

Stanovení CWU v zemědělské produkci

- Přímé měření evapotranspirace je neobvyklé a především drahé
- Proto se používají růstové modely, např. AQUACROP, CROPWAT
- V ČR je k dispozici Vláhová kalkulačka <https://vlaha.vumop.cz/>
- Pro ruční výpočet se používá rovnice referenční evapotranspirace (rovnice Penman-Monteith) a plodinový koeficient k_c :

$$CWU = k_s \times CWR = k_s \times ET_c = k_s \times k_c \times ET_0$$

CWR je vláhová potřeba rostliny (crop water requirements)

k_s je koeficient vodního stresu – když chybí voda, tak evapotranspirace neprobíhá

Rovnice Penman-Monteith

$$ET_0 = \frac{0,408 \times \Delta \times (R_n - G) + \gamma \times \frac{900}{T + 273,16} \times u_2 \times (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \times (1 + 0,34 \times u_2)}$$

- ET_0 = referenční evapotranspirace [mm.den-1]
- R_n = radiace na povrchu hypotetického povrchu, v podstatě její bilance [MJ/m²/den].
- G = tok tepla v půdě [MJ/m²/den].
- T = teplota vzduchu ve 2 m [°C].
- u_2 = rychlost větru ve 2 m [m/s].
- e_s = tlak nasycení vodní páry při teplotě měřené v meteorologické budce [kPa].
- e_a = tlak vodní páry vypočítaný podle teploty měřené v meteorologické budce [kPa].
- $e_s - e_a$ = sytostní doplněk [kPa].
- Δ = sklon křivky napětí vodních par při dané teplotě vzduchu, tj. derivace závislosti mezi měrnou vlhkostí vzduchu nasyceného vodními parami a teplotou vzduchu [kPa/°C].
- γ = psychrometrická konstanta [kPa/°C].

Empirické a semiempirické rovnice

- Alternativou k rovnici FAO 56 jsou jednodušší rovnice (anebo závlahářské tabulky)

- Priestley-Taylorova metoda

- Hargreavesova metoda

- Thornthwaitova metoda

- Šermerova rovnice – rovnice pro výpar z volné hladiny:

$$ET_0 = 10^{0.0452 \times T_{\text{mean}} - 0.204}$$

- Rovnice VÚV rovnice pro výpar z volné hladiny (Vizina a další):

$$ET_0 = 0.2157 \times T_{\text{mean}} + 0.113$$

- ...

Stanovení ET_{green}

- Rostliny vypaří jen takové množství vody, které mají k dispozici:

$$ET_{green} = \min(ET_c, P_{eff})$$

- P_{eff} jsou efektivní srážky – existují různé způsoby stanovení
 - Tabulkové údaje (např. USDA SCS Metoda - U.S. Department of Agriculture's Soil Conservation Service - <https://www.fao.org/4/x5560e/x5560e03.htm>)
 - Empirické rovnice (přehled např. v <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120011>)
 - Např. CROPWAT používá: $P_{eff} = \begin{cases} P \times (125 - 0,2 \times P)/125, & P \leq 250mm \\ 125 + 0,1 \times P, & P > 250mm \end{cases}$

Vodní stopa

Spočítejte zelenou vodní stopu pěstovaného ječmene – vstupní údaje o pěstování a sklizni ječmene v souboru data.xlsx

1. Zvolte si rovnici pro výpočet potenciální evapotranspirace (Penman-Monteith nebo některá z alternativ)
2. Zjistit si vstupní meteorologická data (<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/denni-data/Denni-data-dle-z.-123-1998-Sb>)
3. Vypočítat potenciální evapotranspiraci podle rovnice zvolené v kroku 1
4. Stanovit efektivní srážky
5. Určit koeficient K_c ječmene
6. Vypočítat evapotranspiraci plodiny
7. stanovit WF

Hodnoty k_c ječmene

- Zdroj: <https://www.fao.org/4/x0490e/x0490e0b.htm>

K_c ini	K_c mid	K_c end
0,3-0,5	1,15	0,25

Init. (L_{ini})	Dev. (L_{dev})	Mid (L_{mid})	Late (L_{late})	Total	Plant Date	Region
15	25	50	30	120	November	Central India
20	25	60	30	135	March/Apr	35-45 °L
15	30	65	40	150	July	East Africa
40	30	40	20	130	Apr	
40	60	60	40	200	Nov	
20	50	60	30	160	Dec	Calif. Desert, USA

