

Metody měření vlhkosti vzduchu

4A. metoda psychrometrická

- psychrometry ventilované, aspirační a neventilované

4B. metoda hygroskopická

- vlasové vlhkoměry, hygrografy

4C. měření teploty rosného bodu

4D. infra-analyzátory

4E. elektrické kapacitní vlhkoměry

psychrometrický vzorec:

$$e = E_s - A \cdot dt \cdot p$$

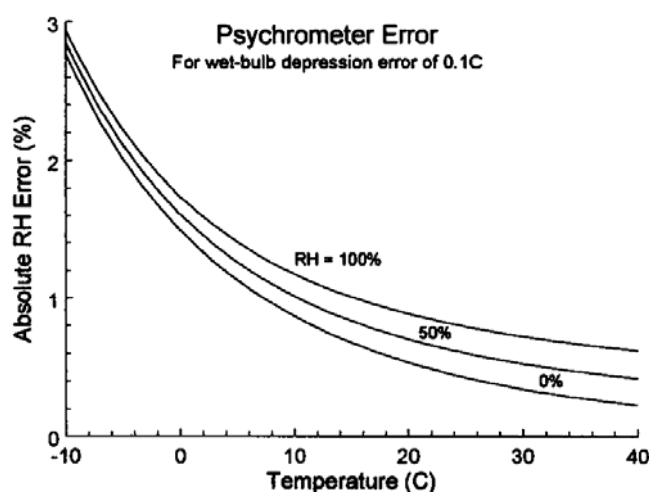
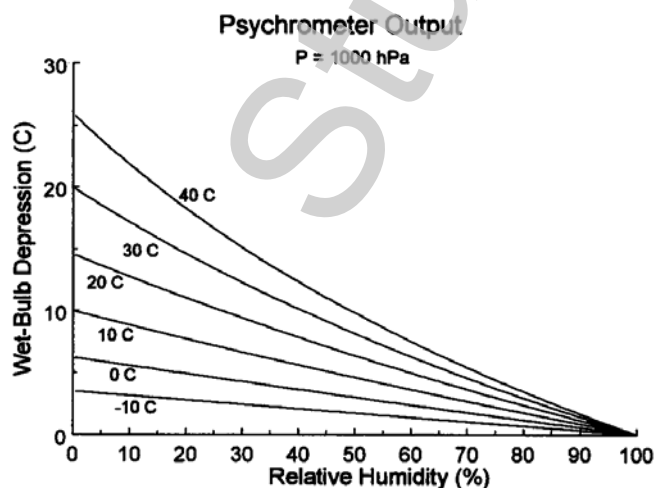
e ... skutečné napětí vodní páry ve vzduchu

E_s ... napětí nasycení při teplotě t' (vlhký teploměr)

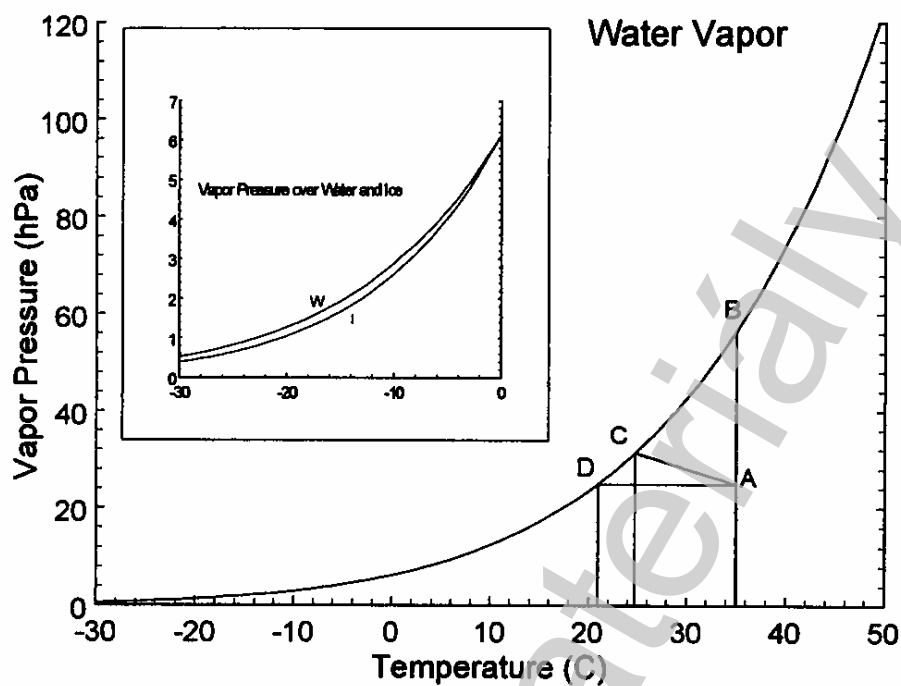
A ... psychrometrická konstanta

dt ... rozdíl teploty suchého a vlhkého teploměru = psychrometrický rozdíl ($t - t'$)

p ... barometrický tlak



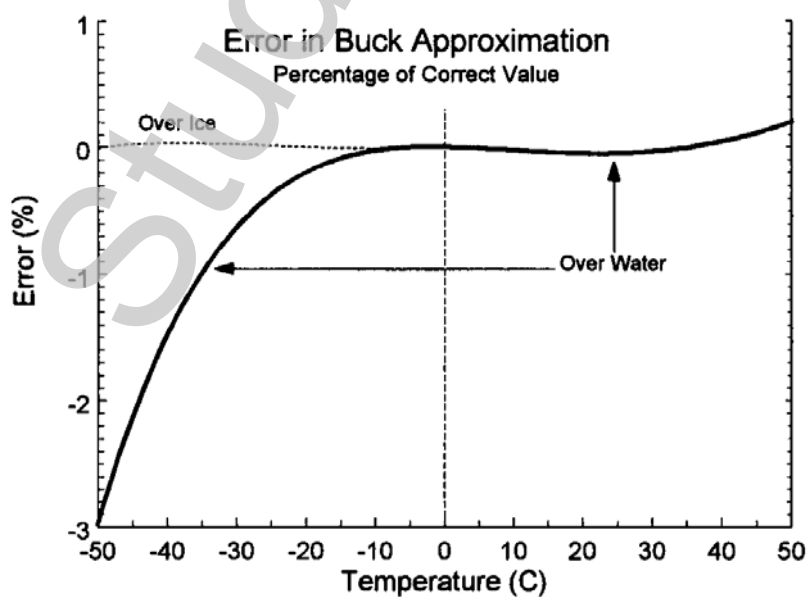
Napětí (tlak) nasycení nad vodou a ledem



Napětí (tlak) nasycení

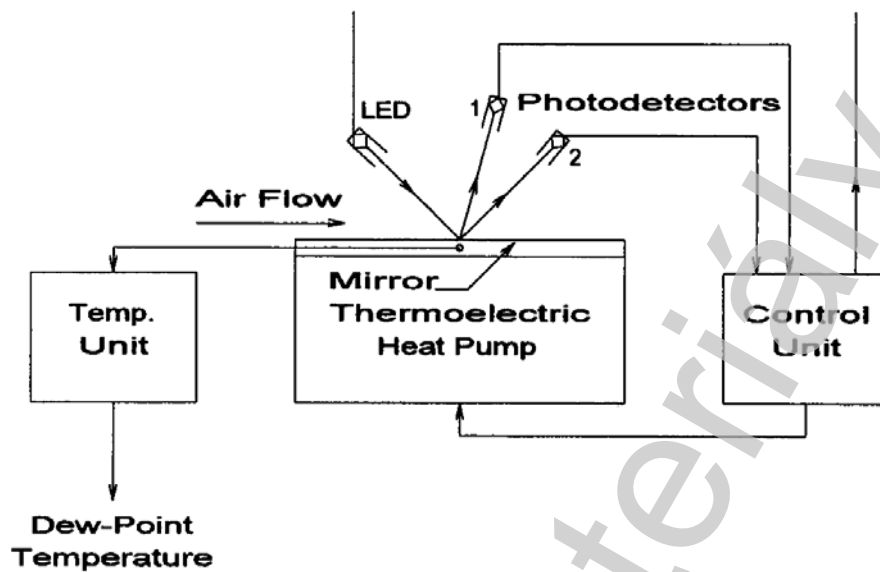
Buck (1981)

$$E_s = 6,1121 \exp \frac{17,502T}{240,97 + T}$$

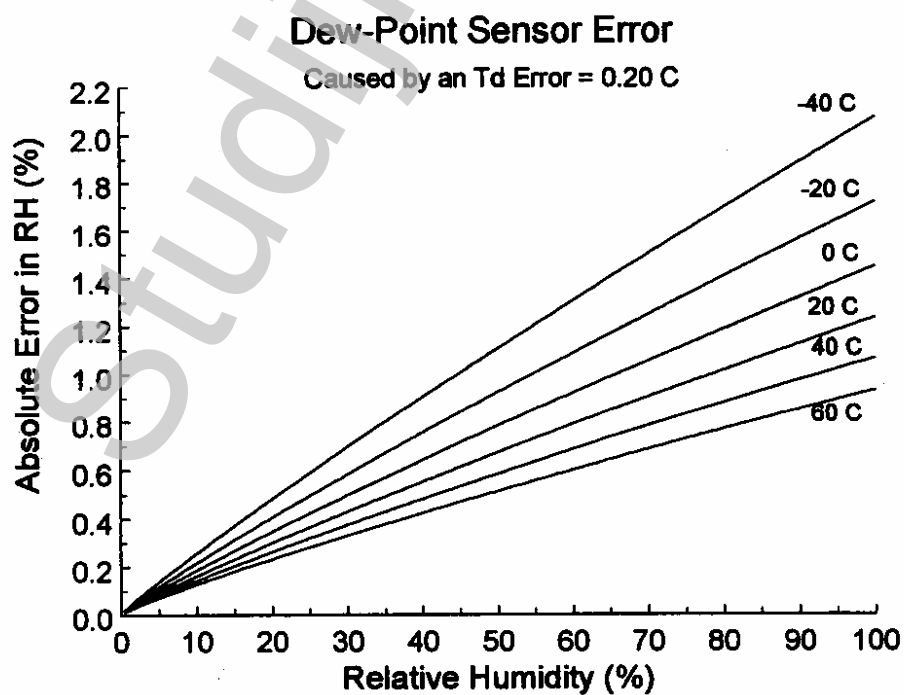


Error in the Buck approximation

4C. Měření teploty rosného bodu



Chyby při měření teploty rosného bodu

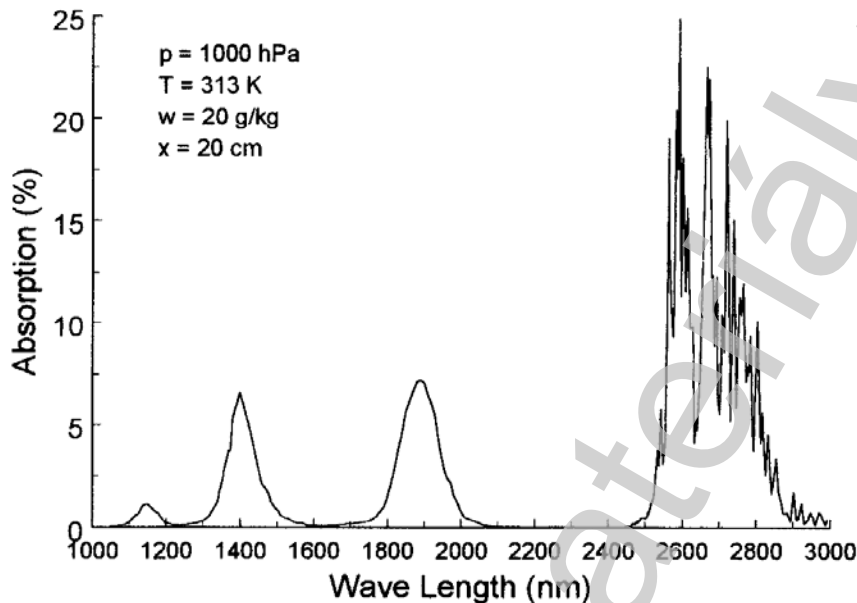


4D. Absorpční hygrometry (UV nebo IF-analyzátory)

princip: absorpce záření vodní parou v různých vlnových délkách

měření absolutní vlhkosti vzduchu → odvození dalších charakteristik vlhkosti

→ výpočet latentního toku tepla (LE)



Metody měření vlhkostních charakteristik

1) Uzavřená „cesta“ - způsob

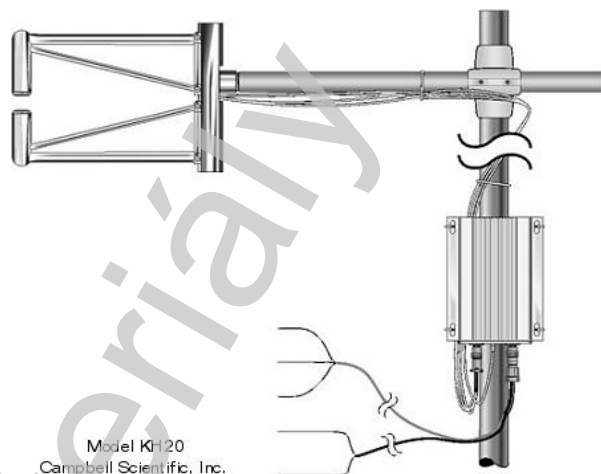
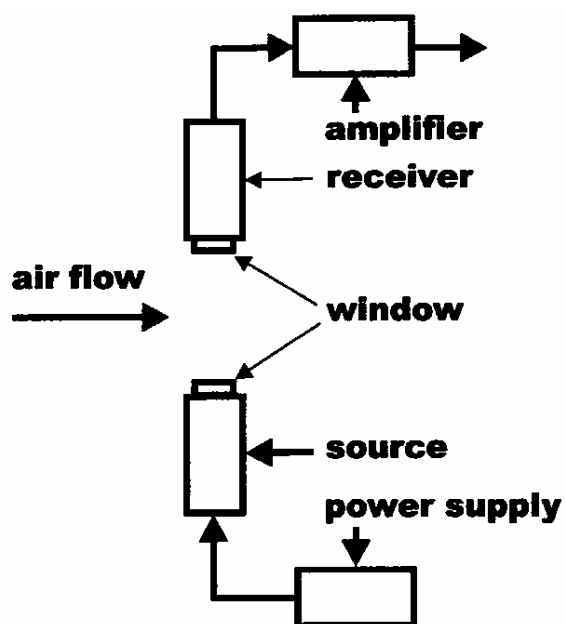
Closed-path sensors

2) Otevřená „cesta“ – způsob

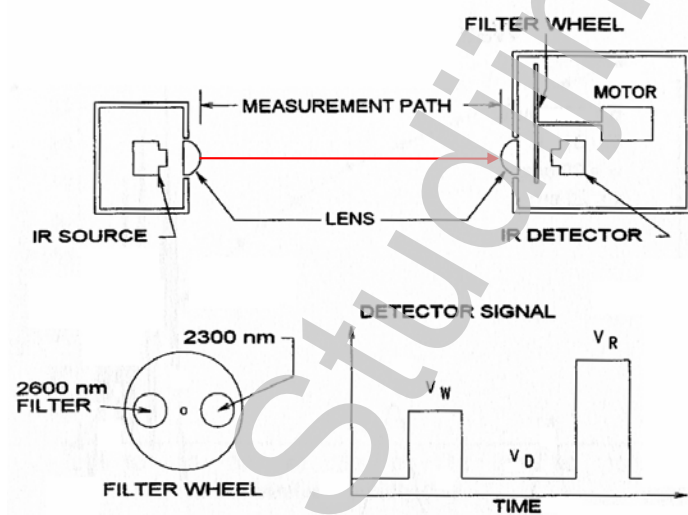
Open-path sensors/hygrometers

Problém: synchronizace měření složek turbulence a koncentrace plynů (H_2O , CO_2) → zpoždění signálů (časová odezva jednotlivých přístrojů)

Absorpční kryptonové hygrometry



IR hygrometry

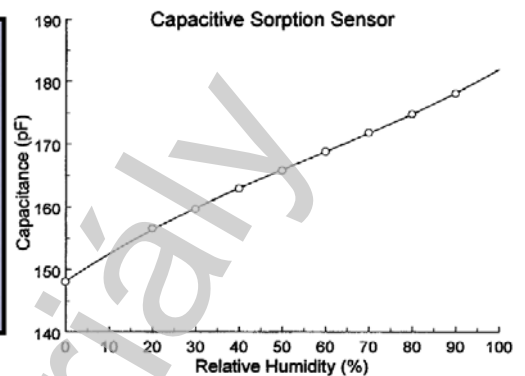
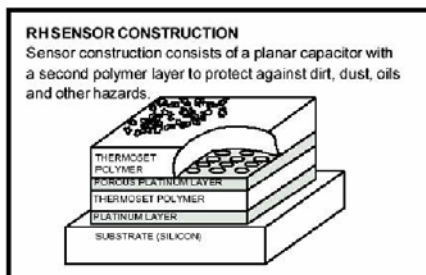


Výhody: velmi přesné a citlivé, nulové setrvačnost, není expozice přístroje

Nevýhody: velikost, vysoká pořizovací cena i provozní náklady (kalibrace)

4E. Elektrické kapacitní vlhkoměry

- snímač = kapacitní čidlo
- na principu kondenzátoru (2 desky, mezi nimi dielektrikum - nevodič)



Honeywell (USA)



Specifications

Probe Dimensions: 10 inches (25.4 cm) length, 1 inch (2.5 cm) diameter

Filter: 0.2 μm Teflon® membrane

Filter Diameter: 0.75 inches (1.9 cm)

RELATIVE HUMIDITY

Sensor: HUMICAP® H-chip

Measurement Range: 0.8 to 100% RH, non-condensing

Output Signal Range: 0.008 to 1 Vdc

Accuracy at 20°C:

against factory reference: $\pm 1\%$ RH

field calibrated against references: $\pm 2\%$ RH (0-90% RH)

field calibrated against references: $\pm 3\%$ RH (90-100% RH)

Temperature Dependence: $\pm 0.05\%$ RH/°C

Typical Long-Term Stability: Better than 1% RH per year

Response Time (at 20°C, 90% response): 15 s with membrane filter

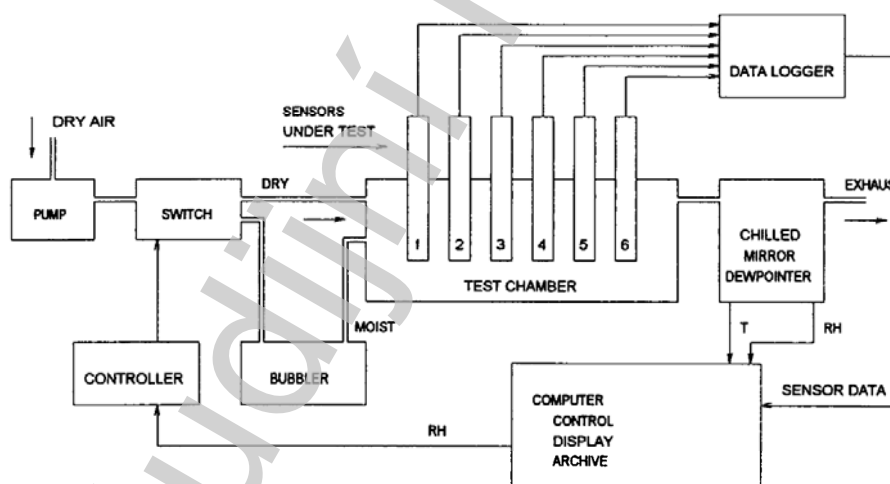
Settling Time: 500 ms

Supply Voltage: 12 Vdc Nominal

Current Consumption: 4 mA (Active)

Operating Temperature: -40° to +60°C

Výměnné části kapacitních vlhkoměrů



HUMIDITY CALIBRATION SYSTEM

Teplota směsi s přesností na 0.1 °C

Table 5-5 Equilibrium relative humidity values for selected saturated aqueous salt solutions. Listed values are for temperatures of 20, 25, and 30°C.

Salt	20°C	25°C	30°C	Formula
Lithium chloride	11.1	11.3	11.3	LiCl
Potassium acetate	23.1	22.5	21.6	KC ₂ H ₃ O ₂
Magnesium chloride	33.1	32.8	32.4	MgCl ₂ ·6H ₂ O
Potassium carbonate	43.2	43.2	43.2	K ₂ CO ₃
Magnesium nitrate	54.4	52.9	51.4	Mg(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O
Sodium chloride	75.5	75.3	75.1	NaCl
Potassium chloride	85.1	84.3	83.6	KCl
Barium chloride	91.0	90.0	89.0	BaCl ₂ ·H ₂ O
Potassium nitrate	94.6	93.6	92.3	KNO ₃
Potassium sulfate	97.6	97.3	97.0	K ₂ SO ₄