝ VÍTR
3	3,4 - 5,4	MÍRNÝ VÍTR
4	5,5 - 7,9	DOSTI ČERSTVÝ VÍTR
5	8,0 - 10,7	ČERSTVÝ VÍTR
6	10,8 - 13,8	SILNÝ VÍTR
7	13,9 - 17,1	PRUDKÝ VÍTR
8	17,2 - 20,7	BOUŘLIVÝ VÍTR
9	20,8 - 24,4	VICHŘICE
10	24,5 - 28,4	SILNÁ VICHŘICE
11	28,5 - 32,6	MOHUTNÁ VICHŘICE
12	> 32,7	ORKÁN



Stupeň 6

Beaufortova stupnice - účinky



Bioklimatologický význam větru

POZITIVNÍ:

- výměna vzduchu
- větrné opylení (**anemofylie**)
- přenášení semen a plodů (**anemochorie**)
- pohyb listů
- rozrušení inverzní vrstvy
- zdroj energie

Zdroj energie



Větrná energie v ČR (minimum 4 m.s⁻¹)



5 - 6 m.s⁻¹



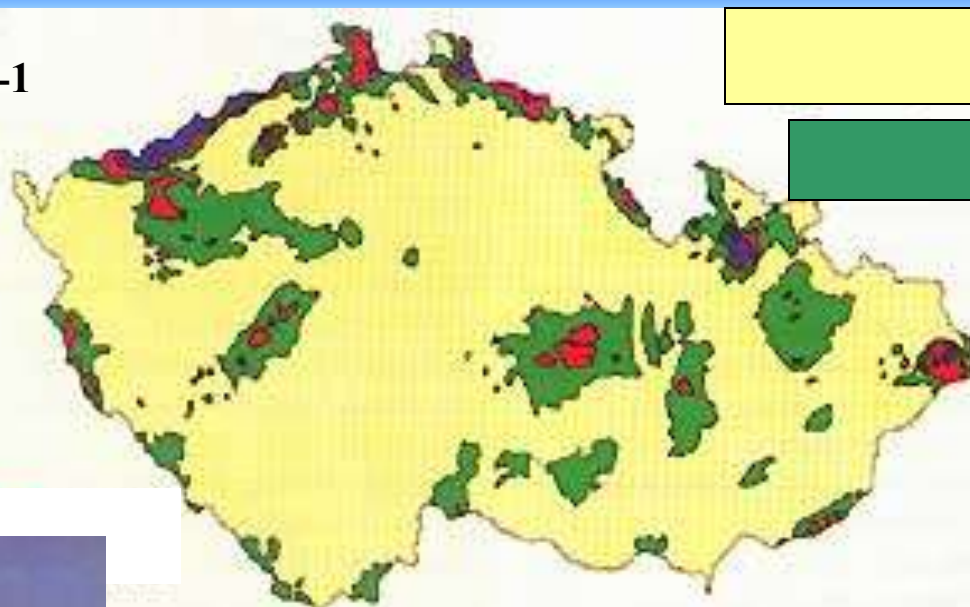
> 6 m.s⁻¹



< 4 m.s⁻¹



4 - 5 m.s⁻¹



Třídění Podle výkonu

Typ	Výkon VE (kW)
-----	---------------

Malé	do 20
------	-------

Střední	20 - 50
---------	---------

Velké	nad 50
-------	--------

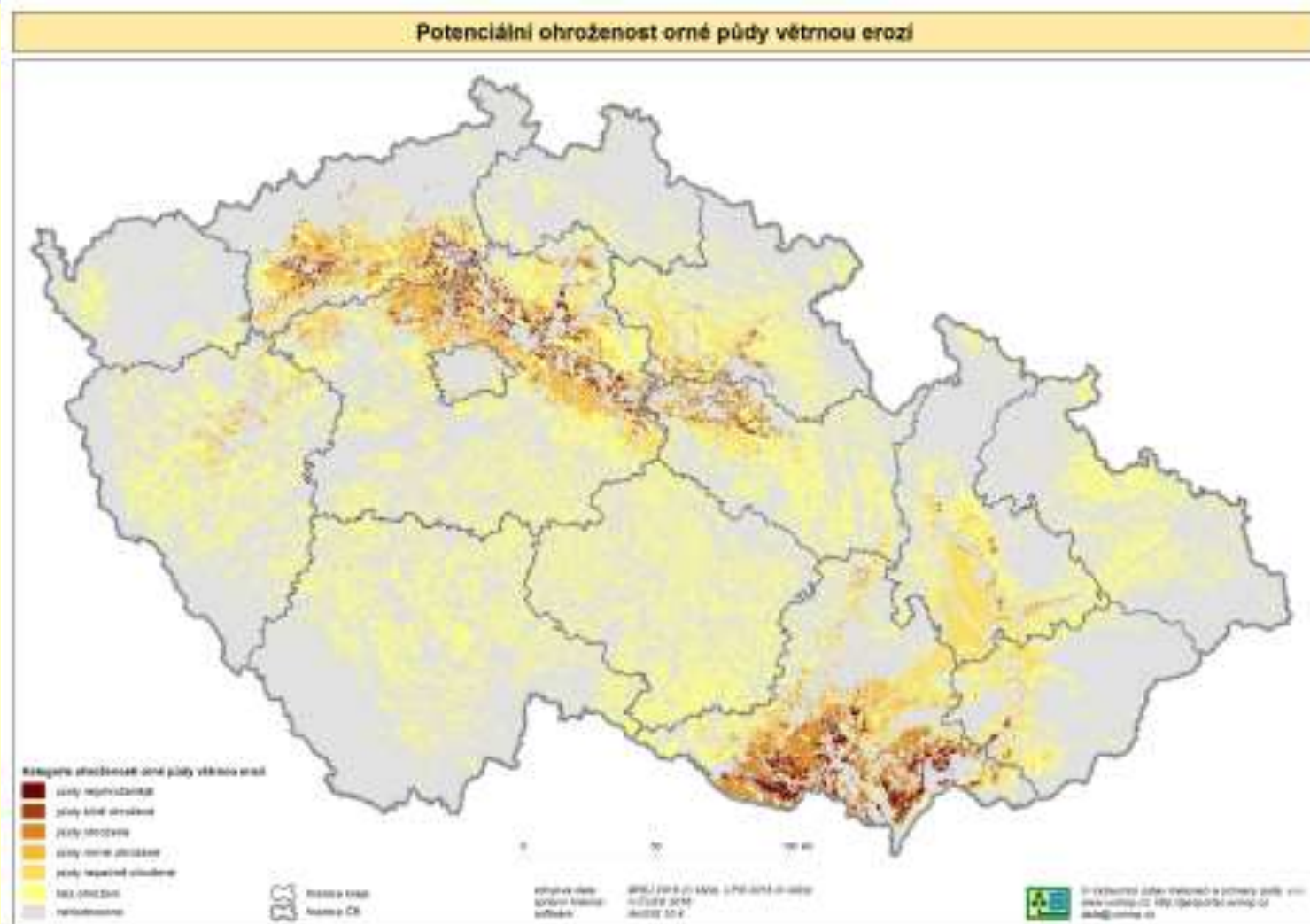


Bioklimatologický význam větru

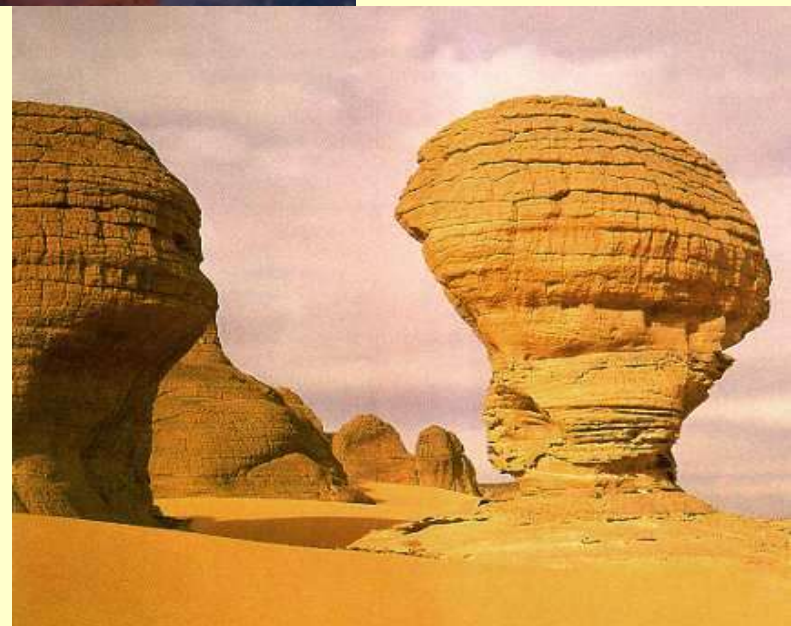
NEGATIVNÍ:

- podporuje výpar
- přenášení škůdců a plevelů
 - ⇒ Blýskáček řepkový 600 m ale s větrem i 13 km (podobně i kůrovec)
- odnáší sníh
- větrná eroze
- polomy – >10 st. °B
- vlajkové stromy

Území ohrožené větrnou erozí (20 %)



Větrná eroze



Silné vichřice

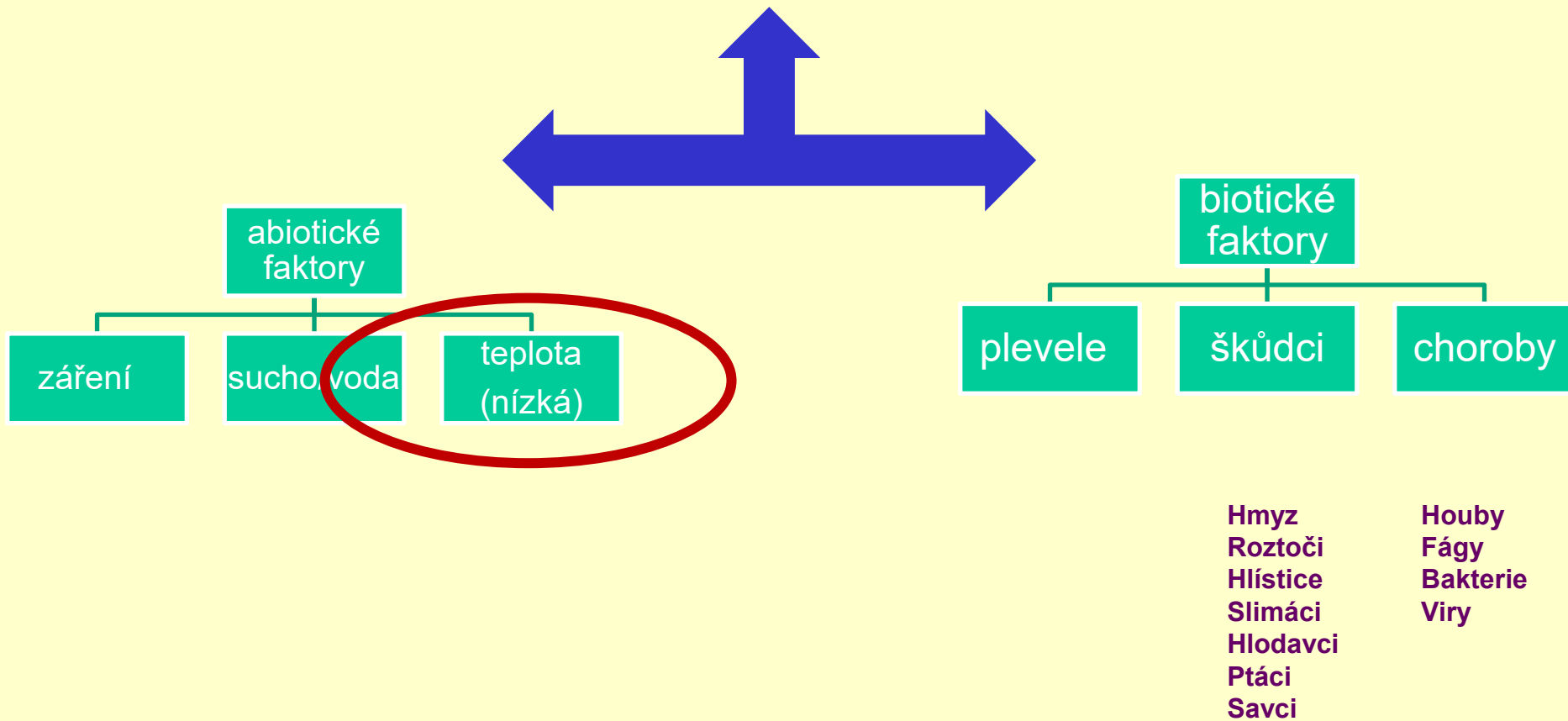


Vysoké Tatry 19.11.2004



- rychlost až 170km/h
- 25 000 ha zničeno
- 12 000 ha poškozeno

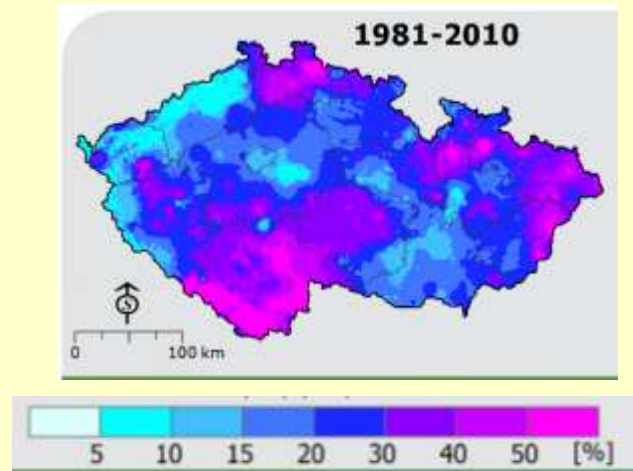
agrometeorologie a ztráty výnosu



Teplota

1. nízká v zimě (mráz a sníh)
- 2 . nízká v době vegetace
3. vysoká teplota v době vegetace

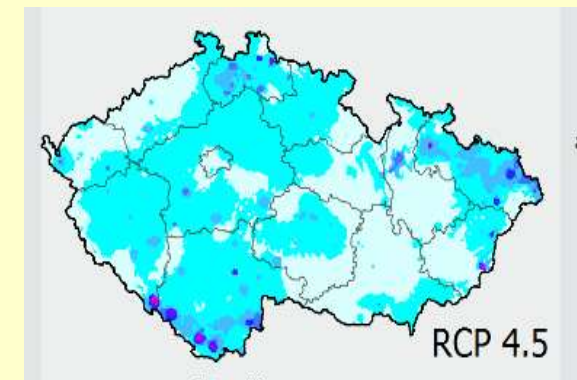
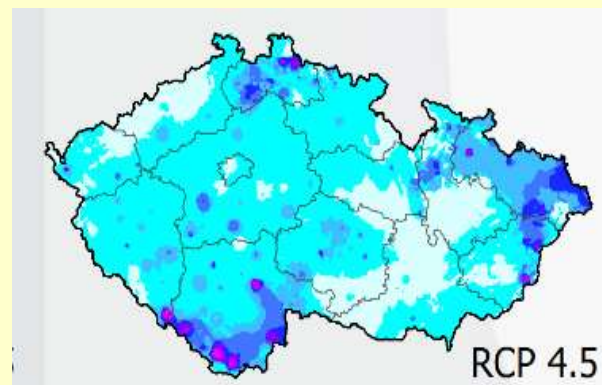
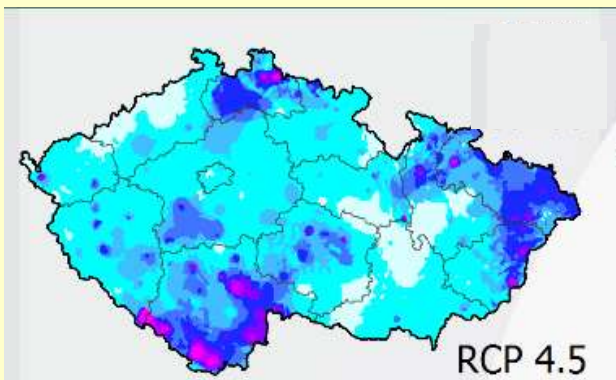
Zimní mrazy (pod $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) % roků se ZM



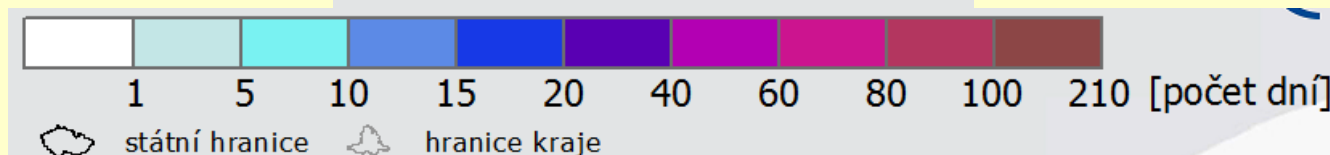
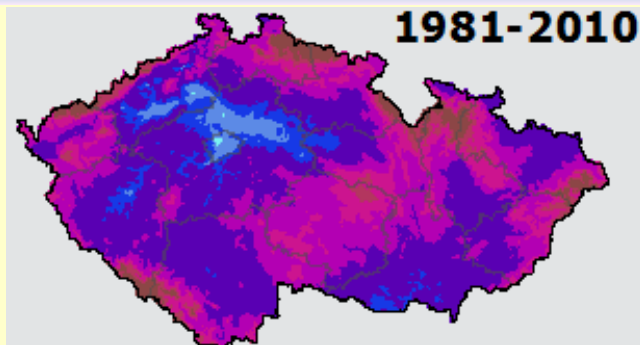
2030

2050

2090

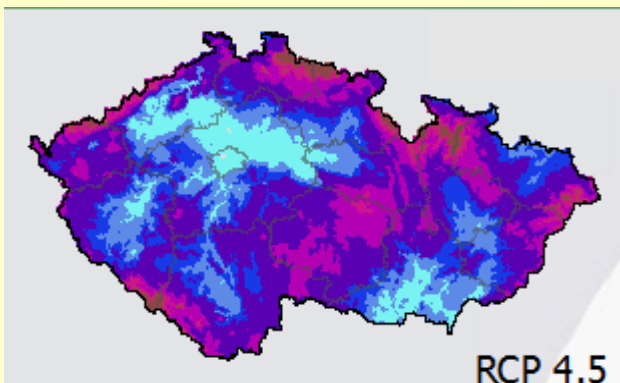


Počet dnů se sněhem nad 10 cm



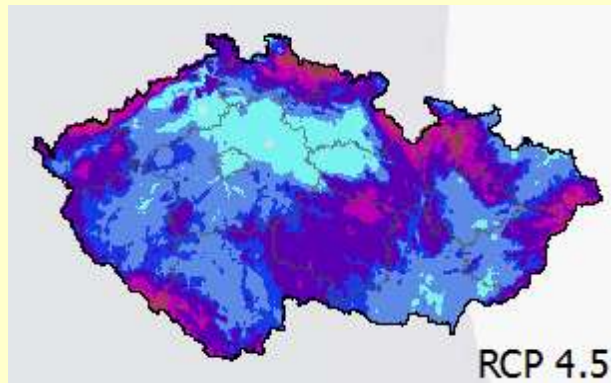
2030

-8 dní



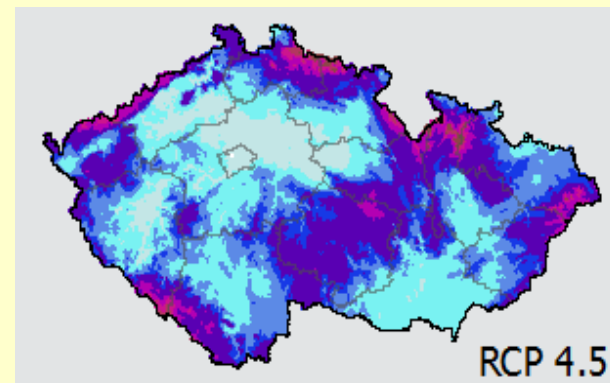
2050

-12 dní



2090

-20 dní



Poškození mrazem stromy

- **Kůra, borka** - mrazové trhliny, lišty, desky, mrazová kýla
 - ⇒ na osluněné jižní a jihozápadní straně stromů

Stromy = mrazové desky



Mladé meruňky - odumírají



Vymrzlá vinice (nemá listí ani očka)



Vymrznutí ozimých plodin

- **Náhlé silné holomrazy**
 - je spojeno s **tvorbou ledu v rostlinných pletivech**
 - Při opakovaném zmrznutí a roztátí, kdy se povrchová vrstva půdy vertikálně zvedá, může docházet (zvláště u mělce zasetých porostů) i k **vytahování rostlin**. Přitom může docházet i k přetrhání kořínků.

Otužování a mrazuvzdornost

Mrazuvzdornost má tři fáze:

1. podzimní otužování:

díky postupně se snižující teplotě a zkracujícímu se dni, tvorba sacharidů

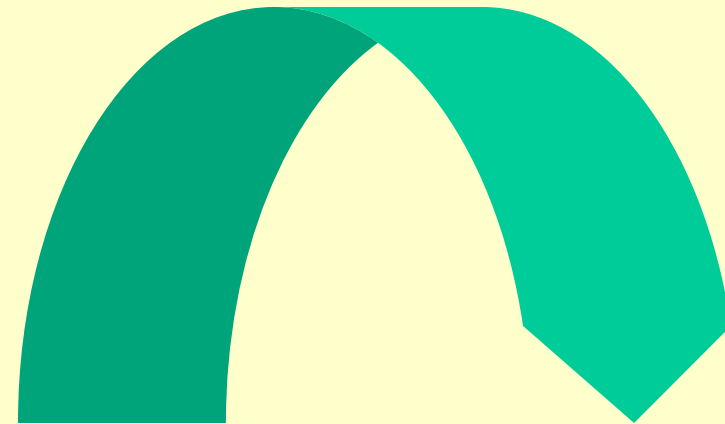
2. udržení odolnosti:

3. ztráta odolnosti:

s oteplováním v předjaří

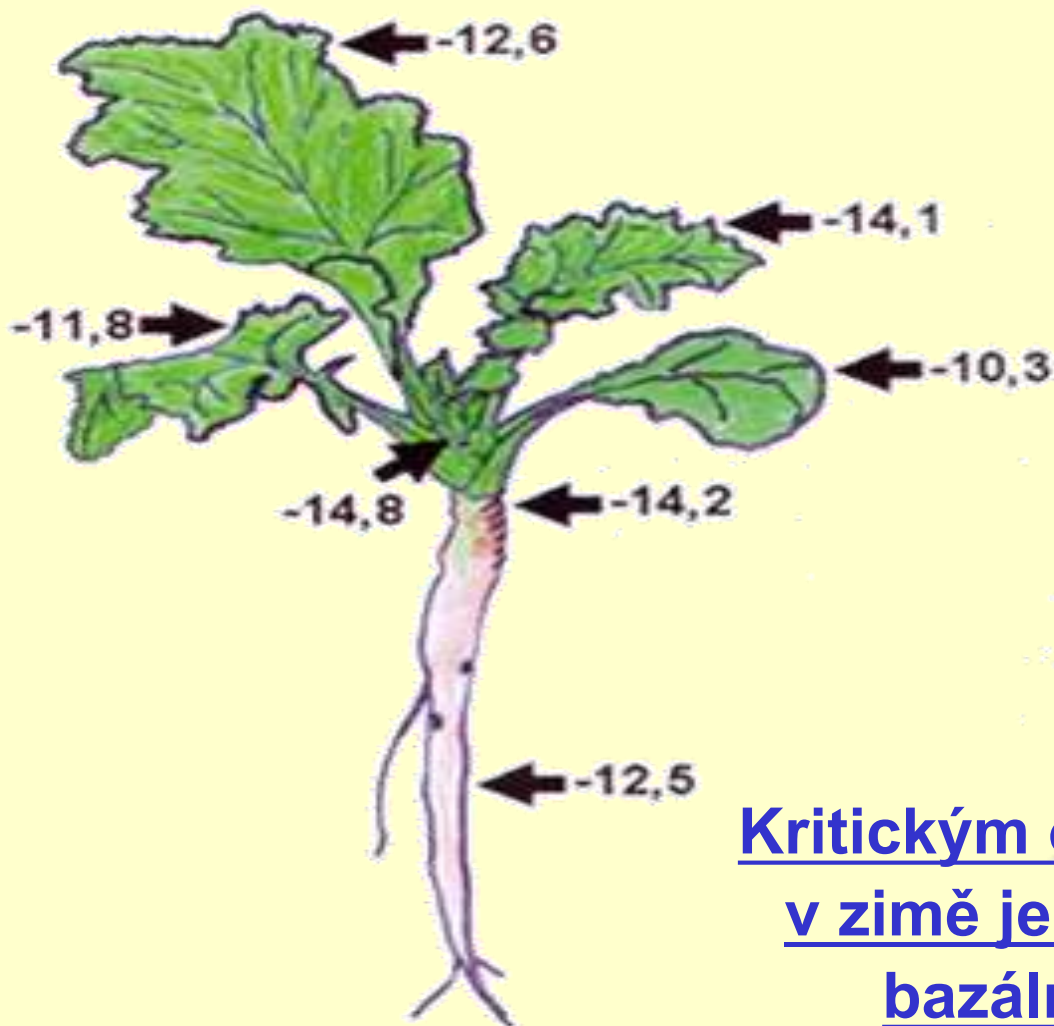
• KT_{50} poškozeno 50% rostlin

• LT_{50} zničeno 50% rostlin



čím nižší tím
lépe

Příklad mrazuvzdornosti řepka (LT₅₀)



Kritickým orgánem pro přežití obilnin v zimě je **odnožovací uzel**, u řepky **bazální hypokotyllová část a diferencující se vrchol.**

Příklad mrazuvzdornosti (LT_{50})

Graf - Dynamika mrazuvzdornosti řepky během zimy



Jak zjistím zda porost vymrzl?



Obr. 2 Odběr rostlin řepky pomocí kladiva a majzlíku při teplotě $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ za účelem testování životaschopnosti (Foto Spáčilová)



**Je-li více než 50 % rostlin
vymrzlých – doporučení zaorat**

Řepka ozimá na jaře (metodika Agrotest, fyto)

uhynulá



Obr. 5 Řez uhynulou rostlinou, horní část kořene i vegetační vrchol poškozen hnilobou

slabě regenerující



Obr. 6 Řez slabě regenerující rostlinou, vnitřní pletiva kořene jsou hnědá, větší přírůstek listů

silně regenerující



Obr.7 Řez lépe regenerující rostlinou, pletiva kořene jsou jen mírně nahnědlá, část vzrostného vrchole uhnilá, přírůstek listů větší

zdravá



Obr. 8 Řez zdravou rostlinou, pletiva jsou pevná a světlá

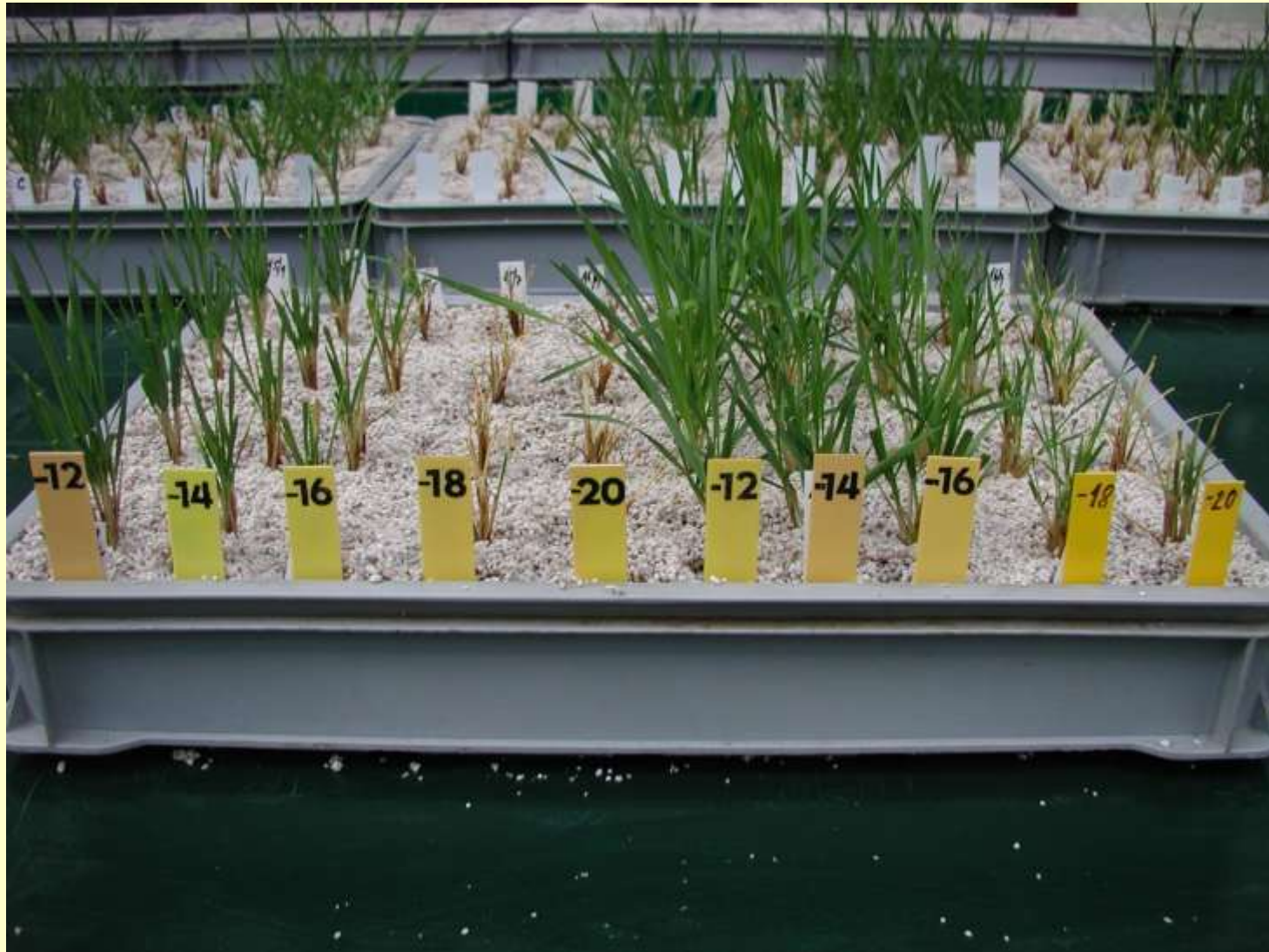
Vymrzlý porost řepky



Vymrzlý porost pšenice



Regenerace!!!



Obilniny LT50

Největší odolnost mrazům
(mrazuvzdornost) má

žito ozimé (-25 až -30 °C)

tritikale ozimé (cca -20 °C)

pšenice ozimá (-15 až -20 °C)

ječmen ozimý (-12 až -15 °C)

řepka ozimá (-12 až -15 °C)

Zimní odolnost – ovocné dřeviny

	LT50 (°C)
Jabloň	-30-40
Hrušeň	-18-20
Broskev	-20-25
Réva vinná	-15-25
kořeny	
všeobecně	-10-15
réva	- 8-10

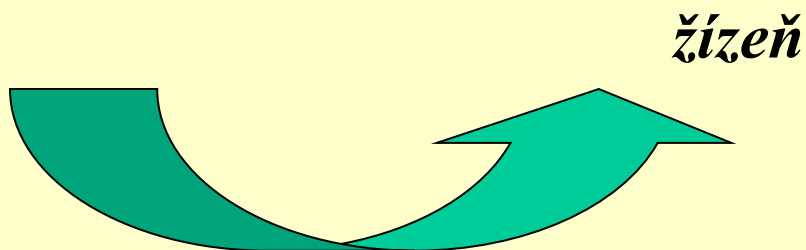
Kmínky RR: -25°C
jednoleté dřevo -15°C-22°C

Stolní odrůdy: -15 °C
Vitis amurensis: -40 °C

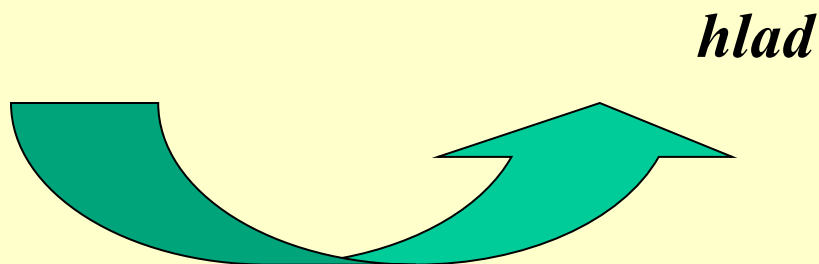
Zopakování - negativní vlivy – sníh

(Pojišťovna to nazývá vyzimováním)

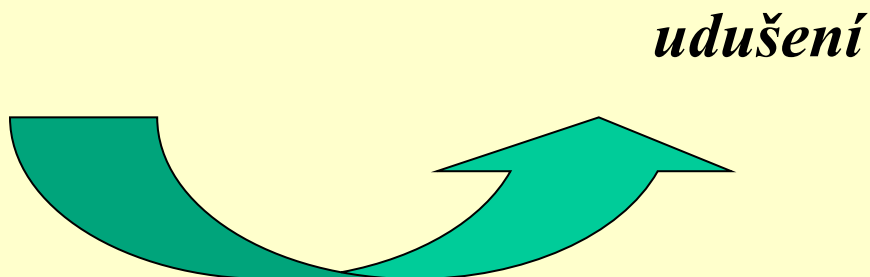
Vymrzání



Vyležení



**Vymáčení
(vymokání)**



Teplota

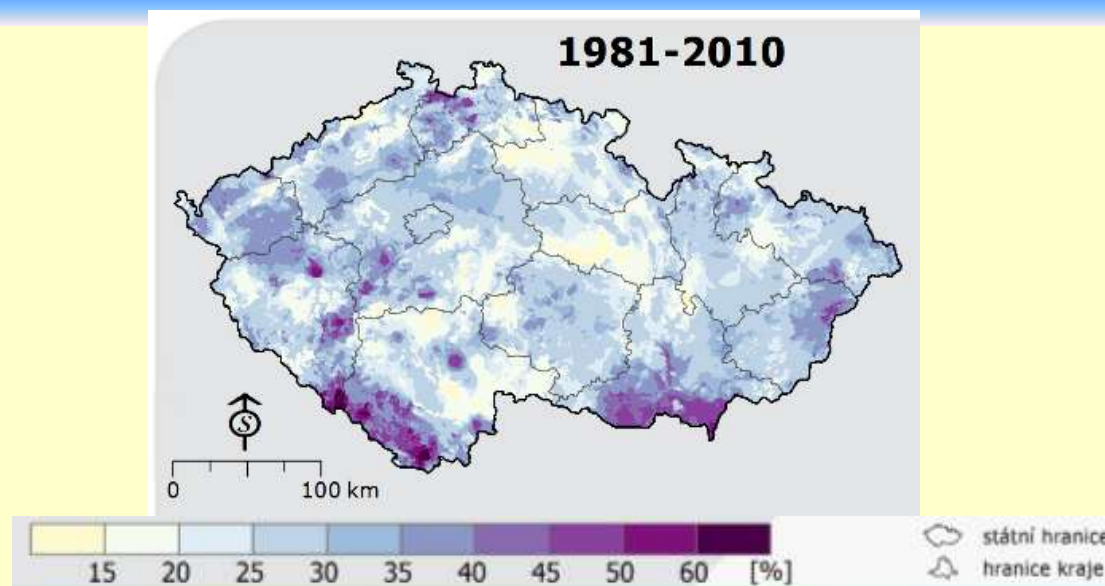
1. nízká v zimě
- 2 . nízká v době vegetace
3. vysoká teplota v době vegetace



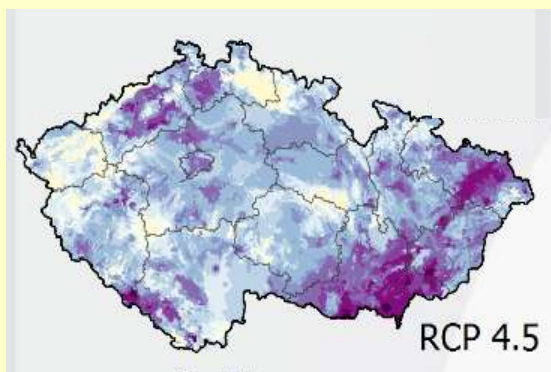
Jarní mráz

(pro kukuřici i podzimní)

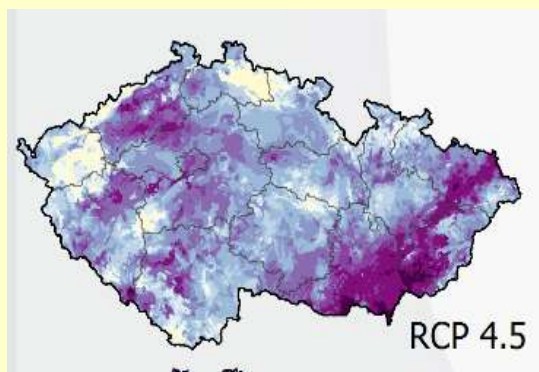
Jarní mrazíky (pod 0 °C) před tím 5 dnů nad 10 °C



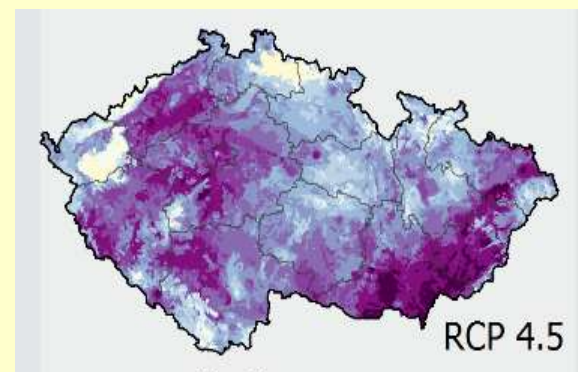
2030



2050



2090



odolnost proti jarním mrazíkům

Rozlišujeme:

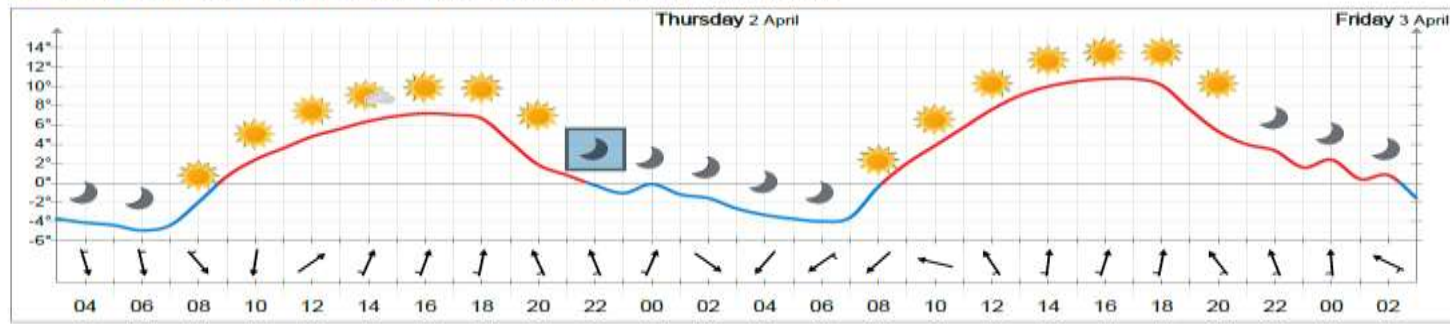
- poškození **chladem**
- poškození **mrazem**

Mrazíky:

- ▶ **radiační:**
inverzní, **jasná obloha**, **nízká vlhkost**, **bezvětrí**
(dále: princip mrazové kotliny)
- ▶ **advekční:**
přemístěním vzduchových hmot – studených, jsou
podstatně silnější
- ▶ **radiačně – advekční:**
kombinace

Jarní mrazík radiační

Meteogram for Rajhradice Wednesday 03:00 to Friday 03:00



Jasná obloha
bezvětrí
suchý vzduch

Jarní mrazík advekční



Beast from east



Rajhradice 5.5. 2019 - zmrzlé brambory
Ty dobře regenerují, ale zpozdí se...

Jarní mráz a pšenice



**Hodně zlé je
–5°C po dobu
30 minut**

Jarní mráz a řepka



Pozdní jarní mrazíky



Poškození jarním mrazem



Sekundární očko poté co primární zmrzlo

Způsoby protimrazové ochrany (speciální kultury – sady a vinice)

vyhřívání – zvýšení teploty vzduchu
zavlažování - až do -5° spolehlivé (dávka 2-3 mm/hod)

- 1) uvolnění latentního tepla při mrznutí
- 2) zavlažení půdy zvýší se tepelná vodivost a tím rychlejší přísun tepla z hloubky k povrchu,
- 3) vlhkost vzduchu se zvýší a tím opět zabrání se vyzařování z povrchu

zadýmování

sníží se vyzařování z povrchu význam jako oblačnost

umělá cirkulace

rozruší se inverzní vrstva

růstové regulátory (modrá zelená skalice??)

u ovocných stromků – snaha oddálit začátek vegetace

Parafínové svíce



Svíce hoří mírným plamenem vysokým přibližně třicet centimetrů, a to šest až deset hodin.

- Extrémně pracné
- Nepřístupný pozemek
- Objemné na skladování
- Kouř



Ochrana závlahou – uvolnění latentního tepla - nesmí se přerušit!!



Závlaha x vinice



- Zhoršení struktury půdy
- Vyplavení živin
- Potřeba vody
- Velká investice
- Vlhkomilné nemoci
- Nepřístupnost pozemku díky podmáčení

Mlhostroj



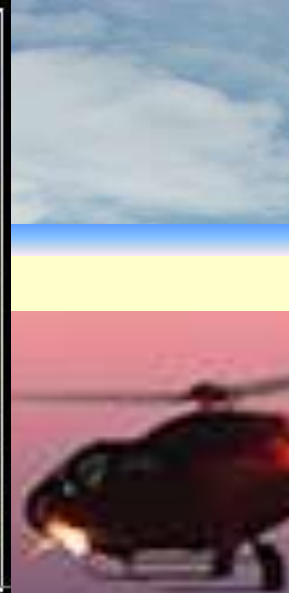
Foto 4: Použití přístroje na výrobu mlhy na ochranu květu před jarními mrazíky

Ochrana větrným generátorem



- **Drahé**
- **Nemusí dosáhnout inverzní vrstvy**
- **Hluk**
- **Neúčinné při více než 7km/h**





HELICOPTER FROST PROTECTION: Helicopter forces warmer air from inversion layer to ground level

Břeclavsko 2017



Rozrušení inverzní vrstvy



Preventivní opatření

► **Prevence (zemědělství):**

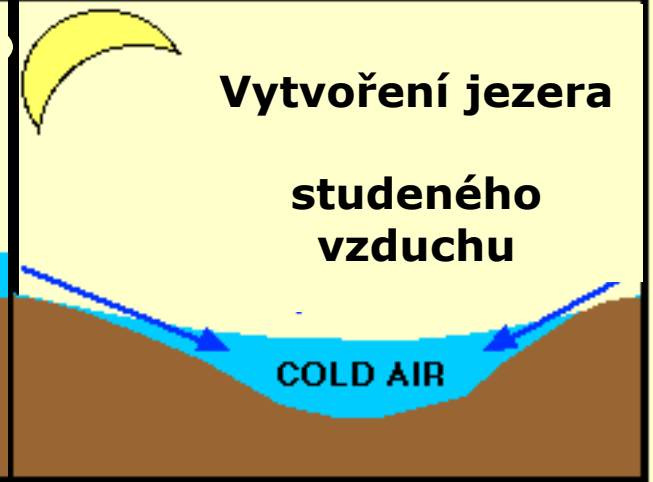
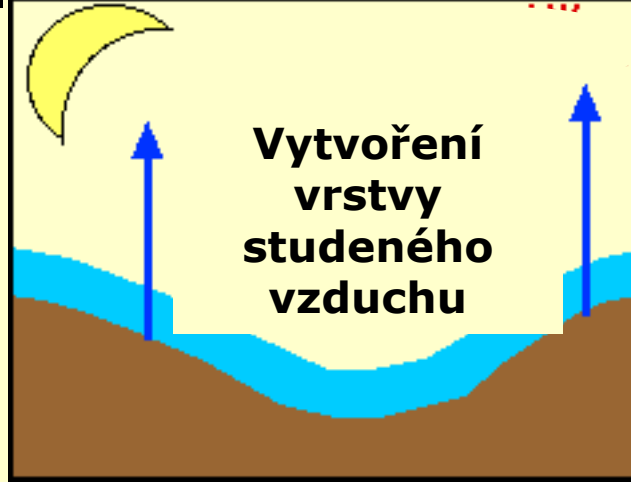
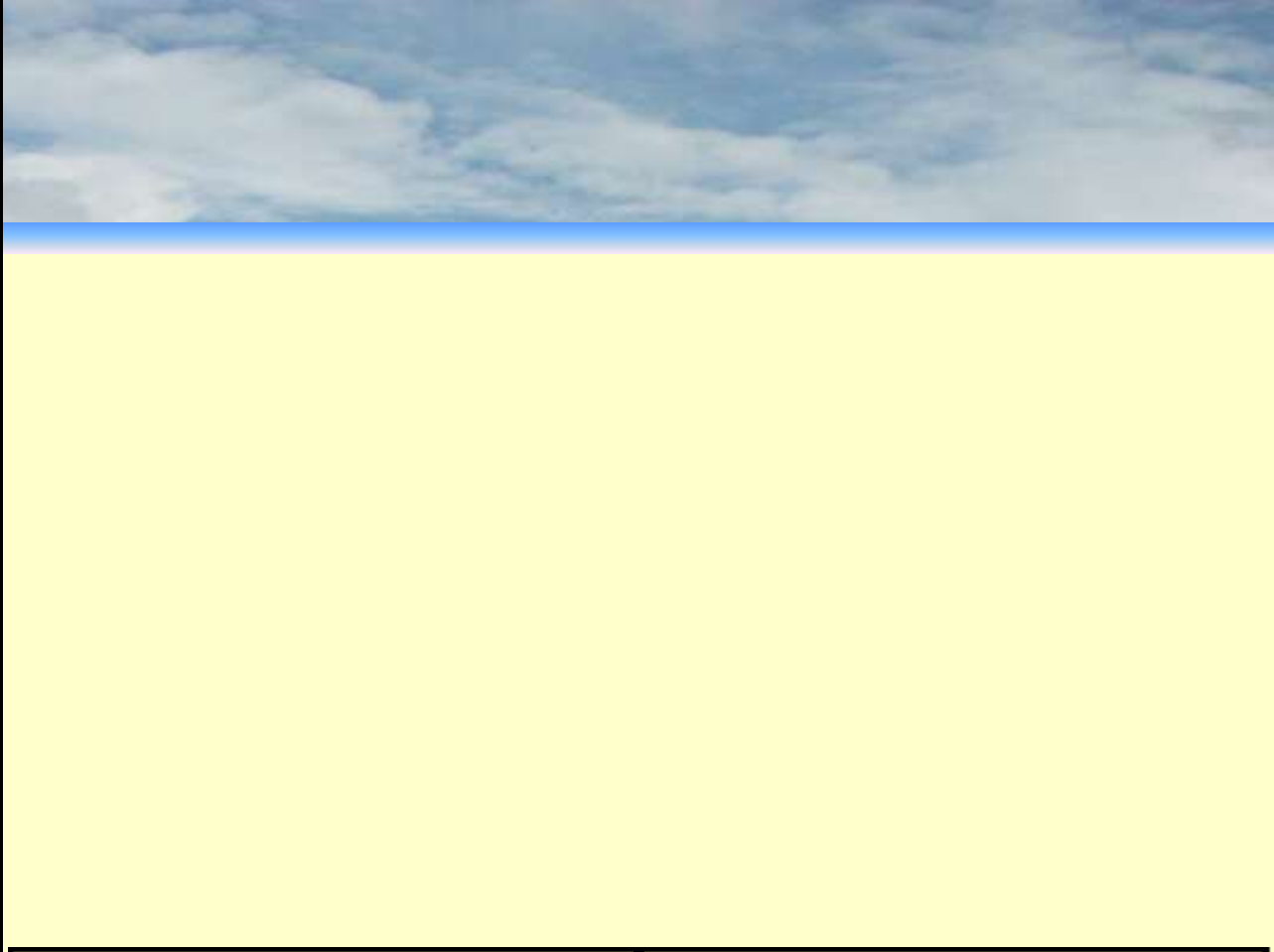
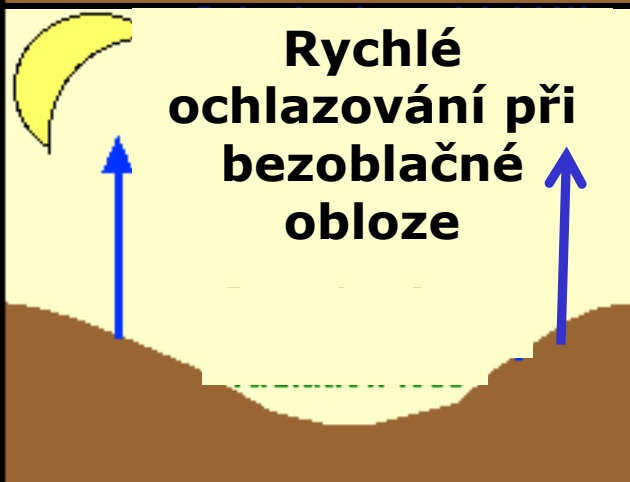
správná výživa, přehnojení dusíkem vyvolá vodnatost pletiv, rostlina tvoří více bílkovin na úkor glycidů, které jsou jednou z podmínek mrazuvzdornosti,

► **hnojení organickými hnojivy (zemědělství):**

je účinné protimrazové opatření, při jeho mikrobiálním rozkladu se uvolňuje hodně tepla.

► princip **mrazové kotliny:**

jasná obloha a bezvětří, ztráty vyšší než příjem, studený vzduch stéká po svazích rychlostí tak $1-1,5 \text{ m.s}^{-1}$,



Nesprávně založený sad



Jde i o vlhkost vzduchu!

Přirozená rezistence suchých květů je
Do $-5,5^{\circ}\text{C}$ (0% rel. vlhkosti)



Vlhké květy jsou poškozovány již při
 $-0,5^{\circ}\text{C}$ kdy je (100% RV)



Meteorologické okénko – vlhkost vzduchu

VLHKOST VZDUCHU

- Vzduch obsahuje vždy proměnlivé množství vodních par
- Vodní pára vzniká ustavičným vypařováním vody z volných hladin moří, řek a jezer a z povrchu země (půdy), s nimiž jsou spodní vrstvy atmosférického vzduchu ve styku.

Vlhkostní charakteristiky

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1. Absolutní vlhkost | (g/m³) |
| 2. Relativní vlhkost | (%) |
| 3. Sytostní doplněk | (g/m³ nebo %) |
| 4. Rosný bod | (°C) |

1. Absolutní vlhkost – a , A (g.m^{-3})

- říká, jaká je hmotnost (g) vodní páry v jednotkovém objemu vzduchu (m^3)
- Čím je vzduch teplejší tím více pojme !!!

A =

0 °C ... 4,8 g.m^{-3}			25 °C ... 23,0 g.m^{-3}
5 °C ... 6,8 g.m^{-3}			30 °C ... 30,4 g.m^{-3}
10 °C ... 9,4 g.m^{-3}			35 °C ... 39,6 g.m^{-3}
15 °C ... 12,8 g.m^{-3}			40 °C ... 51,2 g.m^{-3}
20 °C ... 17,3 g.m^{-3}			

- pokud je vzduch nasycen hovoříme o **maximální** (**A**) absolutní vzdušné vlhkosti.

2. Relativní vlhkost – r (%)

➤ říká nám na kolik % je vzduch nasycen

$$r = a/A * 100$$

A =

0 °C ... 4,8 g.m ⁻³			25 °C ... 23,0 g.m ⁻³
5 °C ... 6,8 g.m ⁻³			30 °C ... 30,4 g.m ⁻³
10 °C ... 9,4 g.m ⁻³			35 °C ... 39,6 g.m ⁻³
15 °C ... 12,8 g.m ⁻³			40 °C ... 51,1 g.m ⁻³
20 °C ... 17,3 g.m ⁻³			

Pokud je vzduch nasycen na 50 % tak kolik získáme gramů vody?

3. Sytostní doplněk (d)

- deficit vlhkosti, doplněk do maxima
- čím větší doplněk tím je vzduch sušší a tím je větší výpar

A =

0 °C ... 4,8 g.m ⁻³			25 °C ... 23,0 g.m ⁻³
5 °C ... 6,8 g.m ⁻³			30 °C ... 30,4 g.m ⁻³
10 °C ... 9,4 g.m ⁻³			35 °C ... 39,6 g.m ⁻³
15 °C ... 12,8 g.m ⁻³			40 °C ... 51,1 g.m ⁻³
20 °C ... 17,3 g.m ⁻³			

$$d_a = A - a \text{ (g.m}^3\text{)}$$

$$d_r = 100 - r \text{ (\%)}$$

Jaký je sytostní doplněk při 10 °C a = 3,8 g.m³

Jaký je sytostní doplněk při 60 % vlhkosti?

4. Rosný bod - τ

➤ je teplota, kdy je *vzduch vodní parou nasycen*,

$d = 0$ a $r = 100\%$

τ , A

0 °C ... 4,8 g.m ⁻³			25 °C ... 23,0 g.m ⁻³
5 °C ... 6,8 g.m ⁻³			30 °C ... 30,4 g.m ⁻³
10 °C ... 9,4 g.m ⁻³			35 °C ... 39,6 g.m ⁻³
15 °C ... 12,8 g.m ⁻³			40 °C ... 51,1 g.m ⁻³
20 °C ... 17,3 g.m ⁻³			

dosáhne se:

bud' za dané teploty zvyšováním absolutní vlhkosti až do stavu nasycení

nebo snižováním teploty vzduchu a tím se zvyšuje relativní vlhkost na 100 %

Pokračujeme ve faktoru teplota

nízká teplota v zimě

nízká teplota v době vegetace

vysoká teplota v době vegetace

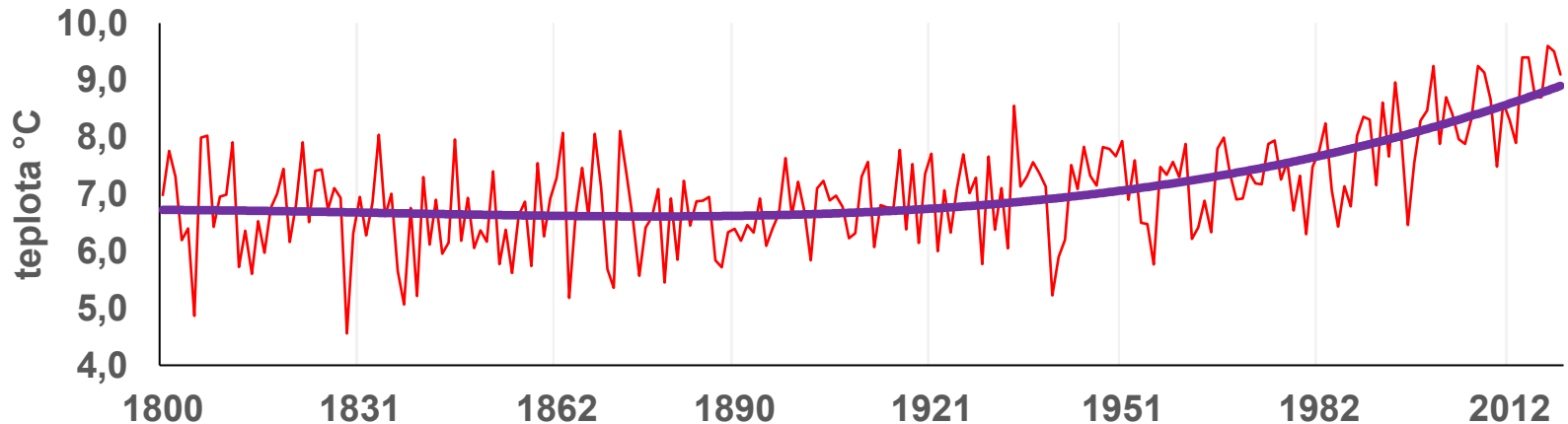


Vysoké teploty

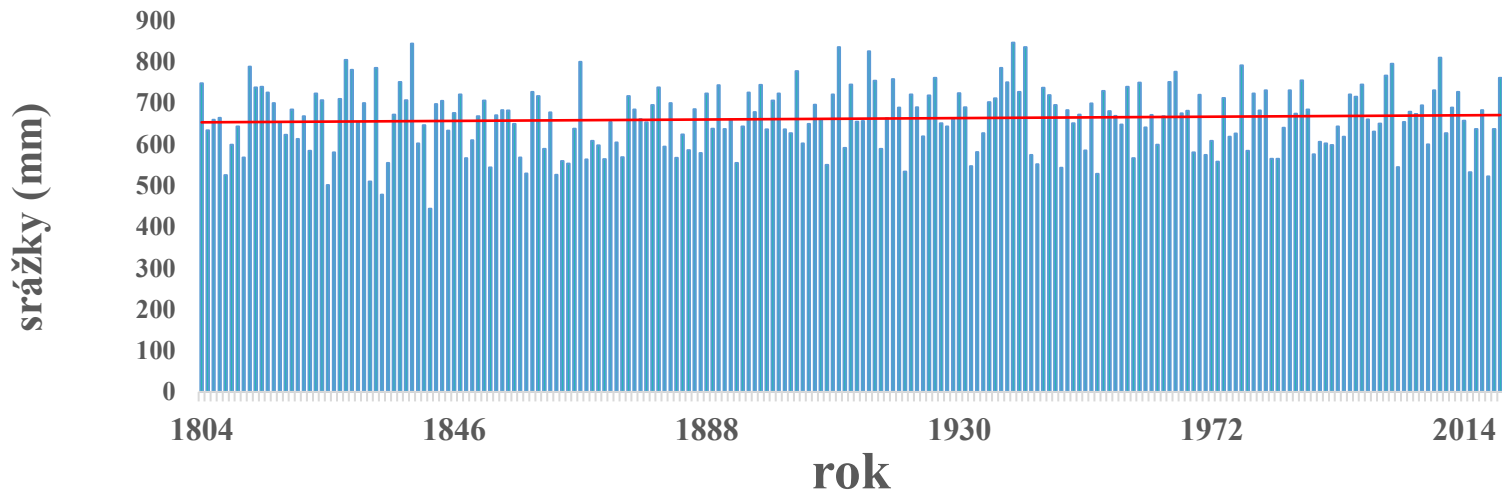
- zvyšují se průměry**
- přibývá vln veder**

Viděli jsme - klimatická realita v ČR

Průměrná roční teplota pro ČR (1800-2020)



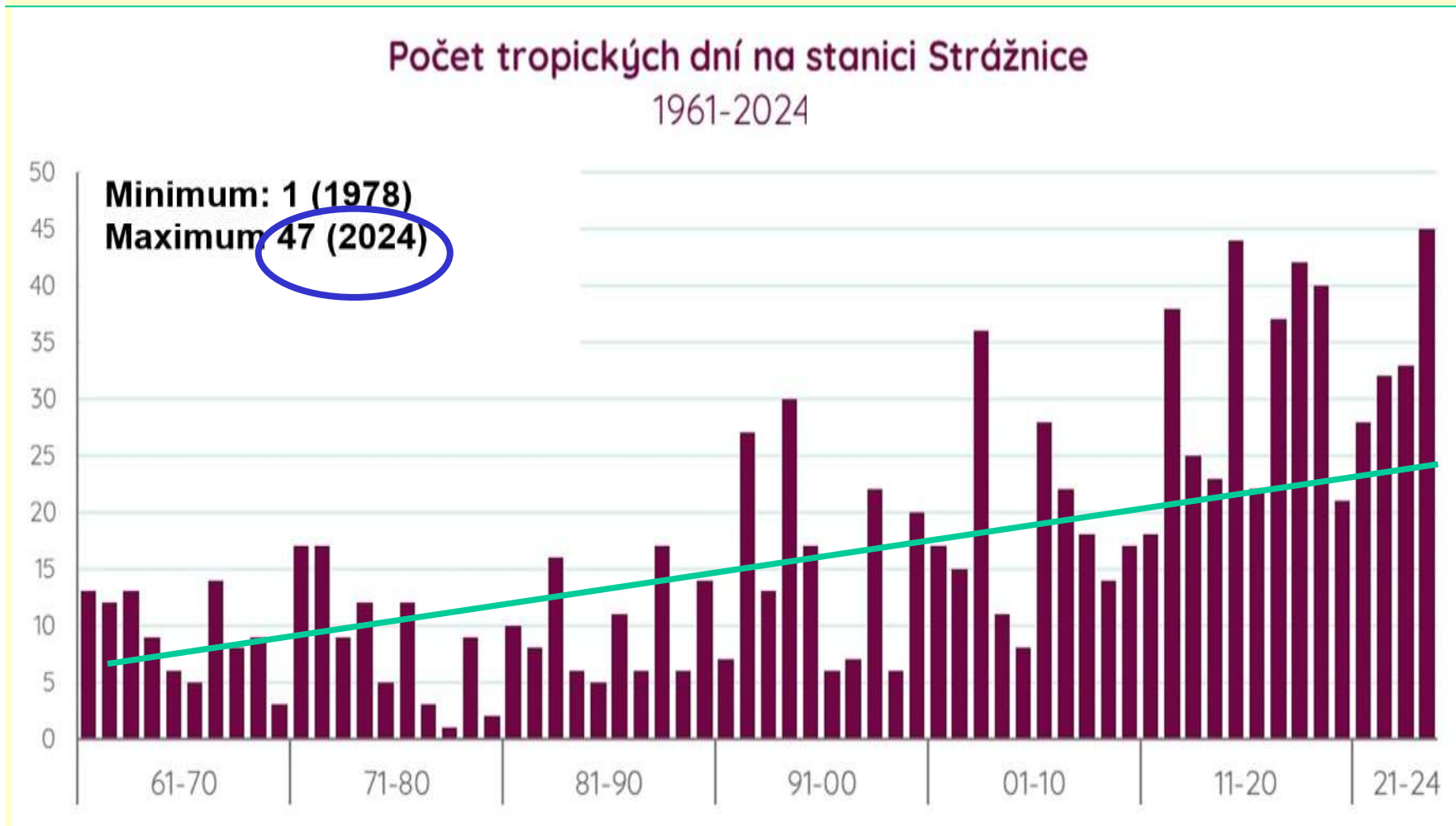
Průměrné roční srážky pro ČR (1804-2020)



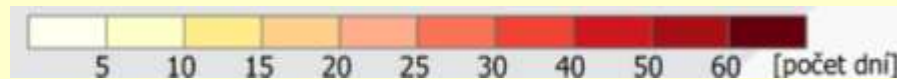
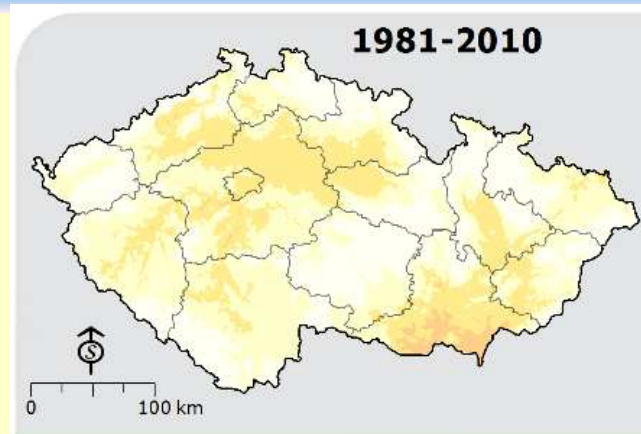
Nárůst tropických dní (1961–2024)

3krát více

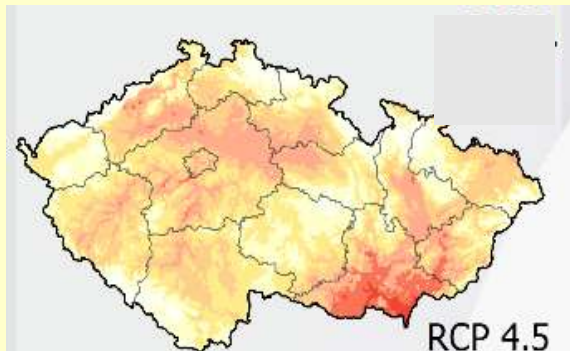
Počet tropických dní



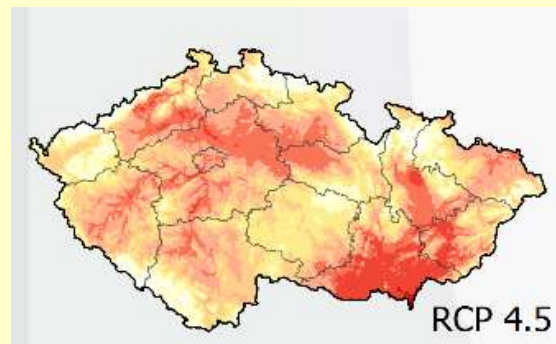
Počet tropických dnů (den, kdy teplota překročila 30°C)



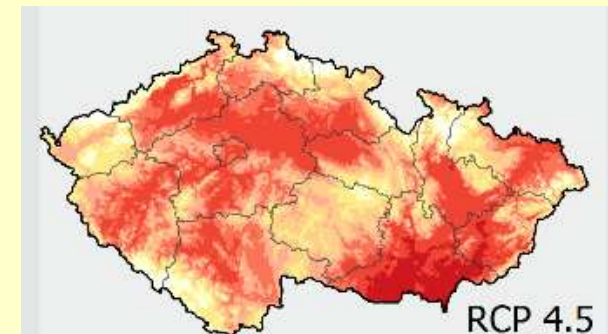
**2030
+10 dnů**



**2050
+20 dnů**



**2090
+35 dnů**





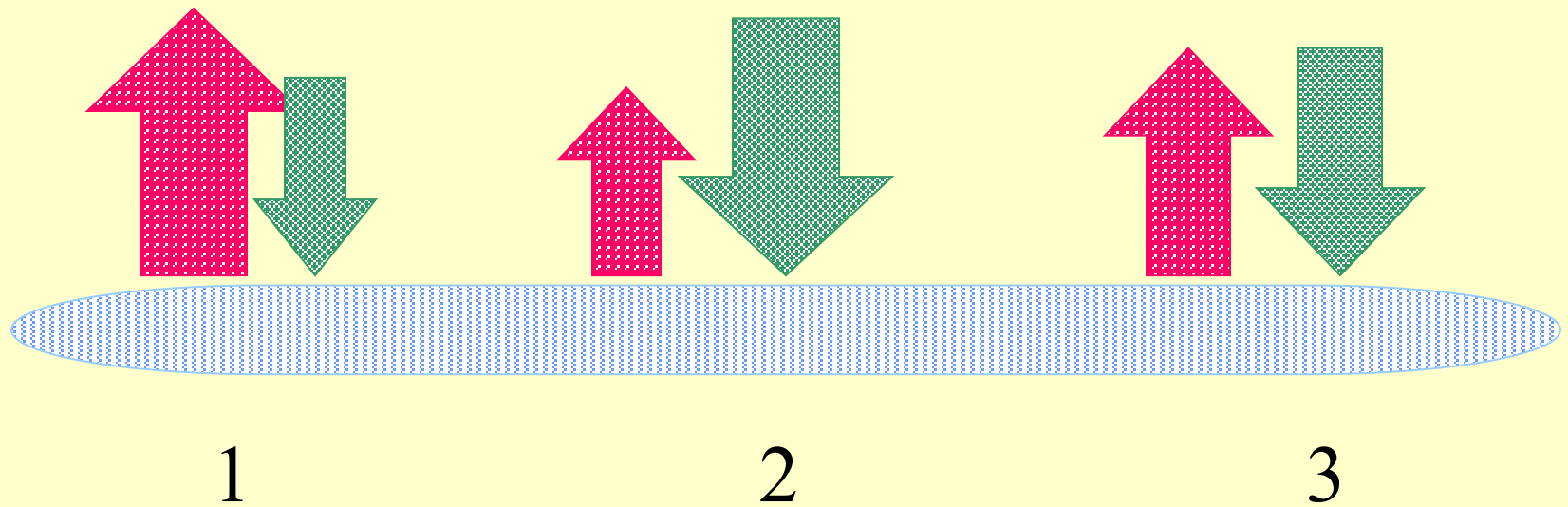
Vysoké teploty podporují výpar



Meteorologické okénko (poslední)

- výpar

Fyzikální podstata výparu



Faktory ovlivňující výpar

klimatické (teplota, vlhkost, vítr....)

charakterizující vypařující se povrch

Charakteristiky výparu

1. množství (mm/čas) - den, měsíc, rok
2. evapotranspirace
3. evaporace
4. transpirace
5. intercepce
6. reálný výpar a potenciální výpar



Evapotranspirance =
evaporance + transpirance +
intercepce

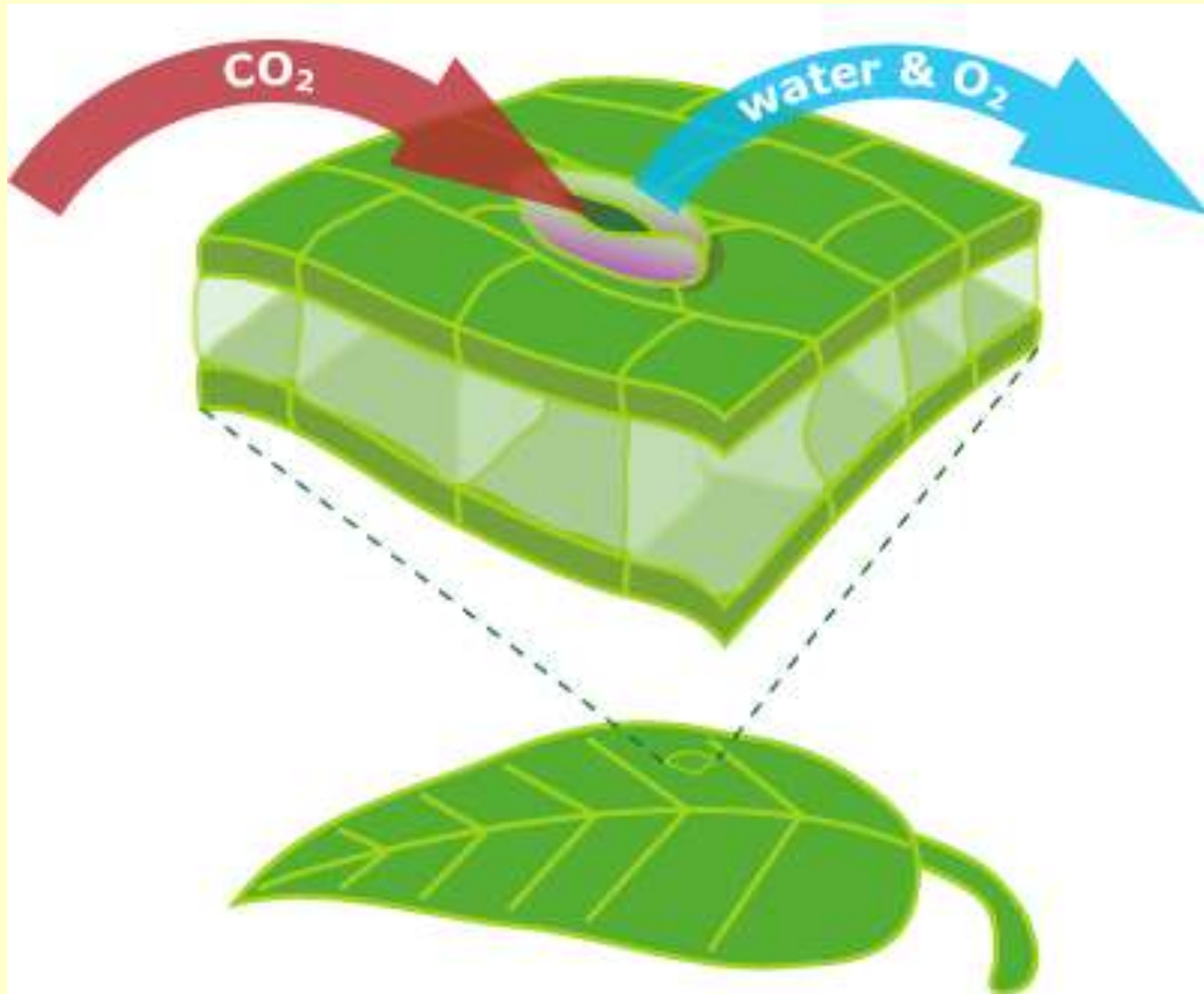
EVAPORACE

- **z půdy (max. 8 mm/den)**
- **vody**
- **ledu**
- **sněhu**

TRANSPIRANCE

- Výpar z rostlin
- Stomatární
- Kutikulární (5-10%)

Transpirance (proč?) x Stomata



Hodnocení transpirace - veličiny

➤ **Transpirační koeficient:**
(g.g⁻¹) množství
vytranspirované vody
(g), potřebné na tvorbu
1g sušiny

➤ Polní plodiny	200 – 700
➤ Zelenina	800 – 1200
➤ Vinná réva	240 – 350
➤ Trávy	600 – 900

Transpirační součinitel (l vody/kg sušiny)	Typ plodiny
200–300	Čirok (sorghum)
300–400	Kukuřice, řepa
400–500	Ječmen, žito, pšenice tvrdá
500–600	Brambory, slunečnice, pšenice setá
600–700	Řepka, hrách, bob obecný, oves

Zdroj: BOKU [Univerzita pro přírodní zdroje a přírodní vědy] Vídeň

- Dobře živěné rostliny mají v zásadě vyšší kapacitu příjmu vody
- Zvláště významný je draslík, protože má pozitivní vliv na vodní bilanci rostlin
- Kukuřice má nejvyšší požadavek na vodu (až 6 mm na m² a den) od objevení klasů do mléčné zralosti.

Proč transpiruje rostlina?

➤ 2 důvody

⇒ Živiny

⇒ Ochlazení

Transpirace = Příjem živin i Ochlazení

Zavlažená rostlina Suchem trpící rostlina

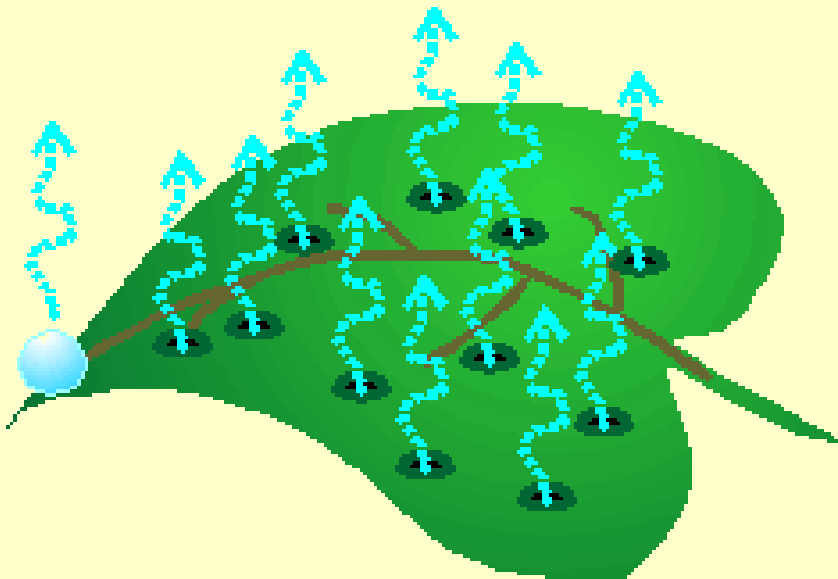


Intercepce

➤ Výpar z povrchu rostlin

⇒ Intercepční kapacita

⇒ LAI !!



Reálný (E) a potenciální (E_0) výpar v mm/rok

E	2500	100	100
			
E_0	2500	2500	100

tropický prales

poušť

ledovec

Bioklimatologický význam výparu

Výpar:

➤ **Produktivní** (transpirace)

➤ **Neproduktivní** (evaporace + intercepce)

evaporace



Teplota

1. nízká v zimě
- 2 . nízká v době vegetace
3. vysoká teplota v době vegetace

Teplota a vegetační období Paradox?

Vegetační období se prodlužuje

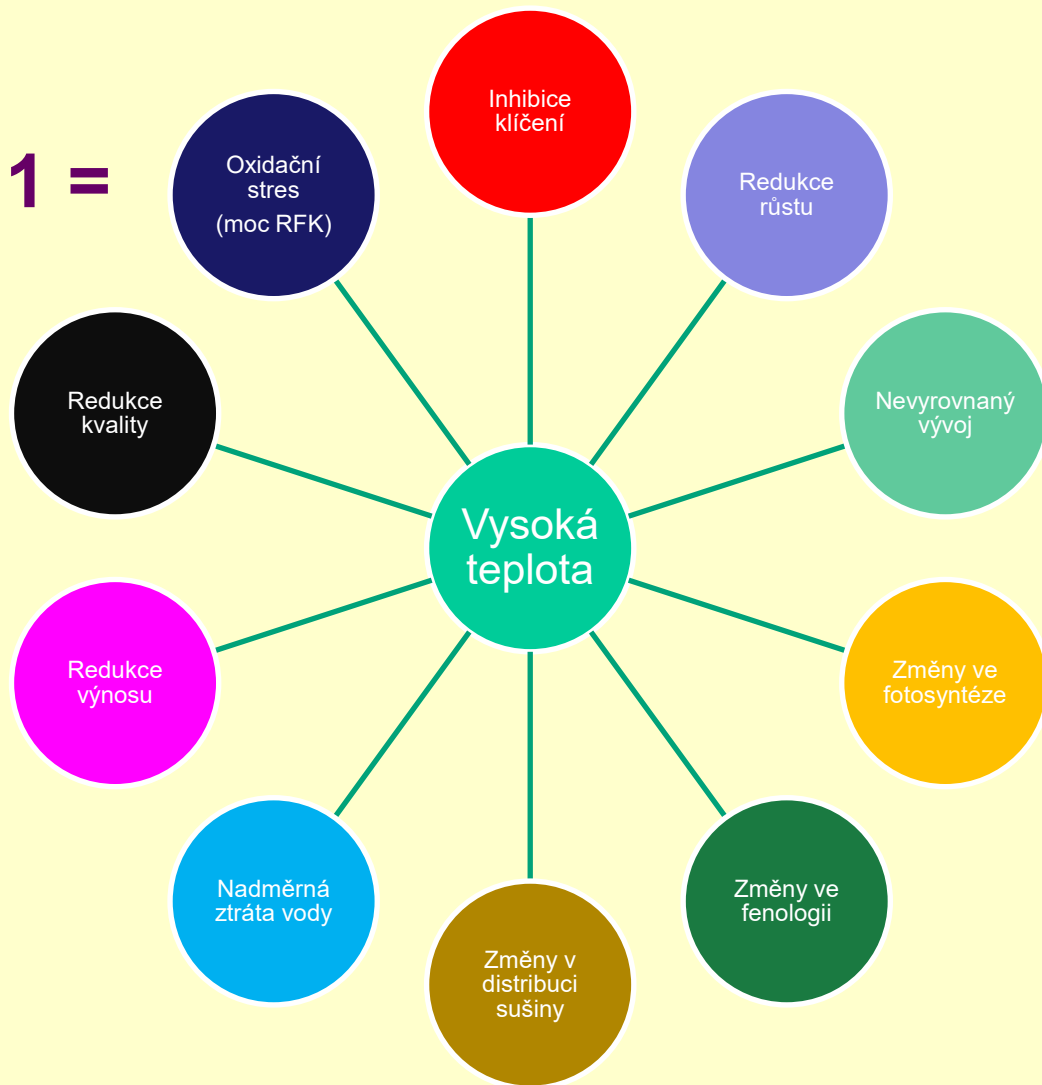
Vegetační fáze plodin se zkracují

(rychlejší načítání teplotních sum,
podpora dělení buněk)



Ale ty extrémý....

Horká vlna 3 dny nad 30 °C (liší se definice ve Švédsku či Africe)



- **Horko – denaturace** – změna složení bílkovin projevující se např. změnou propustnosti buněčných membrán
- Horko, sucho = **rostlina zavře svoje průduchy**
- Ale zabrání přístupu vzduchu a **koncentrace vnitřního CO₂ poklesne**
- Což vede k poklesu fixace uhlíku a fotosyntézy. NADPH (Nikotinamid adenin dinukleotid fosfát), který je běžně zdrojem energie při fixaci uhlíku v Calvinově cyklu, není při nedostatku CO₂ štěpen na NADP a **nemůže tak přijímat elektrony** z elektron-transportního řetězce fotosyntézy.
- Tyto volné elektrony potom mohou redukovat molekulární kyslík (akceptor) O₂ za **vzniku toxických volných radikálů: superoxidové radikály O₂⁻, hydroxylové radikály ·OH, peroxylové radikály ROO·, singletového kyslíku ¹O₂ a peroxidu vodíku H₂O₂**. Tyto pak mohou poškodit enzymy, proteiny, lipidy a DNA.
- Dojde k **tvorbě oxidačního stresu** způsobeným tvorbou ROS (reactive oxygen species - **reaktivní formy kyslíku - RFK**) v chloroplastech, mitochondriích, endoplazmatickém retikulu, buněčné stěně, plazmatické membráně, peroxizómech a glyoxizómech.

Dopad: vysoké teploty mají dopad na **kvalitu produkce!!!**

negativa: např. 10-15 % méně bílkovin v zrna u pšenice, obsah oleje u slunečnice, řepky, pokles obsahu hořkých látek u chmele

pozitiva: pro kvalitu sladovnického ječmene (mírné zvýšení teploty, ale pozor na vodu)

Vody dost, ale vysoká teplota!



**Rajče pěstované v klimaboxu
vlevo (A) optimální podmínky, vpravo vysoká teplota (B)**



Vysoké teploty a zvířata

(nízká teplota není problém)

Mobilní zvířata - stín



snižuje se
příjem
potravy...
proč?

Zvíře se „naplní“ prostě vodou
(2 až 2,5 x více vody) - kráva
si vezme v extrému až 150
litrů vody

Pozor na stav
vlhkosti
vzduchu

Teplotní stres (teplota a vlhkost)

Teplota [°C]	Relativní vlhkost [%]										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
18	61	61	62	62	62	63	63	63	64	64	64
20	62	63	64	64	65	65	66	66	67	67	68
22	64	65	66	66	67	68	69	69	70	71	72
24	66	67	68	68	69	70	71	72	73	74	75
26	67	68	70	71	72	73	74	75	76	78	79
28	69	70	72	73	74	76	77	78	80	81	82
30	70	72	74	75	77	78	80	81	83	84	86
32	72	74	76	77	79	81	83	84	86	88	90
34	74	76	78	79	81	83	85	87	89	91	93
36	75	77	80	82	84	86	88	90	92	95	97
38	77	79	82	84	86	89	91	93	96	98	100
40	78	81	84	86	89	91	94	96	99	101	104
42	80	83	86	88	91	94	97	99	102	105	108
44	82	85	88	90	93	96	99	102	105	108	111
46	83	86	90	93	96	99	102	105	108	112	115
48	85	88	92	95	98	102	105	108	112	115	118
50	86	90	94	97	101	104	108	111	115	118	122

Zóna pohody	> 71
Zóna mírného stresu	72-77
Zóna silného stresu	78-88
Zóna extrémně silného stresu	89-98
Smrtící zóna	> 99

Zdroj : (ARMSTRONG, 1994)

**Zvýšená
rychlost
dýchání**

**Index tepelného
stresu
 $\text{THI} \geq 71$**

**Zhoršená
funkce
bachoru**

**Zvýšené riziko
acidozy**

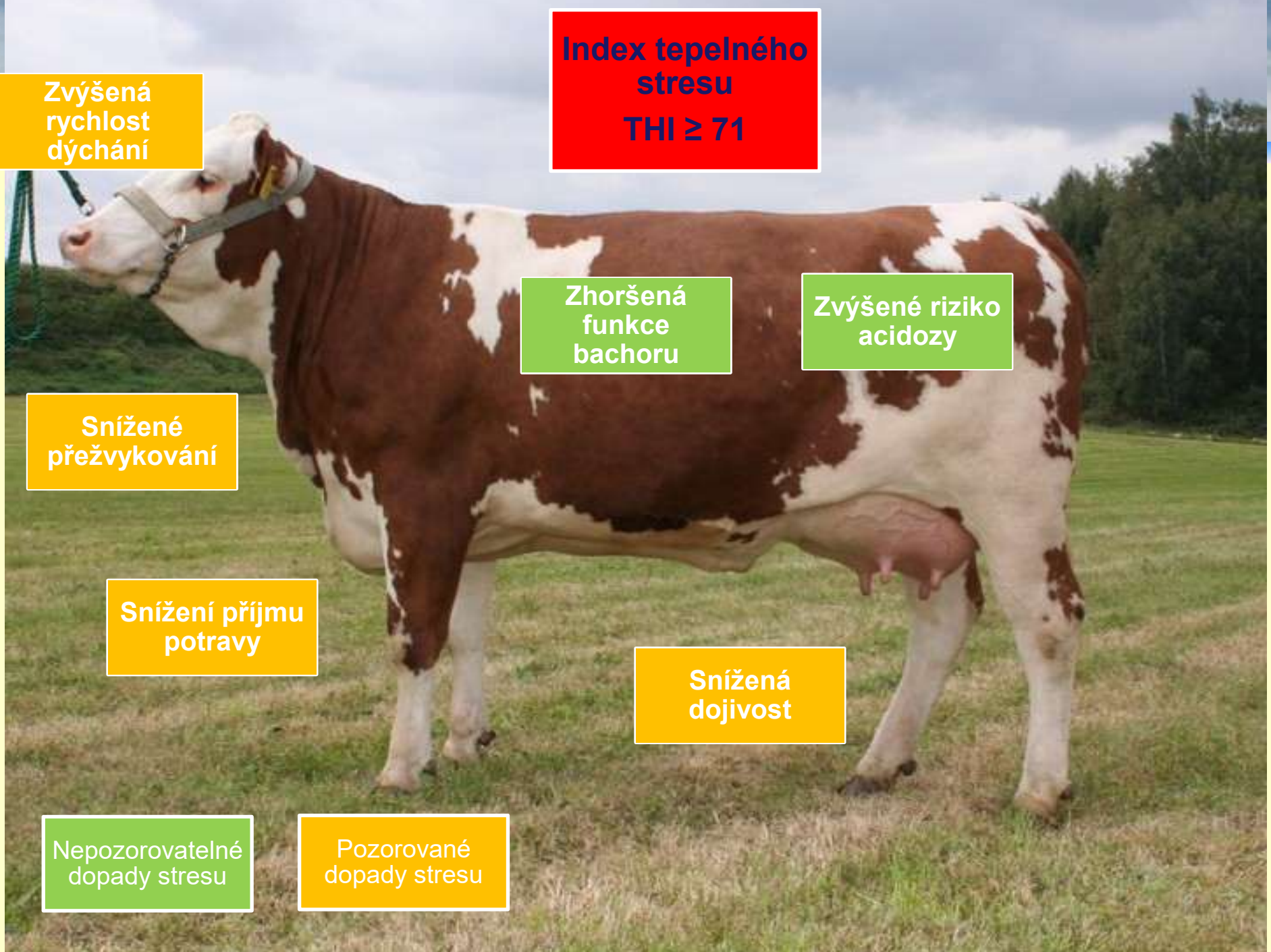
**Snížené
přežvykávání**

**Snížení příjmu
potravy**

**Snížená
dojivost**

**Nepozorovatelné
dopady stresu**

**Pozorované
dopady stresu**



Dopady teplotního stresu

Celkově se snižuje **KVANTITA** se množství – omezuje se příjem potravy!

Bachor se naplní vodou (2 až 2,5 x více vody) - kráva si vezme v extrému až 150 litrů vody

ALE I KVALITA

Omezení objemných (méně - seno, sláma, píce..) **ve prospěch** **jadrných** (více - obiloviny, luskoviny, šrotové směsi..) **krmiv**

- Je to způsobeno tím, že zvířata „dobře vědí“, že **při fermentaci** (rozkladu na živiny) **objemného krmiva v bachoru vzniká další teplo**, které organismus zvířete ještě více zatěžuje.
- **Při příjmu jádra v bachoru vzniká pak vyšší množství kyseliny mléčné** a následně se u krav rozvíjí **acidóza** (pH v bachoru okolo 5,5) – **u lidí pálení žáhy**
- Protože nízké pH neprospívá celulolytickým bakteriím, **dochází k poklesu mléčného tuku** – snížení kvality mléka

Ochlazení stájí

1. Izolované dvojité střechy a ochlazování konstrukce stájí
2. Zvýšení proudění vzduchu pomocí ventilátorů
3. Evaporační ochlazování vzduchu ve stáji
4. Přímé ochlazování zvířat

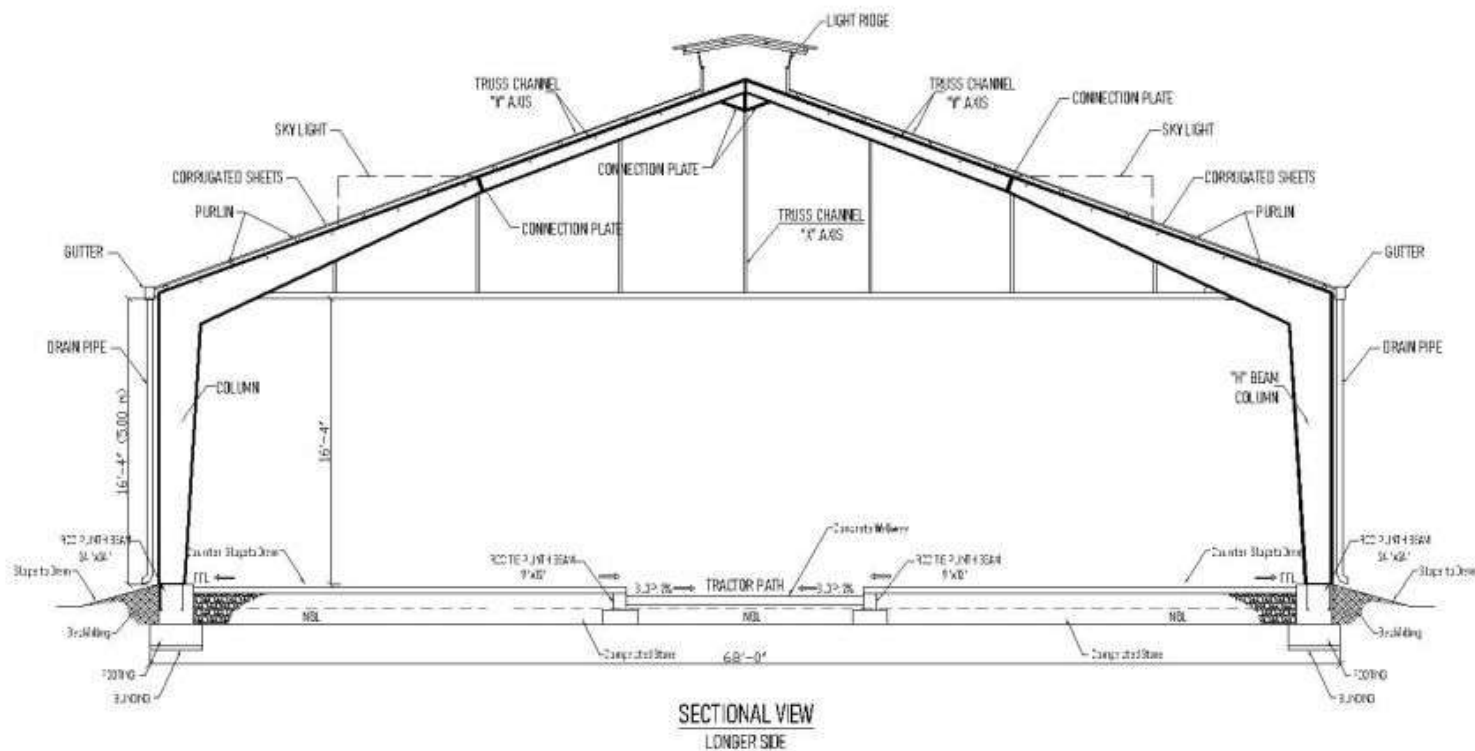
Kombinace

Dvojitá střecha

OPTION-2

Calf Shed Design

TRUSSES ROOF EXTENDABLE



Větrák



Miha – ochlazování stěn, podlah



Přímé ochlazování uvířat

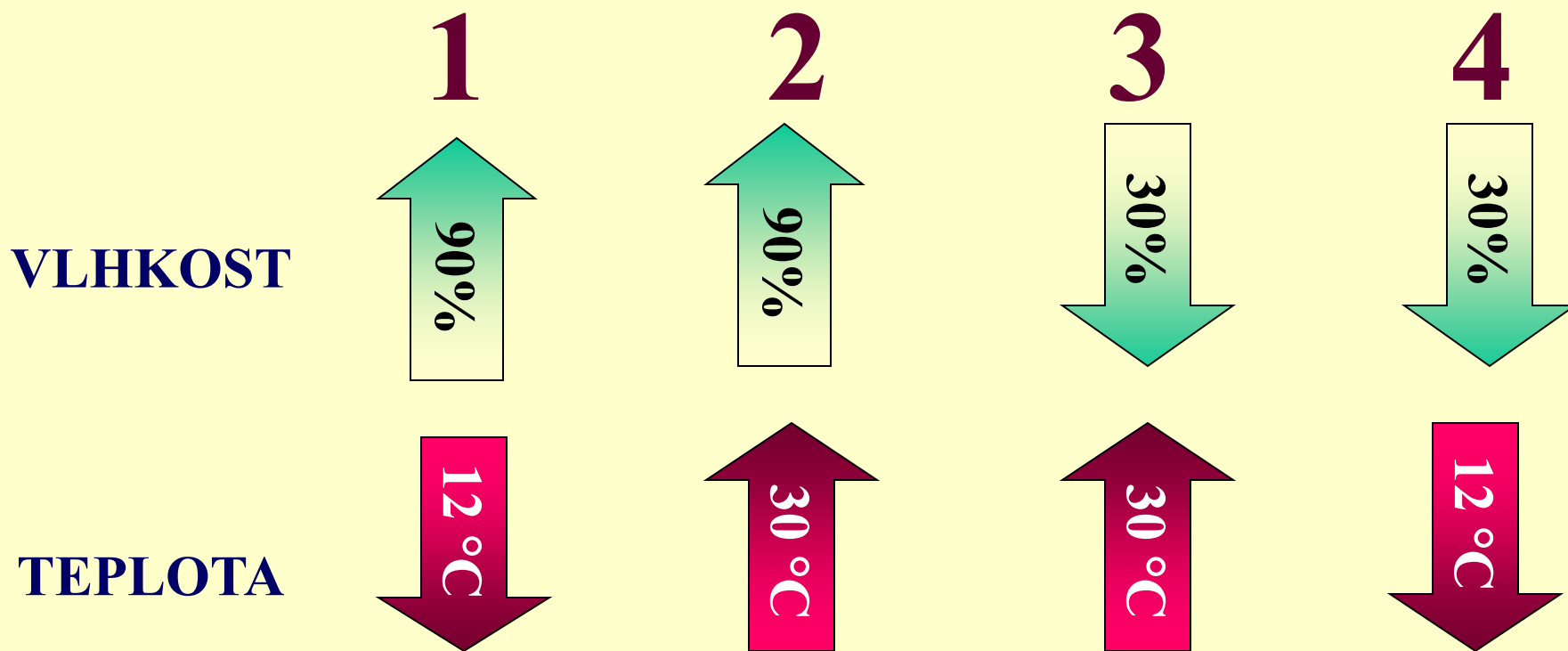


Ochlazení stájí

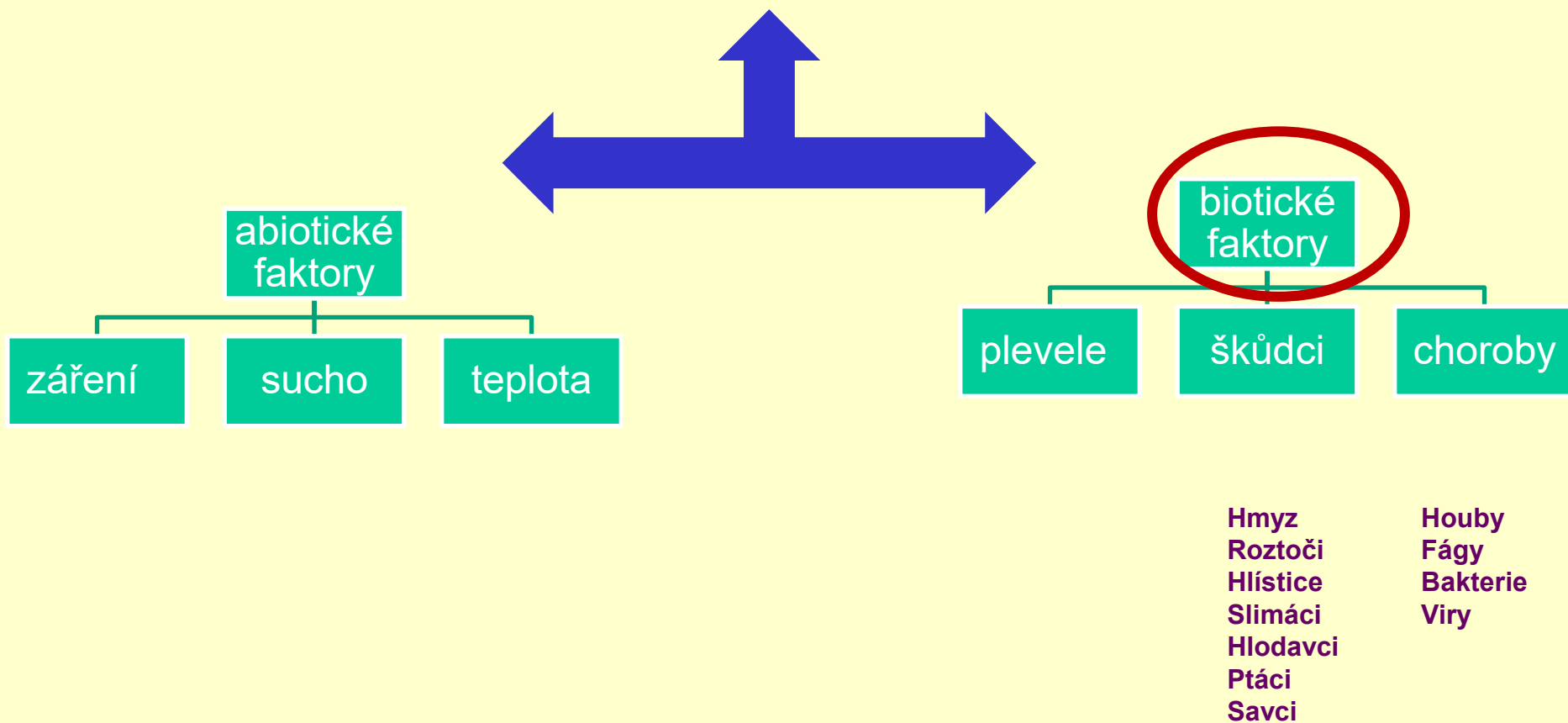
1. **Izolované dvojité střechy a ochlazování konstrukce stájí** - bez izolace má krytina i přes 50 °C. Dvojité střešní panely z tvarovaných plechových pásů spojených izolační vrstvou. Proudem vody polévána střecha nebo vnější stěny stáje. Tímto způsobem lze snížit teplotu konstrukce až o 20 °C, ale spotřeba vody je neúměrně vysoká.
2. **Zvýšení proudění vzduchu pomocí ventilátorů** - účinná i při vysokých teplotách vzduchu, ale její nevýhodou jsou vysoké investiční i provozní náklady a značný hluk při provozu
3. **Evaporační ochlazování vzduchu ve stáji** - tato metoda je založena na fyzikálním jevu tzv. výparného tepla, které se odebírá v prostředí nenasyčeném vodními parami při vypařování vody. Spotřebované výparné teplo vody je 2257 kJ/kg. Pro rychlé vypaření je nutné, aby částice vody byly co nejmenší. Trysky, které vytvoří v podstatě mlhu s částčkami 0,02–0,05 mm.
4. **Přímé ochlazování zvířat** - nejúčinněji, protože voda se dostane až na kůži zvířete a přímo odebírá teplo a následně i při odpařování odebírá výparné teplo. Částičky vody musí být okolo 0,1 mm. Malé kapky lépe navlhčí srst dojnic, zvýší její tepelnou vodivost a převede tím do prostředí daleko více tepla.

Kombinace!!

Extrémy - člověk



Ztráty výnosu





Biotické stresy a počasí

Choroby a škůdci - obecně

- Vyšší polohy (zavíječ, mandelinka...)
- Více generací (křísek polní, štítenka zhoubná., mandelinka b., obaleč obilní, lýkožrout s,) + 2 °C = 1-4 generace
- Vyšší výskyt teplo a suchomilných (obaleč mramorovaný, krytonosci, mšice)
- Nižší výskyt vlhko a chladnomilných (plodomorky, květilka zelná)
- Kalamitní přemnožení (lýkožrout....)
- Asynchronizace fenologie (píďalka podzimní)
- Invazní druhy (pajasan, zlatobýl, astříčka, akát, bázlivec k, rak mram...)

Dopady ZK = Choroby a škůdci

- Jako příklad působení ZK v zemědělství
= rozšíření škůdce ZK

Zavíječ kukuřičný

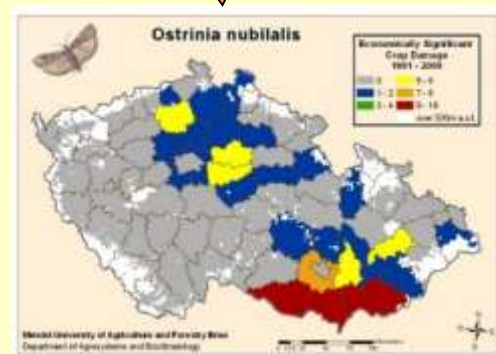
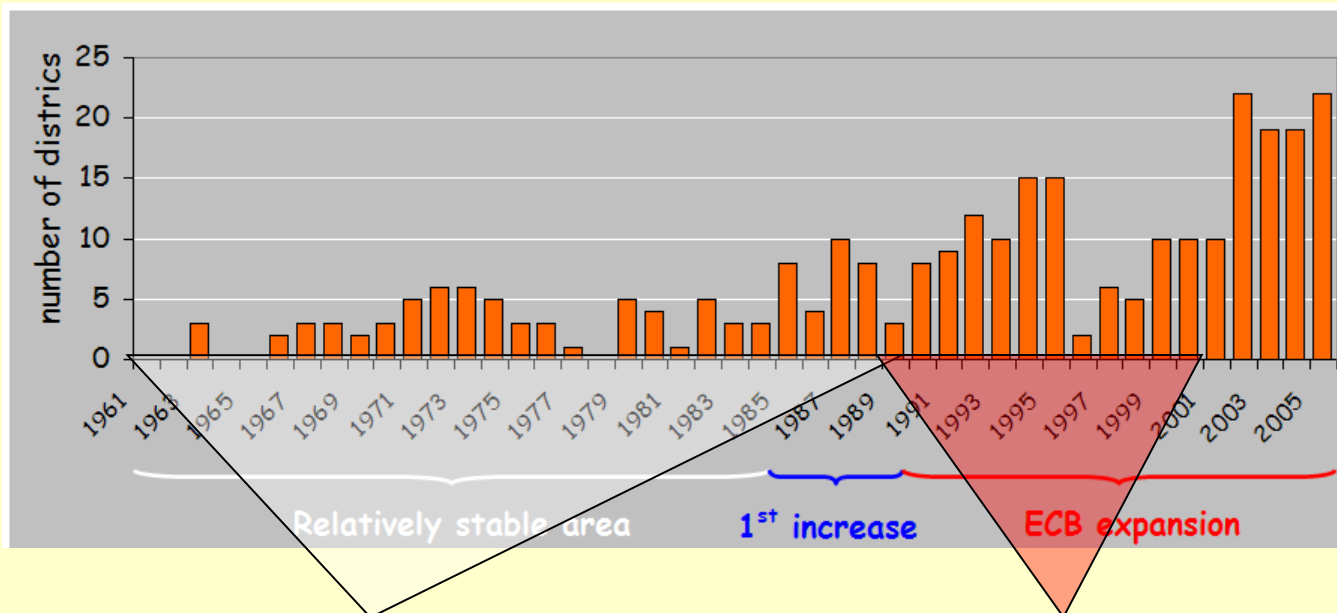
Vývojový cyklus



Typy poškození

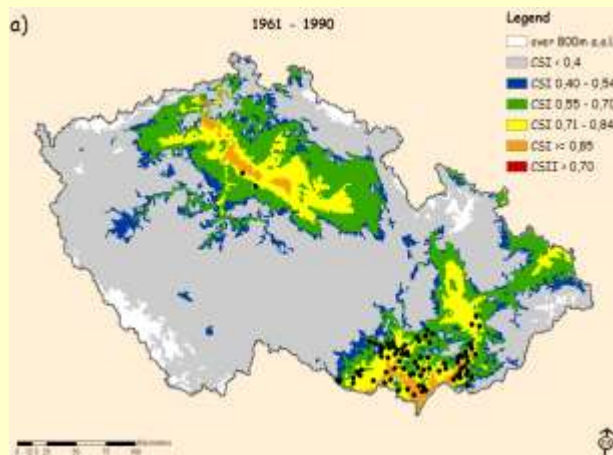


Zavíječ kukuřičný 1961 - 2010



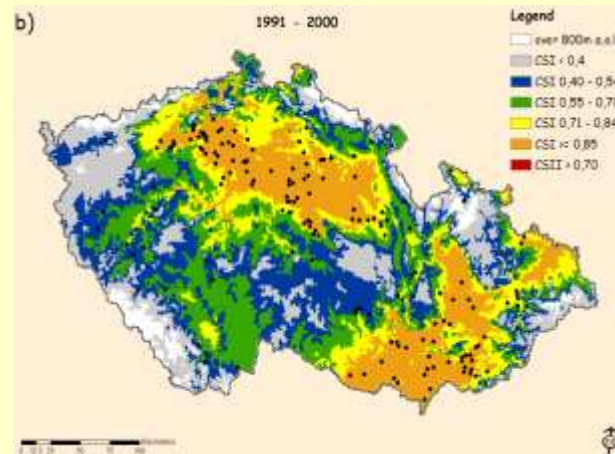
Rozšíření zavíječe kukuřičného

1961-1990

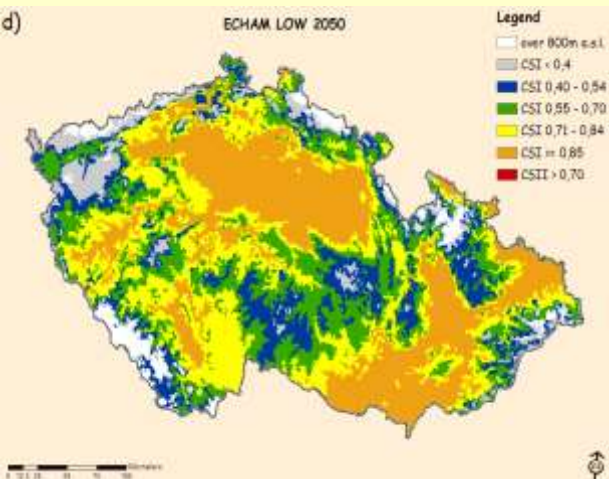


1991-2000

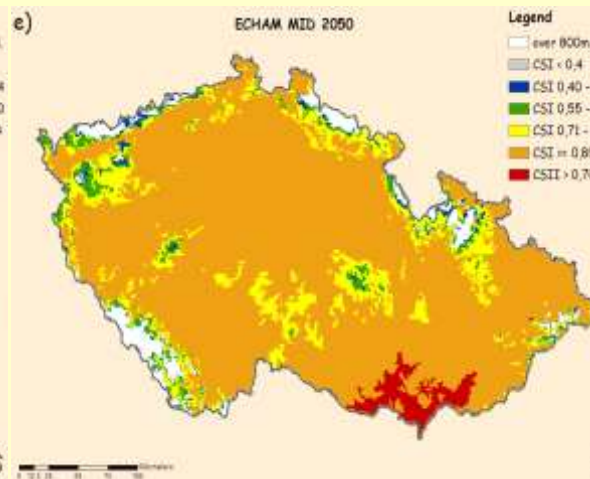
+0,6°C



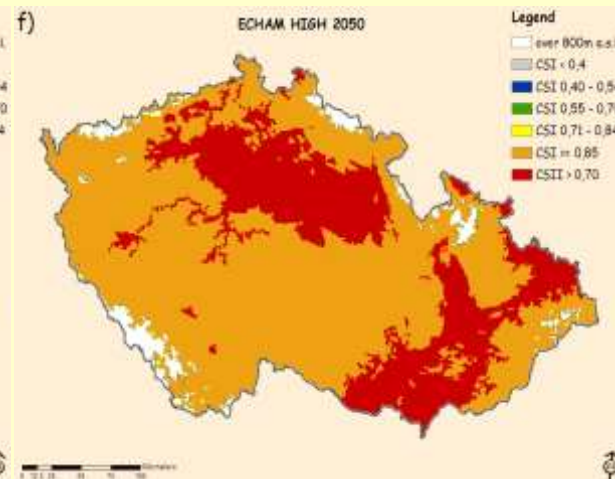
+1,0°C



+1,8°C



+2,5°C





Adaptace na meteo problémy v zemědělství, na změnu klimatu a sucho



Kdo s tím má něco udělat?

$$2 + 11 + 34 + 53 = 100 \%$$

vodstvo + **zastavěná plocha** + **lesy** + **zemědělská krajina** = **ČR**

Náchylnost (ZEMĚDĚLSKÉ) krajiny

- **Charakter – 54 % eroze**
- Zhutnění půdy
- Zastavění půdy



54 % erozně ohroženo
49 % utuženo

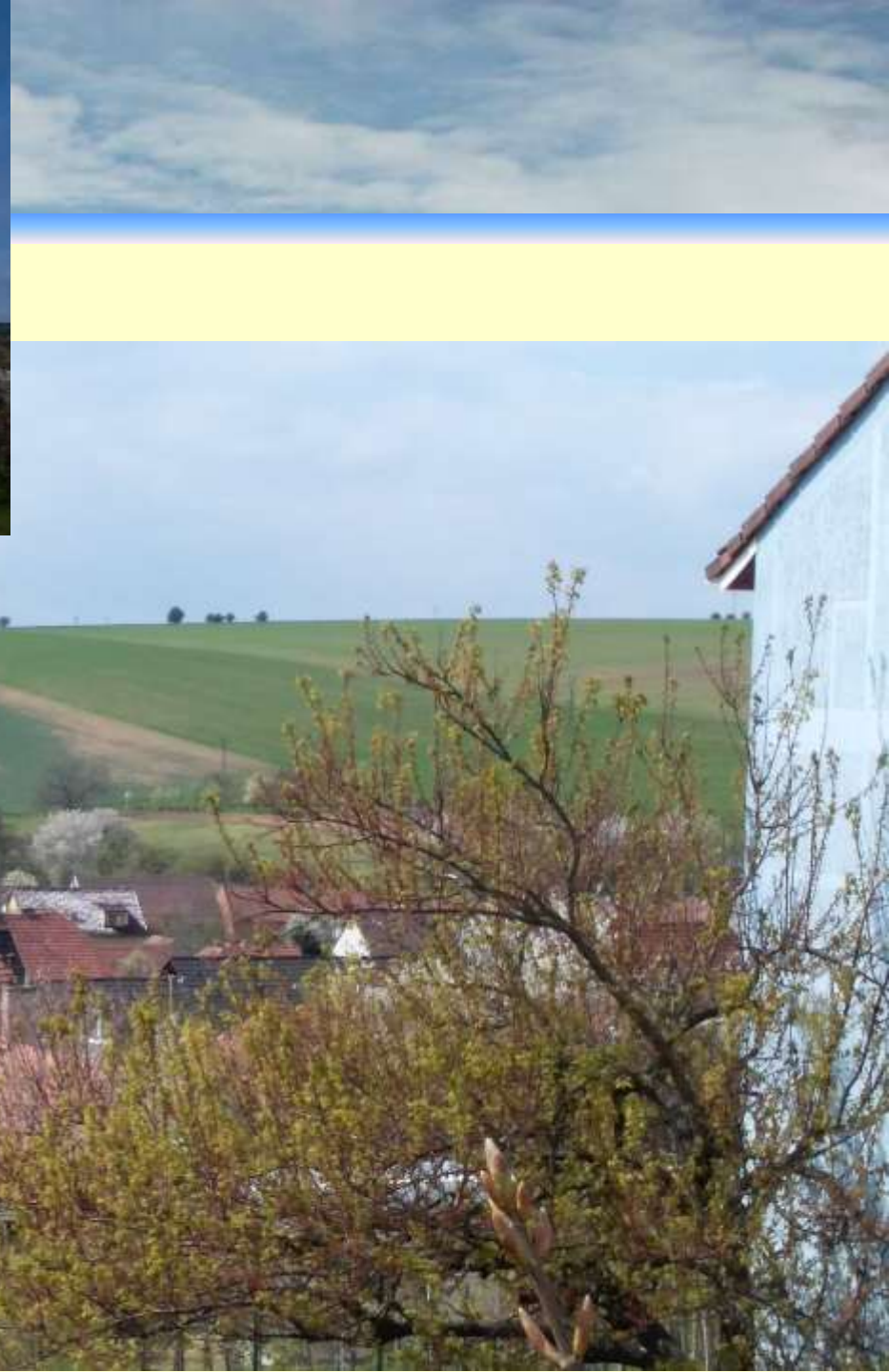
zdroj: VÚMOP

25 % erozně ohroženo
30 % utuženo

Wasserwirtschaft

zdroj: Bundesamt fuer





Psal se rok 1938

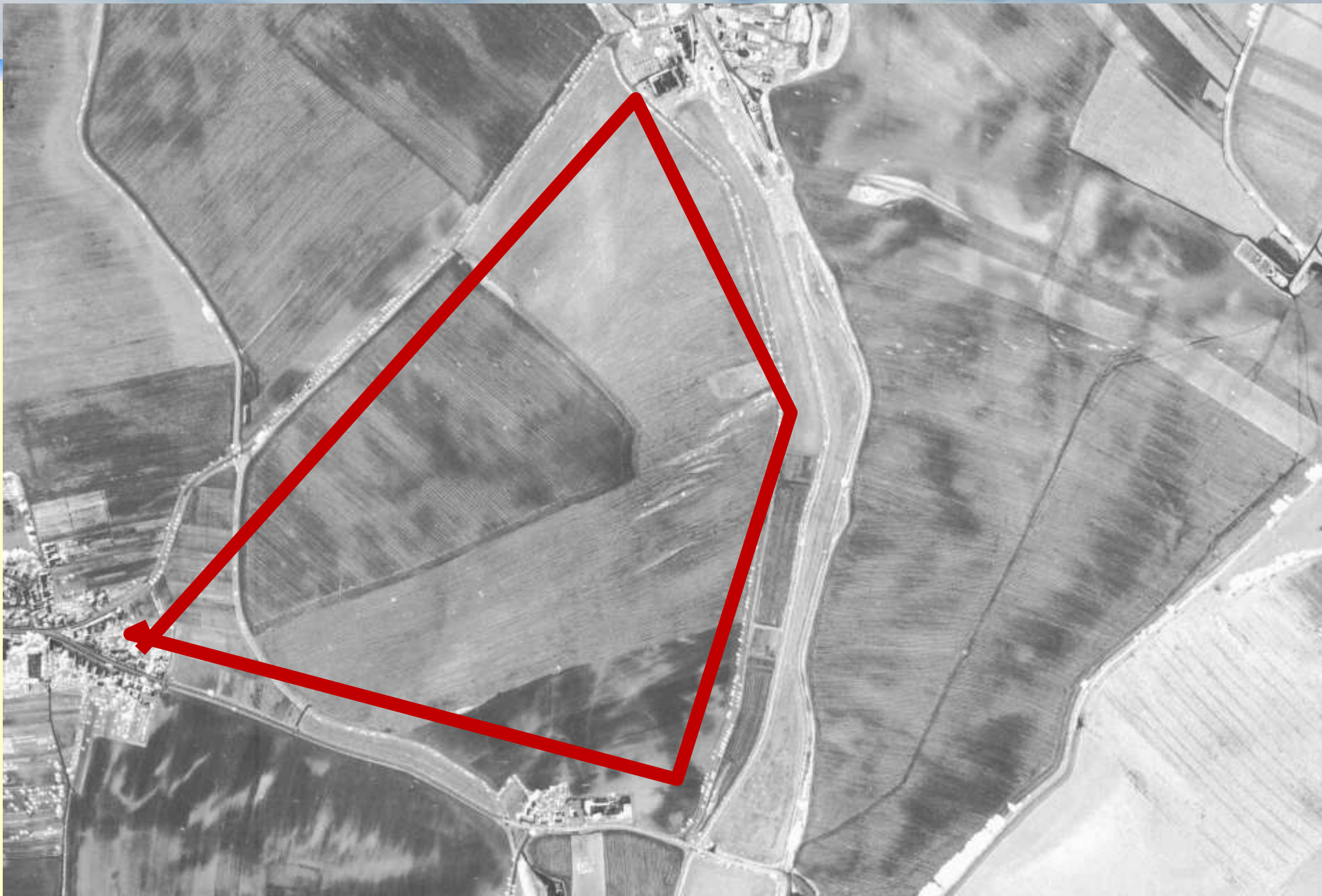
Archlebov



Stav 1971



Stav 1993



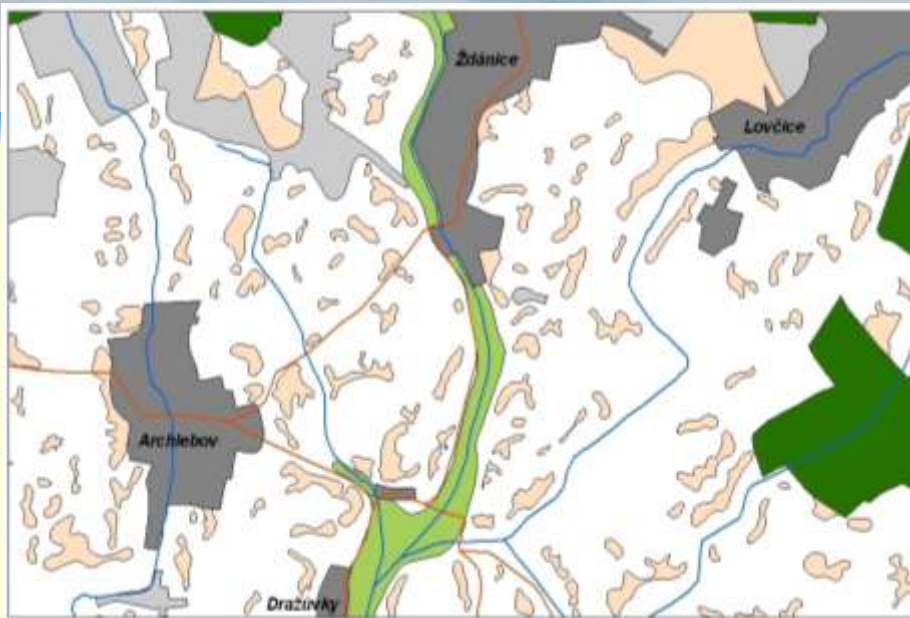
Stav 2018



1938

Vývoj plošné eroze

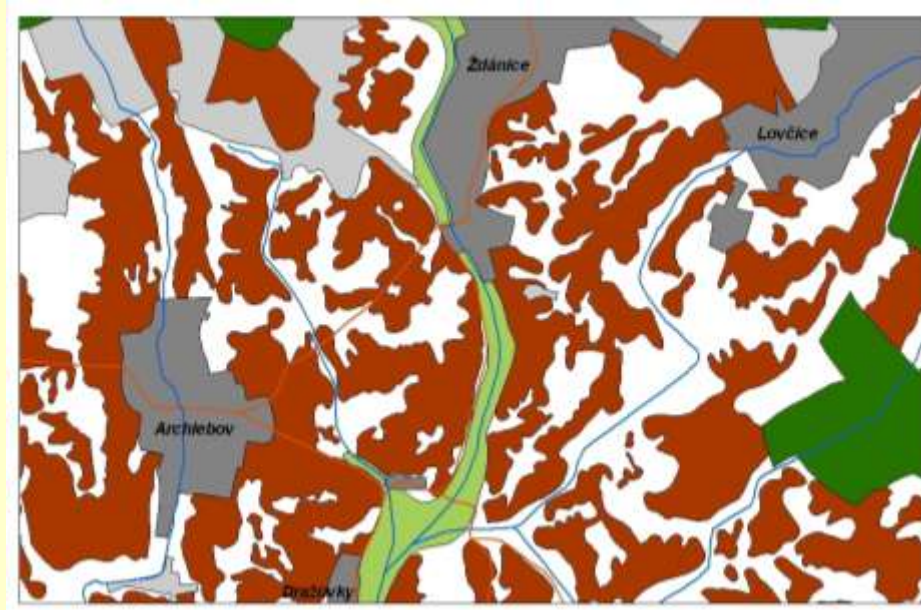
1971



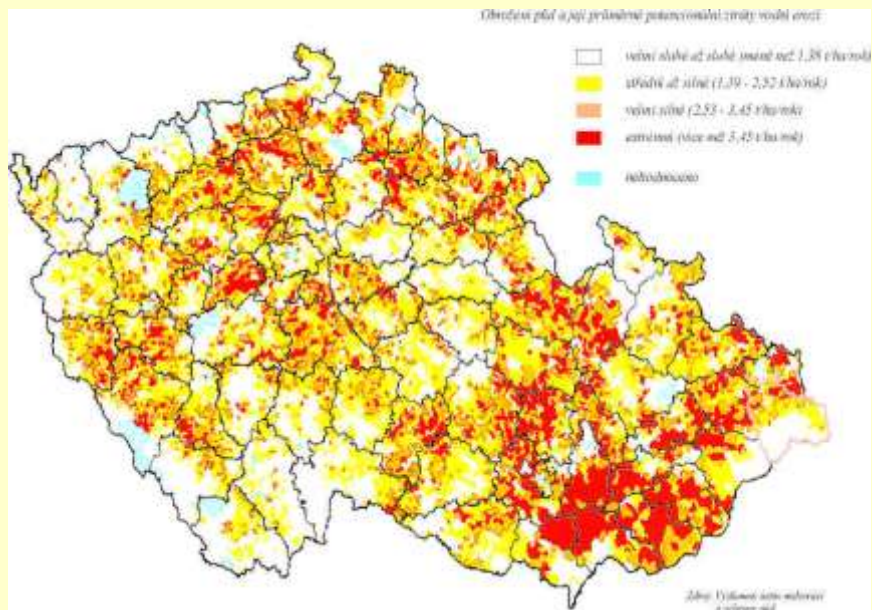
1993

Zdroj VÚMOP

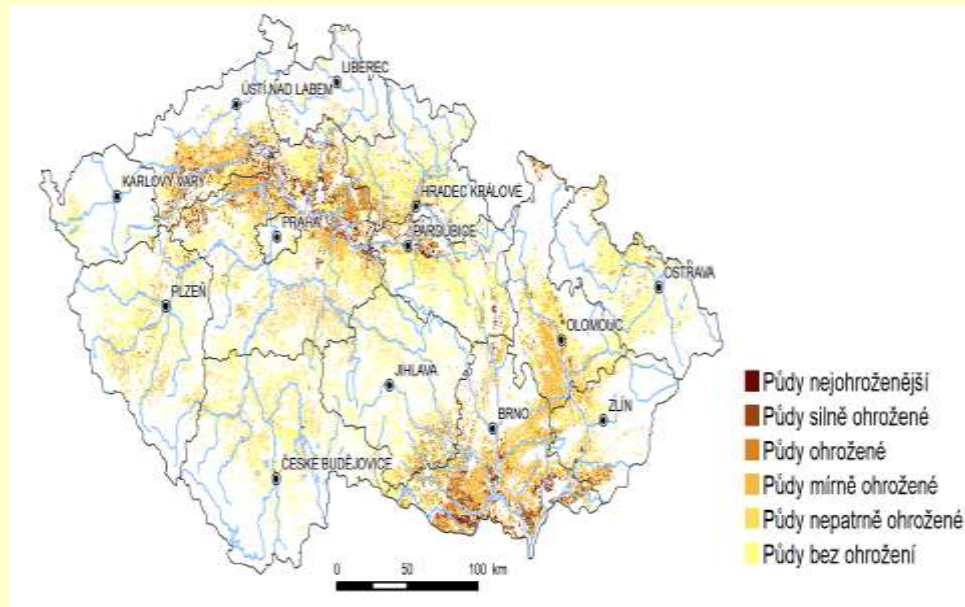
2018



Vodní eroze v ČR – 54 % půd



Větrná eroze v ČR – 25 % půd
(kolem 2000 bylo 10 %)

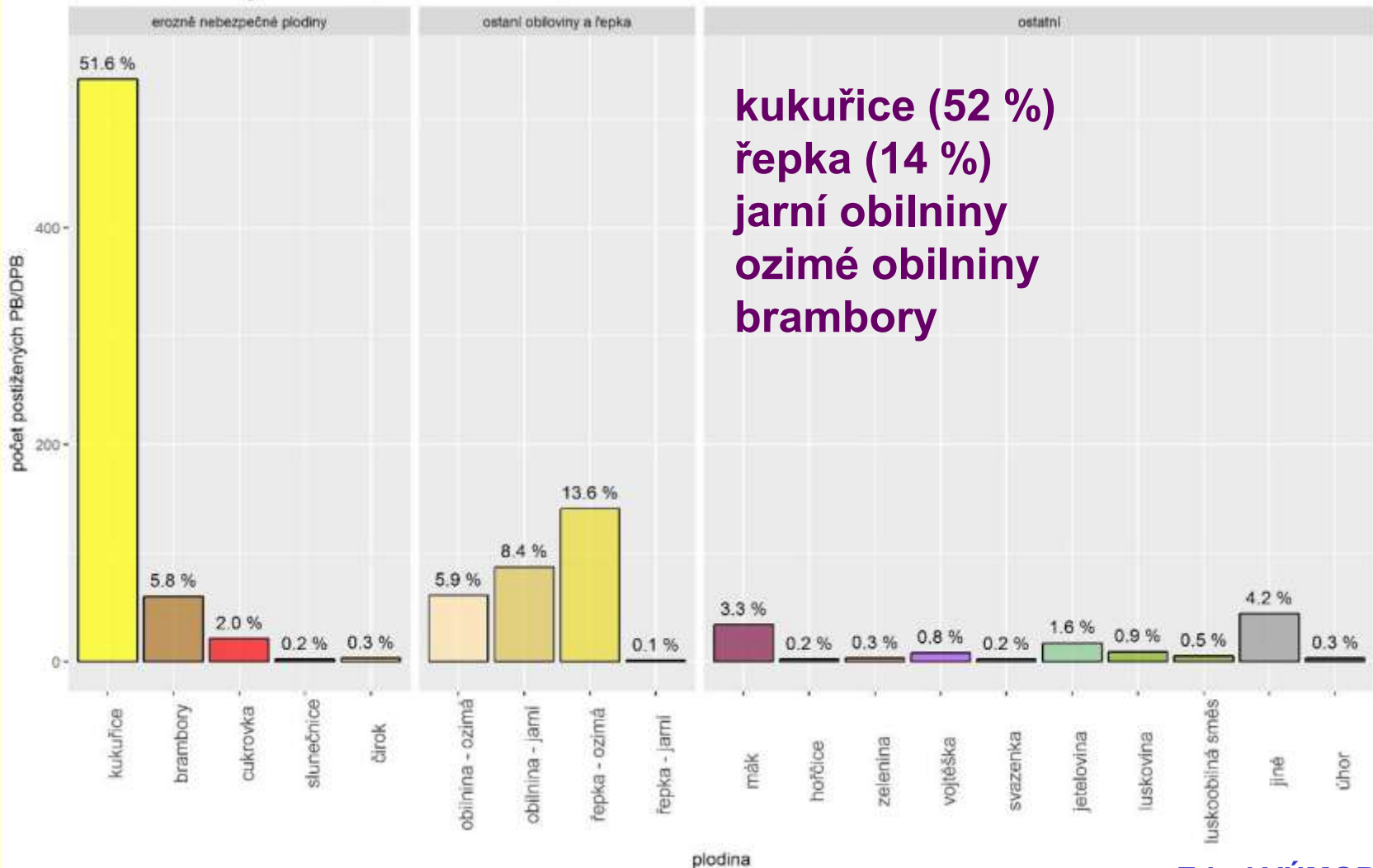




Erozní plodina č. 1

Kukuřice

Rozložení plodin u erozních událostí





**portál Monitoring eroze od
VUMOP**

(<https://me.vumop.cz/app/>)

<https://me.vumop.cz>



Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.

Monitoring eroze

VSTUP DO APLIKACE

Vítejte ve webové aplikaci **Monitoring eroze zemědělské půdy**, která slouží k hlášení, evidenci a vyhodnocování jednotlivých erozních událostí. Cílem monitoringu eroze zemědělské půdy je zajistit relevantní podklady o rozsahu problému eroze zemědělské půdy. Výstupy z analýz monitorovaných událostí mají široké využití jak v soukromé, tak i ve veřejné sféře. Zejména jsou kvalitním podkladem pro efektivní navrhování protierozních opatření a pro přípravu nových politik v oblasti ochrany půd.

Aplikace byla vyvinuta pro potřeby
Státního pozemkového úřadu a
Ministerstva zemědělství České republiky.



PROČ MONITORUJEME EROZI V ČR?

Půda je jedním z nejcennějších přírodních bohatství každého státu a neobnovitelným přírodním zdrojem. Představuje významnou složku životního prostředí s širokým rozsahem funkcí a je základním výrobním prostředkem v zemědělství a lesnictví. Je ovšem ohrožena celou řadou procesů z části přírodních, z větší části však vyvolaných činností člověka, které vedou k omezení nebo až zničení schopnosti půdy plnit své základní produkční a mimoprodukční funkce.

KDYŽ SE SETKÁM S EROZNÍ UDÁLOSTÍ

V případě zjištění erozní události je třeba se obrátit na místně příslušnou pobočku Státního pozemkového úřadu (SPÚ), případně přímo na pověřeného pracovníka SPÚ. Pověřený pracovník následně provede terénní rekognoskaci a zjištěné informace zanese prostřednictvím webového portálu Monitoringu eroze zemědělské půdy do databáze.

Seznam pověřených pracovníků s kontakty je uveden přímo na webovém portálu Monitoringu eroze zemědělské půdy.

Krajský pozemkový úřad pro Jihomoravský kraj
Pobočka Břeclav

SP. ZN.:

Z á p í s

z místního šetření v rámci nahlášené erozní události v k.ú. Klobouky u Brna,
lokalita „Padělky pod Šibeníci“, PB 2201/13, 2201/11

sepsaný dne: 23. 8. 2019

přizvaní účastníci jednání:

za Pobočku Břeclav: Ing. Pavla Rýpalová (4485)
Ing. Lenka Tučková (4489)

Předmět šetření:

Místní šetření erozní události bylo provedeno na základě ohlášení e-mailem. Událost nahlásil pan Jakub Špaček, tel. 776 084 586. Jde o projev plošné eroze s následnými rýžkami a rýhami 10-40 cm hlubokými. Ke kumulaci sedimentů nedošlo. Škody na plodinách, komunikacích, stavbách, studních a ostatní infrastruktuře nevznikly žádné. Dle nahlášovatele erozní události spadlo v lokalitě dne 17.8.2019 kolem 18 mm srážek. Zasažené půdní bloky jsou v současné době bez vegetačního pokryvu.

Součástí tohoto zápisu je foto dokumentace uvedené lokality.

Tento zápis byl vyhotoven ve dvou originálech

STÁTNÍ POZEMKOVÝ ÚŘAD
Krajský úřad pro Jihomoravský kraj
Pobočka Břeclav
nádraží, T.G. Masaryka 2889/MA
690 02 Břeclav

Lenka Tučková



Náchylnost krajiny?

- Charakter
- **Zhutnění půdy – 45 %**
- Zastavění půdy

Zhutnění půdy – 45 % orné půdy



Technika !?



Půdní sonda - utužení



Degradace půdy



Každý jednotlivý
degradační proces
vyvolává obvykle
cyklickou reakci

Benešovsko, 26.8. 2017

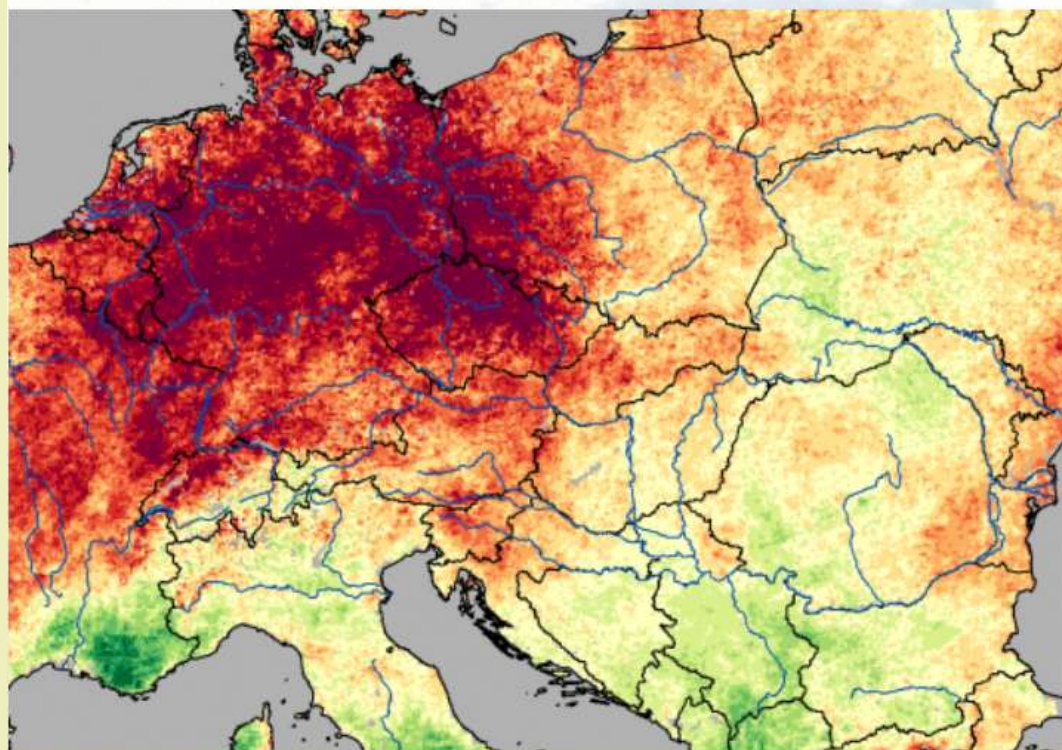
Teplota sklizeného pole je jako teplota asfaltu 48 °C



Ono to tak není !

Aneb bez vody zkolabuje i „dokonalá“ sousední krajina

Vodní stres



3. 9. 2018

36.
týden



Přehrát animaci:

od začátku roku



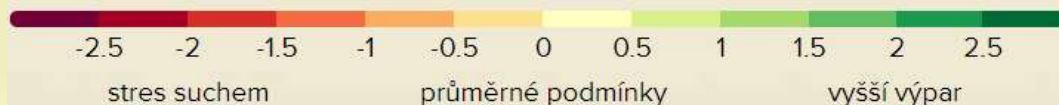
02. týden 2018 - 48. týden 2018



Stáhnout mapu



Zobrazit



MONITORUJTE SUCHO

Jaká je hlavní příčina sucha?

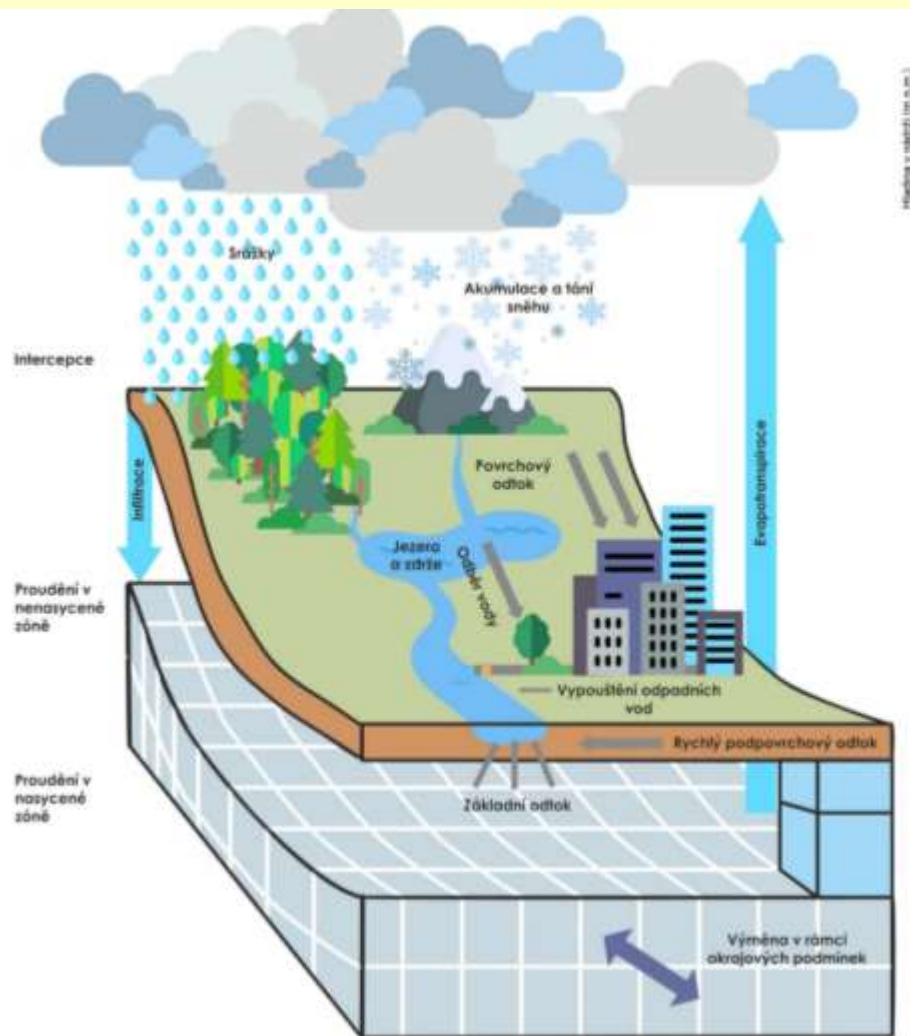




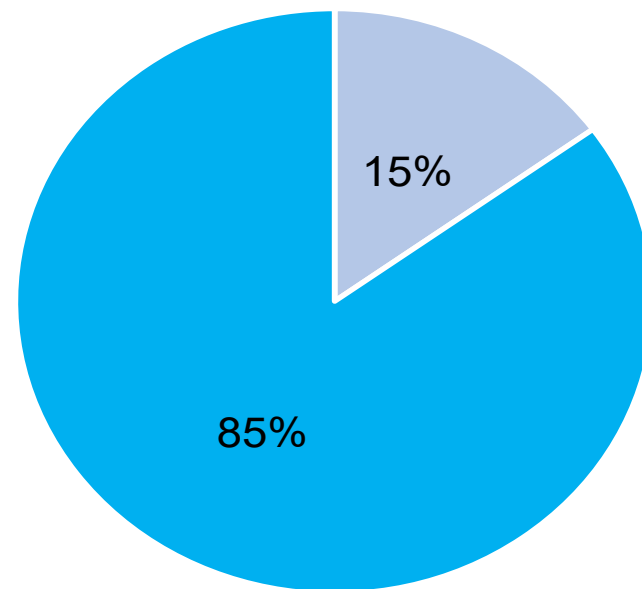
CO s tím?

kde se „ztrácí“ voda

Digitální dvojče povodí Dyje



Období 1991 – 2020



výpar

odtok

Krajina – odtok?

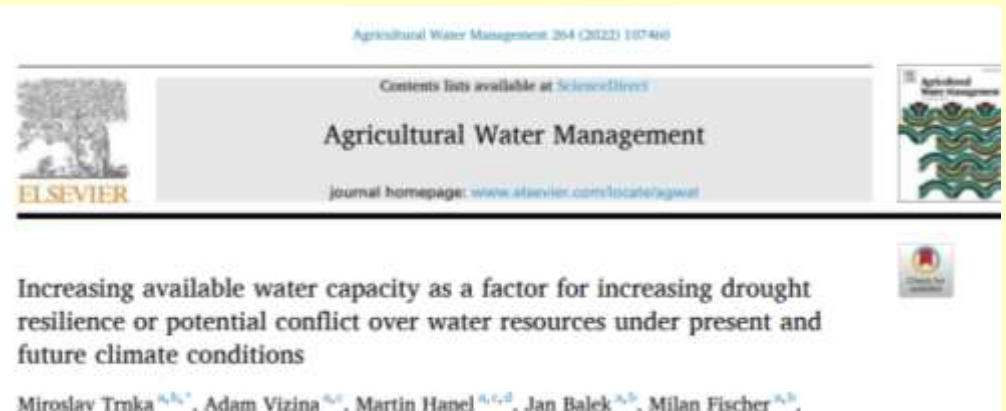
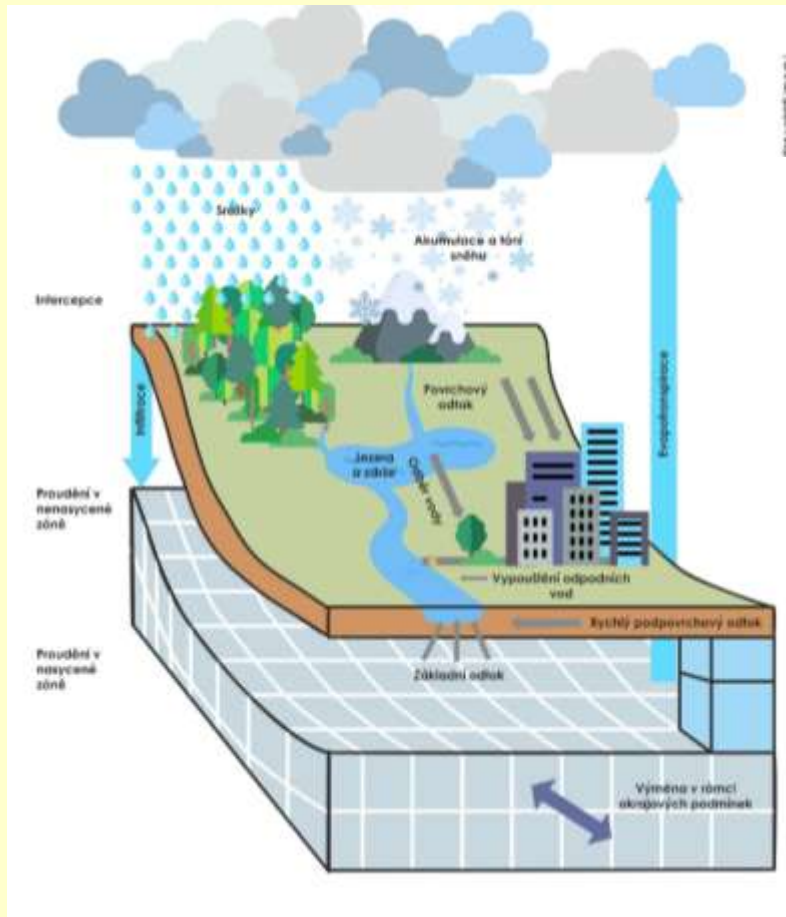


Krajina – **výpar!**



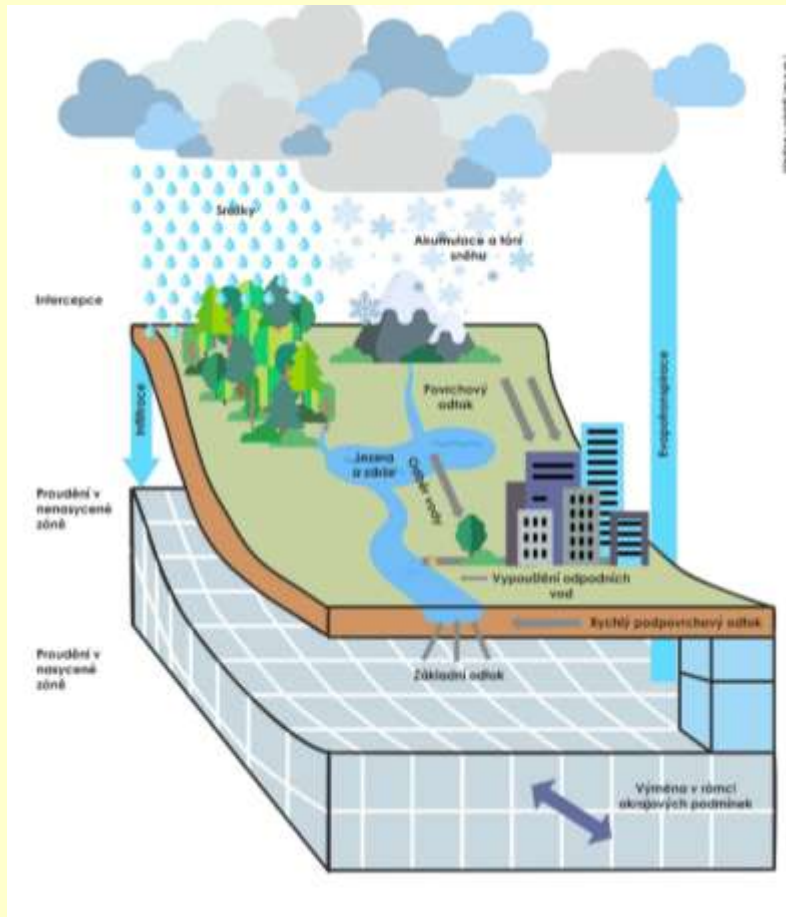
Opatrně prosím, když mluvíme o ...

- ✓ Retence vody v krajině
 - Ano, určitě ale!



Pokud zemědělská adaptační opatření směrem k zadržení vody v půdě budou „přehnaná“, projeví se to v budoucnu na hydrologických problémech.

Opatrně prosím



- ✓ Retence vody v krajině?
- ✓ Akumulace - Vodní díla – horní tok, dolní část povodí?

Krajina a malé vodní prvky a plochy?

Rybníčky

Mokřady

Tůně

.....

Rozhodně

ano – protipovodňová ochrana

ano – biodiverzita

ano – rekreace

ano – mikroklima

Ochranná funkce před povodní PÚ – 250/13000



Ochranná funkce před povodní



Retenční kapacita – vesnice v údolích



Proč to nejde?
Vlastnictví půdy = 76 %

Krajina a malé vodní prvky a plochy?

Rybníčky

Mokřady

Tůně

ALE PŮDNÍ SUCHO?

Rozhodně

ano – protipovodňová ochrana

ano – biodiverzita

ano – rekreace

ano – mikroklima

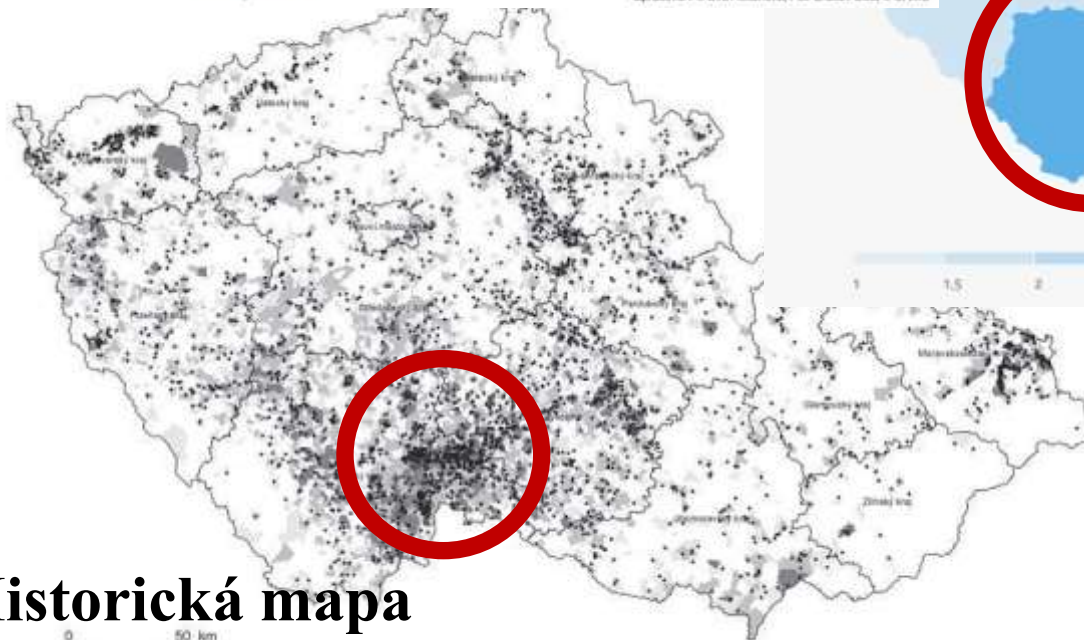
Vodní plochy v ČR

Průměrný roční úhm srážek 1961-1990 [mm]



Současná mapa
JČ = 4,6 %

dních ploch na celkové rozloze kraje (v %)



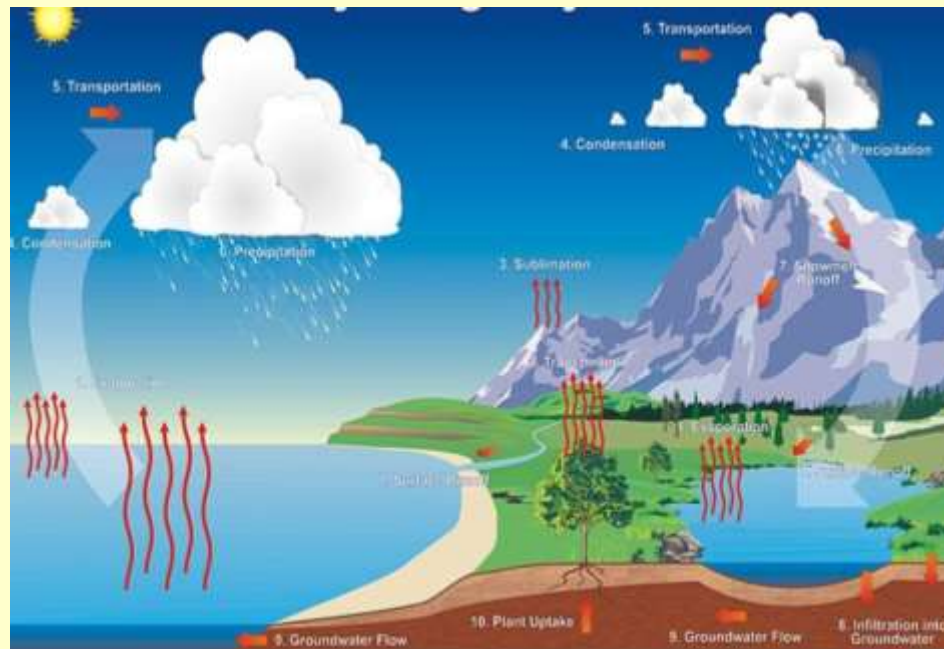
Historická mapa

Malý a velký vodní cyklus (koloběh vody)

30 % : 70 %



Oběh vody jen nad pevninou
nebo jen nad oceány

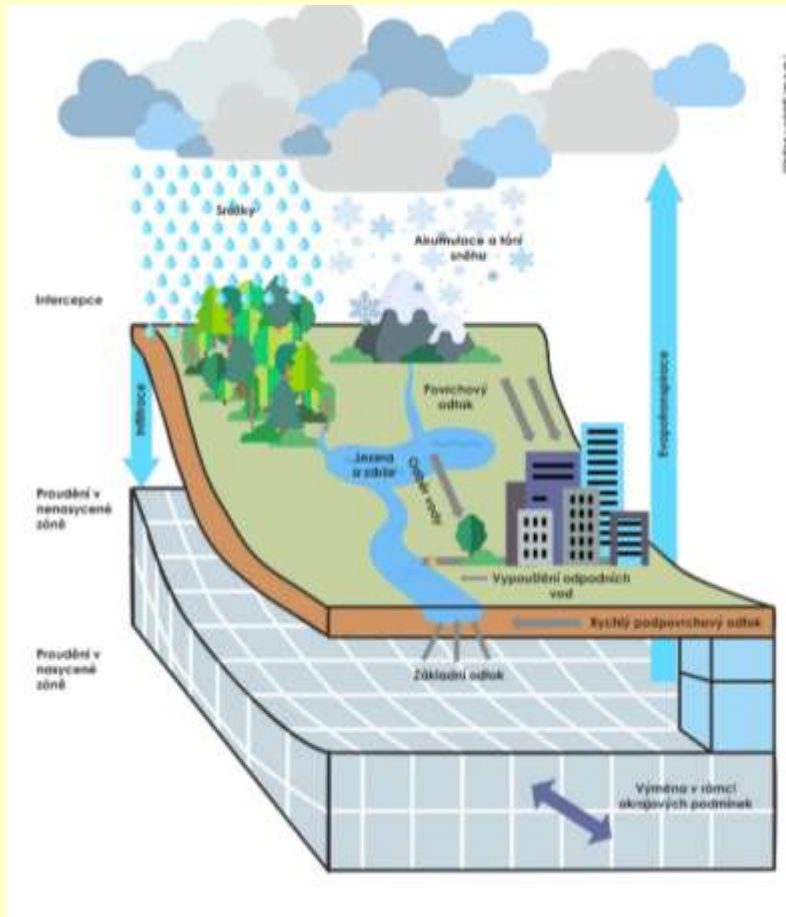


Oběh (výměna) vody mezi pevninou a oceány

Akumulace, vodní díla

- Pitná voda
- Zachycení povodňové vlny
- Nadlepšení průtoků v době sucha
- Závlahový potenciál
- Zdroj energie

Opatrně prosím



- ✓ Zadržování vody v krajině?
- ✓ Vodní díla – horní tok, dolní část povodí?
- ✓ Meandry a rozliv?

A map showing a river bend with a red dot marking a specific location on the outer bank.

**11.22 Dotaz rakouské strany týkající se různých úvah o vytvoření retenčních nádrží
v českém povodí Moravy**

A map showing a river bend with a red dot marking a specific location on the outer bank.

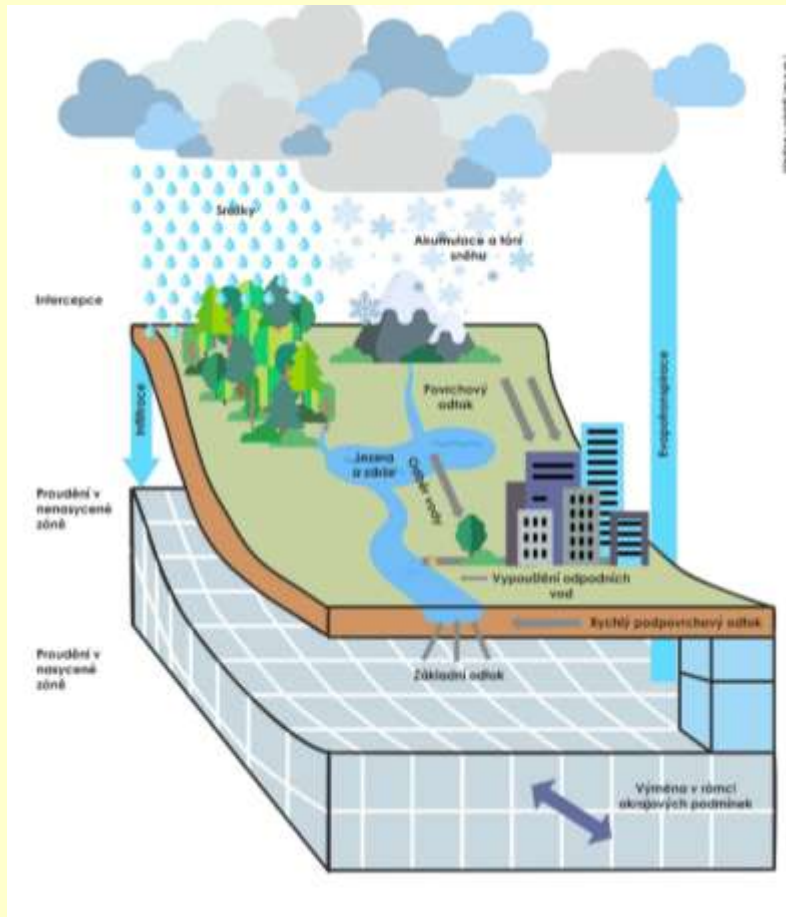
ČESKO – RAKOUSKÁ KOMISE PRO HRANIČNÍ VODY

Odtok – Povodí Dyje (LMG-Ladná)

- Do roku 2010: 1 315 000 000 m³ = jedna miliarda 315 milionu kubíků
- 2010 – 2020: 1 075 000 000 m³
- Extrémní roky (2017,2018, 2022): ca 430 000 000 m³
- Spotřeba stejná (odběry, závlahy, pitná voda),
- Rakousko se nás ptá: kde ta voda je?????

Vypařuje se déšť ji vrátí

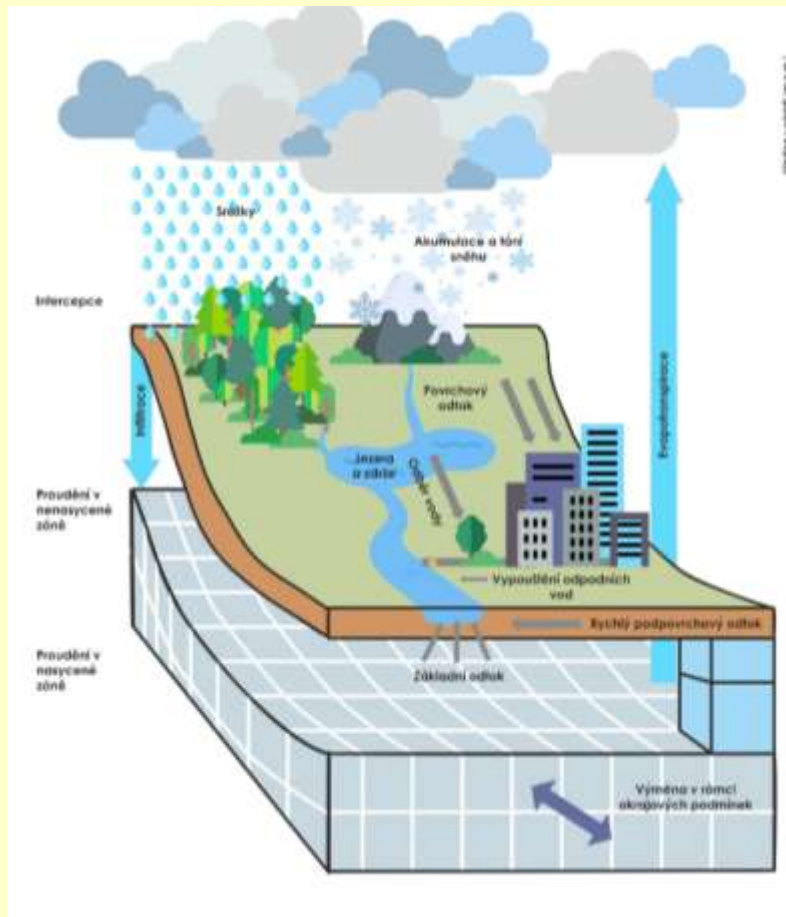
Opatrně prosím



- ✓ Zadržování vody v krajině?
- ✓ Vodní díla?
- ✓ Meandry?
- ✓ Dešťovka?



Opatrně prosím



- ✓ Zadržování vody v krajině?
- ✓ Vodní díla
- ✓ Meandry?
- ✓ Dešťovka?
- ✓ Omezit výpar – produktivní/neproduktivní?

evaporace



Náchylnost krajiny

- Charakter
- Zhutnění půdy
- **Zastavění půdy – 11 %**

Zastavění půdy ČR – 11 %

Česko zaplňují haly, vynášejí pohádkově

2000

2004

2007



2010

2013

2016

- V roce 2018 je zastavěná půda v ČR 11 % meziročně roste **0,4 %**

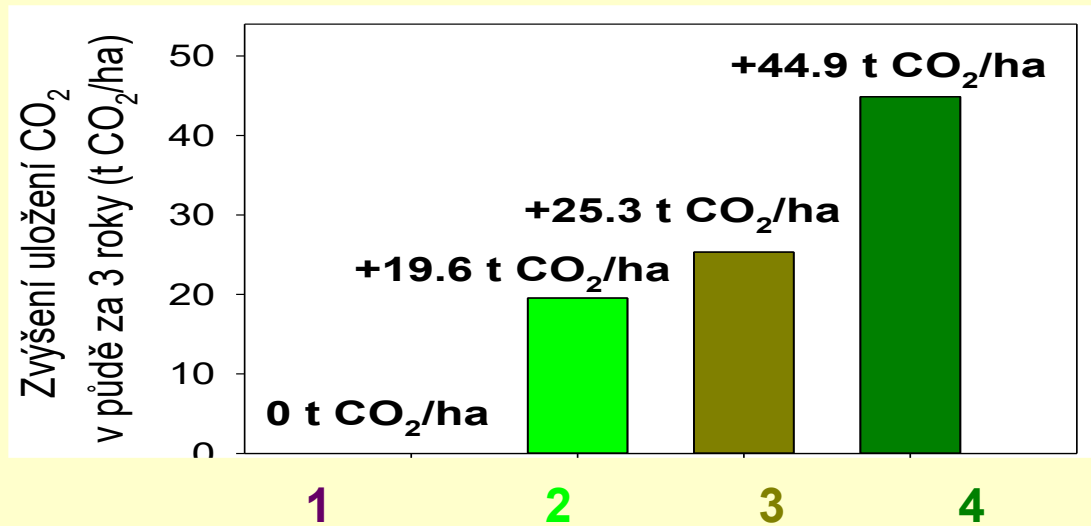
- Každý den se zastaví zhruba **11 hektarů** = **6 fotbalových hřišť**

**CO tedy s KZ a
suchem?**

Systémová řešení v agrosektoru směrem k půdě

Regenerativní (uhlíkové) zemědělství
Ekologické zemědělství
Agrolesnictví
Precizní zemědělství

Regenerativní zemědělství - Carbon Farming – využívá obrovský potenciál ukládání uhlíku do půdy – mitigační role



1. **Kontrola** – orba, bez meziplodin, bez aplikace kompostu
2. **Adaptační technologie** – BEZOREBNÉ SETÍ, PĚSTOVÁNÍ DRUHOVĚ BOHATÝCH MEZIPLODIN
3. **Kompost** – jednorázově 30 t/ha
4. **Adaptační technologie + kompost**

Druhá strana mince

Regenerativní (uhlíkové) zemědělství

- dočasný pokles výnosu
- vytrvalé plevele
- hraboši
- problémy s ŽV
- vysoké investice
-



Systémová řešení v agrosektoru

Regenerativní (uhlíkové) zemědělství

Ekologické zemědělství

Agrolesnictví

Precizní zemědělství



Adaptace formou změny hospodaření

Častý „mýtus“: krajinu změni
ekologické zemědělství

<https://native.seznamzpravy.cz/>



Ekologické zemědělství v ČR = 15 % plochy cíl 22 %

(významněji dotované = např. 1 ha sad 20 000 Kč)



44,90 Kč/l



90 Kč/kg



9 Kč/kus

Jsme ochotni (průměrná rodina) dát ne 20-30 % ale 40 %??
(škrtnout 10 % na dovolenou a 10 % na dopravu?)

Druhá strana mince

Ekologické zemědělství

- vyšší dotace
- vyšší cena biopotravin

Češi škrtli bio z jídelníčku,
v řetězcích je skoro neprodejné

14.5.2023



ZUZANA HODKOVÁ



Systémová řešení v agrosektoru

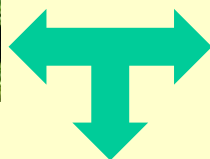
Regenerativní (uhlíkové) zemědělství

Ekologické zemědělství

Agrolesnictví

Precizní zemědělství

Agroforestry



silvoorebný systém



silvopastevní systém

Druhá strana mince

Agrolesnictví

- menší produkční plocha
- menší uplatnění mechanizace
- více lidské práce
- péče o dřeviny
- vzájemná konkurence
- houbové choroby
- ...



Nejnadějnější cesta...

Precizní zemědělství – omezení umělých hnojiv a pesticidů



Ale 10 ha??

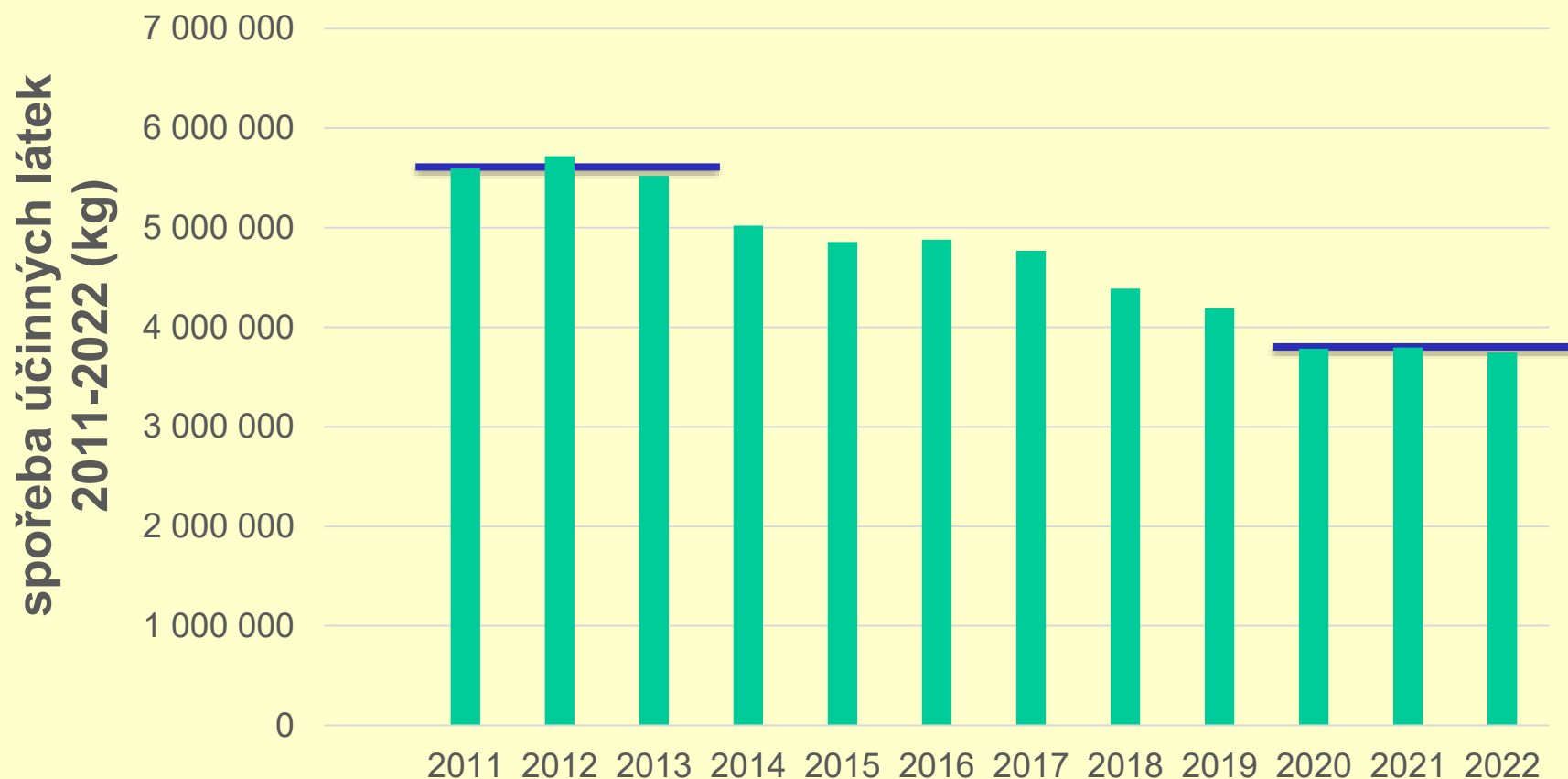


Ekologické zemědělství 15 %, cíl pro 2027 je 22 %
(omezení pesticidů)

Spotřeba pesticidů v ČR 2011-2022

(pokles způsoben hlavně konvenčním zemědělstvím)

Pokles o 30 %

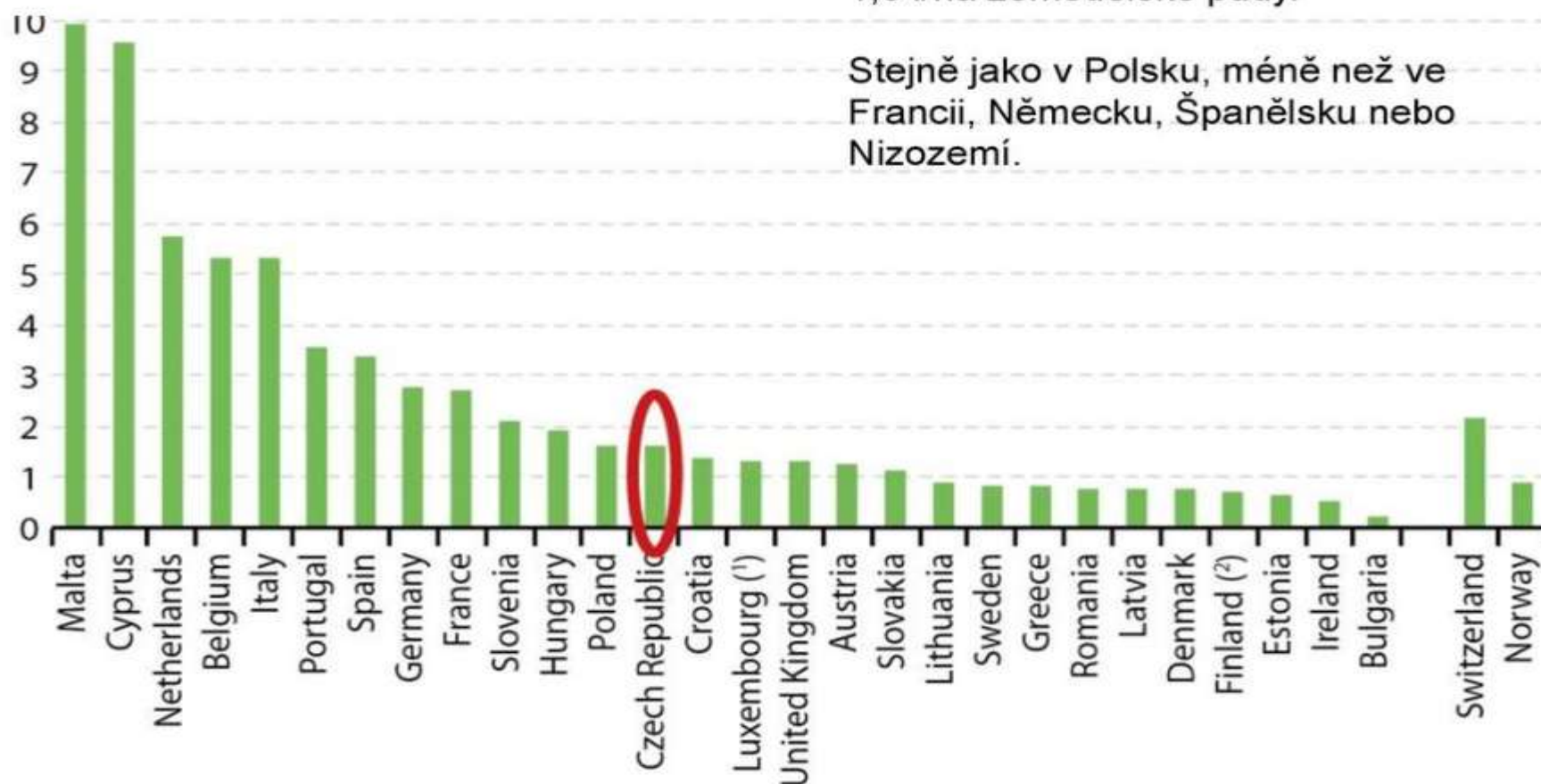


Srovnání využití pesticidů v ČR a EU (Eurostat 2017)

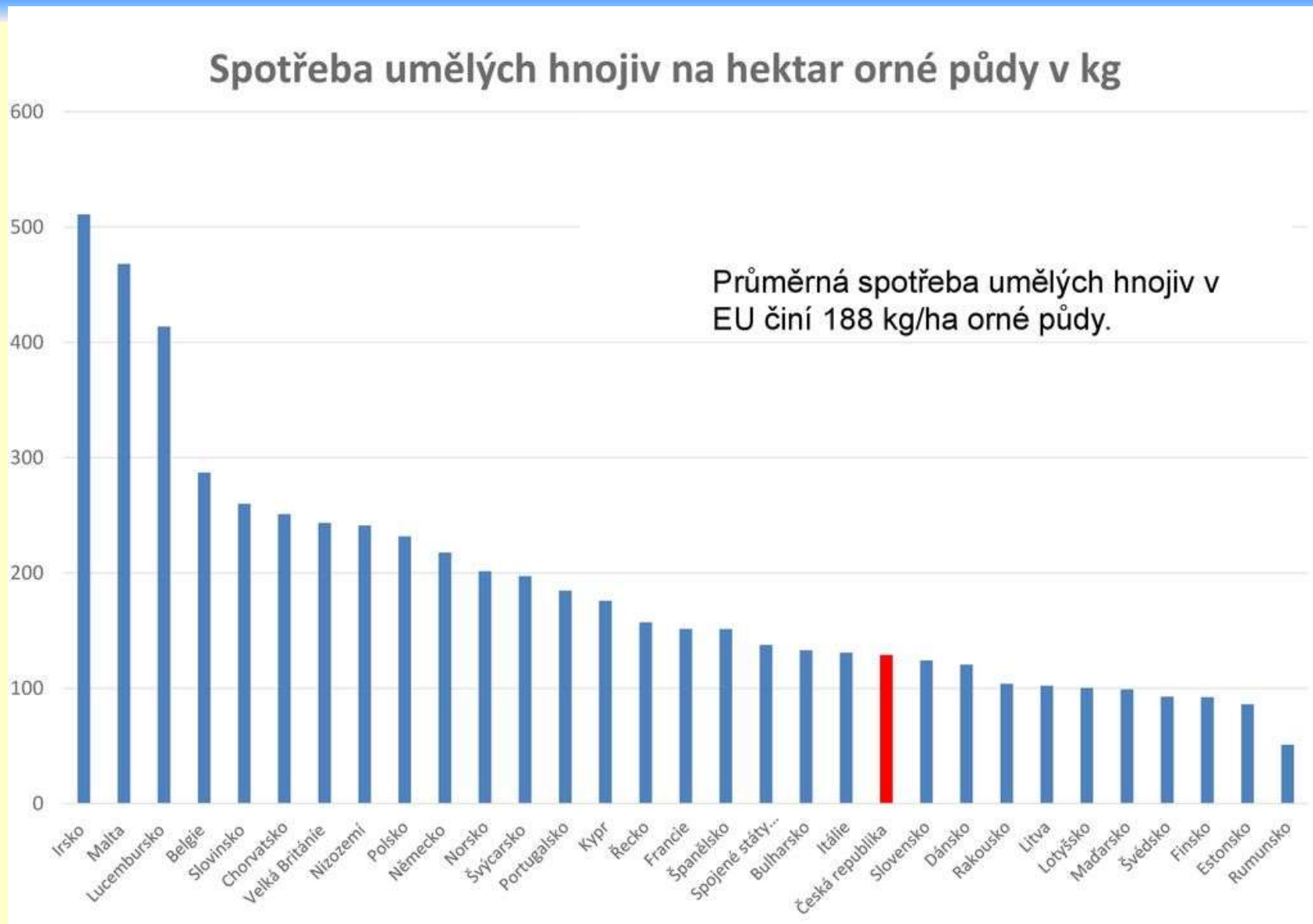
Průměrná spotřeba pesticidů

Průměrná spotřeba pesticidů v ČR činí
1,8 l/ha zemědělské půdy.

Stejně jako v Polsku, méně než ve
Francii, Německu, Španělsku nebo
Nizozemí.



Precizní zemědělství – omezení umělých hnojiv



Druhá strana mince

Precizní zemědělství

- specifická mechanizace
- know-how (vzdělaná obsluha)
- drahé technologie a služby
-

**Několik konkrétních případů
realizace adaptačních opatření
v konvenčním zemědělství**

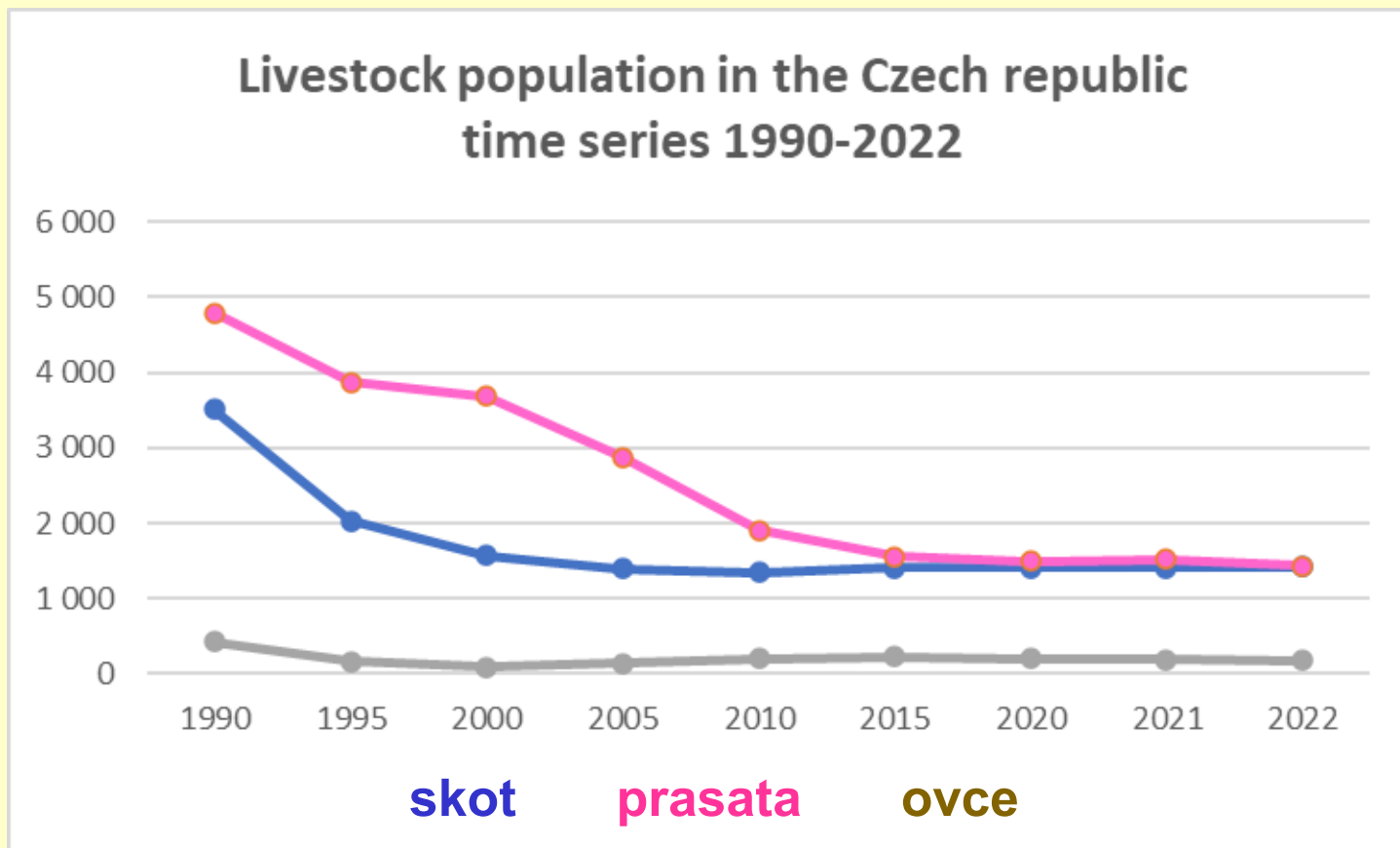
Organická hmota v půdě !!

**Vodu v půdě udrží organická hmota
(biopřípravky, komposty...)**

Kde ji vzít???

Už jsme viděli u emisí metanu Pokles na 1/3 od 1990

tis. kusů



1990

v ČR aktuálně 1,4 mil ks skotu

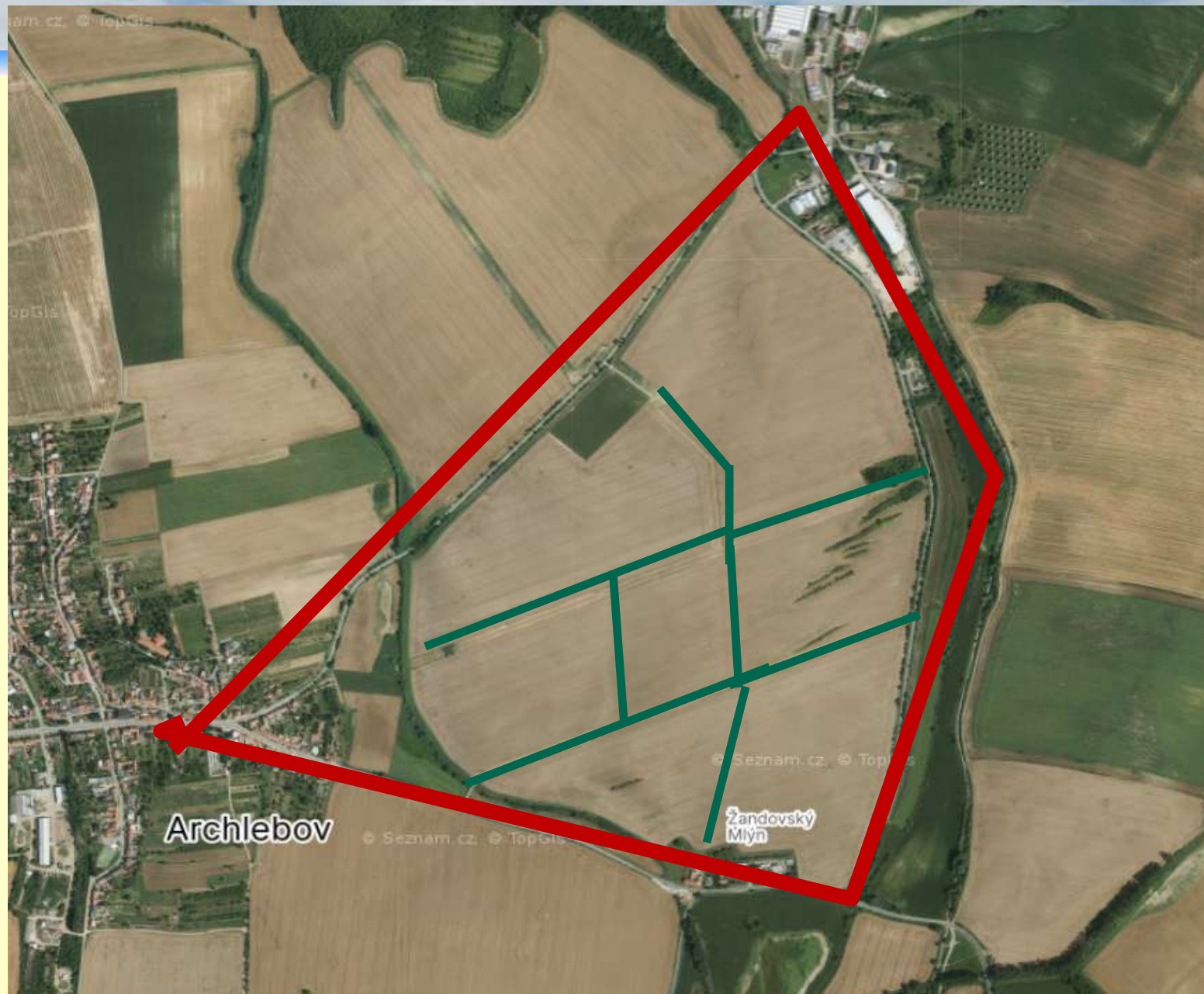
2022

Velikost půdních bloků – do 30 ha/SEO 10 ha



Zdroj: moravsketoskansko.cz

Stav 2023 (od 2021)



Eroze Dambořice (4.10.2021)

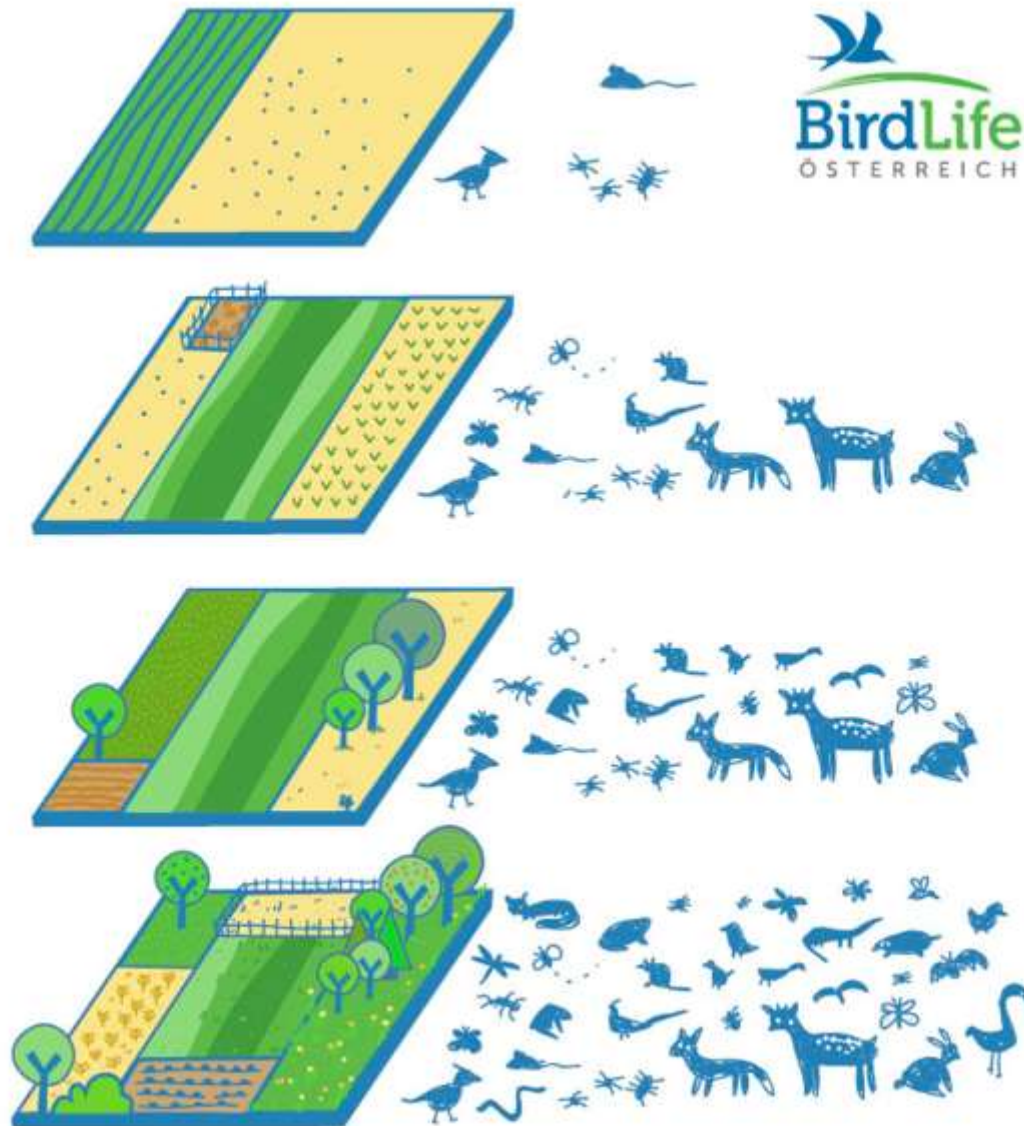


Proč roviny? (19 % území ČR = větrná eroze)

Znojensko 4.4. 2019
rychlost větru 10 m.s⁻¹



Proč roviny? - biodiverzita





Rýhová eroze

Dráha soustředěného odtoku



Protierozní ochrana formou stabilizace drah soustředěného odtoku



Dráha soustředěného odtoku



Dráha soustředěného odtoku



Dráha soustředěného odtoku



Obdělávání po vrstevnici – kolmo na odtokovou linii – svahy 5-8°

- **Dražší**
- **Speciální technika**
- **Ujíždí brázda**
- **Časově náročnější**
- **Nebezpečnější**



Pásové - vrstevnicové protierozní hospodaření



Agrotechnologie v suchých (suchem a erozí ohrožených) oblastech

- Strip-till
- Mulč
- Meziplodiny
- Kolečové řádky
- Orba nebo bez ní
- Změna plodiny

Protierozní agrotechnologie = strip till



**Choroby a
škůdci ??**

Technologie pásového zpracování půdy

STRIP TILL

- Pásy zpracované půdy o šířce cca 25 cm
 - prokypření půdy až do hloubky 30 cm
 - současná aplikace minerálního nebo granulovaného hnojiva
- Pásy nezpracované půdy o šířce až 50 cm
 - ponechání posklizňových zbytků na povrchu

Pásové zpracování půdy strojem ECO-Tiller



Pásové zpracování půdy ke kukuřici

Porost kukuřice založený do
zpracovaných pásů půdy



Mulč = jakékoliv pokrytí půdy (zelené hnojení, meziplodiny...)

Vysoký podíl rostlinných zbytků na povrchu půdy a v povrchové vrstvě ornice

1. významně snižuje ohrožení půdy vodní erozí
2. na povrchu snižují povrchový odtok
3. brání přemokření povrchu a vzniku půdního škraloupu
4. vytvářejí preferenční cesty pro vsakování vody ve vertikálním směru a zlepšují vsakování vody
5. zvyšují stabilitu struktury půdy, stabilitu půdních agregátů
6. zvyšují únosnost půdy a snižují sklon půdy k zhutňování
7. izolují před přímým působením slunce a větru
8. snižují výkyvy vlhkosti a teploty půdy
9. udržují vyšší vlhkost v horní vrstvě ornice
10. brání růstu plevelům
11. Organický mulč = dodává živiny

Mulč = jakékoliv pokrytí půdy (zelené hnojení, meziplodiny...)

Nevýhody mulče

- Na větší plochy je potřeba značné množství materiálu – náklady + práce
- Nezabrání prorůstání úplně všech plevelů

Agrotechnologie

Setí do krycí plodiny-mulč



Bez meziplodin to nepůjde



hořčice bílá + jetel inkarnát



lnička setá + svazenka vratičolistá



*svazenka vratičolistá
+ pohanka obecná*



oves setý + ředkev olejná



oves setý + hořčice bílá



ředkev olejná + hořčice bílá

Letní meziplodiny v suchých oblastech?



Kombinace – proti suchu, utužení, dobrá organika, optimální fenologie

Funkční kombinace meziplodin

Směs č.1 (před pšenici, ječmen)

- Len (3 kg/ha) (*Linum usitatissimum*)
- Hořčice sareptská (1 kg/ha) (*Brassica juncea*)
- Lnička (3 kg/ha) (*Camelina*)
- Greening 5 (35 kg/ha) (Pohanka obecná 30%, Svazenka vratičolistá 5%, Peluška jarní 35%, Vikev jarní 20%, Jetel alexandrijský 10%) (*Fygospyrum, Phacelia tanacetifolia, Pinum sativum, Vicia sativa, Trifolium alexandrinum*)

Směs č. 2 (před cukrovku, kukuřici)

- - Len (3 kg/ha) (*Linum usitatissimum*)
- - Ředkev čínská (Structator) (3 kg/ha) (*Raphanus sativus*)
- - Greening 5 (35 kg/ha) (Pohanka obecná 30%, Svazenka vratičolistá 5%, Peluška jarní 35%, Vikev jarní 20%, Jetel alexandrijský 10%) (*Fygospyrum, Phacelia tanacetifolia, Pinum sativum, Vicia sativa, Trifolium alexandrinum*)

Brukvovité – rychle se zapojí

Lipnicovité – velká kořenová biomasa

Vikvovité – poutají dusík

Len = kulovitý kořen

Kolejové řádky

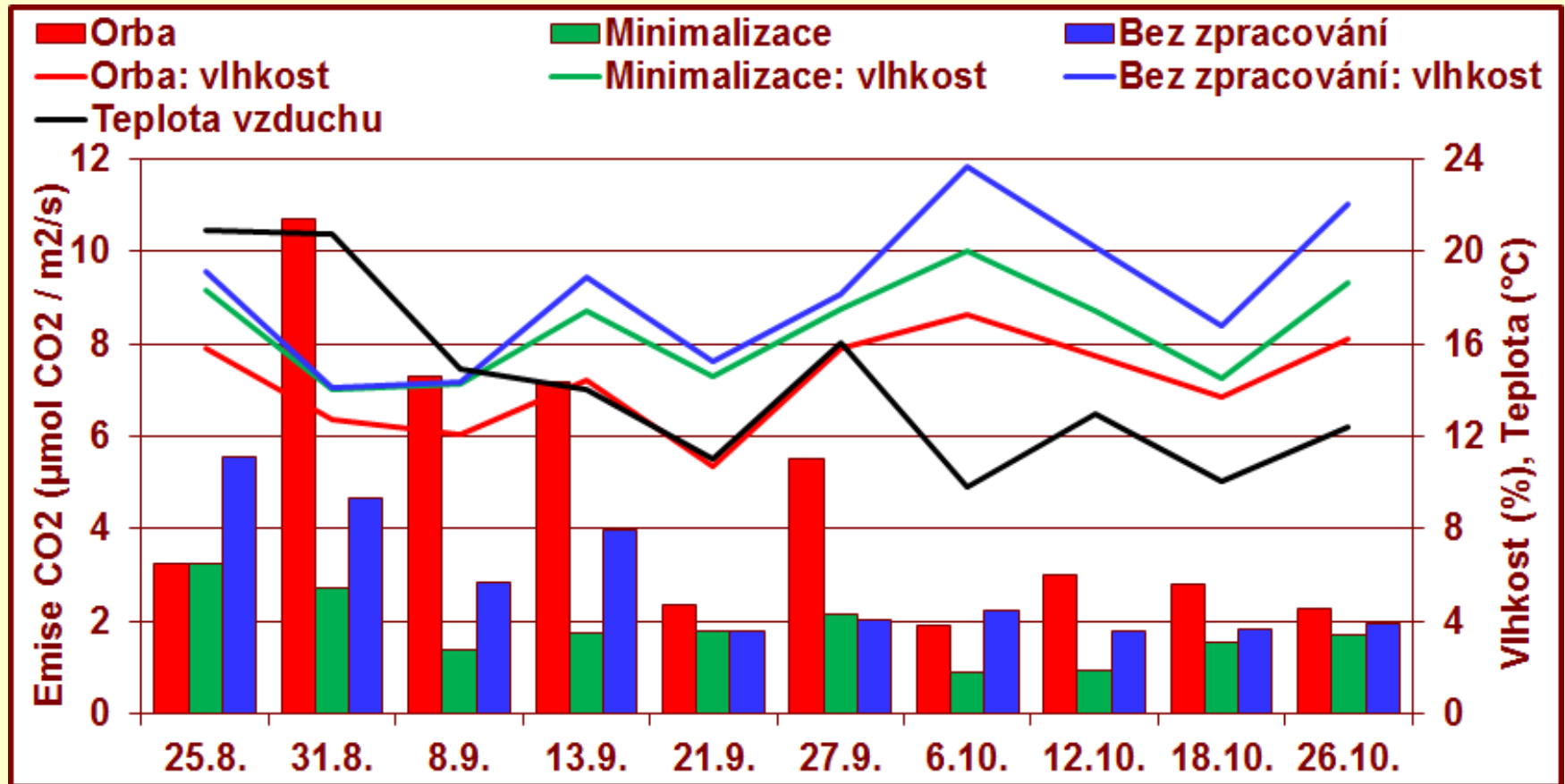




Orba nebo bez ?

Minimalizace???

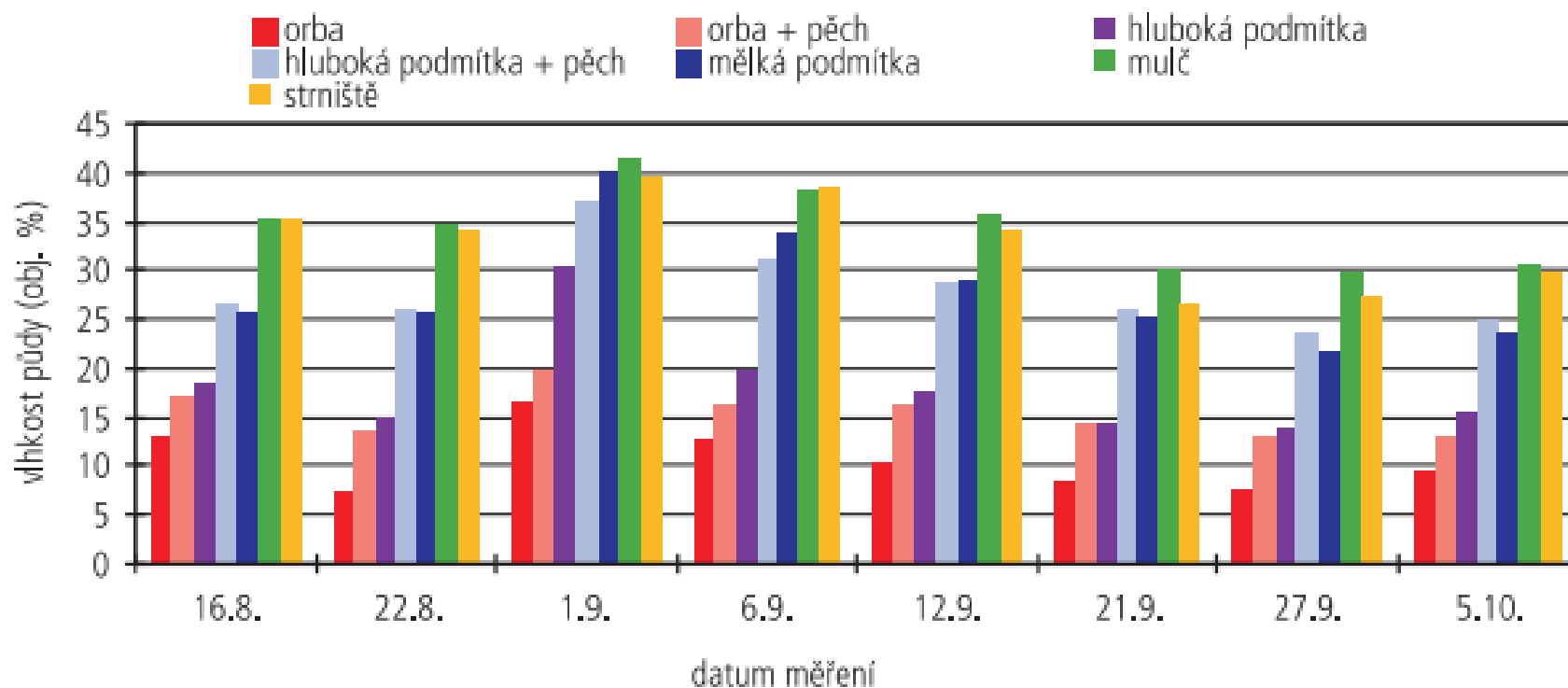
Orat - kypřit?



Emise CO₂ z půdy a její vlhkost po různém zpracování
(Ruzyně 2017)

Vlhkost půdy při různém zpracování

Vlhkost půdy do hloubky 12 cm při různém zpracování po sklizni ozimé pšenice
(Ruzyně 2023)





Setí do nezpracované půdy

Bezorební kombinátor (žádná orba, přímé setí, minimální eroze a utužení, nevýhoda: plevelle!)



**Jak se bez zpracování vsakuje voda? Zdravá půda =
Biopóry po makroedafonu na půdě bez zpracování**



Biouhel je biomasa zuhelnatělá (vysokou teplotou 300-600 °C) za účelem aplikace do půd. Od dřevěného uhlí se liší tím, že je drobnozrnná, že uhelnatění není uplatněno na kusové dříví, a nepoužívá se jako palivo

Půdní aditiva - biouhel



- zlepšit vlastnosti půd
- uložit obrovská množství **uhlíku**, zachyceného předtím fotosyntézou z ovzduší



**Pěstujte něco
jiného...suchovzdorného**

Adaptace - alternativní plodiny

kukuřice

čirok



Žabčice 19.9. 2017

Šlechtění na suchovzdornost (na vyšší WUE, na ranost)



Zdroj: VÚRV Praha



Vodní bilance krajiny

SPÚ – Pozemkové úpravy

Silný nástroj
13 097 katastrů

Ochranná funkce před povodní PÚ – 250/13000



Ochranná funkce před povodní



Retenční kapacita – vesnice v údolích

PÚ – 250/13000





**Na závěr: z pohledu veřejnosti to
nejjednodušší.....**

Sucho? Tak zavlažujte!

Závlahy – mají budoucnost???

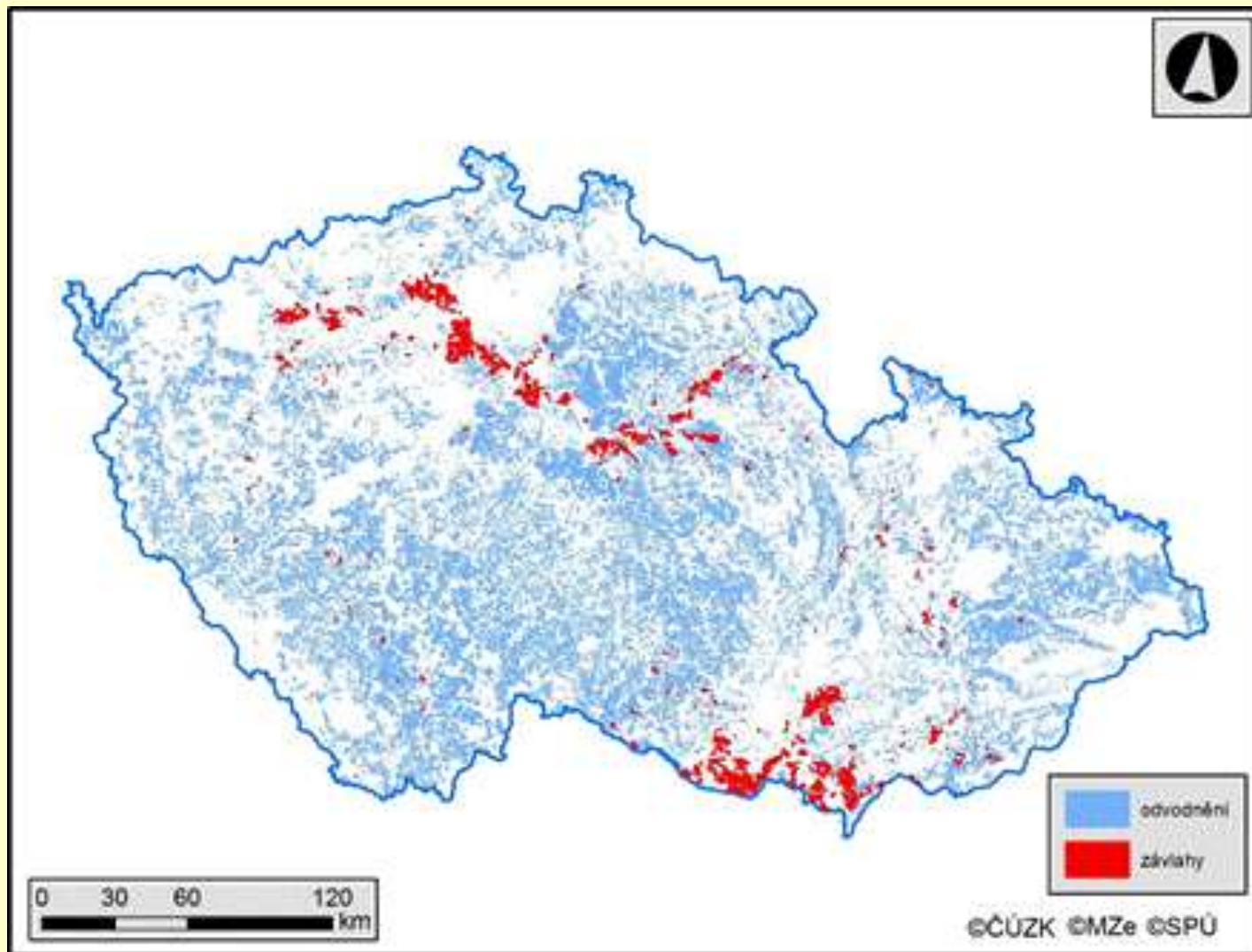
- plocha světa má jen **11** % zemědělské půdy
- z ní je **17** % zavlažováno
- těchto 17 % vyprodukuje **45** % potravin (!!!!)

Zemědělství v Saúdské Arábii

Družice - Sentinel-2A



Závlahy (červeně) a odvodnění (modře)



Závlahy – kde vzít vodu?

**V ČR závlahy na 3,6 % zemědělské půdy
ale funkční cca 1,8 %** (privatizace – renovace - ekonomika)

- **zelenina** **60 %**
- **jahody** **40 %**
- **chmelnice** **30 %**
- **ovocné sady** **20 %**
- **rané brambory** **17 %**
- **vinice** **5 %**
- **cukrová řepa** **2 %**
- **Za posledních 10 let vybudováno 5 000 ha
kapkové závlahy**

Otazníky u závlah

Využití závlah

- Ekonomika ?
- Infrastruktura ?
- Vlastnická práva ?
- dostupnost disponibilních zdrojů bude bez investic díky ZK klesat
- rizika vč. zvýšení citlivosti v pozdějších fázích díky mělkým kořenům



Vodní eroze po závlaze ředkvičky na půdě se špatnou povrchovou strukturou



Závěry

- **Klima se mění**
- Sucho = dopad č.1
- **Adaptace: věda + zemědělci + politici + my**
- **Projekty:**
 - Generel VHK ČR (web SPU)
 - www.intersucho.cz
 - www.klimatickazmena.cz
 - www.firerisk.cz
 - www.agrorisk.cz
 - www.vynosy-plodin.cz
 - www.fenofaze.cz
- **MZe + MŽP**
 - zákony
 - dotace
- **Voda v krajině**
 - půda (organická hmota, eroze, utužení, velikost honů...)
 - mimoprodukční služby
 - agrotechnologie (půdoochranné, vodozadržné = využití + zadržení vody)
- **Veřejnost**
 - plýtvání potravin
 - voda a energie
 - české potraviny

The background of the slide features a light blue gradient. Two sets of water droplets are arranged to resemble footprints, one at the top and one at the bottom. Each footprint consists of a large, elongated droplet for the heel and a series of smaller, circular droplets for the toes. The text "Děkuji moc za pozornost!" is centered in the middle of the slide in a bright pink color.

Děkuji moc za pozornost!