

**7 / 13**

# **Vlhkost vzduchu**

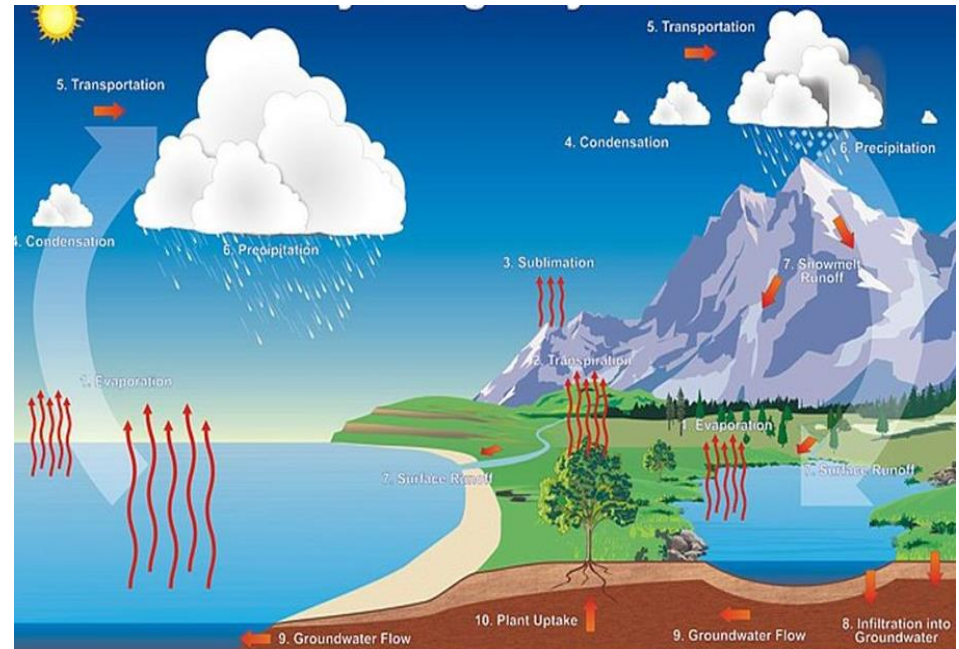
## **Výpar**



# Malý a velký vodní cyklus (koloběh vody)



Oběh vody jen nad pevninou  
nebo jen nad oceány



Výměna vody mezi pevninou a oceány



# VLHKOST VZDUCHU

- Obsah vodní páry v ovzduší
- Obsah vodní páry závisí na teplotě 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 a vegetace)
- Vzduch buď ve stavu nasyceném nebo nenasyceném!!



# Význam vodní páry

- faktor koloběhu vody
- skleníkový plyn – radiační bilance
- fázová přeměna – energetická bilance
- „zdroj“ oblaků a srážek
- ovlivňuje život rostlin (např. transpirace)



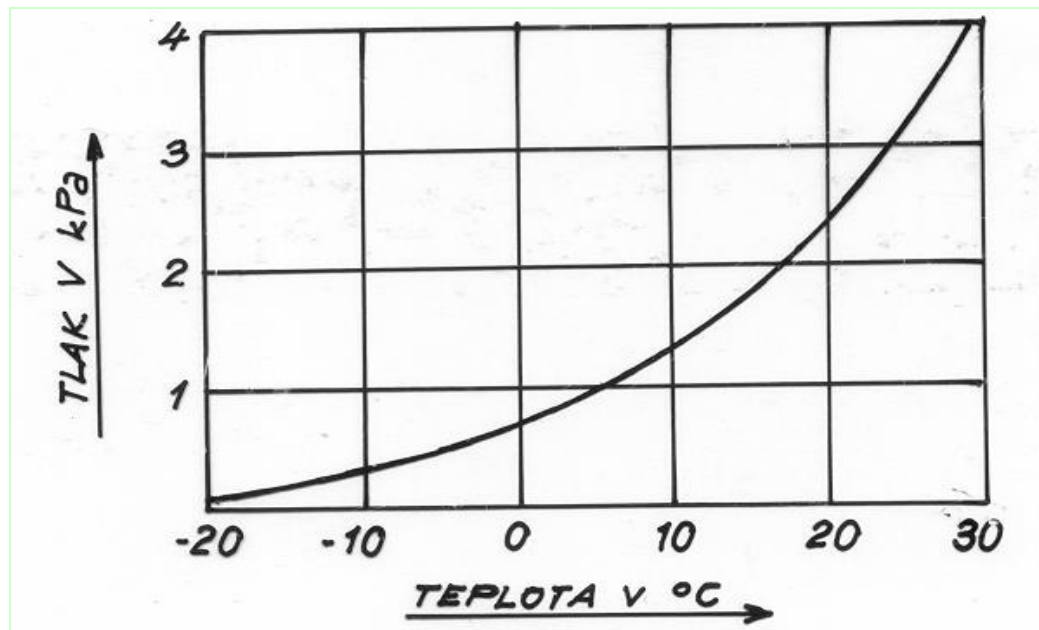


# Vlhkostní charakteristiky

- 1. Tlak vodní páry (hPa)**
- 2. Absolutní vlhkost (g/m<sup>3</sup>)**
- 3. Měrná vlhkost (g/kg)**
- 4. Relativní vlhkost (%)**
- 5. Relativní ekvivalentní vlhkost (%)**
- 6. Sytostní doplněk (?)**
- 7. Rosný bod (°C)**

# 1. Tlak (napětí) vodní páry – $e$ , $E$ (Pa)

- *Parciální - částečný tlak vodní páry v objemu vzduchu*
- *je-li vzduch vodní parou nasycen = tlak nasycené vodní páry*



## 2. Absolutní vlhkost – $a$ , $A$ ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

- říká, jaká je hmotnost vodní páry v jednotkovém objemu vzduchu
- pokud je vzduch nasycen hovoříme o **maximální** absolutní vzdušné vlhkosti.

$$a = \frac{217 * e}{T}$$



### 3. Měrná vlhkost – $s, S$ ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )

- množství vodní páry v jednotkové hmotnosti vzduchu
- je-li vzduch nasycen **maximální** měrné vlhkost



## 4. Relativní vlhkost – $r$ (%)

- říká nám na kolik % je vzduch nasycen
- výpočet:

$$r = \frac{e}{E} * 100$$

$$r = \frac{a}{A} * 100$$

$$r = \frac{s}{S} * 100$$

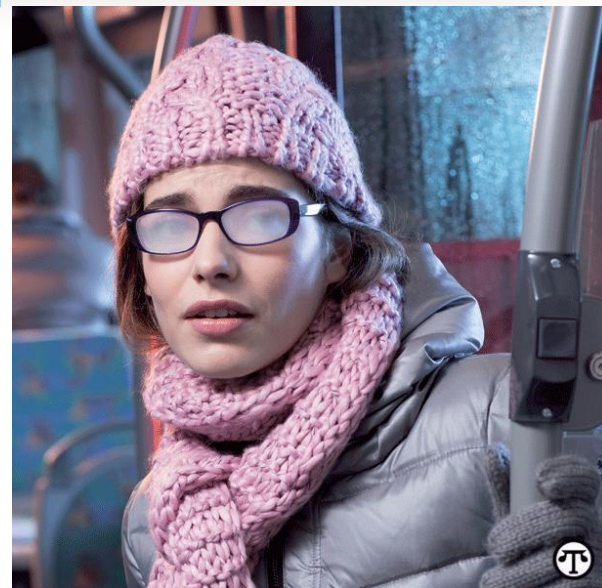
## 5. Relativní ekvivalentní vlhkost- $r_{ekv}$ (%)

$$r_{ekv} = \frac{e}{E_p} * 100$$

$$r_{ekv} = \frac{E}{E_p} * r$$

- kde  $E_p$  je napětí nasycené vodní páry při teplotě tělesa  $t_p$
- Pokud vztáhneme relativní ekvivalentní vlhkost na teplotu živočichů pak hovoříme o **fyziologické relativní vlhkosti**

# 3. Relativní ekvivalentní vlhkost- $r_{\text{ekv}}$ (%) - vysvětlení



## 6. Sytostní doplněk

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

$$d_e = E - e$$

$$d_a = A - a$$

$$d_s = S - s$$

$$d_{ekv} = E_p - e$$

$$d_r = 100 - r$$





## 7. Rosný bod - $\tau$

- je teplota, kdy je ***vzduch vodní parou nasycen***,  
 $d = 0$  a  $r = 100\%$

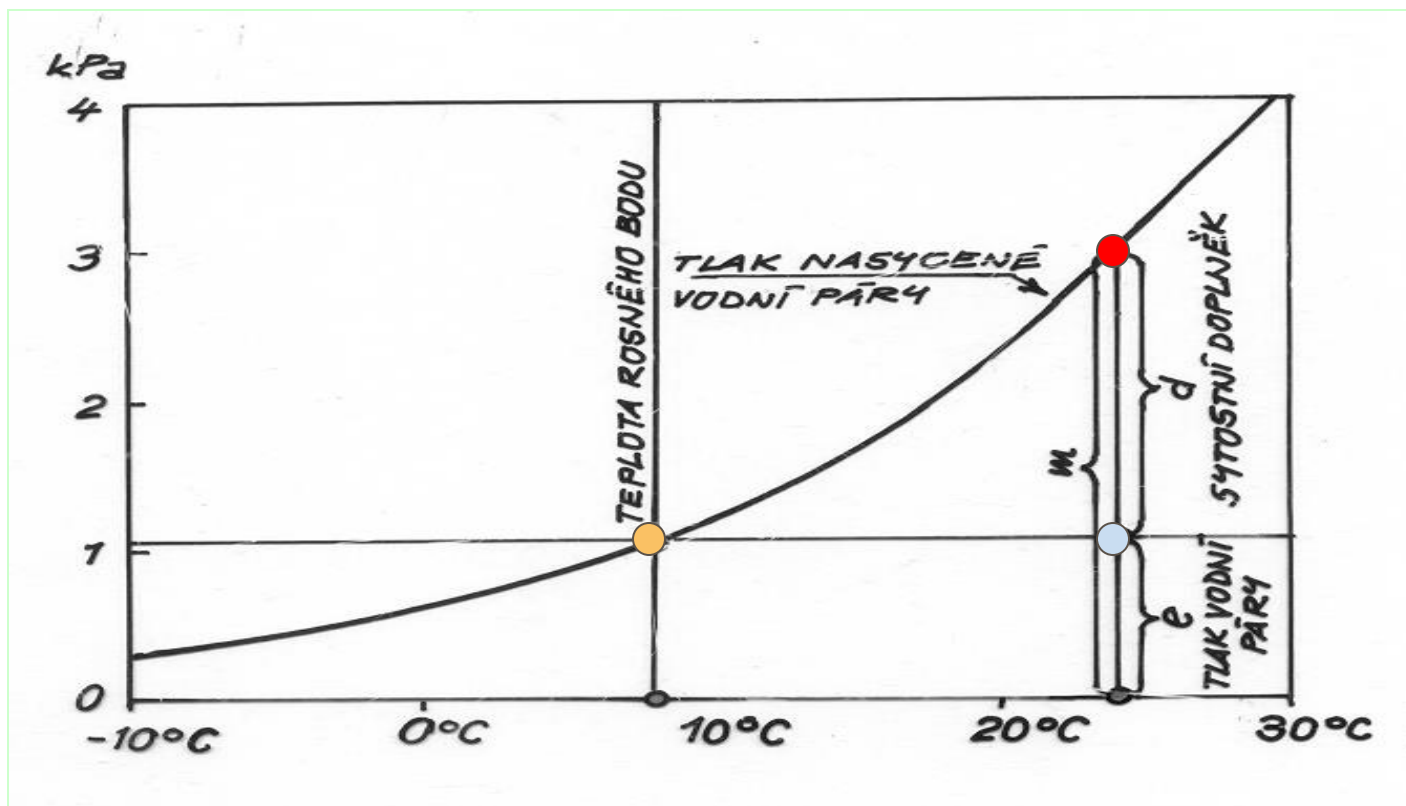
dosáhne se:

**bud'** snižováním teploty vzduchu a zvýšením relativní vlhkosti na 100 %

**nebo** za dané teploty zvyšováním absolutní vlhkosti až do stavu nasycení

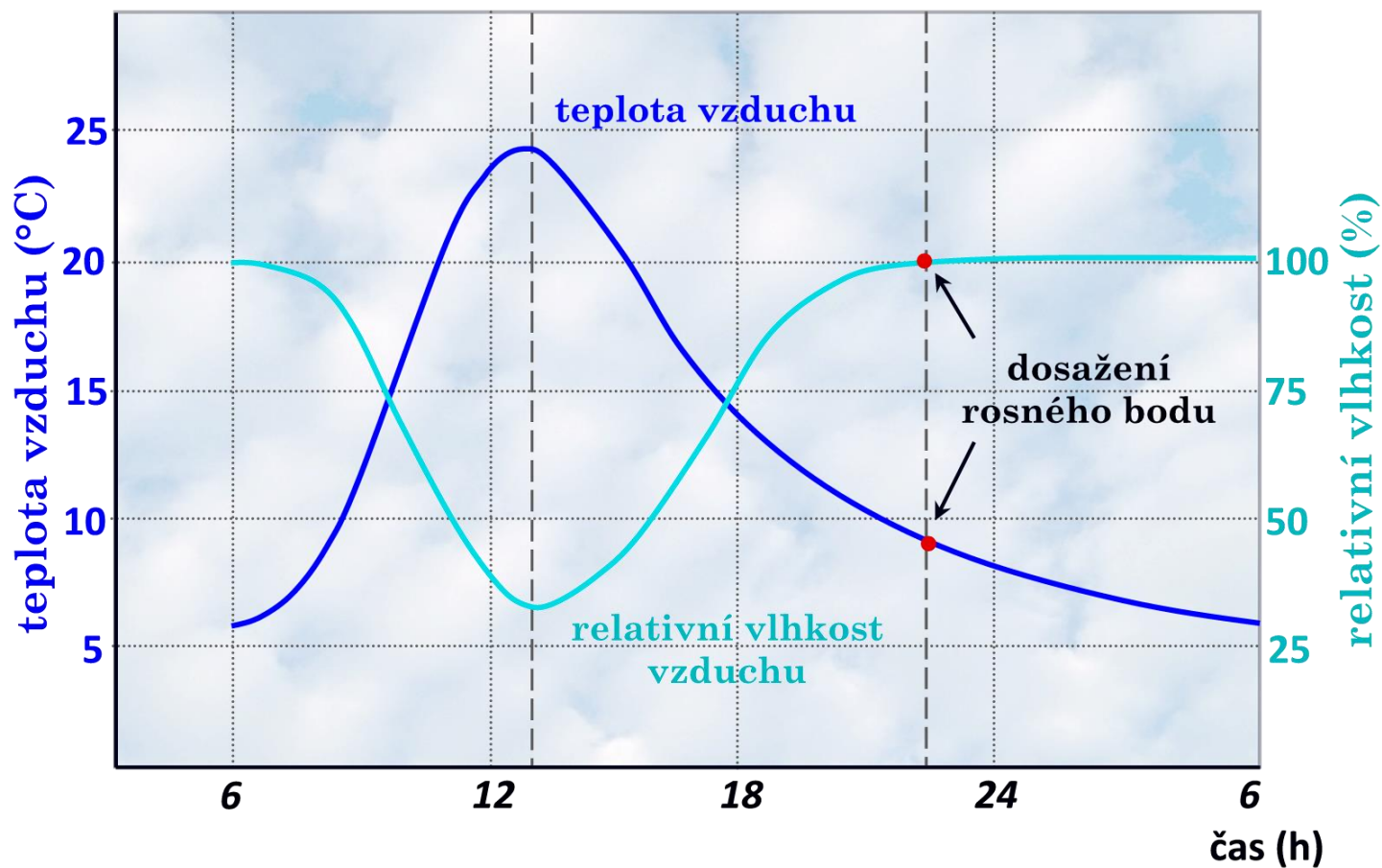


# Shrnutí vlhkostních charakteristik



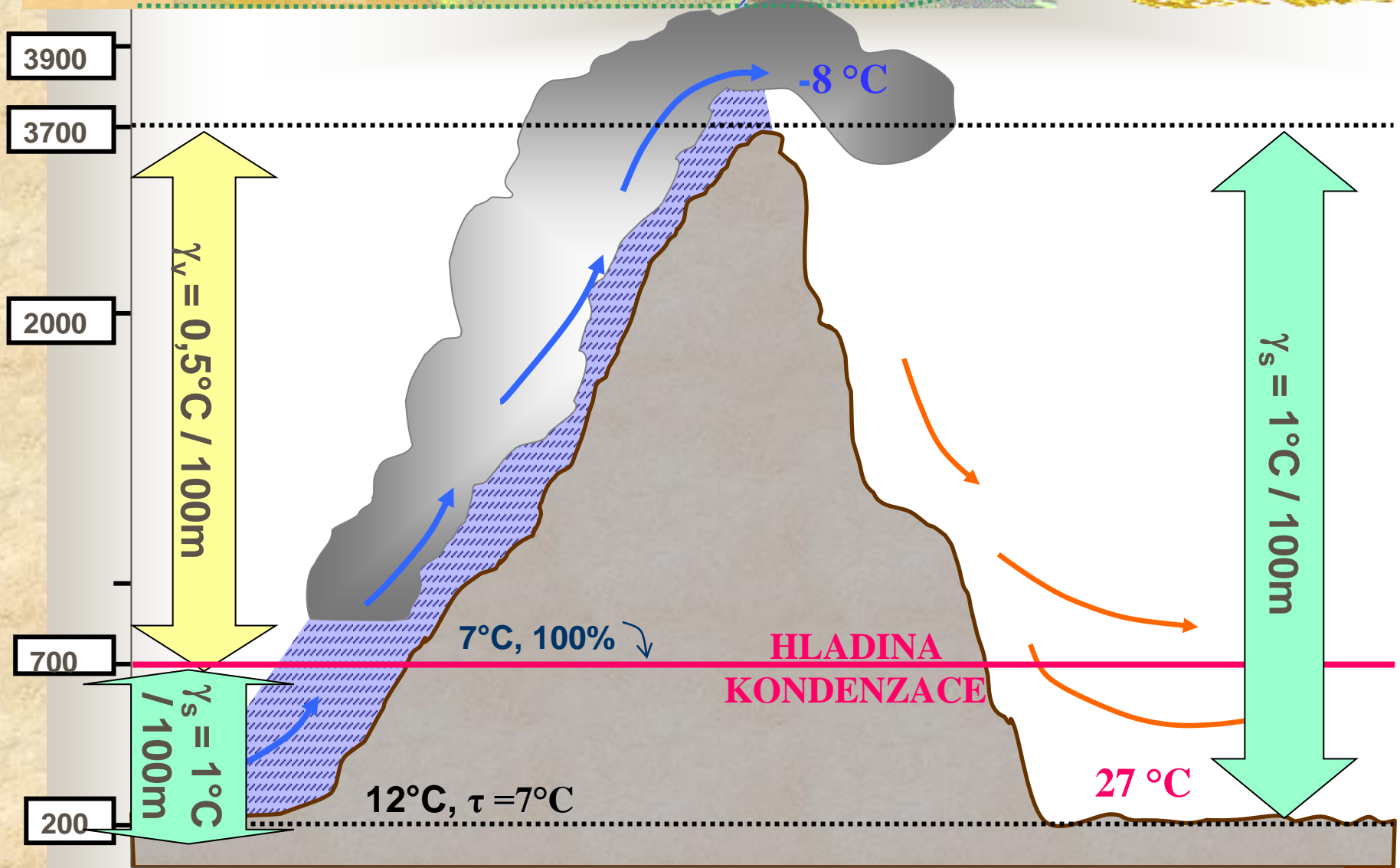
1. každé teplotě přísluší maximální napětí vodní páry
2. není-li dostatek vody je vzduch vodní párou nenasycen
3. je-li nadbytek vody dochází ke kondenzaci či desublimaci

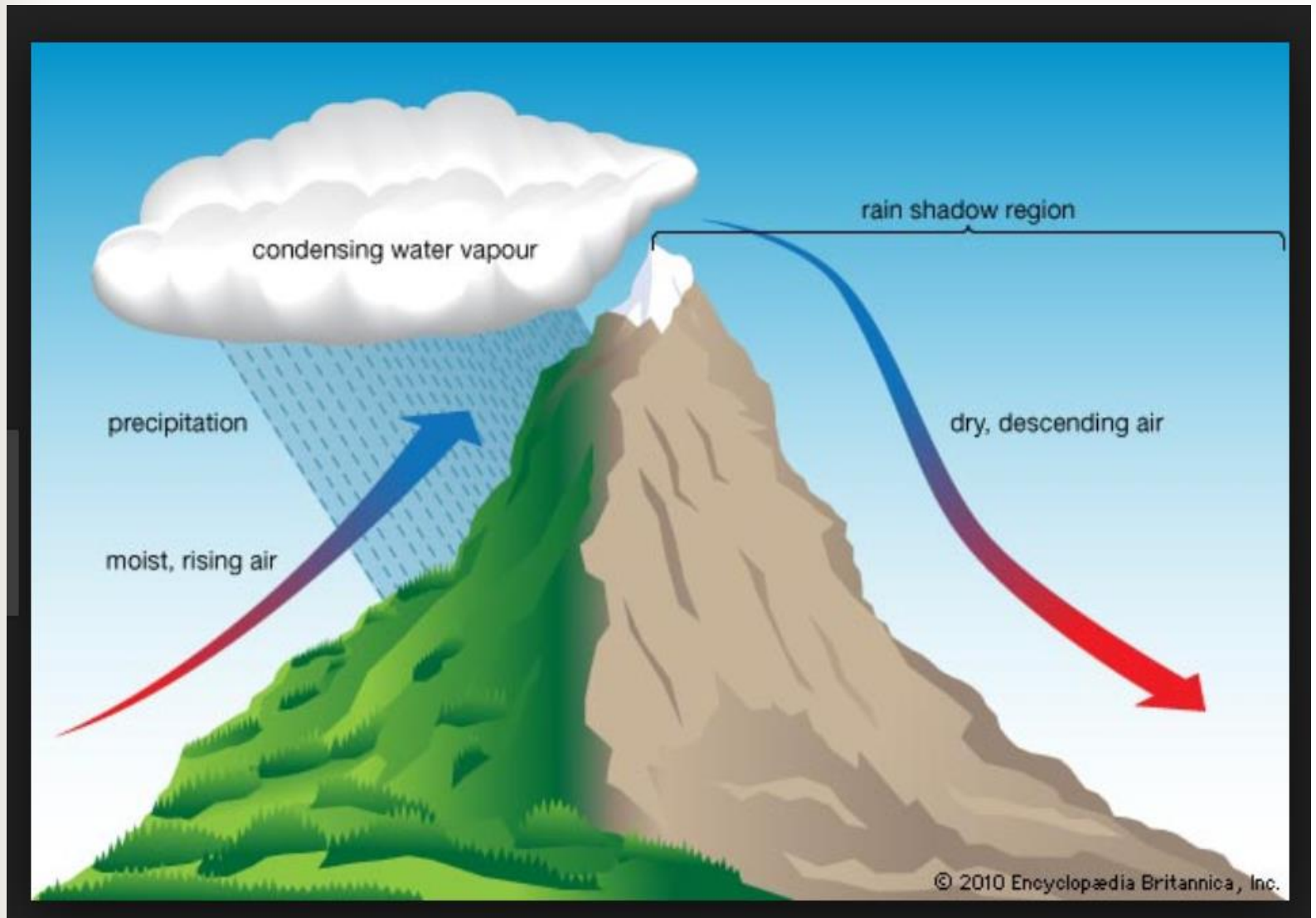
# Denní chod vlhkosti vzduchu – r (%)



# Fénový efekt

m nad m.





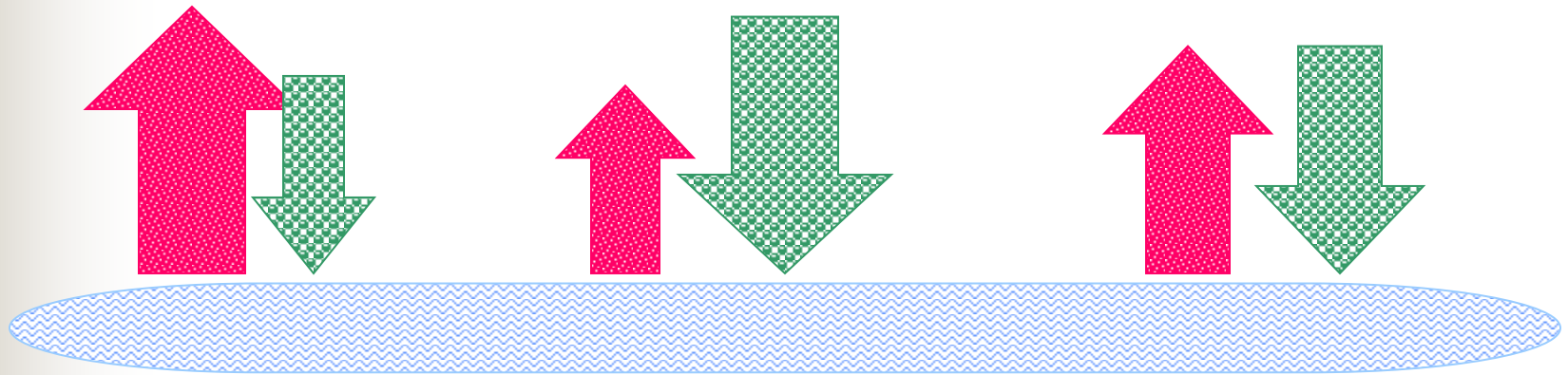


# Fénová zed'





# Fyzikální podstata výparu a kondenzace (sublimace a desublimace)



1

**Výpar (sublimace)**

2

**kondenzace (desublimace)**

3

**dynamická  
rovnováha**



Při fázových změnách  
dochází v systému k uvolnění  
(spotřebě) energie!!!

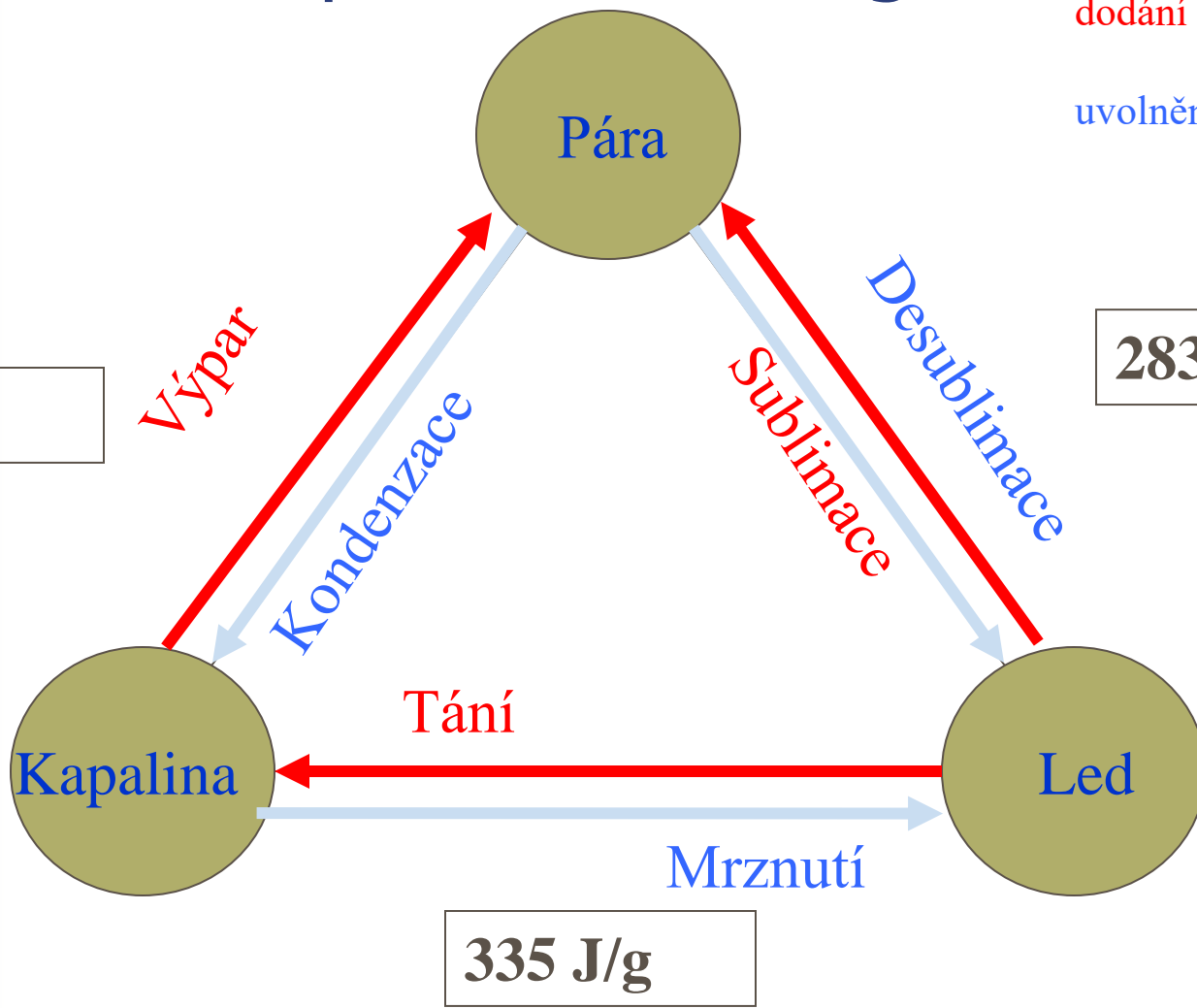
# Fázové přeměny vody z pohledu energie

dodání (odběr) energie

uvolnění (zisk) energie

2 500 J/g

2835 J/g



335 J/g



# 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





Evapotranspirace =

evaporace + transpirace + intercepce



# **EVAPORACE** = výpar z neživých povrchů

- **z půdy**
- **vody**
- **ledu**
- **sněhu**

V podmínkách ČR max. 8 mm/den

U lesa: 10 % z celkového výparu ve vegetačním období



# **TRANSPIRACE** = výpar z rostlin

- **Stomatární**
- **Kutikulární (5-10%)**

LES-nejvýznamnější

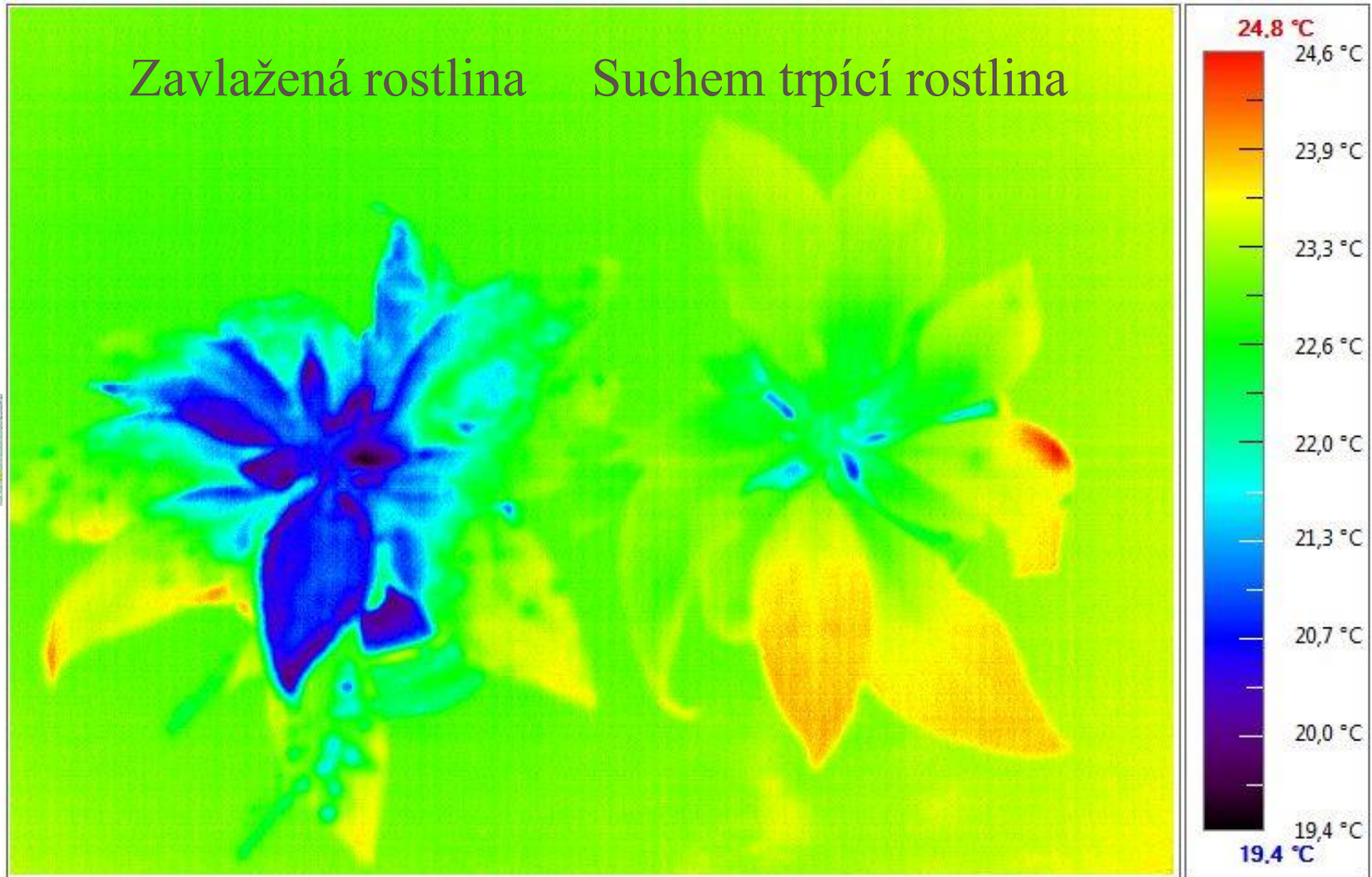
- **60-70 % vody**



# Proč rostlina transpiruje?

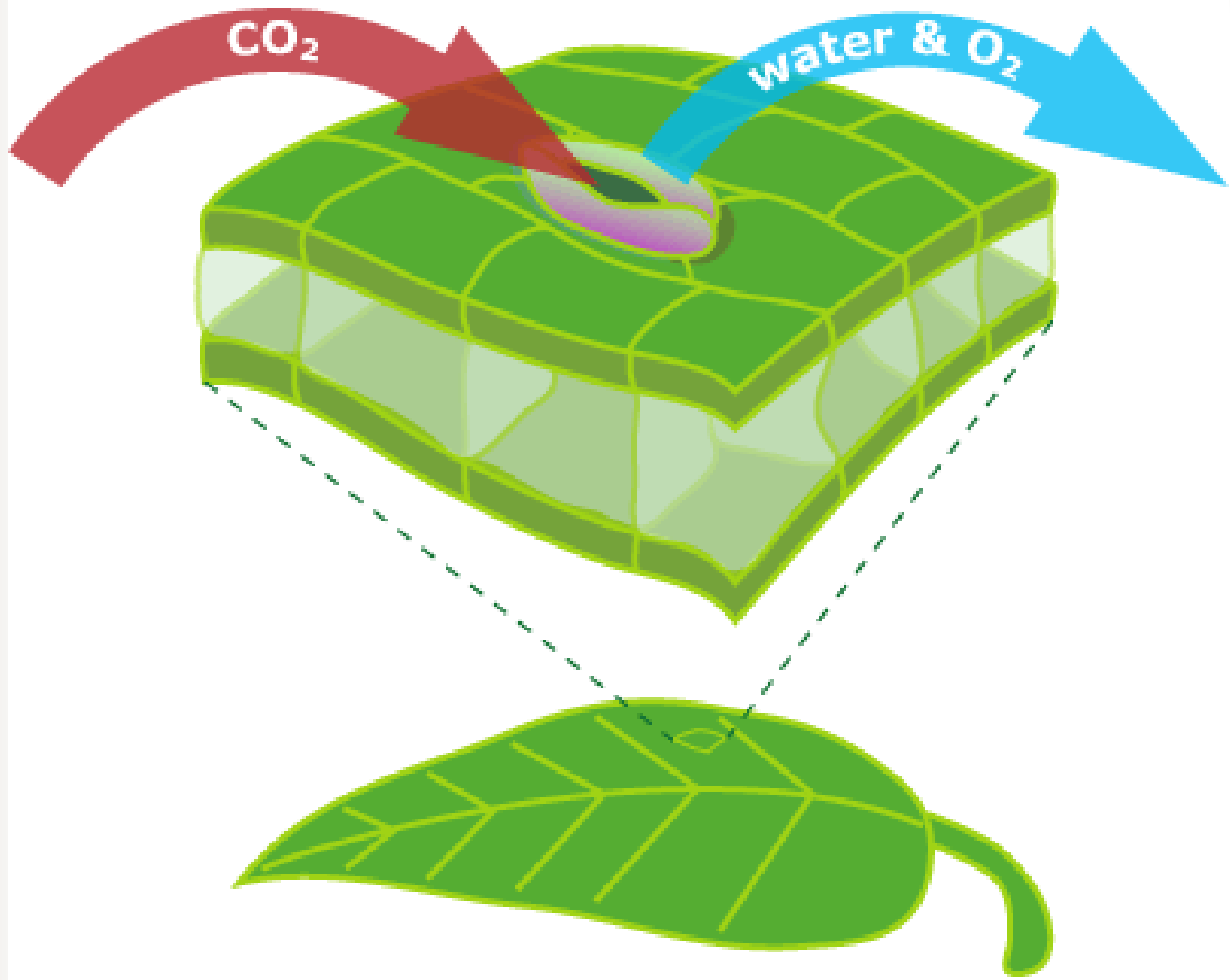
1. Živiny
2. Ochlazení

# Ochlazení





Carbon dioxide enters, while water and oxygen exit, through a leaf's stomata.



# Hodnocení transpirace

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

- **Lesní dřeviny**                      **170 – 340**
- **Buk 170** (poměrně suchovzdorný, kořeny směřují dolů)
- **Smrk 230**
- **Bříza 315**
- **Borovice 300**
- **Dub 340**
  
- **Polní plodiny**                      **400 – 750**
- **Zelenina**                              **800 – 1200**
- **Vinná réva**                            **240 – 350**



# Les a transpirace

- za jasného dne (veg.období) 1 ha porostu přečerpá a odpaří až 40 000 litrů vody
- za jasného dne se chladičí výkon jednoho smrku ztepilého rovná výkonu 10 (průměrných) ledniček

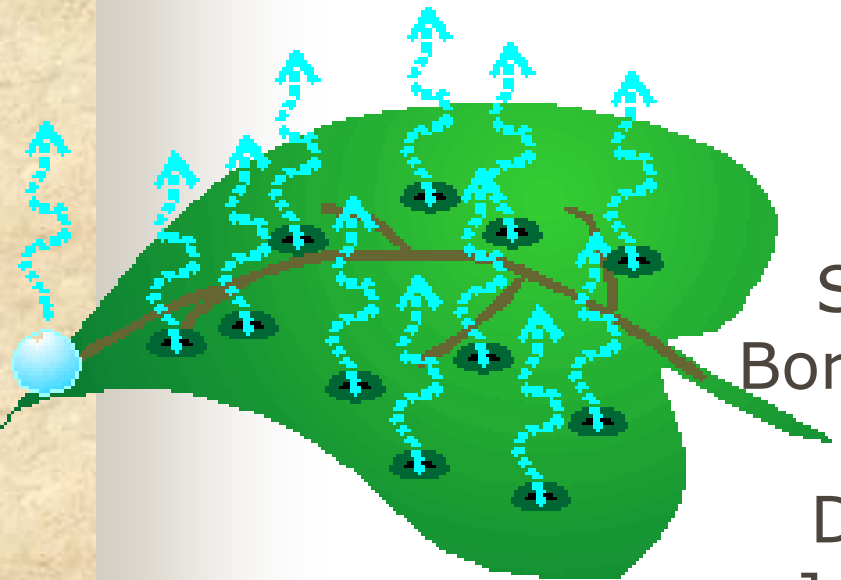
# Změny transpirace v závislosti na teplotě a vlhkosti - mm/den

	Chladný vlhký jarní den (2-5 °C, rel. vlhkost vzduchu nad 90 %)	Prům. oblačný jarní den (6-10 °C, rel. vlhkost vzduchu 70-90 %)	Teplý slunečný jarní den (nad 11 °C, rel. vlhkost vzduchu pod 70 %)	Chladný vlhký letní den (6-10 °C, rel. vlhkost vzduchu nad 90 %)	Prům. oblačný letní den (11-15 °C, rel. vlhkost vzduchu 70-90 %)	Teplý slunečný letní den (nad 16 °C, rel. vlhkost vzduchu pod 70 %)	Chladný vlhký podzimní den (2-5 °C, rel. vlhkost vzduchu nad 90 %)	Prům. oblačný podzimní den (6-10 °C, rel. vlhkost vzduchu 70-90 %)	Teplý slunečný podzimní den (nad 11 °C, rel. vlhkost vzduchu pod 70 %)
Nezabuřenělá paseka	0,2	0,6	1,3	0,4	1,1	1,9	0,2	0,5	1,2
Zabuřenělá paseka	0,4	1,1	2,6	0,8	2,2	3,7	0,4	1,0	2,4
Zapojená mlazina, resp. tyčovina	0,3	1,1	2,6	0,7	2,0	4,4	0,3	1,0	2,5
Zapojená kmenovina	0,3	1,2	2,8	0,7	2,1	4,6	0,3	1,1	2,6
Rozvolněná zabuřenělá kmenovina	0,4	1,3	3,0	0,8	2,3	4,9	0,4	1,2	2,9
Mezematá zabuřenělá kmenovina	0,4	1,4	3,3	0,9	2,5	5,5	0,4	1,3	3,0

Tab.4: Potenciální hodnoty transpirace lesních porostů včetně výparu z půdy a přzemní vegetace v podmínkách ČR (mm za 24 hodin)

# Intercepce

- Výpar z povrchu rostlin
  - Intercepční kapacita
  - LAI !!



Smrk 20-46%  
Borovice: 20-35 %  
Buk 8-29 %  
Dub: 10-25 %  
Jedle: 25-45 %

Maximum věk:  
Smrk 60 let  
Borovice: 40 let  
Buk: 50 let  
Dub: 50 let  
Jedle: 40 let



# ŽIVÝ LES

Evapotranspirace =

evaporace + transpirace + intercepce  
10 + 60 + 30

# MRTVÝ LES

Evapotranspirace =

evaporace + transpirace + intercepce  
70 + 20 + 10

# Reálný (E) a potenciální (E<sub>0</sub>) výpar v mm/rok

E	2500	100	100
E <sub>0</sub>	2500	2500	100

tropický prales

poušť

ledovec



# Bioklimatologický význam výparu

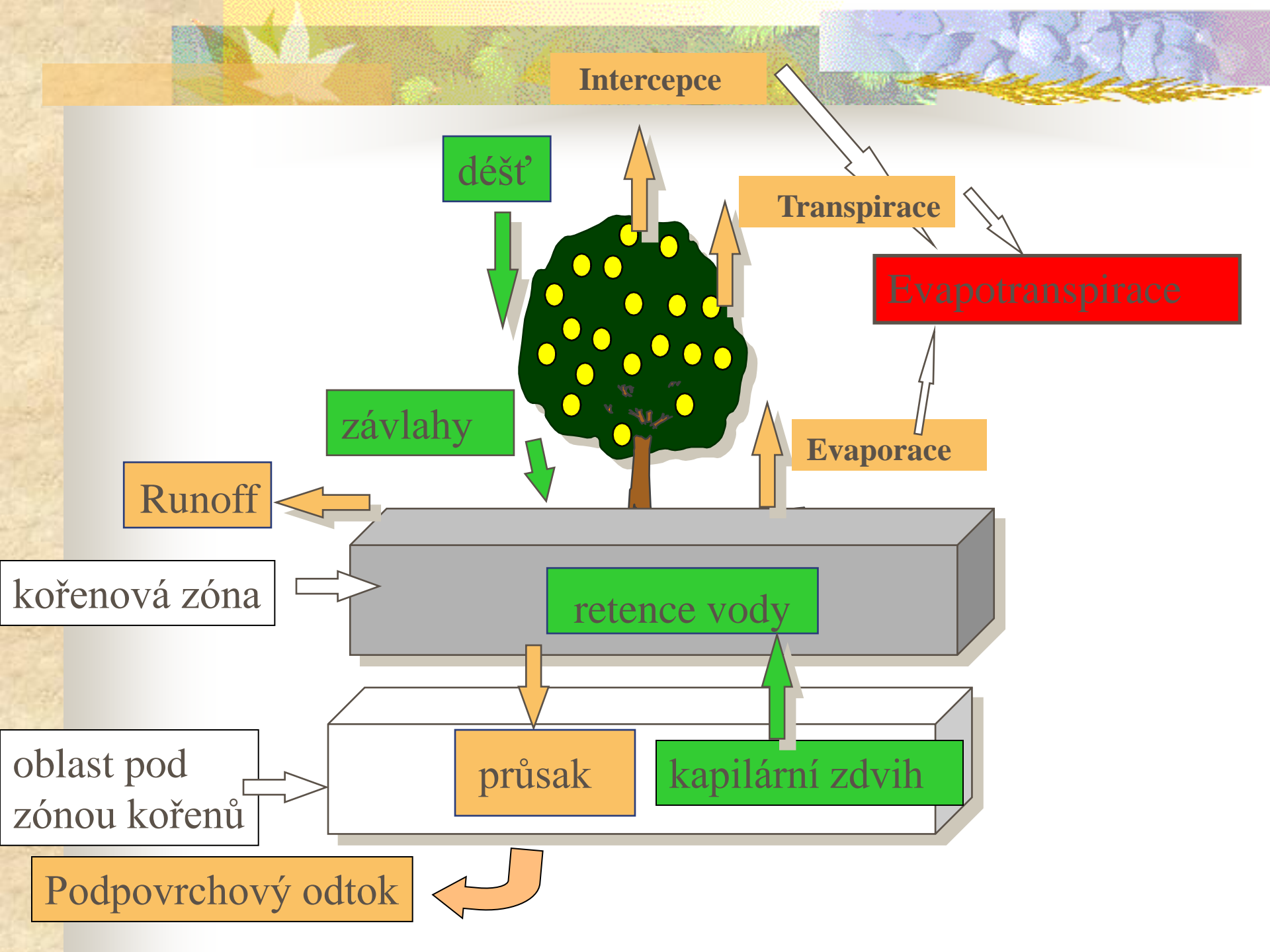
## Výpar:

- **Produktivní** (transpirace)
- **Neproduktivní** (evaporace + intercepce)

# Evaporace – neproduktivní výpar







Intercepce

déšť

Transpirace

Evapotranspirace

závlahy

Evaporace

Runoff

kořenová zóna

retence vody

oblast pod zónou kořenů

průsak

kapilární zdvih

Podpovrchový odtok





# **Příští téma**

Kondenzace a oblaka