

PRIMER: Proračun isparavanja

Izvršiti proračun isparavanja po mesecima tokom jedne godine za meteorološku stanicu Novi Sad - Rimski Šančevi na osnovu podatka o neto zračenju iz prethodnog primera, kao i izmerenim podacima o temperaturi vazduha, pritisku vodene pare i brzini vetra.

Rešenje: Postupak proračuna biće prikazan za mesec januar.

Prema kombinovanoj metodi za proračun isparavanja:

$$E = \frac{\Delta E_r + \gamma E_a}{\gamma + \Delta}$$

- E_r isparavanje usled neto zračenja (mm/dan)
- E_a isparavanje dobijeno aerodinamičkim metodom (mm/dan)
- γ psihometrijska konstanta (0.65 mb/°C)
- Δ nagib krive pritiska zasićene vodene pare (mb/°C)

Isparavanje usled neto zračenja:

$$E_r = \frac{R_n}{\lambda \rho}$$

- R_n neto zračenje (W/m²)
- ρ gustina vode (1000 kg/m³)
- λ latentna toplota isparavanja (J/kg), zavisi od temperature:
$$\lambda = 2.501 \cdot 10^6 - 2370T$$
- T temperatura (°C)

Isparavanje aerodinamičkim metodom:

$$E_a = 0.263 \cdot (0.5 + 0.537u_2)(e_{as} - e_a)$$

- u_2 brzina vetra na visini od 2 m iznad zemlje (m/s)
- e_a vlažnost vazduha odnosno stvarni pritisak vodene pare u vazduhu (mb)
- e_{as} pritisak vodene pare zasićenog vazduha (mb), dobija se sa krive pritiska zasićene vodene pare za datu temperaturu

Analitički oblik krive pritiska zasićene vodene pare:

$$e_s = 6.11 \exp\left(\frac{17.27T}{237.3 + T}\right) \text{ (mb)}$$

- T temperatura (°C)

Nagib krive pritiska zasićene vodene pare:

$$\Delta = \frac{4098e_s}{(237.3 + T)^2} \text{ (mb/°C)}$$

- e_s pritisak vodene pare pri zasićenju (mb)
- T temperatura (°C)

Na osnovu prethodnih proračuna neto zračenje u januaru iznosi:

$$R_n = 12.87 \text{ W/m}^2 = 12.87 \cdot 24 \cdot 3600 \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{dan}} = 1.112 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2 \cdot \text{dan}}$$

Za srednju temperaturu u januaru od 2.4°C, latentna toplota isparavanja je:

$$\lambda = 2.501 \cdot 10^6 - 2370 \cdot 2.4 = 2.495 \cdot 10^6 \text{ J/kg} = 2.495 \text{ MJ/kg}$$

Isparavanje usled neto zračenja:

$$E_r = \frac{R_n}{\lambda \rho} = \frac{1.112}{2.495 \cdot 10^3} = 0.45 \text{ mm/dan}$$

Pritisak vodene pare pri zasićenju za srednju temperaturu u januaru od 2.4°C:

$$e_{as} = 6.11 \exp\left(\frac{17.27 \cdot 2.4}{237.3 + 2.4}\right) = 7.26 \text{ mb}$$

Deficit saturacije iznosi:

$$e_{as} - e_a = 7.26 - 6.27 = 1.00 \text{ mb}$$

Isparavanje aerodinamičkim metodom:

$$E_a = 0.263 \cdot (0.5 + 0.537u_2)(e_{as} - e_a) = 0.263 \cdot (0.5 + 0.537 \cdot 1.9) \cdot 1.00 = 0.40 \text{ mm/dan}$$

Nagib krive pritiska zasićene vodene pare iznosi:

$$\Delta = \frac{4098e_s}{(237.3 + T)^2} = \frac{4098 \cdot 7.26}{(237.3 + 2.4)^2} = 0.518 \text{ mb/}^\circ\text{C}$$

Isparavanje konačno iznosi:

$$E = \frac{\Delta E_r + \gamma E_a}{\gamma + \Delta} = \frac{0.518 \cdot 0.45 + 0.65 \cdot 0.40}{0.518 + 0.65} = 0.42 \text{ mm/dan}$$

| | Jan | Feb | Mar | Apr | Maj | Jun | Jul | Avg | Sep | Okt | Nov | Dec |
|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| T_{sr} (°C) | 2.4 | 0.7 | 9.0 | 11.1 | 17.7 | 19.1 | 21.1 | 19.9 | 18.9 | 10.6 | 4.2 | 1.4 |
| e (mm Hg) | 4.7 | 3.6 | 5.5 | 6.7 | 11.3 | 13.2 | 14.4 | 13.8 | 12.7 | 8.2 | 5.4 | 4.3 |
| e (mb) | 6.27 | 4.80 | 7.33 | 8.93 | 15.07 | 17.60 | 19.20 | 18.40 | 16.93 | 10.93 | 7.20 | 5.73 |
| u_2 (m/s) | 1.9 | 2.1 | 2.9 | 2.5 | 1.8 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 0.9 | 2.0 | 2.8 | 2.0 |
| Rn (W/m ²) | 12.87 | 37.49 | 68.20 | 103.87 | 145.32 | 145.43 | 170.58 | 127.66 | 108.38 | 44.87 | 20.19 | 9.18 |
| Rn (MJ/m ² /dan) | 1.112 | 3.239 | 5.893 | 8.975 | 12.556 | 12.565 | 14.738 | 11.030 | 9.364 | 3.877 | 1.744 | 0.793 |
| λ (MJ/kg) | 2.495 | 2.499 | 2.480 | 2.475 | 2.459 | 2.456 | 2.451 | 2.454 | 2.456 | 2.476 | 2.491 | 2.498 |
| E_r (mm/dan) | 0.45 | 1.30 | 2.38 | 3.63 | 5.11 | 5.12 | 6.01 | 4.49 | 3.81 | 1.57 | 0.70 | 0.32 |
| e_{as} (mb) | 7.26 | 6.43 | 11.48 | 13.22 | 20.26 | 22.12 | 25.03 | 23.25 | 21.84 | 12.79 | 8.25 | 6.76 |
| $e_{as} - e_a$ (mb) | 1.00 | 1.63 | 4.15 | 4.29 | 5.20 | 4.52 | 5.83 | 4.85 | 4.91 | 1.85 | 1.05 | 1.03 |
| E_a (mm/dan) | 0.40 | 0.70 | 2.25 | 2.08 | 2.00 | 1.55 | 1.76 | 1.25 | 1.27 | 0.77 | 0.55 | 0.43 |
| Δ (mb/°C) | 0.518 | 0.465 | 0.776 | 0.878 | 1.277 | 1.379 | 1.536 | 1.440 | 1.364 | 0.853 | 0.580 | 0.486 |
| γ (mb/°C) | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 |
| $\Delta + \gamma$ (mb/°C) | 1.168 | 1.115 | 1.426 | 1.528 | 1.927 | 2.029 | 2.186 | 2.090 | 2.014 | 1.503 | 1.230 | 1.136 |
| E (mm/dan) | 0.42 | 0.95 | 2.32 | 2.97 | 4.06 | 3.98 | 4.75 | 3.49 | 2.99 | 1.22 | 0.62 | 0.38 |