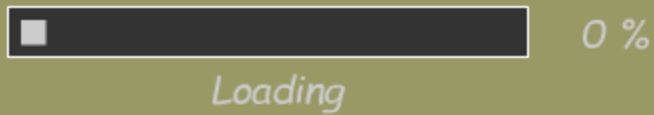


Voda - koloběh vody a vodní bilance

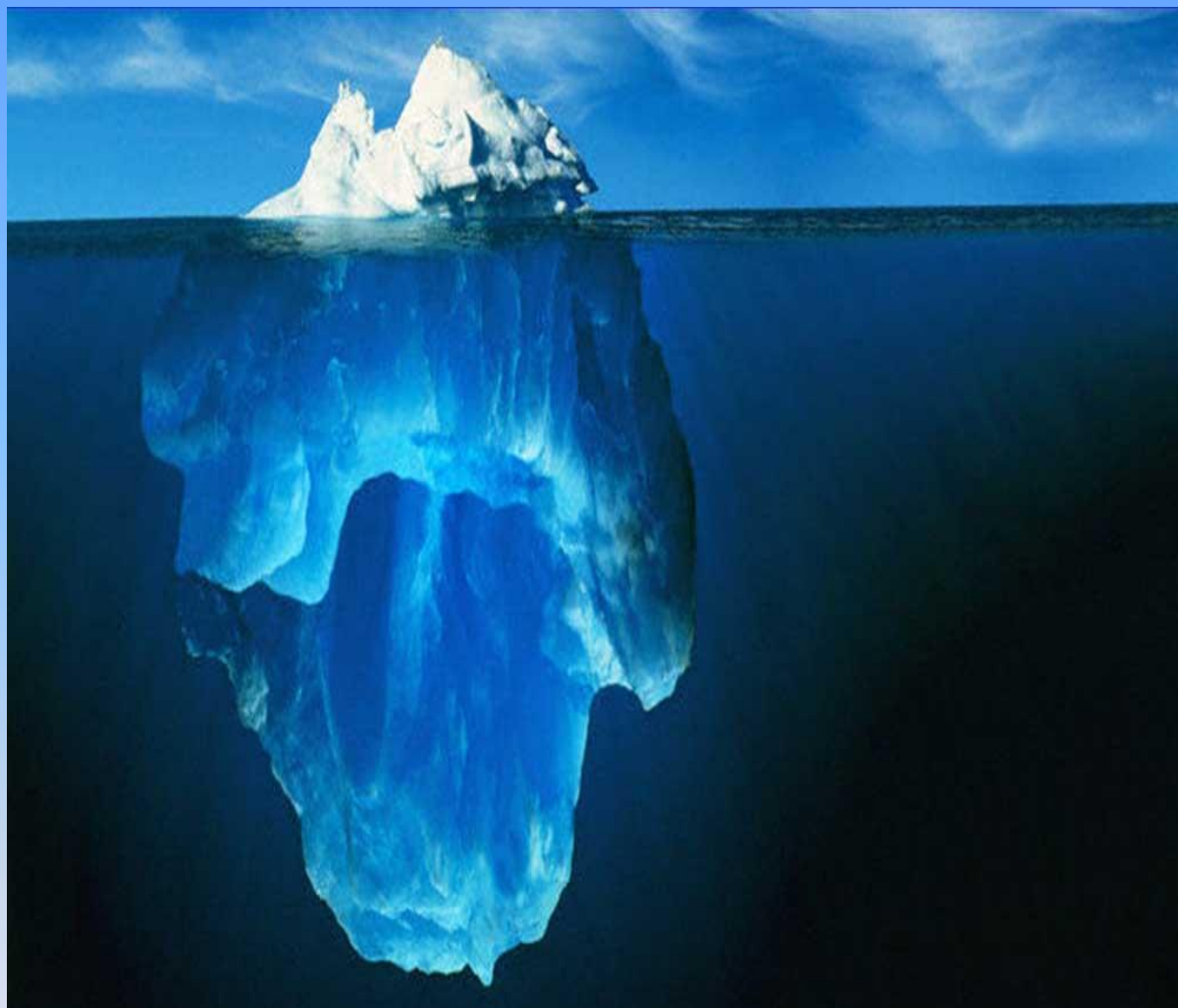
Voda na Zemi



Sladkovodní zásobníky



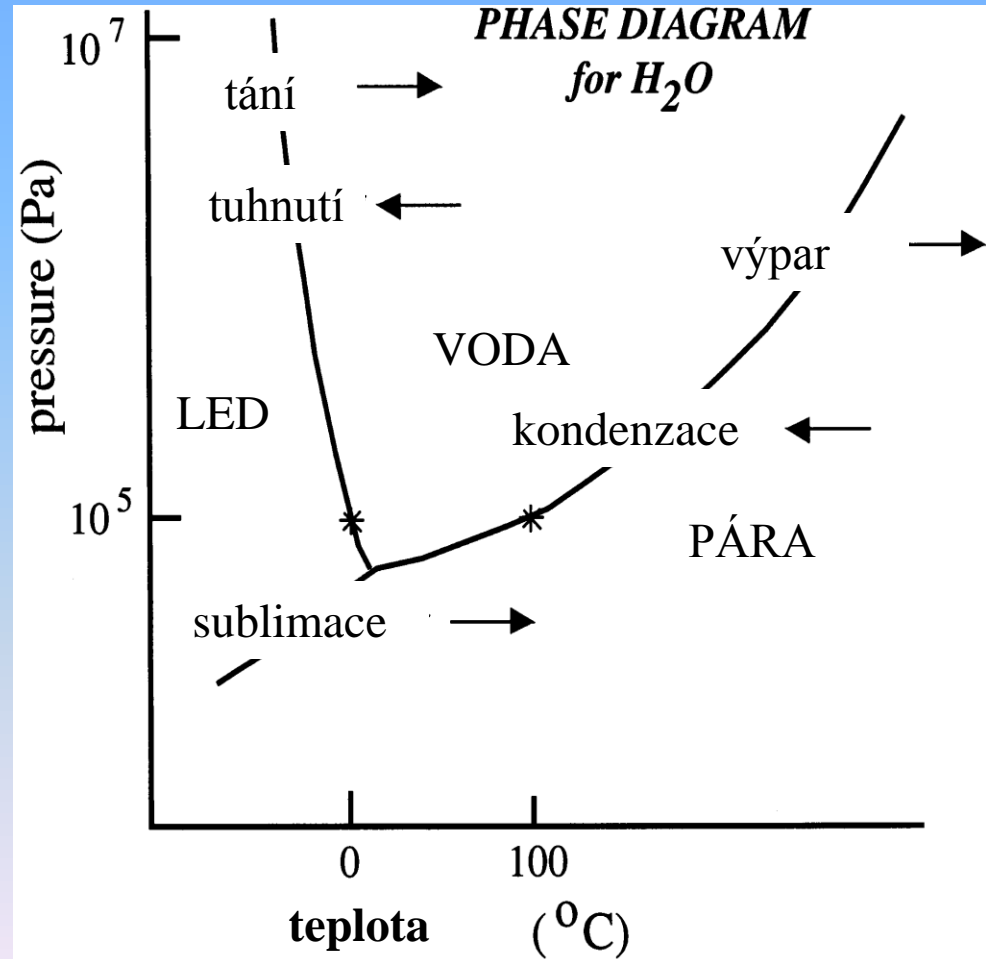
- ledovce (více jak 2/3!)
- půda (22,22%)
- jezera (0,33%)
- atmosféra (0,03%)
- řeky (0,003%)



- světové sladkovodní zásoby jsou především v půdě a polárních ledovcích
- při rozpuštění všech ledovců na planetě by stoupla hladina oceánů asi o 90 m

Voda

- má tři skupenství
 - v atmosféře i půdě všechny tři
- pokrývá asi 70 % zemského povrchu
- množství vody na naší planetě je konstantní
- dostupnost vody ne!





0 %

Loading

Voda

- voda se neustále pohybuje
- pohyb vody = koloběh vody
- vrací se zpět do oceánů, v případě, že ne **ročně** by poklesly asi o 1 m
- tuto vodu **není** možné pít, využít v zemědělství, průmyslu = vysoký obsah solí
- při výparu sůl zůstává v oceánu

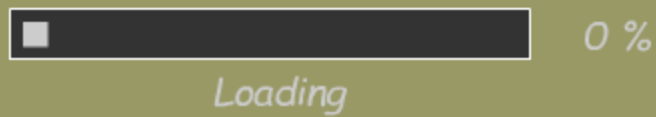
Voda

- **ve vzduchu**
 - vlhkost vzduchu (charakteristiky)
 - kapalina (oblaka, srážky)
 - led (oblaka, srážky)
- **v půdě**
 - vlhkost půdy
 - gravitační
 - kapilární
 - hydroskopická
 - podzemní
 - artézká

Fyziologický význam

- **nedostatek v půdě brání**
 - využití živin (rozpouští - absorbce)
 - omezuje vývoj mikroflóry
 - zpomaluje biologické procesy – rozklad organické látky
 - napomáhá větrné erozi
 - brání zvětrávání

Voda na Zemi



Koloběh vody (hydrocyklus)

část 1 - atmosféra

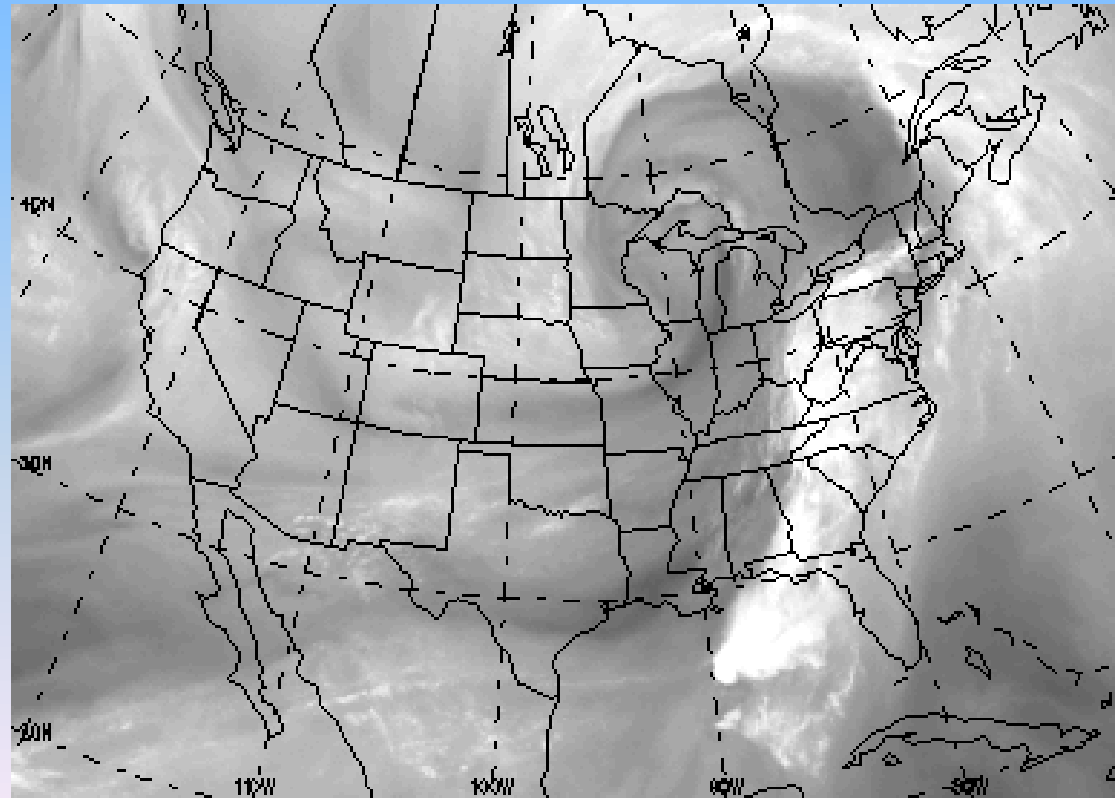
- vyvolán sluneční energií
- část v atmosféře
 - vodní pára
 - kondenzace
 - srážky
 - přírodní
 - umělé

Vodní pára

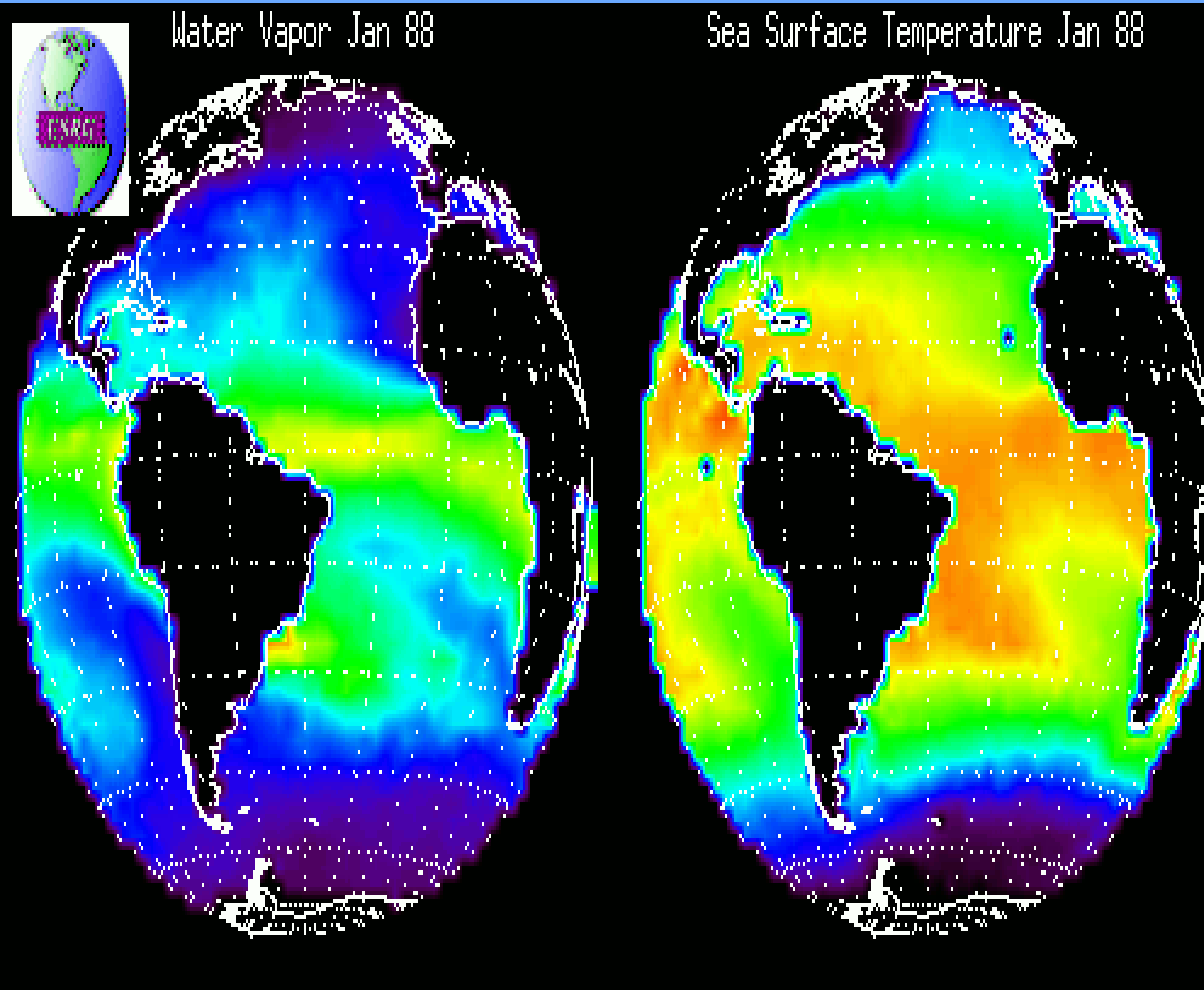
- nejvíce vody transportováno vodní parou
- je neviditelná pro VIS ne pro WV
- družice mohou sledovat

Světlé oblasti – více
vlhkosti

Tmavé – suchý
vzduch



Zdroje vlhkosti vzduchu

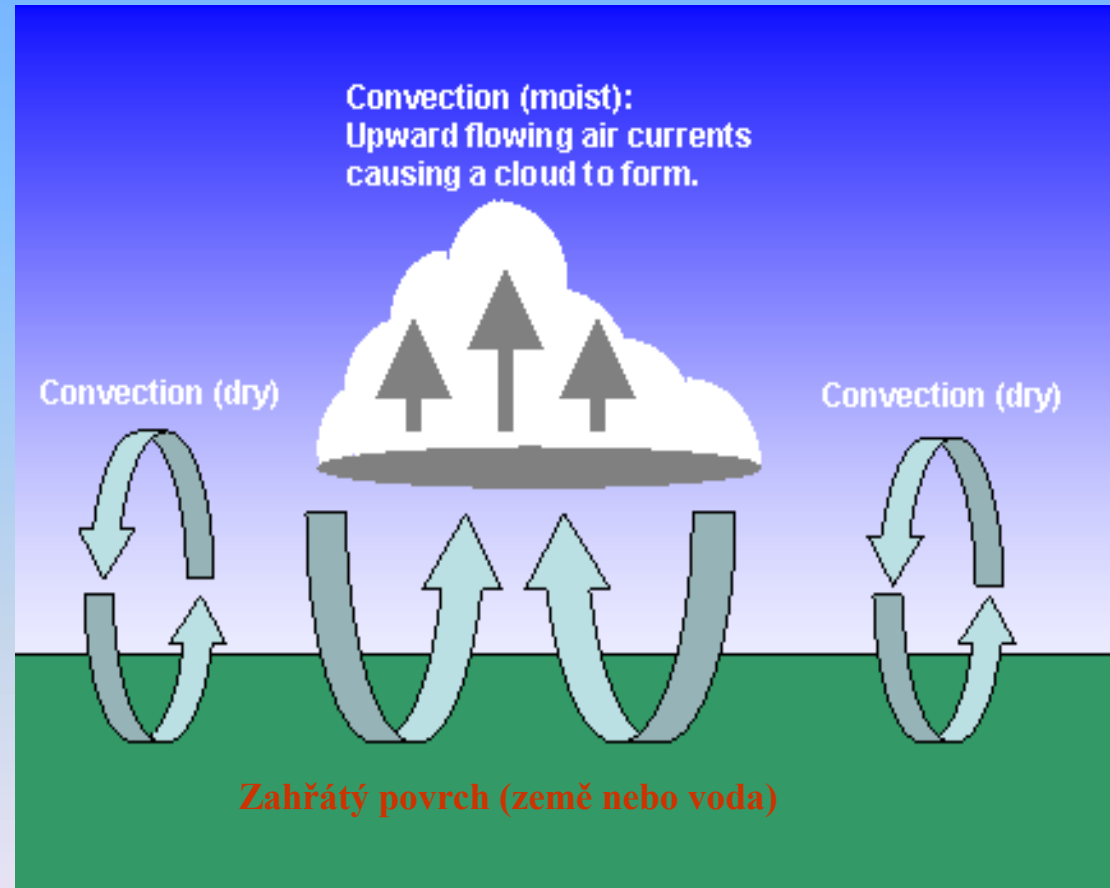


tropy

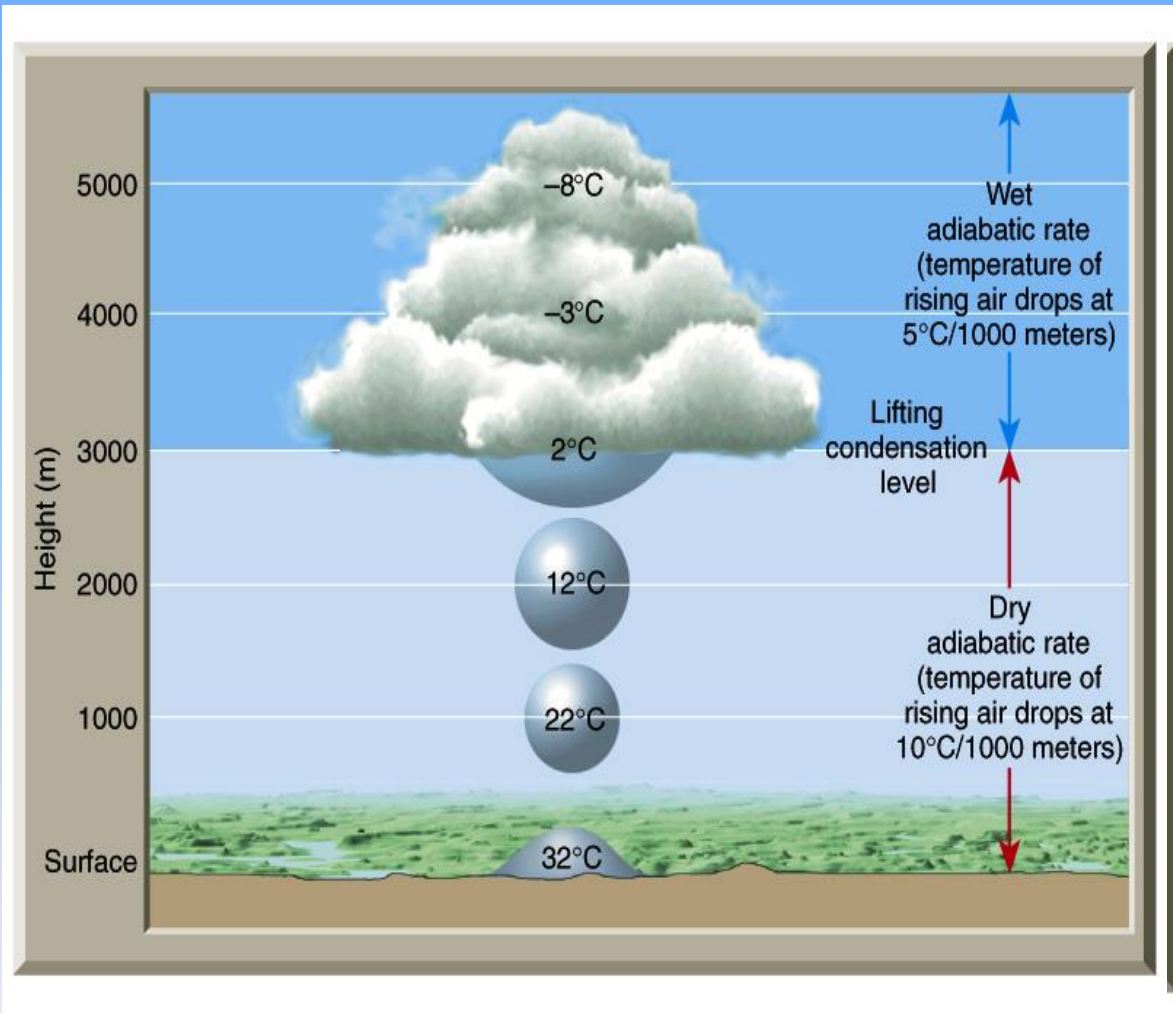
výpar závisí na vlastnostech povrchu dále R_{net} , T , u , a RH (energii, teplotě, rychlosti větru a vlhkosti vzduchu)

Kondenzace

- teplý vzduch stoupá
- tento proces je konvekce
- ochlazuje se a sytí se vodní parou
- adiabatický efekt



Adiabatický gradient



Suchoadiabatický
1,0°C/100 m

Nasyceně
adiabatický
0,5°C/100 m

Hladina kondenzace:

$$h_k = 122 (\tau - t)$$

Konvekce - Kondenzace - Oblaka

- kondenzační hladina
- jiné způsoby vzniku oblaků
 - konvergence
 - atmosférické fronty



„Srážková oblaka“



Srážky

Druhy srážek

přírodní

déšť

sníh

ledová zrna

kroupy

rosa, jiní...

umělé

závlahy

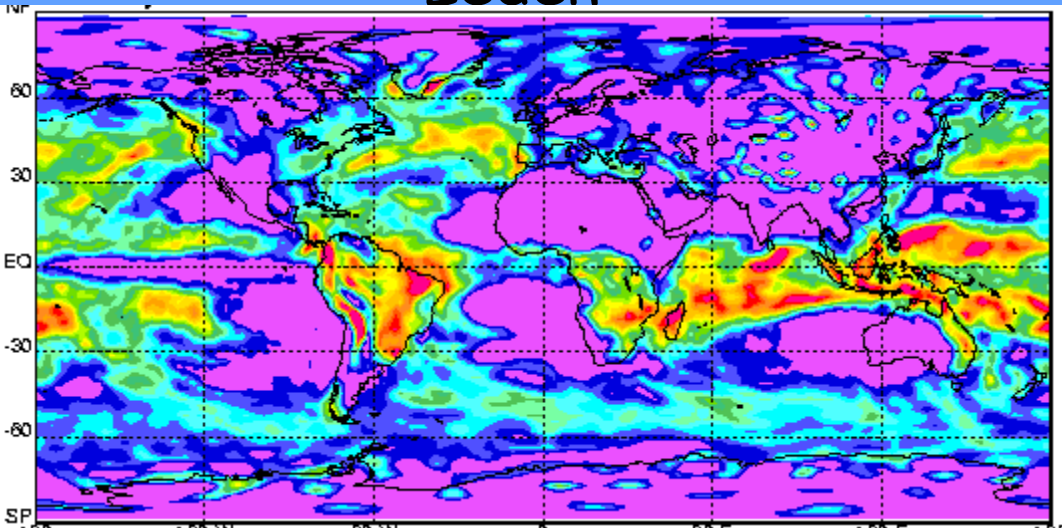


Déšť'

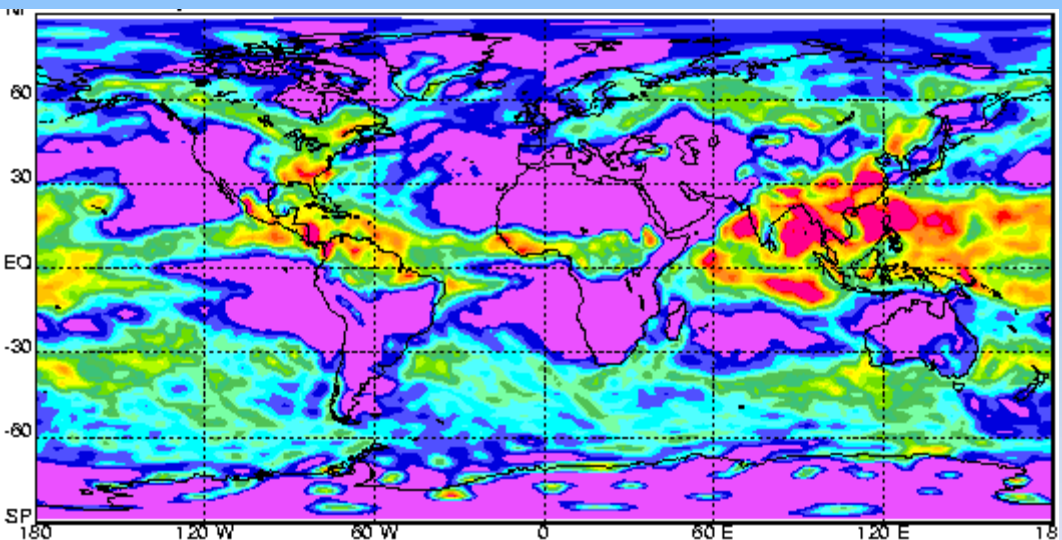


- velikost kapek v průměru větší než 0.5 mm
- rychlost 8 m/s

Leden



červenec

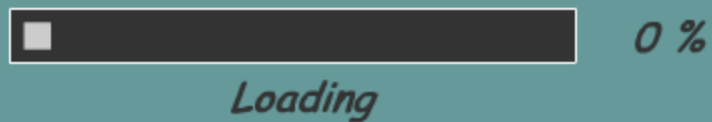


Srážky (mm/měsíc)

- vlhká oblast nad tropy
- sezóní výkyvy (N/S)
- monzuny!!
- Extrémně suché subtropické vyšší nad. výšky
- „střední“ zem. šířky mají více letních srážek



Rozložení srážek na Zemi



Sníh



- nižší teploty
- podstatně nižší pohyblivost
- může se akumulovat
- při tání = runoff

Závlahy

- doplňková
- hnojivá
- speciální (např. protimrazová)



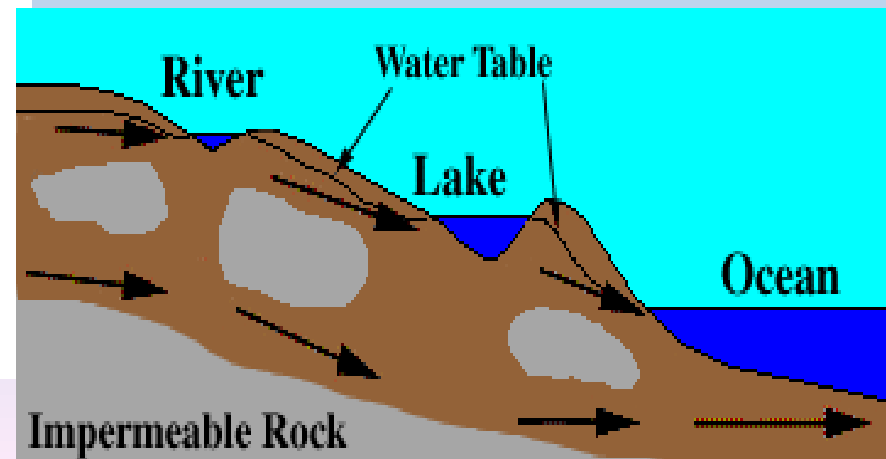
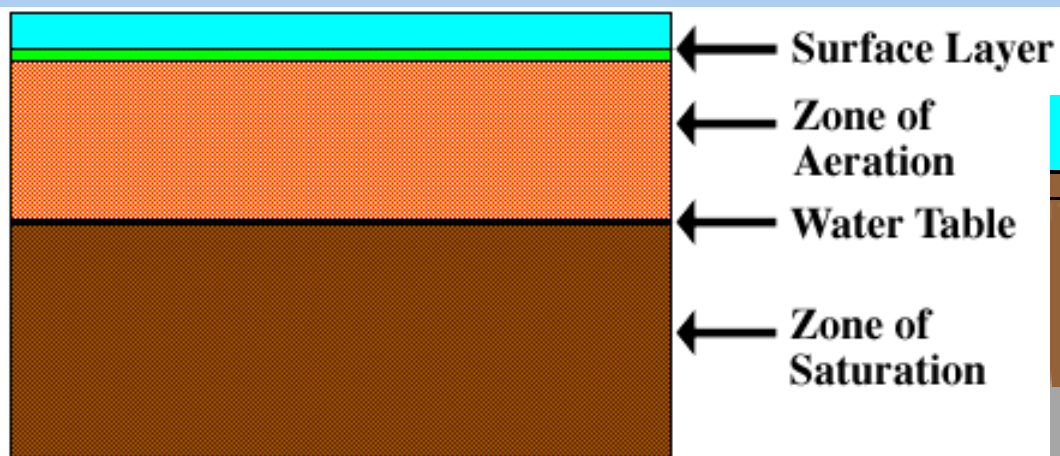
Koloběh vody (hydrocyklus)

- část 2 země

- **infiltrace**
- **runnof**
- **podzemní odtok**
- **evaporace**
- **transpirace**
- **evapotranspirace**

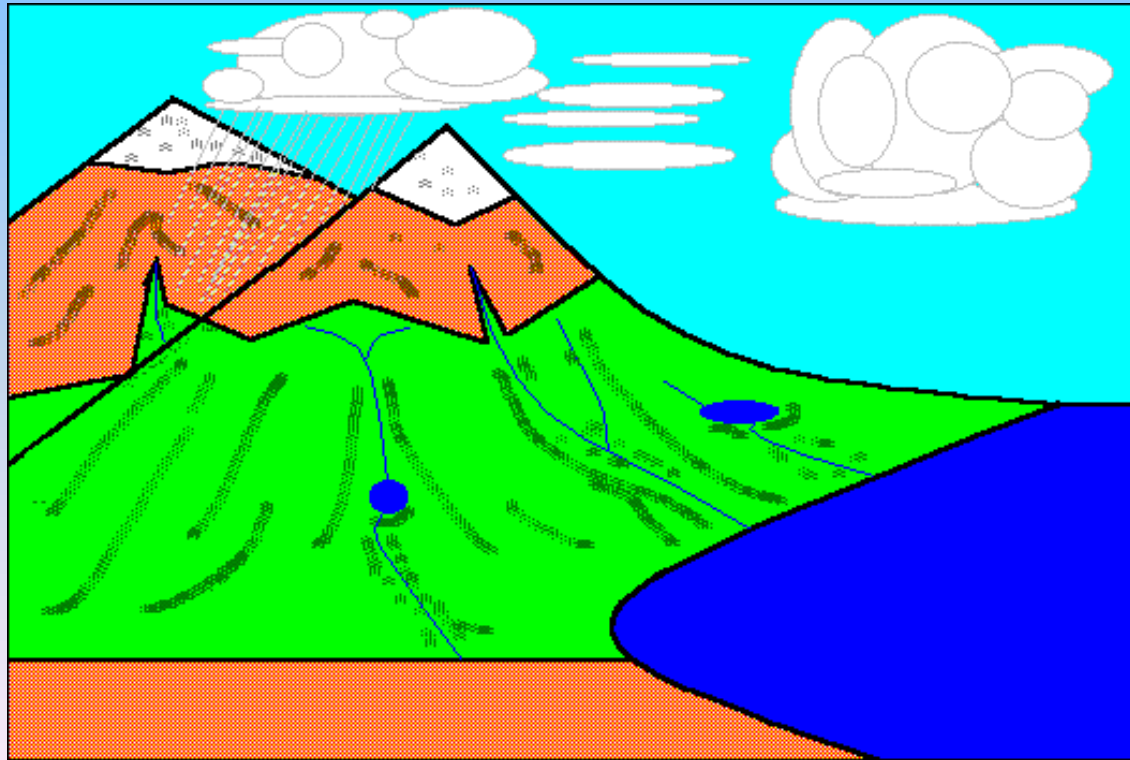
Infiltrace

- půda (v závislosti na místních podmínkách) umožňuje pohyb vody do podloží
- je to fyzikálně podmíněno -> poréznost půdy, hloubka půdy, saturační hladina a vlhkost půdy
- při bouřkách srážky převyšují infiltrační kapacitu
- periody žádných a nízkých srážek zvyšují infiltrační kapacitu
- Podzemní voda se může pohybovat a dokonce vytékat na povrch

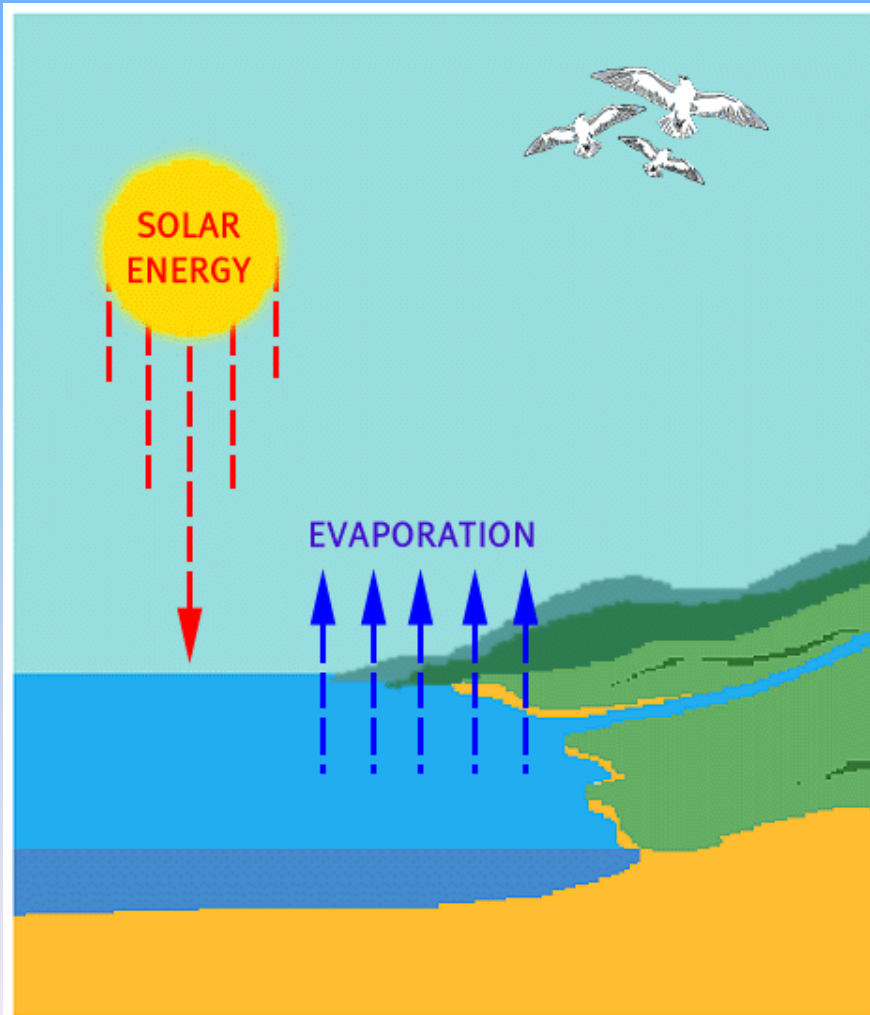


Povrchový odtok

- Pokud srážky převýší infiltrační schopnost (půda je nasycena)
- Voda se pohybuje po povrchu
- velká rychlost!
- Je to pohyb zpět do oceánů
- I ten nejmenší potůček - oceán



Evaporace



- přeměna kapalného na plynné skupenství
- jedná se o pohyb vody do atmosféry

Evaporace a energie



2500 J na 1 g
vody

86% vody se vypaří z
oceánů

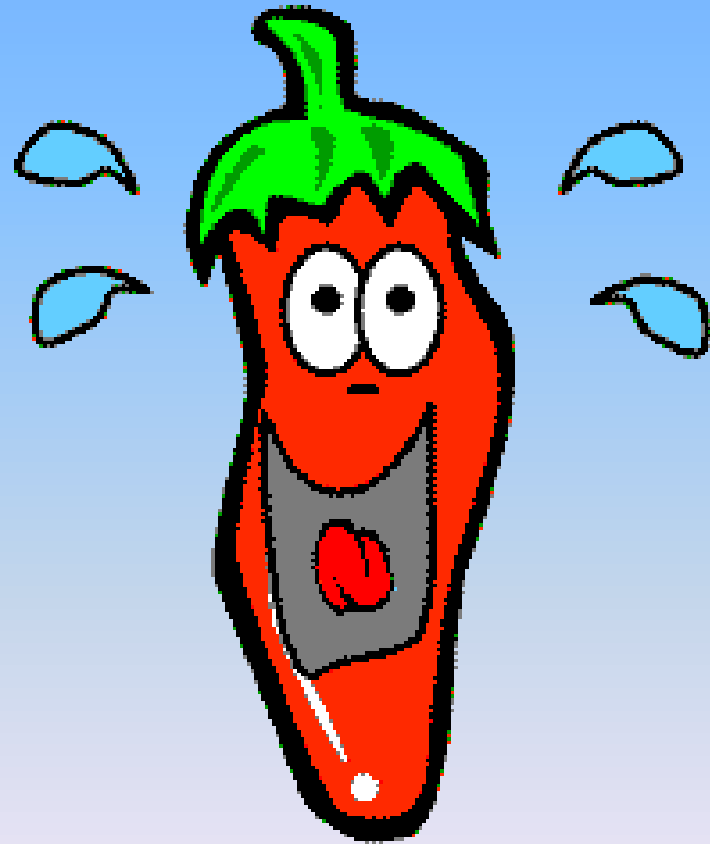
14% z pevnin (včetně
vegetace)

- vítr přesunuje vzduch
včetně molekul vody



Transpirace

- výdej vody rostlinou
- je řízena
 - rozdílem napětí vodní páry v listu a ve vzduchu
 - relativní vlhkostí vzduchu
 - teplotou listu
- má význam i jako teplotní regulace
- je to „motor“ života rostliny – umožňuje fotosyntézu
- přináší živiny



Hodnocení transpirace - veličiny

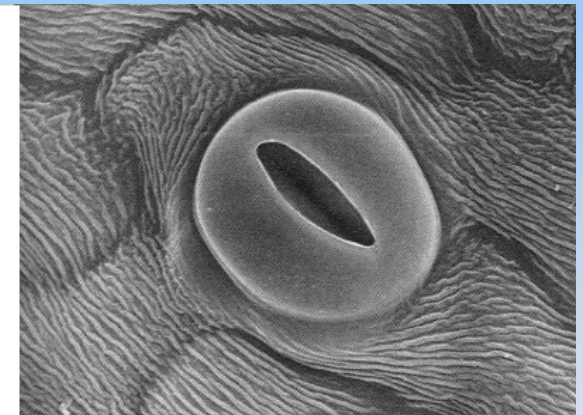
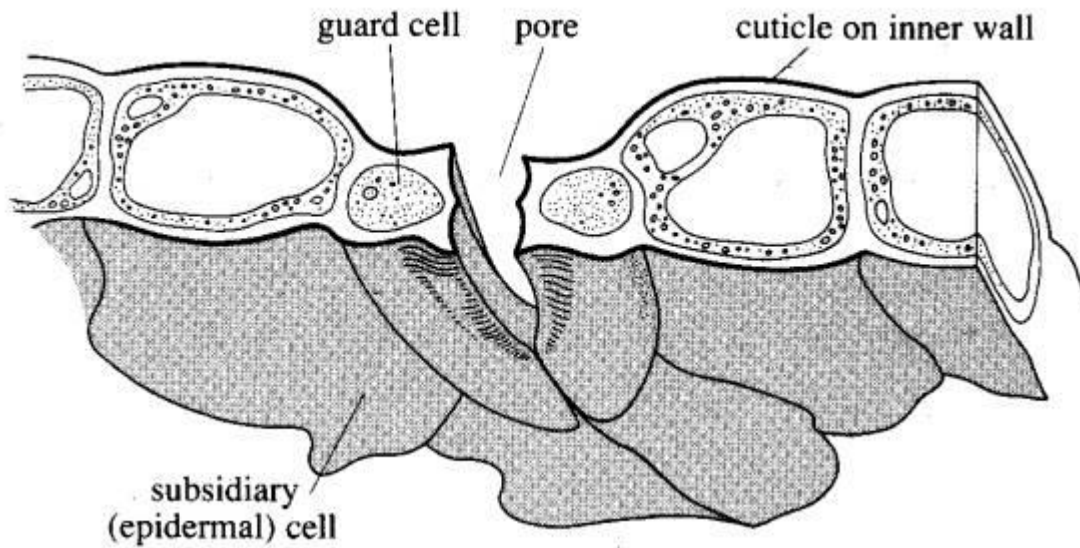
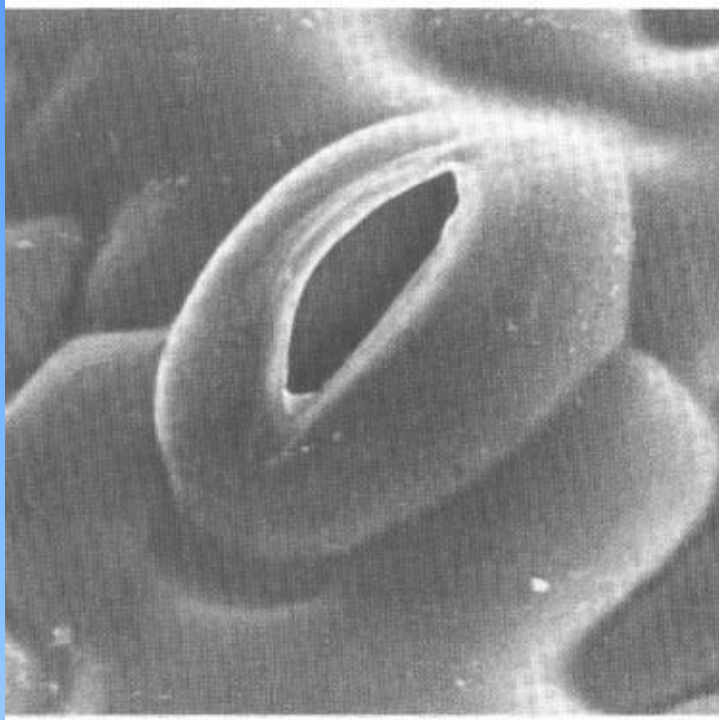
➤ Rychlost transpirace:

množství vytranspirované vody za čas na určitou plochu

($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{hod}^{-1}$ nebo $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{hod}^{-1}$)

➤ Transpirační koeficient: ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) množství vytranspirované vody (g), potřebné na tvorbu 1g sušiny

- obilí 500-650
- luskoviny 700-800
- brambory a řepa ≈ 500
- C4 rostliny 220-350



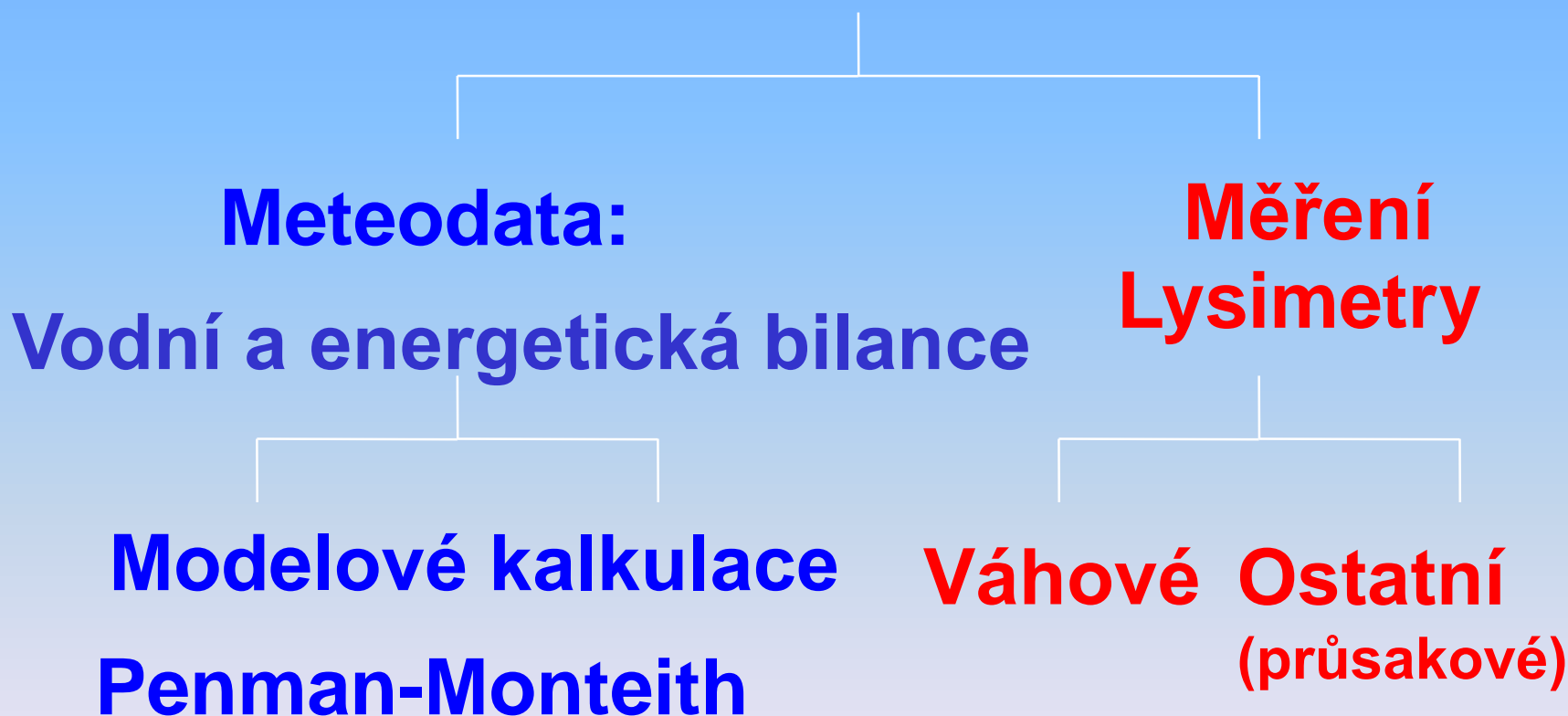
Photomicrograph of leaf surface showing one of the stomata.
Dr. Jeremy Burgess/Science Photo library (after: Dingman, 1994)

Evapotranspirace

- Shrnuje všechny procesy vracející vodu do atmosféry
 - - **evaporaci**: přímá přeměna vody z vody, půd, sněhu a ledu
 - - **transpiraci**: přeměna vody z živých (rostlinných) organismů
 - - **intercepce** (v podstatě často brána jako evaporace)
-
- Potenciální
 - Aktuální
-
- Jak můžeme aktuální EVAPOTRANSPIRACI stanovit??
-
- Na základě vodní bilance
 - Energetické bilance
 - Kombinací obou metod (PM)

Jak určit evapotranspiraci??

Evapotranspirace



Evapotranspirace

- **Metoda vodní bilance:**

$$\Delta S = (I + R + U) - (D + RO + ET)$$

- ΔS = retence půdy

- I, R = závlahy & srážky

- U = kapilární zdvih

- D = infiltrace (průsak do podzemní vody)

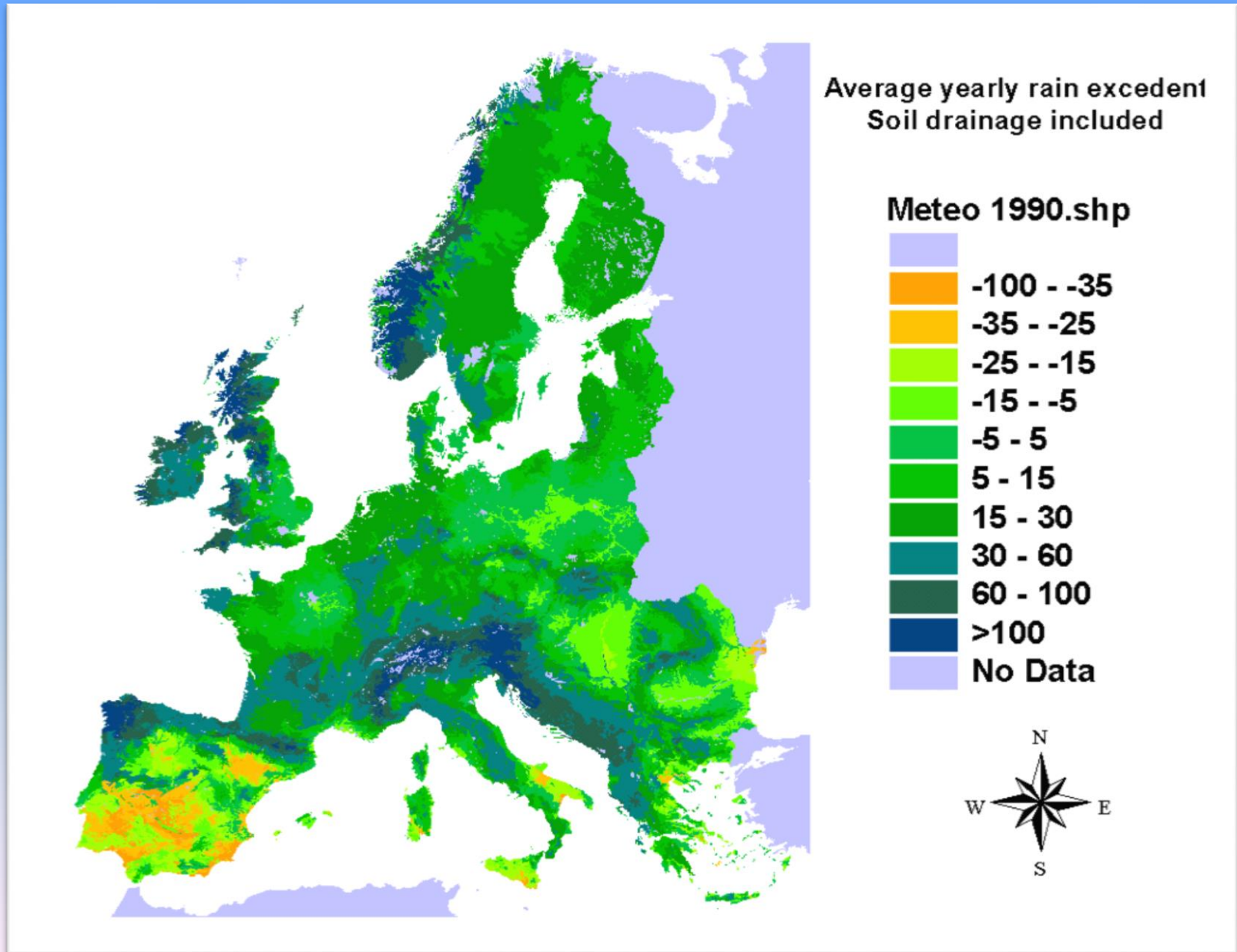
- RO = Runoff (povrchový odtok)

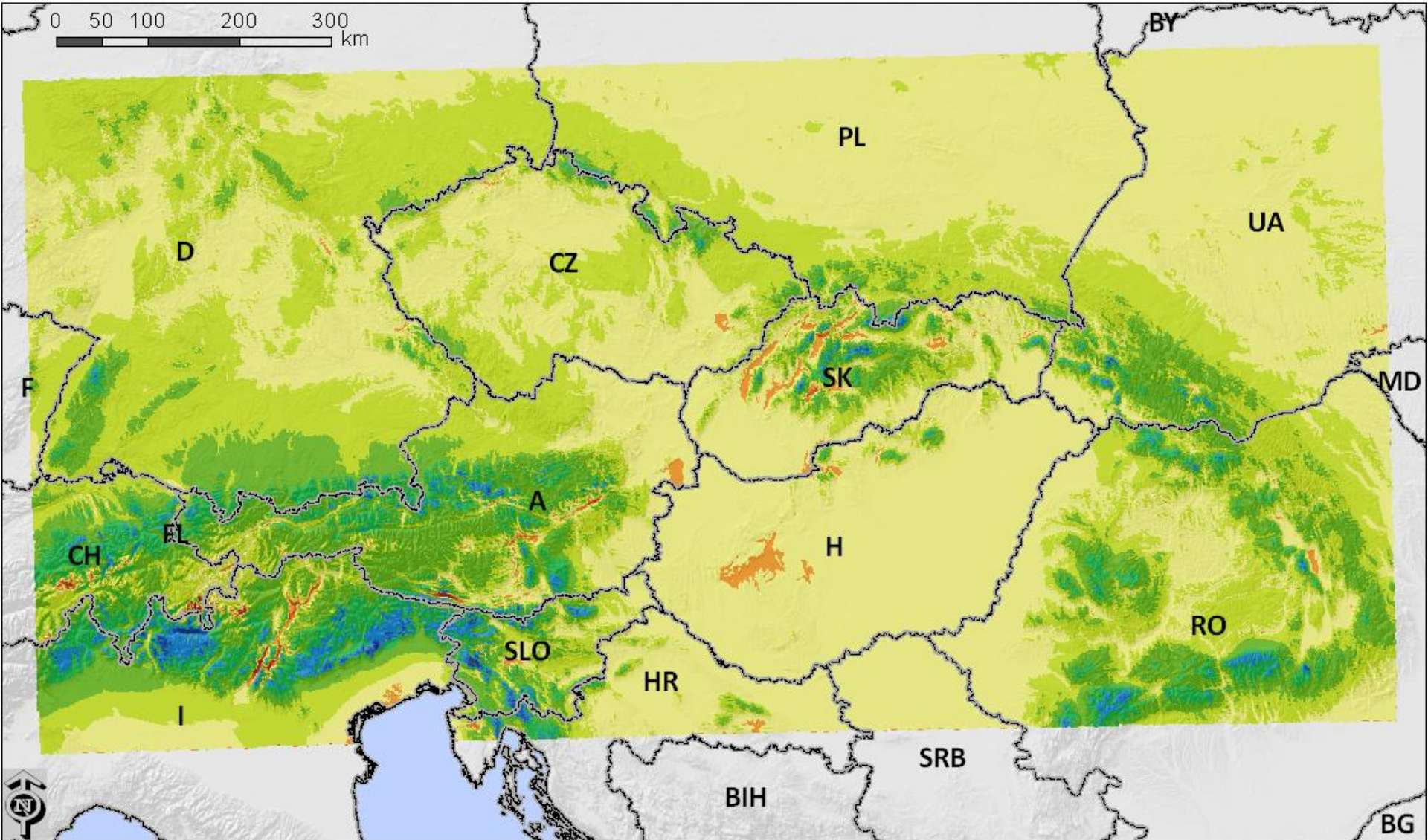
- ET = Evapotranspirace

Klimatologická vodní bilance

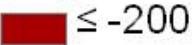
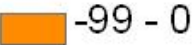



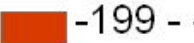
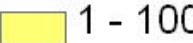



- **Bilance = $R - (E_{Tr} + RO + D)$**
 - **R = srážky**
 - **D = infiltrace (průsak do podzemní vody)**
 - **RO = Runoff (povrchový odtok)**
 - **E_{Tr} = Evapotranspirace referenční (*její dosažení by zajistilo optimální dostupnost vláhy pro růst rostlin*)**

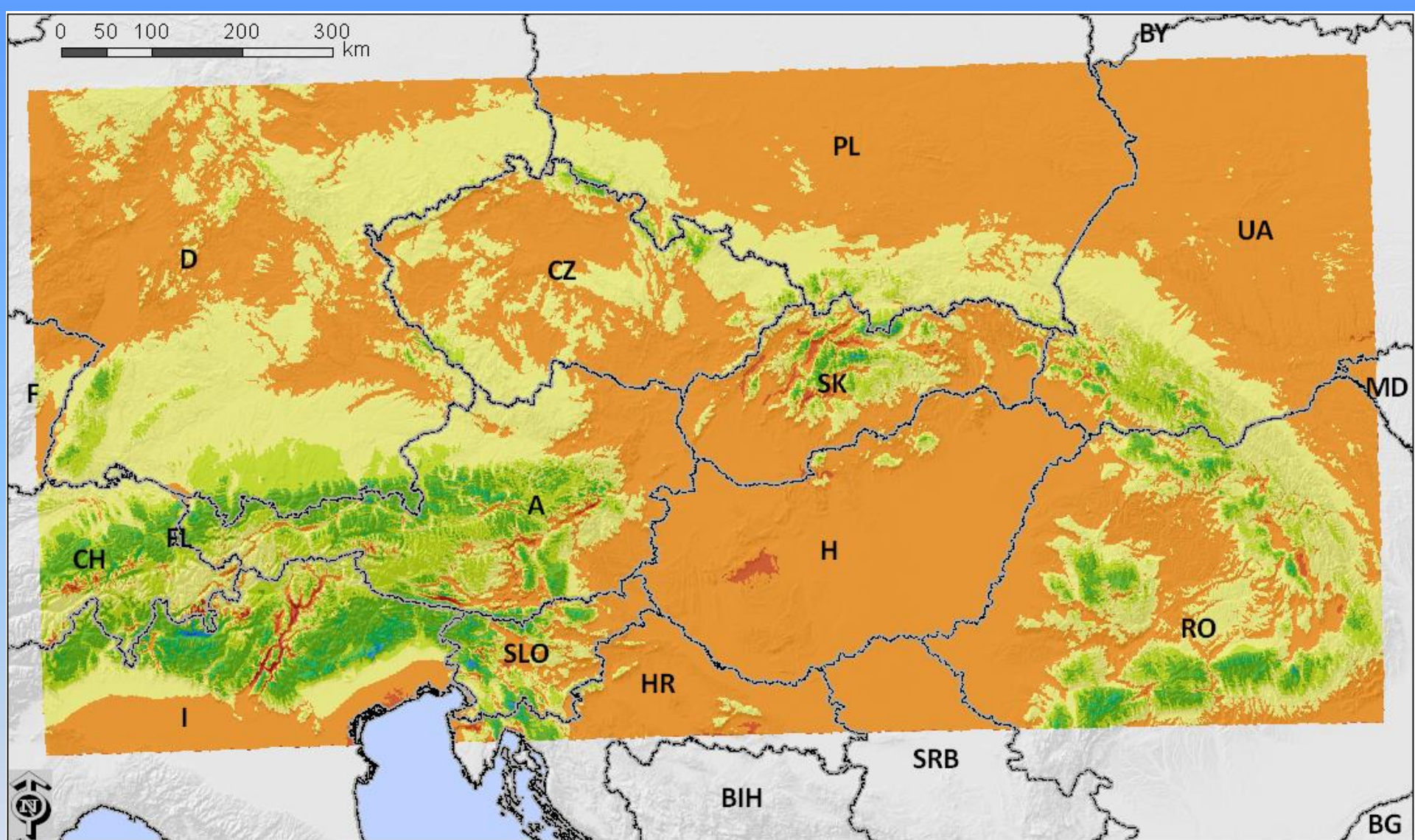
Klimatologická vodní bilance Evropy (rok)



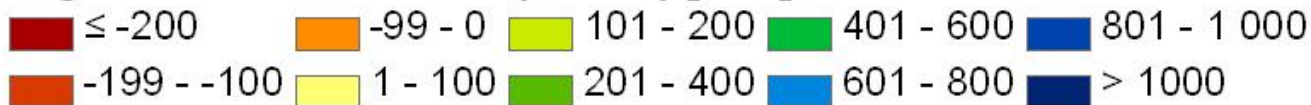


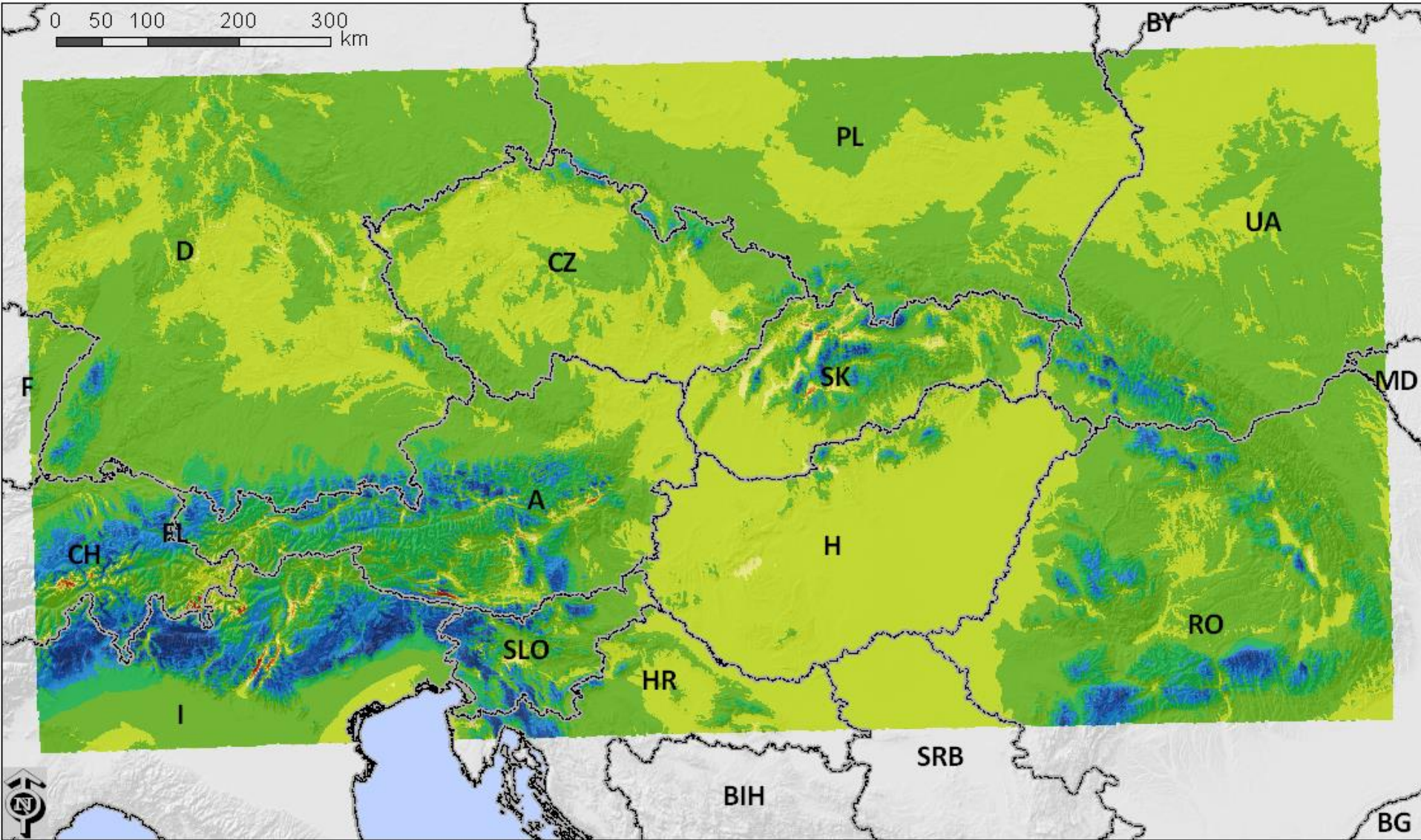
Legend: Water Balance (IV - VI) [mm] - Present

- | | | | | |
|--|---|---|---|--|
|  ≤ -200 |  -99 - 0 |  101 - 200 |  401 - 600 |  801 - 1 000 |
|  -199 - -100 |  1 - 100 |  201 - 400 |  601 - 800 |  > 1000 |



Legend: Water Balance (IV - VI) [mm] 5th Percentile - Present



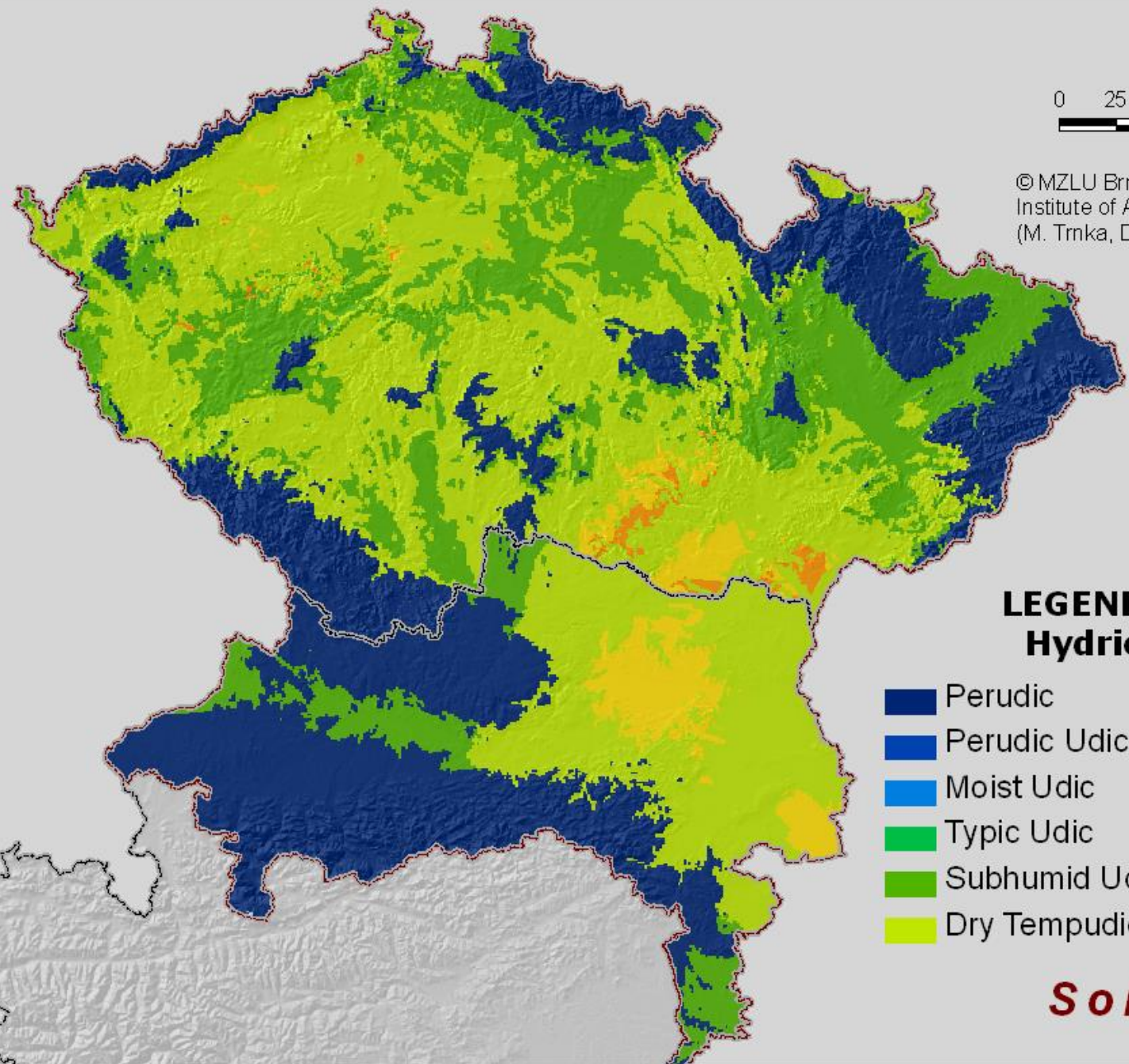


Legend: Water Balance (IV - VI) [mm] 95th Percentile - Present

Red	≤ -200	Orange	-99 - 0	Light Green	101 - 200	Green	401 - 600	Dark Blue	801 - 1 000
Dark Orange	-199 - -100	Yellow	1 - 100	Medium Green	201 - 400	Light Blue	601 - 800	Dark Blue	> 1000



© MZLU Brno, 2008
Institute of Agrosystems and Bioclimatology
(M. Trnka, D. Semerádová, Z. Žalud)

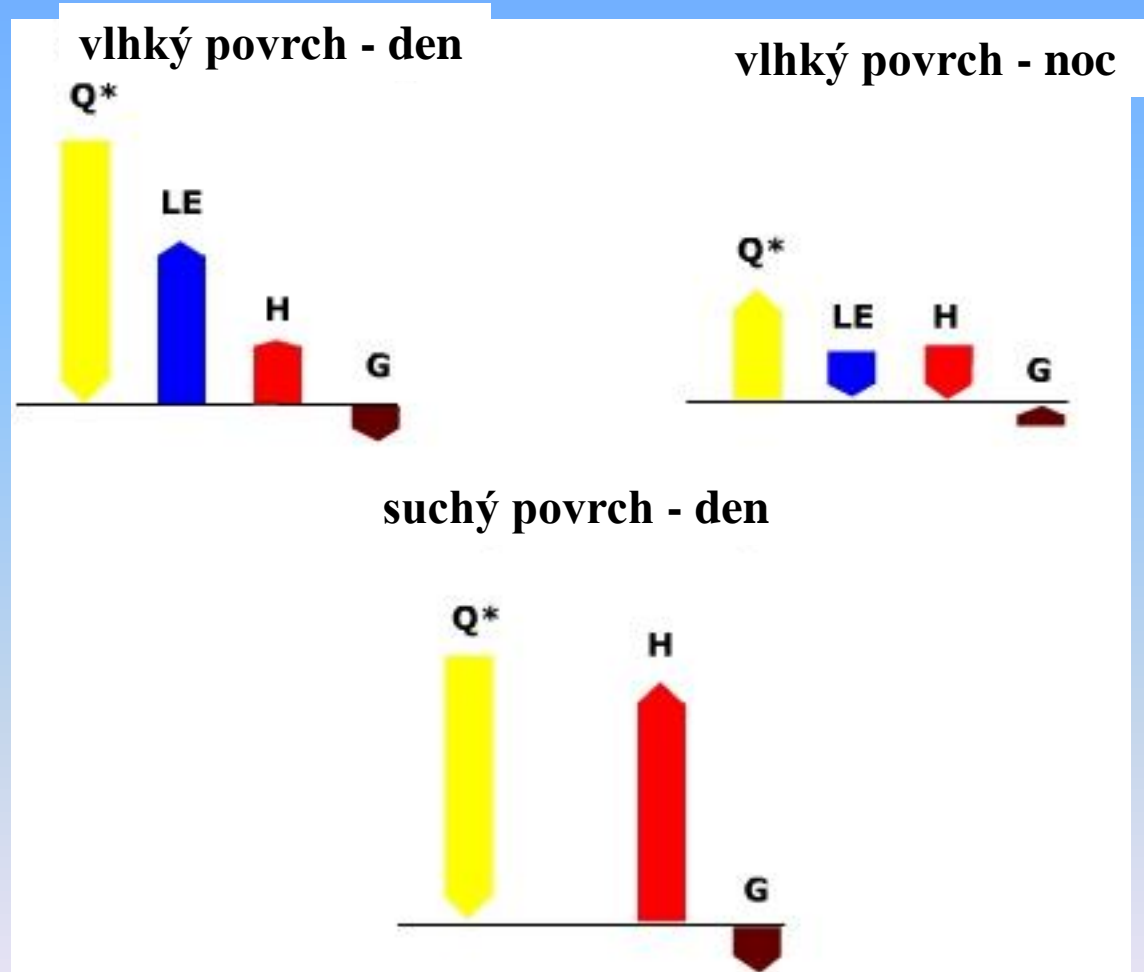


LEGEND: Present Hydric Regime

- | | |
|---------------|-----------------|
| Perudic | Wet Tempustic |
| Perudic Udic | Typic Tempustic |
| Moist Udic | Typic Xeric |
| Typic Udic | Dry Xeric |
| Subhumid Udic | Weak Aridic |
| Dry Tempudic | Typic Aridic |

SoilClim

Evapotranspirace



Metoda energetické bilance:

$$Be = Q \pm LE \pm H \pm G$$

Q = radiální bilance

LE = evapotranspirace

H = tok tepla do atmosf.

G = tok tepla do půdy

Evapotranspirace



Výpočet

Penman – Monteith – aktuální EP

$$EP = \frac{\Delta (R_n - G) + \rho_a c_p \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a} \right)}$$

R_n = radiační bilance nad povrchem

G = tok tepla do podloží

e_s = tlak nasycených vodních par

e_a = aktuální tlak vodních par

e_s - e_a = sytostní doplněk

Δ = funkce závislosti nasycení vodních par na teplotě

γ = psychrometrická konstanta

ρ_a = hustota vzduchu

c_p = specifické teplo vzduchu

r_s = odpor (resistence) porostu

r_a = aerodynamický odpor (resistence)

MJ m⁻² J⁻¹

MJ m⁻² J⁻¹

kPa

kPa

kPa

kPa⁻¹°C

kPa⁻¹°C

kPa⁻¹°C

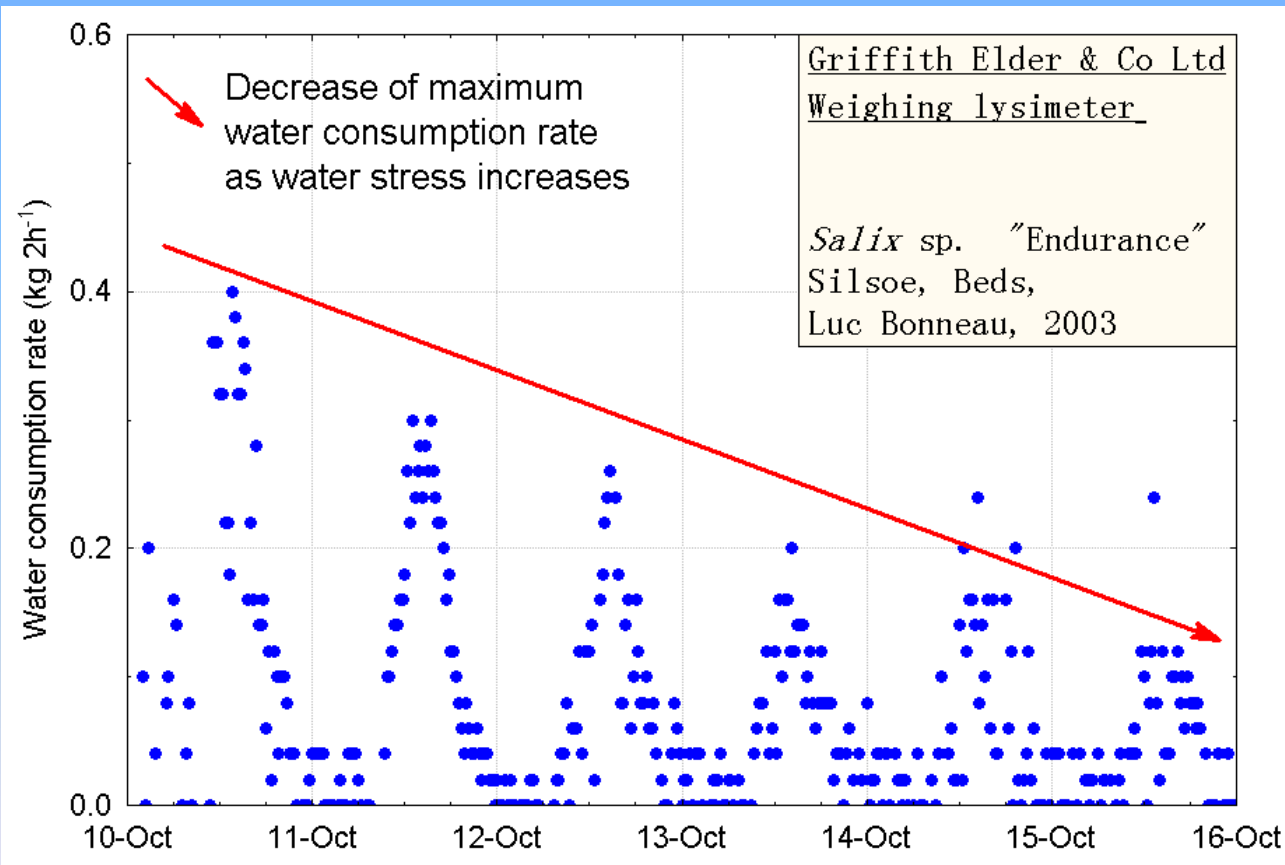
kPa⁻¹°C

s m⁻¹

s m⁻¹

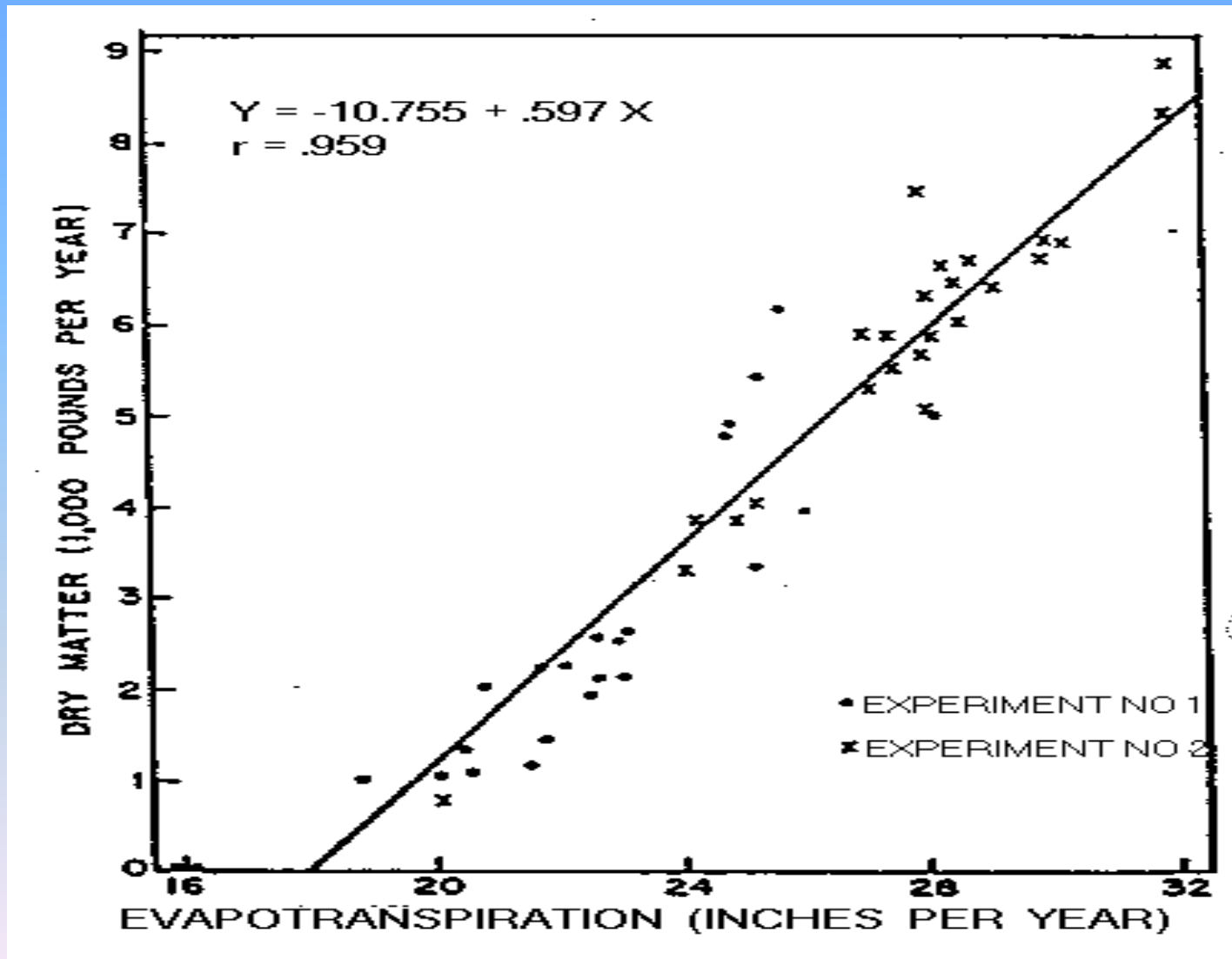


Lysimetr - výsledky

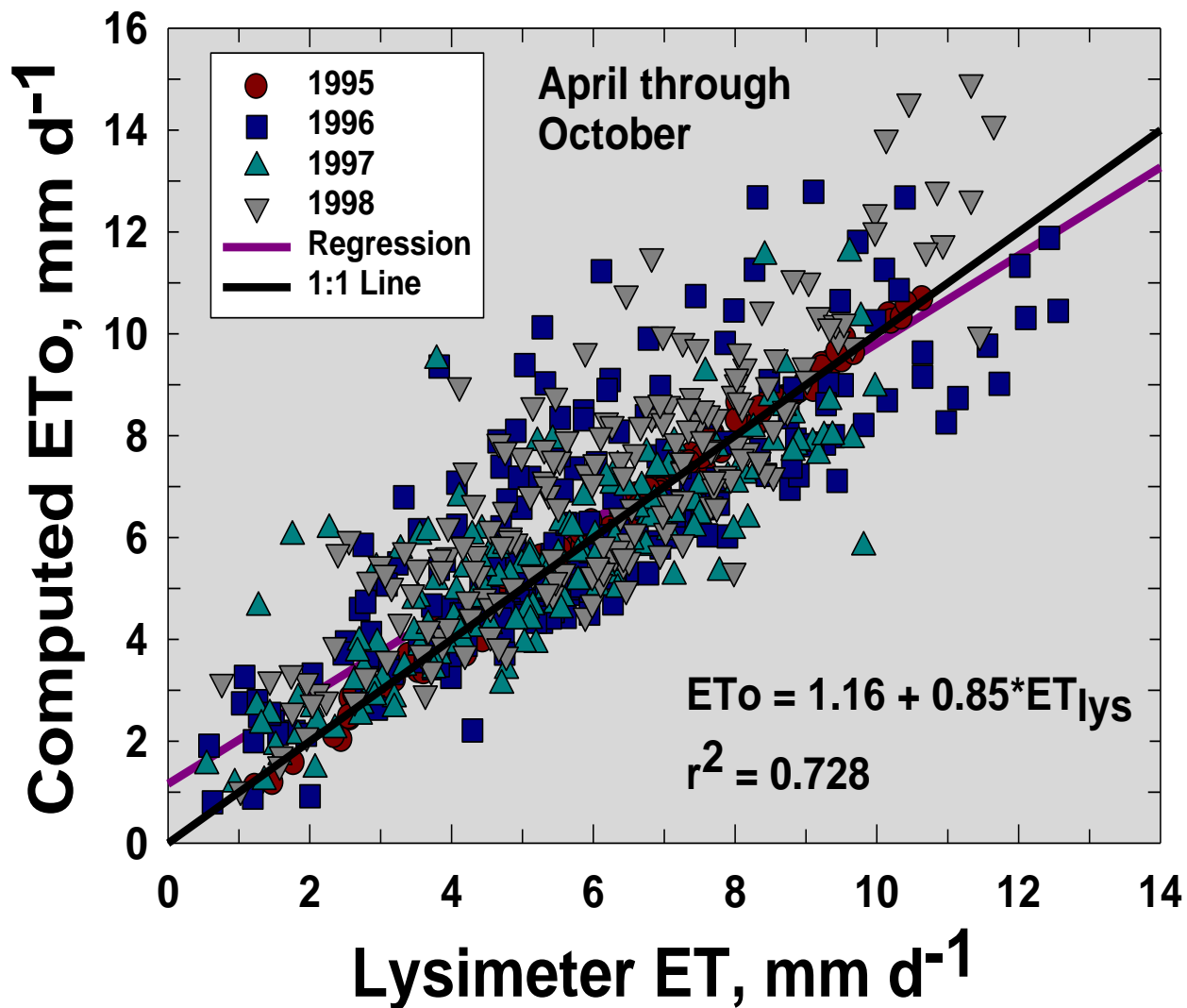


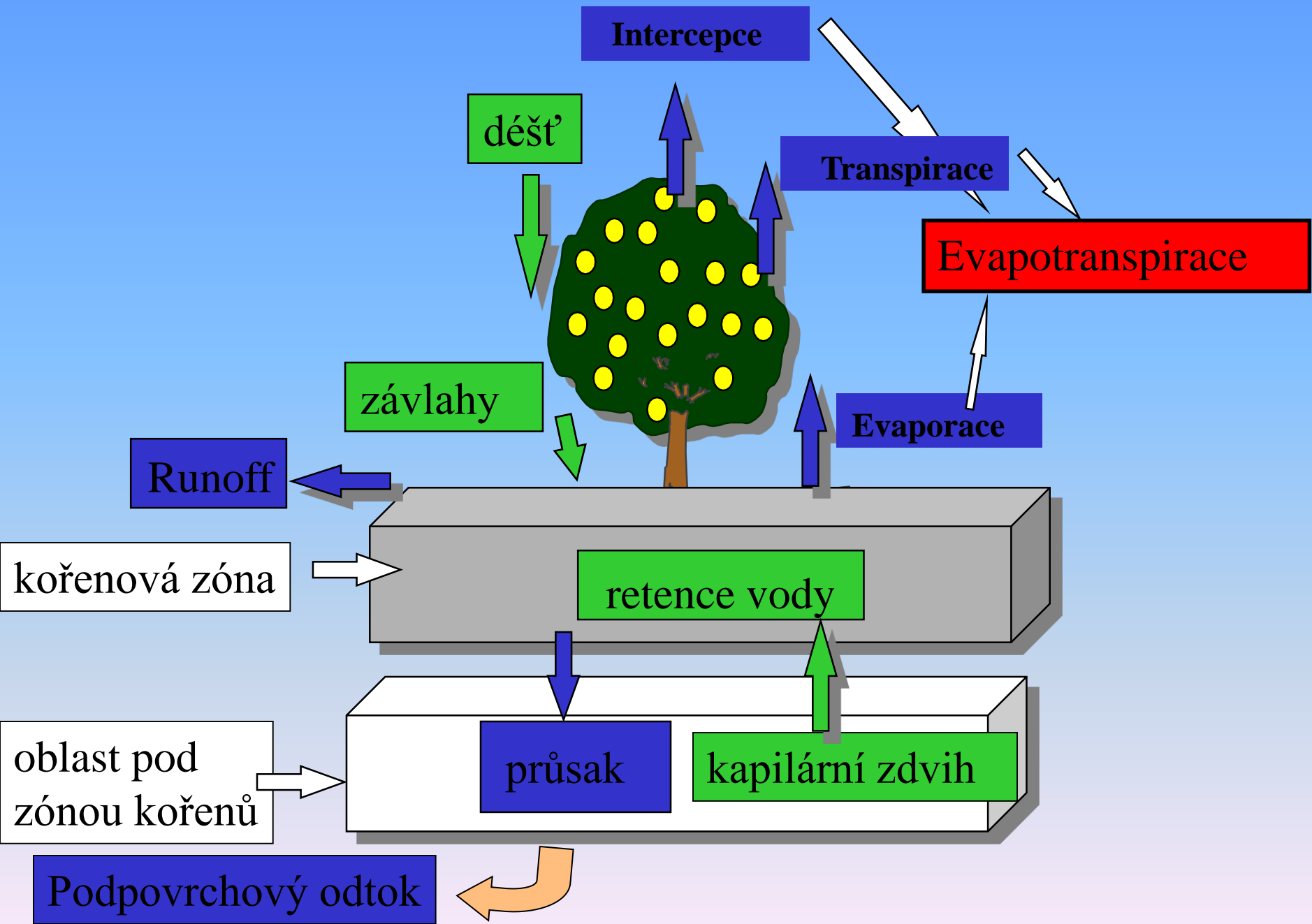
- vrby
- odběr vody
- postupující stres

Odběr vody rostlinou x biomasa



Penman x Lysimetr (počítáno x měřeno)





Na shledanou!