

Vlaga zraka

Vlagu zraka čini vodena para koja se, uz ostale plinove, nalazi u zraku. Masa vodene pare sadržana u nekom volumenu zraka na nekoj temperaturi može se mijenjati, ali ne može prijeći jedan određeni, za tu temperaturu najveći iznos. U tom slučaju govori se o zasićenoj vodenoj pari u zraku. Omjer količine vodene pare mase m , sadržane u nekom volumenu zraka V , i tog volumena naziva se apsolutna vlaga zraka, i obilježava se slovom a .

$$a = \frac{m}{V} \quad [g/m^3]$$

Apsolutna vlaga zraka je dakle masa vodene pare koju sadržava 1 m³ zraka. Kada je zrak zasićen vodenom parom tada je masa vodene pare maksimalna za dani volumen V . To stanje vlažnosti zraka daje maksimalnu apsolutnu vlagu, koja se obično označava slovom A . Maksimalna apsolutna vlaga zraka je konstantna veličina za danu temperaturu zraka. Količina vodene pare u zraku može se osim apsolutnom vlagom a iskazivati i relativnom vlažnosti zraka r . To je omjer apsolutne vlage zraka a i maksimalne apsolutne vlage A na toj temperaturi

$$r = \frac{a}{A} \cdot 100\%$$

Količina vodene pare u zraku može se izražavati i parcijalnim tlakom vodene pare. Stvarni ili parcijalni tlak vodene pare obično se označava slovom e , a tlak zasićenih vodenih para slovom E . Prema tome relativnu vlagu može se odrediti i ovako:

$$r = \frac{e}{E} \cdot 100\%$$

Tlak zasićenih vodenih para E ovisi o temperaturi zraka i nalazi se u tablicama:

Tablica 1. Tlak zasiće vodene pare za danu temperaturu zraka. Prvi stupac s lijeva označava temperaturu zraka, a prvi redak u tablici označava prvo decimalno mjesto te temperature. Polje u tablici koje je sjecište temperature i njenog decimalnog mjesta daje tlak zasićene vodene pare izražen u Pa za danu temperaturu izraženu u °C. Primjer za temperaturu 11,2°C tlak zasićene pare je 1330,0 Pa

Temperatura [°C]	,0	,2	,4	,6	,8
10	1227,8	1244,3	1261,0	1277,9	1295,1
11	1312,4	1330,0	1347,8	1365,8	1383,9
12	1402,3	1420,9	1439,7	1458,7	1477,9
13	1497,3	1517,1	1536,9	1557,2	1577,6
14	1598,1	1619,1	1640,1	1661,5	1683,1
15	1704,9	1726,9	1749,3	1771,8	1794,6
16	1817,7	1841,0	1864,8	1888,6	1912,8
17	1937,2	1961,8	1986,9	2012,1	2037,7
18	2063,4	2089,6	2115,9	2142,6	2169,4
19	2196,7	2224,5	2252,3	2280,5	2309,0
20	2337,8	2366,9	2396,3	2426,1	2456,1
21	2486,5	2517,1	2548,2	2579,6	2611,4
22	2643,4	2675,8	2708,6	2741,8	2775,1
23	2808,8	2842,9	2877,5	2912,4	2947,7
24	2983,3	3019,5	3056,0	3092,8	3129,9
25	3167,2	3204,9	3243,2	3281,9	3321,3
26	3360,9	3400,9	3441,3	3481,9	3523,2
27	3564,9	3607,0	3649,6	3692,5	3735,8
28	3779,5	3823,7	3868,3	3913,5	3959,3
29	4005,4	4051,9	4098,9	4146,6	4194,4
30	4242,8	4291,8	4341,1	4390,8	4441,2
31	4492,3	4543,9	4595,7	4648,1	4701,1
32	4754,7	4808,7	4863,2	4918,4	4973,9
33	5030,1	5086,9	5144,1	5201,9	5260,5
34	5319,3	5378,7	5439,0	5499,7	5560,9
35	5622,9	5685,4	5748,4	5812,2	5876,6

Relativna vlaga zraka određuje se pomoću omjera parcijalnih tlakova. Ako je poznata temperatura zraka, iz tablice se može očitati vrijednost E (parcijalni tlak zasićene vodene pare u zraku za danu temperaturu). Treba još odrediti i vrijednost e , tj. parcijalni tlak stvarno prisutne vodene pare u zraku. On se ne mjeri direktno, već se računa iz psihometrijske formule.

Psihrometar se sastoji od dva jednaka termometra. Jednom od njih spremište za termometrijsku tvar je omotano vlažnom krpicom.



Slika 2. Psihrometar.

Tijekom mjerenja krpica mora biti vlažna. Zato se taj termometar zove vlažni termometar. Drugi termometar se naziva suhi i pokazuje temperaturu zraka. Iz mokre krpice isparava voda, ako za to postoje uvjeti, tj. ako vodena para u zraku nije zasićena. Mokri se termometar zato hladi i pokazuje temperaturu nižu od one na suhom. Razlika temperatura suhog i mokrog termometra ovisi o vlažnosti zraka. Razlika je veća kada u zraku ima manje vodene pare, a manja je kada je zrak vlažniji. Ako se sa t_s označi temperatura suhog, a sa t_m temperatura mokrog termometra, veza između parcijalnog tlaka vodene pare e , i tlaka zasićenih para E_m na temperaturi mokrog termometra dana je psihometrijskom formulom

$$e = E_m - k(t_s - t_m)$$

Konstanta k iznosi 66,7 Pa/K

Veza između apsolutne vlage zraka a i parcijalnog tlaka vodene pare e je:

$$a = K \cdot \frac{e}{T} ; \quad K = 2,17 \frac{K \text{ g}}{\text{Pa m}^3}$$

gdje je T termodinamička temperatura zraka koja se izračunava izrazom: $T=273,15 + t$ [K].
 Temperaturu zraka mjeri suhi termometar. Temperaturu isparavanje vode iz vlažne krpice mjeri mokri termometar.

1. Zadatak – Određivanje apsolutne i relativne vlage zraka psihrometrom.

Krpicu kojom je omotan mokri termometar zaroniti u vodu, te obrisati višak vode kako se ne bi napravila kapljica. Pričekati 10 minuta da se temperatura mokrog termometra ustali. Tada očitati oba termometra. Iz podataka za temperaturu mogu se očitati vrijednosti E i E_m iz tablice. Iz formule zatim izračunati i parcijalni tlak vodene pare e . Poznavajući te podatke izračunati relativnu i apsolutnu vlagu zraka. Mjerenje ponoviti tri puta, provesti račun pogreške i dobivene rezultate zaokružiti.

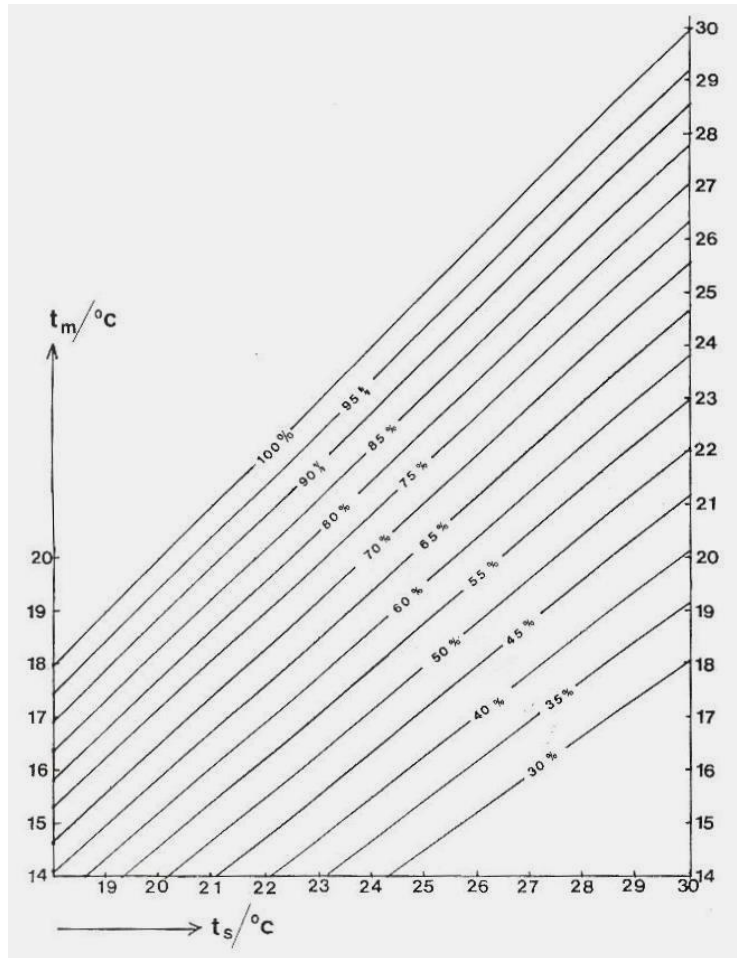
t_s [°C]	t_m [°C]	E [Pa]	E_m [Pa]	e [Pa]	r [%]	Δr [%]	a [g/m ³]	Δa [g/m ³]
					$\bar{r} =$	$\overline{\Delta r} =$	$\bar{a} =$	$\overline{\Delta a} =$
					$r = \bar{r} \pm \overline{\Delta r} =$			
					$a = \bar{a} \pm \overline{\Delta a} =$			

2. Zadatak – Određivanje relativne vlage zraka iz psihometrijskih krivulja.

Za tri izmjerena para vrijednosti (t_s, t_m) dobivenih u prvom zadatku, očitati iz psihometrijskih krivulja (priloženih uz vježbu) relativnu vlagu zraka. Za tako dobivena tri podatka za relativnu vlagu zraka prevedite račun pogreške.

t_s [°C]	t_m [°C]	r [%]	Δr [%]
		$r = \bar{r} \pm \overline{\Delta r} =$	

3. Zadatak – Usporedite rezultate relativne vlage zraka dobivene u prvom i drugom zadatku. Usporediti rezultat znači zaključiti koja je metoda određivanja vlažnosti zraka preciznija, pomoću psihometra ili pomoću psihometrijskih krivulja.



Slika 2. Psihrometrijska krivulja služi za određivanje relativne vlažnosti zraka iz temperature suhog i mokrog termometra. Horizontalna os pokazuje temperaturu suhog termometra. Obje vertikalne osi pokazuju temperaturu mokrog termometra, postavljene su na takve položaje radi kompaktnosti grafa i lakšeg očitavanja.

Postupak određivanja vlažnosti zraka pomoću psihrometrijske krivulje:

- Na horizontalnoj osi pronaći temperaturu suhog termometra i u toj točki povući okomicu na horizontalnu os.
- Na vertikalnoj osi pronaći temperaturu mokrog termometra i u toj točku povući okomicu na vertikalnu os.
- Sjecište povučenih pravaca daje točku koja predstavlja relativnu vlažnost zraka za dane uvjete. Ako se ta točka nalazi na nekoj od krivulja s naznačenim postotkom, očitani postotak daje relativnu vlažnost. Ako se sjecište povučenih pravaca ne nalazi na nijednoj krivulji sa naznačenim postotkom, procijenite relativnu vlažnost zraka u odnosu na krivulju koja je najbliža točki sjecišta povučenih pravaca.
- Ako je temperatura mokrog termometra niža od najniže temperature naznačene na psihrometrijskoj krivulji, produžite vertikalnu os prema dolje i nanesite na nju nekoliko stupnjeva poštujući jedinični razmak zadan za tu os.